

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Dezember 2023**

---

## ZTV-ING - Inhalt

Teil		Abschnitt	
1	Allgemeines	1	Grundsätzliches
		2	Technische Bearbeitung
		3	Prüfungen während der Ausführung
		4	Gradiente und Ebenflächigkeit des Überbaus
2	Grundbau	1	Baugruben
		2	Gründungen
		3	Wasserhaltung
3	Massivbau	1	Beton
		2	Bauausführung
		3	Bauwerksfugen
		4	Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen
		5	Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen
		6	Verstärken von Betonbauteilen
		7	Mauerwerk
4	Stahlbau, Stahlverbundbau	1	Stahlbau
		2	Stahlverbundbau
		3	Korrosionsschutz von Stahlbauten
		4	Brückenseile
		5	Korrosionsschutz von Brückenseilen
5	Bauverfahren, Baubehelfe	1	Traggerüste
		2	Taktschiebeverfahren
		3	Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse
6	Bauwerksausstattung	1	Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Polymerbitumen-Schweißbahn
		2	Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen
		3	Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff
		4	Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem
		5	Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl
		6	Fahrbahnübergänge aus Stahl und aus Elastomer
		7	Fahrbahnübergänge aus Asphalt
		8	Lager und Gelenke
		9	Rückhaltesysteme
		10	Entwässerungen
		11	Befestigungseinrichtungen und Unterfütterung von Ankerplatten
7	Tunnelbau	1	Geschlossene Bauweise
		2	Offene Bauweise
		3	Maschinelle Schildvortriebsverfahren
		4	Betriebstechnische Ausstattung
		5	Abdichtung
8	Weitere Bauwerke	1	Lärmschutzwände
		2	Stützkonstruktionen
		3	Verkehrszeichenbrücken
		4	Becken und Pumpenhäuser aus Beton
		5	Wellstahlbauwerke
		6	Bewegliche Brücken
9	Anhang	1	Normen und sonstige Technische Regelwerke

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 1 Allgemeines**

### **Abschnitt 1 Grundsätzliches**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Geltungsbereich .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Qualitätssicherung .....</b>	<b>3</b>
2.1 Grundsätze.....	3
2.2 Überwachung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile.....	3
2.2.1 Allgemeines.....	3
2.2.2 Grundprüfung, Eignungsprüfung bzw. Erstprüfung.....	4
2.2.3 Übereinstimmungsnachweis .....	4
2.3 Überwachung der Ausführung und Prüfung der fertigen Leistung.....	4
2.3.1 Allgemeines.....	4
2.3.2 Eigenüberwachung .....	4
2.3.3 Fremdüberwachung.....	5
2.3.4 Kontrollprüfungen .....	5
2.3.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen.....	5
2.3.6 Schiedsuntersuchungen .....	5
2.4 Überwachungs- und Zutrittsrechte .....	6
<b>3 Ausführung.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Abrechnung .....</b>	<b>6</b>
<b>5 Abnahme und Mängelansprüche.....</b>	<b>6</b>
5.1 Abnahme.....	6
5.2 Mängelansprüche .....	6
<b>Anhang A Qualifizierung von Konformitäts- bewertungsstellen .....</b>	<b>7</b>

## 1 Geltungsbereich

(1) Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) gelten für den Bau und die Erhaltung von Ingenieurbauwerken nach DIN 1076, jedoch nicht für Wasserbauwerke wie z.B. Schleusen, Hebewerke, Wehre und Düker. Sie sind darauf abgestellt, dass die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen Bestandteil des Bauvertrages sind.

(2) Die mit rechtem Randstrich gekennzeichneten Absätze sind Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen im Sinne der VOB/B-DIN 1961, wenn die ZTV-ING Bestandteil des Bauvertrages sind.

(3) *Die im Text kursiv gedruckten und nicht mit rechtem Randstrich gekennzeichneten Absätze sind Richtlinien. Sie sind Hinweise an den Auftraggeber für die Aufstellung der Leistungsbeschreibung sowie bei der Überwachung und die Abnahme der Bauleistungen.*

(4) Wird in den ZTV-ING eine europäische Norm, z.B. DIN EN 1991 oder ein Teil einer europäischen Norm, z.B. DIN EN 1991-2 genannt, sind gleichfalls die jeweils dazugehörenden nationalen Anwendungsdokumente (NA) inbegriffen.

(5) *Die in den ZTV-ING genannten Normen und sonstigen Technischen Regelwerke sind im Teil 9 Abschnitt 1 zusammengestellt.*

(6) Der Teil 1 Allgemeines gilt für alle nach den ZTV-ING ausgeschriebenen Baumaßnahmen. Er wird je nach Art der Baumaßnahme ergänzt durch die Vertragsbedingungen in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8. Abweichende Regelungen in den Teilen 2 bis 8 haben Vorrang.

(7) Baustoffe und Baustoffgemische für den Bau von Ingenieurbauten, die in einem anderen Mitgliedstaat der Europäischen Union oder in der Türkei rechtmäßig hergestellt und/oder in Verkehr gebracht wurden oder in einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, rechtmäßig hergestellt wurden, werden in Deutschland zugelassen, wenn sie ein Schutzniveau dauerhaft gewährleisten, das dem in den ZTV-ING definierten Niveau entspricht.

## 2 Qualitätssicherung

### 2.1 Grundsätze

(1) Das Einhalten der festgelegten Anforderungen an die Herstellung und Verarbeitung von Baustoffen, Baustoffsystemen und Bauteilen und an die fertige Leistung ist zu überwachen.

(2) Die nachfolgenden Regelungen können in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8, z.B. auf-

grund der Bestimmungen zur Umsetzung harmonisierter technischer Spezifikationen, eingeschränkt oder geändert sein.

(3) Die bei der Qualitätssicherung durchzuführenden Prüfungen werden unterschieden nach

- a) Grundprüfung, Eignungsprüfung bzw. Erstprüfung
- b) Prüfungen für den Übereinstimmungsnachweis für Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile
  - als werkseigene Produktionskontrolle (WPK),
  - als Fremdüberwachung,
- c) Prüfungen für die Überwachung der Ausführung und der fertigen Leistung
  - als Eigenüberwachung,
  - als Fremdüberwachung,
- d) Kontrollprüfungen.

(4) Die Prüfungen umfassen

- die Probenahmen und Kennzeichnung,
- das Schließen der Probenahmestellen,
- das Lagern der Proben,
- das versandfertige Verpacken der Proben,
- den Transport der Proben zur Prüfstelle,
- das Vorhalten der Prüfgeräte einschließlich Zubehör und Hilfsmittel,
- das Durchführen der Prüfung,
- das Abfassen des Prüfberichtes bzw. des Grundprüfberichtes,
- das Lagern der Rückstellproben,
- das umweltgerechte Entsorgen des Probenmaterials.

(5) Die Qualifizierung (Anerkennung bzw. Akkreditierung) von Konformitätsbewertungsstellen (KBS), die Produkte prüfen und/oder zertifizieren und/oder deren Herstellung überwachen erfolgt nach Tabelle A 1.1.1.

(6) Soweit nachfolgend nicht anders geregelt, werden die Kosten für die Qualitätssicherung nicht gesondert vergütet.

### 2.2 Überwachung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile

#### 2.2.1 Allgemeines

Die Qualitätssicherung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile erfolgt durch eine Grundprüfung, Eignungsprüfung bzw. Erstprüfung und einen

Übereinstimmungsnachweis. Der Übereinstimmungsnachweis erfolgt nach Maßgabe der DIN 18200.

### 2.2.2 Grundprüfung, Eignungsprüfung bzw. Erstprüfung

(1) Grundprüfungen dienen zum Nachweis der grundsätzlichen Eignung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile für den vorgesehenen Verwendungszweck. Art und Umfang der Grundprüfungen und die Anforderungen an die Beschaffenheit und Eigenschaften der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile sind in den jeweiligen Technischen Lieferbedingungen (TL) festgelegt. Die Prüfungen sind nach den jeweiligen Technischen Prüfvorschriften (TP) durchzuführen.

(2) Eignungsprüfungen bzw. Erstprüfungen dienen zum Nachweis der Eignung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile für den vorgesehenen Verwendungszweck entsprechend den vertraglichen Anforderungen. Der Nachweis der Eignung ist rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten zu erbringen.

(3) Soweit in den einzelnen Abschnitten nicht anders geregelt, ersetzen die Grundprüfungen gemäß den TL die Eignungsprüfungen.

(4) Der Prüfbericht ist auf Verlangen vorzulegen.

### 2.2.3 Übereinstimmungsnachweis

(1) Der Übereinstimmungsnachweis besteht aus einer WPK und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstüberwachung.

a) Die WPK dient dazu festzustellen, ob die Eigenschaften der Baustoffe, Baustoffsysteme oder Bauteile den vertraglichen Anforderungen entsprechen.

b) Die Fremdüberwachung dient der Feststellung, ob die personellen und ausstattungsmaßige Voraussetzungen für eine ständige ordnungsgemäße Herstellung und eine entsprechende WPK gegeben sind und ob die Bauprodukte den an sie gestellten Anforderungen genügen.

(2) Die Übereinstimmung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile mit den jeweiligen Technischen Spezifikationen ist für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat zu bestätigen.

(3) Art und Umfang der WPK und der Fremdüberwachung und die Anforderungen an die Baustoffe sind in den zugehörigen Technischen Spezifikationen, z.B. Normen, Technische Lieferbedingungen festgelegt.

## 2.3 Überwachung der Ausführung und Prüfung der fertigen Leistung

### 2.3.1 Allgemeines

(1) Das Einhalten der vereinbarten Anforderungen an die Ausführung und an die fertige Leistung ist zu überwachen.

(2) Die Überwachung der Ausführung besteht aus der Eigenüberwachung und – soweit in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8 vorgeschrieben – der Fremdüberwachung.

a) Prüfungen bei der Eigenüberwachung dienen dazu festzustellen, ob die Lagerung und Verarbeitung der Baustoffe und Baustoffsysteme und die fertige Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen.

b) Die Fremdüberwachung dient dazu festzustellen, ob die personellen und ausstattungsmaßige Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Eigenüberwachung gegeben sind und ob die fertige Leistung den vertraglichen Anforderungen entspricht.

(3) Der Auftragnehmer hat der Überwachungsstelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.

### 2.3.2 Eigenüberwachung

(1) Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung sind in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8 geregelt.

(2) Vor Beginn der Bauausführung sind das ausführende und das überwachende Fachpersonal in die Ausführungsunterlagen einzuweisen.

(3) Während der Bauausführung sind die Aufzeichnungen und Auswertungen auf der Baustelle vorzuhalten. Sie sind der Überwachungsstelle und auf Verlangen auch dem Auftraggeber vorzulegen. Die im Teil 1 Abschnitt 3 sowie in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8 dafür vorgesehenen Formblätter sind zu verwenden.

(4) Vor Abnahme der Baumaßnahme sind die Aufzeichnungen der Eigenüberwachung und die Lieferscheine dem Auftraggeber zu übergeben. Zu den Aufzeichnungen gehören die Bautagesberichte, Prüfprotokolle und Eigenüberwachungsberichte. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Lieferwerk und Lieferschein,
- Bezeichnung der Baustoffe,
- Übereinstimmungszeichen,
- Chargennummer und Zuordnung zur Einbaufläche,

- Vergleich von Art und Menge der bestellten und gelieferten Baustoffe,
- Herstellungsdatum, Bezeichnung und Bauteilzuordnung der Probekörper bzw. der Rückstellproben sowie der zugehörigen Prüfergebnisse,
- Zeitabschnitte der einzelnen Arbeiten,
- äußere Bedingungen, z.B. Klimadaten,
- besondere Vorkommnisse,
- Art und Datum der Prüfungen sowie Ergebnisse und Vergleich mit den Anforderungen,
- ggf. Art und Dauer der Nachbehandlung,
- Name und Unterschrift des für die Eigenüberwachung Verantwortlichen.

### 2.3.3 Fremdüberwachung

(1) Soweit eine Fremdüberwachung der Ausführung vorgesehen ist, hat diese durch hierfür anerkannte Überwachungs- bzw. Güteschutzgemeinschaften oder Überwachungsstellen zu erfolgen.

(2) Der Auftragnehmer hat mit einer anerkannten Überwachungs- bzw. Güteschutzgemeinschaft oder einer Überwachungsstelle einen Überwachungsvertrag abzuschließen. Das Recht des Auftraggebers auf Einsicht in bzw. Auskunft über sämtliche Unterlagen ist sicherzustellen. Der Überwachungsvertrag ist dem Auftraggeber auf Verlangen vorzulegen.

(3) Die Bestätigung der Baustellenmeldung durch den Fremdüberwacher ist dem Auftraggeber nach Auftragserteilung unverzüglich zu übergeben.

(4) Jede Baustelle ist mindestens einmal zu überwachen.

*(5) Bei länger andauernden Baustellen sind weitere Überprüfungen in angemessenen Zeitabständen durchzuführen. Die Häufigkeit ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(6) Der Überwachungsbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung von Baustelle, Auftragnehmer, Eigenüberwachungsstelle und anerkannter Überwachungsstelle,
- Kurzbeschreibung der Baumaßnahme,
- Ergebnisse der Baustellenprüfung(en).

(7) Der Überwachungsbericht ist dem Auftraggeber unverzüglich zu übergeben.

(8) Auf der Baustelle ist ein Kennzeichnungsschild deutlich sichtbar anzubringen, das auf die Überwachung hinweist. Es muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- „Überwacht nach den ZTV-ING“,

- Zeichen und Anschrift der anerkannten Überwachungsstelle.

### 2.3.4 Kontrollprüfungen

(1) Kontrollprüfungen werden vom Auftraggeber veranlasst, um festzustellen, ob die Eigenschaften der Baustoffe, Baustoffsysteme und der fertigen Leistung den vereinbarten Anforderungen entsprechen. Ihre Ergebnisse werden der Abnahme und der Abrechnung zugrunde gelegt. Der Auftraggeber darf Rückstellproben nehmen.

(2) Die Probenahmen sowie die Prüfungen, die auf der Baustelle erfolgen, werden in Anwesenheit des Auftragnehmers durchgeführt. Sie finden auch in Abwesenheit des Auftragnehmers statt, wenn dieser den rechtzeitig bekanntgegebenen Termin nicht wahrnimmt.

*(3) Sollen die Probenahmen, die versandfertige Verpackung der Proben und das Schließen der Probenahmestellen vom Auftragnehmer hilfsweise durchgeführt werden, sind für diese Leistungen gesonderte Positionen im Leistungsverzeichnis vorzusehen. Den Versand der Proben und die Prüfungen veranlasst der Auftraggeber.*

*(4) Die Kontrollprüfungen sind in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8 angegeben.*

(5) Die Kosten der Kontrollprüfungen trägt der Auftraggeber.

### 2.3.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen

(1) Der Auftragnehmer darf zusätzliche Kontrollprüfungen verlangen, wenn er vermutet, dass das Ergebnis einer Kontrollprüfung nicht kennzeichnend für die zugeordnete Leistung ist. Die Orte für die Entnahme und die zuzuordnenden Teilleistungen bestimmen Auftragnehmer und Auftraggeber gemeinsam.

(2) Das Recht des Auftraggebers, nach eigenem Ermessen weitere Kontrollprüfungen durchzuführen, bleibt unberührt.

(3) Für die Abnahme und die Berechnung eventueller Abzüge sind die Ergebnisse der zusätzlichen Kontrollprüfungen für die ihnen zugeordneten Teilleistungen maßgebend.

(4) Die Kosten für die verlangten zusätzlichen Kontrollprüfungen trägt der Auftragnehmer.

### 2.3.6 Schiedsuntersuchungen

(1) Eine Schiedsuntersuchung ist die Wiederholung einer Kontrollprüfung, an deren sachgerechter Durchführung begründete Zweifel des Auftraggebers oder des Auftragnehmers, z.B. aufgrund eigener Untersuchungen bestehen. Sie ist auf Antrag eines Vertragspartners durch eine anerkannte

Prüfstelle vorzunehmen, die nicht die Kontrollprüfung durchgeführt hat. Ihr Ergebnis tritt an die Stelle des ursprünglichen Prüfungsergebnisses.

(2) Die Kosten der Schiedsuntersuchung zuzüglich aller Nebenkosten trägt derjenige, zu dessen Ungunsten das Ergebnis ausfällt.

## 2.4 Überwachungs- und Zutrittsrechte

(1) Die Überwachungs- und Zutrittsrechte des Auftraggebers gemäß VOB/B erstrecken sich auch auf Betriebsstätten der Nachunternehmer und auf Herstell- bzw. Lieferwerke, z.B. Fertigteile, Stahlbauteile. Der Auftragnehmer hat mit den Nachunternehmern und Herstell- bzw. Lieferbetrieben entsprechende Vereinbarungen zugunsten des Auftraggebers zu treffen.

(2) Der Auftraggeber hat das Recht der Einsichtnahme in bzw. auf Auskunft über sämtliche Unterlagen im Zusammenhang mit der Fremdüberwachung.

## 3 Ausführung

(1) *Die Feststellungen über den Zustand fertiggestellter Teilleistungen sind in das Bautagebuch einzutragen.*

(2) Der Auftraggeber ist berechtigt, die Leistung oder Teile der Leistung vorzeitig, d.h. vor dem sich aus dem Vertrag ergebenden Zeitpunkt, in Benutzung zu nehmen. Der Auftraggeber hat dem Auftragnehmer die Absicht einer solchen vorzeitigen Benutzung mitzuteilen. Die erforderlichen Maßnahmen sind schriftlich zu vereinbaren.

## 4 Abrechnung

Die in der Leistungsbeschreibung vereinbarten Abrechnungsregelungen werden ggf. durch zusätzliche Regelungen in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8 ergänzt.

## 5 Abnahme und Mängelansprüche

### 5.1 Abnahme

Werden bei der Abnahme Über- bzw. Unterschreitungen der in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 8 angegebenen Grenzwerte festgestellt, so gilt jede unzulässige Über- oder Unterschreitung jeweils als ein Mangel.

### 5.2 Mängelansprüche

Die Verjährungsfrist für die Mängelansprüche beträgt 5 Jahre.



## Anhang A

### Qualifizierung von Konformitätsbewertungsstellen

**Tabelle A 1.1.1:** Anforderungen an Stellen, die Produkte prüfen und/oder zertifizieren und/oder deren Herstellung überwachen

Regelwerk + ggf. Fallunterscheidung			Qualifizierung der Konformitätsbewertungsstellen (KBS)	
1	europäische Produktnorm harmonisiert		Akkreditierung durch die DAkKS GmbH <sup>4)</sup> Notifizierung durch das DIBt <sup>4)</sup>	
2	europäische Produktnorm nicht harmonisiert		Anerkennung durch das DIBt	
3	nationale Produktnorm		Anerkennung durch die Bundesländer oder das DIBt	
4	keine nationale Produktnorm aber nationales Regelwerk (ZTV-ING)	DIBt	4-1a große Mengen <sup>1)</sup>	Anerkennung durch das DIBt
			4-1b kleine Mengen <sup>1)</sup>	Anerkennung für ähnliches Produkt durch das DIBt und Darlegung der Kompetenz gegenüber der BAST für zusätzliche Prüfungen <sup>2)</sup> <sup>3)</sup> → Aufnahme in das BAST-KBS-Verzeichnis
		DAkKS GmbH	4-2a große Mengen <sup>1)</sup>	Akkreditierung durch die DAkKS GmbH <sup>3)</sup>
			4-2b kleine Mengen <sup>1)</sup>	Akkreditierung für die Prüfung eines ähnlichen Produktes durch die DAkKS GmbH und Darlegung der Kompetenz gegenüber der BAST für zusätzliche Prüfungen <sup>2)</sup> <sup>3)</sup> → Aufnahme in das BAST-KBS-Verzeichnis
<p><sup>1)</sup> wird in den entsprechenden Regelwerken angegeben</p> <p><sup>2)</sup> Die KBS legen gegenüber der BAST dar, dass sie zur Durchführung der Arbeiten geeignet sind, d.h. sie versichern, dass sie über die notwendigen Voraussetzungen zur Durchführung der gesonderten Prüfungen hinsichtlich Personal, Prüfmittel und Räumlichkeiten verfügen.</p> <p><sup>3)</sup> Mit Einführung der entsprechenden TL/TP durch die Bundesländer sind zugleich die KBS durch diese anerkannt.</p> <p><sup>4)</sup> Das DIBt ist die Technische Bewertungsstelle und die notifizierende Behörde im Sinne der Verordnung EU Nr. 305/2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/ EWG des Rates (EU-Bauproduktenrichtlinie) in Deutschland; im EU-Ausland kann die entsprechende Stelle angesprochen werden. Die DAkKS ist die nationale Akkreditierungsstelle nach EU-Bauproduktenverordnung in Deutschland; im EU-Ausland kann die entsprechende Stelle angesprochen werden.</p> <p>DAkKS = Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH</p> <p>DIBt = Deutsches Institut für Bautechnik</p> <p>Konformitätsbewertungsstelle = eine Stelle, die Konformitätsbewertungstätigkeiten einschließlich Kalibrierungen, Prüfungen, Zertifizierungen und Inspektionen durchführt</p>				

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 1 Allgemeines**

### **Abschnitt 2 Technische Bearbeitung**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert wurde, sind beachtet worden.

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>		<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>	<b>Anhang A</b> Anforderungen an die Gliederung von Standsicherheitsnachweisen.....	11
1.1 Grundsätzliches.....	3		
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	<b>Anhang B</b> Formblatt B 1.2.1 Schriftfelder einer Seite eines Standsicherheitsnachweises.....	15
<b>2 Ausführungsunterlagen .....</b>	<b>3</b>	Formblatt B 1.2.2 Standardsachregister für alle Bauteile.....	16
2.1 Allgemeines.....	3		
2.2 Prüf- und Genehmigungs verfahren .....	4		
2.3 Standsicherheitsnachweis .....	5		
2.3.1 Allgemeines.....	5		
2.3.2 Modellstatik .....	5		
2.4 Ausführungszeichnungen .....	5		
2.4.1 Zusammenstellung der Ausführungszeichnungen .....	5		
2.4.2 Form und Inhalt.....	6		
<b>3 Vermessung.....</b>	<b>7</b>		
<b>4 Bestandsunterlagen .....</b>	<b>7</b>		
4.1 Allgemeines.....	7		
4.2 Bestandsübersichtszeichnung .....	7		
4.3 Überarbeitung von Bestandsunterlagen ...	9		
<b>5 Anforderungen an den Inhalt und die Form von Standsicherheits- nachweisen.....</b>	<b>9</b>		
5.1 Allgemeines.....	9		
5.2 Grundsatzbesprechung .....	9		
5.3 Form.....	9		

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

*In diesem Abschnitt wird die technische Bearbeitung der Ausführungsunterlagen eines Bauvorhabens durch den Auftragnehmer nach Art und Umfang beschrieben.*

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Ausführungsunterlagen

sind alle für eine ordnungsgemäße Bauausführung nötigen Standsicherheitsnachweise und statisch und / oder konstruktiv erforderlichen Zeichnungen. Die Ausführungsunterlagen müssen rechtsverbindlich durch den Auftragnehmer, den Aufsteller sowie den Koordinator unterzeichnet sein und eine unterschriebene Bestätigung der Prüfvorgänge enthalten. Die Ausführungszeichnungen erhalten zusätzlich den Baufreigabevermerk bzw. bei Baubehelfen den Gesehenvermerk durch den Auftraggeber.

#### (2) Aufsteller

ist das technische Büro, das die Ausführungsunterlagen bearbeitet.

#### (3) Ausbaulasten

sind ständige Einwirkungen infolge des Eigengewichts der nicht tragenden Bauwerksteile, z.B. Kapfen, Brückenbelag, Bauwerksausstattungen etc.

#### (4) Bestandsunterlagen

dokumentieren den gesamten Bauwerksbestand mit allen Details.

#### (5) Bestandsübersichtszeichnung

ist eine aufgrund der endgültigen Ausführung und den örtlichen Gegebenheiten hergestellte Übersichtszeichnung.

#### (6) Prüfhandbuch

dokumentiert bei Bauwerken und Bauteilen mit konstruktiven Besonderheiten als ergänzendes Hilfsmittel zur DIN 1076 Art und Umfang der notwendigen regelmäßigen Prüfungen und Messungen.

#### (7) EDV-Berechnungen

sind programmgesteuerte Berechnungen.

#### (8) Grundsatzbesprechung

ist ein gemeinsames Abstimmungsgespräch über die Tragwerksplanung zwischen dem Auftragnehmer, dem Aufsteller, dem Auftraggeber und dem Prüfsingenieur.

#### (9) Koordinator

ist ein vom Auftragnehmer zu bestimmender Ingenieur, der für die Koordination der statischen und konstruktiven Bearbeitung zuständig ist und gegenüber dem Auftraggeber für die vertrags-, sach- und

termingerechte sowie vollständige Ausarbeitung der Ausführungsunterlagen verantwortlich ist.

#### (10) Prüfsingenieur

ist der mit der Prüfung der Ausführungsunterlagen in statischer, konstruktiver, technischer und ggf. schweißtechnischer Hinsicht beauftragte Ingenieur. Der Auftraggeber prüft entweder die Ausführungsunterlagen mit eigenen Kräften oder beauftragt einen Prüfsingenieur für Baustatik. In beiden Fällen wird im Folgenden die Bezeichnung Prüfsingenieur verwendet.

#### (11) Verfasser

ist der Ingenieur des Aufstellers, der die Ausführungsunterlagen bearbeitet.

## 2 Ausführungsunterlagen

### 2.1 Allgemeines

(1) Für die Anforderungen an die Ausführungsunterlagen gelten DIN EN 1992-1-1, DIN 4124, DIN EN 1537, DIN EN 12812, DIN EN 1090-2 und -3, DIN EN 1994-1-1 sowie der DIN-Fachbericht „Beton“ und die in den nachfolgenden Abschnitten der Teile 2 bis 8 gestellten Anforderungen.

(2) Spätestens 10 Tage nach der Auftragserteilung ist vom Auftragnehmer ein mit einem abgeschlossenen Bauingenieurstudium, im Brücken- und Ingenieurbau erfahrener sowie mit entsprechenden Vollmachten ausgestatteter Koordinator für die statische und konstruktive Bearbeitung sowie dessen ständiger Vertreter namentlich zu benennen. Beide haben durch nachprüfbare Referenzen nachzuweisen, dass sie in den letzten drei Jahren umfangreiche Erfahrungen bei vergleichbaren Bauleistungen gesammelt haben.

(3) Zu den Aufgaben des Koordinators zählen insbesondere folgende Leistungen:

- Gewährleistung der gegenseitigen Abstimmung der Ausführungsunterlagen von verschiedenen Aufstellern für ein Bauteil bzw. einen Baubehelf, einen Bauabschnitt oder das ganze Bauwerk.
- Zusammenstellen der vollständigen und prüffähigen Ausführungsunterlagen für ein Bauteil, einen Bauabschnitt oder das gesamte Bauwerk, so dass die Ausführungsunterlagen ein technisch und rechnerisch geschlossenes Ganzes bilden. Entsprechendes gilt für die Vorlage von geänderten oder auszutauschenden Ausführungsunterlagen. Zu diesen Leistungen zählt auch die durchgängig gleiche Bezeichnung aller Bauteile und Konstruktionselemente in allen einzelnen Bearbeitungsschritten.
- Unterzeichnung aller Ausführungsunterlagen einschließlich Ausführungsprotokoll Traggerüst gemäß Formblatt A 5.1.1 und Sicherstellung der

Unterzeichnung durch Auftragnehmer und Aufsteller.

- Termingerechte Übergabe der vereinbarten Anzahl der Ausführungsunterlagen an den Auftraggeber. Ergänzend ist hierzu bei jeder Vorlage von Ausführungsunterlagen ein geordnetes Verzeichnis aller eingereichten Ausführungsunterlagen fortzuschreiben und in angemessenen Zeitabständen unaufgefordert oder auf Anforderung dem Auftraggeber zu übergeben. Das Einreichdatum ist dabei zu dokumentieren. Beim Standsicherheitsnachweis sind zusätzlich die Bezeichnung gemäß Gesamtinhaltsverzeichnis nach Nr. 5.3 und Anhang A sowie die Seitenbezeichnung anzugeben.
  - Bei jeder Fortschreibung des Standsicherheitsnachweises, ggf. mit Austausch- und / oder Ergänzungsseiten, die gemäß Nr. 5.3 zu bezeichnen sind, sind das zugehörige Kapitel-Inhaltsverzeichnis sowie das aktualisierte Gesamtinhaltsverzeichnis einzureichen.
  - Sicherstellung des Zusammenwirkens des Aufstellers mit der Baustelle und den Nachunternehmern. Neben der terminlichen Anpassung der Vorlage von Ausführungsunterlagen an den Bauzeitenplan bzw. Bauablauf zählt hierzu auch die Veranlassung der Anpassung von Ausführungsunterlagen an zwingend notwendige Änderungen der Abmessungen und / oder technische Einzelheiten nach Genehmigung der Änderungen durch den Auftraggeber.
- (4) Jeder Wechsel der vom Auftragnehmer bei Angebotsabgabe benannten Bearbeitungsstellen und / oder des Koordinators für die statische und konstruktive Bearbeitung oder dessen Vertreters sowie die Hinzuziehung weiterer Bearbeitungsstellen bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.
- (5) Änderungen in Ausführungsunterlagen sind vom Auftragnehmer, Aufsteller und vom Koordinator für die statische und konstruktive Bearbeitung rechtsverbindlich zu unterschreiben.
- (6) Der Auftragnehmer hat die technische Bearbeitung in Anpassung an den Bauzeitenplan – unter Berücksichtigung des Prüf- und Genehmigungsverfahrens – mit dem erforderlichen zeitlichen Vorlauf durchzuführen. Erkennt er, dass die laut Bauzeitenplan vorgesehenen Bearbeitungstermine nicht eingehalten werden können, so muss er dies dem Auftraggeber unverzüglich schriftlich mitteilen.
- (7) Notwendige Leistungen für die Vertragserfüllung infolge von Änderungen des dem Vertrag zugrunde liegenden Bauwerksentwurfes, sind spätestens bei Übergabe der Ausführungsunterlagen anzuzeigen. Mit der Anzeige ist eine Aufstellung über die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen dieser Leistungen vorzulegen.

(8) Der Auftragnehmer ist dafür verantwortlich, dass geänderte oder auszutauschende Ausführungsunterlagen dem Auftraggeber jeweils nachweislich übermittelt werden.

(9) Montage- und Arbeitshilfen an der Tragkonstruktion bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers und sind in den Ausführungsunterlagen anzugeben.

*(10) Für Bauwerke mit konstruktiven Besonderheiten, z.B. bewegliche Brücken, und Bauwerke mit besonderen Bauteilen wie z.B. Seile und Verankerungspunkte ist ein Prüfhandbuch entsprechend der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF) aufzustellen. In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, für welche Bauteile ein Prüfhandbuch aufzustellen ist.*

(11) Das Prüfhandbuch ist als Anlage zum Bauwerksbuch zu erstellen und gemäß Nr. 2.2 zur Prüfung einzureichen.

### 2.2 Prüf- und Genehmigungsverfahren

*(1) Der Auftraggeber ist verantwortlich für die bauaufsichtliche Prüfung der Ausführungsunterlagen in statischer, konstruktiver, technischer und ggf. schweißtechnischer Hinsicht und gibt nach Vollzug die Ausführungsunterlagen zur Bauausführung frei.*

(2) Überträgt der Auftraggeber die Prüfung der Ausführungsunterlagen einem Prüflingenieur, sind den Bauvertrag beeinflussende Vereinbarungen zwischen dem Auftragnehmer und dem Prüflingenieur ohne schriftliche Zustimmung des Auftraggebers nicht statthaft.

(3) Vom Auftragnehmer geänderte Ausführungsunterlagen sind stets erneut zu prüfen und zu genehmigen.

(4) Die Kosten der Prüfung der Standsicherheitsnachweise sowie der Ausführungszeichnungen trägt der Auftraggeber. Er behält sich jedoch vor, Kosten, die infolge mangelhafter Ausarbeitung der Ausführungsunterlagen für erhöhten Prüfaufwand entstehen, dem Auftragnehmer in Rechnung zu stellen oder die ordnungsgemäße Ausarbeitung einem vom Auftraggeber bestimmten Ingenieurbüro zu Lasten des Auftragnehmers zu übertragen, wenn der Auftragnehmer nach Ablauf einer vom Auftraggeber gesetzten angemessenen Frist keine brauchbaren Unterlagen liefert.

(5) Sämtliche Ausführungsunterlagen für ein Bauteil oder einen Bauabschnitt sind gleichzeitig zur Prüfung einzureichen.

(6) Erforderliche Standsicherheitsnachweise für die Bemessung nach besonderen Einwirkungen

sind gleichzeitig mit den Standsicherheitsnachweisen für die Verkehrslasten nach DIN EN 1991-2 zur Prüfung vorzulegen.

(7) Baubehelfe mit statisch-konstruktivem Einfluss auf das endgültige Bauwerk sollen von dem für das Bauwerk beauftragten Prüfingenieur geprüft werden.

## 2.3 Standsicherheitsnachweis

### 2.3.1 Allgemeines

(1) Standsicherheitsnachweise sind gemäß Nr. 5 sowie den nachfolgenden Erläuterungen aufzustellen.

(2) Es gelten die Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise (Ri-EDV-AP 2001).

(3) Alle Standsicherheitsnachweise sind in deutscher Sprache vorzulegen.

(4) Die Dokumentation des Standsicherheitsnachweises ist in zwei Teile zu gliedern:

— Im Teil I nach Anhang A sind alle erforderlichen Dokumentationen, einschließlich der maßgeblichen Ergebnisse gemäß Ri-EDV-AP 2001 für die Standsicherheitsnachweise enthalten. Sie umfassen damit nur die Grundlagen, Ausgangsdaten und Ergebnisse der Berechnungen sowie ergänzende Unterlagen zur Bauausführung. Dieser Teil ist prüffähig in kürzester Fassung so aufzustellen, dass der Standsicherheitsnachweis für das Gesamtbauwerk unter Einschluss der EDV-Berechnungen und aller sonstigen technischen Unterlagen ein technisch und rechnerisch geschlossenes Ganzes bildet. Alle Ergebnisse sind übersichtlich und anschaulich in Grafiken und Tabellen zusammenzufassen (s.a. Ri-EDV-AP 2001). Für die maßgeblichen Bemessungsstellen ist zusätzlich ein ausführlicher Ausdruck der EDV-Nachweise beizufügen.

— Im Teil II nach Anhang A sind alle für die Erstellung der vollständigen Standsicherheitsnachweise notwendigen EDV-Berechnungen für die Zustandsgrößen aller Einzel-Lastfälle und zugehöriger Lastkombinationen aufzunehmen. Diese zur ordnungsgemäßen Erstellung des Standsicherheitsnachweises erforderlichen Zwischenergebnisse dienen nur dem Aufsteller und dem Prüfingenieur bei Vergleichsrechnungen zur Klärung von Ursachen bei eventuell abweichenden Ergebnissen. Diese Unterlagen müssen übersichtlich und für sich prüffähig sein.

(5) Die Unterlagen nach Anhang A, Teil II müssen nach Beendigung der Baumaßnahme nicht archiviert werden.

(6) In der Leistungsbeschreibung ist die erforderliche Anzahl der Exemplare der Standsicherheitsnachweise gemäß Anhang A anzugeben.

### 2.3.2 Modellstatik

Die Durchführung von Modellversuchen als Ersatz für oder Ergänzung von Standsicherheitsnachweisen bedarf der Genehmigung des Auftraggebers.

## 2.4 Ausführungszeichnungen

### 2.4.1 Zusammenstellung der Ausführungszeichnungen

(1) Ausführungszeichnungen sind stets zu liefern für:

- die Baustelleneinrichtung,
- die Bauzeiteneinteilung,
- das Absteck- und Höhenmaß sowie
- die Bauwerksübersicht.

(2) Je nach Art der auszuführenden Arbeiten und der Baustoffe sind Zeichnungen unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen, erforderlichenfalls mit Erläuterungsbericht mindestens zu liefern für:

- Bauablauf mit Darstellung der einzelnen Bauzustände,
- Abriss / Rückbau vorhandener Konstruktionen,
- Baugrube,
- Baugrubenverbau,
- Gründungen,
- Grundwasserabsenkung, Wasserhaltung,
- Ramm-, Rüttel-, Bohr- und Verpressarbeiten,
- Bodenaustausch, Baugrundverbesserung,
- Trag-, Hilfs- und Schutzgerüste, Schutzeinrichtungen,
- Verankerungen, Abfang- und / oder Auswechsellvorrichtungen,
- Schalungen einschließlich Verlegung und Überhöhung,
- Hilfsmaßnahmen zum Anheben, Absenken oder Verschieben von Bauteilen oder Bauwerken,
- Bewehrungen aus Beton- und / oder Spannstahl einschließlich zugehöriger Stahllisten,
- Träger- bzw. Fertigteilverlegung,
- Betoniervorgänge (Betonierplan),
- Werkstatt- und Montagevorgänge für Stahlbauten einschließlich zugehöriger Stücklisten,

- Schweißvorgänge (Schweißfolge, Schweißnahtprüfungen, Werkstoffwahl),
- Lagerkonstruktionen einschließlich Einbauvorgang und Lagerversetzplan,
- Pressenaufstellung zum Anheben, Absenken oder Verschieben des Über- und / oder Unterbaus,
- Fahrbahnübergänge einschließlich Einbauvorgang,
- Korrosionsschutzmaßnahmen,
- Einzelheiten des Bauwerks und der Ausstattung, wie z.B. Fugen, Abdichtungen, Entwässerungen, Kappen, Schutzeinrichtungen, Leitungen, Beleuchtungen, Verblendungen, Brückenbesichtigungseinrichtungen, Lärmschutz, verbleibende Einbauteile von Bauhilfsmaßnahmen,
- Aufmaß von Imperfektionen,
- Anordnung und Lage von Messpunkten für Kontrollmessungen nach DIN 4107 und DIN 1076 und
- Ergebnisse von Messungen (z.B. Verlauf der Luftgeschwindigkeit, -feuchtigkeit, -temperatur, Verlauf der Bauwerkstemperatur, Verlauf von Setzungen, Durchfluss- sowie Wassermengenerfassung usw.) und Probelastungen.

### 2.4.2 Form und Inhalt

- (1) Für Form und Ausführung gelten DIN EN ISO 128-20 und DIN ISO 128-24, DIN EN ISO 3766, SN EN ISO 4066, DIN ISO 6428, DIN EN ISO 7200 sowie DIN EN ISO 5457 und DIN EN ISO 3098.
- (2) Die Ausführungszeichnungen müssen mikroverfilmbar sein. Hierbei gelten DIN 19052-1 bis -4 und -6 sowie DIN 19053.
- (3) Die Ausführungszeichnungen müssen vollständig und in deutscher Sprache beschriftet sein. Die Schriftgröße von 3,5 mm sowie die Linienbreite der Liniengruppe 0,35 mm nach DIN ISO 128-24 dürfen nicht unterschritten werden. Die Blattgröße der Zeichnungen wird durch das Format DIN A 0 begrenzt. Am oberen Rand der Zeichnungen ist eine 50 cm lange Maßstableiste vorzusehen, sofern sie nicht bereits im Schriftfeld enthalten ist.
- (4) Jede Zeichnung erhält an der rechten unteren Blattbegrenzung ein Schriftfeld nach Angabe des Auftraggebers. Eintragungen sind nur in den hierfür vorgesehenen Feldern vorzunehmen.
- (5) Änderungen in Zeichnungen sind im Schriftfeld entsprechend der zeitlichen Folge mit dem Index a, b usw., mit dem Datum der Änderung sowie mit einer die Änderung betreffenden Erläuterung zu versehen.

(6) Bei größeren Bauwerken hat die Zeichnung in der Nähe des Schriftfeldes eine schematische Übersichtsskizze des Gesamtbauwerkes zu enthalten. Hierin sind die in der Zeichnung dargestellten Bauwerksteile lagegerecht einzutragen und besonders kenntlich zu machen.

(7) Für behördliche Vermerke ist über dem Schriftfeld eine Fläche im Format DIN A 5 freizuhalten.

(8) Steht eine Zeichnung mit einer anderen in direktem Zusammenhang, so ist hierauf bei den jeweils zusammengehörigen Zeichnungen durch besonderen Hinweis aufmerksam zu machen.

(9) Vervielfältigungen sind nach DIN 824 zu falten.

(10) Ausführungszeichnungen für die Bauwerksübersicht müssen die unter Nr. 4.2 für Bestandsübersichtszeichnungen geforderten Angaben enthalten.

(11) Die Bewehrung im Bauteil ist vorzugsweise in Ansichten und Schnitten maßstäblich darzustellen. Die einzelnen Positionen sind im Maßstab herauszuziehen und vollständig zu bemaßen.

(12) Die Zeichnungen für Beton- und / oder Spannstahlbewehrung sind nach DIN EN ISO 3766 zu erstellen.

(13) Anweisungen und Erläuterungen für die Bauausführung sowie Hinweise auf Richtlinien, Richtzeichnungen, Materialgüten usw. sind besonders hervorzuheben.

(14) Die Schalungszeichnungen müssen sämtliche konstruktiven Einzelheiten und die geforderten Materialgüten der einzelnen Bauteile enthalten. Sie sind so zu vermaßen, dass jedes auf der Baustelle erforderliche Maß entnommen werden kann. Außer den Schalmaßen sind die NHN-Höhen für die Konstruktion und das umliegende Gelände in ausreichender Anzahl sowie die verwendeten Messpunkte und / oder Festpunkte und alle im Bauwerk verbleibenden Einbauteile anzugeben.

(15) In den Bewehrungszeichnungen sind in Ergänzung zu DIN EN 1992-1-1 auch die Hauptschalmaße darzustellen. Die erforderliche Feuchtigkeitsklasse gemäß Teil 3 Abschnitt 1 Nr. 3.1 ist anzugeben. Die Größe von Betonieröffnungen und Rüttelgassen ist besonders hervorzuheben.

(16) Für Bauteile mit hohem Bewehrungsgrad ist die gesamte Bewehrung im vergrößerten Maßstab als Einzelheit darzustellen und durch Einbauanweisungen zu erläutern.

(17) Der Entwässerungsplan muss das gesamte Rohrnetz maßstäblich mit Gefälle und Vorflutverhältnissen darstellen. Er muss die Einzelheiten und Abmessungen wie z.B. Abläufe, Reinigungsöffnungen, Schlammfänge, Tropfüllen, Ausdehnungsvorrichtungen, konstruktive Ausbildung der Auflage-

rungen bzw. Aufhängungen, Befestigungselemente, Formstücke und Werkstoffangaben enthalten.

(18) In Zeichnungen von Trag-, Hilfs- und Schutzgerüsten müssen vorgegebene Durchfahrtsöffnungen nach Lage und Größe einschließlich zugehörigem Verkehrsraum und Schutzmaßnahmen dargestellt werden.

(19) Zur Kontrolle der Verformungen und Setzungen während des Betoniervorgangs sind in den Zeichnungen von Traggerüsten leicht zugängliche Messpunkte in ausreichender Anzahl darzustellen.

### 3 Vermessung

(1) Der Auftragnehmer hat vom Baubeginn bis zur Bauwerksabnahme unter sinngemäßer Anwendung der DIN 4107 und DIN 1076 Setzungs- und Verformungsmessungen durchzuführen. Für die Bewegungsbeobachtungen hat der Auftragnehmer ein Messprogramm in dreifacher Ausfertigung rechtzeitig vor Baubeginn zur Genehmigung vorzulegen. Das Messprogramm muss alle maßgebenden Bauzustände berücksichtigen und Aufschluss über Bewegungen in vertikaler und horizontaler Richtung sowie Verkantungen geben.

(2) Die Messungen sind insbesondere vor und nach Lastwechseln vorzunehmen. Dem Fortschritt der Hinterfüllung ist dabei Rechnung zu tragen. Traggerüste und sonstige Hilfskonstruktionen mit ihren Gründungen sowie etwaiger Baugrubenverbau sind in die Messungen einzubeziehen.

(3) Der Auftragnehmer hat einen Vorschlag für die Fortführung der Bauwerksvermessung in Abstimmung mit dem Auftraggeber spätestens bis zur Bauwerksabnahme zu liefern. Bei der Bauwerksabnahme ist dem Auftraggeber der Höhenfestpunkt zu übergeben.

(4) Vor Ausführung der Abdichtungs- und Belagsarbeiten hat der Auftragnehmer die Höhenlage der Fahrbahntafel durch ein Flächennivellement nachzuweisen (siehe Abschnitt 4 Nr. 2.3).

## 4 Bestandsunterlagen

### 4.1 Allgemeines

(1) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber spätestens bei Vorlage der Schlussrechnung die Bestandsunterlagen zu übergeben. Die Daten gemäß der Anweisung Straßeninformationsbank Teilsystem Bauwerksdaten (ASB-ING) müssen zur ersten Hauptprüfung nach DIN 1076 vorliegen.

(2) Als Bestandsunterlagen gelten u.a. Ausführungsunterlagen, die entsprechend dem Prüf- und Genehmigungsverfahren und der Bauausführung berichtigt sind. Sie dürfen keine ungültig geworde-

nen Teile enthalten. Prüf- und Genehmigungsvermerke sind zu übertragen. Die Übereinstimmung mit der Ausführung ist vom Auftragnehmer auf den Vervielfältigungen zu bescheinigen. Diese Bescheinigungen sind vor der Mikroverfilmung auf die Originale zu übertragen.

(3) In Ergänzung zu den Unterlagen gemäß Absatz (2) gehören zu den Bestandsunterlagen:

- Inhaltsverzeichnisse für die Standsicherheitsnachweise,
- Zeichnungsverzeichnisse,
- Stahllisten einschließlich Mengenberechnung für Stahl- und Spannbetonbauwerke oder -bauteile,
- Vorspann- und Auspressprotokolle,
- Gütenachweise von Baustoffen, Abnahmezeugnisse,
- allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen bzw. europäische technische Zulassungen,
- Vermessungsergebnisse (baubegleitende und Nullmessungen),
- Bauwerksdaten und Bauwerksbuch einschließlich sämtlicher Unterlagen (Pläne in der Höhe des Formates DIN A 4),
- Bestandsübersichtszeichnung(en),
- Stücklisten einschließlich Mengen- und Beschichtungsflächenberechnung für stählerne Bauwerke oder Bauteile und
- Korrosionsschutzpläne.

(4) Zeichnungen sind dem Auftraggeber im Original, im PDF/A- und TIF-Format sowie zusätzlich im DXF-Format zu übergeben.

(5) Alle übrigen Unterlagen sind im Original und im PDF/A-Format zu übergeben.

### 4.2 Bestandsübersichtszeichnung

(1) Darzustellen sind u.a. Ansichten, Längs- und Querschnitte, sonstige Schnitte, Grundrisse und alle wesentlichen Einzelheiten. Mit zu erfassen sind auch Bauteile und Einbauten, die nicht vom Auftragnehmer erstellt wurden, jedoch im Bereich des Bauwerkes vorhanden sind und zur Darstellung der Bauwerksübersicht gehören. Dazu gehören auch im Boden und im Bauwerk verbleibende Teile von Bauhilfsmaßnahmen.

(2) Im Einzelnen müssen u.a. folgende Angaben enthalten sein:

- a) Lagebezeichnungen
  - Nordpfeil,
  - Kilometrierung der Kreuzungsstation,
  - Kreuzungswinkel,



- Lage und Richtung der überbrückten Gleise, Straßen, Leitungen, Gewässer usw. und
  - Namen von benachbarten Ortschaften, Benennung der Gewässer, Gleis- und / oder Straßenbezeichnungen.
- b) Geometrische Verhältnisse
- Lichte Höhe, Bauhöhen, lichte Weiten, Stützweiten,
  - Trassierungselemente im Grund- und Aufriss mit NHN-Achsangaben,
  - Gleisabstände,
  - Querprofile mit Darstellung der Lichtraumprofile einschließlich der Lage des ungünstigsten Punktes im Grund- und Aufriss unter Berücksichtigung von Durchbiegungen und Setzungen,
  - Querneigungen,
  - Maß zwischen Schienen- bzw. Straßenoberkante und Unterkante des Überbaus an der ungünstigsten Stelle und
  - NHN-Höhen an den wichtigsten Bauwerkspunkten.
- c) Baugrund und Gründungen
- Darstellung der Baugrunduntersuchungen nach DIN 4023 einschließlich Lage der Baugrundaufschlüsse im Grundriss sowie der NHN-Höhen des angetroffenen Grundwasserspiegels mit Ablesedatum,
  - Verlauf des Geländes vor und nach Ausführung des Bauwerks,
  - bei Baugrundverbesserungen oder Bodenaustausch die ausgeführte Dicke und die Stoffe einzelner Schichten sowie deren räumliche Ausdehnung,
  - bei Flach- und Brunnengründungen die Gründungskoten und die rechnerisch größte Bodenpressung in der Aufstandsebene,
  - bei Pfahlgründungen das System, die Pfahldurchmesser oder die Querschnittsflächen, die größten und kleinsten Längen, die Neigung, die Einbindelänge in den tragfähigen Untergrund, die Höhenkoten der Unterkanten der Pfahlkopfplatten, die Pfahlbelastungen,
  - bei Spundwänden das System, die Profilbezeichnung, Verlauf der Höhenkoten der Wandkrone, die größte und kleinste Bohlenlänge, die vorhandene Einbindelänge in den tragfähigen Untergrund und
- bei Verankerungen das System, die zulässige Tragkraft, die Höhenlage der Ankerköpfe, die Neigung sowie die größten und kleinsten Ankerlängen.
- d) Gewässer
- Fließrichtung, maßgebende Wasserstände, Querprofile, Schifffahrtsöffnungen, Ufer- und Sohlbefestigungen.
- e) Leitungen
- Kabel und Leitungen im bzw. am Bauwerk und in unmittelbarer Nähe nach Art, Lage, Abmessungen sowie Betreiber und / oder Eigentümer.
- f) Messpunkte
- Lage der verbleibenden Messpunkte im Grund- und Aufriss sowie die zugehörigen Festpunkte.
- g) Geometrische Größen
- Wesentliche geometrische Größen des Bauwerks und aller wesentlichen Konstruktionsteile.
- h) Art der Baustoffe mit Baustoffgüten, Festigkeitsklassen und Expositionsklassen.
- i) Bezeichnung der Spannverfahren und der zulässigen Spannkraft (getrennt nach Bauteil und Tragrichtung).
- j) Tragfähigkeit
- Verkehrslasten nach DIN EN 1991-2 und besondere Lastmodelle.
- k) Abdichtungen, Korrosionsschutz, Beläge und Fugen nach Art und Lage.
- l) Lager mit Lage der Pressenansatzpunkte, Gelenke, Fahrbahnübergänge, jeweils mit Angabe des Systems und des Fabrikates; Angaben über maximale und minimale Dilatationen und / oder Drehwinkel.
- m) Entwässerungsanlagen mit Neigungsverhältnissen und Anschlüssen an bestehende Leitungen oder Vorfluter.
- n) Absturzsicherungen.
- o) Ausrüstungen für die Unterhaltung und Instandsetzung der Bauwerke.
- p) Sonstige Ausrüstungen (z.B. Verkehrszeichen, Verkehrszeichenbrücken, Fahrleitungsmaste, Lärmschutzeinrichtungen, Leitwerke, Beleuchtungen).
- (3) Bestandsübersichtszeichnungen sind mittels CAD-System herzustellen und dem Auftraggeber im Original und als DXF-Datei und als Datei im PDF/A sowie im TIF-Format zu übergeben. Ansonsten gilt für die Form Nr. 2.4.2 sinngemäß. Originalzeichnungen dürfen nicht gefaltet werden und sind mit gelochten Einhängestreifen zu versehen.

(4) Längsschnitte sind durch alle tragenden Konstruktionsteile zu führen. Widerlager und anschließende Flügel oder andere Stützbauteile sind mit darzustellen.

(5) Bei veränderlichen Querschnitten sind die kennzeichnenden Schnitte darzustellen.

(6) Der Grundriss muss eine Draufsicht auf das fertige Bauwerk einschließlich der Böschungen und auf die Unterbauten enthalten.

(7) Die Maßstäbe sind aus Tabelle 1.2.1 zu wählen.

(8) Für den Grundriss ist derselbe Maßstab wie für die Längsschnitte zu wählen. Einzelheiten sind in geeignetem Maßstab darzustellen.

**Tabelle 1.2.1:** Maßstäbe für Längs- und Querschnitte in Abhängigkeit von den Bauwerksabmessungen

Längsschnitt durch Gesamtbauwerk	
Bauwerkslänge [m]	Maßstab
< 100	1 : 100
100 bis 200	1 : 200
> 200	1 : 250
Querschnitte durch Überbauten und Widerlagerflügel	
Breite zwischen den Geländern [m]	Maßstab
< 20	1 : 50
≥ 20	1 : 100

### 4.3 Überarbeitung von Bestandsunterlagen

Nach Maßnahmen an bestehenden Bauwerken (z.B. Instandsetzungen, Verstärkungen, Umbauten) müssen die Bestandsunterlagen angepasst werden. Es ist zu prüfen, inwieweit die Unterlagen nach Nr. 4.1 ergänzt bzw. ersetzt werden müssen. Alle Maßnahmen sind im Bauwerksbuch zu dokumentieren. Dies ist in der Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen.

## 5 Anforderungen an den Inhalt und die Form von Standsicherheitsnachweisen

### 5.1 Allgemeines

(1) Der Standsicherheitsnachweis muss unter Einschluss der EDV-Berechnungen und aller sonstigen technischen Unterlagen ein technisch und rechnerisch geschlossenes Ganzes bilden.

(2) Eine Aufteilung auf mehrere Aufsteller für einzelne Bauteile oder Bauabschnitte ist nur zulässig, wenn deren Standsicherheitsnachweis jeweils ein technisch und rechnerisch geschlossenes Ganzes bildet.

(3) Der Aufsteller ist für die technische und rechnerische Vollständigkeit und Richtigkeit des Standsicherheitsnachweises als geschlossenes Ganzes verantwortlich.

(4) Der Standsicherheitsnachweis muss sämtliche tragenden Bauteile in allen maßgebenden Bau- und Endzuständen erfassen. Wesentliche Wechselwirkungen zwischen Bauwerk, Baugrund und Hinterfüllung sind zu berücksichtigen. Hierzu gehören sämtliche Montage- und Kontrollanweisungen sowie Protokolle zur Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Werten (Ausführungsanweisungen, Messprogramme) und die Angabe von zulässigen Toleranzen, soweit sie Auswirkungen auf die Standsicherheit haben.

(5) Bauwerksverformungen sind stets zu berücksichtigen und darzustellen, wenn sie die Gebrauchstauglichkeit, Gradienten und / oder Lichtraumprofile oder die Verkehrssicherheit beeinflussen.

(6) Zur Erläuterung von Berechnungsergebnissen ist die Entstehung einzelner Werte zu belegen.

(7) Die Eingaben und maßgeblichen Ergebnisse sind übersichtlich in grafischer Form darzustellen. Der Maßstab muss mit einer Maßstabsleiste abgreifbar sein und bei Veränderungen der Abbildungsgrößen gültig bleiben. Die Darstellung muss eine für die Weiterverwendung der Daten hinreichend genaue Ablesung gestatten und durch Zahlenwerte ergänzt werden.

### 5.2 Grundsatzbesprechung

(1) Vor Beginn der technischen Bearbeitung ist eine Grundsatzbesprechung durchzuführen.

(2) Der Auftragnehmer bzw. der Aufsteller hat den beabsichtigten Rechengang und die zur Anwendung vorgesehenen Programme für die Standsicherheitsnachweise zu erläutern.

(3) Der Umfang und die Darstellungsform der vorzulegenden Ergebnisse sind mit dem Prüfeningenieur und dem Auftraggeber abzustimmen.

### 5.3 Form

(1) Der Standsicherheitsnachweis ist in übersichtlicher Form, einwandfrei lesbar und auf Papier mit der Höhe des DIN A4-Formates einzureichen. Bei Faltung ist das Schriftfeld jeweils obenliegend vorzusehen.

(2) Der Standsicherheitsnachweis ist nach Anhang A zu gliedern in:

- Allgemeines,
- Bauteil 1 (z.B. Überbau),
- Bauteil 2 und weitere.

(3) Alle Bauteile sind in Kapitel gemäß Anhang A weiter zu unterteilen. Jedes Kapitel ist mit einem Inhaltsverzeichnis zu versehen.

(4) Dem Standsicherheitsnachweis muss ein gedrucktes Gesamtinhaltsverzeichnis vorangestellt werden. Es enthält:

- Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip,
- Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Programme durch Programmkennndaten gemäß Anhang zur Ri-EDV-AP-2001,
- Abweichungen von Regelwerken,
- Standardsachregister für alle Bauteile und
- Inhaltsverzeichnis der Bauteile nach Kapiteln gegliedert.

(5) Das Gesamtinhaltsverzeichnis muss den aktuellen Bearbeitungsstand widerspiegeln und ist deshalb bei jeder Fortschreibung des Standsicherheitsnachweises zu aktualisieren.

(6) Dem Standsicherheitsnachweis ist zum Abschluss der Technischen Bearbeitung zusätzlich ein Standardsachregister gemäß Anhang B, Formblatt B 1.2.2 nachzuheften, dessen Bezifferungen und Bezeichnungen verbindlich sind. Nicht benötigte Ziffern des Standardsachregisters sind mit „entfällt“ zu kennzeichnen.

(7) Jede Seite des Standsicherheitsnachweises ist an den kurzen Rändern des DIN A4-Formates mit Schriftfeldern gemäß Formblatt B 1.2.1 zu versehen.

(8) Alle Seiten der Berechnung innerhalb eines jeden Kapitels sind jeweils fortlaufend zu nummerieren.

(9) Austauschseiten für bereits eingereichte Statik-Seiten sind zusätzlich mit Buchstaben zu kennzeichnen wie z.B. „Seite: 5 b“ und mit neuem Datum zu versehen. Sollten Seiten ersatzlos entfallen, ist darauf auf der vorhergehenden Seite ein Hinweis wie z. B. „Seiten 13 bis 18 entfallen“ aufzunehmen.

(10) Werden zusätzliche Seiten in die bereits vorhandene Statik eingeschoben, so sind diese Seiten mit der gleichen Seitennummer (Einschub-Beginn) und mit einer durch Schrägstrich getrennten fortlaufenden Nr. (z.B. Seiten 5/1, 5/2 etc.) zu versehen.

(11) Tabellenköpfe (Zeilen- und / oder Spaltenbezeichnungen) sind bei fortgesetzten Tabellen auf jeder Seite zu wiederholen.

## Anhang A

### Anforderungen an die Gliederung von Standsicherheitsnachweisen

Die Anforderungen an den Inhalt, die Form und insbesondere die Gliederung von Standsicherheitsnachweisen werden nachfolgend exemplarisch anhand eines Spannbeton-Plattenbalkens dargestellt, um die Systematik der Gliederung zu erläutern.

Die vorgeschlagene Bezeichnung der Lastfälle ist unverbindlich und kann in einzelnen Programmsystemen abweichen.

## Teil I

### Maßgebliche Ergebnisse und Dokumentation

#### 1 Allgemeines

##### 1.1 Gesamtinhaltsverzeichnis für Teil I

Das Gesamtinhaltsverzeichnis für Teil I muss den aktuellen Bearbeitungsstand widerspiegeln und ist deshalb bei jeder Fortschreibung des Standsicherheitsnachweises zu aktualisieren. Es kann durch fortgeschriebene Austauschseiten des Gesamtinhaltsverzeichnisses auf detaillierte Kapitel-Inhaltsverzeichnisse verwiesen werden.

##### 1.2 Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip

Das Kapitel gibt einen kurzen Überblick über das Bauwerk. Es enthält die Angaben zu den Abmessungen des Hauptsystems und des Querschnitts, so dass man auch ohne zugehörige Schalpläne in den Standsicherheitsnachweis einsteigen kann. Das Lagerschema sowie die Klassifizierung der Nachweisbedingungen (Anforderungsklasse) sind ebenfalls anzugeben. Weiterhin ist das Verfahren / die Bauweise zur Herstellung des Bauwerkes zu beschreiben.

##### 1.3 Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Programme

Die Programmkenndaten gemäß dem Anhang zur Ri-EDV-AP 2001 müssen eine eindeutige Programmbezeichnung, eine Kurzbeschreibung der verwendeten Rechenverfahren einschließlich der implementierten Vorschriften und Regeln enthalten. Ein Ansprechpartner für Rückfragen und ergänzende Unterlagen zum Programm ist anzugeben.

#### 1.4 Abweichungen von Regelwerken

Die Begründung für Abweichungen vom Regelwerk ist zu dokumentieren. Für verwendete, nicht allgemein übliche Formeln oder Berechnungsverfahren ist deren Quelle anzugeben und auf Anforderung beizufügen. Ist die Quelle ein fremdsprachiger Text, ist dieser in die deutsche Sprache zu übersetzen.

#### 1.5 Standardsachregister für alle Bauteile (Fundstellenverzeichnis)

(1) Das Standardsachregister gemäß Formblatt B 1.2.2 ist zum Abschluss der Technischen Bearbeitung nachträglich als Fundstellenverzeichnis zu erstellen. Es soll als standardisierter Wegweiser für das Auffinden von Berechnungsgrundlagen und Ergebnissen für alle Bauteile dienen.

(2) Das Standardsachregister soll einerseits einen Überblick ermöglichen, welche Angaben aus dem Standsicherheitsnachweis entnommen werden können und somit die Einarbeitung erleichtern und beschleunigen. Zum anderen kann das Standardsachregister eine Prüfliste für die Vollständigkeit der Unterlagen darstellen.

(3) Bei umfangreichen Berechnungen kann in Abstimmung mit dem Auftraggeber z.B. für Unterbauten und Überbauten je ein getrenntes Standardsachregister verwendet werden.

## 2 Spannbetonüberbau (Bauteil 1)

### 2.1 Berechnungsgrundlagen, wie Rechenmodell, Eingabedaten, Querschnittswerte etc.

2.1.1 Darstellung und Beschreibung des statischen Systems

2.1.2 Eingabedaten für Rechenverfahren

2.1.3 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe

2.1.4 Detaillierte Beschreibung des Montage- und / oder Herstellungsverfahrens

2.1.5 Sonstiges

(1) Erläuterung der Modellierung des Berechnungssystems anhand von Systemskizzen (einschließlich Lagerungen) für ein Stabwerk, Flächentragwerk, kombiniertes Stab-Flächentragwerk oder andere Berechnungsmodelle, einschließlich evtl. Besonderheiten, die für die weitere Berechnung wesentlich sind.

(2) Die Angaben zum Rechenmodell, z.B. Element-Nr., Gruppen-Nr. und Kopplungen sind vorzugsweise graphisch darzustellen. Die Definition von Art

und Orientierung der globalen und lokalen Koordinaten für Rechen- und / oder Nachweisstellen ist anzugeben.

(3) Ergänzend zur allgemeinen Programmbeschreibung gemäß Kapitel 1.3 der Dokumentation sind die aktuellen Eingabedaten übersichtlich zusammenzustellen.

(4) Das gewählte Spannverfahren sowie die Querschnittswerte und die Baustoffkennwerte vom Beton, Betonstahl und Spannstahl sind einschließlich deren Verlauf über das Bauwerk und / oder einzelne Bauteile anzugeben.

(5) Die Querschnitte sind unter Angabe der Querschnittswerte, wie die Fläche, das Flächenträgheitsmoment und die Lage des Schwerpunktes sowie der Anordnung der Spannglieder grafisch darzustellen. Hierbei ist bei Plattenbalken die mitwirkende Plattenbreite zu berücksichtigen. Als Querschnittswerte sind die Bruttoquerschnittswerte für Stahlbetontragwerke und ideale Querschnittswerte für Spannbeton- und Verbundtragwerke anzugeben.

## 2.2 Einwirkungen

2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen

2.2.1.1. Ständige Einwirkungen (Eigenlast, Erdlast / -druck)

2.2.1.2. Vorspannung

2.2.1.3. Veränderliche Einwirkungen

2.2.1.3.1. Vertikale Verkehrslasten

2.2.1.3.2. Temperatureinwirkungen

2.2.1.3.3. Wahrscheinliche und mögliche Baugrundbewegungen

2.2.1.3.4. Windeinwirkungen

2.2.1.3.5. Lasten aus Bremsen und Anfahren

2.2.1.3.6. Ggf. weitere Einwirkungen gemäß DIN EN 1991

2.2.1.3.7. Ggf. weitere Einwirkungen außerhalb der DIN EN 1991, z.B. Erdbeben gemäß DIN EN 1998

2.2.2 Berücksichtigte Lastkombinationen

(1) Alle erforderlichen charakteristischen Werte der Einwirkungen sind übersichtlich grafisch darzustellen. Elementweise dargestellte Ergebnislisten sind ausdrücklich ausgeschlossen.

(2) Zur Vorspannung gehören die entsprechenden Ausdrücke zur Geometrie der Spannstränge, z.B. Umlenkwinkel, Spannstahllänge, Angaben zum Spannverfahren, z.B. Vorspannkraft, Schlupf, Reibungsbeiwerte, Relaxation, Vorlage der Allgemei-

nen bauaufsichtlichen Zulassung sowie insbesondere die grafische Darstellung der Spanngliedlagen und des Spannkraftverlaufs.

(3) Bei den veränderlichen Verkehrseinwirkungen sind die Einwirkungen infolge Rad- bzw. Achslasten und für die Flächenlast getrennt zu betrachten.

(4) Weitere Einwirkungen gemäß DIN EN 1991 sind hinzuzufügen, sofern diese Einwirkungen nachweisrelevant sind, z.B. außergewöhnliche Einwirkungen, Ermüdungslastmodell.

(5) Es ist zweckmäßig, die einzelnen Lastfälle wie folgt zu bezeichnen:

LF 1	Konstruktionseigenlast
LF 2	Ausbauast
LF 3	Vorspannung gesamt
LF 4	Vorspannung – statisch bestimmter Anteil
LF 5	Vorspannung – statisch unbestimmter Anteil
LF 61, 62, 63 ff.	wahrscheinliche Baugrundbewegungen
LF 71, 72, 73 ff.	mögliche Baugrundbewegungen
LF 85	Temperatur (oben wärmer)
LF 86	Temperatur (unten wärmer)
LF 90, 91 ff.	Windeinwirkungen
LF 100 ff.	Verkehrseinwirkungen getrennt für Rad- bzw. Achslasten und Flächenlasten

## 2.3 Schnitt-, Auflager- und Weggrößen

2.3.1 Einzellastfälle (Aufstellung der einzelnen Grundlastfälle)

2.3.1.1. Ständige Einwirkungen (Eigenlast, Erdlast / druck)

2.3.1.2. Vorspannung, Kriechen, Schwinden und Relaxation

2.3.1.2.1. Vorspannung

2.3.1.2.2. Kriechen, Schwinden und Relaxation

2.3.1.3. Verkehrslasten

2.3.1.4. Temperatureinwirkungen

2.3.1.5. wahrscheinliche und mögliche Baugrundbewegungen

2.3.1.6. Windeinwirkungen

2.3.2 Lastkombinationen

2.3.3 Einflusslinien längs und quer bzw. Einflussflächen sowie Querverteilungslinien für verursachte Kraft- und Weggrößen in den Nachweisstellen

(1) Die Dokumentation der Schnittgrößen in den Nachweisstellen für die Bemessung in Längs- und Querrichtung soll in übersichtlichen Grafiken und Tabellen erfolgen.

(2) Beim Stabtragwerk sind die Schnittgrößen bezüglich der Mittelachse der Bauteile darzustellen. Bei Flächentragwerken sind die Schnittgrößen sowohl als Isolinien bzw. Isoflächen am gesamten Tragwerk als auch an Linienschnitten bzw. Ebenenschnitten darzustellen.

(3) Beim Lastfall Vorspannung sind der statisch bestimmte und der statisch unbestimmte Anteil der Vorspannung sowohl als separate Schnittgrößen als auch in Überlagerung darzustellen. Zusätzlich sind die Angaben zum Spannkraftverlust infolge Schwinden, Kriechen und Relaxation erforderlich.

(4) Für das gewählte Verkehrslastmodell sind die jeweiligen Überlagerungsschnittgrößen (Umhüllende) für die Flächenlast und die Rad- bzw. Achslasten ausreichend.

(5) Die Schnittgrößen infolge Baugrundbewegung sind ebenfalls nur für die Überlagerungsschnittgrößen (Umhüllende), jeweils getrennt für mögliche Baugrundbewegungen und wahrscheinliche Baugrundbewegungen, darzustellen.

## 2.4 Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit

2.4.1 Eingabeprotokoll für die EDV-Berechnung

2.4.2 Bemessung für Biegung mit oder ohne Längskraft

2.4.3 Bemessung für Querkraft mit oder ohne Torsion

2.4.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit für das Versagen ohne Vorankündigung

2.4.5 Ermittlung der Mindestbewehrung (Robustheitsbewehrung)

Die für die Ermittlung der Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) verwendeten Kombinationsbeiwerte sind anzugeben. Hierzu gehören auch die maßgebenden Schnittgrößen für diese Einwirkungskombinationen. Weitere Grenzzustände der Tragfähigkeit gemäß DIN EN 1990 sind ggf. zu ergänzen.

## 2.5 Nachweise der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

2.5.1 Nachweis der Dekompression

2.5.2 Begrenzung der Rissbreiten

2.5.3 Begrenzung der Spannungen für Biegung mit Längskraft

2.5.3.1. Begrenzung der Betondruckspannungen

2.5.3.2. Begrenzung der Spannstahlspannungen

2.5.3.3. Begrenzung der Betonstahlspannungen

2.5.3.4. Nachweis der Verformungen

(1) Die Dokumentation insbesondere der Spannungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) ist übersichtlich grafisch darzustellen, um einen schnellen Überblick über den Spannungsverlauf und die maßgebenden Stellen zu gewinnen. Eine elementweise Darstellung der Spannungen in tabellarischer Form ist nicht sinnvoll, weil diese Darstellung nicht übersichtlich und nur schwer prüfbar ist.

(2) Als Speicherlastfälle für den GZG sollten die Lastfallnummern 900 und folgende verwendet werden.

## 2.6 Ergänzende Nachweise

Als ergänzende Nachweise im Lokalsystem sind beispielsweise zu dokumentieren:

- Krafteinleitung der indirekten Auflagerkräfte,
- Teilflächenpressung,
- Spaltzug- und Randzugbewehrung (Lager, Vorspannung) und
- Einleitung der Vorspannkraft in die Platte bzw. Gurte.

## 2.7 Darstellung der gewählten Bewehrungen als Skizze

Die vom Aufsteller gewählte Spannstahl- und Betonstahlbewehrung ist unter Berücksichtigung der Mindestbewehrung in übersichtlichen Bewehrungsskizzen darzustellen.

## 2.8 Berechnung der Durchbiegungen und Lehrgerüstüberhöhung

Für den Zeitpunkt  $t = \infty$  ist die Durchbiegung infolge der quasi-ständigen Einwirkungen zu ermitteln und die Überhöhung (positiv / negativ) für das Lehrgerüst anzugeben.

## 2.9 Ausführungsanweisungen (z.B. Spannanweisungen)

(1) Angabe der vollständigen Reihenfolge und des Zeitpunktes des Vorspannens von der Teilvorspannung des ersten Spannstranges bis zur Vollvorspannung des letzten Spannstranges. Eine frühzeitige Teilvorspannung (Schwindvorspannung) und das Absenken des Traggerüstes sind besonders kenntlich zu machen.

(2) Nachweise für die Bauzustände vor und nach dem Absenken des Traggerüstes sind unter Berücksichtigung der Traggerüstelastizität zu erbringen.

## 2.10 Nachweise für besondere Bauzustände

## 2.11 Besondere graphische Darstellungen

Folgende grafische Darstellungen sind aufzubereiten:

- 2.11.1 Verlauf der Schnittgrößen aus den quasi-ständigen Einwirkungen für den Zeitpunkt  $t = \infty$
- 2.11.2 Umhüllende für Schnittgrößen der Einwirkungen aus vertikalen Lasten
- 2.11.3 Einflussflächen bzw. -linien für die Schnittgrößen im ungünstigsten Schnitt eines End- und eines Mittelfeldes sowie ggf. an einer Mittelstütze
- 2.11.4 Schnittgrößenverlauf für Stützensenkungen einer Endlager- und einer Zwischenlagerlinie um  $\Delta s = 1 \text{ cm}$

## 3 Lager (Bauteil 2) und Weitere

(1) In Abhängigkeit vom Ingenieurbauwerk ist eine sinngemäße Gliederung für weitere Bauteile erforderlich, z.B.:

- Widerlager (Bauteil 3),
- Mittelstützen (Bauteil 4),
- Baubehelfe (Bauteil 5)  
(nur temporär, keine Bestandsunterlagen).

(2) Die Gliederung für diese Bauteile ist analog zum vorgenannten Bauteil 1 zu untergliedern. Bei den Unterbauten sind hierbei die Standsicherheitsnachweise (Bodenpressungen, Gleiten etc.) sinngemäß zu ergänzen.

## Teil II

### Sonstige Ergebnisse des Standsicherheitsnachweises

Die zur ordnungsgemäßen Aufstellung des Standsicherheitsnachweises erforderlichen Berechnungen, Zwischenergebnisse usw. müssen nicht archiviert werden. Sie dienen jedoch dem Aufsteller und dem Prüfeningenieur z.B. bei Vergleichsrechnungen zur Klärung der Ursachen von eventuell abweichenden Ergebnissen.

## 1 Allgemeines

### 1.1 Gesamtinhaltsverzeichnis für Teil II

## 2 Sonstige Ergebnisse zum Standsicherheitsnachweis für einzelne Bauteile

(1) In Abhängigkeit vom Ingenieurbauwerk ist eine Gliederung analog Teil I für die Bauteile erforderlich, z.B.:

- Überbau (Bauteil 1)
- Lager (Bauteil 2),
- Widerlager (Bauteil 3)
- Mittelstützen (Bauteil 4),
- Baubehelfe (Bauteil 5)  
(nur temporär, keine Bestandsunterlagen).

(2) Als sonstige Ergebnisse sind vorwiegend die EDV-Berechnungen der Zustandsgrößen für einzelne Lastfälle und Lastkombinationen prüffähig zusammenzustellen.

## Formblatt B 1.2.1

### Schriftfelder einer Seite eines Standsicherheitsnachweises

Baumaßnahme	Bauwerksnummer (ASB)										
Straßenbauverwaltung	<table border="1" style="width: 100%; height: 25px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>										
Aufsteller	Datum										
<b>Bauteil:</b> (z.B. Spannbetonüberbau)	<b>Seite:</b>										
<b>Kapitel / Vorgang:</b> (z.B. 2.1 Berechnungsgrundlagen 2.1.3 Querschnittswerte)	<b>Archiv-Nr.</b>										



**Formblatt B 1.2.2**

<b>Standardsachregister für alle Bauteile</b>										
<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>								
<b>Straßenbauverwaltung</b>		<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>								
<b>Aufsteller</b>		<b>Datum</b>								
		<b>Seite:</b>								
<b>1.</b>	<b>Allgemeines</b>									
1.1	Inhaltsverzeichnis des Standsicherheitsnachweises									
1.2	Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip sowie Darstellung evtl. Gliederungen des Bauwerkes									
1.3	Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise, Allgemeine Programmbeschreibungen									
1.4	Abweichungen von Regelwerken									
<b>2.</b>	<b>Berechnungsgrundlagen</b>									
2.1	Darstellung und Beschreibungen des statischen Systems mit Systemskizzen (einschließlich Lagerungen). Definition von Art und Orientierung der globalen und lokalen Koordinaten für Rechen- und / oder Nachweisstellen (Schnittflächen), Kraftgrößen (Last- und Schnittgrößen, Spannungen), Weggrößen bzw. Verformungen, Verzerren sowie Positionierung einzelner Elemente des Systems									
2.2	Rechenverfahren									
2.2.1	EDV-Berechnungen									
2.2.1.1	Allgemeine Programmbeschreibungen									
2.2.1.2	Programmanwendungsbeschreibungen									
2.2.2	Manuelle Berechnungen									
2.2.3	Modellversuche, Probelastungen									
2.3	Detaillierte Beschreibung des Montage- und / oder Herstellungsverfahrens									
2.4	Sonstiges									
<b>3.</b>	<b>Tabellarische und / oder grafische Darstellungen von geometrischen Größen und Zustandsgrößen (Einwirkungen, Einprägungen) für Teilsysteme und / oder das Gesamtsystem sowie Zuordnung von Kenngrößen für die Baustoffe</b>									
3.1	<b>Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe</b> (z.B. Materialgüten bzw. Festigkeitsklassen, Materialeigenschaften, Bodenkennwerte usw. einschließlich deren Verlauf über das Bauwerk und / oder einzelne Bauteile)									

<b>Bauteil:</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>Seite:</b>
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	<b>Standardsachregister</b>	<b>Archiv-Nr.</b>

**ZTV-ING - Teil 1 Allgemeines - Abschnitt 2 Technische Bearbeitung - Anhang B**

<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>							
Straßenbauverwaltung									
<b>Aufsteller</b>		<b>Datum</b>							
		<b>Seite:</b>							
3.1.1	Querschnittsskizzen für Nachweisstellen mit Kenngrößen für Baustoffe sowie geometrische Größen einschließlich Erläuterungen zu Vereinfachungen								
3.1.2	Verlauf von Kenngrößen für Baustoffe und der geometrischen Größen über Bauwerks- bzw. Bauteillänge								
3.2	Charakteristische Werte der Einwirkungen (z.B. Lastbänder, Lastflächen, Spannkraftverlauf)								
3.2.1	Ständige Einwirkungen (z.B. Eigenlast, Erdlast, -druck)								
3.2.2	Vorspannungen								
3.2.3	Einwirkungen aus vertikalen Verkehrslasten								
3.2.4	Kriechen und Schwinden des Betons								
3.2.5	Wahrscheinliche und mögliche Baugrundbewegungen								
3.2.6	Temperatureinwirkungen								
3.2.7	Windeinwirkungen								
3.2.8	Horizontallasten								
3.2.8.1	Lasten aus Bremsen und Anfahren								
3.2.8.2	Zentrifugallasten								
3.2.9	Verschiebungswiderstände von Lagern und Fahrbahnübergängen								
3.2.10	Trägheitswirkungen bei beweglichen Brücken								
3.2.11	Einwirkungen auf Geländer bzw. Lärmschutzwände								
3.2.12	Einwirkungen aus Besichtigungswagen								
3.2.13	Weitere Einwirkungen								
3.2.13.1	Anheben zum Auswechseln von Lagern								
3.2.13.2	Fahrbahnbeläge								
3.2.13.3	Versorgungsleitungen und andere ruhende Belastungen								
3.2.13.4	Schneelasten								
3.2.14	Außergewöhnliche Einwirkungen								
3.2.14.1	Bauzustände								
3.2.14.2	Anpralllasten aus Fahrzeugen unter der Brücke								
3.2.14.3	Anpralllasten aus Fahrzeugen auf der Brücke								
3.2.15	Sonderfahrzeuge (z.B. Schwertransporte, Schienenfahrzeuge)								
3.2.16	Lastmodelle für Ermüdungsberechnungen								
3.3	Berücksichtigte Lastkombinationen								
3.4	Sonstiges								
<b>Bauteil: Allgemeines</b>		<b>Seite:</b>							
<b>Kapitel / Vorgang: Standardsachregister</b>		<b>Archiv-Nr.</b>							

<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>							
Straßenbauverwaltung									
<b>Aufsteller</b>		<b>Datum</b>							
		<b>Seite:</b>							
<b>4.</b>	<b>Darstellung der Einflussflächen bzw. –linien, der Querverteilungslinien sowie der Zustandsflächen bzw. –linien der verursachten Kraft- und Weggrößen in den Nachweisstellen für die Bemessung in Längs- und Querrichtung</b>								
4.1	Einflusslinien längs und quer bzw. Einflussflächen sowie Querverteilungslinien für verursachte Kraft- und Weggrößen								
4.2	Zustandsflächen bzw. –linien und deren Umhüllende von Kraftgrößen (Lastgrößen, Schnittgrößen) und verursachter Weggrößen (Verschiebungsgrößen, Verzerrungen) einschließlich zeitlichem Verlauf für die Gebrauchszustände, angesetzte Überhöhung einschließlich (vorgegebener) eingepprägter Weggrößen								
4.2.1	Einzellastfälle (Aufstellung der einzelnen Grundlastfälle)								
4.2.2	Lastkombinationen								
4.2.3	Angesetzte Überhöhung								
4.3	Sonstiges								
<b>5.</b>	<b>Darstellung (tabellarisch und / oder zeichnerisch) der Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeits- sowie Standsicherheitsnachweise für die einzelnen Grenzzustände in den Nachweisstellen für die der Bemessung zugrundeliegenden Lastkombinationen (Einzelwerte und deren Umhüllende)</b>								
5.1	Nachweise in Grenzzuständen der Tragfähigkeit								
5.1.1	Normalspannungsnachweise								
5.1.2	Schubspannungsnachweise mit oder ohne Torsion								
5.1.3	Mindestbewehrung (Robustheitsbewehrung)								
5.1.4	Durchstanznachweise, Nachweis der Spaltzugbewehrung								
5.1.5	Traglast- und Stabilitätssicherheitsnachweise								
5.1.6	Ermüdungsnachweise								
5.1.7	Sonstige Spannungsnachweise (z.B. Verbundhaftspannung)								
5.2	Nachweise in Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit								
5.2.1	Begrenzung der Rissbreiten und Nachweis der Dekompression								
5.2.2	Begrenzung der Spannungen								
<b>Bauteil:</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>Seite:</b>							
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	<b>Standardsachregister</b>	<b>Archiv-Nr.</b>							

**ZTV-ING - Teil 1 Allgemeines - Abschnitt 2 Technische Bearbeitung - Anhang B**

Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)
Straßenbauverwaltung		
Aufsteller		Datum
		<b>Seite:</b>
5.2.3	Begrenzung der Verformungen, verursachte Weggrößen der einzelnen Bauteile und / oder des Gesamtsystems (z.B. Vergleich der auftretenden mit den angenommenen bzw. zulässigen Weggrößen, Lehrgerüstverformungen)	
5.2.4	Begrenzung der Schwingungen und dynamische Einflüsse	
5.3	Lagerung und Lager	
5.4	Weitere Nachweise bei Stahlbrücken z.B. Verbindungsmittel, Schweißnähte und Anschlüsse	
5.5	Weitere Nachweise bei Verbundbrücken z.B. Verbundsicherung	
5.6	Baugrund-Sicherheitsnachweise	
5.6.1	Flach- und Flächengründungen	
5.6.2	Pfahlgründungen	
5.6.3	Verankerungen	
5.6.4	Stützbauwerke	
5.6.5	Hydraulisch verursachtes Versagen	
5.6.6	Gesamtstandsicherheit	
5.6.7	Lagesicherheitsnachweis an der Schnittstelle zwischen Baugrund und Bauwerk (Gründungssohle)	
5.7	Sonstige Nachweise	
<b>6.</b>	<b>Ausführungsanweisungen (Betonier-, Spannweisung, Protokolle, besondere Maßnahmen z.B. zur Verminderung der Rissbildung, Lehrgerüstmontageanweisung, Soll-Ist-Vergleich usw.) und Messprogramme</b>	
<b>7.</b>	<b>Schematische Darstellung der Mengenverteilungen bzw. Materialverteilungen für alle Bauteile als Übersicht über das gesamte Bauteil nach Art, Lage, Festigkeitsklasse bzw. Stahlgüte usw.</b>	
7.1	Gegenüberstellung der vorhandenen Bewehrung aus Betonstahl mit der <ul style="list-style-type: none"> <li>- statisch erforderlichen Bewehrung</li> <li>- Mindestbewehrung</li> <li>- zur Rissbreitenbeschränkung erforderlichen Bewehrung</li> </ul>	

<b>Bauteil:</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>Seite:</b>
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	<b>Standardsachregister</b>	<b>Archiv-Nr.</b>

**ZTV-ING - Teil 1 Allgemeines - Abschnitt 2 Technische Bearbeitung - Anhang B**

<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>					
<b>Straßenbauverwaltung</b>							
<b>Aufsteller</b>		<b>Datum</b>					
		<b>Seite:</b>					
7.2	Darstellung der vorhandenen Bewehrung aus Spannstahl mit Angabe des Spannverfahrens, der Strang- und Gliederanzahl, des Spanngliedtyps, der Querschnittsfläche, Anfang und Ende der einzelnen Stränge, Lage und Anzahl der gekoppelten Glieder, Art der jeweiligen Verankerung, Kenngrößen des Spannstahls						
7.3	Materialverteilungsplan für Stahl- und / oder Stahlverbundkonstruktion						
7.4	Mengenverteilungsplan mit Angabe der Baustoffkenngrößen sowie bezogener Baustoffmengen [Beton (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ); Bau-, Beton- bzw. Spannstahl (kg/m <sup>2</sup> ), (kg/lfdm), (kg/m <sup>3</sup> )] sowohl für Über- als auch für Unterbauten und Stützbauwerke bzw. für alle maßgeblichen Bauteile						
7.5	Sonstiges						
<b>8.</b>	<b>Zusammenstellung von Ausführungsunterlagen in Form von grafischen Darstellungen (z.B. für das Bauwerksbuch):</b>						
8.1	Für den Zeitpunkt $t = \infty$ Verlauf der Schnittgrößen aus quasi-ständigen Einwirkungen						
8.2	Umhüllende für Schnittgrößen der Einwirkungen aus vertikalen Verkehrslasten						
8.3	Einflussflächen bzw. -linien für die Schnittgrößen im ungünstigsten Schnitt eines End- und eines Mittelfeldes sowie an einer Mittelstütze						
8.4	Schnittgrößenverlauf für Stützensenkungen einer Endlager- und einer Zwischenlagerlinie um $\Delta s = 1$ cm						
8.5	Sonstiges						

<b>Bauteil:</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>Seite:</b>
<b>Kapitel / Vorgang:</b>	<b>Standardsachregister</b>	<b>Archiv-Nr.</b>

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 1 Allgemeines**

### **Abschnitt 3 Prüfungen während der Ausführung**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Bestimmung der äußeren Bedingungen .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Bestimmung der Abreißfestigkeit.....</b>	<b>3</b>
3.1 Geräte und Hilfsmittel .....	3
3.2 Durchführung.....	3
3.3 Auswertung .....	3
<b>4 Bestimmung der Rautiefe .....</b>	<b>4</b>
4.1 Anwendung .....	4
4.2 Beschreibung des Verfahrens.....	4
4.3 Geräte und Hilfsmittel .....	4
4.4 Durchführung.....	4
4.5 Auswertung .....	4
<b>Anhang A Taupunkttafel.....</b>	<b>5</b>
<b>Anhang B Formblatt B 1.3.1</b>	
Äußere Bedingungen .....	6
Formblatt B 1.3.2	
Abreißfestigkeit .....	7
Formblatt B 1.3.3	
Rautiefe .....	8

## 1 Allgemeines

Im Rahmen der Überwachung der Ausführung und der Prüfung der fertigen Leistung sind Prüfungen durchzuführen, für deren Durchführung und deren dabei einzuhaltende Prüfbedingungen einheitliche Anweisungen festgelegt sind. Die Prüfungen können sowohl im Rahmen der Eigenüberwachung des Auftragnehmers als auch bei Kontrollprüfungen des Auftraggebers erforderlich werden. Zur Vereinfachung der Handhabung und zur leichteren Auffindbarkeit werden in diesem Abschnitt die Prüfungen aufgeführt, die in mehreren Abschnitten gefordert werden. Die Anwendungen werden in den jeweiligen Abschnitten festgelegt

## 2 Bestimmung der äußeren Bedingungen

(1) Für das Feststellen der äußeren Bedingungen sind vom Auftragnehmer folgende oder gleichwertige Messgeräte vorzuhalten:

- Digitalthermometer,
- Digitalhygrometer.

(2) Vor Beginn sowie während der Ausführung der Arbeiten mit Reaktionsharzen sind die Temperaturen

- der Luft,
- der Unterlage,
- der Stoffe

sowie die Luftfeuchte festzustellen.

(3) Die Taupunkttemperatur der Luft ist gemäß der Tabelle A 1.3.1 zu bestimmen.

(4) Die Messwerte sind gemäß Formblatt B 1.3.1 zu protokollieren.

(5) Die Messungen sind häufiger zu wiederholen, wenn die Temperaturen in die Nähe der Grenzwerte gelangen.

## 3 Bestimmung der Abreißfestigkeit

### 3.1 Geräte und Hilfsmittel

Die folgenden Geräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- Transportables Zugprüfgerät mindestens der Klasse 2 nach DIN 51220, das es gestattet, die Zugspannung mit konstanter Kraftanstiegsgeschwindigkeit stoßfrei und senkrecht zur Prüffläche auf den Prüfstand zu übertragen. Das Gerät muss zusammen mit dem Zugkolben kalibriert sein. Die zugehörige Betriebsanleitung und das Kalibrierdiagramm müssen auf der Baustelle vorliegen.

- Prüfstempel mit einem Durchmesser von 50 mm. Die Dicke der Prüfplatte muss überall größer als 25 mm sein.
- Thermometer zum Messen der Temperatur des Prüfgutes.

### 3.2 Durchführung

(1) Die Prüfung ist gemäß DIN EN 1542 durchzuführen.

(2) An einem Bauteil müssen derselbe Prüfer und dasselbe Zugprüfgerät eingesetzt werden. Ausnahmen bedürfen einer besonderen Regelung.

(3) Bei der Bestimmung der Abreißfestigkeit von Betonunterlagen und harten Schichten sind die Prüfflächen mit dem Kernbohrgerät etwa 10 mm tief senkrecht zur Oberfläche nass in die Betonunterlage vorzubohren. Es ist darauf zu achten, dass keine Bewehrung beschädigt wird. Ggf. muss die Lage der Bewehrung vorher festgestellt werden, und zwar zerstörungsfrei. Die Gesamtbohrtiefe darf nicht größer als 50 mm sein. Der Durchmesser der gebohrten Prüffläche muss 50 mm betragen.

(4) Die Kraftanstiegsgeschwindigkeit beträgt bei Prüfungen von

- Betonunterlagen und harten Schichten 100 N/s,
- elastischen und thermoplastischen Schichten 300 N/s.

(5) Die Temperatur der zu prüfenden Schicht muss mindestens 5°C betragen.

### 3.3 Auswertung

(1) Über jede Abreißprüfung ist ein Protokoll gemäß Formblatt B 1.3.2 anzufertigen.

(2) Die Abreißfestigkeit ist auf 0,1 N/mm<sup>2</sup> anzugeben.

(3) Der Bruchverlauf ist anzugeben. Bei wechselndem Bruchverlauf sind die jeweiligen Flächenanteile auf 10 % genau abzuschätzen.

(4) Abrisse, die zu mehr als 25 % in der Klebefuge erfolgen, bleiben bei der Auswertung unberücksichtigt, wenn das Ergebnis kleiner als die geforderte Abreißfestigkeit ist.



## 4 Bestimmung der Rautiefe

### 4.1 Anwendung

- (1) Die Rautiefe ist nach dem Sandflächenverfahren zu bestimmen [1].
- (2) Das Verfahren dient der Bestimmung der Rautiefe auf der Oberseite von horizontalen Betonunterlagen, Betonersatzsystemen und ggf. alten Oberflächenschutzsystemen.
- (3) Die Prüfung ist nach der Oberflächenvorbereitung und nach erfolgtem Nachweis der Abreißfestigkeit durchzuführen.

### 4.2 Beschreibung des Verfahrens

- (1) Eine definierte Sandmenge wird auf der zu prüfenden Oberfläche kreisförmig so verteilt, dass die Vertiefungen gerade gefüllt sind.
- (2) Die Rautiefe ist definiert als die Höhe des gedachten zylindrischen Körpers mit dem Kreisdurchmesser und dem Sandvolumen.

### 4.3 Geräte und Hilfsmittel

Die folgenden Geräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- Gefäß mit bekanntem Hohlraumgehalt zwischen 25 cm<sup>3</sup> und 50 cm<sup>3</sup> (Schnapsglas: 2 cl = 20 cm<sup>3</sup>),
- Trockener Quarzsand, Körnung 0,1 – 0,5 mm,
- Runde Hartholzscheibe (Durchmesser 5 cm, Dicke 1 cm) mit einem als Griff dienenden Zapfen in der Mitte der Oberseite,
- Zollstock/Meterstab.

### 4.4 Durchführung

- (1) Bei der Durchführung ist folgendermaßen vorzugehen:
  - Das Gefäß wird mit Quarzsand gefüllt, und der Inhalt wird auf die trockene und saubere Oberfläche geschüttet.
  - Der Sand wird mit der Scheibe durch spiralförmig sich erweiternde Kreisbewegungen in die Vertiefungen der Oberfläche ohne Druck eingerieben.
  - Der Durchmesser des Kreises wird gemessen.
- (2) Bei der Auswahl der Stellen für die Einzelprüfungen sind örtliche Unstetigkeiten nicht zu berücksichtigen.

## 4.5 Auswertung

- (1) Die Messwerte und die einer Prüfung zugeordneten Flächen sind nach Größe und Lage gemäß Formblatt B 1.3.3 zu protokollieren.
- (2) Die Rautiefe  $R_t$  [mm] ergibt sich mit dem Sandvolumen  $V$  [cm<sup>3</sup>] und dem Durchmesser  $d$  [cm] des etwa kreisförmig verteilten Sandes zu:
 
$$R_t = 40 \cdot V / (\pi \cdot d^2)$$
- (3) Bei einer maximalen Rautiefe von 1,0 mm, 1,5 mm bzw. 2,0 mm darf der Durchmesser in Abhängigkeit vom Volumen die in der Tabelle 1.3.1 angegebenen Werte der Mindestdurchmesser nicht unterschreiten.

**Tabelle 1.3.1:** Mindestdurchmesser  $d_{min}$  in Abhängigkeit vom Volumen

		V [cm <sup>3</sup> ]					
		25	30	35	40	45	50
$R_t = 1,0$ mm	$d_{min}$ [cm]	18	20	21	23	24	25
$R_t = 1,5$ mm	$d_{min}$ [cm]	15	16	17	18	20	21
$R_t = 2,0$ mm	$d_{min}$ [cm]	13	14	15	16	17	18

- (4) Bei einer Mindest-Rautiefe von 1,5 mm bzw. 3,0 mm darf der Durchmesser in Abhängigkeit vom Volumen die in der Tabelle 1.3.2 angegebenen Maximaldurchmesser nicht überschreiten.

**Tabelle 1.3.2:** Maximaldurchmesser  $d_{max}$  in Abhängigkeit vom Volumen

		V [cm <sup>3</sup> ]					
		25	30	35	40	45	50
$R_t = 1,5$ mm	$d_{max}$ [cm]	15	16	17	18	20	21
$R_t = 3,0$ mm	$d_{max}$ [cm]	10	11	12	13	14	15

[1] Kaufmann, N: Das Sandflächenverfahren. Straßenbautechnik 24 (1971), Nr. 3, S. 131-135

## Anhang A

### Taupunkttable

Tabelle A 1.3.1: Taupunkttable

Lufttemperatur [°C]	Taupunkttemperaturen in [°C] bei einer relativen Luftfeuchte von										
	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
2	-7,8	-6,6	-5,4	-4,4	-3,2	-2,5	-1,8	-1,0	-0,3	0,5	1,2
4	-6,1	-4,9	-3,7	-2,6	-1,8	-0,9	-0,1	0,8	1,6	2,4	3,2
6	-4,5	-3,1	-2,1	-1,1	-0,1	0,9	1,9	2,7	3,6	4,5	5,4
8	-2,7	-1,6	-0,4	0,7	1,8	2,8	3,8	4,8	5,7	6,5	7,3
10	-1,3	0,0	1,3	2,5	3,7	4,8	5,8	6,8	7,7	8,5	9,3
11	-0,4	1,0	2,3	3,6	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
12	0,4	1,8	3,2	4,5	5,6	6,7	7,8	8,7	9,6	10,5	11,3
13	1,3	2,8	4,2	5,4	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
14	2,2	3,8	5,1	6,4	7,6	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,4
15	3,1	4,7	6,1	7,4	8,5	9,6	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4
16	4,1	5,6	7,0	8,3	9,5	10,6	11,7	12,7	13,6	14,6	15,5
17	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,6	14,5	15,4	16,2
18	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,4	13,5	14,6	15,4	16,3	17,3
19	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,4	18,2
20	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,5	16,5	17,4	18,4	19,2
21	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,4	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
22	9,5	11,2	12,5	13,9	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
23	10,4	12,0	13,5	14,9	16,0	17,3	18,4	19,4	20,4	21,3	22,2
24	11,3	12,9	14,4	15,7	17,1	18,2	19,2	20,3	21,4	22,3	23,2
25	12,2	13,8	15,4	16,7	18,0	19,1	20,2	21,4	22,3	23,3	24,2
26	13,2	14,8	16,3	17,7	18,9	20,1	21,3	22,3	23,3	24,3	25,2
27	14,1	15,7	17,2	18,6	19,8	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
28	15,0	16,6	18,1	19,4	20,9	22,1	23,2	24,3	25,3	26,2	27,2
29	15,9	17,6	19,0	20,5	21,8	23,0	24,2	25,2	26,2	27,3	28,2
30	16,8	18,4	20,0	21,4	23,7	23,9	25,1	26,1	27,2	28,2	29,1
32	18,6	20,3	21,9	23,3	24,7	25,8	27,1	28,2	29,2	30,2	31,2
34	20,4	22,2	23,8	25,2	26,5	27,9	28,9	30,1	31,2	32,1	33,1
36	22,2	24,1	25,5	27,0	28,4	29,7	30,9	32,0	33,1	34,2	35,1
38	24,0	25,7	27,4	28,9	30,3	31,6	32,8	34,0	35,0	36,1	37,0
40	25,8	27,7	29,2	30,8	32,2	33,5	34,7	35,9	37,0	38,1	39,1

Die Taupunkttable gibt an, bei welchen Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit von der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte Kondensat auftritt. So wird z.B. bei einer Lufttemperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte von 70 % auf nichtsaugenden Oberflächen mit Oberflächentemperaturen unter 14,4 °C Kondensat auftreten.

### Formblatt B 1.3.1

Äußere Bedingungen			Seite																					
Baumaßnahme			Bauwerksnummer (ASB)																					
1 Bauabschnitt			<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																					
Auftraggeber			Bauwerksname																					
Auftragnehmer			oben																					
			unten																					
Datum/ Uhrzeit	Bauteil	1 Lufttemperatur 2 Taupunkttemperatur 3 Objekttemperatur 4 relative Luftfeuchte	Unterschrift des Auftragnehmers																					
		1 °C																						
		2 °C																						
		3 °C																						
		4 %																						
		1 °C																						
		2 °C																						
		3 °C																						
		4 %																						
		1 °C																						
		2 °C																						
		3 °C																						
		4 %																						
		1 °C																						
		2 °C																						
		3 °C																						
		4 %																						
<b>Bemerkungen</b>																								

**Formblatt B 1.3.2**

<b>Abreißfestigkeit</b>					<b>Seite</b>																
<b>Produkt / Systembezeichnung</b>					<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>																
					<table border="1" style="width:100%; height: 20px;"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																
<b>Baumaßnahme</b>					<b>Bauwerksname</b>																
<b>Bauabschnitt</b>					<b>oben</b>																
					<b>unten</b>																
<b>Herstellungsdatum der Schichten</b>					<b>Prüfungsdatum</b>																
<b>Zugeordnete Prüffläche</b>			<b>Angaben zum Prüfgerät</b>				<b>Geprüft wird</b> Betonunterlage vorbereitet <input type="checkbox"/> unvorbereitet <input type="checkbox"/> Betonersatzsystem <input type="checkbox"/> Grundierung/Versiegelung/ Kratzspachtelung <input type="checkbox"/> Oberflächenschutzsystem <input type="checkbox"/> Dichtungsschicht <input type="checkbox"/> Dünnbelag <input type="checkbox"/> Haftschicht <input type="checkbox"/> Schweißbahn <input type="checkbox"/> Dichtungssystem <input type="checkbox"/> Korrosionsschutzsystem <input type="checkbox"/>														
			Geräte Typ-Nr.		Messbereich												Prüfstempeldurchmesser mm				
				Prüfstempelfläche mm <sup>2</sup>																	
			<b>Angaben zur Prüfung</b>																		
			Bohrtiefe mm		Klebstoff																
			Krafteinstiegsgeschwindigkeit [N/s]																		
			... <input type="checkbox"/>		20 <input type="checkbox"/>		100 <input type="checkbox"/>														
			50 <input type="checkbox"/>		300 <input type="checkbox"/>																
Nr.	Temp. d. Schichten [°C]	Abrei-kraft [N]	Abreißfestigkeit		Versagensart [% der Bruchfläche]																
			Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Kohäsionsversagen					Adhäsionsversagen											
					A	B	C	D	Y	Z	A/B	B/C	C/D	D/Y	Y/Z						
<b>Unterschriften</b>											<b>Bezeichnung der Schichten</b>										
.....			.....				.....									A = B = C = D = Y = Kleber Z = Stempel					
Prüfer/ Firma			Auftragnehmer				Auftraggeber														

### Formblatt B 1.3.3

<input type="checkbox"/> Kontrollprüfung <input type="checkbox"/> Eigenüberwachung	<b>Rautiefe</b>			Seite										
Baumaßnahme				Bauwerksnummer (ASB)										
Bauabschnitt				<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>										
Auftraggeber				Bauwerksname										
Auftragnehmer				oben										
				unten										
Datum	Bauteil/ zugeordnete Prüffläche	Einzelwerte der Rautiefe R <sub>i</sub> [mm]	Mittlere Rautiefe R <sub>m</sub> [mm]	Unterschrift des Auftragnehmers										
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
		1												
		2												
		3												
Bemerkungen														

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 1 Allgemeines**

### **Abschnitt 4 Gradiente und Ebenflächigkeit des Überbaus**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Gradiente und Ebenflächigkeit .....</b>	<b>3</b>
2.1 Allgemeines.....	3
2.2 Bedingungen für die Sollgradiente .....	3
2.3 Ermittlung der Rohbau-Isthöhen .....	3
2.4 Bedingungen für die Ausgleichsgradiente	3
2.5 Ebenflächigkeit.....	4
2.6 Herstellen der Ausgleichsgradiente und der Ebenflächigkeit.....	4
2.7 Mangel .....	4
<b>3 Fahrdynamische Unbedenklichkeit .....</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeines.....	5
3.2 Nachweis .....	5

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

- (1) Für die Erstellung der technischen Unterlagen gilt Abschnitt 2.
- (2) Für die Bauausführung der Ausgleichs- bzw. Ersatzgradienten gelten Teil 3 bzw. Teil 4 und Teil 6 Abschnitte 1 bis 7.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Sollgradiente

Planmäßig vorgegebene Gradienten der fertigen Fahrbahn für den Neubau oder im Bestand; hierbei sind im Bestand zusätzlich die bereits eingetretenen Setzungen zu berücksichtigen

### (2) Rohbau-Sollgradiente

Sollgradienten abzüglich der Solldicken von Dichtungs-, Schutz- und Deckschicht

### (3) Rohbau-Istgradiente

Vorhandene Gradienten des Überbaus vor Aufbringung (Neubau) oder nach Rückbau (Erhaltung) von ständigen Einwirkungen nichttragender Bauteile (z.B. Belag, Kappen) und im Bestand nach Vorbereitung oder ggf. Instandsetzung der Rohbau-Fahrbahnoberfläche

### (4) Ausgleichsgradiente

Unter Berücksichtigung der Rohbau-Istgradienten bestmögliche Angleichung an die Sollgradienten innerhalb des Abweichungsbereichs nach Nr. 2.4 Absatz (1)

### (5) Ersatzgradienten

Unter Berücksichtigung der Rohbau-Istgradienten bestmögliche Angleichung an die Eigenschaften (maximale Glattheit) der Sollgradienten, falls diese nur außerhalb des Abweichungsbereichs nach Nr. 2.4 Absatz (1) möglich ist.

# 2 Gradienten und Ebenflächigkeit

## 2.1 Allgemeines

Sowohl beim Neubau als auch bei einer Belagserneuerung im Bestand ist vor dem Aufbringen der Abdichtung und dem Einbau der Fahrbahnübergänge die Ausgleichsgradienten gemäß den nachfolgenden Bedingungen festzulegen.

## 2.2 Bedingungen für die Sollgradienten

- (1) Die Sollgradienten müssen unter ständigen Einwirkungen zum Zeitpunkt  $t = \infty$  unter Berücksichtigung

der noch zu erwartenden Setzungen bei einer Bauwerkstemperatur von 10 °C und bei einer gleichmäßigen Temperaturverteilung im Überbau ermittelt werden.

(2) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob bei der Ermittlung der Sollgradienten aufgrund der Randbedingungen z.B. bei großen Stützweiten, großer Schlankheit oder hohem Schwerverkehrsanteil Verformungen aus Verkehrseinwirkungen zu berücksichtigen sind.

## 2.3 Ermittlung der Rohbau-Isthöhen

(1) Die Rohbau-Isthöhen sind beim Neubau vor der Herstellung der Dichtungsschicht bzw. bei Bestandsbrücken nach Belagsentfernung sowie ggf. erforderlicher Instandsetzung und Vorbereitung der Rohbau-Fahrbahnoberfläche vom Auftragnehmer durch ein Netznivellement mit einem Punktraster von max. 2,5 m x 2,5 m unter Einbeziehung der Gradienten, der Neigungswechsellinien und der Auflagerachsen aufzunehmen. Hierzu werden gemeinsam mit dem Auftraggeber vor Beginn der Vermessungsarbeiten die notwendigen Rastermaße festgelegt. Die Rasterpunkte sind vom Auftragnehmer wetterfest auf der Rohbau-Fahrbahnoberfläche zu kennzeichnen.

(2) Durch den Auftragnehmer sind beim Höhenmaß die Bauwerkstemperaturen zu erfassen und beim Gradientenausgleich zu berücksichtigen, wenn die Temperatur einen maßgeblichen Einfluss auf die Verformung des Überbaus hat.

## 2.4 Bedingungen für die Ausgleichsgradienten

(1) Bleibt die Abweichung der Rohbau-Istgradienten von der Rohbau-Sollgradienten unter Berücksichtigung der Verformung aus noch nicht aufgeführten ständigen Einwirkungen nichttragender Bauteile (z. B. Belag, Kappen) und den aufgrund der Randbedingungen ggf. zusätzlich zu berücksichtigenden Anteilen aus Verkehrseinwirkungen, Kriechen und Schwinden sowie Temperatur in einem Abweichungsbereich, der sich aus der nachstehenden Formel errechnet, hat der Auftragnehmer eine Ausgleichsgradienten zu planen und die Gradientenausgleichspläne einschließlich der zugrundeliegenden Berechnungen dem Auftraggeber zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen.

$$h_x = \pm (1 + L \cdot \xi / 625)$$

mit  $\xi = (1 - x / L) \cdot x / L$

Es bedeuten:

$h_x$  = Ordinate des Abweichungsbereiches [cm]

$L$  = Stützweite des zugehörigen Überbaufeldes [cm]



$x$  = Abstand der betrachteten Stelle vom Auflagerpunkt [cm]

(2) Die Ausgleichsgradiente muss alle folgenden Bedingungen erfüllen:

- Sie muss statisch und fahrdynamisch unbedenklich sein, Lichtraumprofile müssen stets freigehalten werden.
- Die einwandfreie Entwässerung muss gewährleistet sein.
- An jeder Stelle muss der Ausrundungshalbmesser mindestens 2500 m bei einer Messstrecke von 20 m betragen. Eine Aneinanderreihung von Wannsen und Kuppen mit ähnlichen Abmessungen (Wellenbildung) ist nicht zulässig oder muss als fahrdynamisch unbedenklich nach Nr. 3 nachgewiesen sein.
- Die Richtung und Größe des geforderten Quergefälles ist beizubehalten. Als maximale Abweichung ist  $\pm 0,2$  % zulässig, wobei die Mindestquerneigung nicht unterschritten und die maximale Querneigung nicht überschritten werden darf.
- Die Fahrbahnübergänge und die Bauwerksanschlussbereiche sind mindestens 20 m über die Überbauenden hinausreichend in die Gradientenbetrachtung einzubeziehen.

(3) Die genehmigten Unterlagen zur Bestimmung der Ausgleichsgradienten sind Bestandsunterlagen im Sinne von Abschnitt 2 Nr. 4.1 Absatz (3).

### 2.5 Ebenflächigkeit

(1) Nach der Vorbereitung der Rohbau-Fahrbahnoberfläche im Bestand und beim Neubau sowie bei Bestands-Betonfahrbahnplatten ggf. nach Instandsetzung gemäß Teil 3 Abschnitt 4 darf die Unebenheit der Beton- oder Stahloberfläche höchstens 10 mm bezogen auf eine Messstrecke von 4 m betragen.

(2) Für die Asphaltdecken gelten die Anforderungen nach Teil 6 Abschnitte 1 bis 4 und nach ZTV Asphalt-StB.

(3) Bei den Oberflächen der Kappen darf die Unebenheit der Oberfläche bezogen auf eine Messstrecke von 4 m höchstens 4 mm betragen.

### 2.6 Herstellen der Ausgleichsgradienten und der Ebenflächigkeit

(1) Für das Herstellen der Ausgleichsgradienten und der Ebenflächigkeit darf nur die Schutzschicht mit herangezogen werden. Hierbei darf die Dicke der Schutzschicht die Grenzwerte für die Einbaudicken der Asphaltdecken bei Brückenbelägen auf Beton gemäß Teil 6 Abschnitte 1 bis 3 und bei Stahlbrücken gemäß Teil 6 Abschnitt 4 an keiner Stelle über- bzw. unterschreiten.

(2) Wenn bei Betonfahrbahnplatten der Ausgleich in einer Lage unter Einhaltung der Grenzwerte für die Dicke der Schutzschicht nicht möglich ist, ist nach folgender Prioritätenreihenfolge vorzugehen:

- ein Profilausgleich auf der Dichtungsschicht aus Gussasphalt bei Abdichtungen gemäß Teil 6 Abschnitt 1 oder Teil 6 Abschnitt 3 oder aus Walzasphalt bei Abdichtungen gemäß Teil 6 Abschnitt 2,
- Ausgleich mittels Betonersatz gemäß Teil 3 Abschnitt 4.
- Ein Betonabtrag ist nicht zulässig. Nur bei Bestandsbrücken ist bei der Belagerneuerung die Betonvorbereitung u.a. durch insgesamt höchstens 5 mm Fräsen gemäß Teil 3 Abschnitt 4 zulässig.

(3) Wenn bei Stahlbrücken der Ausgleich in einer Lage unter Einhaltung der Grenzwerte für die Dicke der Schutzschicht nicht möglich ist, ist ein Profilausgleich auf dem Dichtungssystem aus Gussasphalt gemäß Teil 6 Abschnitt 4 vorzunehmen.

(4) Richtarbeiten bei Stahlbrücken zur Herstellung der Ausgleichsgradienten sind nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Auftraggebers zulässig.

(5) Beim Neubau gehört das Planen und Herstellen der Ausgleichsgradienten zu den Leistungen des Auftragnehmers. Die Kosten trägt der Auftragnehmer. Alle Mehr- und Folgekosten gemäß Absatz (2) bis (4) sowie eines Mehreinbaus gehen zu Lasten des Auftragnehmers.

(6) *Stellt bei Bestandsbauwerken der Auftraggeber die Betonoberfläche bzw. die Stahloberfläche, sind für das Planen und Herstellen der Ausgleichsgradienten Ordnungszahlen in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(7) Die Ausgleichsgradienten und die Ebenflächigkeit sind auch bei Bestandsbauwerken nach den Bedingungen der Nrn. 2.4 und 2.5 sowie Nr. 2.6 Absätze (1) bis (4) herzustellen.

(8) *Lässt sich bei Bestandsbauwerken die Ausgleichsgradienten und die Ebenflächigkeit der Überbauoberfläche nicht mehr nach den Bedingungen des Absatzes (7) herstellen, bedarf die Herstellung der Ausgleichsgradienten einer gesonderten Abwicklung. Hierbei sind die erforderlichen Tragfähigkeitsreserven zu beachten und die fahrdynamische Unbedenklichkeit ist nach Nr. 3 nachzuweisen. Die Mehr- und Folgekosten trägt der Auftraggeber.*

### 2.7 Mangel

(1) Lässt sich beim Neubau die Bedingung zum Abweichungsbereich nach Nr. 2.4 Absatz (1) nicht erfüllen oder eine Ausgleichsgradienten nicht mehr nach den Bedingungen der Nr. 2.4 Absatz (2) und der Nr. 2.6 Absätze (2) bis (4) herstellen, gelten diese Abweichungen als Mangel und bedürfen einer

gesonderten Abwicklung. Hierzu hat der Auftragnehmer eine Ersatzgradienten vorzuschlagen, die zwar außerhalb des Abweichungsbereichs nach Nr. 2.4 Absatz (1) liegen kann, aber alle Anforderungen nach Nr. 2.4 Absatz (2) und der Nr. 2.6 Absätze (2) bis (4) erfüllt und deren fahrdynamische Unbedenklichkeit nach Nr. 3 nachgewiesen ist. Alle sich hieraus ergebenden Mehr- und Folgekosten gehen zu Lasten des Auftragnehmers.

(2) Wird sowohl beim Neubau als auch bei Bestandsbauwerken die Ebenflächigkeit der Kappenoberfläche gemäß Nr. 2.5 nicht eingehalten, gilt diese Abweichung als Mangel und bedarf einer gesonderten Abwicklung.

(3) Der Nachweis ist auf der gesamten Fahrbahnbreite zwischen den Borden durchzuführen.

(4) Das dem Nachweis zugrunde zu legende Fahrzeug wird als gedämpfter Ein-Massen-Schwinger angenommen. Das Lehr'sche Dämpfungsmaß und die Eigenfrequenz des Fahrzeugs sind in ungünstigster Kombination innerhalb folgender Grenzen anzusetzen:

$$0,1 \leq D \leq 0,4$$

$$0,8 \leq f \leq 1,2$$

Es bedeuten:

D = Lehr'sches Dämpfungsmaß [-]

f = Eigenfrequenz des Fahrzeugs [1/s] bzw. [Hz]

### 3 Fahrdynamische Unbedenklichkeit

#### 3.1 Allgemeines

(1) Die fahrdynamische Unbedenklichkeit einer Ausgleichs- oder Ersatzgradienten ist durch den Auftragnehmer rechnerisch nach Nr. 3.2 nachzuweisen, wenn eine Aneinanderreihung von Wannens und Kuppen mit ähnlichen Abmessungen (Wellenbildung) geplant ist. Ein gesonderter Vergütungsanspruch besteht hierfür nicht.

(2) Der genauere Nachweis nach Nr. 3.2 kann entfallen, wenn für den kleinsten Ausrundungshalbmesser folgende Bedingung eingehalten ist (vereinfachter Nachweis):

$$H_{\min} \geq 400 \cdot w \quad \text{für } w \leq 30 \text{ m}$$

$$H_{\min} \geq 12.000 \text{ m} \quad \text{für } w > 30 \text{ m}$$

Es bedeuten:

$H_{\min}$  = Mindestausrundungshalbmesser [m]

w = mittlerer Abstand der Wendepunkte [m]

#### 3.2 Nachweis

(1) Die Sollgradienten ist fahrdynamisch unbedenklich. Daher erfolgt der Nachweis anhand der Abweichung der Ausgleichsgradienten bzw. Ersatzgradienten gegenüber der Sollgradienten.

(2) Der Nachweis der fahrdynamischen Unbedenklichkeit wird durch Begrenzung der vertikalen Beschleunigung des Fahrzeugs auf der unebenen Fahrbahn geführt. Hierbei gilt:

$$|a| \leq 1,0 \text{ m/s}^2 \quad \text{für } v \leq 100 \text{ km/h}$$

$$|a| \leq v / 100 \quad \text{für } v > 100 \text{ km/h}$$

Es bedeuten:

a = vertikale Beschleunigung des Fahrzeugs [m/s<sup>2</sup>]

v = Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs [km/h]

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 2 Grundbau**

## **Abschnitt 1 Baugruben**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

---

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
2.1 Vorhandene bauliche Anlagen .....	3	8.1 Aushub der Baugrube .....
2.2 Beweissicherung/ Zustandserfassung .....	3	8.2 Rückbau der Baugrubensicherung .....
2.3 Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen.....	4	8.3 Verfüllen der Baugrube / des Arbeitsraumes .....
2.4 Baugrund und Standsicherheit.....	4	8.4 Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken.....
<b>3 Geböschte Baugruben .....</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>4 Baugruben mit Verbau .....</b>	<b>4</b>	<b>Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung .....</b>
4.1 Allgemeines.....	4	<b>10</b>
4.2 Baugrubenwände .....	4	
4.2.1 Trägerbohlwände.....	4	
4.2.2 Stahlspundwände .....	5	
4.2.3 Bohrpfahlwände .....	5	
4.2.4 Schlitzwände .....	5	
4.2.5 Kombination von Verbauarten.....	6	
<b>5 Baugrubensohle / Planum.....</b>	<b>6</b>	
<b>6 Verankerung, Vernagelung und Aussteifung .....</b>	<b>6</b>	
6.1 Verpressanker .....	6	
6.2 Mikropfähle.....	6	
6.3 Vernagelung.....	6	
6.4 Baugrubenaussteifung.....	6	
<b>7 Baugruben im Grundwasser .....</b>	<b>7</b>	
7.1 Allgemeines.....	7	
7.2 Restwassermengen .....	7	
7.3 Dichte Baugrubenwände.....	7	
7.3.1 Allgemeines.....	7	
7.3.2 Stahlspundwände .....	7	
7.3.3 Bohrpfahlwände .....	7	
7.3.4 Schlitzwände .....	8	
7.3.5 Dichtwände mit eingehängter Spundwand	8	
7.4 Dichte Baugrubensohlen.....	8	
7.4.1 Allgemeines.....	8	
7.4.2 Unterwasserbetonsohle .....	9	
7.4.3 Tiefliegende Injektionssohle.....	9	
7.4.4 Hochliegende Injektionssohle .....	9	

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 2 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054 sowie DIN EN 1997-2 und DIN 4020.

(3) Weiterhin gelten DIN 4084, DIN 4085, DIN 4123 und DIN 4124 sowie die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB) und die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB).

(4) Für Wasserhaltungsmaßnahmen gilt der Abschnitt 3.

(5) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben in welche Geotechnische Kategorie die Baugrube einzuordnen ist.*

(6) Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Angaben zur Baugrube aus dem Geotechnischen Bericht gelten nur für den Ausschreibungsentwurf und nur für die dort genannte Baugrubenkonstruktion und Einbindetiefe. Bei Änderungsvorschlägen oder Nebenangeboten ist vom Auftragnehmer die Gleichwertigkeit durch einen Sachverständigen für Geotechnik nachzuweisen.

(7) *Mit der Erkundung und Untersuchung, dem Entwurf, der Berechnung und der Bemessung sowie der Ausführung dürfen nur solche Personen verantwortlich betraut werden, die gründliche Fachkenntnisse und praktische Erfahrungen in der Geotechnik nachweisen können.*

(8) Der Sachverständige für Geotechnik muss nachweislich fachkundig und erfahren auf dem Gebiet der Bodenmechanik und des Grundbaus sein.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Vorhandene bauliche Anlagen

(1) Vor Beginn der Bauarbeiten ist die exakte Lage der betroffenen baulichen Anlagen durch den Auftragnehmer zu überprüfen.

(2) Bei der Herstellung und Vorhaltung der Baugruben dürfen keine für diese baulichen Anlagen unverträglichen Verformungen auftreten.

(3) *Die Größe der verträglichen Verformungen und ggf. erforderliche Sicherungsmaßnahmen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(4) Soweit Ver- und Entsorgungseinrichtungen die Baugrubengrundrissfläche durchlaufen oder im unmittelbaren Einflussbereich der Baugrubenwände und der Verankerung dieser liegen, sind vor Baubeginn die notwendigen Maßnahmen (z.B. Umverlegungen von Leitungen, Behelfsbrücken) auszuführen.

(5) *Art und Umfang der notwendigen Maßnahmen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

### 2.2 Beweissicherung/ Zustandserfassung

(1) Die Beweissicherung gliedert sich in Zustandserfassungen vor Beginn, während und nach Abschluss der Baumaßnahmen.

(2) Für Gebäude, Verkehrsflächen und sonstige Anlagen, Ver- und Entsorgungseinrichtungen sowie schützenswerte Vegetation im Einflussbereich der Baumaßnahmen ist rechtzeitig vor Baubeginn eine Zustandserfassung durchzuführen.

(3) *In der Leistungsbeschreibung sind die Art und der Umfang der Beweissicherung sowie der Beweissicherer zu benennen.*

(4) *Führt der Auftraggeber die Zustandserfassung vor Beginn der Baumaßnahmen durch, werden die Ergebnisse dem Auftragnehmer mit der Leistungsbeschreibung übergeben.*

(5) Der Auftragnehmer übernimmt die Zustandserfassung unter Anerkennung der Ergebnisse mit der Maßgabe, sie während der Baumaßnahme fortzuschreiben.

(6) Ist der Auftragnehmer mit der Beweissicherung beauftragt, hat er im Einvernehmen mit dem Auftraggeber einen unabhängigen Sachverständigen für die Durchführung dieser Maßnahmen einzuschalten. Vor Beginn der Baumaßnahmen sind dem Auftraggeber Art und Umfang der Beweissicherung zur Zustimmung vorzulegen. Die Ergebnisse der Zustandserfassungen sind dem Auftraggeber zeitnah zur Anerkennung vorzulegen.

(7) Die von den Beweissicherungsmaßnahmen Betroffenen sind vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber rechtzeitig vor der Durchführung zu benachrichtigen.

(8) Nach Beendigung der Bauarbeiten ist eine abschließende Zustandserfassung durchzuführen und die vollständige Beweissicherung dem Auftraggeber zu übergeben.

(9) Treten durch das gewählte Bauverfahren Schäden an benachbarten Bauten oder andere schädliche Auswirkungen auf, ist der Auftraggeber hiervon unverzüglich zu informieren. Der Auftragnehmer muss unverzüglich mit dem Auftraggeber geeignete Maßnahmen zur Schadensminimierung abstimmen und einleiten.

## 2.3 Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen

(1) Für die Beurteilung von Erschütterungen gilt DIN 4150.

(2) Die Einhaltung der zulässigen Emissionsgrenzwerte ist durch den Auftragnehmer nachzuweisen. Bedingt der Bauablauf stärkere Emissionen als die gesetzlichen Regelungen bzw. einschlägige Normen erlauben, ist ein Emissionsschutzkonzept vorzulegen.

(3) Die Zugänglichkeit von Ver- und Entsorgungseinrichtungen ist im Rahmen des Baubetriebes zu gewährleisten.

(4) *Die Art und der Umfang der Reinigung der Verkehrswege sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

## 2.4 Baugrund und Standsicherheit

(1) *Der Geotechnische Bericht nach DIN 4020 ist der Leistungsbeschreibung beizufügen.*

(2) Für die Ermittlung von Einwirkungen aus Baubetrieb und Baustellenverkehr gelten die Lastsätze der EAB. Für die Ermittlung von Einwirkungen aus Straßen-, Schienen- und Fußgängerverkehr gilt DIN EN 1991-2 in Verbindung mit DIN EN 1990.

(3) Vor Beginn der Aushubarbeiten ist die Standsicherheit der geplanten Baugrube gemäß DIN 4124 zu belegen. Erforderliche rechnerische Nachweise und Ausführungspläne sind dem Auftraggeber in prüffähiger Form vorzulegen.

(4) *Die Prüfung erfolgt durch den Auftraggeber oder durch einen von ihm beauftragten Prüfingenieur.*

(5) *In Fällen, in denen die Prüfung durch den Auftragnehmer erfolgen soll, ist dies in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(6) Werden die Ausführungsunterlagen in geprüfter Form gefordert, bedarf die Wahl des Prüfingenieurs der Zustimmung des Auftraggebers. Die Prüfkosten trägt der Auftragnehmer.

## 3 Geböschte Baugruben

(1) Bei der Herstellung der Böschung ist eine Gefährdung durch abrutschende Massen auszuschließen. Beim Aushub entstandene Überhänge durch Bauwerksreste, Steine oder Felsbrocken sind sofort zu beseitigen. Steine und Felsreste, die sich aus der Böschung lösen können, sind regelmäßig zu kontrollieren, wenn erforderlich zu sichern oder zu beseitigen.

(2) Baugrubenböschungen sind vor Witterungseinflüssen (Erosion durch Niederschläge, Austrocknung usw.) zu schützen. Austretendes Schichtenwasser und sich auf den Böschungsfächen sammelndes Oberflächenwasser sind schadlos abzuleiten.

(3) Für die Baugrubensohle gilt Nr. 5.

## 4 Baugruben mit Verbau

### 4.1 Allgemeines

(1) In der Nr. 4 werden Baugruben ohne Grundwasser behandelt.

(2) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob die Ausführung der Baugruben in der Bauweise mit Arbeitsraum oder in der Bauweise ohne Arbeitsraum erfolgen soll.*

(3) Wird ein Bauwerk unmittelbar gegen die Baugrubenwände betoniert, ist durch geeignete Maßnahmen eine zwängungsarme Bewegung des Bauwerks zu ermöglichen (z.B. durch Trennfolien).

(4) Wird das Bauwerk ohne Arbeitsraum direkt gegen die Baugrubenwand betoniert, hat der Auftragnehmer Abweichungen bei der Herstellung der Baugrubenwand zu berücksichtigen. Die daraus resultierenden Mehrmengen gehen zu Lasten des Auftragnehmers.

(5) Die herstellungsbedingten Abweichungen und die sich durch die Beanspruchung bei der jeweiligen Verbauart ergebenden Verformungen sind zur Einhaltung der lichten geometrischen Baugrubenabmessungen zu berücksichtigen.

(6) *In der Leistungsbeschreibung sind die zugelassenen herstellungsbedingten Abweichungen und die sich durch die Beanspruchung bei der jeweiligen Verbauart ergebenden Verformungen sowie die maximal zulässigen Verformungen des Verbaus anzugeben.*

### 4.2 Baugrubenwände

#### 4.2.1 Trägerbohlwände

(1) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob die Trägerbohlwände vertikal oder geneigt als sogenannter „liegender“ Verbau ausgeführt werden sollen oder beide Möglichkeiten zugelassen werden.*

(2) Die Stahlträger sind mit gleichem Abstand einzubauen.

(3) Bei konstruktiv notwendigen ungleichen Abständen der Träger sind besondere Maßnahmen zu treffen, um ein Verdrehen der Träger infolge unterschiedlicher Belastung der Verbohlung zu vermeiden.

(4) Bohlen zwischen Verbauträgern sind durch Hartholzkeile mit Verspannung gegen den Boden einzubauen. Die Keile sind durch aufgenagelte Leisten gegen Lösen in ihrer Lage zu sichern und regelmäßig zu überprüfen. Abweichend zur DIN 4124 dürfen nur kantenscharf gesägte Bohlen eingesetzt werden. Die Bohlen müssen eine Mindestauflagerbreite von 1/5 der Trägerbreite aufweisen.

(5) Bei einer verankerten Trägerbohlwand ohne Gurtung ist zur Sicherung gegen Ankerausfall am Kopf des Verbaus umlaufend ein Stahlzugband von mindestens 100 x 10 [mm] anzuschweißen. Diese Maßnahme ersetzt nicht den Nachweis „Ausfall eines Ankers“.

#### 4.2.2 Stahlspundwände

(1) Es gelten DIN EN 1993-5, DIN EN 10248 und DIN EN 12063.

(2) *In der Leistungsbeschreibung sind die Anforderungen an das Herstellungsverfahren in Abhängigkeit von den örtlichen Randbedingungen festzulegen.*

(3) Für das Einbringen der Spundbohlen ist ein geeignetes Führungssystem zu wählen, welches ein Ausweichen der Spundbohle beim Einbringen verhindert. Dabei sind Lotabweichungen quer zur Spundwandachse von maximal 1,5 % der Bohlenlänge zulässig. Werden beim Einbringen größere Abweichungen festgestellt, sind die Spundbohlen zu ziehen, neu auszurichten und erneut einzubringen.

(4) Auf eine Gurtung kann bei verankerten Spundwänden in Abstimmung mit dem Auftraggeber verzichtet werden, wenn die einzelnen Rammelemente verankert und kraftschlüssig im Schloss gerammt wurden und eine durchgehende, flächenhafte Tragwirkung nachgewiesen ist.

(5) Der Nachweis einer einwandfreien Schlossverhakung ist durch installierte induktive Näherungsschalter oder mechanische Federstifte zu erbringen.

(6) Die Hilfsmittel zum Einbringen der Spundbohlen (z.B. Niederdruck- / Hochdruck-Spülen, Lockerungsbohrungen) sind statisch zu berücksichtigen. Einbringhilfen sind nur bis maximal 1 m vor Erreichen der endgültigen Einbautiefe zulässig.

#### 4.2.3 Bohrpfahlwände

(1) Es gelten DIN EN 1536, DIN SPEC 18140 und der Teil 3 Abschnitt 1.

(2) Sofern die Bohrpfahlwände zu tragenden Bauteilen des endgültigen Bauwerks werden, sind sie entsprechend den Expositionsklassen, denen das Bauteil zugeordnet ist, herzustellen.

(3) Die Bewehrungskörbe dürfen erst nach Sichtkontrolle durch den Auftraggeber vor Ort eingebaut werden.

(4) Der Auftragnehmer hat vor der Herstellung überschnittener Bohrpfahlwände einen Bohrabfolgeplan aufzustellen, der mindestens folgende Angaben enthalten muss:

- die Bezeichnung und die Durchmesser der Pfähle,
- die planmäßigen Einbindetiefen,
- die Reihenfolge der Herstellung,
- die zulässige Betonfestigkeit der Primärpfähle beim Herstellen der Sekundärpfähle und,
- die Sicherheitsmaßnahmen zur Absicherung offener Bohrungen und noch nicht erhärteter Pfähle.

(5) Die Bohrpfahlwände sind mit Bohrschablone herzustellen.

(6) Vorwüchse sind zu beseitigen, wenn sie den erforderlichen Lichtraum einschränken.

(7) Eine höhere Festigkeitsklasse als C30/37 darf rechnerisch nicht in Ansatz gebracht werden.

(8) Bei einer Suspensionsstützung hat der Auftragnehmer den Nachweis über die Entsorgung der anfallenden Suspensionsreste zu erbringen.

#### 4.2.4 Schlitzwände

(1) Es gelten DIN EN 1538 in Verbindung mit DIN 4126 und DIN 4127 sowie Teil 3 Abschnitt 1.

(2) Sofern Schlitzwände zu tragenden Bauteilen des endgültigen Bauwerks werden, sind sie entsprechend den Expositionsklassen, denen das Bauteil zugeordnet ist, herzustellen. In diesem Fall muss die Betondeckung  $c_{\min} = 100$  mm betragen.

(3) Eine mehrlagige Bewehrungsanordnung bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(4) Die Bewehrungskörbe dürfen erst nach Sichtkontrolle durch den Auftraggeber vor Ort eingebaut werden.

(5) Vor Baubeginn ist die Eignung der Rezeptur für die Stützflüssigkeit nachzuweisen. Der Nachweis ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(6) Der Auftragnehmer hat vor der Herstellung einen Lamelleneinteilungsplan aufzustellen, der mindestens folgende Angaben enthalten muss:

- die Bezeichnung und die Breite der Lamellen,
- die planmäßigen Einbindetiefen,
- die Reihenfolge der Herstellung,
- das vorgesehene Fugensystem und

— die Maßnahmen zur Absicherung von offenen oder noch nicht erhärteten Lamellen.

(7) Der Auftragnehmer hat den Nachweis über die Entsorgung der anfallenden Suspensionsreste zu erbringen.

#### 4.2.5 Kombination von Verbauarten

Bei der Kombination von Verbauarten sind die vorgenannten Regelungen sinngemäß anzuwenden.

## 5 Baugrubensohle / Planum

(1) Bei bindigem Boden und bei Böden, die bei Wasser- und / oder Luftzutritt aufweichen oder zerfallen, ist eine mindestens 50 cm dicke Schutzschicht in der Baugrube zu belassen. Diese Schutzschicht ist in geeigneter Weise, ggf. von Hand, und abschnittsweise unmittelbar vor dem Herstellen des Gründungsbauteils auszuheben. Das freigelegte Planum ist unmittelbar durch die Aufbringung der Tragkonstruktion (Sauberkeitsschicht aus Beton oder Filter- / Dränschicht oder Tragschicht) zu schützen.

(2) Bei verdichtungsfähigen Böden sind Auflockerungen durch ein geeignetes Verdichtungsverfahren zu beseitigen. Falls sich die Auflockerungen durch Verdichten nicht beheben lassen, kann der Auftraggeber den Ersatz des Bodens durch Beton oder ein geeignetes Ersatzmaterial verlangen.

(3) Bei feinkörnigen, wassergesättigten Böden ist ein Befahren der Baugrubensohle und des Planums nicht zulässig.

(4) Wenn die planmäßige Gründungsohle tiefer als die tatsächlich angetroffene Felsoberfläche liegt, darf der Fels nur mit Zustimmung des Auftraggebers abgebaut werden.

(5) Der Termin für die Überprüfung der Baugrubensohle ist vom Auftragnehmer mindestens zwei Werktagen vorher zu benennen, damit ein Sachverständiger für Geotechnik beteiligt werden kann. Hierfür hat der Auftragnehmer die Baugrube erforderlichenfalls wasserfrei zu halten und die notwendigen Hilfseinrichtungen und Arbeitskräfte zur Verfügung zu stellen.

(6) *Die für diese Überprüfung erforderlichen Maßnahmen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

## 6 Verankerung, Vernagelung und Aussteifung

### 6.1 Verpressanker

(1) Es gelten DIN EN 1537 und DIN SPEC 18537.

(2) Genehmigt der Auftraggeber die Ausführung einer in der Leistungsbeschreibung nicht vorgesehe-

nen Rückverankerung, hat der Auftragnehmer hierfür die schriftliche Zustimmung der betroffenen Grundstückseigentümer dem Auftraggeber vor Baubeginn vorzulegen.

(3) Der Lastfall "Ausfall eines Ankers" ist nachzuweisen. Hierbei sind für die erdstatischen Nachweise die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß Bemessungssituation BS-A nach DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054 einzuhalten.

### 6.2 Mikropfähle

(1) Es gelten DIN EN 14199 und DIN SPEC 18539.

(2) Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für das zur Ausführung kommende Pfahlsystem ist dem Auftraggeber vorzulegen.

*(3) Bei der Verwendung von Mikropfählen zur Baugrubensicherung ist in der Leistungsbeschreibung ggf. eine über DIN 1054 hinausgehende Anzahl von Probelastungen festzulegen.*

### 6.3 Vernagelung

(1) Es gilt DIN EN 14490.

(2) Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bodenvernagelung ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(3) Die ungesicherte Standhöhe beim Aushub darf nur bis zu einer Höhe erfolgen, bei der kein Herausrollen, Ausfließen oder ein Ausbruch von Boden und Fels auftreten kann.

(4) Die ggf. erforderliche Spritzbetonschale (Flächensicherung) ist unmittelbar nach dem Freilegen aufzubringen. Für deren Ausführung gelten DIN EN 14487 und DIN 18551.

(5) Abhängig vom Umfang des Wasserandrangs sind zwischen Boden / Fels und Spritzbetonschale in ausreichendem Maße Dränmatten / Dränstreifen bzw. filterstabil ummantelte Dränrohre zur drucklosen Ableitung von Oberflächen- und Sickerwasser einzubauen. Zur Ableitung des mit diesen Elementen gesammelten Wassers sind Durchlauföffnungen durch die Spritzbetonschale zu führen.

(6) Eine Überdicke der Spritzbetonschale von 20 % der Solldicke ist in die Leistung einzurechnen.

(7) Ein Mehraushub bzw. Mehrausbruch bis zu einem Einzelvolumen von 0,01 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ist in die Leistung einzurechnen.

### 6.4 Baugrubenaussteifung

(1) Es gelten DIN EN 1992-1, DIN EN 1993-1, DIN EN 1995-1 sowie der DIN-Fachbericht „Beton“.

(2) Zur Aufnahme von Horizontalkräften vorgesehene Verbände sind an die Baugrubenwände und etwaige Mittelträgerreihen unverschieblich und kraftschlüssig anzuschließen.



(3) Rundholzsteifen müssen geradwüchsig und ohne Drehwuchs sein. Hölzerne Steifen dürfen nicht gestoßen werden.

## 7 Baugruben im Grundwasser

### 7.1 Allgemeines

(1) Zusätzlich zu Nr. 4 gelten die nachfolgenden Regelungen.

(2) Die Anforderungen an die Wasserhaltung sind in Abschnitt 3 geregelt.

(3) *In der Leistungsbeschreibung sind die Auflagen aus der wasserrechtlichen Genehmigung und die Ergebnisse der projektbezogenen Gutachten zu berücksichtigen.*

(4) Für mögliche Störfälle sind Anweisungen zur sofortigen Schadensbegrenzung auf der Baustelle vorzuhalten. Die Anweisungen sind vor Beginn der Baumaßnahme durch den Auftragnehmer zu erstellen.

### 7.2 Restwassermengen

(1) *Durch Wände (z.B. an Fugen und Schlössern) oder Sohle zutretendes Restwasser bei technisch dichten Baugruben muss abgeleitet werden. Die Anforderungen an Beschaffenheit und Menge des abzuleitenden Restwassers sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(2) *Für die Behandlung und Ableitung bzw. Rückführung der Restwassermengen ist von der zuständigen Wasserbehörde vor Baubeginn eine Genehmigung einzuholen. Die Verantwortlichkeiten hierzu sind in Abschnitt 3 geregelt.*

(3) Wird das Bauverfahren vom Auftragnehmer gewählt, sind die in der Leistungsbeschreibung bzw. in der wasserrechtlichen Genehmigung vorgegebene Menge des abzuleitenden Restwassers einzuhalten und dessen Beschaffenheit nachzuweisen.

### 7.3 Dichte Baugrubenwände

#### 7.3.1 Allgemeines

(1) *Dichte Baugrubenwände können sowohl als Baubehelfe als auch im Ausnahmefall als Teil des*

*endgültigen Bauwerks dienen. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(2) Die Baugrubenwände sind unter Berücksichtigung der zulässigen Restwassermenge wasserdicht herzustellen.

(3) Auf die Dichtigkeit notwendiger Querschotte und deren Anschluss ist zu achten.

#### 7.3.2 Stahlspundwände

(1) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob es in Abhängigkeit von der zulässigen Restwassermenge erforderlich ist, eine zusätzliche Schlossdichtung o.ä. einzusetzen.*

(2) Es sind Lotabweichungen quer zur Spundwandachse von maximal 1 % der Bohlenlänge zulässig. Werden beim Einbringen größere Abweichungen festgestellt, sind die Spundbohlen zu ziehen, neu auszurichten und erneut einzubringen.

#### 7.3.3 Bohrpfahlwände

(1) Es sind nur Wände mit überschnittenen Bohrpfählen zulässig.

(2) Bohrpfahlwände als dichte Baugrubenwände sind mit einem Pfahldurchmesser von mindestens 60 cm auszubilden.

(3) Als allseitige Abweichung der Pfahlachsen von der Lotrechten sind 0,5 % der Bohrpfahlänge zulässig.

(4) Die Herstellung hat mit Bohrlochverrohrung zu erfolgen.

(5) Die Überschneidung benachbarter Pfähle muss an jeder Stelle mindestens 50 mm betragen.

(6) Bei jeder einzelnen Pfahlbohrung ist vor dem Betonieren eine Lagekontrolle am Pfahlfuß mittels geeigneter Messeinrichtungen durchzuführen und zu protokollieren.

(7) Bei der Anordnung von mehreren unbewehrten Pfählen zwischen bewehrten Pfählen (z.B. 1+3-System) sind die unbewehrten Pfähle so anzuordnen, dass eine Stützlinie im Grundriss nachgewiesen werden kann.

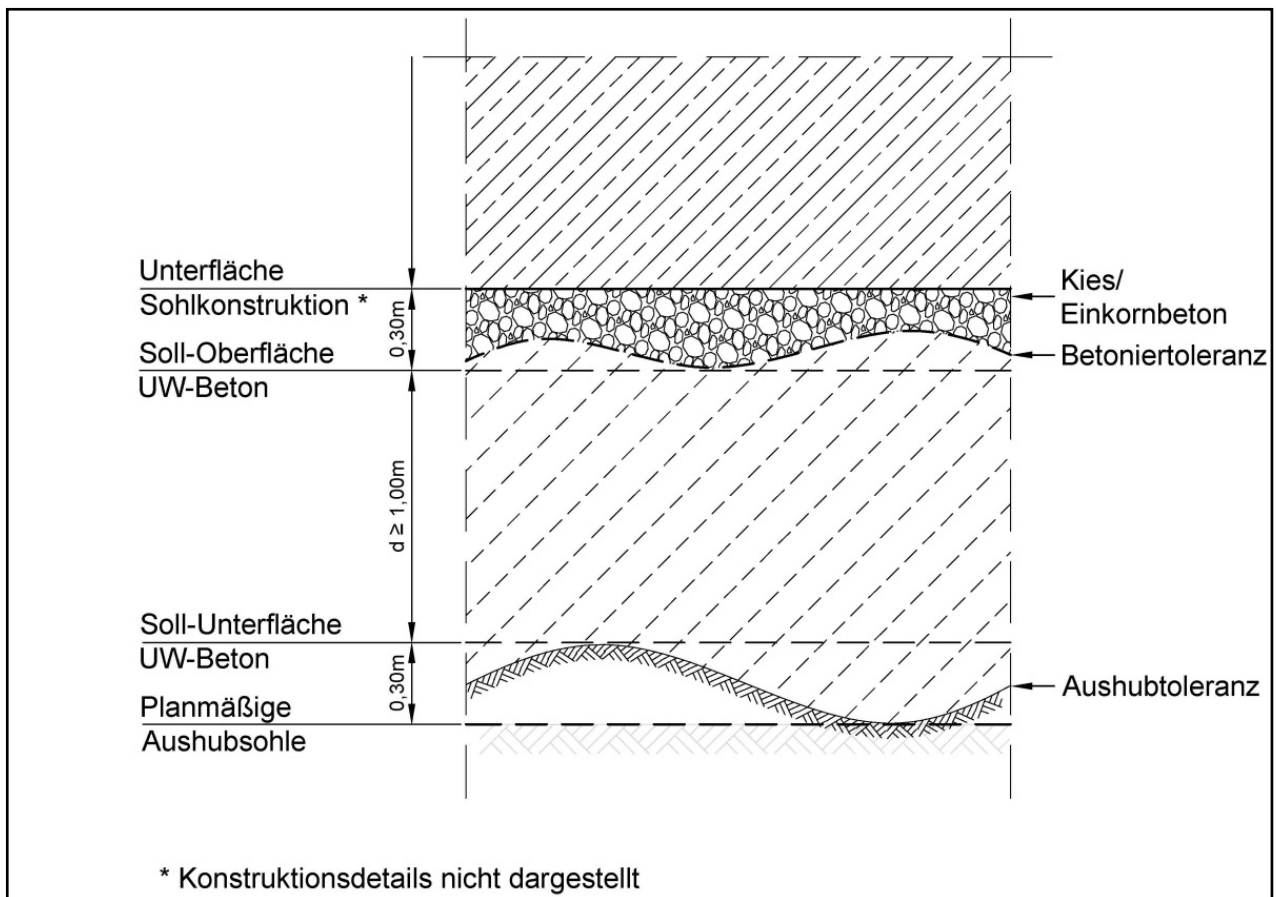


Bild 2.1.1: Darstellung der Ausführungssituation für eine Unterwasserbetonsohle

### 7.3.4 Schlitzwände

- (1) Schlitzwände sind mit einer Nenndicke von mindestens 60 cm auszubilden.
- (2) Als allseitige Abweichung von der Lotrechten sind 0,5 % der Schlitzwandhöhe zulässig.
- (3) Bei jeder Lamelle ist vor dem Betonieren eine Lagekontrolle durch ein geeignetes Geomesssystem durchzuführen und zu protokollieren.
- (4) Die Überschneidung der Lamellen in Querrichtung muss in der Schlitzwandsohle mindestens 20 cm betragen.

### 7.3.5 Dichtwände mit eingehängter Spundwand

- (1) Es gelten die Nrn. 7.3.2 und 7.3.4 (2) bis (4).
- (2) Spundbohlen sind zur Lagesicherung mit einer Zwangsführung lotrecht in die Schlitzze einzubauen. Es sind Maßnahmen zu treffen, um ein Versinken des Spundwandkopfes in der Dichtflüssigkeit zu verhindern.
- (3) Die Endschlösser der Spundwände sind gegen Beschädigung durch Schlitzwandgreifer und Eindringen von Dichtmasse durch ein Schutzprofil, das vor dem Einbau der folgenden Bohle gezogen wird, zu schützen.

## 7.4 Dichte Baugrubensohlen

### 7.4.1 Allgemeines

(1) Dichte Baugrubensohlen können durch den Untergrund selbst (natürliche Dichtsohle) oder durch den Einbau einer entsprechenden Konstruktion erreicht werden, insbesondere durch

- eine Unterwasserbetonsohle,
- eine Injektionssohle (hoch- oder tiefliegend) und
- Sonderbauverfahren, wie z.B. Vereisung.

Das Verfahren ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

- (2) Für die Bemessung verfestigter Bodenkörper gilt DIN 4093.
- (3) Die Baugrubensohlen sind unter Berücksichtigung der zulässigen Restwassermenge wasserdicht herzustellen.
- (4) Die den Berechnungen zugrunde gelegten Druckverhältnisse sind inner- und außerhalb der Baugrube durch Grundwasserstandsmessungen vor und während des Aushubs zu kontrollieren. Innerhalb der Baugrube ist der Grundwasserstand oberhalb der Dichtsohle zu erfassen.

(5) Die Wirksamkeit der Dichtsohle ist vor dem Aushub durch Probelenzung nachzuweisen.

#### 7.4.2 Unterwasserbetonsohle

(1) Unterwasserbetonsohlen dürfen für den Nachweis der Auftriebssicherheit des endgültigen Bauwerks nicht herangezogen werden.

(2) Unterwasserbetonsohlen sind unbewehrt vorzusehen. Eine Dicke von 1 m darf nicht unterschritten werden.

(3) *Bei einer Nutzung der Unterwasserbetonsohle als Gründungselement sind Maßnahmen zur Minimierung von weichen Ablagerungen unterhalb der Sohle in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(4) Der Anschlussbereich Sohle / Wand ist vor Einbringen des Unterwasserbetons zu reinigen, durch Tauchereinsatz zu kontrollieren und zu protokollieren.

(5) Der Beton ist im Kontraktorverfahren einzubringen.

(6) Die erforderliche Dicke der Unterwasserbetonsohle ist für den festgelegten Bemessungswasserstand für die Bauzeit nachzuweisen.

(7) Zwischen Aushubsohle und Soll-Unterfläche Unterwasserbeton ist für herstellungsbedingte Ungenauigkeiten ein Maß von 30 cm zu berücksichtigen (s. Bild 2.1.1).

(8) Zwischen der Soll-Oberfläche des Unterwasserbetons und der Unterfläche der Sohlkonstruktion ist für herstellungsbedingte Ungenauigkeiten ein Maß von 30 cm vorzusehen. Der so entstandene Raum ist mit einer Ausgleichsschicht aus Kies oder Einkornbeton zu verfüllen (s. Bild 2.1.1).

(9) Die Ausgleichsschicht ist filterstabil auszuführen, im Randbereich gegen seitliches Ausweichen zu sichern und muss eine flächige Dränwirkung sicherstellen.

(10) Aufgesetzte Ankerkopfkonstruktionen sind in der Ausgleichsschicht anzuordnen.

#### 7.4.3 Tiefliegende Injektionssohle

(1) Wegen der Herstellungsungenauigkeiten soll die Injektionssohle nicht mehr als 40 m unter der Bohrebene liegen.

(2) Bei Höhenabstufungen der Injektionssohle ist an der Versatzstelle ein Übergangsblock mit einer Überlappungslänge, die mindestens der 2-fachen Versatztiefe entspricht, auszuführen.

(3) *Für die Injektionssohle sind wasserrechtliche Genehmigungen hinsichtlich der Zusammensetzung der vorgesehenen Injektionsmaterialien erforderlich.*

(4) Die Einhaltung der in den Genehmigungen festgelegten Werte ist auf der Baustelle laufend zu

überprüfen und zu dokumentieren sowie dem Auftraggeber zu übergeben.

#### 7.4.4 Hochliegende Injektionssohle

(1) Die hochliegende Injektionssohle ist mit einer Erdüberdeckung von mindestens 3 m Dicke bis zur späteren Baugrubensohle herzustellen.

(2) Der erforderliche Verbund zwischen der Injektionssohle und der Verankerung ist durch Eignungsversuche auf der Baustelle nachzuweisen.

## 8 Aushub, Rückbau sowie Ver- und Hinterfüllen

### 8.1 Aushub der Baugrube

(1) Der Abtrag und die Lagerung des Oberbodens müssen gesondert erfolgen. Abtrag und Lagerung müssen so erfolgen, dass eine Verschlechterung des Bodenmaterials hinsichtlich Qualität und Zusammensetzung vermieden wird.

(2) Sofern ein Wiedereinbau anfallender Böden vorgesehen ist, muss geeignetes Material getrennt gelagert werden. Eine Vermischung mit vernässten, organischen oder nicht verdichtungsfähigen Böden ist auszuschließen. Bei bindigem oder witterungsempfindlichem Bodenmaterial ist das Niederschlagswasser durch geeignete Maßnahmen (z.B. Abwalzen mit angelegtem Gefälle, Folienabdeckung) abzuhalten.

### 8.2 Rückbau der Baugrubensicherung

(1) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob und in welchem Umfang Elemente der Baugrubensicherung im Untergrund verbleiben oder rückgebaut werden sollen.*

(2) Der Rückbau von Elementen der Baugrubensicherung ist dem Auftraggeber rechtzeitig vor Beginn anzuzeigen.

(3) Verbleibende Elemente sind einzumessen und in die Bestandspläne aufzunehmen.

### 8.3 Verfüllen der Baugrube / des Arbeitsraumes

(1) Die an das Material gestellten Qualitätsanforderungen im Hinblick auf Art und Zusammensetzung sind vor Ausführung dem Auftraggeber nachzuweisen.

(2) Der Einbau des Verfüllmaterials darf nicht zu Schäden an vorhandenen Bauwerksbestandteilen führen.

(3) In Verbindung mit den Verdichtungsanforderungen und den dafür benötigten Verdichtungsgeräten ist der Verdichtungserddruck nach DIN 4085 nach-

zuweisen. Dabei sind insbesondere die verschiedenen Bauzustände zu beachten (z.B. einseitige Verfüllung).

(4) Organische, quellfähige oder vernässte Böden dürfen nicht verwendet werden.

(5) Durch unsachgemäße Zwischenlagerung unbrauchbar gewordenes Bodenmaterial hat der Auftragnehmer zu beseitigen und durch brauchbares Verfüllmaterial zu ersetzen. Die Kosten gehen zu Lasten des Auftragnehmers.

#### **8.4 Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken**

(1) *Zur Wechselwirkung zwischen Bauwerk, Baugrund und Hinterfüllung sowie zur Ausbildung der Entwässerung wird auf das Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke hingewiesen.*

(2) Es dürfen auch Gemische aus gebrochenem Gestein 0/100 mm mit einem Kornanteil unter 0,063 mm von maximal 15 M.-% verwendet werden.

(3) Bei verankerten Wänden ist das Spannen bzw. Entlasten der Anker auf die Hinterfüllarbeiten abzustimmen. Die entsprechenden Einwirkungskombinationen sind bei den Standsicherheitsnachweisen zu berücksichtigen.

### **9 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung**

(1) Während der Bauausführung einschließlich des Rückbaus hat regelmäßig eine Beobachtung und ggf. auch messtechnische Kontrolle der Baugrubensicherung durch den Auftragnehmer im Hinblick auf Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung zu erfolgen. Bei Nichtübereinstimmung ist umgehend der Auftraggeber zu informieren und vom Auftragnehmer ein entsprechender Änderungsplan dem Auftraggeber vorzulegen.

(2) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob zur Beurteilung der Bauwerks-Boden-Wechselwirkung besondere Messeinrichtungen im Sinne eines Geomessprogramms gefordert werden (Präzisionsnivellement, Alignement, Inklinometer, Druckmessdosen u.a.).*

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 2 Grundbau**

## **Abschnitt 2 Gründungen**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Flachgründungen .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Tiefgründungen .....</b>	<b>3</b>
3.1 Pfahlgründungen .....	3
3.1.1 Allgemeines.....	3
3.1.2 Verdrängungspfähle .....	3
3.1.3 Bohrpfähle.....	4
3.1.4 Mikropfähle.....	5
3.2 Gründungen auf Spundwänden .....	5
<b>4 Sondergründungen .....</b>	<b>6</b>
<b>5 Bodenersatz.....</b>	<b>6</b>
5.1 Allgemeines.....	6
5.2 Bodenersatz mit nichtbindigem Boden .....	6
5.3 Bodenersatz mit Beton .....	6
5.4 Unterfangungen.....	6
<b>6 Gründung auf verbessertem / verfestigtem Baugrund.....</b>	<b>6</b>
6.1 Allgemeines.....	6
6.2 Verdichtung .....	6
6.2.1 Oberflächenverdichtung.....	6
6.2.2 Tiefenverdichtung .....	6
6.3 Verfestigung .....	7
6.3.1 Allgemeines.....	7
6.3.2 Verfestigung durch Bindemittel .....	7
6.3.3 Verfestigung mittels Düsenstrahlverfahren .....	7
6.3.4 Verfestigung durch Injektionen und Verdichtungsinjektionen.....	7
<b>7 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung .....</b>	<b>7</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 2 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten DIN EN 1990, DIN EN 1991-2, DIN EN 1997-1:2009-09, DIN 1054, DIN EN 1997-2 und DIN 4020.

(3) Weiterhin gelten DIN 4123, DIN 4124 sowie die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB) und die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB).

(4) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben in welche Geotechnische Kategorie die Bauwerksgründung einzuordnen ist.*

(5) *Für Widerlagergründungen wird auf das Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke hingewiesen.*

(6) *Der Geotechnische Bericht nach DIN 4020 ist der Leistungsbeschreibung beizufügen.*

(7) Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Angaben zur Gründung aus dem Geotechnischen Bericht gelten nur für den Ausschreibungsentwurf und nur für die dort genannte Gründungsart und Gründungstiefe. Bei Änderungsvorschlägen oder Nebenangeboten ist vom Auftragnehmer die Gleichwertigkeit durch einen Sachverständigen für Geotechnik nachzuweisen.

(8) Der Auftragnehmer hat bei dem von ihm gewählten Bauverfahren vor Beginn der Gründungsarbeiten eine Zustandserfassung durchzuführen. Hierzu gilt Abschnitt 1 Nr. 2.

(9) Für die Ausführungsplanung sind der Rechen- gang und die zugehörigen Lastannahmen im Ein- vernehmen mit dem Auftraggeber festzulegen.

(10) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben mit welcher Abgrabung (Tiefe und Ausdehnung) vor bestehenden Gründungen für die Standsicherheits- nachweise gerechnet werden muss.*

(11) Der Sachverständige für Geotechnik muss nachweislich fachkundig und erfahren auf dem Ge- biet der Bodenmechanik und des Grundbaus sein.

(12) *Sind bauwerksunverträgliche Verformungs- differenzen zwischen Gründungen nicht auszuschlie- ßen, ist eine messtechnische Kontrolle im Sinne der Beobachtungsmethode vorzusehen. Daraus zu er- wartende zusätzliche Maßnahmen sind in der Lei- stungsbeschreibung anzugeben.*

## 2 Flachgründungen

(1) Es gelten DIN EN 1992-2 sowie der DIN-Fach- bericht „Beton“.

(2) Der Termin für die Überprüfung der Gründungs- sohle ist vom Auftragnehmer mindestens zwei Werk- tage vorher zu benennen, damit ein Sachver- ständiger für Geotechnik beteiligt werden kann. Hierfür hat der Auftragnehmer nach Abstimmung mit dem Auftraggeber die notwendigen Hilfseinrich- tungen und Arbeitskräfte zur Verfügung zu stellen.

(3) *Die für diese Überprüfung erforderlichen Maß- nahmen sind in die Leistungsbeschreibung aufzu- nehmen.*

## 3 Tiefgründungen

### 3.1 Pfahlgründungen

#### 3.1.1 Allgemeines

(1) Es gelten DIN EN 1993-5, DIN EN 1536 und DIN SPEC 18140, DIN EN 12699 und DIN SPEC 18538, DIN EN 12794 sowie DIN EN 14199 und DIN SPEC 18539.

(2) *Es wird auf die Empfehlungen des Arbeitskrei- ses „Pfähle“ (EA – Pfähle) hingewiesen.*

(3) *Die Pfahlwiderstände sind anhand von Pfahl- probebelastungen oder von Probelastungen un- ter vergleichbaren Verhältnissen zu ermitteln, bzw. es kann auf Erfahrungswerte, z.B. der EA – Pfähle, zurückgegriffen werden, wenn über das mechani- sche Verhalten des Baugrundes gesicherte Er- kenntnisse vorliegen. Die Art des Tragfähigkeits- nachweises ist in der Leistungsbeschreibung fest- zulegen.*

(4) Für Probelastungen gelten die EA – Pfähle.

(5) Einzelpfähle oder einreihige Pfahlgruppen un- ter Widerlagern oder Stützen mit längsfesten La- gern sind nur bei der integralen Bauweise zugelassen.

(6) Aus konstruktiven Gründen soll bei Verdrän- gungs- und Bohrpfählen der Randüberstand der Pfahlkopfplatte über die Pfähle mindestens 30 cm betragen. Die Pfahlkopfplatte soll mindestens 60 cm dick sein.

#### 3.1.2 Verdrängungspfähle

(1) Die tatsächliche Lage und Richtung der Pfähle sind aufzumessen.

(2) Für die Bemessung der Verdrängungspfähle sind unabhängig von den tatsächlichen Abweichun- gen die nach DIN EN 12699 zulässigen Herstel- lungabweichungen zu berücksichtigen.

(3) Beschädigte Pfahlköpfe dürfen nur mit Genehmigung des Auftraggebers abgeschnitten und ersetzt werden.

(4) Bei vorgefertigten Verdrängungspfählen aus Stahlbeton müssen die Stahleinlagen der Pfähle mindestens 50 cm in das anschließende Bauteil einbinden. Der gesunde Beton des Pfahles muss mindestens 5 cm in die Pfahlkopfplatte einbinden.

(5) Die Mindestdruckfestigkeit von vorgefertigten Verdrängungspfählen aus Stahl- und Spannbeton muss vor dem Transport einem Beton C20/25 bzw. vor dem Rammen C30/37 entsprechen.

(6) Ort betonverdrängungspfähle sind mindestens 50 cm über Unterfläche Pfahlkopfplatte bzw. -balken zu betonieren. Dieser Überstand ist nach Aushub der Baugrube für die Pfahlkopfplatte bzw. den Pfahlkopfbalken bis auf 5 cm über Unterfläche Pfahlkopfplatte bzw. -balken zu kappen.

(7) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber die nach DIN EN SPEC 18538 zu führenden Herstellerberichte spätestens am folgenden Arbeitstag zu übergeben. Sollten die Bedingungen vereinbarter Randkriterien nicht erfüllt werden, ist der Auftraggeber hiervon zu unterrichten und es sind ihm Vorschläge für die weiteren Maßnahmen zu unterbreiten.

### 3.1.3 Bohrpfähle

(1) Abweichend von DIN EN 1536 sind für die Herstellung von Bohrpfählen maximal eine Exzentrizität von  $0,05 \times D$  ( $D$  = Pfahldurchmesser) und eine Neigungsabweichung von 0,015 m je Meter Pfahlänge gegenüber dem Sollwert zulässig.

(2) Für die Bemessung der Bohrpfähle sind unabhängig von den tatsächlichen Abweichungen die vorgenannten Abweichungen zu berücksichtigen. Die lastverteilende Wirkung von Pfahlrostplatten o.Ä. darf gem. DIN SPEC 18140 berücksichtigt werden.

(3) Eine höhere Festigkeitsklasse als C30/37 darf rechnerisch nicht in Ansatz gebracht werden.

(4) Unverrohrte Bohrungen für Pfähle sind nur im Fels und nur mit Zustimmung durch den Auftraggeber zugelassen. Der Bereich der Pfahlfußaufweitung ist hiervon ausgeschlossen.

*(5) Pfahlfußaufweitungen sind in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik in Hinblick auf die Bemessung und die Ausführung festzulegen.*

(6) Die Übereinstimmung der ausgeführten Pfähle mit den Vorgaben in den Berechnungs- und Bemessungsansätzen unter Berücksichtigung der angetroffenen Baugrundverhältnisse und / oder den Angaben im Geotechnischen Bericht hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber durch Vorlage der

Baustellenaufzeichnungen gemäß DIN EN 1536 nachzuweisen.

(7) Ort betonpfähle sind mindestens 50 cm über Unterfläche Pfahlkopfplatte bzw. -balken zu betonieren. Dieser Überstand ist nach Aushub der Baugrube für die Pfahlkopfplatte bzw. den Pfahlkopfbalken auf 5 cm zu kappen.

(8) Die Längsbewehrung ist gleichmäßig über den Umfang zu verteilen. Zum sicheren Einhalten der Betondeckung und zur Lagesicherung der Längsbewehrung sind mindestens folgende Maßnahmen vorzusehen:

— Im Abstand von höchstens 2,50 m sind jeweils zwei Bandstahlringe  $5 \times 60$  [mm] mit einem Abstand von 25 cm in der Bewehrung anzuordnen und an diese Ringe entsprechende Bügel mit einem Stabdurchmesser von 16 mm als Abstandhalter anzuschweißen. Bei maschineller Herstellung des Bewehrungskorbes dürfen die beiden Bandstahlringe durch einen Ring gleicher Steifigkeit und die Bügel durch abstandhaltende Kufen ersetzt werden, deren Enden nach innen gebogen sind. Der Fuß des Bewehrungskorbes ist aus gekreuztem Bandstahl  $5 \times 60$  [mm] mit einer Stahlplatte  $200 \times 200 \times 5$  [mm] herzustellen. Bei einem verfahrensbedingten Einbau der Bewehrung nach dem Betonieren muss die Fußausbildung des Bewehrungskorbes modifiziert werden.

— Soweit verfahrensbedingt nicht verhindert werden kann, dass der Bewehrungskorb in den Untergrund absinkt oder beim Ziehen des Bohrrohres mitgenommen wird, sind andere Lagesicherungen vorzusehen.

(9) Leerbohrungen sind beim Ziehen der Verrohrung bis Oberfläche Bohrplanum mit sandigem Kies oder anderem geeigneten Material zu verfüllen und ggf. zu verdichten.

(10) Die Überprüfung der Pfahlaufstandsebene und der notwendigen Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund erfolgt durch den Auftraggeber und / oder seinen Sachverständigen für Geotechnik.

(11) Der Termin für die Überprüfung der Pfahlaufstandsebene und der notwendigen Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund ist vom Auftragnehmer mindestens zwei Werktagen vorher zu benennen, damit der Sachverständige für Geotechnik beteiligt werden kann. Hierfür hat der Auftragnehmer nach Abstimmung mit dem Auftraggeber die notwendigen Hilfseinrichtungen und Arbeitskräfte zur Verfügung zu stellen.

*(12) Die für diese Überprüfung erforderlichen Maßnahmen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*



### 3.1.4 Mikropfähle

- (1) Es dürfen nur verpresste Mikropfähle ausgeführt werden.
- (2) Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für das zur Anwendung kommende Pfahlsystem ist dem Auftraggeber vorzulegen.
- (3) Der Einsatz des zur Ausführung kommenden Pfahlsystems sowie der Ansatz und die Aufnahme möglicher Horizontalkräfte auf das Gründungssystem sind auf der Basis des Geotechnischen Berichtes in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik festzulegen. Diese Angaben sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

### 3.2 Gründungen auf Spundwänden

- (1) Es gilt DIN EN 1993-5.
- (2) Bei einer Gründung auf Spundwänden ist die Verträglichkeit von Spannungen und Verformungen für Stahlbauteil und Stahlbetonbauteil durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder einen statischen Nachweis zu belegen.
- (3) Eine ausreichend kraftschlüssige Einbindung des Spundwandkopfes in das aufgehende Tragglied ist durch druck- und schub- sowie zugfesten Verbund sicherzustellen.
- (4) Die Spundwände sind nach DIN EN 12063 auszuführen. Dabei sind ungebrauchte Stahlspundbohlen nach DIN EN 10248 zu verwenden.

(5) Abweichend von der DIN EN 10248-2, gelten die in Bild 2.2.1 aufgeführten Verhakungsmaße.

(6) Die Spundwände sind im Hinblick auf eine mögliche Korrosion auszulegen. Bei Korrosionsbelastung durch Luft, Boden, Grundwasser und ggf. Gewässer ist Teil 4 Abschnitt 3 anzuwenden. Die Korrosionsschutzmaßnahmen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(7) Für das Einbringen der Spundbohlen ist ein geeignetes Führungssystem zu wählen, welches ein Ausweichen der Spundbohle beim Einbringen verhindert. Die Spundbohlen sind kraftschlüssig im Schloss einzubringen. Dabei sind Lotabweichungen quer zur Spundwandachse von maximal 0,5 % der Spundwandlänge zulässig. Werden beim Einbau größere Abweichungen festgestellt, sind die Spundbohlen zu ziehen, neu auszurichten und erneut einzubringen.

(8) Die Bohlen sind in einem Zuge auf endgültige Tiefe einzubringen.

(9) Die Wahl von Einbringhilfen hat in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu erfolgen.

(10) Die Spundwandeinbringung ist in Analogie zu den vorgefertigten Verdrängungspfählen zu protokollieren. Die Protokolle sind gemäß DIN SPEC 18538 als großer Herstellbericht anzufertigen und spätestens am folgenden Arbeitstag dem Auftraggeber vorzulegen.

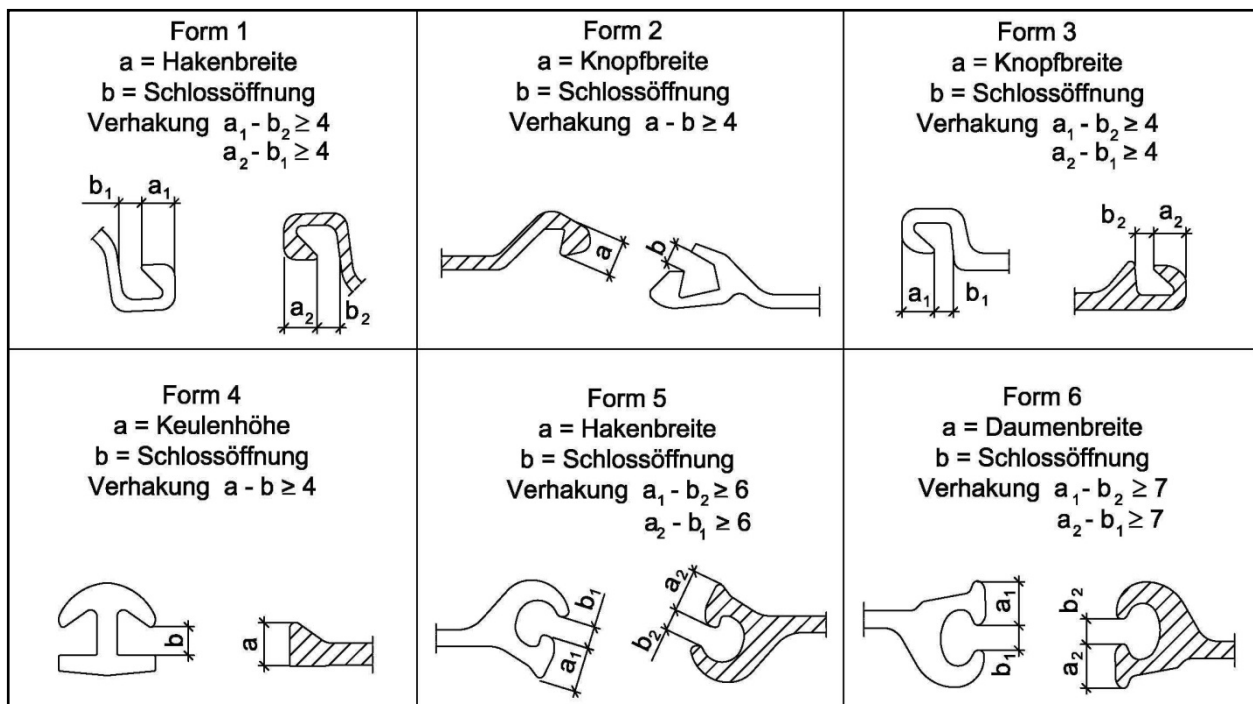


Bild 2.2.1: Beispiele bewährter Schlossformen von Spundbohlen (Maße in mm)

## 4 Sondergründungen

(1) Kombinierte Flach- und Tiefgründungen, Senkkasten-, Druckluft- und Schwimmkastengründungen gehören in die Geotechnische Kategorie 3 nach DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054.

(2) Für die Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung gelten zusätzlich zu Nr. 1 DIN EN 1991, DIN EN 1992, DIN EN 1993 sowie der DIN-Fachbericht „Beton“.

## 5 Bodenersatz

### 5.1 Allgemeines

(1) Boden darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ersetzt werden.

(2) Die Eignung des Bodenersatzes ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

### 5.2 Bodenersatz mit nichtbindigem Boden

(1) Bodenersatz mit nichtbindigem Boden kann nur flächenhaft ausgeführt werden. Die Eignung des nichtbindigen Bodens ist vom Auftragnehmer durch mindestens eine Probe je angefangene 500 m<sup>3</sup> und beim Wechsel der Entnahmegrube nachzuweisen.

(2) Der Bodenersatz ist an allen Seiten der Gründungsfläche mit einem Überstand zur Fundamentfläche auszuführen. Der Überstand muss der Schichtdicke des Bodenersatzes entsprechen.

(3) Der Einbau des nichtbindigen Bodens hat lagenweise zu erfolgen.

(4) *Die Verdichtungsanforderungen des Bodenersatzes müssen in der Leistungsbeschreibung angegeben werden.*

### 5.3 Bodenersatz mit Beton

(1) Der Bodenersatz mit Beton muss in den statisch erforderlichen Grundriss- und Tiefenabmessungen ausgeführt werden.

(2) Die statischen Nachweise sind zusätzlich für die Unterfläche des Bodenersatzes zu führen.

### 5.4 Unterfangungen

Es gilt DIN 4123.

## 6 Gründung auf verbessertem / verfestigtem Baugrund

### 6.1 Allgemeines

*Bei der Verbesserung und der Verfestigung des Baugrundes ist die Lastausbreitung in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

### 6.2 Verdichtung

#### 6.2.1 Oberflächenverdichtung

(1) *Zur Festlegung der Anforderungen in der Leistungsbeschreibung wird auf das Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau hingewiesen.*

(2) Der Nachweis der geforderten Verdichtung ist durch den Auftragnehmer zu erbringen.

#### 6.2.2 Tiefenverdichtung

(1) *Die Verbesserung der Tragfähigkeit des Baugrundes kann mit Hilfe der Tiefenrüttlung, der Rüttelstopfverdichtung oder von Fallplatten / Fallgewichten erfolgen. Für die Tiefenrüttlung und die Rüttelstopfverdichtung können Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung DIN EN 14731 entnommen werden. Hiervon abweichend kann eine Tiefenrüttlung auch durch Aufsatzrüttler erfolgen.*

(2) Bei der Tiefenverdichtung ist der Ablauf des Verdichtungsverfahrens vom Auftragnehmer zu beschreiben und dem Auftraggeber vor Baubeginn vorzulegen.

(3) Über die Lage und Anzahl der Rüttelpunkte ist vom Auftragnehmer ein Plan aufzustellen und dem Auftraggeber vorzulegen.

(4) *Die notwendigen Nachweise zur Feststellung der Wirksamkeit möglicher Hilfsmaßnahmen bei der Tiefenverdichtung (Luft- / Wasserspülung) sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(5) Für das bei der Rüttelstopfverdichtung einzubauende Bodenmaterial sind vom Auftragnehmer vor Baubeginn entsprechende Eignungsnachweise vorzulegen.

(6) In der Leistungsbeschreibung ist ein Baugrundverbesserungsfaktor anzugeben. Der Faktor drückt den Erfolg der Baugrundverbesserung, z.B. unter Berücksichtigung von Steifemodul, Reibungswinkel oder anderer Kenngrößen des ursprünglichen und des verbesserten Baugrundes, aus.

(7) Vom Auftragnehmer ist vor Baubeginn in Abstimmung mit dem Auftraggeber ein Qualitätssicherungsplan zum Nachweis des Baugrundverbesserungsfaktors festzulegen.

(8) Alle verfahrenstechnisch relevanten Parameter gemäß Qualitätssicherungsplan sind zu dokumentieren und dem Auftraggeber zu übergeben.

(9) Vor Beginn der Baumaßnahme sind entsprechende Probefelder anzulegen, aus denen der Abstand der Rüttelpunkte sowie zusätzlich bei der Rüttelstopfverdichtung die Mengen des einzubauenden Bodenmaterials abgeleitet werden können, um den geforderten Baugrundverbesserungsfaktor zu erreichen.

(10) Bei der Verdichtung mit Fallplatten / Fallgewichten ist durch den Auftragnehmer durch Anlegung von Probefeldern der geplante Verdichtungsablauf zu prüfen und auf die jeweiligen örtlichen Baugrundverhältnisse abzustimmen.

(11) Die Auswirkungen der Verdichtung mit Fallplatten / Fallgewichten auf das Umfeld sind messtechnisch zu begleiten und eine Beweissicherung / Zustandserfassung einzuleiten. Für die Beweissicherung / Zustandserfassung gilt Abschnitt 1 Nr. 2.

(12) Das Arbeitsplanum muss mindestens 50 cm über der planmäßigen Gründungsebene des Bauwerkes und mindestens 50 cm über dem Grundwasserspiegel liegen.

(13) Der Nachweis der geforderten Verdichtung ist durch den Auftragnehmer zu erbringen.

(14) Nach Abschluss der Tiefenverdichtung ist eine Oberflächenverdichtung vorzunehmen.

## 6.3 Verfestigung

### 6.3.1 Allgemeines

Für die Bemessung von verfestigten Bodenkörpern gilt DIN 4093.

### 6.3.2 Verfestigung durch Bindemittel

(1) Bodenverfestigungen unter Verwendung von Kalk sind unterhalb der Gründungssohle von Ingenieurbauten nicht zulässig.

(2) Der Nachweis der Festigkeitserhöhung obliegt dem Auftragnehmer durch Anlegung von Probefeldern und Probevermörtelungen.

### 6.3.3 Verfestigung mittels Düsenstrahlverfahren

(1) Für Bodenvermörtelungen mit dem Düsenstrahlverfahren gilt DIN EN 12716.

(2) Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für das Düsenstrahlverfahren sind dem Auftraggeber vorzulegen.

### 6.3.4 Verfestigung durch Injektionen und Verdichtungsinjektionen

(1) Es gilt DIN EN 12715.

(2) Die Umweltverträglichkeit und die Festigkeitseigenschaften des Injektionsgutes sind vor Baubeginn gemäß DIN EN 12715 durch den Auftragnehmer nachzuweisen.

(3) Für die Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Silikatgelen ist vor Baubeginn eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorzulegen.

(4) Durch den Auftragnehmer ist das Injektionsergebnis (z.B. Festigkeit, verfestigtes Volumen) mittels Einzeluntersuchungen (z.B. Bohrungen) zu überprüfen.

(5) Vom Auftragnehmer ist dem Auftraggeber vor Baubeginn ein Plan über Lage, Abstand und Ausrichtung der Injektionsstellen vorzulegen.

(6) Bei Verdichtungsinjektionen sind vor Baubeginn durch Anlegen von Probefeldern Druck und Menge des einzupressenden Mörtels zu überprüfen und der Abstand der entsprechenden Injektionsstellen vorzugeben.

## 7 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung

(1) Für Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen gilt Abschnitt 1 Nr. 2.

(2) *In Abhängigkeit von den Randbedingungen können bei Pfählen Integritätsprüfungen erforderlich werden. Art und Umfang der Prüfungen sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

(3) Die Dokumentationen der Pfahlherstellung sind dem Auftraggeber arbeitstäglich vorzulegen.

(4) *Zur Beweissicherung können beim Einsatz von Düsenstrahlverfahren und Verdichtungsinjektionen bautechnische Zustandserfassungen nach Abschnitt 1 Nr. 2 und Hebungskontrollen erforderlich werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben*

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 2 Grundbau**

## **Abschnitt 3 Wasserhaltung**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Örtliche Verhältnisse.....	3
2.2 Baugrund und Hydrogeologie .....	3
2.3 Wasserrechtsverfahren.....	3
2.4 Ausführungsplanung von Wasserhaltungen.....	4
2.5 Beweissicherung / Zustandserfassung ....	4
<b>3 Wasserhaltungsverfahren .....</b>	<b>4</b>
3.1 Allgemeines.....	4
3.2 Wasserhaltung mit Schwerkraft.....	4
3.2.1 Offene Wasserhaltung .....	4
3.2.2 Geschlossene Wasserhaltung mit Kleinbrunnen .....	4
3.2.3 Geschlossene Wasserhaltung mit Brunnen und Tauchpumpen .....	4
3.3 Wasserhaltung mit Vakuum .....	5
3.3.1 Vakuumflachbrunnen.....	5
3.3.2 Vakuumhorizontalbrunnen .....	5
3.3.3 Vakuumtiefbrunnen .....	5
3.4 Wasserhaltung zur Druckentlastung.....	5
<b>4 Einleitung von Wasser .....</b>	<b>5</b>
4.1 Allgemeines.....	5
4.2 Einleitung in Gewässer .....	5
4.3 Einleitung ins Grundwasser durch Versickerung .....	5
<b>5 Rückbau von Anlagen zur Wasserhaltung.....</b>	<b>5</b>

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 2 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054 sowie DIN EN 1997-2 und DIN 4020.

(3) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, in welche Geotechnische Kategorie die Wasserhaltung einzuordnen ist.*

(4) Die Wasserhaltung umfasst alle Maßnahmen für das vollständige und sichere Abhalten, Entspannen, Fassen und Ableiten sowohl des Grund- und Sickerwassers als auch des oberirdisch zufließenden Wassers, insbesondere alle Maßnahmen zum Trockenhalten der Baugrube, einschließlich der Wiedereinleitung in Gewässer oder ins Grundwasser durch Versickerung. Dazu gehören:

- die Ausführungsplanung,
- die Herstellung,
- der Betrieb und
- der Rückbau

der erforderlichen Anlagen.

(5) *Maßnahmen gegen Hochwasser sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(6) Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Angaben zur Wasserhaltung aus dem Geotechnischen Bericht gelten nur für den Ausschreibungsentwurf und nur für das dort genannte Wasserhaltungsverfahren sowie die dort genannten Reichweiten und Absenktiefen. Bei Änderungsvorschlägen oder Nebenangeboten ist vom Auftragnehmer die Gleichwertigkeit durch einen Sachverständigen für Geotechnik nachzuweisen. Erforderliche Änderungen des Wasserrechtsverfahrens sowie weitere erforderliche Genehmigungen sind Sache des Auftragnehmers.

(7) Die zur Wasserhaltung errichteten Anlagen dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers in und außer Betrieb gesetzt, entfernt oder in ihrem Bestand geändert werden.

(8) Der Sachverständige für Geotechnik muss nachweislich fachkundig und erfahren auf dem Gebiet der Bodenmechanik und des Grundbaus sein.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Für die Begriffsbestimmungen gilt das Merkblatt über Wasserhaltungen bei Baugruben.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Örtliche Verhältnisse

*Die örtlichen Verhältnisse, wie Topographie, Bebauung, denkmalgeschützte Bebauung u.a., sind im Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 besonders zu beachten, wenn Wasserverhältnisse erwartet oder erkundet werden, die für die Herstellung eines Bauwerkes einen dauerhaften oder temporären Eingriff in die Grundwasserverhältnisse erwarten lassen. Diese sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

### 2.2 Baugrund und Hydrogeologie

(1) *Die Ergebnisse der geotechnischen Erkundung sind in einem Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 mit speziellen Untersuchungen zur Wasserdurchlässigkeit des Bodens und zur Reichweite der Absenkung sowie Empfehlungen zur Ausführung der Wasserhaltung darzustellen. Diese werden vom Sachverständigen für Geotechnik ermittelt und mit der Leistungsbeschreibung zur Verfügung gestellt.*

(2) *Die Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse ist auf das gesamte Einflussgebiet der Wasserhaltung zu beziehen, insbesondere sind Vegetation, Wasseraustritte, Quellen, Wasserstandsganglinien von Gewässern und Grundwasser, vorhandene Wasserentnahmen (Trinkwassergewinnungsgebiete, Heilquellen, sonstige Brunnen) sowie Altlasten u.a., in die Erkundung und Bewertung einzu beziehen. Die Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse erfolgt durch den Sachverständigen für Geotechnik bzw. den Auftraggeber und ist in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(3) *Die Beschaffenheit des Grundwassers ist im Hinblick auf die für die Wasserhaltungsdauer erforderliche Funktionsfähigkeit der Wasserhaltungsanlage (z.B. Verhinderung von Versinterungen und Verockerungen) und im Hinblick auf die Einleitung (z.B. Verunreinigungen) zu untersuchen. Die Ergebnisse sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(4) Die Durchführung von weitergehenden geotechnischen Untersuchungen, insbesondere zur Wasserhaltung (Probeabsenkung, Laborversuche u.a.), die aufgrund des vom Auftragnehmer vorgesehenen oder gewählten Verfahrens erforderlich werden, ist vom Auftragnehmer zu tragen und vom Auftraggeber zu genehmigen.

### 2.3 Wasserrechtsverfahren

(1) *Das Wasserrechtsverfahren wird in der Regel vom Auftraggeber vor dem Ausschreibungsverfahren durchgeführt.*

(2) Die Auflagen der wasserrechtlichen Genehmigung, z.B. genehmigte Wasserentnahmen, Wassermengenmessung, Beweissicherung, Einsatz

von Beobachtungsmethoden, sind vom Auftragnehmer bei der Ausführungsplanung der Wasserhaltungen zu berücksichtigen.

## 2.4 Ausführungsplanung von Wasserhaltungen

(1) Die Planung von Wasserhaltungen ist von einem nachweislich Fachkundigen im Auftrag des Auftragnehmers durchzuführen.

(2) Die Ausführungsplanung von Versickerungsanlagen ist gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser vorzunehmen.

(3) Die Ausführungsplanung von Maßnahmen zur Wasserhaltung muss das gewählte Verfahren und alle Kenngrößen der Wasserhaltung, wie die zu entnehmenden Wassermengen, Reichweite der Absenkung, Absenkung des Druckniveaus einschließlich der Grundlagen zur Einleitung des Wassers nach Nr. 4, enthalten, die zur Durchführung der Beweissicherung und dem Einsatz von Geomesssystemen für die Durchführung einer Beobachtungsmethode benötigt werden.

(4) Die Ausführungsplanung ist rechtzeitig vor Beginn der Baumaßnahme dem Auftraggeber vorzulegen.

## 2.5 Beweissicherung / Zustandserfassung

(1) *Die Beweissicherung zum Einfluss der Wasserhaltung wird vom Auftraggeber bei Beauftragung und Umsetzung des Ausschreibungsentwurfes festgelegt, veranlasst und beauftragt.*

(2) Entstehen durch die gewählte Wasserhaltung des Auftragnehmers Veränderungen beim Aufwand für die Beweissicherung nach dem Ausschreibungsentwurf, sind daraus entstehende Mehraufwendungen vom Auftragnehmer zu tragen. Der Auftragnehmer hat in Abstimmung mit dem Auftraggeber die erweiterte Beweissicherung zu veranlassen. Die Ergebnisse der Beweissicherung sind dem Auftraggeber vorzulegen. Der Umfang der Beweissicherung umfasst den Einflussbereich der Grundwasserabsenkung und –einleitung sowie die beweisichernde Erfassung der Grundwasserstände innerhalb und außerhalb der Baugrube und deren fortlaufende Dokumentation.

(3) Der Einsatz von Geomesssystemen zur Beweissicherung, Dokumentation oder als Teil einer Beobachtungsmethode ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

## 3 Wasserhaltungsverfahren

### 3.1 Allgemeines

(1) Wasserhaltungsanlagen sind gegen Funktionsausfall zu schützen.

(2) *Falls erforderlich ist der Umfang eines Probebetriebes der Wasserhaltungsanlage in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

### 3.2 Wasserhaltung mit Schwerkraft

#### 3.2.1 Offene Wasserhaltung

(1) Pumpensümpfe, Sickergräben und Dräns sind außerhalb der Fundamentfläche anzuordnen.

(2) Die offene Wasserhaltung ist an allen Stellen des Wasserzutritts filterstabil zu betreiben.

#### 3.2.2 Geschlossene Wasserhaltung mit Kleinbrunnen

Die Wasserhaltung mit Kleinbrunnen (Wellpoints) ist nach den Kriterien der Nrn. 3.3.1 (1) und 3.3.1 (3) herzustellen und durchzuführen.

#### 3.2.3 Geschlossene Wasserhaltung mit Brunnen und Tauchpumpen

(1) Der Auftragnehmer hat nach Beendigung der Bohrarbeiten unter Auswertung der Bohrergebnisse sämtlicher Brunnen die Protokolle zu den erbohrten Schichten und Grundwasserständen einschließlich des Brunnenausbaus vorzulegen.

(2) Zusätzlich zur Einhaltung des Restsandgehaltes hat der Auftragnehmer nachzuweisen, dass das Brunnenwasser keine mit bloßem Auge erkennbare Trübung aufweist. Das Ergebnis ist in einem Protokoll festzuhalten.

(3) Zur Überprüfung der Gesamtfördermengen hat der Auftragnehmer geeichte oder kalibrierte Systeme zur Wassermengenerfassung zu verwenden. Die Erfassung ist kontinuierlich vorzunehmen und aufzuzeichnen.

(4) Es sind nur vollautomatisch gesteuerte Pumpen zugelassen. Sie müssen bei Wasserandrang eingeschaltet, nahezu dauernd voll beaufschlagt laufen und kurz vor Trockenlaufen abschalten. Die Messung der für die Wasserhaltung verbrauchten Energie muss über gesonderte Zähler erfolgen.

(5) Betriebsstörungen sind dem Auftraggeber unverzüglich mitzuteilen.

### 3.3 Wasserhaltung mit Vakuum

#### 3.3.1 Vakuumflachbrunnen

(1) Die Herstellung der Vakuumflachbrunnen und die Wahl des Einbringverfahrens, z.B. Einspülen, Einsetzen in Bohrlöcher, liegen in der Verantwortung des Auftragnehmers. Die Art der Einbringung ist dem Auftraggeber vor Beginn der Arbeiten mitzuteilen.

(2) Vom Auftragnehmer sind alle für die Funktionsfähigkeit der Vakuumanlage erforderlichen Leistungen, z.B. Abdichtung am Kopf und ggf. auch im Umfeld bei Vakuumverlusten, zu erbringen.

(3) Die Vakuumanlage ist so auszulegen und zu betreiben, dass jeder Brunnen einzeln abgeschaltet werden kann.

(4) Die Vakuumflachbrunnen sind filterstabil herzustellen.

#### 3.3.2 Vakuumhorizontalbrunnen

Es gelten die Festlegungen nach Nr. 3.3.1.

#### 3.3.3 Vakuumtiefbrunnen

Vom Auftragnehmer sind alle zur Herstellung und Funktionsfähigkeit der Vakuumanlage erforderlichen Leistungen zu erbringen. Hierzu gehören:

- die Abdichtung von Brunnenanlage und ggf. auch Umfeld gegen Luftinzug,
- die Abdichtung von Steigleitungen, Messeinrichtungen und Elektroinstallationen gegen Unterdruck und
- die Ausführung spezieller Leistungen für die Wirksamkeit in geschichteten Böden.

### 3.4 Wasserhaltung zur Druckentlastung

Ist eine Wasserhaltung zur Druckentlastung Bestandteil eines vom Auftragnehmer gewählten Verfahrens oder Nebenangebotes, ist vom Auftragnehmer nachzuweisen, dass durch eine Druckentlastung tiefer liegende Grundwässer nicht negativ beeinflusst werden und das Spannungsniveau für den Baugrund einschließlich der darin oder darauf gegründeten Bauteile verträglich ist.

## 4 Einleitung von Wasser

### 4.1 Allgemeines

Die Einleitung oder Versickerung von Wasser muss der wasserrechtlichen Genehmigung entsprechen.

### 4.2 Einleitung in Gewässer

*Die Vorbehandlung des einzuleitenden Wassers, z.B. Reinigung oder Sandfang, ist in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

### 4.3 Einleitung ins Grundwasser durch Versickerung

(1) Für Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen gilt das Arbeitsblatt DWA-A 138.

(2) Gefördertes Wasser ist soweit von der Baugrube entfernt zu versickern, dass ein Rückfluss (hydraulischer Kurzschluss) ausgeschlossen ist. Ist ein Rückfluss unvermeidbar, ist dieser bei der Bemessung der Versickerungsanlage zu berücksichtigen.

(3) (Die Versickerung muss schadlos für die Nachbarbebauung oder sonstige Anlagen sowie für die Ökologie erfolgen.

(4) Die Versickerung muss für die Dauer des Betriebes unter Berücksichtigung der chemischen und biologischen Beschaffenheit des Wassers ausreichend bemessen sein.

## 5 Rückbau von Anlagen zur Wasserhaltung

(1) Die Anlagen zur Wasserhaltung sind so zurück zu bauen, dass keine Veränderung der geotechnischen und hydrogeologischen Situation entsteht und dass kein Festigkeitsverlust des Baugrundes auftritt.

(2) Brunnen, Pumpensümpfe, Sickergräben und Dräns sind, soweit diese ausnahmsweise im Bereich des späteren Baukörpers liegen, nach Beendigung der Wasserhaltung hohlraumfrei und kraftschlüssig zu verfüllen.



# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 1 Beton**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite		
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>3</b>	9.1.1	Allgemeines.....9
<b>2 Planung und Konstruktion</b> .....	<b>3</b>	9.1.2	Bestimmung des Wassergehalts durch Mikrowellenverfahren.....9
2.1 Allgemeines.....	3	9.1.3	Bestimmung des Wassergehalts durch Darren .....9
2.2 Expositionsklassen .....	3	9.2	Prüfung des Wassereindringwiderstands..9
<b>3 Anforderungen an die Ausgangsstoffe</b> <b>4</b>		9.3	Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands...9
3.1 Gesteinskörnungen .....	4	9.4	Prüfung des baulichen Brandschutzes im Tunnelbau.....10
3.2 Zemente.....	4	9.4.1	Nachweis der Wirksamkeit der PP-Fasern .....10
3.3 Zugabewasser.....	4	9.4.2	Großmaßstäblicher Brandversuch.....10
3.4 Zusatzstoffe.....	4	9.4.3	Bestimmung des PP-Fasergehaltes im Frischbeton .....10
3.5 Zusatzmittel.....	4	9.4.4	Bestimmung des PP-Fasergehaltes im Festbeton.....10
3.6 Fasern.....	4		
<b>4 Anforderungen an die Betonzusammensetzung</b> .....	<b>5</b>		<b>Anhang A</b>
4.1 Verwendung und Verfügbarkeit von Betonausgangsstoffen.....	5		<b>Prüfverfahren zur Untersuchung der Wirksamkeit der Zugabe von Polypropylenfasern zur Steigerung des baulichen Brandschutzes</b> .....14
4.2 Verwendung von Gesteinskörnungen .....	5		
4.3 Verwendung von Zementen.....	5		
4.4 Verwendung von Zusatzstoffen.....	5		
4.5 Verwendung von Zusatzmitteln.....	5		
4.6 Verwendung von Fasern.....	6		
4.7 Betontemperatur.....	6		
4.8 Chloridgehalt .....	6		
<b>5 Anforderungen an den Frischbeton</b> .....	<b>6</b>		
<b>6 Anforderungen an den Festbeton</b> .....	<b>6</b>		
<b>7 Lieferung von Frischbeton</b> .....	<b>7</b>		
7.1 Angaben des Betonherstellers für den Verwender.....	7		
7.2 Lieferschein für Transportbeton .....	8		
7.3 Lieferschein für Beton von Fertigteilen .....	8		
7.4 Konsistenz und Frischbetontemperatur bei Lieferung .....	8		
<b>8 Produktionslenkung</b> .....	<b>8</b>		
8.1 Betonzusammensetzung und Erstprüfung	8		
8.2 Lagerung der Baustoffe .....	8		
8.3 Verfahren der Produktionslenkung.....	8		
<b>9 Prüfungen von Frisch- und Festbeton</b> ..	<b>9</b>		
9.1 Bestimmung des Wassergehalts von Frischbeton .....	9		

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 3 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gilt DIN-Fachbericht 100 „Beton“, in dem DIN EN 206-1 und die in DIN 1045-2 festgelegten Änderungen und Ergänzungen zusammengefasst sind.

(3) Bei Bezugnahme auf DIN 1045-1 in dem DIN-Fachbericht 100 „Beton“ ist stattdessen DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-2 anzuwenden.

(4) Für Beton für Fertigteile gelten DIN EN 1992-2 und DIN 1045-4.

## 2 Planung und Konstruktion

### 2.1 Allgemeines

(1) Beton nach Zusammensetzung bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(2) Für Sichtbeton ist Abschnitt 2 zu beachten.

(3) Für Bauteile, deren kleinste Abmessung mindestens 60 cm beträgt, ist die DASTb-Richtlinie „Massige Bauteile in Beton“ anzuwenden.

(4) Hochfester Beton und selbstverdichtender Beton dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers verwendet werden.

(5) Das Größtkorn der Gesteinskörnung ist unter Berücksichtigung der Betondeckung, der kleinsten Querschnittsabmessung, des kleinsten Abstandes der Bewehrungsstäbe, vorhandener Einbauteile, Fugenbänder und des Betonier- und Verdichtungsverfahrens (z. B. bei Tunneln) auszuwählen.

### 2.2 Expositionsklassen

(1) Alle Bauteile von Bauwerken sind nach Nr. 4.2 Absatz (2) der Feuchtigkeitsklasse WA zuzuordnen.

(2) Bauwerke, die im Sprühnebel- und Spritzwasserbereich von Verkehrsflächen (Straßen, Rad- und Gehwege) stehen, sind als tausalzbeansprucht anzusehen.

(3) Die Grenzwerte der Betonzusammensetzung ergeben sich aus den Expositionsklassen nach DIN-Fachbericht 100 „Beton“, sofern nachfolgend nicht abweichende Regelungen festgelegt sind.

(4) Für die Zuordnung von Bauteilen zu den Expositionsklassen mit Chlorideinwirkung mit/ohne Frosteinwirkung gelten die folgenden Festlegungen:

a) Brückenbauwerke, Stützkonstruktionen:

- Nicht vorwiegend horizontale Betonflächen im Spritzwasserbereich sind den Expositionsklassen XF2 und XD3 zuzuordnen. Es

müssen konstruktive Maßnahmen zum Ableiten von tausalzhaltigem Spritzwasser getroffen werden, wie zum Beispiel Gefälleausbildung etc.

- Betonflächen, die ausschließlich durch Sprühnebel beansprucht werden, wie z. B. Überbauten oder Pfeiler und Widerlager unterhalb von hohen Talbrücken, sind den Expositionsklassen XF2 und XD1 zuzuordnen.
- Vorwiegend horizontale und direkt mit tausalzhaltigem Wasser oder Schnee beaufschlagte Betonflächen, wie zum Beispiel Kappen, sind den Expositionsklassen XF4 und XD3 zuzuordnen.
- Gründungen sind der Expositionsklasse XD2 zuzuordnen.

b) Trogbauwerke:

- Trogsohlen, in denen die Fahrbahn auf einem Aufbau nach der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) verlegt wird, sind der Expositionsklasse XD2 zuzuordnen.
- Trogwände sind den Expositionsklassen XF2 und XD2 zuzuordnen.

c) Tunnelbauwerke:

- Tunnelsohlen sind der Expositionsklasse XD2 zuzuordnen, wenn sie als wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WUB-KO) ausgeführt werden.
- Tunnelinnenschalen von zweischalig ausgeführten Tunneln in geschlossener Bauweise sowie Tunnelwände und -decken von Tunneln in offener Bauweise, die nicht mit Wasserdruck beaufschlagt sind oder mit außenliegender Abdichtung ausgeführt werden, sind den Expositionsklassen XF2 und XD1 zuzuordnen.
- Tunnelwände von Tunneln in offener Bauweise, die als wasserundurchlässige Betonkonstruktion ausgeführt werden, sind den Expositionsklassen XF2 und XD2 zuzuordnen.
- Die Einfahrtbereiche von Tunneln in geschlossener Bauweise und in offener Bauweise sind den Expositionsklassen XF2 und XD2 zuzuordnen.

d) Becken:

- Alle Wände, Sohlen und Decken in Becken nach Teil 8 Abschnitt 4 sind den Expositionsklassen XC4, XD2, XF3 zuzuordnen. Die Einstufung in die Expositionsklasse XF3 ist auf die Erfahrung zurückzuführen, dass die in derartigen Bauwerken auftretende Frost-Taumiteleinwirkung gering ist.

Eine Einstufung in die Expositionsklasse XF 4 ist somit nicht notwendig. Sofern jedoch eine hohe Taumittelbeaufschlagung in Verbindung mit häufigen Frosttauwechseln zu erwarten ist (z. B. Gebirgslagen etc.) ist durch den Fachplaner eine Einstufung der Bauteile in die Expositionsklasse XF4 zu prüfen. Dies ist bereits bei der Planung festzulegen.

(5) In der Expositionsklasse XF2 darf der w/z-Wert 0,50 nicht überschreiten.

(6) Für Betone in den Expositionsklassen XF2, XF3, XD2 oder XA2 muss die Mindestdruckfestigkeitsklasse – sofern ohne Luftporenbildner – C30/37 betragen.

(7) Bei partiell freiliegenden Gründungsteilen muss die Frostbeanspruchung mit der Expositionsklasse XF2 berücksichtigt werden.

(8) Die Längen der Einfahrtbereiche von Tunneln sind im Einzelfall festzulegen.

(9) Soll der Frost-Tausalz-Widerstand eines Betons der Expositionsklasse XF4 überprüft werden, ist die Prüfung in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

### 3 Anforderungen an die Ausgangsstoffe

#### 3.1 Gesteinskörnungen

(1) Es dürfen nur Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und DIN EN 13055-1 verwendet werden.

(2) Der Anteil leichtgewichtiger organischer Verunreinigungen darf für die grobe Gesteinskörnung 0,05 M.-% und für die feine Gesteinskörnung 0,25 M.-% nicht überschreiten.

(3) Die Kornformkennzahl von groben Gesteinskörnungen muss für gebrochenes Korn mindestens der Kategorie Sl<sub>20</sub> entsprechen.

(4) Die Kornzusammensetzung der groben Gesteinskörnung muss enggestuft sein. Korngemische und natürlich zusammengesetzte (nicht aufbereitete) Gesteinskörnungen 0/8 dürfen nicht verwendet werden.

(5) Die Gesteinskörnung muss hinsichtlich des Frost-Tau-Widerstandes mindestens der Kategorie F<sub>2</sub> entsprechen.

(6) Der Nachweis des Frost-Tausalz-Widerstandes in der Expositionsklasse XF2 und XF4 gilt nur dann als erbracht, wenn bei der Prüfung gemäß DIN EN 1367-6 (Natriumchloridverfahren) der Masseverlust 8 M.-% nicht überschreitet.

(7) Grobe Gesteinskörnung, deren Masseverlust bei der Prüfung gemäß DIN EN 1367-6 8 M.-% überschreitet, kann in den Expositionsklassen XF2

und XF4 nur eingesetzt werden, wenn im Betonversuch nach DIN V 18004

- die Abwitterung 500 g/m<sup>2</sup> nicht überschreitet und
- die visuelle Prüfung der Prüfoberfläche keine Hinweise auf Verwitterung mehrerer Gesteinskörner gibt.

Die Festbetonprüfung kann mit dem Plattenverfahren oder dem CDF-Verfahren nach DIN CEN/TS 12390-9 an gesägten Flächen durchgeführt werden.

(8) Rezyklierte Gesteinskörnungen dürfen nicht verwendet werden.

#### 3.2 Zemente

(1) Es sind Zemente nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4, DIN EN 197-5, DIN 1164-10 oder DIN 1164-11 zu verwenden.

(2) Die Verwendung nicht genormter Zemente bedarf der Zustimmung des Auftraggebers. Dem Auftraggeber ist die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorzulegen.

#### 3.3 Zugabewasser

Wenn die Eignung des Zugabewassers nach DIN EN 1008 nachgewiesen werden muss, sind die Ergebnisse dem Auftraggeber vorzulegen.

#### 3.4 Zusatzstoffe

Die Verwendung nicht genormter Betonzusatzstoffe bedarf der Zustimmung des Auftraggebers. Dem Auftraggeber ist die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorzulegen.

#### 3.5 Zusatzmittel

Die Verwendung nicht genormter Zusatzmittel bedarf der Zustimmung des Auftraggebers. Dem Auftraggeber ist die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorzulegen.

#### 3.6 Fasern

Für den baulichen Brandschutz dürfen nur Polypropylenfasern gemäß DIN EN 14889-2 (Klasse I a, Monofilamente) mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) verwendet werden. Deren Eignung für den Brandschutz muss entweder durch entsprechende Prüfungen in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) oder in einem Brandversuch nach Nr. 9.4 nachgewiesen werden.

## 4 Anforderungen an die Betonzusammensetzung

### 4.1 Verwendung und Verfügbarkeit von Betonausgangsstoffen

(1) Bei der Betonherstellung sind nur die Ausgangsstoffe einzusetzen, die in der Erstprüfung verwendet wurden.

(2) Sollte die Verfügbarkeit einzelner Betonausgangsstoffe – zum Beispiel Flugasche – nicht über die gesamte Bauzeit sichergestellt werden können, so sind alternative Betonzusammensetzungen mit entsprechendem zeitlichem Vorlauf vorzuhalten und in der Ausführungsplanung zu berücksichtigen.

### 4.2 Verwendung von Gesteinskörnungen

(1) Die Gesteinskörnungen bis einschließlich 8 mm Größtkorn sind in mindestens zwei getrennten Korngruppen, Gesteinskörnungen größer als 8 mm Größtkorn in mindestens drei getrennten Korngruppen zuzugeben.

(2) Hinsichtlich der Eignung der Gesteinskörnung für die Feuchtigkeitsklasse WA ist die Stellungnahme des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Regelungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton“ zu beachten.

### 4.3 Verwendung von Zementen

(1) Die Verwendung von CEMII-M-Zementen nach DIN-Fachbericht 100 „Beton“, Tabelle F.3.2 Fußnote a bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(2) Für Beton zur Herstellung von Kappen dürfen Zemente CEM III nicht verwendet werden.

(3) CEM II-P darf nur verwendet werden, wenn der Hauptbestandteil Puzzolan Trass nach DIN 51043 ist.

### 4.4 Verwendung von Zusatzstoffen

(1) Werden Spanngliedverankerungen verwendet, bei denen der Spannstahl in direktem Kontakt zum Beton steht (z. B. Besen- und Fächerverankerungen), dürfen nur Betonzusatzstoffe nach DIN-Fachbericht 100 „Beton“, Abschnitt 5.2.5.1, verwendet werden.

(2) Insgesamt darf der Gehalt an Flugasche 60 M.-% bezogen auf den Zementgehalt nicht überschreiten.

(3) Die anrechenbare Flugaschemenge darf 80 kg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

(4) Für Gründungsbauteile, wie z. B. Bohrpfähle, darf einem Beton mit CEM III/B Flugasche zugegeben werden. Für weitere Anwendungsbereiche bedarf die Zugabe von Flugasche zu Beton mit CEM III/B der Zustimmung des Auftraggebers.

(5) In Beton für Kappen (Expositionsclassen XF4 und XD3) darf Flugasche nicht angerechnet werden.

(6) Die Anrechnung von Flugasche in der Expositionsklasse XF2 darf bei Betonen mit CEM I und CEM II/A-Zementen erfolgen. Die Anrechnung bei Verwendung anderer Zementarten bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(7) Die Anrechnung von Flugasche in der Expositionsklasse XF4 bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(8) Silikastaub darf dem Beton nur in Form einer homogenen Suspension zugegeben werden. Ausgenommen hiervon ist das Betontrockengemisch für Spritzbeton.

(9) Eine gleichzeitige Verwendung von Flugasche und Silikastaub bedarf der Zustimmung des Auftraggebers. Dies bezieht sich auch auf Flugasche und Silikastaub als Bestandteil des Zements.

### 4.5 Verwendung von Zusatzmitteln

(1) Aus einer Wirkungsgruppe darf jeweils nur ein Betonzusatzmittel verwendet werden.

(2) Betonzusatzmittel mit Wirkstoffgruppen Saccharose und Hydroxycarbonsäure dürfen nicht verwendet werden. Dies gilt auch für Mischprodukte, die diese Wirkstoffgruppe enthalten.

(3) Verzögerungszeiten über 12 h sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(4) Bei der Nachdosierung von Fließmittel darf der Beton nicht so weit angesteift sein, dass die zum Zeitpunkt vor der Erstdosierung an der Baustelle gemessene Ist-Konsistenz unterschritten wird. Auf der Baustelle ist dies durch Messung des Ausbreitmaßes vor der Nachdosierung sicherzustellen.

(5) Bei Verwendung von Luftporenbildern ist das Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen zu beachten. Für den Luftgehalt im Frischbeton unmittelbar vor dem Einbau in das Bauteil gilt Tabelle 3.1.1. Verluste von Luftporen während des Förderns, insbesondere bei Pumpförderung, sind durch entsprechende Vorhaltemaße bei der Betonherstellung zu berücksichtigen.

(6) Wasserabweisende Dichtungsmittel für WU-Betonkonstruktionen sind nicht zulässig.

Tabelle 3.1.1: Luftgehalt des Frischbetons

Größtkorn [mm]	Mittlerer Mindest-Luftgehalt <sup>1)</sup> in Vol.-% für Beton der Konsistenz	
	C1 ohne FM oder BV	F2 und F3 ≥ F4 <sup>3)</sup>
8	5,5	6,5 <sup>2)</sup>
16	4,5	5,5 <sup>2)</sup>
32	4,0	5,0 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Einzelwerte dürfen diese Anforderungen um höchstens 0,5 Vol.-% unterschreiten.

<sup>2)</sup> Wenn bei der Erstprüfung nachgewiesen wird, dass die Grenzwerte für die Luftporenkennwerte am Festbeton entsprechend Merkblatt eingehalten werden, gilt ein um 1% niedrigerer Mindestluftgehalt. Für diesen Nachweis darf der Luftgehalt des Frischbetons bei einem Größtkorn von 8 mm 6,0 Vol.-%, von 16 mm 5,0 Vol.-% und von 32 mm 4,5 Vol.-% nicht überschreiten.

<sup>3)</sup> Bei der Ausbreitmaßklasse F6 sind die Luftporenkennwerte am Festbeton entsprechend Merkblatt nachzuweisen.

#### 4.6 Verwendung von Fasern

(1) Zur Verbesserung des baulichen Brandschutzes der Konstruktion sind das aufgehende Tunnelgewölbe und ggf. vorzusehende Zwischendecken bzw. Wände und Decken bei offener Bauweise mit Polypropylen-Faserbeton (PP-Faserbeton) auszuführen.

(2) Betone mit 2,0 kg/m<sup>3</sup> PP-Fasern (Länge 6 mm, Durchmesser 0,016 mm bis 0,032 mm) im Frischbeton entsprechen PP-Faserbeton nach Teil 7 Tunnelbau.

(3) Die PP-Fasern müssen gleichmäßig verteilt im Beton vorliegen.

(4) Die PP-Fasern können herstellungsbedingt einen Wassergehalt aufweisen. Dies ist bei der Betonherstellung zu berücksichtigen.

(5) Bei der Herstellung der PP-Fasern ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten. Die gemäß DIN EN 14889-2 für das ACVP-System „1“ dargelegten Maßnahmen sind durchzuführen. Die Ergebnisse sind zu protokollieren und für eine Zeit von 5 Jahren aufzubewahren. Die Ergebnisse sind der Fremdüberwachung vorzulegen.

#### 4.7 Betontemperatur

(1) Die Frischbetontemperatur darf an der Einbaustelle 30 °C nicht überschreiten. Zur Sicherstellung dieser Anforderung sind durch den Auftragnehmer mit der Erstprüfung entsprechende Maßnahmen darzulegen.

(2) Bei Tunnelinnenschalen von zweischalig ausgeführten Tunneln in geschlossener Bauweise sowie Tunnelwänden und -decken von Tunneln in offener Bauweise darf die Frischbetontemperatur an

der Einbaustelle 25 °C nicht überschreiten, sofern nicht durch andere Nachweise belegt wird, dass eine höhere Frischbetontemperatur die angestrebte Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit nicht ungünstiger beeinflusst. Dies kann durch Temperatur- und Spannungsberechnungen auf Basis der tatsächlichen Bauteilgeometrie und Bauteilbedingungen oder durch Temperaturmessungen an vergleichbaren Bauteilen bzw. in der quasiadiabatischen Kalorimetrie nachgewiesen werden.

#### 4.8 Chloridgehalt

Der höchstzulässige Chloridgehalt im Beton ist durch die Einhaltung der Anforderungen an die Ausgangsstoffe nachzuweisen.

### 5 Anforderungen an den Frischbeton

(1) Verflüssigende Zusatzmittel dürfen nur Beton der Konsistenzklasse F2 oder steifer bzw. C2 oder steifer zugegeben werden.

(2) Betone der Konsistenzklasse F6 dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers verwendet werden.

(3) Sollte die an der Einbaustelle zu erwartende Frischbetontemperatur um mehr als ± 5 Grad Celsius von der Temperatur der Erstprüfung abweichen, so ist sicherzustellen, dass die geforderten Frischbetoneigenschaften eingehalten werden. Die entsprechenden Maßnahmen sind spätestens eine Woche vor Betonierbeginn darzulegen, ansonsten ist der Einbau nicht zulässig.

(4) Bei Verwendung von PP-Fasern ist die Bestimmung der Blutneigung mit dem Eimerverfahren gemäß dem Merkblatt „Besondere Eigenschaften zur Prüfung von Frischbeton“ des DBV durchzuführen. Als Abnahmekriterien für die Blutwassermenge gelten die Angaben in Tabelle 1 des Merkblatts.

(5) Bei Verwendung von PP-Fasern ist der Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton gemäß Nr. 9.4.3 bzw. 9.4.4 zu führen.

### 6 Anforderungen an den Festbeton

(1) Die Betondruckfestigkeit zur Ermittlung der Druckfestigkeitsklasse wird, falls Absatz (2) nicht zur Anwendung kommt, im Alter von 28 d bestimmt.

(2) Für Bauteile, deren kleinste Abmessung mindestens 0,60 m beträgt und bei denen Zwang und Eigenspannungen aus abfließender Hydratationswärme zu berücksichtigen sind, darf in Anlehnung an die DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse im Alter von 56 d geführt werden und in den Expositions-klassen XD2, XD3, XF2, XF3 oder XA2 – sofern

ohne Luftporen – die Mindestdruckfestigkeitsklasse C30/37 betragen, wenn die nachfolgenden Bedingungen erfüllt werden:

- Die Festigkeitsentwicklung  $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$  des Betons ist langsam oder sehr langsam ( $r < 0,30$ ).
- In Bauteilen der Expositionsklassen XF2 muss entweder CEM III/A oder CEM III/B oder einer der Zemente CEM I oder CEM II/A in Kombination mit Flugasche als Betonzusatzstoff verwendet werden, wobei der Mindestflugaschegehalt 20 M.-% von  $(z + f)$  beträgt. Dabei ist für die Anrechnung der Flugasche als Betonzusatzstoff Nr. 4.4 zu beachten. Der Mindestzementgehalt  $(z + f)$  muss  $300 \text{ kg/m}^3$  betragen.
- In Bauteilen ohne Frostangriff mit oder ohne Tausalz muss entweder CEM III/A, CEM III/B, CEM II/B-V oder ein anderer Zement in Kombination mit Flugasche als Betonzusatzstoff verwendet werden, wobei der Mindestflugaschegehalt 20 M.-% von  $(z + f)$  beträgt. Dabei ist für die Anrechnung der Flugasche als Betonzusatzstoff Nr. 4.4 zu beachten. Der Mindestzementgehalt  $(z + f)$  muss  $300 \text{ kg/m}^3$  betragen.
- Auf dem Lieferschein muss gesondert angegeben werden, dass die Druckfestigkeitsklasse im Alter von 56 d bestimmt wird.

(3) Für den Ortbeton von Fahrbahnplatten von Verbundbrücken (siehe Teil 4 Abschnitt 2) ist abweichend von DIN EN 1994-2 Beton der Festigkeitsklasse C 35/45 zu verwenden. Höhere Festigkeitsklassen sind nur zulässig, wenn diese in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit erforderlich sind. Die Verwendung von Betonen höherer Festigkeitsklassen als C 35/45 sowie die Verwendung von Leichtbetonen bedarf der Zustimmung des Auftraggebers. Es sind Betone mit langsamer Festigkeitsentwicklung  $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$  ( $r < 0,30$ ) unter folgenden Bedingungen zu verwenden:

- In Bauteilen der Expositionsklassen XF2 muss entweder CEM III/A oder einer der Zemente CEM I oder CEM II/A in Kombination mit Flugasche als Betonzusatzstoff verwendet werden, wobei der Mindestflugaschegehalt 20 M.-% von  $(z + f)$  beträgt. Dabei ist für die Anrechnung der Flugasche als Betonzusatzstoff Nr. 4.4 zu beachten. Der Mindestzementgehalt  $(z + f)$  muss  $300 \text{ kg/m}^3$  betragen.
- Der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse darf in diesem Fall im Alter von 56 d geführt werden. Dies muss dann auf dem Lieferschein gesondert angegeben werden.

(4) Für im Betonfertigteilwerk hergestellte Beton- oder Stahlbetonverbundfertigteile dürfen abweichend zu (3) auch Betone mit höheren Festigkeitsklassen bis C50/60 verwendet werden.

(5) Bei Tunnelinnenschalen nach Teil 7 Abschnitt 1 sind in der Erstprüfung zusätzlich folgende Nachweise notwendig:

- Die Druckfestigkeiten sind zum angestrebten Ausschalzeitpunkt, nach 12 h, 24 h, nach 3 d, 7 d und 28 d an jeweils drei Betonwürfeln nachzuweisen.
- Die Betondruckfestigkeit nach 12 h im Bauwerk darf höchstens  $3 \text{ N/mm}^2$  über der Mindestausschalzeitfestigkeit liegen. Für unterschiedliche Frischbeton- und Umgebungstemperaturen ist daher eine entsprechende Serie geeigneter Betonrezepturen bereitzustellen.
- Die Betondruckfestigkeit zum angestrebten Ausschalzeitpunkt ist mit der niedrigsten beim Betonieren vorkommenden Frischbetontemperatur zu ermitteln. Die Ausschalfristen und die für das Ausschalen erforderlichen Betondruckfestigkeiten sind durch statische Nachweise zu belegen und im Einvernehmen mit dem AG festzulegen.
- Bei Innenschalen als Beton für wasserundurchlässige Betonkonstruktionen (WUB-KO) ist die Spaltzugfestigkeit gemäß DIN EN 12390-6 an drei Probekörpern im Alter von 28 d nachzuweisen.

(6) Bei Konstruktionsbetonen nach Teil 7 Abschnitt 2 sind die Druckfestigkeiten zum angestrebten Ausschalzeitpunkt und nach 28 d an jeweils drei Betonprobewürfeln nachzuweisen.

(7) Für Tübbinge nach Teil 7 Abschnitt 3 ist für das Anheben aus der Schalung eine Mindestdruckfestigkeit von  $15 \text{ N/mm}^2$  einzuhalten.

## 7 Lieferung von Frischbeton

### 7.1 Angaben des Betonherstellers für den Verwender

(1) Der Auftragnehmer muss die Angaben nach dem DIN-Fachbericht 100 „Beton“, Abschnitt 7.2 a) bis g), beim Betonhersteller anfragen und mindestens zwei Wochen vor dem Betonierbeginn dem Auftraggeber vorlegen. Bei Betonen nach Teil 7 „Tunnelbau“ sind diese Angaben mindestens 6 Wochen vor Betonierbeginn dem Auftraggeber vorzulegen.

(2) Darüber hinaus muss in besonderen Fällen (z. B. Sichtbeton, LP-Beton) der Auftragnehmer beim Betonhersteller folgende Angaben einholen und dem Auftraggeber mindestens zwei Wochen vor Betonierbeginn, bei Betonen nach Teil 7 „Tunnelbau“ mindestens 6 Wochen vor Betonierbeginn, vorlegen:

- Einwaagen an Zement, Wasser, Zusatzmitteln, Zusatzstoffen und Gesteinskörnungen – ge-

samt und getrennt nach Fraktionen – je m<sup>3</sup> Beton aus der laufenden Produktionskontrolle oder der Erstprüfung sowie

- die zulässigen Variationen in der Betonzusammensetzung nach dem DIN-Fachbericht 100 „Beton“, Abschnitt 9.5.

(3) Über eine Änderung des Zementwerkes, der Herkunft (Gewinnungsstelle) der Gesteinskörnung, der Betonzusatzmittel und/oder der Betonzusatzstoffe ist der Auftraggeber mindestens 2 Wochen vor der geplanten Änderung schriftlich zu informieren, bei einer Änderung der PP-Faser mindestens 6 Wochen vor der geplanten Änderung. Änderungen, die eine neue Erstprüfung erfordern (zum Beispiel Wechsel der Zementart, der Festigkeitsklasse des Zements) sind vorher anzuzeigen und bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

*(4) Bei besonderen Baumaßnahmen können auch längere Fristen für die Vorlage festgelegt werden.*

## 7.2 Lieferschein für Transportbeton

(1) Der Lieferschein für Transportbeton muss die in Tabelle 3.1.2 aufgeführten Angaben unverschlüsselt und, soweit gefordert, automatisch ausgedruckt enthalten.

(2) Die Zeilen 1 bis 13 der Tabelle 3.1.2 enthalten allgemeine Angaben, die Zeilen 14 bis 24 Angaben aus der Erstprüfung oder Produktionskontrolle und die Zeilen 25 bis 33 Chargen-Einwaagen im Fahrzeug.

(3) Die Angaben in den Zeilen 25 bis 33 der Tabelle 3.1.2 dienen der Überprüfung

- der Vorgaben aus den Grenzwerten der Betonzusammensetzung (Soll-Ist-Vergleich) bzw.
- der Angaben gemäß Nr. 7.1 (2) sowie
- der Zugabe der Gesteinskörnung in 2 bzw. 3 Kornfraktionen.

## 7.3 Lieferschein für Beton von Fertigteilen

Den Fertigteilen ist ein Versandlieferschein beizufügen, der als Dokumentation über den verwendeten Beton die Angaben gemäß Tabelle 3.1.3 enthält.

## 7.4 Konsistenz und Frischbetontemperatur bei Lieferung

(1) Eine planmäßig vorgesehene nachträgliche Wasserzugabe ist nur bei Beton für Ortbetonpfähle erlaubt. Sie bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(2) Bei Übergabe des Betons muss die Frischbetonkonsistenz:

- bei Festlegung einer Konsistenzklasse innerhalb der Grenzen der Konsistenzklasse oder
- bei Festlegung eines Zielwertes der Konsistenz innerhalb der festgelegten Grenzen

liegen.

(3) Bei Übergabe des Betons muss die Frischbetontemperatur den Anforderungen der Nr. 4.7 entsprechen.

# 8 Produktionslenkung

## 8.1 Betonzusammensetzung und Erstprüfung

(1) Die Ergebnisse der Erstprüfung sind dem Auftraggeber spätestens 2 Wochen vor Betonierbeginn des entsprechenden Bauteils vorzulegen, bei Betonen nach Teil 7 „Tunnelbau“ 6 Wochen vor Betonierbeginn. Die Ergebnisse der Erstprüfung dürfen bei Betonierbeginn nicht älter als 3 Monate sein, sofern nicht eine stetige Herstellung nachgewiesen wird, die nicht länger als 3 Monate unterbrochen ist.

*(2) Bei besonderen Baumaßnahmen können auch längere Fristen für die Vorlage vereinbart werden.*

## 8.2 Lagerung der Baustoffe

Eine Verschmutzung der Gesteinskörnung ist zu verhindern. Der Boden der Boxen ist als feste Unterlage herzustellen.

## 8.3 Verfahren der Produktionslenkung

(1) Der Wassergehalt der feinen Gesteinskörnung (Größtkorn bis einschließlich 4 mm) ist kontinuierlich zu messen. Die ermittelten Wassermengen sind bei der Wasserzugabe und im Stoffraum entsprechend zu berücksichtigen.

(2) Die Konformität des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton gemäß Nr. 9.4.3 ist nachzuweisen. Die Bewertung der Konformität für den tatsächlichen PP-Fasergehalt ist für jede verwendete PP-Faserbetonsorte mindestens alle 200 m<sup>3</sup> PP-Faserbeton oder zweimal pro Produktionswoche durchzuführen. Dabei ist diejenige Anforderung, welche die größte Anzahl an Proben ergibt, maßgebend.

(3) Wenn der Konformitätsnachweis des PP-Fasergehaltes am Frischbeton durch den Hersteller nicht geführt werden kann, ist die Bestimmung des PP-Faserrückgewinnungsgrades am Festbeton an einem separat hergestellten Probekörper (Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm) gemäß DIN EN 12390-2 nach Nr. 9.4.4 durchzuführen.



## 9 Prüfungen von Frisch- und Festbeton

### 9.1 Bestimmung des Wassergehalts von Frischbeton

#### 9.1.1 Allgemeines

(1) Soll der Wassergehalt zur Bestimmung des w/z-Wertes am Frischbeton ermittelt werden, so sind die Verfahren nach 9.1.2 bzw. 9.1.3 anzuwenden.

(2) Die Zeit zwischen der Herstellung des Frischbetons und dem Prüfbeginn darf 1 h nicht überschreiten.

(3) Die Wasseraufnahme der Gesteinskörnung gemäß DIN EN 1097-6 (Kernfeuchte der Gesteinskörnung) ist durch eigene Untersuchungen des Betonherstellers oder durch ein gültiges Prüfzeugnis des Gesteinskörnungslieferanten nachzuweisen.

(4) Der zur Berechnung des w/z-Wertes maßgebende Wassergehalt (w) ist der Wassergehalt des Frischbetons inklusive der Kernfeuchte ( $w_{ges}$ ) abzüglich des Porenwassergehalts aus der Kernfeuchte der Gesteinskörnung ( $w_p$ ).

$$w = w_{ges} - w_p \quad \text{Gl. (1)}$$

mit

w maßgebender Wassergehalt zur Berechnung des w/z-Werts [kg/m<sup>3</sup>]

$w_{ges}$  Wassergehalt der Probe inklusive der Kernfeuchte [kg/m<sup>3</sup>]

$w_p$  Masse des Porenwassers der Gesteinskörnung des Frischbetons [kg/m<sup>3</sup>]

(5) Bei Verwendung von PP-Fasern ist Nr. 9.4.3 Absatz (2) zu beachten.

#### 9.1.2 Bestimmung des Wassergehalts durch Mikrowellenverfahren

(1) Die Bestimmung des Wassergehalts des Frischbetons mittels Mikrowellenverfahren ist nach dem DBV-Merkblatt „Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton“ durchzuführen.

(2) Nach Ablauf der Trocknungszeit ist die Massekonstanz zu prüfen. Dazu ist die Probe mit Probenteller zu wiegen und anschließend weitere 2 Minuten in der Mikrowelle zu trocknen. Die hierbei festgestellte Masse darf von der vorher bestimmten Masse um nicht mehr als 5 Gramm abweichen. Anderenfalls ist eine neuerliche Probe zu verwenden und mit entsprechend verlängerter Trocknungszeit zu prüfen.

#### 9.1.3 Bestimmung des Wassergehalts durch Darren

(1) Eine Probemenge ( $m_f$ ) von mindestens 5.000 g Frischbeton ist in das Darrgefäß (z. B. eine Edelstahlschüssel) auf 1 g genau einzuwiegen und unter ständigem Rühren über einem Brenner rasch und scharf zu trocknen, bis keine Klumpen mehr zu beobachten sind und kein Dampf mehr aufsteigt (Kontrolle mit Glasplatte). Die Wärme soll möglichst großflächig zugeführt werden, so dass die Probe nach spätestens 20 min trocken ist. Die trockene und abgekühlte Probe ( $m_{tr}$ ) ist auf 1 g genau zu wiegen. Der entstandene Masseverlust entspricht der Gesamtwassermenge der Probe.

(2) Es sind zwei Versuche durchzuführen. Unterscheiden sich die Ergebnisse beider Versuche um mehr als 20 g, ist ein dritter Versuch notwendig. Für die Beurteilung ist der arithmetische Mittelwert aus zwei bzw. drei Versuchen maßgebend.

(3) Der Wassergehalt inklusive der Kernfeuchte in kg/m<sup>3</sup> ( $w_{ges}$ ) wird gemäß Gleichung (1) ermittelt:

$$w_{ges} = \rho_b * \frac{(m_f - m_{tr})}{m_f} \quad \text{Gl. (2)}$$

mit

$w_{ges}$  Wassergehalt der Probe inklusive der Kernfeuchte [kg/m<sup>3</sup>]

$m_f$  Masse der eingewogenen Frischbetonprobe vor der Prüfung [g]

$m_{tr}$  Masse der getrockneten und abgekühlten Probe [g]

$\rho_b$  Frischbetonrohddichte [kg/m<sup>3</sup>]

(4) Die Kernfeuchte der Gesteinskörnung muss gemäß Nr. 9.1.1 Absatz (4) berücksichtigt werden.

### 9.2 Prüfung des Wassereindringwiderstands

Wenn der Wassereindringwiderstand von Beton geprüft werden soll, darf die Wassereindringtiefe höchstens 30 mm betragen. Der Wassereindringwiderstand ist nach DIN EN 12390-8 zu bestimmen.

### 9.3 Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands

(1) Die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Beton der Expositionsklasse XF4 ist mit dem CDF-Verfahren nach dem Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) im Betonalter von 28 d durchzuführen. Als Abnahmekriterium gilt nur die Abwitterung (Mittelwert der Prüfserie:  $\leq 1500 \text{ g/m}^2$  nach 28 Frost-Tau-

Wechseln und 95 %-Quantil  $\leq 1800 \text{ g/m}^2$  nach 28 Frost-Tau-Wechseln).

(2) Die Prüfung ist an gesondert hergestellten Standardprobekörpern nach BAW-Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ durchzuführen.

## 9.4 Prüfung des baulichen Brandschutzes im Tunnelbau

### 9.4.1 Nachweis der Wirksamkeit der PP-Fasern

(1) Der Nachweis der Wirksamkeit der PP-Fasern zur Verbesserung des Brandverhaltens kann – analog zur Vorgehensweise im Rahmen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) – anhand von kleinmaßstäblichen Brandversuchen gemäß dem in Anhang A beschriebenen Verfahren mit einer Zugabemenge von  $2 \text{ kg/m}^3$  Beton erfolgen. Abweichungen von diesem Verfahren bzw. von dieser Zugabemenge bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Die Durchführung und Beurteilung dieser Versuche hat an einer gemäß ZTV-ING Teil 1 Abschnitt 1, Tabelle A 1.1.1, Zeile 4-2b, anerkannten Prüfstelle zu erfolgen.

(2) Wird bei der Herstellung von PP-Faserbeton von der Menge und Geometrie der PP-Faser gemäß Nr. 4.6 Absatz (2) abgewichen, ist der Nachweis eines erhöhten Brandwiderstandes des PP-Faserbetons durch Brandversuche nach Nr. 9.4.2. an zwei Probekörpern zu führen.

### 9.4.2 Großmaßstäblicher Brandversuch

Die Wirksamkeit zur Verbesserung des Brand- und Abplatzverhaltens des zur Anwendung kommenden PP-Faserbetons ist durch einen Brandversuch an zwei statisch belasteten großmaßstäblichen Probekörpern gemäß Bild 3.1.1 (Sonderfall  $R \rightarrow \infty$  zulässig) und Bild 3.1.2 (i. d. R. darf auf die Rahmeneckenausbildung zugunsten eines ebenen Probekörpers verzichtet werden) unter Berücksichtigung der Temperatur-Zeit-Kurve nach Bild 7.1.4 in Teil 7 Abschnitt 1 nachzuweisen. Die Bewehrungsführung und die mechanische Beanspruchung der Brandprüfkörper sollen den Verhältnissen des späteren Bauwerks entsprechen und sind in Abstimmung mit dem AG festzulegen. Zu Beginn der Brandprüfung muss durch äußere Lasten der maßgebende Spannungszustand möglichst realitätsnah erzeugt werden. Die dazu notwendigen Kräfte sind während der Brandprüfung konstant zu halten. Vor der Brandprüfung muss der Probekörper in der Regel 90 d alt sein, davon mindestens 28 d trocken, frostfrei und ohne Wärmebehandlung gelagert werden. Die Versuchsdurchführung ist in Heft B73 Brand- und Abplatzverhalten von Faserbeton in Straßentunneln (Schriftenreihe der BAST) beschrieben.

### 9.4.3 Bestimmung des PP-Fasergehaltes im Frischbeton

(1) Die Prüfung des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton darf nur nach erfolgreicher Durchführung und Validierung (durch die Fremdüberwachung) des Validierungsversuches nach dem Anhang 4 der Richtlinie „Erhöhter baulicher Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke aus Beton“ der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (ÖBV) durchgeführt werden.

(2) Bei der Bestimmung des Wassergehaltes durch Darren ist der PP-Fasergehalt des PP-Faserbetons von dem in der Prüfung bestimmten Masseverlust abzuziehen.

(3) Der Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton ist gemäß der Anlage 4 der Richtlinie „Erhöhter baulicher Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke aus Beton“ ÖBV zu führen. Abweichend zu den Angaben in der Richtlinie darf der mittels des Faserauswaschversuches bestimmte PP-Fasergehalt für den kleinsten Einzelwert um bis zu 10 % und der Mittelwert um bis zu 5 % gegenüber dem Sollwert abweichen.

### 9.4.4 Bestimmung des PP-Fasergehaltes im Festbeton

(1) Der PP-Fasergehalt im Festbeton ist im Rahmen des großmaßstäblichen Verarbeitungsversuchs und ggf. bei Kontrollprüfungen zu bestimmen.

(2) Die Prüfung des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Festbeton darf nur durch eine für die Prüfung akkreditierten und unabhängigen Konformitätsbewertungsstelle (KBS) durchgeführt werden. Die Qualifizierung der KBS hat nach Teil 1 Abschnitt 1, Tabelle A 1.1.1, Zeile 4-2a, zu erfolgen. Die KBS muss den Validierungsversuch nach Anhang 5 der Richtlinie „Erhöhter baulicher Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke aus Beton“ der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (ÖBV) erfolgreich durchgeführt haben und entsprechend für dieses Verfahren akkreditiert sein.

(3) Der Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Festbeton ist gemäß der Anlage 5 der Richtlinie „Erhöhter baulicher Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke aus Beton“ ÖBV zu führen. Der Fasergehalt kann als nachgewiesen angesehen werden, wenn die Wiederfindungsrate der Fasern im Mittel an 3 Probekörpern  $\geq 65 \text{ M.-%}$  des Sollwerts beträgt, dabei darf kein Einzelwert unter  $60 \text{ M.-%}$  des Sollwerts liegen.

(4) Der PP-Faserrückgewinnungsgrad am Festbeton sollte frühestens sieben Tage nach der Herstellung der dafür vorgesehenen Probekörper erfolgen.

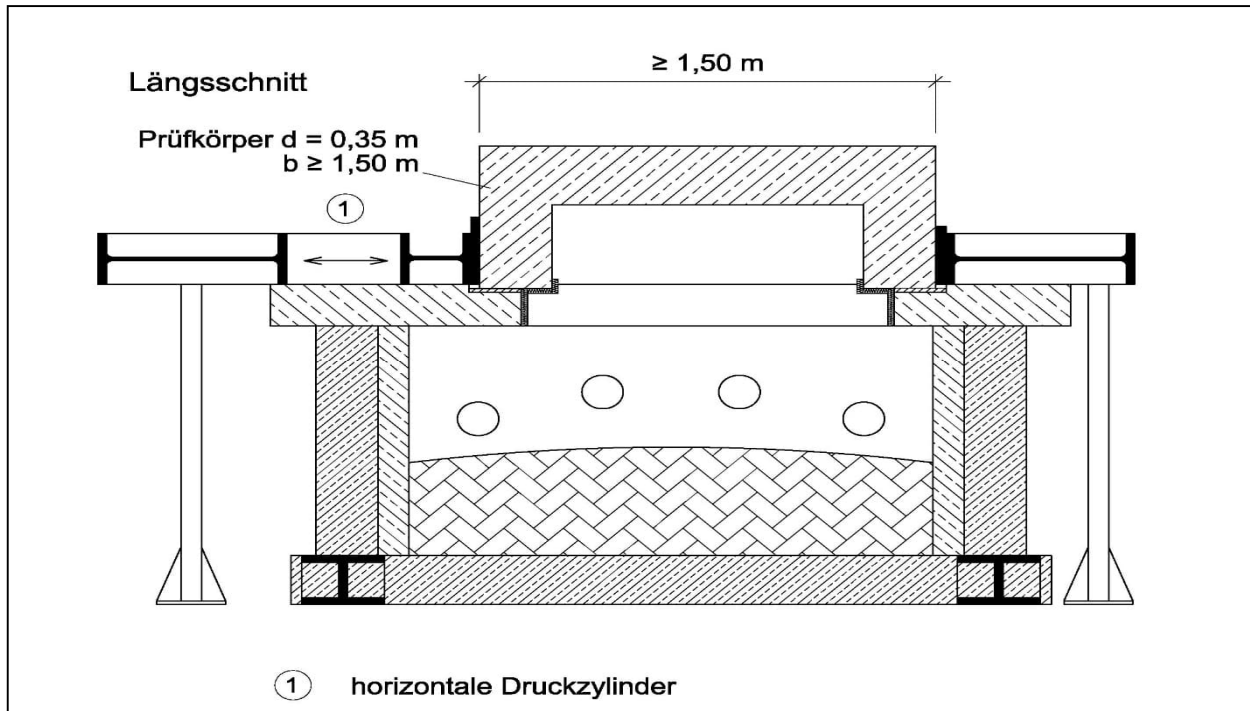


Bild 3.1.1: Schematischer Versuchsaufbau des Brandversuchs für geschlossene Bauweise

di

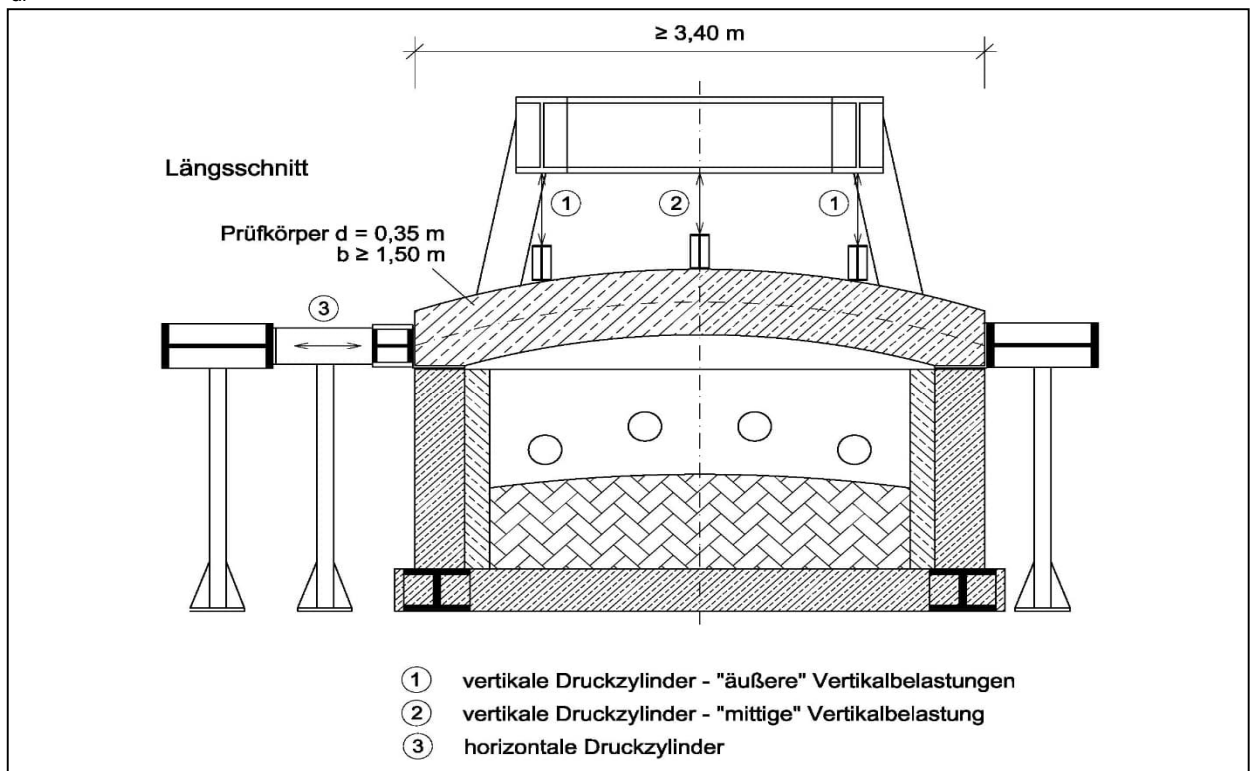


Bild 3.1.2: Schematischer Versuchsaufbau des Brandversuchs für die offene Bauweise

## ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 1 Beton

**Tabelle 3.1.2:** Angaben auf dem Lieferschein für Transportbeton

Lfd.Nr.	Angaben auf dem Lieferschein	Automatischer Ausdruck	Vordruck bzw. handschriftlicher Eintrag
1	Name, Anschrift und Telefonnummer des Transportbetonwerkes		x
2	Lieferscheinnummer	x	
3	Datum und Uhrzeit des Beladens	x	
4	Kennzeichnung des Lieferfahrzeuges		x
5	Name des Käufers		x
6	Bezeichnung und Ort der Baustelle		x
7	Einzelheiten oder Verweise auf die Festlegung, z. B. Codenummer, Bestellnummer	x	x
8	Bauaufsichtliches Übereinstimmungszeichen unter Angabe von DIN EN 206-1, DIN 1045-2 und ZTV-ING		x
9	Name und Zeichen der Zertifizierungsstelle		x
10	Uhrzeit des Eintreffens des Betons auf der Baustelle		x
11	Uhrzeit des Beginns des Entladens		x
12	Uhrzeit des Beendens des Entladens		x
13	Liefermenge in m <sup>3</sup>	x	
14	Betonfestigkeitsklasse und ggf. abweichendes Prüfalter (56 d)	x	
15	Expositionsklasse(n) und Feuchtigkeitsklasse	x	
16	Festigkeitsentwicklung	x	
17	Art der Verwendung des Betons (unbewehrter Beton, Stahlbeton, Spannbeton)	x	
18	Konsistenzklasse oder Zielwert der Konsistenz	x	
19	Herkunft, Art und Festigkeitsklasse des Zements	x	
20	Herkunft und Art der Zusatzmittel und Zusatzstoffe	x	x <sup>1)</sup>
21	Herkunft und Art der Fasern	x	
22	Zusätzliche Anforderungen, z. B. verlängerte Verarbeitungszeit	x	
23	Nennwert des Größtkorns der Gesteinskörnung	x	
24	Rohdichteklasse bei Leicht- oder Schwerbeton	x	
25	Eigenfeuchte der Gesteinskörnung je Kornfraktion in Prozent	x	
26	Ist-Einwaage je Kornfraktion	x	
27	Ist-Einwaage Zement	x	
28	Ist-Einwaage Zusatzstoff	x	
29	Ist-Einwaage Wasser (Zugabewasser + Eigenfeuchte)	x	
30	Ist-Einwaage Zusatzmittel	x	x <sup>1)</sup>
31	Ist-Einwaage Fasern	x	
32	Ist-Gesamtmenge der jeweiligen Einwaagen im Fahrzeug	x	
33	Soll-Gesamtmenge der jeweiligen Ausgangsstoffe im Fahrzeug	x	
34	Soll-Ist-Vergleich der Einwaagen für die Gesamtmenge Beton im Fahrzeug	x	

<sup>1)</sup> Bei Dosierung auf der Baustelle. Bei Fließbeton sind zusätzlich der Zeitpunkt der Fließmittelzugabe, die geschätzte Restmenge in der Mischtrommel vor der Zugabe und die Konsistenz vor Zugabe des Fließmittels anzugeben.

**Tabelle 3.1.3:** Angaben auf dem Lieferschein für Beton von Fertigteilen

Lfd. Nr.	Angaben auf dem Lieferschein
1	Name, Anschrift und Telefonnummer des Fertigteilwerkes
2	Name des Käufers
3	Bezeichnung und Ort der Baustelle
4	Einzelheiten oder Verweise auf die Festlegung, z. B. Codenummer, Bestellnummer
5	Bauaufsichtliches Übereinstimmungszeichen unter Angabe von DIN 1045-4 und ZTV-ING
6	Name und Zeichen der Zertifizierungsstelle
7	Positionsnummern, sofern erforderlich
8	Herstelldatum
9	Tag der Lieferung
10	Betonfestigkeitsklasse und ggf. abweichendes Prüfalter (56 d)
11	Expositionsklasse(n) und Feuchtigkeitsklasse
12	Herkunft, Art und Festigkeitsklasse des Zements
13	Herkunft, Art der Zusatzmittel und Zusatzstoffe
14	Zusätzliche Anforderung
15	Rohdichteklasse bei Leicht- oder Schwerbeton
16	Betonstahlsorte

## Anhang A

### Prüfverfahren zur Untersuchung der Wirksamkeit der Zugabe von Polypropylenfasern zur Steigerung des baulichen Brandschutzes

#### A 1 Allgemeines

(1) Polypropylenfasern (PP-Fasern) zur Zugabe zum Beton sind in der Norm DIN EN 14889-2 geregelt. Diese Norm umfasst Anforderungen an die geometrischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften der Fasern. Die Wirksamkeit von PP-Fasern zur Steigerung des baulichen Brandschutzes von Beton ist keine unmittelbare Materialeigenschaft der Fasern, sondern resultiert aus der Wechselwirkung der Fasern mit dem Beton bei einer Brandbeanspruchung.

(2) PP-Fasern können für den Anwendungsbereich "Verbesserung des Brandverhaltens" allgemein bauaufsichtlich zugelassen werden. Alternativ kann die Wirksamkeit eines PP-Faserprodukts zur Steigerung des baulichen Brandschutzes von Beton durch die in diesem Anhang beschriebenen Untersuchungen an PP-Faserbeton nachgewiesen werden.

(3) Zum Nachweis des Anwendungsbereiches "Verbesserung des Brandverhaltens" werden Probekörper mit und ohne Fasern einer Prüfung des Feuerwiderstands unterzogen. Dabei werden die Probekörper einer zeitlich veränderlichen Brandlast ausgesetzt. Die dabei auftretenden Abplatzungen der Probekörper werden bestimmt.

#### A 2 Betonzusammensetzung

(1) Die Prüfung ist an den in Absatz (2) und (3) aufgeführten Betonzusammensetzungen durchzuführen. Abweichende Betonzusammensetzungen sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(2) Referenzmischung ohne Fasern: 450 kg/m<sup>3</sup> Portlandzement CEM I 42,5 R gemäß DIN EN 197-1, w/z-Wert 0,37, quarzitischer Rheinkies nach DIN EN 12620 mit einer Kornzusammensetzung A 16 / B 16 nach DIN 1045-2, Bild L.2

(3) Prüfmischung mit PP-Fasern: 450 kg/m<sup>3</sup> Portlandzement CEM I 42,5 R gemäß DIN EN 197-1, w/z-Wert 0,37, quarzitischer Rheinkies nach DIN EN 12620 mit einer Kornzusammensetzung A 16 / B 16 nach DIN 1045-2, Bild L.2, PP-Fasern mit 2 kg/m<sup>3</sup> Zugabemenge des zu prüfenden PP-Fasertyps. Abweichende Fasergehalte sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

#### A 3 Probekörper für die Brandprüfung

(1) Das Herstellen und Verdichten der jeweiligen Betonmischung sowie die Herstellung der Probekörper muss nach DIN EN 12390-2 erfolgen. Jeder Probekörper mit Fasern soll in einem separaten Mischvorgang hergestellt werden. Es werden je Beton drei Probekörper mit Mindestabmessungen von 85 cm x 70 cm x 30 cm hergestellt. Abweichende Probekörpergeometrien sind mit dem Auftraggeber abzustimmen. In die Probekörper sind 4 cm und 15 cm von der zu prüfenden (beflammten) Fläche und mittig Thermolemente einzubauen.

(2) Die Probekörper sind bis zum Ausschalen bei 20° C Raumtemperatur und  $\geq 95$  % relativer Luftfeuchte zu lagern. Nach 24 Stunden ist der Probekörper auszuschalen. Anschließend wird der Probekörper bis zum Probekörperalter von 7 Tagen unter Wasser bei 20° C Wassertemperatur gelagert. Darauf folgend wird der Probekörper bis zum Probekörperalter von 56 Tagen bei 20° C Raumtemperatur und 65 % relativer Luftfeuchtigkeit (Normalklima nach DIN 50014) gelagert. Abweichende Lagerungsbedingungen sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(3) Zusätzlich sind 3 Würfel für den Nachweis der Festigkeitsklasse herzustellen, gemäß DIN EN 12390-2 bzw. 12390-3 normgemäß zu lagern und im Alter von 28 Tagen zu prüfen.

#### A 4 Prüfung des Verhaltens bei Brandbeanspruchung

(1) Die Prüfung erfolgt an Probekörpern mit einer Temperaturbeanspruchung nach der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) gemäß DIN 4102-2. In Absprache mit dem Auftraggeber kann auch eine andere Temperaturkurve zugrunde gelegt werden (z. B. gem. Teil 7 Abschnitt 1, Bild 7.1.4). Die Probekörper werden an der Unterseite (beflammte Fläche: 70 cm x 70 cm) der Brandbelastung ausgesetzt. Der Brandversuch dauert 120 Minuten. Nach dem Versuch ist der Probekörper sofort abzuheben.

(2) Die Prüfung erfolgt an drei Probekörpern mit den zu prüfenden PP-Fasern und an drei Probekörpern ohne PP-Fasern.

(3) Es sind folgende Parameter festzustellen und in einem Prüfbericht zu dokumentieren:

- visuelle und akustische Beschreibung des Versuchs,
- Masse der Probekörper vor und nach dem Versuch,
- Masse des abgeplatzten Materials nach Versuche,

- Bestimmung der durchschnittlichen und maximalen Abplatztiefe unmittelbar nach dem Versuch und einen Tag nach dem Versuch nach Entfernung des losen Materials; hierzu ist die Abplatztiefe über die beflamnte Fläche rasterförmig (Rasterabstand 20 mm x 20 mm) zu erfassen,
- Temperaturverläufe im Heizraum (Messintervall 5 s)

Temperaturverläufe im Probekörper in 4 cm und 15 cm Tiefe der Brand zugewandten Seite und an der Oberfläche der Brand abgewandten Seite (Messintervall 5 s).

## A 5 Prüfbericht

Über die Ergebnisse ist durch die Prüfstelle ein Bericht vorzulegen, in dem die in Nr. A.4 Absatz (3) genannten Kennwerte für den Beton ohne und mit PP-Faserzugabe wiedergegeben werden. Weiterhin sind die Prüfergebnisse photographisch zu dokumentieren. Die Prüfergebnisse sind durch die Prüfstelle im Prüfbericht hinsichtlich der Wirksamkeit der untersuchten Polypropylenfasern zur Steigerung des baulichen Brandschutzes zu bewerten.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 2 Bauausführung**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

---



Inhalt	Seite	Seite	
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>	6.6.1 Allgemeines .....	9
<b>2 Bauliche Durchbildung.....</b>	<b>3</b>	6.6.2 Einpressarbeiten .....	9
2.1 Mindestabmessungen für Bauteildicken...	3	<b>7 Betonieren.....</b>	<b>10</b>
2.2 Öffnungen und Hohlräume.....	3	7.1 Arbeiten vor dem Betonieren.....	10
<b>3 Ausführungsmanagement, Dokumentation und Bauleitung .....</b>	<b>3</b>	7.2 Lieferung, Annahme und Transport von Beton .....	10
3.1 Überwachungsklasse.....	3	7.3 Einbringen und Verdichten .....	10
3.2 Bautechnische Unterlagen.....	3	7.4 Sichtflächen und Oberflächenbearbeitung.....	10
<b>4 Traggerüste und Schalungen.....</b>	<b>3</b>	7.5 Nachbehandlung und Schutz .....	11
4.1 Grundsätzliche Anforderungen .....	3	7.5.1 Allgemeines .....	11
4.2 Baustoffe.....	3	7.5.2 Nachbehandlungsdauer .....	11
4.3 Trennmittel .....	5	7.5.3 Nachbehandlungsmittel.....	11
4.4 Bemessung und Montage von Traggerüsten.....	5	7.6 Anti-Graffiti-Systeme.....	11
4.5 Bemessung und Einbau von Schalungen.	5	<b>8 Maßtoleranzen.....</b>	<b>11</b>
4.5.1 Allgemeine Anforderungen .....	5	8.1 Maßabweichungen für die Tragsicherheit.....	11
4.5.2 Schalung für sichtbar bleibende Betonflächen .....	5	8.2 Maßabweichungen für die Betondeckung.....	11
4.5.3 Schalung für erdberührte oder nicht sichtbar bleibende Betonflächen .....	6	<b>9 Überwachung .....</b>	<b>12</b>
4.6 Schalungseinbauteile und eingebettete Bauteile .....	6	9.1 Überwachung des Vorspannens .....	12
4.7 Entfernen von Traggerüst und Schalung..	6	9.2 Überwachung des Betonierens .....	12
<b>5 Bewehren .....</b>	<b>6</b>		
5.1 Allgemeine Anforderungen .....	6		
5.2 Biegen der Bewehrung .....	6		
5.3 Schweißen von Betonstahl .....	6		
5.4 Bewehrungsstöße.....	6		
5.5 Einbau der Bewehrung .....	6		
<b>6 Vorspannen .....</b>	<b>7</b>		
6.1 Allgemeines.....	7		
6.2 Spanngliedunterstützungen .....	7		
6.3 Herstellen der Spannglieder.....	7		
6.4 Einbau der Spannglieder .....	7		
6.5 Vorspannen der Spannglieder .....	8		
6.5.1 Allgemeines.....	8		
6.5.2 Spannglieder mit nachträglichem Verbund .....	8		
6.6 Korrosionsschutz.....	9		

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 3 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gilt DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045 3.

(3) Bei Bezugnahme in DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 auf DIN EN 1992-1-1 sind ergänzend DIN EN 1992-2 bzw. DIN EN 1994-2 anzuwenden.

(4) Für Fertigteile gilt DIN EN 1992-2.

*(5) Die folgenden Regelungen dienen auch der Qualitätssicherung der Bauausführung. Ein besonderer Qualitätssicherungsplan für die Verarbeitung von Beton ist im Regelfall nicht erforderlich. In besonderen Fällen, z.B. für die Verarbeitung von besonders schwieriger Bauwerke, kann es jedoch sinnvoll sein, einen Qualitätssicherungsplan zu fordern. Der Qualitätssicherungsplan ist dann in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

## 2 Bauliche Durchbildung

### 2.1 Mindestabmessungen für Bauteildicken

Die Mindestabmessungen für Bauteildicken sind in Tabelle 3.2.1 angegeben.

### 2.2 Öffnungen und Hohlräume

(1) Der Bauablauf ist so zu planen, dass Öffnungen, die ein nachträgliches Zubetonieren erfordern, vermieden werden. Unvermeidbare Öffnungen und deren nachträgliches Schließen sind in den Ausführungsunterlagen im Detail darzustellen.

(2) Hohlräume müssen zugänglich und sollen begehbar sein.

(3) Verdrängungskörper sind nicht zugelassen.

## 3 Ausführungsmanagement, Dokumentation und Bauleitung

### 3.1 Überwachungsklasse

(1) Es gilt aufgrund der in der DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, Anhang NA, Tabelle NA.1 getroffenen Zuordnung über die Überwachung der Ausführung die Überwachungsklasse 2.

*(2) Für in der Ausführung besonders schwieriger Bauwerke (z.B. große Talbrücken im Taktschiebeverfahren) kann es jedoch auch bei niedrigeren Festigkeiten als C55/67 erforderlich werden, einen erhöhten Überwachungsaufwand nach Überwachungsklasse 3 zu fordern. Diese Forderung ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

## 3.2 Bautechnische Unterlagen

(1) Für den Umfang der bautechnischen Unterlagen, gilt Teil 1 Abschnitt 2 und DIN EN 1992-2.

(2) Das vorgesehene Bauverfahren und mögliche Auswirkungen auf den Bauablaufplan sind anzugeben.

(3) Je ein Abdruck der Zulassungsbescheide für Spannstahl und Spannverfahren sind der örtlichen Bauüberwachung des Auftraggebers unaufgefordert vor Beginn der Arbeiten auszuhändigen. Je eine weitere Ausfertigung ist dem Standsicherheitsnachweis bei der Vorlage zur Prüfung beizufügen.

(4) Auf den Bewehrungszeichnungen ist die Feuchtigkeitsklasse anzugeben. Nach Abschnitt 1, Nr. 3.1 (3) sind alle Bauwerke im Bereich der Bundesfernstraßen der Feuchtigkeitsklasse WA zuzuordnen.

## 4 Traggerüste und Schalungen

### 4.1 Grundsätzliche Anforderungen

(1) Für Traggerüste gilt Teil 5 Abschnitt 1.

(2) Schalungen und Gerüste müssen so steif sein, dass die zulässigen Maßabweichungen des Bauwerks eingehalten werden.

### 4.2 Baustoffe

(1) Es werden Schalung und Schalhaut aus Holz, Stahl sowie aus Tafeln, die ggf. mit Kunststoff beschichtet sind, zugelassen. Die Verwendung von Schalung aus anderem Material (z.B. Hartfaserplatten, Wellblechtafeln, Streckmetall, Stahlbetonplatten) ist nicht erlaubt.

Für Sichtbeton ist saugende oder schwach saugende Schalhaut gemäß DBV / VDB-Merkblatt Sichtbeton zu verwenden.

Tabelle 3.2.1 Mindestabmessungen für Bauteildicken

Unterbauten	Sauberkeitsschicht (Unterbeton)	10 cm	
	Kammerwände an der Einspannstelle	30 cm	
	Wände und Rippen:		
	- Wandhöhen $\leq 1,50$ m	unten und oben 30 cm	
	- Wandhöhen $\geq 4,00$ m	unten 50 cm, oben 30 cm	
	Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren		
	Hohlpfeilerwände	außen 30 cm, innen 20 cm	
	Aussteifende horizontale Scheiben und Platten	15 cm	
Überbauten, nicht erdberührt	Fahrbahnplatten und Platten über Fertigteilen (Dies gilt auch für die Ortbetonergänzungen über Fertigteilplatten bei Stahlverbundbrücken.)	20 cm	
	Fertigteilplatten für Ortbetonergänzungen	10 cm	
	Kragplatten am Außenrand	25 cm	
	Untere Platten von Hohlkästen und Plattenbalken, schlaff bewehrt	18 cm	
	Untere Platten von Hohlkästen und Plattenbalken mit Spannglieder	25 cm	
	Flansche von Trägern	15 cm	
	Obergurtflansche von Fertigteilen im Verbund mit Ortbetonplatte:		
	- Im Bauzustand am Rand	10 cm	
	- im Bauzustand am Anschnitt	12 cm	
	Untergurtflansche von Fertigteilen am Außenrand	20 cm	
	Stege bei Hohlkästen und Plattenbalken *):		
- Konstruktionshöhe $\leq 1,00$ m	30 cm		
- Konstruktionshöhe $\geq 4,00$ m	50 cm		
Überbauten nicht erdberührt, extern vorgespannt	Stege bei:	Hohlkästen*)	Plattenbalken *)
	- Konstruktionshöhe $\leq 1,00$ m	30 cm	30 cm
	- Konstruktionshöhe $\geq 4,00$ m	40 cm	50 cm
Überbauten, erdberührt	Rahmen, Gewölbe, Überbauten mit Überschüttung:		
	- Ortbeton, Fertigteile	30 cm	
	- werkmäßig hergestellte Fertigteile	25 cm	
	- werkmäßig hergestellte Fertigteile für Durchlässe mit lichten Weiten $< 2,00$ m	20 cm	
Stützwände	Wandhöhen über Fundament *):		
	- $< 1,50$ m bei Einwirken von Verkehrslasten nach DIN EN 1991-2 bzw. Ril 804 oder bei ansteigendem Gelände	unten und oben 30 cm	
	- $\geq 1,50$ m	unten und oben 30 cm	
	- $\geq 4,00$ m	unten 50 cm, oben 30 cm	
*) Bei werkmäßig hergestellten Fertigteilen kann die Bauteildicke um 5 cm verringert werden. Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.			

### 4.3 Trennmittel

(1) Es dürfen nur bewährte Trennmittel (Schalungssole usw.) verwendet werden, die keine Flecken am Beton hinterlassen. Sie dürfen sich auch nicht nachteilig auf nachfolgend vorgesehene Oberflächenschutzsysteme auf Beton oder Stahl auswirken.

(2) Damit Bewehrungsstähle und Spannglieder nicht verunreinigt werden, ist Holzschalung mit einem Trennmittel so rechtzeitig zu behandeln, dass dieses bis zum Verlegen der Bewehrung in das Holz eingedrungen ist.

### 4.4 Bemessung und Montage von Traggerüsten

(1) Lager der Gerüste sind von sachkundigem Personal in Übereinstimmung mit den Zeichnungen und Festlegungen einzubauen. Bei der Bemessung des Gerüsts müssen auch durch Vorspannung bewirkte Verformungen und Verschiebungen berücksichtigt werden.

(2) Für etwaige erforderliche Schalungsüberhöhungen gelten die Angaben des Tragwerkplaners für Bauwerk und Gerüst.

### 4.5 Bemessung und Einbau von Schalungen

#### 4.5.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Die Anordnung der Schalungen muss den ordnungsgemäßen Einbau von Bewehrung und Spanngliedern sowie das ordnungsgemäße Verdichten des Betons ermöglichen.

(2) Betonberührte Flächen müssen sauber sein. Falls erforderlich sind Reinigungsöffnungen vorzusehen.

(3) Die Schalung muss so beschaffen sein, dass der Beton beim Ausschalen weder erschüttert noch beschädigt wird.

(4) Betonkanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

(5) Eine Verankerung der Schalung mit Rödeldraht ist nicht zugelassen. Schalungsanker, die durchgehende Hohlräume hinterlassen, dürfen bei drückendem Wasser nicht verwendet werden. Verankerungslöcher sind sorgfältig mit Feinbeton im passenden Farbton sauber begrenzt oder mit vertieft eingeklebten zementgebundenen Stopfen wasserundurchlässig zu schließen. Die vorgesehene Ausführung ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(6) Verbleibende Ankerteile müssen mindestens 4 cm unter der Betonoberfläche in kegelförmigen Aussparungen enden. Abstandhalter aus Holz sind nicht zugelassen.

(7) Vor dem Betonieren sind die Schalung und ihre Verankerung vom Auftragnehmer auf ihre Funktionsfähigkeit zu kontrollieren. Während des Betonierens sind sie ständig zu beobachten, damit bei einem etwaigen Nachgeben sofort Gegenmaßnahmen getroffen werden können.

#### 4.5.2 Schalung für sichtbar bleibende Betonflächen

(1) Bei besonderen Anforderungen an die Gestaltung ist die Anordnung und Ausbildung der Schalung an Sichtflächen (z.B. Richtung der Schalbretter, Stöße, Stoßdichtungen, Schalungsklappen und -öffnungen) schematisch darzustellen. Die Erstellung des Planes ist in diesen Fällen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Die Schalung ist bis 30 cm unter Geländeoberfläche herzustellen.

(3) Der Versatz der Stöße von Schalungselementen darf 5 mm nicht überschreiten. Die Höhe der verbleibenden Grate in der Betonoberfläche darf 5 mm nicht überschreiten.

(4) An sichtbar bleibenden Betonoberflächen sind Anker nach einem regelmäßigen Raster anzuordnen. Ihre Anzahl ist durch geeignete Ausbildung der Schalung möglichst zu beschränken.

(5) Nicht mit Kunststoff beschichtete neue Holzschalung für Sichtflächen ist vor dem ersten Gebrauch mit Zementschlämme deckend zu behandeln, zu reinigen und mindestens zweimal mit Trennmittel zu streichen oder zu spritzen.

(6) Beim Einsatz von Innenrüttlern darf die Schalhaut nicht beschädigt werden. Die Schraub- bzw. Nagelbereiche sind so auszuführen, dass ein Aufquellen der Schalhaut verhindert wird.

(7) Verleimtes Holz ist bei Brettschalung nicht zugelassen.

(8) Bei einer Brettschalung sind scharfkantige, unbeschädigte, mindestens 8 cm und höchstens 12 cm breite Bretter zu verwenden. Ungehobelte Bretter müssen mindestens 24 mm, gehobelte mindestens 22 mm dick sein. Rundungen sind mit Riemen zu schalen. Brettstöße sind gegeneinander zu versetzen.

(9) Tafelschalung muss in dem Raster ihrer Stöße der Bauwerksform angepasst und ggf. auch in der Neigung nachgeschnitten werden. Ergänzungen der Schalung durch Brettstreifen oder Zwickel sind an Sichtflächen nicht zulässig. Als Schaltafeln dürfen nur gleichartige steife Platten, als Sichtbetonvorsatzschalung nur gleichartige dünne Platten als Auflage auf einer steifen Unterschalung verwendet werden.

(10) In Gesimsen sind Verankerungslöcher nicht zugelassen. Für Gesimsflächen ist Schalung ohne Längsfugen zu verwenden.

(11) Sollen Brüstungen ( $h \geq 25 \text{ cm}$  über Oberkante Kappe) ohne Verankerungslöcher ausgeführt werden, so ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

#### 4.5.3 Schalung für erdberührte oder nicht sichtbar bleibende Betonflächen

(1) Später hinterfüllte oder nachträglich verblendete Flächen und Innenflächen dürfen mit ungebohrten Brettern oder Schaltafeln hergestellt werden.

(2) Die Schalung ist restlos zu entfernen. Das gilt auch für Schalungen in Hohlräumen und für Schalungen aus Hartschaumstoff oder ähnlichem Material zwischen Überbauende und Kammerwand oder Schürzen.

#### 4.6 Schalungseinbauteile und eingebettete Bauteile

(1) Einbauteile müssen frei von schädlichen Verunreinigungen sein.

(2) Die Verwendung von Einbauteilen aus Leichtmetall (z. B. Aluminium) ist nicht zulässig.

#### 4.7 Entfernen von Traggerüst und Schalung

(1) Zur Festlegung des Zeitpunkts für das Entfernen von Traggerüst und Schalung kann eine Erhärtungs- oder Reifegradprüfung sinnvoll sein. Die Ergebnisse der Erhärtungs- oder Reifegradprüfung sind dem Auftraggeber fortlaufend zu übergeben.

(2) Schalung mit einspringenden Flächen ist sobald wie möglich zu entfernen, wobei die Festigkeit des Betons zu berücksichtigen ist.

### 5 Bewehren

#### 5.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Montagebewehrung darf nicht auf die statische Bewehrung angerechnet werden.

(2) Kosten für Überlängen, Muffenstöße und Schweißungen werden nicht gesondert vergütet.

(3) Beton- und Spannstahl müssen die Anforderungen von DIN EN 1992-2 erfüllen oder über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für diese Anwendung verfügen. Die Betonstähle sind in den Betonstahlverzeichnissen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aufgeführt.

(4) Für Betonstahl in Ringen gelten DIN 488-3, DIN 488-6 und DIN 488-1.

#### 5.2 Biegen der Bewehrung

(1) Die Mindestwerte der Biegerollendurchmesser nach DIN EN 1992-2 sind zu beachten.

(2) Das Biegen ist so durchzuführen, dass sich ein konstanter Krümmungshalbmesser ergibt.

#### 5.3 Schweißen von Betonstahl

(1) Es gilt DIN EN ISO 17660-1.

(2) Geschweißte Stöße dürfen nur mit dem Nennquerschnitt des kleineren gestoßenen Stabes in Rechnung gestellt werden.

(3) Heftschweißungen (Widerstandspunktschweißungen) sind nicht zulässig.

(4) Bewehrungsstäbe dürfen nicht in Krümmungen oder im Bereich von Krümmungen geschweißt werden.

(5) Schweißarbeiten innerhalb der Schalung sind nur bei Einhaltung besonderer Schutzmaßnahmen für Schalung und Bewehrung zulässig.

#### 5.4 Bewehrungsstöße

(1) Die Länge und Lage von Übergreifungsstößen müssen der Bemessung und den Bewehrungszeichnungen entsprechen. Wenn die auf die Baustelle gelieferten Stablängen den Bewehrungszeichnungen nicht entsprechen, dürfen Änderungen nur mit Genehmigung des Tragwerkplaners oder der überwachenden Stelle vorgenommen werden.

(2) Es dürfen nur solche mechanischen Verbindungsmittel, wie z.B. Muffen, verwendet werden, für die eine bauaufsichtliche Zulassung gemäß den Anwendungen von DIN EN 1992-2 bzw. DIN EN 1994-2 vorliegt.

(3) Bei übereinanderliegenden Stäben von Überlappungsstößen ist die Querbewehrung (i.d.R. bügelartig ausgebildet) im Bereich der Stoßenden ( $\approx 10/3$ ) für die Kraft aller gestoßenen Stäbe zu bemessen. Die Bügelschenkel sind mit der Verankerungslänge nach DIN EN 1992-2 oder nach den Regeln für Bügel nach DIN EN 1992-2 im Bauteilinneren zu verankern. In allen anderen Fällen gelten für die Querbewehrung die Regelungen von DIN EN 1992-2.

#### 5.5 Einbau der Bewehrung

(1) Als Abstandhalter sollen nur solche aus Beton verwendet werden. Sie müssen alkalibeständig sein und eine minimale, dem Gewicht der Bewehrung angepasste punktförmige Abstützung an der Schalung aufweisen sowie an der Bewehrung befestigt sein. Anzahl, Anordnung und Art der Abstandhalter sind auf den Bewehrungszeichnungen anzugeben. Es sind mindestens vier Abstandhalter je Quadratmeter einzulegen.

(2) Eingebaute Bewehrung darf nach dem Ausrichten nur über lastverteilende Bohlen betreten werden.

(3) Die Kontrolle der Bewehrung ist mindestens drei Arbeitstage vor Beginn des Betonierens bei der Bauüberwachung des Auftraggebers zu beantragen.

(4) Treten infolge zu kurz angesetzter Fristen für die Kontrolle und Mängelbeseitigungen Verzögerungen beim Bauablauf ein, werden diese nicht für eine Fristverlängerung anerkannt. Ebenso können hieraus keine Mehrforderungen abgeleitet werden. Dies gilt auch für vorgezogene Teilkontrollen.

## 6 Vorspannen

### 6.1 Allgemeines

(1) Spannstahl und Verankerungen bzw. Spannglieder müssen durch ein Ü-Zeichen gekennzeichnet sein.

(2) Auf dem Lieferzeugnis des Spannstahles ist die Abweichung der Spannstahlquerschnitte vom Nennwert zu bescheinigen. Abweichungen von mehr als  $\pm 2\%$  vom Nennwert sind vor Beginn der Spannarbeiten dem Auftraggeber mitzuteilen und bei der Dehnwegberechnung zu berücksichtigen.

(3) Liegt die Abweichung innerhalb der Toleranz von  $\pm 2\%$ , reicht dies als pauschale Angabe auf dem Lieferzeugnis aus.

(4) Bevor der Verbund wirksam ist, dürfen Spannbetonkonstruktionen nicht belastet werden. Ist eine Belastung unvermeidbar (z. B. beim Absenken des Traggerüstes), ist ein genauer Riss- und Bruchsicherheitsnachweis zu führen.

(5) Der für den Endzustand festgelegte Vorspanngrad gilt für alle Bauzustände.

### 6.2 Spanngliedunterstützungen

(1) Spanngliedstützbügel sind durch Quer- und Diagonalstäbe so auszusteifen, dass sie bei Montage der Spannglieder und beim Betonieren mit Sicherheit nicht ausweichen können. Die Durchmesser sind in Abhängigkeit von der Höhe der Bügellage nach Tabelle 3.2.2 zu wählen.

(2) Die Verbindungsmittel der Spanngliedunterstützung sind im Spannbewehrungsplan anzugeben.

**Tabelle 3.2.2:** Mindestdurchmesser der Spanngliedstützbügel

Höhe der obersten Bügellage über Schalungsboden [m]	Mindestdurchmesser der Spanngliedstützbügel [mm]
$\leq 1,0$	16
$> 1,0$	20

### 6.3 Herstellen der Spannglieder

(1) Werden Spannglieder unter Baustellenbedingungen hergestellt, ist der Spannstahl so zu liefern, dass dieser umgehend verarbeitet werden kann.

(2) Spannstähle mit leichtem Flugrost dürfen verwendet werden, wenn gleichmäßiger Rostansatz vorliegt, der sich durch Abwischen mit einem trockenen Tuch entfernen lässt. Wenn keine mit bloßem Auge erkennbaren Korrosionsnarben vorhanden sind, muss keine Entrostung durchgeführt werden.

### 6.4 Einbau der Spannglieder

(1) Je Steg ist mindestens eine Rüttellücke anzuordnen. Mehr als drei Spannglieder dürfen nicht ohne Rüttellücke nebeneinander verlegt werden. Die Breite der Rüttellücke muss mindestens 10 cm betragen. Bei Trägern mit mehr als 2 m Höhe oder bei mehrlagiger Anordnung der Spannglieder muss die Breite zusätzlich auf den Durchmesser der Fallrohre bzw. des Pumpenschlauches abgestimmt sein.

(2) Die zulässigen Toleranzen nach Tabelle 3.2.3 und Tabelle 3.2.4 müssen eingehalten werden.

(3) Für die Betondeckung gilt DIN EN 1992-2.

(4) Das Mindestmaß der Betondeckung des Hüllrohres  $c_{min}$  darf nicht kleiner als 50 mm sein

(5) Die Ankerwendeln müssen zentrisch und unverschieblich befestigt sein.

(6) Für die Quervorspannung von Fahrbahnplatten sind nur Spannglieder ohne Verbund zu verwenden. Die Spannglieder sind an den Plattenenden zu verankern. Die Endverankerungen sind so auszubilden, dass ein späteres beidseitiges Nachspannen möglich ist. Teile der Verankerung dürfen nicht in den Kappenbeton eingreifen.

(7) Der Überstand des Tragwerks von der Auflagerlinie bis zu den Außenflächen der Verankerungen muss so groß gewählt werden, dass im Bereich der Auflagerlinie bereits eine gleichmäßige Eintragung der Spannkraft in den Stegen gegeben ist. Bei Wendel- oder Fächerverankerung gilt die theoretische Einleitungsstelle als Spanngliedende.

(8) Zwei Drittel der Spannglieder zur Abdeckung der maximalen Feldmomente sind über die benachbarten Auflagerlinien zu führen.

(9) Entlüftungs- bzw. Entwässerungsöffnungen sind mit geeigneten Formstücken anzuschließen.

(10) Für den kleinsten zulässigen Krümmungshalbmesser der Spannglieder im Bauwerk sind die Anforderungen gemäß DIN EN 1992-2 – jedoch mindestens der in der Zulassung angegebene Wert – einzuhalten. Bei Krümmungshalbmessern unter

10 m an den Hochpunkten darf ein maximaler Unterstützungsabstand von 80 cm nicht überschritten werden und die Hüllrohre sind in Halbschalen zu verlegen.

## 6.5 Vorspannen der Spannglieder

### 6.5.1 Allgemeines

(1) Vor Beginn des Betonierens muss der örtlichen Bauüberwachung die geprüfte und genehmigte Spannanweisung vorliegen. In der Spannanweisung muss der Wirkungsgrad der Pressen angegeben werden, wenn die Spannkraft nicht direkt am Spannkraftaufnehmer gemessen wird.

(2) Die Spannanweisung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

#### a) Spannglieder mit sofortigem Verbund

- Spannglieder und Spanngeräte,
- Reihenfolge, in der die einzelnen Spannglieder gespannt werden müssen,
- Pressendruck oder Pressenkraft, die nicht überschritten werden dürfen,
- am Ende des Spannvorgangs zu erwartende Pressendrucke oder -kräfte,
- größte zulässige Spannung der Spannglieder und Schlupf in den Verankerungen,
- Art und Reihenfolge, in der die einzelnen Spannglieder abzulassen sind,
- die zum Zeitpunkt des Ablassens erforderliche Betonfestigkeit und
- Gebrauchstauglichkeit von wiederverwendbaren Ankerteilen.

#### b) Spannglieder mit nachträglichem Verbund

- Anzahl der Stäbe oder Drähte in den einzelnen Spanngliedern,
- Betonfestigkeit, die vor Aufbringen der Vorspannung erreicht sein muss,
- Reihenfolge, in der die Spannglieder gespannt werden müssen und Stellen, von denen ausgespannt werden sollte,
- gegebenenfalls der Zeitpunkt des Ablassens des Traggerüsts während des Spannens,
- an der Presse zu erreichende Spannkraft,
- Spannweg gemäß Ausführungsunterlagen,
- Höchstwert des Schlupfes und,
- Anzahl, Art und Lage der Kopplungen.

(3) Die Manometer der Spannvorrichtungen müssen den Druck unmittelbar an der Presse anzeigen. Vor Beginn der Spannarbeiten sind sämtliche

Spanngeräte unter Beachtung der Betriebsanleitung auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Der vorgesehene Beginn der Spannarbeiten ist der Bauüberwachung rechtzeitig mitzuteilen.

(4) Zur Vermeidung von Schwind- und Temperaturrisen ist zum frühestmöglichen Termin ein Teil der Spannkraft aufzubringen.

(5) In das Spannprotokoll sind u.a. einzutragen:

- Betonfestigkeit zum Zeitpunkt des Spannens,
- Ergebnis der Funktionsprüfung der Spanngeräte,
- Luft- und Bauwerkstemperatur,
- alle verwendeten Geräte (z.B. Spannstühle und Zusatzgeräte) einschließlich Dehnwegkorrektur entsprechend den technischen Anweisungen des Zulassungsinhabers,
- alle Merkmale der Spanngeräte (z.B. Gerätetyp, Gerätenummer, Prüfprotokoll, nutzbare Kolbenfläche),
- das am jeweiligen Spannglied eingesetzte Spanngerät,
- Zeitpunkt und Art des Absenkens der Traggerüste,
- Unregelmäßigkeiten und besondere Vorkommnisse,
- gemessener Schlupf und
- Reihenfolge, in der Spannglieder gespannt wurden.

Vorstehende Forderungen gelten auch beim Aufbringen eines Teils der Spannkraft.

(6) Das Spannprotokoll ist unmittelbar nach dem Spannen dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Überstehende Spannstahtenden dürfen erst nach Durchführung des gesamten Spannvorgangs abgetrennt werden. Das Abtrennen darf nur mittels Trennscheibe erfolgen.

(8) Die Quervorspannung im Bereich der Arbeitsfugen darf im zuerst betonierten Abschnitt auf eine Länge, die mindestens gleich der Länge der in Querrichtung auskragenden Platte ist, höchstens jedoch zur Hälfte, aufgebracht werden. Die restliche Quervorspannung in diesem Bereich erfolgt erst mit der Quervorspannung des nachfolgenden Abschnitts.

### 6.5.2 Spannglieder mit nachträglichem Verbund

(1) Muss infolge einer Unregelmäßigkeit (z.B. größerer Schlupf als in der Zulassung festgelegt) der Spannvorgang wiederholt werden, müssen die ver-

wendeten Keile durch ungebrauchte ersetzt werden, falls der Zulassungsbescheid nicht ausdrücklich eine andere Regelung vorsieht.

(2) Die endgültige Vorspannung darf nur aufgebracht werden, wenn unverzüglich Zementmörtel eingepresst werden kann. Unvorhergesehene Ereignisse, die ein Einpressen verhindern, sind dem Auftraggeber sofort mitzuteilen.

(3) Maßnahmen für den Korrosionsschutz nicht verpresster Spannglieder für das Vorspannen bei Betontemperaturen unter 5°C (wie z.B. Sicherstellen einer geeigneten Bauwerkstemperatur durch Schutzmaßnahmen) sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

## 6.6 Korrosionsschutz

### 6.6.1 Allgemeines

(1) Spannglieder in Hüllrohren oder in Spannkanälen von Beton, Kopplungen und Ankerkörper müssen gegen Korrosion geschützt werden.

(2) Abweichend von DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 muss der temporäre Korrosionsschutz mit besonderen Maßnahmen sichergestellt werden, wenn die Zeitspanne zwischen Herstellung der Spannglieder (Lieferung von Fertigspanngliedern auf die Baustelle oder Verrohren des Spannstahles auf der Baustelle) und Einpressen sechs Wochen überschreitet.

(3) Wird bei Spanngliedern mit sofortigem Verbund als Korrosionsschutzmaßnahme ein Schutzmittel verwendet, darf dieses den Verbund nicht beeinträchtigen und keine schädliche Wirkung auf den Stahl oder Beton haben.

(4) Bei Spanngliedern mit nachträglichem Verbund ist die Zeitspanne zwischen Herstellen des Spanngliedes und Einpressen des Zementmörtels eng zu begrenzen. Im Regelfall ist nach dem Vorspannen unverzüglich Zementmörtel in die Spannkanäle und Verankerungsbereiche einzupressen.

(5) Vor dem Einpressen müssen die Hüllrohre frei von Eis sein.

(6) Das Fließvermögen des Einpressmörtels nach DIN EN 447:1996-07 ist mit dem Eintauchversuch nach DIN EN 445:1996-07 zu prüfen.

### 6.6.2 Einpressarbeiten

(1) Die Arbeitsanweisung für das Einpressen ist gemäß der Richtlinie zur Überwachung des Herstellens und Einpressens von Zementmörtel in Spannkanäle des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) aufzustellen. Die Arbeitsanweisung muss vor Beginn des Spanngliedeinbaus auf der Baustelle vorliegen.

(2) Vor dem Einpressen muss sichergestellt werden

— dass betriebsbereite Geräte zur Verfügung stehen (einschließlich einer Einpresspumpe auf Abruf, um Unterbrechungen des kontinuierlichen Einpressens des Mörtels zu verhindern),

— eine ununterbrochene Versorgung mit Druckwasser und Druckluft,

— ein ausreichender Vorrat aller erforderlichen Stoffe, um z.B. Überlauf zu berücksichtigen,

— dass die Spannkanäle frei sind von schädlichen Stoffen (z.B. Wasser, Eis)

— dass in Zweifelsfällen Verpressversuche an repräsentativen Spannkanälen vorab durchgeführt worden sind und

— dass der Mörtelfluss ungehindert erfolgen kann.

(3) Die Arbeitsanweisung für das Einpressen muss

— die Eigenschaften der Geräte und des Einpressmaterials,

— die Reihenfolge der Ausblas- und Waschvorgänge,

— die Reihenfolge der Verpressvorgänge und Prüfungen am Einpressmörtel (Fließvermögen, Entmischungen),

— die für jede Verpressung vorzubereitende Menge an Einpressmörtel,

— Vorkehrungen zur Reinhaltung der Spannkanäle,

— Anweisung für Störfälle und schädliche klimatische Bedingungen und

— Festlegungen für ein erforderlichenfalls zusätzliches Verpressen

enthalten.

(4) Das Fließvermögen ist ergänzend zur DIN EN 446:1996-07 mindestens bei den ersten drei ausgepressten Spannkanälen am Austrittsende zu prüfen, und das Ergebnis ist im Protokoll festzuhalten. Unterscheiden sich die Spannglieder um mehr als 100% in ihrer Länge oder in dem zu verpressenden Querschnitt, ist eine Prüfung an diesen Spanngliedern im oben genannten Umfang zu wiederholen.

(5) Dem Auftraggeber sind Kopien der Überwachungskontrolle zu übergeben.



## 7 Betonieren

### 7.1 Arbeiten vor dem Betonieren

Es ist ein Betonierplan aufzustellen, der dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen ist. Der Betonierplan muss insbesondere Angaben über den Beton, die Betonierfolge, den Einbau und die Verdichtungsmaßnahmen sowie die Nachbehandlung enthalten. Die Anzahl der Erhärtungsprüfungen im Rahmen der Eigenüberwachung bei z.B. vom Auftragnehmer gewünschtem frühzeitigem Ausschalen, Vorspannen oder vorzeitiger Belastung eines Bauteiles ist vor dem Betonieren mit dem Auftraggeber festzulegen. Die Anzahl ist im Betonierplan zu vermerken.

### 7.2 Lieferung, Annahme und Transport von Beton

(1) Im Luftporenbeton muss der vereinbarte Luftporengehalt bei Übergabe vorhanden sein.

(2) Die kontinuierliche Lieferung muss gewährleistet sein.

(3) Während der Betonlieferung muss eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen Baustelle, Mischwerk und Transportfahrzeug bestehen.

(4) Für das Fördern des Betons durch Pumpen ist die Verwendung von Leichtmetallrohren (aus Aluminium) nicht zulässig.

(5) Die Förderleitung ist so zu verlegen, dass der Betonstrom innerhalb der Rohre nicht abreißt.

(6) Bei Zugabe von Fließmittel auf der Baustelle und beim Nachdosieren von Fließmittel ist die Wirksamkeit bzw. die Zulässigkeit der Nachdosierung nach Abschnitt 1 Nr. 3.3 Absatz (4) durch Bestimmung der Konsistenz vor und nach der Fließmittelzugabe zu kontrollieren und zu dokumentieren. Die Häufigkeit ist mit dem Auftraggeber abzustimmen und im Betonierplan festzulegen.

### 7.3 Einbringen und Verdichten

(1) Beim Einbringen in die Schalung, insbesondere in Stützen- und Wandschalungen, darf sich der Beton nicht entmischen. Er ist z. B. durch Fallrohre zusammenzuhalten.

(2) Die Betoniergeschwindigkeit ist auf den aufnehmbaren Schalungsdruck abzustimmen.

(3) Der Beton ist so einzubringen und zu verdichten, dass die Bewehrung dicht mit Beton umhüllt wird. Die Verdichtung muss möglichst vollständig und besonders sorgfältig in den Ecken, längs der Schalung, in engen Bereichen, bei Einbauteilen, Fugeneinlagen und Bewehrungsanschlüssen erfolgen. Unter Umständen empfiehlt sich ein Nachverdichten des Betons.

(4) Wird keine Arbeitsfuge vorgesehen, darf beim Einbau in Lagen das Betonieren nur so lange unterbrochen werden, bis die zuletzt eingebrachte Betonschicht noch nicht erstarrt ist, so dass noch eine gute und gleichmäßige Verbindung zwischen beiden Betonschichten möglich ist. Bei Verwendung von Innenrüttlern muss die Rüttelflasche noch in die untere, bereits verdichtete Schicht eindringen.

(5) Beim Einbringen und Verdichten des Betons in der Nähe von Spanngliedern ist besonders darauf zu achten, dass diese nicht beschädigt oder in ihrer Lage verschoben werden.

### 7.4 Sichtflächen und Oberflächenbearbeitung

(1) Alle sichtbar bleibenden geschalteten Flächen sind als Sichtbeton der Sichtbetonklasse SB2 nach DBV / VDZ-Merkblatt Sichtbeton auszuführen. Abweichend zur Sichtbetonklasse SB2 gilt als Anforderungen an die Ebenheit der Betonfläche E2 anstelle der Ebenheit E1.

(2) Bei besonderen Anforderungen an die Gestaltung der Sichtflächen ist in der Regel die Sichtbetonklasse SB3 zu vereinbaren. Dies ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(3) Es gelten zusätzlich zu (1) und (2) nachfolgende Mindestanforderungen nach (4) bis (11).

(4) Für alle sichtbar bleibenden Betonflächen gelten folgende Anforderungen:

- fluchtgerechte, einheitliche, geschlossene, ebene und porenarme Oberfläche ohne Mörtelwülste und -grate,
- kein Abmehlen oder Absanden der Oberfläche,
- einheitliche Farbtönung aller Sichtflächen einzelner Bauwerksteile,
- Maßhaltigkeit und fehlerfreie Kanten der Bauwerksteile und
- zweckmäßige, unauffällige Anordnung und einwandfreie Ausführung von Arbeitsfugen.

(5) Ausgetretener Frischmörtel ist unmittelbar nach dem Ausschalen zu entfernen.

(6) Nichtgeschaltete horizontale Flächen von Überbauten, Trögen und Kappen sind mit Oberflächenrüttlern abzuziehen.

(7) Ist steinmetzmäßiges Bearbeiten vorgesehen, muss die Betondeckung gemäß DIN EN 1992-2 bei feiner Bearbeitung um mindestens 2 cm vergrößert werden. Die Zementhaut ist vollständig zu beseitigen, und das Grobkorn ist aufzuschlagen. Der Zeitpunkt der Bearbeitung ist auf die Erhärtung des Betons abzustimmen.

(8) Die Betonkanten einschließlich ihrer Abfasung sind vor dem steinmetzmäßigen Bearbeiten der Flächen durch Scharrierschlag zu sichern. Die Scharrierschläge sind rechtwinklig zur Oberfläche und so dicht zu setzen, dass die Zementhaut dazwischen entfernt wird.

(9) Falls ein Nacharbeiten der Betonoberfläche erforderlich wird, ist die Art der Nachbesserung im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festzulegen.

(10) Bei Spannbetonbauteilen ist ausgetretener Einpressmörtel restlos zu entfernen.

(11) Aus Betonflächen herausragende Metallstücke und Entlüftungsröhrchen sind bis 3 cm unter der Oberfläche sorgfältig zu entfernen. Die verbleibenden Öffnungen sind mit geeignetem Mörtel zu schließen. Unter Fahrbahnabdichtungen dürfen sie mit der Oberkante des Betons abschließen.

## 7.5 Nachbehandlung und Schutz

### 7.5.1 Allgemeines

(1) Der Beton ist im Zuge der Nachbehandlung durch geeignete Maßnahmen vor einem übermäßigen Verdunsten von Wasser über die Betonoberfläche zu schützen. Dabei sind schädigende Temperatur- und Windeinflüsse besonders zu berücksichtigen. Der Nachbehandlungsumfang und die Nachbehandlungsdauer sind so auszulegen, dass die Temperaturdifferenz im Bauteil möglichst gering gehalten wird.

(2) Beton ist mit den in DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, 8.5 (NA.3), genannten Verfahren nachzubehandeln. Die Ausnahme nach DIN 1045-3, 8.5 (NA.4) darf nicht angewendet werden.

### 7.5.2 Nachbehandlungsdauer

(1) Gegen Frosteinwirkungen sind Schutzmaßnahmen so lange zu treffen, bis der Beton eine Druckfestigkeit von mindestens  $f_{cm} = 5 \text{ N/mm}^2$  erreicht hat.

(2) Abweichend von DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 muss der Beton bei Umweltbedingungen, die den Expositionsklassen XC2, XC3, XC4, XF, XD oder XA entsprechen, so lange nachbehandelt werden, bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons 70% der charakteristischen Festigkeit des verwendeten Betons erreicht hat. Ohne einen genauen Nachweis sind die Werte von DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, Tabelle 5 NA zu verdoppeln. Tabelle 6 NA kommt nicht zur Anwendung.

### 7.5.3 Nachbehandlungsmittel

(1) Für geschalte Betonoberflächen sind Nachbehandlungsmittel nicht zugelassen.

(2) An horizontalen Betonoberflächen dürfen Nachbehandlungsmittel des Typs BH oder BM gemäß den Technischen Lieferbedingungen für flüssige Betonnachbehandlungsmittel (TL NBM-StB) eingesetzt werden.

(3) Nachbehandlungsmittel sind nicht zulässig in Arbeitsfugen und bei Oberflächen, die beschichtet werden sollen.

## 7.6 Anti-Graffiti-Systeme

(1) Die Art der Anti-Graffiti-Systeme (AGS), gemäß TL/TP AGS - Beton (AGS 1-1, AGS 1-2 oder AGS 2), ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Es dürfen nur AGS verwendet werden, die in der „Liste der geprüften Anti-Graffiti-Systeme (AGS)“ bei der Bundesanstalt für Straßenwesen geführt sind.

(3) Die Verjährungsfrist für Mängelansprüche beträgt für AGS 1-1 und AGS 1-2 zwei Jahre, für AGS 2 ein Jahr.

## 8 Maßtoleranzen

### 8.1 Maßabweichungen für die Tragsicherheit

(1) Mit Ausnahme der Betondeckung können in Abhängigkeit vom Nennmaß  $l$  der Abmessungen des Betonquerschnitts (Gesamtdicke eines Balkens oder einer Platte, Breite eines Balkens oder Steges, seitliche Abmessungen einer Stütze) folgende Maßabweichungen (Grenzabmaß)  $\Delta l$  als zulässig angesehen werden:

für  $l \leq 150 \text{ mm}$ :  $\Delta l = \pm 3 \text{ mm}$

für  $l = 400 \text{ mm}$ :  $\Delta l = \pm 10 \text{ mm}$

für  $l \geq 2500 \text{ mm}$ :  $\Delta l = \pm 20 \text{ mm}$

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

(2) Für die zulässigen Maßabweichungen beim Verlegen der einzelnen Spannglieder gelten die Werte der Tabelle 3.2.3 und Tabelle 3.2.4.

### 8.2 Maßabweichungen für die Betondeckung

(1) Für die Maßabweichungen der Betondeckung gilt DIN EN 1992-2.

## 9 Überwachung

### 9.1 Überwachung des Vorspannens

(1) Der Fachbauleiter hat die Verlege-, Spann- und Einpressarbeiten ständig zu überwachen. Der Aufsteller der statistischen Berechnungen muss auf Verlangen des Auftraggebers zu den Verlege- und Spannarbeiten auf der Baustelle hinzugezogen werden.

(2) Dem Auftraggeber sind Kopien der Überwachungsprotokolle zu übergeben.

(3) Die Protokolle über die Eigenüberwachung bzw. werkseigene Produktionskontrolle über Spannstahl und Zubehörteile, wie z.B. Verankerungen, sind dem Auftraggeber rechtzeitig zu übergeben. Die Protokolle über die Fremdüberwachung sind auf Anforderung vorzulegen.

### 9.2 Überwachung des Betonierens

(1) Bei Verwendung von Beton der Überwachungsklassen 2 und 3 hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber rechtzeitig nachzuweisen, dass die Baustelle einer dafür anerkannten Überwachungsstelle gemeldet ist.

(2) Beton für die Expositionsklasse XF1 ist stets in der Überwachungsklasse 2 einzuordnen.

(3) Für jeden verwendeten Beton ist die Druckfestigkeit an mindestens drei Probekörpern zu bestimmen. Dies gilt auch für die Lieferung geringer Mengen.

(4) Wird der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse des Betons im Alter von 56 d nach Abschnitt 1 Nr. 6 Absatz (2) geführt, sind in einem separaten Dokument die Angaben darüber, wie das über 28 d hinausgehende Prüfalter in Hinblick auf Ausschalfrieten, Nachbehandlungsdauer und Bauablauf berücksichtigt werden niederzuschreiben und der anerkannten Überwachungsstelle im Rahmen der Überwachung nach DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, Anhang ND, vor Bauausführung zur Bestätigung vorzulegen. Das genehmigte Dokument ist dem Betonierplan als Anlage beizufügen und gemäß Nr. 7.1 dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen.

**Tabelle 3.2.3:** Zulässige Maßabweichungen in Richtung der Bauteilhöhe

Bauteilhöhe h [cm]	Maßabweichungen
≤ 20	± h / 40
20 < h ≤ 100	± 5 mm
> 100	± 10 mm

**Tabelle 3.2.4:** Zulässige Maßabweichung in Richtung der Bauteilbreite (rechtwinklig zur Tragrichtung)

Bauteilbreite b [cm]	Maßabweichung	
Balken	≤ 20	± 5 mm
	20 < b ≤ 100	± 10 mm
Platten und Balken	> 100	± 20 mm

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 3 Bauwerksfugen**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Arbeitsfugen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Betonierfugen.....	3
2.2 Sollrissfugen (Scheinfugen) .....	3
2.3 Koppelfugen .....	3
<b>3 Bewegungsfugen.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Pressfugen.....</b>	<b>3</b>
<b>5 Verwendung von Fugenbändern.....</b>	<b>3</b>
5.1 Allgemeines.....	3
5.2 Verbindungen von Fugenbändern auf der Baustelle .....	4
5.3 Gütesicherung von auf der Baustelle hergestellten Verbindungen .....	4

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 3 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Vor dem Aufstellen der Standsicherheitsnachweises sind dem Auftraggeber Fugenpläne einzureichen.

(3) Werden zur Ausbildung von Fugen genügend druckfeste und feuchtigkeitsunempfindliche Hartschaumeinlagen verwendet, sind diese durch widerstandsfähige Platten gegen die sich die Abstandhalter der Bewehrung ohne Eindrücke abstützen können, abzudecken. Bei Bewegungsfugen sind Schalungshilfen restlos zu entfernen.

(4) Weichfaserplatten sind als Fugeneinlagen nicht zulässig.

(5) Fugeneinlagen müssen mit den angrenzenden Fugenbändern werkstoffverträglich sein.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen der DIN 18197.

## 2 Arbeitsfugen

### 2.1 Betonierfugen

(1) Betonierfugen (Arbeitsfugen) müssen mit Schalungsfugen übereinstimmen. Für die Behandlung der Arbeitsfugen gilt DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3. Der Beton ist so aufzurauen, dass die Kuppen der groben Zuschlagskörner frei liegen. Sinngemäß gelten diese Bestimmungen auch für unplanmäßige Arbeitsfugen, die z.B. durch Witterungseinflüsse oder Geräteausfall entstehen.

(2) Nach dem Umsetzen ist der die Arbeitsfuge übergreifende Teil der Schalung so fest und dicht an den erhärteten Beton anzupressen, dass Verunreinigungen und sonstige Beeinträchtigungen der Sichtflächen vermieden werden.

### 2.2 Sollrissfugen (Scheinfugen)

(1) In Scheinfugen ist der Betonquerschnitt um mindestens ein Drittel zu schwächen. In der Fuge ist mindestens die aus Lastbeanspruchung erforderliche Bewehrung über die Fuge hinweg zu führen. Die Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite von schwindbehinderten Bauteilen endet an der Fuge.

(2) Bei schwindbehinderten Bauteilen mit Betondicken bis zu 1 m ist ein Abstand von Scheinfugen zwischen 5 m und 8 m, bei größeren Betondicken zwischen 4 m und 6 m einzuhalten. Bei nicht

schwindbehinderten Bauteilen können größere Fugenabstände vorgesehen werden.

(3) Auf die Anordnung von Scheinfugen gemäß Absatz (2) darf unter der Voraussetzung, dass das Seitenverhältnis (L/H) den Wert 2,0 nicht überschreitet und dass Risse mit größerer Rissbreite als 0,20 mm nach Abschnitt 5 geschlossen werden, verzichtet werden.

(4) Als Fugeneinlagen sind feuchtigkeitsunempfindliche Einlagen zu verwenden.

### 2.3 Koppelfugen

Koppelfugen sind wie Betonierfugen zu behandeln und zusätzlich ausreichend zu verzahnen.

## 3 Bewegungsfugen

Bewegungsfugen (Raumfugen) sind mit genügend druckfesten und feuchtigkeitsunempfindlichen Einlagen herzustellen.

## 4 Pressfugen

(1) Pressfugen sind je nach Beanspruchung mit Verzahnung oder ebenflächig auszuführen.

(2) Liegen die Fugenbänder innen, sind längs der Fugenränder Leisten in die Schalung einzulegen. An der Luftseite sind Dreiecksleisten einzulegen.

## 5 Verwendung von Fugenbändern

### 5.1 Allgemeines

(1) Für die Abdichtung von Fugen in Beton gilt DIN 18197.

(2) Es sind Elastomer-Fugenbänder nach DIN 7865 zu verwenden.

(3) Innenliegende Fugenbänder sind in ihrer Lage auf die konstruktiven Erfordernisse der Bewehrungsführung abzustimmen und so zu befestigen, dass sie sich nicht verschieben können. Außenliegende Fugenbänder sind vor Beschädigungen, z.B. beim Hinterfüllen, zu schützen.

(4) Die Aufzeichnungen über die Handhabung der Fugenbänder auf der Baustelle, deren Schutz, Verarbeitung und Einbau sowie der Lage der Baustellenstöße nach DIN 18197, Anhang B, sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(5) Die Aufzeichnungen der Prüfung der Fugenbänder nach dem Ausschalen des Bauteils, das Ergebnis der Prüfung sowie ggf. getroffene Maßnahmen zur Beseitigung von Mängeln sind dem Auftraggeber zu übergeben.

## 5.2 Verbindungen von Fugenbändern auf der Baustelle

(1) Alle Anker und Rippen der Fugenbänder müssen in Anschluss- und Stoßbereichen durchlaufen und fachgerecht sowie wasserdicht gefügt werden.

(2) Kleber, Klebebänder und ähnliche Hilfsstoffe für das Fügen von Fugenbändern sind unzulässig.

(3) Fugenbänder sind durch Vulkanisation mit beidseitiger Laschenverstärkung zu verbinden.

(4) Die Herstellung der Verbindung erfolgt nach der Vulkanisier-Anleitung des Fugenbandherstellers, die auf der Baustelle vorhanden und für den Auftraggeber einsehbar sein muss.

(5) Die Verbindungen sind durch eine Fachkraft des Fugenbandherstellers auszuführen. Ist dies in begründeten Ausnahmefällen, die der Zustimmung des Auftraggebers bedürfen, nicht möglich, muss der Auftragnehmer den durch den Fugenbandhersteller geschulten Mitarbeiter (Fügetechniker), der die Verbindungen ausführt, schriftlich benennen. Der Schulungsnachweis des Fügetechnikers für die vorgesehene Fugenbandform (z. B. der „ESV“-Schein für Elastomer-Fugenbänder) ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(6) Für Verbindungen, die auf der Baustelle hergestellt werden, hat der Auftragnehmer im Beisein des Auftraggebers eine Probeverbindung herzustellen, die nach Nr. 5.3 durch die Bauüberwachung auf ihre fachgerechte Beschaffenheit geprüft wird. Die Ergebnisse der Prüfungen sind zu protokollieren und das Protokoll ist dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Die Aufwendungen für die Herstellung von Baustellenverbindungen sowie die Prüfung und Abnahme sind Nebenleistungen zu Lasten des Auftragnehmers, die in die entsprechenden Positionen einzurechnen sind.

Fehlstellen und/oder lassen sich die Teile der Bandage ablösen, ist die Verbindung mangelhaft.

(5) Tritt eine mangelhafte Probeverbindung auf, dürfen weitere Baustellenverbindungen erst nach Feststellung der Ursachen für die mangelhafte Probeverbindung und nach Herstellung einer einwandfreien Probeverbindung ausgeführt werden.

## 5.3 Gütesicherung von auf der Baustelle hergestellten Verbindungen

(1) Für die Überwachung und Bewertung von Baustellenstößen ist DIN 18197, Anhang D, heranzuziehen.

(2) Die Probeverbindung nach Nr. 5.2 Absatz (6) ist auf ihre äußere und innere Beschaffenheit hin zu überprüfen.

(3) Das Elastomer der Verbindung muss bei einer Prüfung nach Augenschein eine gleichmäßige Oberfläche haben und frei von Mängeln wie Rissen, Falten und Poren sein.

(4) Zur Überprüfung der inneren Beschaffenheit ist die Probeverbindung mindestens dreimal parallel in Längsrichtung des Fugenbandes aufzuschneiden. Zeigt die Vulkanisationsstelle eine porige Struktur,

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---



Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	5
1.1 Grundsätzliches.....	5
1.2 Begriffsbestimmungen .....	5
1.3 Anwendung .....	6
1.3.1 Allgemeines.....	6
1.3.2 Zuordnung der Bauteile .....	6
1.3.3 Betonersatzsysteme .....	7
1.3.4 Oberflächenschutzsysteme.....	7
1.4 Bestandsaufnahme.....	7
1.4.1 Allgemeines.....	7
1.4.2 Umfang .....	7
1.4.3 Schadensbeurteilung.....	7
1.5 Baugrundsätze .....	8
1.6 Baustoffe und Baustoffsysteme .....	8
1.7 Ausführung.....	10
1.7.1 Allgemeines.....	10
1.7.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal .....	10
1.7.3 Angaben zur Ausführung .....	10
1.7.4 Bearbeitungsabschnitte .....	10
1.7.5 Äußere Bedingungen.....	10
1.7.6 Nachbehandlung .....	10
1.7.7 Dokumentation .....	10
1.8 Qualitätssicherung.....	11
1.8.1 Erstprüfung / Eignungsprüfung / Nachweis der Verwendbarkeit.....	11
1.8.2 Überwachung der Stoffherstellung .....	11
1.8.3 Überwachung der Ausführung .....	11
1.8.4 Kontrollprüfungen .....	11
1.8.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen.....	11
1.9 Abrechnung.....	11
<b>2 Vorbereitung der Betonunterlage</b> .....	11
2.1 Allgemeines.....	11
2.2 Anwendung .....	12
2.3 Baugrundsätze .....	12
2.4 Ausführung.....	12
2.4.1 Allgemeines.....	12
2.4.2 Vorbereitungsverfahren .....	12
2.4.3 Behandlung der Bewehrung .....	12
2.4.4 Behandlung freiliegender Einbauteile .....	13
2.4.5 Behandlung von Bewegungsfugen .....	13
2.4.6 Behandlung von Rissen .....	13
2.4.7 Säubern der Betonunterlage .....	13
2.5 Prüfung der Abreißfestigkeit.....	13
2.6 Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage .....	15
2.7 Abrechnung .....	15
2.8 Freigabe der Betonunterlage.....	15
<b>3 Beton</b> .....	15
3.1 Allgemeines .....	15
3.2 Anwendung.....	15
3.3 Baugrundsätze.....	16
3.3.1 Allgemeines .....	16
3.3.2 Vorbereitung der Betonunterlage.....	16
3.4 Baustoffe und Baustoffsysteme .....	16
3.5 Ausführung .....	16
3.5.1 Allgemeines .....	16
3.5.2 Betonunterlage .....	16
3.5.3 Baustoffe .....	16
3.5.4 Einbau .....	16
3.5.5 Nachbehandlung.....	16
3.6 Qualitätssicherung .....	16
3.6.1 Erstprüfung.....	16
3.6.2 Überwachung der Stoffherstellung .....	16
3.6.3 Überwachung der Ausführung.....	16
<b>4 Spritzbeton</b> .....	17
4.1 Allgemeines .....	17
4.2 Anwendung.....	17
4.3 Baugrundsätze.....	17
4.4 Baustoffe und Baustoffsysteme .....	17
4.5 Ausführung .....	17
4.5.1 Allgemeines .....	17
4.5.2 Anforderungen an das Personal .....	18
4.5.3 Baustoffe .....	18
4.5.4 Betonunterlage .....	18
4.5.5 Einbau .....	18
4.5.6 Nachbehandlung.....	18
4.5.7 Abreißfestigkeit.....	18
4.6 Qualitätssicherung .....	18

4.6.1	Eignungsprüfung .....	18	6.5.8	Trockenrohichte .....	21
4.6.2	Überwachung des Bereitstellungs- gemisches .....	18	6.5.9	Abreißfestigkeit .....	21
4.6.3	Überwachung der Ausführung .....	18	6.6	Qualitätssicherung .....	22
<b>5</b>	<b>Spritzmörtel / -beton SRM/SRC</b> .....	<b>18</b>	6.6.1	Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung.....	<b>22</b>
5.1	Allgemeines.....	18	6.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme.....	<b>22</b>
5.2	Anwendung .....	19	6.6.3	Überwachung der Ausführung.....	<b>22</b>
5.3	Baugrundsätze .....	19	6.6.4	Kontrollprüfungen.....	<b>22</b>
5.4	Baustoffe und Baustoffsysteme .....	19	<b>7</b>	<b>Reaktionsharzbeton PRC</b> .....	<b>22</b>
5.5	Ausführung.....	19	7.1	Allgemeines .....	22
5.5.1	Anforderungen an das Personal.....	19	7.2	Anwendung.....	22
5.5.2	Baustoffe.....	19	7.3	Baugrundsätze.....	22
5.5.3	Betonunterlage .....	19	7.4	Baustoffe und Baustoffsysteme .....	22
5.5.4	Einbau der Bewehrung .....	19	7.5	Ausführung .....	22
5.5.5	Schalung .....	19	7.5.1	Allgemeines .....	22
5.5.6	Spritzen.....	19	7.5.2	Baustoffe .....	23
5.5.7	Frischmörtelrohichte .....	19	7.5.3	Betonunterlage .....	23
5.5.8	Nachbehandlung .....	19	7.5.4	Äußere Bedingungen .....	23
5.5.9	Trockenrohichte.....	20	7.5.5	Witterungsschutz .....	23
5.5.10	Abreißfestigkeit.....	20	7.5.6	Trockenrohichte .....	23
5.6	Qualitätssicherung.....	20	7.5.7	Abreißfestigkeit .....	23
5.6.1	Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung .....	20	7.6	Qualitätssicherung .....	23
5.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoff- systeme.....	20	7.6.1	Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung.....	<b>23</b>
5.6.3	Überwachung der Ausführung .....	20	7.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoff -systeme .....	<b>23</b>
5.6.4	Kontrollprüfungen .....	20	7.6.3	Überwachung der Ausführung.....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Zementmörtel / -beton RM/RC</b> .....	<b>20</b>	7.6.4	Kontrollprüfungen.....	<b>23</b>
6.1	Allgemeines.....	20	<b>8</b>	<b>Oberflächenschutzsysteme (OS)</b> .....	<b>24</b>
6.2	Anwendung .....	20	8.1	Allgemeines .....	24
6.3	Baugrundsätze .....	21	8.2	Anwendung.....	24
6.4	Baustoffe und Baustoffsysteme .....	21	8.2.1	Allgemeines .....	24
6.5	Ausführung.....	21	8.2.2	Auswahl.....	24
6.5.1	Allgemeines.....	21	8.2.3	Farbpalette .....	24
6.5.2	Baustoffe.....	21	8.3	Baustoffe und Baustoffsysteme .....	24
6.5.3	Betonunterlage .....	21	8.4	Ausführung .....	25
6.5.4	Äußere Bedingungen.....	21	8.4.1	Allgemeines .....	25
6.5.5	Konsistenz.....	21	8.4.2	Baustoffe .....	25
6.5.6	Luftgehalt .....	21	8.4.3	Betonunterlage .....	25
6.5.7	Nachbehandlung .....	21	8.4.5	Einbauteile.....	25

8.4.6	Hydrophobierung (OS-A).....	25	<b>Anhang E</b>	Formblatt E 3.4.1 Frischmörtelroh- dichte SRM/SRC .....	42
8.4.7	Schichtdicke (OS-B bis OS-F).....	25		Formblatt E 3.4.2 Prüfung am Frischmörtel RM/RC .....	43
8.4.8	Abreißfestigkeit .....	27		Formblatt E 3.4.3 Bestimmung der Trockenrohichte SRM/SRC, RM/RC, PRC .....	44
8.4.9	Witterungsschutz.....	27	<b>Anhang F</b>	Nachweis der Verwendbarkeit, Nachweis der Übereinstimmung, Angaben zur Ausführung .....	45
8.5	Qualitätssicherung.....	27	<b>Anhang G</b>	Einwirkungen auf Bauwerk aus Umgebung und Untergrund .....	46
8.5.1	Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung .....	27			
8.5.2	Überwachung der Stoffe und Stoff- systeme.....	27			
8.5.3	Überwachung der Ausführung .....	27			
8.5.4	Kontrollprüfungen .....	28			
<b>Anhang A</b>	Bestimmung der Betonfeuchte nach der Carbid-Methode (CM-Gerät).....	29			
<b>Anhang B</b>	Bestimmung der Qualität von Hydrophobierungen.....	32			
	Formblatt B 3.4.1 Hydrophobierungsmessung.....	33			
<b>Anhang C</b>	Formblatt C 3.4.1 Ausgeführte Schutz- und Instand- setzungsmaßnahmen an Beton- bauteilen.....	34			
<b>Anhang D</b>	Bestimmung der Schichtdicken von Oberflächenschutzsystemen .....	36			
	Formblatt D 3.4.1 Dokumentation von Verbrauchs- bzw. Einbaumengen von Oberflächenschutzsystemen (OS)..	37			
	Formblatt D 3.4.2 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) durch Differenzdickenmessung . .....	38			
	Formblatt D 3.4.3 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) mit dem Keilschnittverfahren .....	39			
	Formblatt D 3.4.4 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) an Bohrkernen .....	40			
	Formblatt D 3.4.5 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) über die Verbrauchsmenge .....	41			

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 3 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Die Grenzwerte und Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probennahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten, soweit im Einzelfall keine andere Regelung getroffen ist.

(3) Die Nrn. 1 und 2 gelten für alle Arten von Betonersatz- und Oberflächenschutzsystemen. In den Nrn. 3 bis 8 werden jeweils ergänzende Angaben gemacht.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Abreißfestigkeit

Im Abreißversuch ermittelte Zugfestigkeit innerhalb der Betonunterlage, des Betonersatz- oder des Oberflächenschutzsystems bzw. Haftzugfestigkeit zwischen diesen Schichten.

### (2) Anti-Graffiti-System (AGS)

System, bestehend aus den beiden Komponenten Graffitiprohylaxe und Reinigungstechnologie.

### (3) Adhäsionsbruch

Bruch zwischen zwei Schichten.

### (4) Arbeitsfuge

Ansatzstelle durch Arbeitsunterbrechung im Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem.

### (5) Ausgleichsschicht

Schicht zur Herstellung einer ebenen und profilgerechten Oberfläche.

### (6) Beschichtung

Schicht auf der Oberfläche, die allen Unebenheiten folgt bzw. Unebenheiten weitgehend ausgleicht.

### (7) Betonersatz

Ersatz von fehlendem bzw. geschädigtem Beton.

### (8) Betonersatzsystem

Besteht aus Stoffen des Betonersatzes sowie ggf. aus der Haftbrücke, dem Korrosionsschutz der Bewehrung und dem Feinspachtel.

### (9) Betonunterlage

Beton oder Betonersatzsysteme unter dem jeweils herzustellenden Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem.

### (10) Charge

Produktionseinheit einer Komponente eines Instandsetzungsstoffes aus kontinuierlicher Herstellung oder eines einzelnen Produktionsansatzes.

### (11) Einbauten

Teile (z.B. Fahrbahnübergänge, Entwässerungseinrichtungen), die mit der Betonunterlage fest verbunden sind.

### (12) Feinspachtel

Dient dem Porenschluss sowie dem Glätten der Oberfläche und wird in ein bis zwei Lagen aufgebracht. Er kann Bestandteil des Betonersatz- oder des Oberflächenschutzsystems sein.

### (13) Grundierung

Ggf. erforderliche Zwischenschicht für den Einbau von Oberflächenschutzschichten.

### (14) Haftbrücke

Zwischenschicht zur Verbesserung der Haftung des Betonersatzes.

### (15) Hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht (hwO)

Für die Funktion des Oberflächenschutzsystems maßgebenden Schichten.

### (16) Hydrophobierung

Nichtfilmbildender, wasserabweisender Oberflächenschutz.

### (17) Kohäsionsbruch

Bruch innerhalb einer Schicht.

### (18) Korrosionsschutz der Bewehrung

Besteht aus mindestens zwei Grundbeschichtungen und schützt die Bewehrung vor Korrosion, wenn die Betondeckung durch den Betonersatz nicht ausreichend ist oder durch die stoffliche Zusammensetzung des Betonersatzes kein Korrosionsschutz gewährleistet ist.

### (19) Kunststoffzusatz

Zusatz in Form von Kunststoffdispersion, wasserdispergierbarem Kunststoffpulver oder wasseremulgierbarem Reaktionsharz.

### (20) Lage

Wird in einem Arbeitsgang hergestellt. Eine oder mehrere Lagen gleicher Zusammensetzung bilden eine Schicht.

### (21) Maximalschichtdicke $d_{\max}$

Schichtdicke der hwO, die nicht überschritten werden darf (Anforderungen z.B. an Wasserdampfdiffusionseigenschaften).

### (22) Mindestschichtdicke $d_{\min}$

Schichtdicke der hwO, die nicht unterschritten werden darf (Anforderungen z.B. an CO<sub>2</sub>-Diffusionswiderstand, Rissüberbrückungseigenschaften).

**(23) Oberflächennaher Beton**

Beton in Bereichen bis unter die Bewehrung.

**(24) Oberflächenschutz**

Maßnahmen zum Schutz der Betonoberfläche durch Hydrophobierung oder Beschichtung.

**(25) Oberflächenschutzsystem (OS-System)**

Besteht aus den Stoffen der einzelnen Schichten des Oberflächenschutzes. Es beinhaltet ggf. den Feinspachtel.

**(26) Reaktionsharzbeton PRC**

Beton im Handauftrag aus Gesteinskörnungen und Reaktionsharzen als Bindemittel. (Polymer Repair Concrete).

**(27) Riss**

Trennung im Betongefüge und in Fugen. Es wird zwischen oberflächennahen Rissen und Trennrissen unterschieden:

- Oberflächennahe Risse erfassen nur geringe Querschnittsteile und sind häufig netzartig ausgebildet.
- Trennrisse erfassen wesentliche Teile des Querschnitts (z.B. Zugzone, Steg) oder den Gesamtquerschnitt.

**(28) Rückseitige Durchfeuchtung**

Von der Rückseite des Bauteils zur instandzusetzenden Bauteilfläche transportiertes Wasser.

**(29) Schicht**

Besteht aus einer oder mehreren Lagen gleicher Zusammensetzung.

**(30) Sollschichtdicke  $d_s$**

Aufgrund statistischer Annahmen über den Verbrauch ermittelte Schichtdicke, die nach Ausführung im Mittel mindestens erreicht werden muss.

**(31) Spritzmörtel/-beton SRM/SRC**

Im Spritzverfahren aufzubringender Zementmörtel/-beton mit Kunststoffzusatz (Sprayable Repair Mortar/Sprayable Repair Concrete).

**(32) Spritzwasserbereich**

Bereich, der mit Tausalzsole beaufschlagt werden kann.

**(33) Sprühnebelbereich**

Bereich, der mit Tausalzsprühnebel, jedoch nicht mit Spritzwasser, beaufschlagt werden kann.

**(34) Zementmörtel/-beton mit Kunststoffzusatz**

**RM/RC**

Zementmörtel/Beton im Handauftrag mit Kunststoffzusatz (Repair Mortar, Repair Concrete).

**(35) Wirkstoffgehalt**

Wirksamer Anteil einer Hydrophobierung.

**(36) Wirkstoffmenge**

Auf die Betonunterlage aufgebrauchte Menge des wirksamen Anteils einer Hydrophobierung.

**1.3 Anwendung**

**1.3.1 Allgemeines**

*(1) Dieser Abschnitt bezieht sich auf den oberflächennahen Beton. Eine weitergehende Anwendung ist möglich. Erforderlichenfalls sind gesonderte Untersuchungen, z.B. Standsicherheitsnachweise, Nachweise über den Verbund bzw. die Mitwirkung des Betonersatzes, durchzuführen.*

*(2) Oberflächennahe Risse sind nach Nr. 2.4.6 zu behandeln. Alle anderen Risse sind nach Abschnitt 5 zu behandeln.*

*(3) Bei Betonfahrbahntafeln gilt dieser Abschnitt nur für die Instandsetzung der Betonoberfläche. Zu den Abdichtungsmaßnahmen für Betonfahrbahntafeln siehe Teil 6 Abschnitte 1 bis 3.*

*(4) Die Anwendung erstreckt sich auch auf Betonbauteile, die während des Aufbringens und Erhärtens des Betonersatzsystems oder des Oberflächenschutzsystems durch Verkehr dynamisch beansprucht werden (XDYN). Insbesondere bei Betonersatz aus Beton bzw. Spritzbeton können Verkehrsbeschränkungen erforderlich werden.*

**1.3.2 Zuordnung der Bauteile**

*(1) Die Zuordnung von Bauteilen zu Einwirkungsklassen dient der projektspezifischen Festlegung von Anforderungen an Baustoffe und Baustoffsysteme (Anhang G, Tabelle G.1)*

*(2) Die Einwirkungsklasse XALL fasst alle Einwirkungen auf Bauteile zusammen, die nicht durch die in Tabelle G.1 aufgeführten Einwirkungsklassen abgebildet werden. Die Einwirkungsklasse XDYN berücksichtigt dynamische Beanspruchungen bei Applikation unter Verkehr.*

*(3) Die Einwirkungsbereiche werden unterschieden in Spritzwasserbereich, Sprühnebelbereich und sonstigen Bereich. Die Abgrenzung dieser Bereiche ist fließend. Bauwerksgeometrie und Lage der Bauteile zu den Fahrbahnen müssen besonders berücksichtigt werden.*

*(4) Zum Spritzwasserbereich zählen z.B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen und Teilbereiche von Trogwänden, Stützwänden, Widerlagerwän-*

den, Tunnelwänden, Stützen, Pfeilern, Pylonen und Zügelgurten. Die Expositionsklasse des Spritzwasserbereichs entspricht

- XF2 in Verbindung mit XD2 und XC4 oder
- XF4 in Verbindung mit XD3 und XC4

nach DIN-Fachbericht „Beton“.

(5) Dem Sprühnebelbereich sind alle Bauteile zuzuordnen, die im Einwirkungsbereich des Tausalzsprühnebels, aber außerhalb des Spritzwasserbereiches liegen. Zum Sprühnebelbereich zählen z.B. Überbauten, Pfeiler und Widerlager auch unterhalb von hohen Talbrücken und Tunneldecken. Die Expositionsklasse des Sprühnebelbereichs entspricht XF2 in Verbindung mit XD1 und XC4 nach DIN-Fachbericht „Beton“.

(6) Bauteile, die weder im Spritzwasser- noch im Sprühnebelbereich liegen, sind dem sonstigen Bereich zuzuordnen. Die Expositionsklasse dieses Bereichs entspricht XF2 in Verbindung mit XD1 und XC3 nach DIN-Fachbericht „Beton“. Hierzu zählen z.B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern und Hohlkästen.

### 1.3.3 Betonersatzsysteme

(1) Betonersatzsysteme dienen der Instandsetzung geschädigter Betonbauteile, zur Herstellung von Ausgleichsschichten oder zum Füllen von Fehlstellen im Beton.

(2) Der Baustoff für den Betonersatz kann bestehen aus:

- Beton,
- Spritzbeton,
- Spritzmörtel / -beton SRM/SRC,
- Zementmörtel / -beton mit Kunststoffzusatz RM/RC oder
- Reaktionsharzbeton PRC.

(3) Vergussbeton und Vergussmörtel nach DAfStB-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ kommen als Betonersatzsystem nicht zur Anwendung.

### 1.3.4 Oberflächenschutzsysteme

(1) Bei der Planung von OS-Systemen ist zu beachten, dass nur eine ausreichend dichte und dicke Betondeckung, bei Neubauten nach DIN-EN 1992-2 sowie bei Erhaltungsmaßnahmen aus alkalisch wirkenden Betonersatzsystemen nach diesem Abschnitt, Gewähr für eine langfristige Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken bietet.

(2) OS-Systeme sind nicht gleichwertig gegenüber einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung, weil sie nur eine zeitlich begrenzte Wirk-

samkeit besitzen und der ständigen Erhaltung bedürfen.

(3) Ein Oberflächenschutz bei vorhandenen Bauwerken ist unter Berücksichtigung der Gesamtsituation eines Bauwerks vorzusehen,

– wenn die Risiken weitergehender Wasseraufnahme und Schadstoffeindringung (Karbonatisierung bzw. Chloridanreicherung) untersucht worden sind und keine anderen wirtschaftlichen Erhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden können oder

– bei bereichsweise instandgesetzten Bauteilen bzw. Bauwerken.

Ist mit dem Auftrag von Graffiti zu rechnen, ist ein Oberflächenschutz mit AGS-Eigenschaften vorzusehen

(4) Bei Anwendung von OS-Systemen auf Beton mit Hinweis auf Gefährdung durch Alkali-Zuschlag-Reaktion ist darauf zu achten, dass sich die Verhältnisse im Bauteil nicht ungünstig verändern.

## 1.4 Bestandsaufnahme

### 1.4.1 Allgemeines

Zur Beurteilung des Bauwerkszustandes sind in Abhängigkeit von der Bauwerkssituation die jeweils zutreffenden Kriterien, z.B. aus der Tabelle 3.4.1, heranzuziehen. Dabei sind Prüfungen, Beobachtungen und Erfahrungen so einzusetzen, dass Verkehrssicherheit, Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit beurteilt werden können. Umfang und Ausmaß der Untersuchungen richten sich nach Art und Größe der Schäden am Bauteil und nach der Bedeutung des Bauwerks.

### 1.4.2 Umfang

(1) Bei Schäden größeren Ausmaßes muss die Bestandsaufnahme mindestens umfassen:

- Art und Zweck des Bauwerks, Schäden, Baujahr, Bestandszeichnungen, zwischenzeitliche Veränderungen sowie
- Bezeichnung und Lage der betroffenen Bauteile, Bewehrung, Baustoffe, Abmessungen und Schadensbild

(2) Bei geringen Schäden reicht in der Regel ein Prüfbericht nach der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF) aus.

### 1.4.3 Schadensbeurteilung

Aufgrund der Prüfungen und des Schadensbildes sind:

- Aussagen über die Ursachen der Schäden zu treffen,
- die Notwendigkeit und die Zweckmäßigkeit einer Schutz- und Instandsetzungsmaßnahme festzustellen und
- Erfordernisse als Grundlage für ein material-spezifisches Schutz- und Instandsetzungskonzept zusammen zu stellen.

### 1.5 Baugrundsätze

(1) Vor dem Aufbringen des Betonersatz- oder OS-Systems ist die Betonunterlage nach Nr. 2 vorzubereiten.

(2) Die Ebenheit der instandgesetzten Betonflächen ist den umgebenden Bereichen anzupassen.

(3) Durch die Instandsetzungs- und Schutzmaßnahmen darf die Funktionsfähigkeit von Bewegungsfugen nicht beeinträchtigt werden.

(4) Bei Betonersatz- und OS-Systemen ist projektspezifisch auf folgende Eigenschaften zu achten:

- ein der Betonunterlage angepasstes Festigkeits- und Verformungsverhalten,
- einen abreiß- und scherfesten Verbund mit der Betonunterlage bzw. der Schichten untereinander (ggf. auch unter dynamischer Beanspruchung),
- keine Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit und der Dauerhaftigkeit der Betonunterlage,
- einen hinreichender Frost- und Tausalzwiderstand gemäß den Anforderungen,
- Schutz der Bewehrung gegen Korrosion (gilt nur für Betonersatzsysteme),
- Alterungs-, Volumen-, Alkali- und Wasserbeständigkeit sowie Wasserundurchlässigkeit und Wasserdampfdurchlässigkeit und ggf. Bitumenbeständigkeit,
- Verträglichkeit der verwendeten Baustoffe untereinander,
- hemmende Wirkung gegen das Eindringen von Schadgasen (z.B. CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub>),
- hinreichende Verträglichkeit mit vorhandenen Betonersatz- und OS-Systemen,
- praxisgerechte Verarbeitungszeit, breite Klimaspinne,
- baustellengerechte Verarbeitbarkeit, auch bei Arbeiten in Zwangslagen (Überkopfarbeit),
- leichte Überarbeitbarkeit,
- geringe Verschmutzungsneigung,
- ausreichende Abriebfestigkeit bei dem System OS-F.

Es können weitere Anforderungen erforderlich sein.

(5) Es sind ggf. zusätzliche projektspezifische Anforderungen nach TL/TP AGS-Beton und Teil 7 Abschnitt 1 zu berücksichtigen.

(6) Durch Beschichtungen dürfen im Beton der zu schützenden Bauteile keine bauphysikalisch und / oder chemisch ungünstigen Verhältnisse geschaffen werden, die Folgeschäden verursachen können.

### 1.6 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Die Anforderung an die Baustoffe und Baustoffsysteme ergeben sich projektspezifisch bezogen auf Einwirkung und Widerstand und sind vom Auftragnehmer nachzuweisen. Es dürfen nur Baustoffe und Baustoffsysteme verwendet werden, die unter den bauwerksspezifischen Einwirkungen und Rahmenbedingungen geeignet sind.

(2) Hinweise zur Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind in Anhang G zusammengestellt.

(3) Als Zugabewasser ist Trinkwasser zu verwenden.

(4) Angaben über Baustoffe und Baustoffsysteme können im Baustoff- bzw. Bieterangabenverzeichnis gefordert werden.

(5) Die Merkmale des Baustoffs- bzw. Baustoffsystems sind mit Bezug auf die projektspezifischen Anforderungen anzugeben. Die Leistungserklärung gemäß Bauproduktenverordnung (BauPVO) ist Bestandteil hiervon.

(6) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung gemäß Anhang F sind zu dokumentieren und dem AG vorzulegen.

## ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

**Tabelle 3.4.1:** Beispiele für Untersuchungsmethoden und -kriterien zur Ermittlung des Ist-Zustandes eines Bauwerks

	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
1	Umgebungs- und Nutzungsbedingungen		
1.1	Mechanische Einwirkungen (z.B. Fahrzeuganprall, Überlastung)	Inaugenscheinnahme	Bewertung im Einzelfall
1.2	Physikalische und chemische Einwirkungen (z.B. von Temperatur, Feuchte, Frost, Tausalzen, Gasen, Ölen, Fetten)	Messungen, Erkundungen	Angabe über Art und Umfang der Einwirkungen, Bewertung im Einzelfall
1.3	Einwirkung aus Betrieb (Reinigung, Wartung)	Auswertung von Protokollen, (z.B. Streckenwartung)	Häufigkeit und Art der Reinigung, Reinigungsmittel, Bewertung im Einzelfall
1.4	Zugänglichkeit	Örtlich Feststellungen	Bewertung im Einzelfall (Hinweis auf Zugänglichkeit und/oder Unzugänglichkeiten, evtl. Geräte und Beleuchtung)
2	Bauwerks- und Bauteileigenschaften		
2.1	Trag- und Verformungseigenschaften	Vermessung, Schwingungsmessungen, Nachrechnung, Probebelastung	Bewertung im Einzelfall
2.2	Brückenklasse, Statische Systeme	Bauwerksbuch, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.3	Herstellungsbedingungen (z.B. Witterung, Besonderheiten)	Bautagebuch, Wetteramt, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.4	Optischer Eindruck (z.B. Abplatzung, Risse, Rostfahnen, Ausblühungen, Verschmutzungen, Absandungen)	Inaugenscheinnahme, Rissaufnahme (z.B. mit Risslupe)	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.5	Gefüge (Hohlstellen, Fehlstellen)	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, Endoskopie, Ultraschall, Radar, Impakt-Echo	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.6	Betondeckung	Magnetisches Verfahren, Wirbelstromverfahren, Radar, Anbohren	Bewertung durch Vergleich mit DIN EN 1992-2
2.7	Verformung, Zwang, Pressungen	Messungen und Berechnungen	Bewertung im Einzelfall
2.8	Entwässerung, Abdichtung, Belag, Fugen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, ggf. Öffnen und/oder Messen	Bewertung nach dem Zustand und dem Grad der Funktionsfähigkeit
2.9	Fahrbahnübergänge		
3	Baustoffeigenschaften		
3.1	Druckfestigkeit	Zerstörungsfreie Prüfung (Schmidt-Hammer). In begründeten Einzelfällen: Zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen	Nennfestigkeit, Vergleich mit geforderten Werten
3.2	Abreißfestigkeit gemäß DIN EN 1542	Geregeltes Abreißprüfgerät a) Oberfläche b) ggf. tieferliegende Schichten (Profilaufnahme)	Vergleich mit geforderten Werten. Falls nicht ausreichend, Überprüfung des Festigkeits- und Verformungsverhaltens
3.3	Korrosion der Bewehrung	Inaugenscheinnahme, Endoskopie, Potenzialmessung	Zur Bewertung sind sowohl die Absolutwerte als auch die gegenseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Baustoffeigenschaften in ihrer Gesamtheit zu berücksichtigen. Grenzwerte einzelner Baustoffeigenschaften werden daher nicht angegeben.
3.4	Karbonatisierung	Indikatorverfahren, z.B. Phenolphthalein (Bruchfläche)	
3.5	Chloridbelastung	Indikatorverfahren (Bruchfläche), chemische Analyse	



## 1.7 Ausführung

### 1.7.1 Allgemeines

(1) *Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen sind terminlich so einzuplanen, dass sie bei günstiger Witterung durchgeführt werden können.*

(2) *Müssen Schutz- und Instandsetzungsarbeiten bei ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt werden, sind witterungsbedingte Schutz- einrichtungen nach Teil 5 Abschnitt 3 vorzusehen.*

(3) Schutz- und Instandsetzungsarbeiten dürfen nur innerhalb materialbedingter Grenzwerte ausgeführt werden.

### 1.7.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal

(1) Die Arbeiten dürfen nur von Arbeitskolonnen ausgeführt werden, die über die erforderliche Qualifikation verfügen.

(2) Bei Arbeiten mit Kunststoffen oder kunststoffmodifizierten Baustoffen muss eine von Auftragnehmer benannte sachkundige Fachkraft, z.B. der Kolonnenführer, nachweislich eine Prüfung über den Umgang mit diesen Baustoffen erfolgreich abgelegt haben. Dies ist:

- bei inländischen Bietern durch eine Bescheinigung des Ausbildungsbeirats „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (SIVV-Schein),
- bei ausländischen Bietern durch einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis

zu belegen.

(3) Eine Nachschulung ist im Abstand von höchstens drei Jahren entsprechend den Vorgaben des Ausbildungsbeirates „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ durchzuführen.

(4) Wird als Betonersatz Spritzbeton oder Spritzbeton mit Kunststoffzusatz verwendet, sind die zusätzlichen Anforderungen an den Düsenführer nach den Nrn. 4.5.2 bzw. 5.5.1 zu beachten.

(5) Die sachkundige Fachkraft muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.

(6) *Bei besonders schwierigen oder wichtigen Arbeiten kann es erforderlich sein, zusätzliche Qualifikationsnachweise für die sachkundige Fachkraft und das Personal in Form von Referenzen über entsprechende ausgeführte Arbeiten oder in Form von Nachweisen über besondere handwerkliche Schulungen zu fordern.*

### 1.7.3 Angaben zur Ausführung

Bei Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen mit SRM/SRC-, RM/RC-, PRC- und OS-Systemen sind die Angaben zur Ausführung nach Anhang F zu berücksichtigen.

### 1.7.4 Bearbeitungsabschnitte

Bearbeitungsabschnitte sind so zu wählen, dass eine mit den Angaben zur Ausführung übereinstimmende Durchführung der Arbeit sichergestellt ist.

### 1.7.5 Äußere Bedingungen

(1) Betonersatz- und OS-Systeme dürfen nur innerhalb der in den Angaben zur Ausführung und / oder DIN-Normen angegebenen Grenzwerte für Temperatur und Feuchte von Luft, Betonunterlage und Baustoff aufgebracht werden. Dies gilt auch für einzelne Arbeitsgänge zur Herstellung von Teilen der Betonersatz- und OS-Systeme.

(2) Der Auftragnehmer hat die Messwerte im Rahmen der Eigenüberwachung zu protokollieren und sie dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Zur Aufnahme der Messwerte sind vom Auftragnehmer die Geräte gemäß Teil 1 Abschnitt 3 auf der Baustelle vorzuhalten.

(4) Lufttemperatur und relative Luftfeuchte sind während der Ausführung kontinuierlich aufzuzeichnen. Die Messungen sind danach so lange fortzuführen, wie die Stoffe des Betonersatz- bzw. OS-Systems durch Witterungseinflüsse geschädigt werden können.

(5) Vor Beginn der Ausführung ist die Temperatur der Betonunterlage bzw. der bereits eingebauten Schichten des Betonersatz- bzw. OS-Systems – bei Schichtarbeit und Wetteränderung auch mehrmals täglich – zu kontrollieren.

### 1.7.6 Nachbehandlung

(1) Mit der Nachbehandlung ist so rechtzeitig zu beginnen, dass die geforderten Eigenschaften des Instandsetzungssystems uneingeschränkt erreicht werden.

(2) Sofern für die einzelnen Betonersatz- und OS-Systeme nichts Anderes geregelt ist, gelten die Angaben zur Ausführung.

(3) Nachbehandlungsmittel sind nicht zugelassen.

### 1.7.7 Dokumentation

*Entsprechend der Ausführung sind das Bauwerksbuch (siehe Anhang C) und die vorhandenen Bestandsunterlagen zu aktualisieren.*

## 1.8 Qualitätssicherung

### 1.8.1 Erstprüfung / Eignungsprüfung / Nachweis der Verwendbarkeit

- (1) Für Beton ist eine Erstprüfung nach Abschnitt 1 durchzuführen.
- (2) Für Spritzbeton ist eine Eignungsprüfung nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 durchzuführen.
- (3) Für SRM/SRC, RM/RC, PRC und OS-Systeme sind die in der Leistungsbeschreibung festgelegten Anforderungen an diese Baustoffe und Baustoffsysteme vom Auftragnehmer rechtzeitig vor Baubeginn durch entsprechende projektspezifische Nachweise der Verwendbarkeit gemäß Anhang F nachzuweisen.
- (4) Seitens des Auftragnehmers ist sicherzustellen, dass die eingesetzten Baustoffe und Baustoffsysteme zu jeder Zeit während der Bauausführung den Anforderungen gemäß (3) genügen.

### 1.8.2 Überwachung der Stoffherstellung

Die Überwachung für die Herstellung der Stoffe für die Betonersatz-Systeme erfolgt bei

- Beton nach Abschnitt 1,
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- SRM/SRC, RM/RC, PPC und OS-Systemen nach den projektbezogenen Festlegungen gemäß Anhang F.

### 1.8.3 Überwachung der Ausführung

- (1) Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung sind in den Nrn. 2 bis 8 geregelt.
- (2) *Da bei kleineren Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen ggf. der Aufwand für die Eigenüberwachung nicht in einem wirtschaftlichen Verhältnis zu der auszuführenden Leistung steht, kann in solchen Fällen die Eigenüberwachung, abgestimmt auf die jeweilige Maßnahme, in der Häufigkeit bzw. in der Art der Prüfung reduziert werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*
- (3) Für die Ausführung ist eine Fremdüberwachung vorzusehen. Der Auftragnehmer hat der fremdüberwachenden Stelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.
- (4) *Bei zeitlich kurzen Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen kann von einer Fremdüberwachung abgesehen werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

### 1.8.4 Kontrollprüfungen

*Kontrollprüfungen werden vom Auftraggeber in Abhängigkeit von Bedeutung und Umfang der Baumaßnahme durchgeführt, ggf. im Zusammenhang mit der Überwachung der Ausführung.*

### 1.8.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen

Die den Ergebnissen aus zusätzlichen Kontrollprüfungen zuzuordnenden Teilflächen sind von Auftragnehmer und Auftraggeber vorher gemeinsam festzulegen. Die einer zusätzlichen Kontrollprüfung zuzuordnende Summe der Teilflächen soll nicht kleiner als 20% der Fläche sein, die der ursprünglichen Kontrollprüfung zugeordnet war.

## 1.9 Abrechnung

- (1) *In der Leistungsbeschreibung ist vorzusehen, ob die Abrechnung nach Einbaufläche, Gewicht, Dicke, Bestandszeichnungen und/oder örtlichen Aufmaßen erfolgen soll.*
- (2) Bei Abrechnung nach Fläche werden dem Aufmaß und der Abrechnung bei Maßnahmen nach den Nrn. 2 bis 7 die tatsächlich bearbeiteten Flächen mit ihren mittleren Tiefen bzw. mittleren Dicken zugrunde gelegt.

## 2 Vorbereitung der Betonunterlage

### 2.1 Allgemeines

- (1) Die Betonunterlage ist so vorzubereiten, dass zwischen dem aufzubringenden Betonersatz- oder OS-System und der Betonunterlage ein fester und dauerhafter Verbund erzielt wird. Hierzu muss die Betonunterlage gleichmäßig fest und frei von trennenden Substanzen, scharfen Schalungskanten und Graten sein.
- (2) Die instand zu setzenden Bereiche sind mit gerade verlaufenden Kanten zu begrenzen. Die Ausbruchufer sind bis in eine Tiefe von etwa 10 mm annähernd rechtwinklig zur Bauteiloberfläche und im weiteren Verlauf schräg unter etwa 45° auszuführen.
- (3) Die Vorbereitung der Betonunterlage, auf welche die Betonersatzsysteme aufgebracht werden sollen, muss eine raue Oberfläche ergeben. Das fest eingebettete grobe Gesteinskorn muss kuppenartig frei liegen. Weitere Anforderungen sind in den Nrn. 3 bis 8 für die jeweiligen Betonersatz- und OS-Systeme aufgeführt.
- (4) Die Vorbereitung der Betonunterlage für das Aufbringen von Betonersatz- oder OS-Systemen besteht aus:

- Entfernen von Beschichtungen und Nachbehandlungsfilmern sowie von Verunreinigungen,
- Entfernen von Zementschlammern und minderfesten Schichten,
- Abtragen von schadhaftem Beton / Betonersatz sowie ggf. Freilegen von Bewehrung,
- Entfernen von Rostprodukten an freiliegender Bewehrung und anderen Metallteilen,
- Säubern der Betonunterlage von Staub und losen Teilen,
- Entfernen von Wasser.

(5) *Die vorbereiteten Bereiche müssen eine geeignete Form haben, die einen einwandfreien Einbau und eine ausreichende Verdichtung gewährleistet.*

(6) Der Auftragnehmer hat durch die Wahl geeigneter Verfahren und Geräte gemäß Tabelle 3.4.2 sicherzustellen, dass durch die Vorbereitung die Eigenschaften der Betonunterlage hinsichtlich eines festen und dauerhaften Verbundes mit einem Betonersatz- oder OS-System nicht nachteilig verändert werden.

### 2.2 Anwendung

(1) Die Auswahl der geeigneten Vorbereitungsverfahren (siehe Nr. 2.4.2) richtet sich nach dem Zustand der vorhandenen Betonoberfläche und danach, wie die in den Nrn. 3 bis 8 aufgeführten Anforderungen an die Betonersatz- und OS-Systeme am besten erfüllt werden.

(2) *Die Umweltverträglichkeit der gewählten Vorbereitungsverfahren einschließlich der Entsorgung von Abfällen ist zu gewährleisten.*

(3) Die ordnungsgemäße Entsorgung der Abfälle ist vom Auftragnehmer nachzuweisen. Die Beseitigung hat auf eine dafür zugelassene Deponie zu erfolgen.

(4) *Soll Bewehrung freigelegt werden, sind die Bearbeitungsabschnitte auch nach statischen Gesichtspunkten festzulegen.*

### 2.3 Baugrundsätze

(1) Ort, Umfang und Tiefe der Abtragsflächen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers und sind durch Auftragnehmer und Auftraggeber gemeinsam festzulegen.

(2) Mit dem Abtragen des geschädigten Betons darf nur auf Anordnung des Auftraggebers begonnen werden, und dies darf nur unter seiner Überwachung erfolgen.

(3) Wird geschädigter Beton über das vertraglich festgelegte Maß hinaus abgetragen oder wird eine

andere Betondeckung festgestellt, ist eine zusätzliche Beurteilung – auch in statischer Hinsicht – erforderlich.

(4) Es ist sicherzustellen, dass beim Abtragen keine Spannglieder beschädigt werden. Fehlstellen im Bereich von Spanngliedern sind dem Auftraggeber unverzüglich zu melden. Die Beschädigung von Betonstahl ist zu vermeiden.

(5) *Bei Anzeichen auf mögliche Schädigungen der Spannglieder sind eingehende Untersuchungen zu veranlassen.*

(6) Freigelegte Bewehrung darf nur mit Genehmigung des Auftraggebers entfernt werden.

(7) Die Vorbereitungsarbeiten an der Betonunterlage sind so einzuplanen und durchzuführen, dass die Schichten des Betonersatzsystems oder des OS-Systems unverzüglich nach Beendigung der Vorbereitungsarbeiten auf die tragfähige Betonunterlage aufgetragen werden können.

(8) Die Beschädigung von Anschlussbereichen ist zu vermeiden.

## 2.4 Ausführung

### 2.4.1 Allgemeines

(1) Die Zweckmäßigkeit des ausgewählten Vorbereitungsverfahrens ist zu Beginn der Ausführung an geeigneten Stellen durch die Bearbeitung von Probeflächen und bei Anwesenheit des Auftraggebers nachzuweisen, und die Abreißfestigkeit ist zu bestimmen.

(2) *Größe, Anzahl und Vergütung der Probeflächen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

### 2.4.2 Vorbereitungsverfahren

(1) Verfahren für die Vorbereitung von Betonunterlagen sind in der Tabelle 3.4.2 aufgeführt.

(2) Beim Vorbereiten der Betonunterlagen durch Fräsen darf der Abtrag je Arbeitsgang höchstens 5 mm betragen.

(3) *Wenn eine größere Abtragstiefe je Arbeitsgang erforderlich ist, ist eine Musterfläche anzulegen, an der die Anwendbarkeit des Verfahrens überprüft werden kann.*

### 2.4.3 Behandlung der Bewehrung

(1) Kann ein hinreichend dichter Betonersatz nach Nrn. 3, 4, 5 oder 6 mit ausreichender Betondeckung bei der Instandsetzungsmaßnahme hergestellt werden, ist keine zusätzliche Korrosionsschutzmaßnahme durch Beschichten der Bewehrung vorzunehmen.

(2) Loser Rost an freiliegender oder durch Vorbereitungsarbeiten freigelegter Bewehrung ist zu entfernen. Die Entrostung muss dem Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ (ggf. PSa 2½) gemäß DIN EN ISO 12944-4 entsprechen.

(3) *Wenn durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40$  mm) planmäßig nicht erreicht werden kann, ist ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 erforderlich.*

(4) Bei Verwendung von Epoxidharz darf der Beton damit nicht verunreinigt werden.

(5) Der erhärtete Korrosionsschutz muss dicht sein und die Bewehrung vollständig umhüllen.

(6) Das Aufbringen der nächsten Schicht darf erst nach Aushärtung des Korrosionsschutzes erfolgen.

#### 2.4.4 Behandlung freiliegender Einbauteile

*Für Einbauteile sind in der Leistungsbeschreibung ggf. besondere Regelungen vorzusehen.*

#### 2.4.5 Behandlung von Bewegungsfugen

(1) An den Fugenflanken sind jegliche Verunreinigungen, schadhafter Beton und alte Fugenfüllungen restlos zu entfernen.

(2) Ist die Breite der Fuge nicht ausreichend, sind die Fugenflanken unter Beachtung der Betondeckung parallel einzuschneiden. Die Fugenbreite ist auf die zu erwartenden Bewegungen abzustimmen. Sie muss jedoch mindestens 15 mm betragen.

#### 2.4.6 Behandlung von Rissen

(1) Nach der Vorbereitung ist die Betonunterlage erneut im Hinblick auf Risse zu untersuchen. Diese sind zu dokumentieren.

(2) *Einzelne oberflächennahe Risse bis ca. 0,2 mm Breite sind im Allgemeinen unbedenklich und brauchen nicht behandelt zu werden. Die Risstiefe kann, sofern sie aus den Rissursachen nicht abschätzbar ist, durch Kernbohrungen kleineren Durchmessers ermittelt werden. Geht jedoch von oberflächennahen Rissen eine weitergehende Schädigung aus (z.B. Abbrechen der Rissränder), sind die Risse nach Abschnitt 5 zu behandeln.*

(3) Risse mit mehr als 0,2 mm Breite oder solche, die größere Querschnittsteile erfassen, sind nach Abschnitt 5 zu behandeln.

(4) Werden Risse festgestellt, die die Standicherheit des Bauwerks gefährden können, ist der Auftraggeber zu benachrichtigen.

(5) Offene Arbeitsfugen sind wie Risse zu behandeln.

#### 2.4.7 Säubern der Betonunterlage

(1) Jede vorbereitete Betonunterlage ist unmittelbar vor dem Aufbringen einer nachfolgenden Lage oder Schicht von Staub und losen Teilen zu säubern. Wasser ist zu entfernen.

(2) Beim Absaugen mit Staubsaugern dürfen nur Industriesauger eingesetzt werden, die auch Flüssigkeiten und grobe Teile aufnehmen können.

(3) Beim Abblasen mit Druckluft sind nur Baukompressoren nach der Tabelle 3.4.2 zugelassen, d.h. ölfrei mit Staubschutz.

#### 2.5 Prüfung der Abreißfestigkeit

(1) Die Abreißfestigkeit der Betonunterlage ist im Rahmen der Eigenüberwachung im Beisein des Auftraggebers nach Teil 1 Abschnitt 3 zu ermitteln. Die Ergebnisse sind dem Auftraggeber vorzulegen.

(2) Auf Betonfahrbahnplatten sind nach der Vorbereitung je angefangene 1.000 m<sup>2</sup> Einbaufäche neun Abreißversuche durchzuführen. Erfolgt die Vorbereitung durch Stemmen, sind je angefangene 250 m<sup>2</sup> Gesamtfläche sechs Abreißversuche durchzuführen.

(3) Auf anderen Betonunterlagen als Betonfahrbahnplatten sind nach der Vorbereitung je angefangene 500 m<sup>2</sup> Einzelfläche sechs Abreißversuche durchzuführen.

(4) Die Prüfung der Abreißfestigkeit entfällt bei:

- einer Gesamteinbaufäche von höchstens 50 m<sup>2</sup> bei Leistungen nach den Nrn. 3 bis 7, wenn sich die Gesamteinbaufäche aus mehreren Einzelflächen zusammensetzt,
- einer Gesamteinbaufäche von Beschichtungen von höchstens 250 m<sup>2</sup>,
- Hydrophobierungen.

(5) Die Abreißversuche sind gleichmäßig über die Gesamteinbaufäche zu verteilen.

(6) Die Abreißfestigkeit der Betonunterlage muss den Werten der Tabelle 3.4.3 entsprechen.

Tabelle 3.4.2: Verfahren für die Vorbereitung von Oberflächen

	Verfahren		Anwendungszweck					Anwendungsbereich	Anforderungen	Umfang der Nachbearbeitung
	Art	Gerät, Material, Stoff	1	2	3	4	5			
1	Stemmen	Hammer von Hand	x	x	x			örtlich, für kleine Flächen a)	Beschädigungen des Betonstahls sind zu vermeiden; besondere Vorsicht bei Spanngliedern	Strahlen
		Meißel			x a)					
		Meißel Pressluft oder elek- trisch								
		Nadelpistole	x	x			(x) e)			
2	Bürsten	rotierende Stahlbürste	x	x			(x) e)	Anwendungsbereich ist geräteabhängig		Säubern
3	Fräsen	Fräsmaschine für klein- flächigen Abtrag	x i)	x i) g)	x i) h) g)			Abtragung auf waage- rechten und schwach geneigten Oberflächen a)	Abtrag Altbeschichtung und Vorbereitung banda- genartige Beschichtung Betonabtrag je Arbeits- gang ≤ 5 mm; höhen- gleiche Überlappungen der Fräsbahnen ≤ 5 cm	Strahlen ein- schließlich unbe- handelt verbliebe- ner kleinerer Flächen
		Fräsmaschine für groß- flächigen Abtrag								
4	Schleifen	Schleifgerät	x	x				geräteabhängig auf waagrechteten oder senkrechten Flächen		Säubern nach Zeile 7b
5	Staubfreies Strahlen	Gerät mit festen Strahl- mitteln bei gleichzeitigem Absaugen; Kugelstrahlen	x	x			x	geräteabhängig auf waagrechteten oder senkrechten Flächen		Säubern/Aufnahme der Kugeln
6a	Strahlen	Druckluftstrahlen mit festem Strahlmitteln	x	x			x	unabhängig von der Flächeneigung	Staubschutz erforderlich; Gefahrstoffverordnung beachten; Druckluft ölfrei b)	Säubern
		Druckwasserstrahlen mit festem Strahlmitteln	x	x			x			
6b		Nebelstrahlen; Feucht- strahlen mit festen Strahlmitteln	x	x			(x) f)			
6c		Hochdruckwasserstrah- len, mindestens 60 MPa (600 bar)	x	x	(x) c)		(x) f)			
6d		Hochdruckwasserstrah- len jk)	x	x	x	x				
7a	Säubern	Abblasen mit Druckluft					x	vorzugsweise auf nicht waagrechteten Flächen	Druckluft ölfrei b) Staub- schutz erforderlich	
7b		Absaugen mit Industrie- saugern					x	Regelverfahren auf großen waagrechteten Flächen	Verwendete Sauger müssen Wasser und grobe Teile aufnehmen können	
7c		Wasserstrahlen, Dampfstrahlen, Heißwasserstrahlen	(x) d)					x	Entfernen von atmo- sphärischen Verunreini- gungen auf der Betonun- terlage	

**Anwendungszweck**

- 1 = Entfernen der Reste von Beschichtungen und Nachbehandlungsfilmen sowie von oberflächigen Verunreinigungen
- 2 = Entfernen von Zementschlämmen und minderfesten Schichten
- 3 = Abtragen von schadhaftem Beton/Betonersatz sowie Freilegen der Bewehrung
- 4 = Entfernen von Rostprodukten an freiliegender Bewehrung und anderen Metallteilen
- 5 = Säubern der Betonunterlage von Wasser, Staub und losen Teilen

**Erläuterungen:**

- a) Gefahr der tiefergreifenden Zerstörung des Betons
- b) Ölfrei: Die eingesetzten Baukompressoren müssen Ölaus-scheider mit einem nachgewiesenen Wirkungsgrad von  $\leq 0,01 \text{ mg/m}^3$  Restölgehalt haben (Klasse 1 nach ISO 8573-1)

- c) Grad des Betonabtrags ist abhängig vom Strahldruck, der Wassermenge und der Düsengeometrie
- d) Reste von Beschichtungen können nicht immer entfernt werden.
- e) Nicht für zu beschichtende Bewehrung und andere Metallteile
- f) Ggf. trocken nachstrahlen
- g) Der maximale Abtrag von  $\leq 5 \text{ mm}$  einzuhalten, da bei größerem Abtrag eine tiefergehende Zerstörung des Betons wahrscheinlich ist.
- h) Nicht zum Freilegen der Bewehrung.
- i) Bei Fräsarbeiten mit Abtragstiefen  $> 5 \text{ mm}$  je Arbeitsgang sind Musterflächen anzulegen, an denen die Anwendbarkeit des Verfahrens überprüft werden kann.
- j) siehe DBV Merkblatt „Hochwasserdruckstrahltechnik im Betonbau“

**Tabelle 3.4.3:** Geforderte Abreißfestigkeiten der Betonunterlage (Mindestwerte)

	System	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Zulässiger kleinster Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]
1	Betonersatzsysteme	1,5	1,0
2a	Oberflächenschutzsysteme *)	OS-B	0,8
2b		OS-D (System ohne Feinspachtel)	1,0
2c		OS-C, OS-D, OS-E (Systeme mit Feinspachtel)	1,3
2d		OS-F	1,5

\*) Systembezeichnung siehe Nr. 8

(7) Werden Einzelwerte unterhalb des zulässigen kleinsten Einzelwertes gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu 1 m) festzustellen, ob es sich um Ausreißer handelt. Sind die zusätzlichen Werte einwandfrei, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Sind die zusätzlichen Werte ebenfalls kleiner als der zulässige kleinste Einzelwert, ist durch ein geeignetes Flächenraster der fehlerhafte Bereich einzugrenzen.

(8) Die Bewertung der Ergebnisse hat nach Teil 1 Abschnitt 3 zu erfolgen. Der Auftraggeber entscheidet über das weitere Vorgehen.

**2.6 Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage**

(1) Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(2) Die Feuchte der Betonunterlage ist mit dem CM-Gerät (siehe Anhang A) zu bestimmen.

**2.7 Abrechnung**

(1) Für die Vorbereitung der Betonunterlage ist die Abrechnungseinheit m<sup>2</sup> vorzusehen.

(2) Für das Vorbereiten von Bewegungsfugen, offenen Arbeitsfugen und Rissen ist die Abrechnungseinheit m vorzusehen.

(3) Für einen evtl. erforderlichen Korrosionsschutz der Bewehrung und anderer Metallteile kann auch die Abrechnung auf Nachweis vorgesehen werden.

**2.8 Freigabe der Betonunterlage**

Mit dem Aufbringen des vorgesehenen Betonersatz- oder OS-Systems darf erst nach Freigabe der vorbereiteten Fläche durch den Auftraggeber begonnen werden.

**3 Beton**

**3.1 Allgemeines**

Der Baustoff ist Beton nach Abschnitt 1.

**3.2 Anwendung**

(1) Mit Beton können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden,

sofern die Einbaudicke mindestens 5 cm beträgt.

(2) An Betonunterseiten und auf stark geneigten Flächen ist wegen der ungünstigen Einbaumöglichkeiten in der Regel der Einsatz von Betonersatzsystemen nach Nrn. 4, 5, 6 oder 7 angebracht.

### 3.3 Baugrundsätze

#### 3.3.1 Allgemeines

(1) Die Schichtdicke beträgt mindestens 5 cm.

(2) Kann durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40 \text{ mm}$ ) planmäßig nicht erreicht werden, soll ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 aufgebracht werden.

#### 3.3.2 Vorbereitung der Betonunterlage

Die Vorbereitung der Betonunterlage erfolgt gemäß Nr. 2.

### 3.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) RM/RC- und Epoxidharz-Haftbrücken müssen den projektspezifischen Anforderungen entsprechen. Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung sind gemäß Anhang F durchzuführen.

(2) Haftbrücken aus Zementmörtel müssen aus Wasser und zu gleichen Gewichtsteilen aus Zementen gemäß Abschnitt 1 und Sand 0/2 mm bestehen.

### 3.5 Ausführung

#### 3.5.1 Allgemeines

(1) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(2) Betonkanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

#### 3.5.2 Betonunterlage

Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

#### 3.5.3 Baustoffe

Alle erforderlichen Prüfzeugnisse und Zulassungen sind rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten dem Auftraggeber vorzulegen.

#### 3.5.4 Einbau

(1) Insbesondere an senkrechten und stark geneigten Flächen muss die Schalung ausgesteift und dicht sein. Die Fuge zwischen Schalung und altem Beton ist besonders abzudichten.

(2) Ob im Betonersatz aus statischen oder konstruktiven Gründen eine zusätzliche Bewehrung und / oder Verdübelung mit dem alten Beton notwendig wird, ist im Einzelfall zu entscheiden.

(3) Es ist eine Haftbrücke aus dickflüssigem Zementmörtel, aus RM/RC oder aus Epoxidharz aufzubringen.

(4) Sofern die Ausbildung der freiliegenden Bewehrung den Auftrag einer Haftbrücke verhindert, ist die Betonunterlage vor dem Einbau des Betons gemäß Absatz (5) vorzunässen.

(5) Die Betonunterlage muss vor dem Aufbringen einer Haftbrücke aus Zementmörtel oder aus RM/RC (beginnend etwa 24 h vorher) vorgehäst werden. Sie muss zur Zeit des Aufbringens der Haftbrücke matt feucht sein.

(6) Eine Haftbrücke aus Zementmörtel ist einzubürsten.

(7) Das Auftragen von RM/RC oder Epoxidharz hat nach den Angaben zur Ausführung zu erfolgen.

(8) Der Beton ist auf die noch frische Haftbrücke einzubauen, d.h. sie darf oberflächlich nicht ange-trocknet sein. Die Bearbeitungsabschnitte sind entsprechend zu wählen.

#### 3.5.5 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Der Beton ist gemäß Abschnitt 2 nachzubehandeln, jedoch mindestens 5 d.

### 3.6 Qualitätssicherung

#### 3.6.1 Erstprüfung

Die Erstprüfung ist nach Abschnitt 1 durchzuführen.

#### 3.6.2 Überwachung der Stoffherstellung

(1) Für Beton gilt Abschnitt 1.

(2) RM/RC- und Epoxidharz-Haftbrücken müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung unterliegen.

#### 3.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Für Beton gilt Abschnitt 2.

(2) Die Anzahl der Probewürfel ist in Abhängigkeit von Art und Umfang der Baumaßnahme in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(3) Die Prüfung der Konsistenz ist bei jeder Mischung bzw. Transportbetonlieferung durchzuführen.

(4) Senkrechte Flächen und Unterseiten sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

## 4 Spritzbeton

### 4.1 Allgemeines

(1) Spritzbeton ist Beton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551. Spritzmörtel nach DIN EN 14487 kommt als Betonersatzsystem nicht zur Anwendung.

(2) Bei Einsatz im Spritzwasser- und Sprühnebelbereich muss der Spritzbeton mindestens die Anforderungen der Expositionsclassen XF2 und XD2 erfüllen. Für die Wahl der Betonausgangsstoffe und Grenzwerte der Betonzusammensetzung gilt Abschnitt 1.

(3) Eine Haftbrücke ist nicht erforderlich.

### 4.2 Anwendung

(1) *Spritzbeton kann als Betonersatz nach Nr. 1.3 bei allen Betonbauteilen verwendet werden, mit Ausnahme von waagerechten oder schwach geneigten Flächen, die von oben angespritzt werden müssten (z.B. Oberseiten von Fahrbahnplatten der Brücken).*

(2) *Bei Bauteilen, die nicht vorwiegend ruhend beansprucht werden, sind bei der Instandsetzung Verkehrsbeschränkungen (in der Regel LKW-Fahrverbot) zu veranlassen oder es sind besondere Eignungsprüfungen durchzuführen.*

### 4.3 Baugrundsätze

(1) Es können sowohl Nass- als auch Trockenspritzverfahren angewendet werden.

(2) Rückprall darf in keinem Fall als Bestandteil des Bereitstellungsgemisches wiederverwendet werden. Die ordnungsgemäße Entsorgung des Rückpralls ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

(3) Schichtdicken von Spritzbeton sind der Tabelle 3.4.4 zu entnehmen.

(4) Bei Erhöhung der Betondeckung mit Schichtdicken von mindestens 5 cm ist eine verdübelte Bewehrung anzuordnen.

(5) Es darf nur Korrosionsschutz gemäß Nr. 5.3

verwendet werden.

(6) *Kann durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40$  mm) planmäßig nicht erreicht werden, soll ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 aufgebracht werden.*

Tabelle 3.4.4: Schichtdicken von Spritzbeton

Einsatzbereich	Schichtdicke [cm]
Ersatz von fehlendem oder geschädigtem Beton	≥ 3,0
Erhöhung der Betondeckung der Bewehrung bei Bauteilen mit nicht vorwiegend ruhender Belastung (z.B. Brückenüberbauten)	≥ 5,0
Erhöhung der Betondeckung der Bewehrung bei Bauteilen mit vorwiegend ruhender Belastung (z.B. Unterbauten von Brücken, Stützwänden)	≥ 3,0

### 4.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Die Anforderungen nach Abschnitt 1 sind zu beachten.

(2) Abschnitt 1 Nr. 3.1 ist zu beachten. Für Schichtdicken von weniger als 5 cm ist Gesteinskörnung mit einem Größtkorn bis zu 8 mm zu verwenden, bei Schichtdicken von mindestens 5 cm darf das Größtkorn bis zu 16 mm betragen.

(3) Die Dicke der einzelnen Spritzlagen beträgt im Allgemeinen 2 cm bis 5 cm, mindestens jedoch das 3-fache des Größtkorns.

(4) Die Verwendung von Betonzusatzstoffen und -mitteln bedarf der vorherigen Zustimmung des Auftraggebers.

### 4.5 Ausführung

#### 4.5.1 Allgemeines

(1) Spritzbeton darf nur aufgebracht werden, wenn die Temperatur der Auftragsfläche mindestens 3 °C beträgt.

(2) Sind während der Ausführung Luft- und Bauteiltemperaturen unter 3 °C zu erwarten, sind die Arbeiten einzustellen oder besondere Maßnahmen zu ergreifen, die ein Absinken der Temperaturen unter diese Grenzwerte verhindern.

(3) Werden Spritzbetonarbeiten bei heißer Witterung durchgeführt, sind Vorkehrungen zu treffen, damit die Temperatur der Betonunterlage 25 °C nicht überschreitet.



### 4.5.2 Anforderungen an das Personal

Es dürfen nur Düsenführer eingesetzt werden, die eine Prüfung erfolgreich abgelegt haben. Als Nachweis der Qualifikation des Düsenführers gilt bei inländischen Bietern die Bescheinigung des Ausbildungsbeirats „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (sog. Düsenführerschein), bei ausländischen Bietern ein gleichwertiger Qualifikationsnachweis.

### 4.5.3 Baustoffe

Alle erforderlichen Nachweise sind rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten dem Auftraggeber vorzulegen.

### 4.5.4 Betonunterlage

(1) Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

(2) Die Betonunterlage ist vor dem Aufbringen des Spritzbetons gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

(3) Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass bereits vorbereitete Flächen vor Auftrag des Spritzbetons nicht wieder verunreinigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Einflüsse aus Spritzarbeiten in benachbarten Arbeitsabschnitten.

### 4.5.5 Einbau

(1) Die Bewehrung ist so zu befestigen, dass sie ihre Lage beibehält und beim Spritzen wenig federt.

(2) Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen den einzelnen Spritzlagen sind temporäre, in der Regel wasserzuführende, Nachbehandlungsmaßnahmen durchzuführen. Ein Helligkeitsumschlag der jeweiligen Spritzbetonoberfläche von dunkel nach hell infolge Austrocknung darf zu keinem Zeitpunkt auftreten.

### 4.5.6 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Spritzbetonflächen sind unmittelbar nach der Herstellung gemäß Abschnitt 2 nachzubehandeln, jedoch mindestens 5 d.

### 4.5.7 Abreißfestigkeit

(1) Die Abreißfestigkeit zwischen der Betonunterlage und dem Spritzbeton muss im Mittel mindestens  $1,5 \text{ N/mm}^2$  betragen, wobei Einzelwerte von  $1,0 \text{ N/mm}^2$  an keiner Stelle der Einbaufläche unterschritten werden dürfen.

(2) Werden Einzelwerte von weniger als

$1,0 \text{ N/mm}^2$  gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu 1 m) festzustellen, ob es sich um einen Ausreißer handelt. Sind die zusätzlichen Werte einwandfrei, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Bleibt der Wert bestehen, ist durch ein geeignetes Flächenraster der fehlerhafte Bereich einzugrenzen.

(3) Die Bewertung der Ergebnisse hat nach Teil 1 Abschnitt 3 zu erfolgen. Der Auftraggeber entscheidet über das weitere Vorgehen.

## 4.6 Qualitätssicherung

### 4.6.1 Eignungsprüfung

(1) Die Eignungsprüfung ist nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 durchzuführen.

(2) Bei Änderungen der Ausgangsstoffe oder der Zusammensetzung des Spritzbetons, der Spritzeinrichtung oder der maßgeblichen Baustellenverhältnisse während des Bauablaufs sind neue Eignungsprüfungen durchzuführen.

### 4.6.2 Überwachung des Bereitstellungs-gemisches

Das Bereitstellungsgemisch muss einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung gemäß DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 unterliegen.

### 4.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Die Ausführung muss einer Eigen- und Fremdüberwachung gemäß DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 unterliegen.

(2) Die fertiggestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(3) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene  $250 \text{ m}^2$  Gesamteinbaufläche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung muss im Beisein des Auftraggebers erfolgen.

## 5 Spritzmörtel / -beton SRM/SRC

### 5.1 Allgemeines

(1) SRM/SRC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz und ggf. dem Korrosionsschutz der Bewehrung. Eine Haftbrücke ist nicht erforderlich.

(2) Ein SRM/SRC-Betonersatzsystem darf nur mit zugehöriger und für den vorgesehenen Verwendungszweck geeigneter Spritzanlage angewendet werden.

## 5.2 Anwendung

(1) SRM/SRC kann als Betonersatz innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 verwendet werden, mit Ausnahme von waagerechten oder schwach geneigten Flächen, die von oben gespritzt werden müssten (z.B. Oberseiten von Fahrbahnplatten der Brücken).

(2) In speziellen Anwendungsfällen können besondere Anforderungen an das Betonersatzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarende Prüfungen nachzuweisen ist.

## 5.3 Baugrundsätze

(1) Es können sowohl Nass- als auch Trockenspritzverfahren entsprechend des projektspezifischen Nachweises der Verwendbarkeit gemäß Anhang F angewendet werden.

(2) Rückprall darf in keinem Fall als Bestandteil des Bereitstellungsgemisches wiederverwendet werden. Die ordnungsgemäße Entsorgung des Rückpralls ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

(3) Die Schichtdicke beträgt mindestens 1 cm und höchstens 5 cm.

(4) Wenn durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40 \text{ mm}$ ) planmäßig nicht erreicht werden kann, ist ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 erforderlich.

## 5.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung muss auf die erforderliche Schichtdicke abgestimmt sein und darf höchstens 1/3 der Schichtdicke und/oder höchstens 8 mm betragen.

## 5.5 Ausführung

### 5.5.1 Anforderungen an das Personal

Es gilt Nr. 4.5.2

### 5.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des SRM/SRC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen. Der Prüfumfang ergibt sich nach Anhang F.

(2) Die Gebinde müssen gemäß Nr. 5.6.3 gekenn-

zeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

### 5.5.3 Betonunterlage

(1) Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

(2) Die Betonunterlage ist vor dem Aufbringen des SRM/SRC gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

(3) Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass bereits vorbereitete Flächen vor Auftrag des SRM/SRC nicht wieder verunreinigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Einflüsse aus Spritzarbeiten in benachbarten Arbeitsabschnitten.

### 5.5.4 Einbau der Bewehrung

Die Bewehrung ist so zu befestigen, dass sie ihre Lage beibehält und beim Spritzen wenig federt.

### 5.5.5 Schalung

Ist eine Schalung erforderlich, muss sie so ausgebildet werden, dass sie nicht federt und sich beim Spritzen kein Rückprall innerhalb der Schalung festsetzen kann.

### 5.5.6 Spritzen

(1) Die zulässigen Längen der Förderleitungen sind den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.

(2) Die Spritzdüse ist so zu führen, dass ein gut verdichteter Mörtel / Beton mit gleichmäßigem Gefüge bei geringem Rückprall entsteht, Spritzschatten vermieden und ggf. freiliegende Stahleinlagen ausreichend umhüllt werden.

(3) Die Dicke der einzelnen Spritzlagen ist den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.

### 5.5.7 Frischmörtelrohichte

Die Frischmörtelrohichte darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung höchstens um  $0,07 \text{ kg/dm}^3$  über- oder unterschreiten.

### 5.5.8 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Nachbehandlung ist nach Art und Dauer entsprechend den Angaben des Stoffherstellers in den Angaben zur Ausführung unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen, mindestens

jedoch 3 d, durchzuführen.

### 5.5.9 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte ist an drei Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als  $0,04 \text{ kg/dm}^3$  unterschreiten.

### 5.5.10 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 5.6 Qualitätssicherung

### 5.6.1 Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung sind gemäß Anhang F durchzuführen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit und des Nachweises der Übereinstimmung sind anzugeben.

### 5.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

SRM/SRC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung unterliegen.

### 5.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Die Frischmörtelrohddichte ist je angefangene  $100 \text{ m}^2$  Einbaufläche, mindestens jedoch einmal je Arbeitstag, mit an der Einbaustelle hergestellten Proben zu ermitteln.

(3) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.

(4) Beim Nassspritzverfahren ist beim Mischen der Komponenten die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Ho-

mogenisierung der fertigen Mischung und die gleichmäßige Förderung sind zu überprüfen.

(5) Beim Trockenspritzverfahren sind die gleichmäßige Zusammensetzung des SRM/SRC und die Förderung zur Auftragsfläche zu überprüfen.

(6) Die fertig gestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(7) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene  $250 \text{ m}^2$  Gesamteinbaufläche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.

(8) Die Trockenrohddichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

### 5.6.4 Kontrollprüfungen

*Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens  $50 \text{ m}^2$  können die Kontrollprüfungen entfallen.*

## 6 Zementmörtel / -beton RM/RC

### 6.1 Allgemeines

(1) RM/RC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz und ggf. aus der Haftbrücke sowie ggf. dem Korrosionsschutz der Bewehrung und dem Feinspachtel.

(2) Als RM/RC-Betonersatzsysteme dürfen nur solche verwendet werden, die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind.

### 6.2 Anwendung

(1) *Mit RM/RC-Betonersatzsystemen können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden. Der Einbau kann auch unter dynamischer Beanspruchung erfolgen.*

(2) *Es werden folgende Anwendungsfälle unterschieden:*

- *RC*  
*waagerechte und schwach geneigte Oberseiten, dynamisch beansprucht (z.B. befahrbare Flächen unter Belägen),*
- *RM*  
*beliebige Lage der Auftragsfläche, dynamisch (z.B. Kappen, Brückenuntersichten) oder nicht dynamisch (z.B. Stützwände, Widerlager) beansprucht.*

(3) In speziellen Anwendungsfällen können besondere Anforderungen an das Betonersatzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarenden Prüfungen nachzuweisen ist.

### 6.3 Baugrundsätze

(1) Die Schichtdicke beträgt mindestens 1 cm und höchstens 5 cm.

(2) In besonderen Fällen (z.B. bei tieferen Ausbruchstellen) kann die Schichtdicke bis zu 10 cm betragen.

(3) Wenn durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40 \text{ mm}$ ) planmäßig nicht erreicht werden kann, ist ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 erforderlich.

### 6.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung muss auf die erforderliche Schichtdicke abgestimmt sein und darf höchstens 1/3 der Schichtdicke und / oder höchstens 8 mm betragen.

### 6.5 Ausführung

#### 6.5.1 Allgemeines

(1) Bei Verwendung einer Haftbrücke muss der Betonersatz auf die noch frische Haftbrücke aufgetragen werden. Die Haftbrücke darf oberflächlich nicht angetrocknet sein.

(2) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(3) Kanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

(4) Die Verdichtung hat bei RM/RC in der Regel mit maschinellen Verdichtungsgeräten zu erfolgen.

#### 6.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des RM/RC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen. Der Prüfumfang ergibt sich nach Anhang F.

(2) Die Gebinde müssen nach Nr. 6.6.3 gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

#### 6.5.3 Betonunterlage

(1) Bei Verwendung einer Epoxidharzhaftbrücke darf die Feuchte der Betonunterlage die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(2) Bei Verwendung einer zementgebundenen Haftbrücke ist die Betonunterlage vor dem Aufbringen der Haftbrücke gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

#### 6.5.4 Äußere Bedingungen

Epoxidharzhaftbrücken dürfen nur verarbeitet werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

#### 6.5.5 Konsistenz

Die Konsistenz ist zu ermitteln. Das Ausbreitmaß darf nicht mehr als 15 % vom zugehörigen Bezugswert der Angaben zur Ausführung abweichen.

#### 6.5.6 Luftgehalt

(1) Der Luftgehalt des Frischmörtels ist zu ermitteln.

(2) Der Luftgehalt darf nicht mehr als 2 % absolut bzw. 50 % relativ (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend) vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung abweichen.

#### 6.5.7 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Nachbehandlung ist nach Art und Dauer entsprechend den Angaben des Stoffherstellers in den Angaben zur Ausführung unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen, jedoch mindestens 3 d, durchzuführen.

#### 6.5.8 Trockenrohichte

Die Trockenrohichte ist an drei Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als 0,04 kg/dm<sup>3</sup> unterschreiten.

#### 6.5.9 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 6.6 Qualitätssicherung

### 6.6.1 Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung sind gemäß Anhang F durchzuführen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit und des Nachweises der Übereinstimmung sind anzugeben.

### 6.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

RM/RC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung unterliegen.

### 6.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Bei Verwendung einer Epoxidharzhaftbrücke ist vom Auftragnehmer zur Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage ein CM-Gerät mit Zubehör vorzuhalten.

(3) Vom Frischmörtel / -beton sind je Arbeitstag eine Konsistenzprüfung und eine Prüfung des Luftgehalts gemäß Anhang G durchzuführen.

(4) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage und der zu verwendenden Stoffe zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.

(5) Beim Mischen der Komponenten des RM/RC ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu überprüfen.

(6) Die instand gesetzten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(7) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene 250 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufläche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Ab-

reißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.

(8) Die Trockenrohddichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

### 6.6.4 Kontrollprüfungen

Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens 50 m<sup>2</sup> können die Kontrollprüfungen entfallen.

## 7 Reaktionsharzbeton PRC

### 7.1 Allgemeines

(1) PRC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz, der Haftbrücke und ggf. dem Korrosionsschutz der Bewehrung.

(2) Als PRC-Betonersatzsysteme dürfen nur solche verwendet werden, die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind.

### 7.2 Anwendung

(1) PRC-Betonersatzsysteme sollen nur in Ausnahmefällen und nur bei kleinen Flächen (nicht größer als etwa 1 m<sup>2</sup>) angewendet werden, wenn bei Instandsetzungsmaßnahmen hydraulisch erhärtende Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen (z.B. aus Zeitgründen und bei zu geringer Schichtdicke).

(2) Mit PRC-Betonersatzsystemen können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden. Der Einbau kann auch unter dynamischer Beanspruchung erfolgen.

### 7.3 Baugrundsätze

PRC-Betonersatzsysteme sind in Schichtdicken ab 5 mm auszuführen.

### 7.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung darf höchstens 1/3 der Schichtdicke und/oder höchstens 8 mm betragen.

### 7.5 Ausführung

#### 7.5.1 Allgemeines

(1) Der Betonersatz ist auf die noch frische Haftbrücke aufzubringen.

(2) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(3) Kanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

### 7.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des PRC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen. Der Prüfumfang ergibt sich nach Anhang F.

(2) Die Gebinde müssen nach Nr. 7.6.3 gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde verwendet werden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

### 7.5.3 Betonunterlage

Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

### 7.5.4 Äußere Bedingungen

PRC-Betonersatzsysteme dürfen nur verarbeitet werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

### 7.5.5 Witterungsschutz

PRC-Betonersatzsysteme sind gemäß den Angaben zur Ausführung ausreichend lange gegen Nässe zu schützen.

### 7.5.6 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte ist an Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als 0,04 kg/dm<sup>3</sup> unterschreiten.

### 7.5.7 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 7.6 Qualitätssicherung

### 7.6.1 Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der

Übereinstimmung sind gemäß Anhang F durchzuführen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit und des Nachweises der Übereinstimmung sind anzugeben.

### 7.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

PRC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung unterliegen.

### 7.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage und der zu verwendenden Stoffe zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.

(3) Beim Mischen der Komponenten des PRC ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu überprüfen.

(4) Die instand gesetzten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(5) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene 50 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufläche mittels drei gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.

(6) Die Trockenrohddichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

### 7.6.4 Kontrollprüfungen

*Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens 10 m<sup>2</sup> können die Kontrollprüfungen entfallen.*

## 8 Oberflächenschutzsysteme (OS)

### 8.1 Allgemeines

(1) Es werden folgende Arten von OS-Systemen unterschieden:

- Hydrophobierung (OS-A) und
- Beschichtungen (OS-B bis OS-F).

(2) Wegen der zeitlich begrenzten Wirksamkeit von OS-Systemen können diese nicht als gleichwertig gegenüber einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung angesehen werden.

(3) Anhang F enthält Hinweise zur Zertifizierung der Baustoffe und Baustoffsysteme.

### 8.2 Anwendung

#### 8.2.1 Allgemeines

(1) Es dürfen nur die in Tabelle 3.4.5 beschriebenen OS-Systeme für die jeweils zugeordneten Anwendungsbereiche verwendet werden.

(2) Ist mit einer Feuchteanreicherung hinter einer vorgesehenen Beschichtung zu rechnen, ist durch gesonderte Untersuchungen festzustellen, ob der Einsatz eines OS-Systems sinnvoll ist.

#### 8.2.2 Auswahl

(1) Bei der Auswahl von OS-Systemen sind insbesondere folgende Kriterien zu beachten:

- Funktion des Bauteils,
- Einwirkungsbereich von Tausalzen,
- mechanische Beanspruchung,
- Wasserdampfdurchlässigkeit,
- Rissüberbrückung,
- ggf. erforderliche AGS-Eigenschaften.

(2) Bei der Auswahl von OS-Systemen ist folgendes zu beachten:

a) Für Brückenuntersichten sind in der Regel Systeme OS-D bis OS-F nicht zu verwenden, da durch rissüberbrückende Beschichtungen die Kontrolle vorhandener Risse (Hinweise auf Schädigungen) nur eingeschränkt möglich ist.

b) Folgende OS-Systeme sind für den vorbeugenden Oberflächenschutz bevorzugt anzuwenden:

- Hydrophobierung (OS-A) oder
- Beschichtung (OS-B oder OS-C).

(3) Systeme mit ausreichender Wasserdampfdurchlässigkeit sind zu bevorzugen.

(4) Bauteile dürfen nicht allseitig mit Systemen beschichtet werden, die keine ausreichende Wasserdampfdurchlässigkeit aufweisen.

(5) In der Leistungsbeschreibung sind anzugeben:

- Systembezeichnung nach Tabelle 3.4.5,
- Einwirkungsbereich von Tausalzen (nur bei Systemen OS-C und OS-D) nach Nr. 1.3.2,
- Nachweis der Anforderung an Funktionalität für Anti-Graffiti-System.

#### 8.2.3 Farbpalette

Für die letzte Schicht von pigmentierten Beschichtungen sind nur folgende Farbtöne zu verwenden:

- RAL 1024 (ockergelb),
- RAL 3009 (oxidrot),
- RAL 6011 (resedagrün),
- RAL 7023 (betongrau),
- RAL 7032 (kieselgrau),
- RAL 9010 (reinweiß).

### 8.3 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Für OS-Systeme dürfen nur Baustoffe und Baustoffsysteme verwendet werden, die den projektspezifischen Anforderungen genügen.

(2) Projektspezifisch ist auf Folgendes zu achten:

- Für den Feinspachtel und OS-D I müssen Zement nach DIN EN 197 und Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 verwendet werden.
- Verschleißschichten von OS-F-Systemen müssen geeignete Füllstoffe und anorganische Abstreumaterialien enthalten.
- Soll der Feinspachtel im Verbund mit einem RM/RC verwendet werden, ist zusätzlich die Verbundkörperprüfung auf Abreißfestigkeit nach Temperatur-Wechsel-Beanspruchung durchzuführen.
- Für die Prüfungen der Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung hat die Applikation bei  $T_{min} = 8\text{ °C}$  im Vergleich zur unbehandelten Probe zu erfolgen. Anschließend sind nach der Applikation der letzten Lage / Schicht die Probekörper 2 d bei  $T_{min} = 8\text{ °C}$  und anschließend 12 d im Labor Klima vor der Witterungsprüfung zu lagern.
- Die Prüfung erfolgt jeweils für das System mit dem Farbton RAL 7032 – kieselgrau.
- OS-Systeme mit Deckversiegelung sind ohne Versiegelung zu prüfen. Griffigkeit, Verschleiß

und Rissüberbrückung sind zusätzlich mit Verriegelung zu prüfen.

- Es sind die Anforderungen der TL/TP-AGS Beton und Teil 7 Abschnitt 1 zu berücksichtigen.

## 8.4 Ausführung

### 8.4.1 Allgemeines

(1) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber den Beginn und die Fertigstellung jedes Auftrags einer Hydrophobierung sowie jeder Lage einer Beschichtung anzuzeigen. Der Auftraggeber behält sich das Recht vor, jede Lage oder Schicht einzeln freizugeben.

(2) Sollen vor Beginn der Ausführung von OS-Systemen am Bauwerk, neben den in Nr. 8.4.6 geforderten, Vergleichsflächen angelegt werden (insbesondere bei OS-Systemen ohne Feinspachtel), ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

### 8.4.2 Baustoffe

(1) Der Auftragnehmer muss für alle Stoffe vor deren Applikation auf der Baustelle dem Auftraggeber ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen. Der Prüfumfang ergibt sich nach Anhang F.

(2) Bei einer Beschichtungsfläche von weniger als 5000 m<sup>2</sup> kann auf ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 verzichtet werden.

### 8.4.3 Betonunterlage

(1) Die Oberflächenbeschaffenheit der Betonunterlage muss das Aufbringen einer geschlossenen annähernd gleichmäßigen und fest haftenden Schicht ermöglichen.

(2) Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(3) Sind zum Aufbringen des OS-Systems Anforderungen an die Rautiefe gestellt, ist die Rautiefe bei waagerechten Oberseiten nach Teil 1 Abschnitt 3 zu bestimmen, bei senkrechten Flächen und Unterseiten z.B. durch Vergleichsmuster.

### 8.4.4 Äußere Bedingungen

(1) OS-Systeme dürfen nur aufgebracht werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

(2) Bei flüssigen Hydrophobierungen darf die

Temperatur der Betonunterlage 8 °C nicht unterschreiten und 25 °C nicht überschreiten.

### 8.4.5 Einbauteile

Einbauteile (z.B. Fugenbänder, Fugenverguss) dürfen nicht durch Bestandteile der OS-Systeme beschädigt oder in ihren Eigenschaften verändert werden.

### 8.4.6 Hydrophobierung (OS-A)

(1) Flüssige Hydrophobierungen sind flutend, in der Regel in mehreren Arbeitsgängen, aufzubringen.

(2) Für Bauwerke mit einer Beschichtungsfläche von mindestens 500 m<sup>2</sup> sind vor der Hydrophobierung am Bauwerk in Abstimmung mit dem Auftraggeber Vergleichsflächen festzulegen und im Beisein des Auftraggebers zu hydrophobieren. Die Qualität der Hydrophobierung ist zu prüfen.

(3) An den hydrophobierten Vergleichsflächen kann die Qualität der Hydrophobierungen entsprechend Anhang B bestimmt werden.

### 8.4.7 Schichtdicke (OS-B bis OS-F)

(1) Die Mindestschichtdicke  $d_{min}$  und die Maximalschichtdicke  $d_{max}$  der hwO sind systemabhängig.

(2) Um die Mindestschichtdicke sicher zu erzielen, sind für die Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften und Verarbeitungsverfahren Materialzuschläge notwendig.

(3) Bei Bestimmung der Schichtdicke durch Messung ist die Mindestschichtdicke der hwO bei 95 % der Messwerte zu erreichen. 5 % der Messwerte dürfen Minderdicken von bis zu 0,7  $d_{min}$  aufweisen. Die Maximalschichtdicke darf an keiner Stelle überschritten werden.

(4) Die bei der Messung entstandenen Fehlstellen sind zu überarbeiten.



Tabelle 3.4.5: Instandsetzungsziele bei Oberflächenschutzsystemen

Instandsetzungsziele	geeignete Oberflächenschutzsysteme
Schutz gegen das Eindringen von Stoffen: Hydrophobierung	OS A
Schutz gegen das Eindringen von Stoffen: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F
Schutz gegen das Eindringen von Stoffen: Örtliche Abdeckung von Rissen (Bandagen)	OS F
Regulierung des Wasserhaushaltes des Be- tons: Hydrophobierung	OS A
Regulierung des Wasserhaushaltes des Be- tons: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F
Erhöhung des Chemikalienwiderstandes: Beschichtung	OS C, OS D II, OS D I, OS F mit entsprechendem Nachweis des Herstellers
Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F
Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität: Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)	OS F
Erhöhung des elektrischen Widerstandes: Hydrophobierung	OS A
Erhöhung des elektrischen Widerstandes: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F

(5) Bei der Bestimmung der Schichtdicke über den Verbrauch darf die ermittelte Schichtdicke  $d$  nicht kleiner als die Sollschichtdicke  $d_s$  und nicht größer als die Maximalschichtdicke  $d_{max}$  sein. Die Sollschichtdicke  $d_s$  ergibt sich aus der Summe von Mindestschichtdicke  $d_{min}$  und Schichtdickenzuschlag  $d_z$ . Für  $d_z$  sind pauschal  $60 \mu\text{m}$  anzusetzen.

#### 8.4.8 Abreißfestigkeit

(1) Die Abreißfestigkeit des OS-Systems muss Tabelle 3.4.6 entsprechen.

(2) Bei OS-Systemen mit Feinspachtel ist der Feinspachtel zusätzlich zu prüfen, und es sind die Werte der Tabelle 3.4.6 einzuhalten.

**Tabelle 3.4.6:** Abreißfestigkeiten (Mindestwerte)

System	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Kleinster Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]
OS-A	-	-
OS-B bis OS-D	0,8	0,5
OS-E	1,0	0,6
OS-F	1,5	1,0
Feinspachtel	1,3	0,8

#### 8.4.9 Witterungsschutz

OS-Systeme sind gemäß den Angaben zur Ausführung ausreichend lang gegen ungünstige Witterungseinflüsse zu schützen.

### 8.5 Qualitätssicherung

#### 8.5.1 Nachweis der Verwendbarkeit und Nachweis der Übereinstimmung

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung sind gemäß Anhang F durchzuführen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit und des Nachweises der Übereinstimmung sind anzugeben.

#### 8.5.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

OS-Systeme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung unterliegen.

#### 8.5.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Aufbringen des OS-Systems ist an den gelieferten Stoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3

folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Müssen zur Herstellung des OS-Systems Komponenten auf der Baustelle gemischt werden, ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu prüfen.

(3) Der Verbrauch an Stoffen zur Herstellung von OS-Systemen ist für jeden Arbeitsabschnitt und jede Schicht gemäß Formblatt D 3.4.1 zu protokollieren.

(4) Die Prüfung der Schichtdicke ist im Beisein des Auftraggebers zum jeweils frühestmöglichen Zeitpunkt durchzuführen.

(5) Bei dem System OS-B und ggf. OS-C ist die Dicke der hwO je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch je abgeschlossener Tagesleistung, über die entsprechende Verbrauchsmenge nach Anhang D zu bestimmen. Die mittlere Auftragsschichtdicke muss gleich oder größer als die Sollschichtdicke sein.

(6) Die Dicke der hwO der Systeme OS-D bis OS-F ist je angefangene  $350 \text{ m}^2$ , mindestens jedoch je abgeschlossene Tagesleistung, durch Messen der Schichtdicke an mindestens 40 gleichmäßig über die Fläche verteilten Stellen (bei Bohrkernentnahme an jeweils fünf Stellen von acht Bohrkernen) nach Anhang D zu ermitteln.

(7) Bei dem System OS-C ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen ob die Schichtdicke durch Messen (wie bei den Systemen OS-D bis OS-F) oder über die Verbrauchsmenge (wie bei dem System OS-B) zu prüfen ist. Das Verfahren zur Bestimmung der Schichtdicke der Systeme OS-D bis OS-F ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(8) Bei Hydrophobierungen ist für Beschichtungsflächen von mindestens  $500 \text{ m}^2$  in Abstimmung mit dem Auftraggeber je angefangene  $100 \text{ m}^2$  behandelte Fläche nach Ablauf der in den Angaben zur Ausführung angegebenen Wartezeit die Qualität der Hydrophobierung im Beisein des Auftraggebers an einer Messfläche zu prüfen. Messergebnisse sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(9) Die Prüfung der Qualität der Hydrophobierung kann nach Anhang B erfolgen. An der Messfläche sollte der Mittelwert der Messungen unter den gleichen Messbedingungen den auf der Vergleichsfläche gemessenen Wert um nicht mehr als

25 % überschreiten.

(10) Die Prüfung der Abreißfestigkeit des Feinspachtels ist im Beisein des Auftraggebers je angefangene 350 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufläche an einem Satz aus drei gleichmäßig über die Einbaufläche verteilten Stellen nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen.

### **8.5.4 Kontrollprüfungen**

*Die Prüfung der fertigen Beschichtungen erfolgt nach Augenschein. Werden Abreißprüfungen durchgeführt, sind je angefangene 350 m<sup>2</sup> beschichteter Fläche an drei gleichmäßig über die Einbaufläche verteilten Stellen Einzelprüfungen der Abreißfestigkeit des fertigen OS-Systems nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen.*

## Anhang A

### Bestimmung der Betonfeuchte nach der Carbid-Methode (CM-Gerät)

#### A 1 Beschreibung des Verfahrens

(1) Betonstücke werden in einer Mörserschale zerkleinert, abgesiebt und abgewogen. Die Einwaage wird zusammen mit einer definierten Menge Calciumcarbid (Glasampulle mit 5 g) in eine Druckflasche gegeben. Zusätzlich eingefüllte Stahlkugeln bewirken nach mehrmaligem, kräftigem Schütteln der Druckflasche die Zerstörung der Glasampulle. Die Vermischung von Prüfgut und Calciumcarbid ermöglicht die chemische Reaktion zwischen dem im Prüfgut vorhandenen Wasser und dem Calciumcarbid, so dass sich Acetylgas bildet. Der entstehende Gasdruck ist abhängig vom Feuchtegehalt des Probenmaterials und wird am Manometer abgelesen.

(2) Der dem abgelesenen Druck zuzuordnende Feuchtegehalt in Gew.-% ist aus den Tabellen A 3.4.2 bis A 3.4.4 zu entnehmen.

(3) Die Werte aus den Tabellen A 3.4.2 bis A 3.4.4 sind in Verbindung mit Druckflaschen zu verwenden, bei denen der Volumeninhalt 1 Liter entspricht. Bei Verwendung von Druckflaschen mit einem abweichenden Volumeninhalt ist das abweichende Druckverhältnis zu berücksichtigen.

#### A 2 Geräte und Hilfsmittel

Folgende Geräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- CM-Druckflasche mit Manometer,
- Elektronische Waage (Wägegenauigkeit 0,1 g),
- Analysensieb mit 2 mm Maschenweite (DIN ISO 565),
- Mörserschale (mit Manschette gegen Wegspringen des Prüfgutes),
- Stahlkugeln, Calciumcarbid-Ampullen, Stoppuhr,
- Hammer und Meißel und
- sonstiges Zubehör.

#### A 3 Durchführung

Die einzelnen Arbeitsschritte sind:

- Mit Hammer und Meißel Bruchstücke aus dem zu untersuchenden Beton bis zu einer Tiefe von ca. 2 cm lösen (ca. 100 bis 150 g, vgl. Tabelle A 3.4.1).
- Mit Hammer die Bruchstücke in der Mörserschale zerkleinern (dabei einzelne Gesteinskörner nicht zerschlagen).
- Probenmaterial über Analysensieb absieben.
- Erforderliche Einwaage (siehe Tabelle A 3.4.1) auf der elektronischen Waage abwiegen.
- Zuerst Stahlkugeln, dann die Einwaage verlustfrei in die Druckflasche geben.
- Unter leichter Neigung der Druckflasche eine Ampulle Calciumcarbid vorsichtig in die Flasche gleiten lassen.
- Deckel mit Manometer auf die Flasche setzen und mit Spannhebeln verschließen. Diese Vorgänge sind zur Vermeidung von Feuchteveränderungen zügig durchzuführen!
- Glasampulle durch kräftiges kreisendes Schütteln (mind. 1 min) der Druckflasche zertrümmern.
- Das kräftige kreisende Schütteln ist alle 5 min bis zur Endablesung zu wiederholen.
- Aus den Tabellen A 3.4.2 bis A 3.4.4 den zum abgelesenen Druck zugeordneten Feuchtegehalt in Abhängigkeit von Einwaage und Größtkorn ermitteln.
- Nach Versuchende Druckflasche vorsichtig öffnen (Achtung Druck!) und Acetylgas entweichen lassen (Achtung! Kein offenes Feuer!).
- Inhalt vorsichtig ausschütten (Achtung! Ätzkalk und Glassplitter!) und Flasche mit trockener Flaschenbürste säubern.
- Stahlkugeln mit trockenem Tuch reinigen. Deckel mit Manometer an der Unterseite (Gummidichtung) säubern.

Tabelle A 3.4.1: Erforderliche Einwaage

Geschätzter Feuchtegehalt [Gew.-%]	Erforderliche Einwaage [g]	
	Größtkorn Bis 4 mm	Größtkorn > 4 mm
1,0 bis 2,5	50	50
3,0 bis 5,0	20	20
5,5 bis 7,0	20	10
>7,0	10	10

## **A 4 Besondere Fehlerquellen**

- Es können folgende Fehler auftreten:
- Temperatur der Druckflasche weicht stark von der Umgebungstemperatur ab.
- Druckflasche ist nicht gasdicht verschlossen (z.B. beschädigte Dichtung, Materialreste unter der Gummidichtung).
- Calciumcarbid-Ampulle bereits vor dem Einbringen undicht (hellbraune Verfärbung).

**Tabelle A 3.4.2:**  
Druck bei Größtkorn bis 4 mm

Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 50 g			Feuchtegehalt [Gew.-%]
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	—	0,330	1,0
—	—	0,495	1,5
—	—	0,655	2,0
—	—	0,820	2,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 20 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	0,380	0,390	3,0
—	0,500	0,510	3,5
—	0,615	0,625	4,0
—	0,735	0,745	4,5
—	0,855	0,865	5,0
—	0,970	0,980	5,5
—	1,090	1,100	6,0
—	1,325	1,335	7,0
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 10 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
0,825	0,830	0,895	8,0

**Tabelle A 3.4.3:**  
Druck bei Größtkorn bis 8 mm

Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 50 g			Feuchtegehalt [Gew.-%]
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	—	0,335	1,0
—	—	0,510	1,5
—	—	0,685	2,0
—	—	0,860	2,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 20 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	0,405	0,415	3,0
—	0,550	0,560	3,5
—	0,690	0,700	4,0
—	0,835	0,845	4,5
—	0,975	0,985	5,0
—	1,120	1,130	5,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 10 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
0,475	0,480	0,485	5,5
0,530	0,535	0,540	6,0

**Tabelle A 3.4.4:**  
Druck bei Größtkorn größer 8 mm

Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 50 g			Feuchtegehalt [Gew.-%]
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	—	0,340	1,0
—	—	0,605	1,5
—	—	0,870	2,0
—	—	1,130	2,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 20 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	0,580	0,585	3,0
—	0,750	0,755	3,5
—	0,915	0,925	4,0
—	1,085	1,095	4,5
—	1,255	1,270	5,0
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 10 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
0,715	0,725	0,730	5,5
0,845	0,850	0,855	6,0

<sup>1)</sup> 1 bar entspricht 100 kPa

## Anhang B

### Bestimmung der Qualität von Hydrophobierungen

#### B 1 Anwendung

Das Verfahren kann an waagerechten, geneigten und vertikalen Flächen angewendet werden.

#### B 2 Beschreibung des Verfahrens

(1) Dem Messverfahren liegt das physikalische Prinzip des Stromtransports in elektrolytischen Lösungen zugrunde.

(2) Zur Messung werden spezielle Messgeber auf der Betonoberfläche angebracht, die unter definierten Bedingungen Elektrolytflüssigkeit (in der Regel Kalkwasser) an den Beton abgeben. Die Art der Geber und ihre Anbringung richtet sich nach der Lage der Betonfläche im Raum (Oberseite, Unterseite, vertikale Fläche).

(3) Durchbricht die Elektrolytflüssigkeit die hydrophobierte Schicht des Betons, fließt ein Strom, der mit dem Messgerät aufgenommen wird. Die aufgenommenen Messwerte hängen nur von der Größe und Anzahl der in der hydrophobierten Zone im Bereich der Messflächen enthaltenen Fehlstellen ab. Messwerte sowie Lage und Form der ggf. zusätzlich ermittelten Messwert-Zeit-Kurve sind charakteristisch für die Hydrophobierungsqualität.

#### B 3 Hydrophobierungsprüfgerät

(1) Zum Hydrophobierungsprüfgerät gehören jeweils mindestens vier Messgeber für waagerechte und vertikale Flächen sowie sonstiges Zubehör zur Reinigung der Betonoberfläche, zum Anbringen der Geber und zur Durchführung der Messungen.

(2) Bezugsquellen für das Gerät können bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) erfragt werden.

#### B 4 Durchführung

Die Prüfung hat mit jeweils vier Gebern auf einer vorbereiteten Messfläche von 40 x 40 [cm] und entsprechend der Betriebsanleitung für das Hydrophobierungsprüfgerät zu erfolgen. Dabei ist insbesondere zu beachten:

- Reinigung der Betonoberfläche im Bereich der Messfläche mit einer Waschlösung etwa innerhalb einer Minute. Danach sofortiges und sorgfältiges Abspülen der Waschlösung und Abtrocknen mit Zellstoff.
- Ausreichendes Füllen der Geber mit Elektrolytflüssigkeit, Kontrolle der Messkette und korrektes Aufsetzen bzw. Anbringen der Geber.
- Durchführung der Messung. Während der Messung dürfen die Geber weder angefasst noch bewegt werden. Die Ablesung der Messwerte hat nach 15 bzw. 60 min zu erfolgen. Die Messdaten sind auf dem beigefügten Formblatt B 3.4.1 zu protokollieren.
- Die Einzelmesswerte werden nach 15 min abgelesen, und es wird der Mittelwert berechnet. Überschreitet der Mittelwert nicht den Grenzwert für 15 min, ist die Messung abgeschlossen.
- Wird der Grenzwert für 15 min überschritten, sind die Messwerte nach 60 min aufzunehmen und es ist der Mittelwert zu berechnen.

#### B 5 Auswertung

(1) Die Messungen sind auf dem Formblatt B 3.4.1 auszuwerten. Dazu sind die je Messfläche aufgenommenen vier Messwerte der Einzelmessungen (dimensionslos) sowie der daraus berechnete Mittelwert einzutragen.

(2) Der berechnete Mittelwert ist dem einzuhaltenden Grenzwert gegenüberzustellen.

(3) Der einzuhaltende Grenzwert nach 15 min ist:

- 150 bei waagerechter Lage der Geber (rechteckige Geber) oder
- 300 bei senkrechter Lage der Geber (runde Geber).

(4) Überschreitet der berechnete Mittelwert den Grenzwert nach 15 min nicht, ist die Messung abgeschlossen und die ausreichende Qualität der Hydrophobierung nachgewiesen.

(5) Wird der Grenzwert überschritten, sind die Messwerte 60 min nach Beginn der Messung aufzunehmen. Der einzuhaltende Grenzwert nach 60 min ist:

- 230 bei waagerechter Lage der Geber (rechteckige Geber) oder
- 460 bei senkrechter Lage der Geber (runde Geber).

(6) Überschreitet der berechnete Mittelwert den Grenzwert nach 60 min nicht, ist die ausreichende Qualität der Hydrophobierung nachgewiesen.

Formblatt B 3.4.1

<b>Hydrophobierungsmessung</b>		Seite	
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)	
Bauabschnitt			
Auftraggeber		Bauwerksname	
Auftragnehmer		oben unten	
Betoniert am..... (nur Jahr und Monat) Hydrophobiert am .....mit .....(Produkt) geprüft am..... durch .....Fa. .... Geberlage    senkrecht <input type="checkbox"/> waagerecht <input type="checkbox"/> Elektrolyt. Kalklauge <input type="checkbox"/> Sonstiges <input type="checkbox"/> Wetterlage In der letzten Woche vor der Prüfung .....im allgemeinen trocken <input type="checkbox"/> feucht <input type="checkbox"/> .....°C Wetter bei der Prüfung .....    im allgemeinen feucht <input type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> .....°C Betonoberfläche    rau <input type="checkbox"/> eben <input type="checkbox"/> offenporig <input type="checkbox"/> dicht <input type="checkbox"/> Lage Messort 1 ..... Lage Messort 2 ..... Lage Messort 3 ..... Lage Messort 4 .....			
<b>Messort 1</b>		<b>Messort 2</b>	
Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....		Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....	
Messwert nach 15 min ...../...../.....		Messwert nach 15 min ...../...../.....	
Mittelwert nach 15 min .....		Mittelwert nach 15 min .....	
Messwert nach 60 min ...../...../.....		Messwert nach 60 min ...../...../.....	
Mittelwert nach 60 min .....		Mittelwert nach 60 min .....	
bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
<b>Messort 3</b>		<b>Messort 4</b>	
Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....		Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....	
Messwert nach 15 min ...../...../.....		Messwert nach 15 min ...../...../.....	
Mittelwert nach 15 min .....		Mittelwert nach 15 min .....	
Messwert nach 60 min ...../...../.....		Messwert nach 60 min ...../...../.....	
Mittelwert nach 60 min .....		Mittelwert nach 60 min .....	
bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
<b>Forderung aus 8.5.1 (9)</b>		<b>Beispiel</b>	
Mittelwert Vergleichsfläche .....		Mittelwert Vergleichsfläche	= 180
Zuschlag 25% .....		Zuschlag 25%	= 45
Bezugswert (Mittelwert der Messfläche) .....		Bezugswert (Mittelwert der Messfläche)	≤ 225



Formblatt C 3.4.1

<b>Ausgeführte Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen an Betonbauteilen</b>		Seite																
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)																
Straßenbau-Verwaltung		<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																
Bauamt		Bauwerksname																
AM/SM		oben																
		unten																
Bauteil(e)																		
Schaden Schadenursache																		
Auftragnehmer																		
Vorbereitung der Unterlage																		
Betonersatzsystem (einschl. evtl. Korrosionsschutz der Bewehrung) Baustoffe Lieferfirma																		
Oberflächenschutzsystem Baustoffe Lieferfirma																		
Nachbehandlung (Art, Material)																		
Ausführungszeit																		
Besonderheiten bei der Ausführung																		
Abnahmedatum ..... Anlagen                  Fotos                  Pläne ..... ..... .....																		
Auftragnehmer		Datum																
		Auftraggeber																

## Anhang D

### Bestimmung der Schichtdicken von Oberflächenschutzsystemen

#### D 1 Anwendung

(1) Die nachfolgend beschriebenen Verfahren dienen der Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten (hwO) der Systeme OS-B bis OS-F gemäß Tabelle 3.4.5.

(2) Die Angaben beziehen sich immer auf die Trockenschichtdicke der hwO. Die Kontrolle der Schichtdicken auf der Baustelle erfolgt je nach System entweder nach Verbrauch oder durch direkte Messung.

#### D 2 Bestimmung der Trockenschichtdicke durch Messung

##### D 2.1 Allgemeines

(1) Die Messung der Trockenschichtdicke bedingt eine örtlich begrenzte Zerstörung der Oberflächenschutzschicht. Es können folgende Verfahren angewendet werden:

- Differenzdickenmessung in Anlehnung an DIN 50933,
- Keilschnitt-Verfahren nach DIN 50986,
- Messung an Bohrkernen.

(2) Die Mindest- bzw. Maximalschichtdicken der hwO ergeben sich für jedes OS-System nach unterschiedlichen Kriterien. Die Dicken sind im Rahmen der der Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit von der Konformitätsbewertungsstelle festzulegen.

##### D 2.2 Differenzdickenmessung

(1) Die Messung erfolgt durch Durchstechen der Oberflächenschutzschicht mit einer Messsonde.

(2) Das Messverfahren muss eine Messgenauigkeit von 10 µm erlauben. Geeignet ist z.B. ein im Bild D 3.4.1 dargestelltes Schichtdickenprüfgerät.

(3) Das Gerät ist vor jeder Messreihe auf einer ebenen Glasplatte zu justieren. Die Messung ist senkrecht zur Beschichtungsoberfläche durchzuführen. Mit hervorstehender Nadelspitze ist das Gerät mit mäßigem Druck in die Oberflächenschutzschicht bis zu einem spürbaren Widerstand einzustechen. Anschließend wird die kreisförmige

Aufstandsfläche des Gerätes vorsichtig auf die Oberflächenschutzschicht gesetzt und die Schichtdicke an der Messuhr abgelesen.

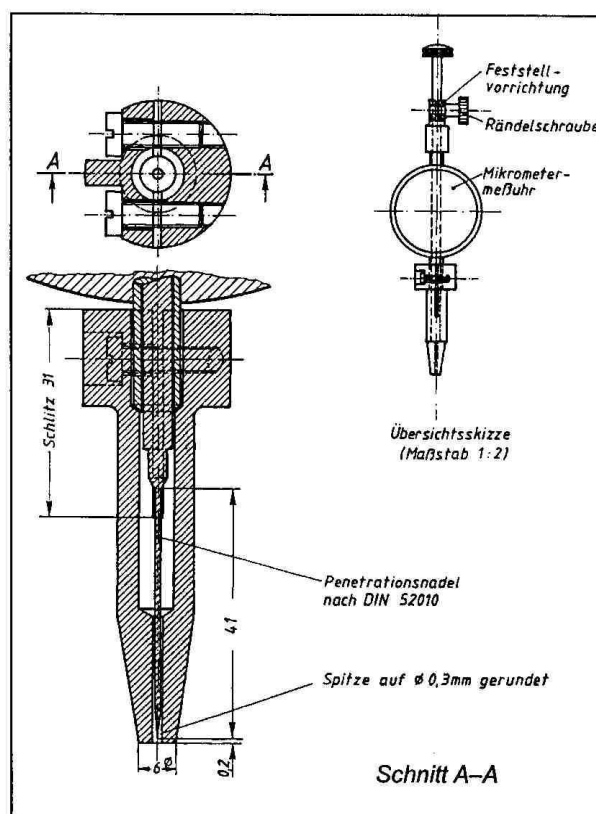


Bild D 3.4.1: Schichtdickenprüfgerät der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

##### D 2.3 Keilschnitt-Verfahren

Die Oberflächenschutzschicht wird mit einer Schneidvorrichtung unter einem vorgegebenen Winkel eingeschnitten, die Projektion der Schnittflanke mit einem Messmikroskop gemessen und die Schichtdicke trigonometrisch berechnet. Die Durchführung erfolgt nach DIN 50986.

##### D 2.4 Messung an Bohrkernen

Die Messung an Bohrkernen erfolgen an 8 gleichmäßig über die Fläche entnommenen Bohrkernen (Durchmesser höchstens 50 mm). Durch den Bohrvorgang örtlich eingetretene Veränderungen der Schichtdicke sind zu beachten und ggf. durch geeignete Maßnahmen zu entfernen. Die Schichtdicke wird an fünf gleichmäßig verteilten Stellen mit Hilfe einer Messlupe oder eines Messmikroskops bestimmt.

##### D 2.5 Auswertung

Jede Prüfung ist entsprechend Formblatt D 3.4.2, Formblatt D 3.4.3 bzw. Formblatt D 3.4.4 auszuwerten.

## **D 3 Bestimmung der Schichtdicke über die Verbrauchsmenge**

### **D 3.1 Beschreibung und Durchführung des Verfahrens**

(1) Über die Verbrauchsmenge kann nur eine über die Fläche gemittelte Schichtdicke bestimmt werden. Aussagen über die Gleichmäßigkeit der Schichtdicke sind nicht möglich.

(2) Zu ermitteln ist die zu einer bestimmten Fläche  $A$  [m<sup>2</sup>] (z.B. Tagesleistung) zugehörige Verbrauchsmenge  $M_v$  [kg]. Mit den in den Angaben zur Ausführung enthaltenen Angaben über die Dichte des flüssigen Stoffes  $\rho_f$ , [g/cm<sup>3</sup>] und dem Festkörpervolumen  $FV$  [%] ergibt sich die mittlere Auftragsschichtdicke  $d$  [μm] zu

$$d = \frac{M_v * FV * 10}{\rho_f * A} \text{ [}\mu\text{m]}.$$

### **D 3.2 Auswertung**

(1) Jede Prüfung ist entsprechend Formblatt D 3.4.5 auszuwerten.

(2) Die Sollschichtdicke ergibt sich aus:

$$d_s = d_{\min} + d_z \text{ [}\mu\text{m]}.$$

Für  $d_z$  sind pauschal 60 μm einzusetzen.

**Formblatt D 3.4.1**

<b>Dokumentation von Verbrauchs- bzw. Einbaumengen von Oberflächenschutzsystemen (OS)</b>										Seite	
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>					<b>Baumaßnahme</b>						
<b>Bauabschnitt</b>					<b>Bauteil</b>						
<b>Auftragnehmer</b>					<b>Auftraggeber</b>						
Datum	Bauteil	zugeordnete Einbaufäche	Chargen-Nr. des Stoffes	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Einbaugewicht			Unterschriften	
							Schicht bzw. Lage <sup>1)</sup>	[kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]	Auftragnehmer	Auftraggeber

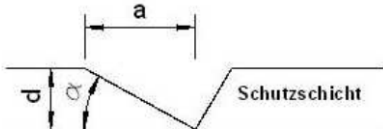
<sup>1)</sup> H = Hydrophobierung  
 FS = Feinspachtel  
 G = Grundierung

OS (1) = hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht 1. Lage / Schicht  
 OS (2) = hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht 2. Lage / Schicht  
 D = Deckversiegelung

**Formblatt D 3.4.2**

<b>Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) durch Differenzdickenmessung</b>				Seite																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>		<b>Baumaßnahme</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>Bauabschnitt</b>		<b>Bauteil</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>Auftragnehmer</b>		<b>Auftraggeber</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																								
<b>Oberflächenschutzsystem</b>  <b>OS-</b>	Mindestschichtdicke $d_{min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$		<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><th colspan="4">Messwerte und Auswertung</th></tr> <tr> <th rowspan="2">Messstellen</th> <th rowspan="2">Schichtdicke d [<math>\mu\text{m}</math>]</th> <th colspan="4">Auswertung<sup>1)</sup></th> <th rowspan="2">Messstellen</th> <th rowspan="2">Schichtdicke d [<math>\mu\text{m}</math>]</th> <th colspan="4">Auswertung<sup>1)</sup></th> </tr> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> </tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>22</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>29</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>35</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>36</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>37</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>38</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>39</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>40</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Summe (1-20)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">Summe (21-40)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>				Messwerte und Auswertung				Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				a	b	c	d	a	b	c	d	1						21						2						22						3						23						4						24						5						25						6						26						7						27						8						28						9						29						10						30						11						31						12						32						13						33						14						34						15						35						16						36						17						37						18						38						19						39						20						40						Summe (1-20)							Summe (21-40)				
	Messwerte und Auswertung																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>					Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		a	b	c	d	a			b	c	d																																																																																																																																																																																																																																																																															
1						21																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2						22																																																																																																																																																																																																																																																																																				
3						23																																																																																																																																																																																																																																																																																				
4						24																																																																																																																																																																																																																																																																																				
5						25																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6						26																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7						27																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8						28																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9						29																																																																																																																																																																																																																																																																																				
10						30																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11						31																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12						32																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13						33																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14						34																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15						35																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16						36																																																																																																																																																																																																																																																																																				
17						37																																																																																																																																																																																																																																																																																				
18						38																																																																																																																																																																																																																																																																																				
19						39																																																																																																																																																																																																																																																																																				
20						40																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Summe (1-20)							Summe (21-40)																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)		Lage der einzelnen Messstellen je Prüfung																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Größe der zugeordneten Prüffläche Länge l <input type="text"/> m Breite b <input type="text"/> m Fläche <input type="text"/> m <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Prüfgerät		Eine Prüfung je angefangene 350 m <sup>2</sup> mindestens jedoch je Tagesleistung																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Prüfung Nr.		Name des Prüfgutes		Beauftragte Firma																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Prüfungsdatum																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Fertigstellungsdatum des Prüfgutes																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Unterschriften																																																																																																																																																																																																																																																																																										
----- Prüfer		----- Auftragnehmer		----- Auftraggeber																																																																																																																																																																																																																																																																																						
						<sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$ Soll Gesamtsumme a $\geq 38$ b: $d_{min} > d \geq 0,7 \cdot d_{min}$ Gesamtsumme b $\leq 2$ c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$ Gesamtsumme c = 0 d: $d > d_{max}$ Gesamtsumme d = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																				

## Formblatt D 3.4.3

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) mit dem Keilschnittverfahren						Seite																		
Bauwerksnummer (ASB)			Baumaßnahme																					
Bauabschnitt			Bauteil																					
Auftragnehmer			Auftraggeber																					
Oberflächenschutzsystem <b>OS-</b>			Messwerte und Auswertung																					
Mindestschichtdicke $d_{\min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$			Mess- stellen	Schicht- dicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				Mess- stellen	Schicht- dicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>													
$0,7 \cdot d_{\min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$					a	b	c	d			a	b	c	d										
Maximalschichtdicke $d_{\max} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$			1					21																
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)			2					22																
Lage der einzelnen Messstellen je Prüfung siehe Formblatt 3.4.2			3					23																
 <table border="1" data-bbox="1030 622 1254 798"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th><math>\tan \alpha</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>45°</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>26,6°</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>21,8°</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>5,7°</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>4,3°</td> <td>0,075</td> </tr> </tbody> </table>			$\alpha$	$\tan \alpha$	45°	1	26,6°	0,5	21,8°	0,4	5,7°	0,1	4,3°	0,075	4					24				
			$\alpha$	$\tan \alpha$																				
45°	1																							
26,6°	0,5																							
21,8°	0,4																							
5,7°	0,1																							
4,3°	0,075																							
Größe der zugeordneten Prüffläche			5					25																
Länge l	m		6					26																
Breite b	m		7					27																
Fläche	m <sup>2</sup>		8					28																
Prüfgerät			9					29																
Eine Prüfung je angefangenen 350 m <sup>2</sup> mindestens jedoch je Tagesleistung			10					30																
			11					31																
Prüfung Nr.			12					32																
Name des Prüfgutes			13					33																
Beauftragte Firma			14					34																
Prüfungsdatum			15					35																
Fertigstellungsdatum des Prüfgutes			16					36																
Unterschriften			17					37																
			18					38																
			19					39																
			20					40																
			Summe (1-20)					Summe (21-40)																
Prüfer			<sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen				Soll																	
Auftragnehmer			a: $d_{\max} \geq d \geq d_{\min}$				Gesamtsumme a $\geq 38$																	
Auftraggeber			b: $d_{\min} > d \geq 0,7 \cdot d_{\min}$				Gesamtsumme b $\leq 2$																	
			c: $d < 0,7 \cdot d_{\min}$				Gesamtsumme c = 0																	
			d: $d > d_{\max}$				Gesamtsumme d = 0																	

**Formblatt D 3.4.4**

<b>Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) an Bohrkernen</b>				Seite																																																																																																																																																																																																																																							
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>		<b>Baumaßnahme</b>																																																																																																																																																																																																																																									
<b>Bauabschnitt</b>		<b>Bauteil</b>																																																																																																																																																																																																																																									
<b>Auftragnehmer</b>		<b>Auftraggeber</b>																																																																																																																																																																																																																																									
<b>Oberflächenschutzsystem</b>  <b>OS-</b>	Mindestschichtdicke $d_{min}$ = $\mu\text{m}$	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Messwerte und Auswertung</p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Messstellen</th> <th rowspan="2">Schichtdicke d [<math>\mu\text{m}</math>]</th> <th colspan="4">Auswertung<sup>1)</sup></th> <th rowspan="2">Messstellen</th> <th rowspan="2">Schichtdicke d [<math>\mu\text{m}</math>]</th> <th colspan="4">Auswertung<sup>1)</sup></th> </tr> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern I</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern V</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern II</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern VI</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern III</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern VII</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern IV</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="5" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Bohrkern VIII</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> </div> </div>						Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				a	b	c	d	a	b	c	d	Bohrkern I	1					Bohrkern V	1					2					2					3					3					4					4					5					5					Bohrkern II	1					Bohrkern VI	1					2					2					3					3					4					4					5					5					Bohrkern III	1					Bohrkern VII	1					2					2					3					3					4					4					5					5					Bohrkern IV	1					Bohrkern VIII	1					2					2					3					3					4					4					5					5				
	Messstellen									Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>					Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>																																																																																																																																																																																																																									
a		b	c	d	a	b	c	d																																																																																																																																																																																																																																			
Bohrkern I	1					Bohrkern V	1																																																																																																																																																																																																																																				
	2						2																																																																																																																																																																																																																																				
	3						3																																																																																																																																																																																																																																				
	4						4																																																																																																																																																																																																																																				
	5						5																																																																																																																																																																																																																																				
Bohrkern II	1					Bohrkern VI	1																																																																																																																																																																																																																																				
	2						2																																																																																																																																																																																																																																				
	3						3																																																																																																																																																																																																																																				
	4						4																																																																																																																																																																																																																																				
	5						5																																																																																																																																																																																																																																				
Bohrkern III	1					Bohrkern VII	1																																																																																																																																																																																																																																				
	2						2																																																																																																																																																																																																																																				
	3						3																																																																																																																																																																																																																																				
	4						4																																																																																																																																																																																																																																				
	5						5																																																																																																																																																																																																																																				
Bohrkern IV	1					Bohrkern VIII	1																																																																																																																																																																																																																																				
	2						2																																																																																																																																																																																																																																				
	3						3																																																																																																																																																																																																																																				
	4						4																																																																																																																																																																																																																																				
	5						5																																																																																																																																																																																																																																				
Maximalschichtdicke $d_{max}$ = $\mu\text{m}$	$0,7 \cdot d_{min} =$ $\mu\text{m}$																																																																																																																																																																																																																																										
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)	Lage der einzelnen Bohrkern je Prüfung 																																																																																																																																																																																																																																										
Größe der zugeordneten Prüffläche	Länge l                    m Breite b                    m Fläche                    m <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																										
Prüfgerät	Je Bohrkern fünf Messungen gleichmäßig verteilt an der Mantelfläche Eine Prüfung je angefangene 350 m <sup>2</sup> mindestens jedoch je Tagesleistung																																																																																																																																																																																																																																										
Prüfung Nr.	Name des Prüfgutes	Beauftragte Firma																																																																																																																																																																																																																																									
Prüfungsdatum																																																																																																																																																																																																																																											
Fertigstellungsdatum des Prüfgutes																																																																																																																																																																																																																																											
Unterschriften	1) Zutreffendes ankreuzen                    Soll a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$ $\sum a \geq 38$ b: $d \geq 0,7 \cdot d_{min}$ $\sum b \leq 2$ c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$ $\sum c = 0$ d: $d > d_{max}$ $\sum d = 0$																																																																																																																																																																																																																																										
----- Prüfer	----- Auftragnehmer	----- Auftraggeber																																																																																																																																																																																																																																									

**Formblatt D 3.4.5**

<b>Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) über die Verbrauchsmenge</b>					Seite																																																
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>			<b>Baumaßnahme</b>																																																		
<b>Bauabschnitt</b>			<b>Bauteil</b>																																																		
<b>Auftragnehmer</b>			<b>Auftraggeber</b>																																																		
<b>Oberflächenschutzsystem</b>  <b>OS-</b>	Mindestschichtdicke $d_{min} =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span> Maximalschichtdicke $d_{max} =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span> (Sofern die Angaben zur Ausführung keine Angaben zum Zuschlag $d_z$ enthalten, ist $d_z = 60 \mu\text{m}$ anzusetzen.)		Sollschiechtdicke $d_s = d_{min} + d_z =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span> $d_z = 60$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span>																																																		
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggf. in Zeichnung eintragen)	Festkörpervolumen $FV =$ <span style="float: right;">%</span> Dichte des flüssigen Stoffes $\rho_{fl} =$ <span style="float: right;"><math>\text{g}/\text{cm}^3</math></span> (entsprechend Angaben zur Ausführung)		$\frac{FV \cdot 10}{\rho_{fl}} =$		Eine Prüfung je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch je Tagesleistung																																																
	$d = \frac{M_v \cdot FV \cdot 10}{A \cdot \rho_{fl}} \quad [\mu\text{m}] \geq d_s$ $M_v$ Verbrauchsmenge [kg] $A$ zugehörige Fläche [m <sup>2</sup> ]		Mittlere Auftragsschichtdicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]																																																		
Größe und Daten der zugeordneten Prüfflächen																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Prüfung Nr.</th> <th>Länge [m]</th> <th>Breite [m]</th> <th>Fläche [m<sup>2</sup>]</th> <th>Fertigstellungsdatum des Prüfgutes</th> <th>Prüfdatum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Prüfung Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfdatum	1						2						3						4						5						6						7					
Prüfung Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfdatum																																																
1																																																					
2																																																					
3																																																					
4																																																					
5																																																					
6																																																					
7																																																					
			Name des Prüfgutes		Beauftragte Firma																																																
Unterschriften																																																					
..... Prüfer		..... Auftragnehmer		..... Auftraggeber																																																	



## Formblatt E 3.4.1

Frischmörtelrohddichte SRM/SRC							Seite		
Bauwerksnummer (ASB)				Baumaßnahme					
Bauabschnitt				Bauteil					
Auftragnehmer				Auftraggeber					
Prüfgut		Prüfdatum							
		zugeordnete Fläche							
Hersteller		Durchführung an gespritzten Proben; Spritzpfanne 46 cm * 46 cm * 4 cm							
Chargen-Nr.		Häufigkeit: mindestens 1x je Arbeitstag; 1 x je angefangene 100 m <sup>2</sup> Über- oder Unterschreitung des Bezugwertes der Angaben zur Ausführung höchstens 0,07 kg/dm <sup>3</sup>							
Prüfdatum		Gewicht Spritzpfanne		Volumen [dm <sup>3</sup> ]	Mörtelgewicht [kg]	Rohddichte [kg/dm <sup>3</sup> ]			
		leer [kg]	voll [kg]			Ist	Soll	Abweichungen	zulässig ± 0,07 kg/dm <sup>3</sup>
		1							
		2							
		3							
		Soll ± 0,07 kg/dm <sup>3</sup>							
Unterschriften									
-----			-----			-----			
Prüfer			Auftragnehmer			Auftraggeber			

## Formblatt E 3.4.2

Prüfung am Frischmörtel RM/RC							Seite		
Bauwerksnummer (ASB)				Baumaßnahme					
Bauabschnitt				Bauteil					
Auftragnehmer				Auftraggeber					
RM/RC	Prüfdatum								
Material	Mischungsverhältnis Trockenkomponente : Wasser = 1 : _ _ _ _								
	Mischdauer _ _ _ sec								
Hersteller	Konsistenz	Ausbreitmaß mit Hubtisch gemäß DIN 18555; Ausbreittisch nach DIN EN 1015-3 (Glasplatte d = 30 cm) 15 Hubschläge Häufigkeit: 1 x je Arbeitstag; Abweichungen vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung höchstens 15%							
Chargen-Nr.	Luftgehalt	Messung nach dem Druckausgleichsverfahren nach DIN 18555 (LP-Topf); Prüfgerät mit Druckkammer und 1 dm <sup>3</sup> Probenbehälter; Verdichtung im Vibrationsverfahren; Häufigkeit: 1x je Arbeitstag Abweichungen vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung höchstens 2% absolut bzw. 50% relativ							
Prüfdatum	Mischung Nr.	Konsistenz [mm]				Luftgehalt [Vol.-%]			
		Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	zulässig ≤ 15%	Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	zulässig ≤ 2% abs. / ≤ 50% rel.
zugeordnete Fläche	1								
	2								
	3								
Unterschriften									
-----			-----			-----			
Prüfer			Auftragnehmer			Auftraggeber			

<sup>1)</sup> Sollwert gemäß Angaben zur Ausführung

## Formblatt E 3.4.3

Bestimmung der Trockenrohddichte SRM/SRC, RM/RC, PRC						Seite	
Bauwerksnummer (ASB)			Baumaßnahme				
Bauabschnitt			Bauteil				
Auftragnehmer			Auftraggeber				
SRM/SRC, RM/RC, PRC	Prüfdatum						
Prüfgut	Bemerkungen						
Hersteller Chargen-Nr.	Mörteltemperatur / Untergrundtemperatur						
zugeordnete Fläche	Durchführung nach DIN 52170 $r_t = m_t / V$ Trocknung bei 110°C bis zur Gewichtskonstanz, Volumenbestimmung durch Tauchwägung Proben: Scheiben aus Bohrkernen der Abreißprüfung, Durchmesser = 50 mm, Dicke mindestens 15 mm Häufigkeit: 1x je Satz Abreißprüfung, mindestens 3x je Bauwerk Unterschreitung des Bezugswertes aus den Angaben zur Ausführung höchstens 0,04 kg/dm <sup>3</sup>						
Prüfdatum	Mischung Nr.	Volumen [dm <sup>3</sup> ]	Masse [kg]	Trockenrohddichte [kg/dm <sup>3</sup> ]			
				Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	Unterschreitung ≤ 0,04 kg/dm <sup>3</sup>
	SRM/SRC	1					
	RM/RC	2					
PRC	3						
Nicht betroffene Produkte streichen							
Unterschriften							
-----		-----		-----			
Prüfer		Auftragnehmer		Auftraggeber			

<sup>1)</sup> Sollwert gemäß Angaben zur Ausführung

## Anhang F

### F 1 Nachweis der Verwendbarkeit

(1) Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer an der zur Verwendung vorgesehenen Charge erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er die Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen.

(2) Als Nachweis der Verwendbarkeit wird eine prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle<sup>1)</sup> regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern dieser den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

(3) Der Umfang der Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit ergibt sich aus der Überprüfung der für den vorgesehenen Verwendungszweck erforderlichen projektspezifischen Merkmale, die der sachkundige Planer festlegt. Diese Merkmale sind in die Leistungsbeschreibung mit aufzunehmen, vollständig zu überprüfen und zu dokumentieren.

(4) Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber die vollständige Dokumentation der projektspezifische Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit und zum Nachweis der Übereinstimmung vor Einbau der Produkte vorlegen und die Produkte vom Auftraggeber für den Einbau freigeben lassen.

(5) Ebenso ist zu prüfen, ob eine werkseigene Produktionskontrolle stattgefunden hat. Andernfalls darf der Baustoff nicht verwendet werden.

### F 2 Nachweis der Übereinstimmung

(1) Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er

die Prüfungen zum Nachweis der Übereinstimmung durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen.

(2) Als Nachweis der Übereinstimmung wird die prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle<sup>1)</sup> regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

(3) Der Sachkundige Planer prüft, ob eine Differenzierung zwischen Art und Umfang eines Nachweises der Übereinstimmung generell und Annahmeproofungen für die Baustelle zulässig sind. Entsprechende Regelungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(4) Die Übereinstimmung der Baustoffe und Baustoffsysteme mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Baustoffen und Baustoffsystemen ist vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch einen Nachweis der Übereinstimmung gemäß Leistungsbeschreibung sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren.

### F 3 Angaben zur Ausführung

(1) Für Baustoffe und Baustoffsysteme sind vom Auftragnehmer verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers vorzulegen, welche in Aufbau und Inhalt den Anforderungen der Leistungsbeschreibung genügen müssen. Die Bereitstellung dieser durch den Auftragnehmer ist vertraglich zu vereinbaren.

(2) Die „Angaben zur Ausführung“ in der prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle<sup>1)</sup> werden regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügen.

<sup>1)</sup> Für Deutschland ist das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) die nach Art. 30 BauPVO für alle Produktbereiche benannte technische Bewertungsstelle.

## Anhang G

### Einwirkungen auf das Bauwerk aus Umgebung und Betonuntergrund

schutzsysteme und Betonersatzsysteme aufgeführt. Auf Grundlage der Beschreibung der Umgebungsbedingungen lassen sich aus der Tabelle Expositions- und Einwirkungsklassen ermitteln.

Nachstehend sind Hinweise für die Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund für Oberflächen

Tabelle G.1: Einwirkungen auf Bauwerk aus Umgebung und Betonuntergrund

Klassenbezeichnung		Beschreibung der Umgebung	Beispiele <sup>1)</sup> (informativ)
<b>1 Einwirkungen aus der Umgebung</b>			
Expositionsklassen nach DIN-Fachbericht „Beton“	XALL	Einwirkungen auf das Bauwerk bzw. Bauteil mit Auswirkungen auf das Instandsetzungssystem und dessen Verbund zum instand zu setzenden Bauteil, welche nicht durch die nachfolgenden Expositions-klassen abgebildet werden; bewehrungskorrosionsfördernde Stoffe aus dem Instandsetzungssystem Anmerkung: Expositions-klasse ist immer anzusetzen.	Alle Bauteile
	X0	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Umgebungsbedingungen, ausgenommen Frostangriff, Verschleiß oder chemischer Angriff	
	<b>Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung</b>		
	XC1	Trocken oder ständig nass	
	XC2	Nass, selten trocken	
	XC3	Mäßige Feuchte	Vor Witterung geschützter Bereich, z.B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern, Hohlkästen
	XC4	Wechselnd nass und trocken	Frei bewitterter Bereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen, Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler, auch horizontale Flächen
	<b>Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser</b>		
	XD1	Mäßige Feuchte	Überbauten, Pfeiler, Widerlager auch unterhalb von Talbrücken
	XD2	Nass, selten trocken	Sprühnebelbereich, z.B. Überbauten, Pfeiler, Widerlager auch unterhalb von Talbrücken
	XD3	Wechselnd nass und trocken	Sonstiger Bereich, z.B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern, Hohlkästen
			Mittelbarer Spritzwasserbereich, z. B. Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwände, Stützen, Pfeiler
			Unmittelbarer Spritzwasserbereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen

<b>Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser</b>		
XS1	Bewehrungskorrosion infolge Chlorid aus Meerwasser	
XS2	Unter Wasser	
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	
<b>Frostangriff mit und ohne Taumittel/Meerwasser</b>		
XF1	Mäßige Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	
XF2	Mäßige Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Sprühnebelbereich, z.B. Überbauten, Pfeiler, Widerlager auch unterhalb von Talbrücken  Mittelbarer Spritzwasserbereich, z. B. Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler soweit am Fuß das Wasser durch konstruktive Maßnahmen abgeleitet wird.  Sonstiger Bereich, z.B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern, Hohlkästen
XF3	Hohe Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	
XF4	Hohe Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Unmittelbarer Spritzwasserbereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen.  Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler sofern am Fuß Wasser aufsteigen kann.
<b>Betonkorrosion durch chemischen Angriff</b>		
XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung	
XA2	Chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke	
XA3	Chemisch stark angreifende Umgebung	
<b>Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung</b>		
XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung	
XM2	Starke Verschleißbeanspruchung	
XM3	Sehr starke Verschleißbeanspruchung	
<b>Feuchtigkeitsklassen</b>		
W0	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt.	
WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist.	
WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung der Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist.	
WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist.	
XW1	Ständige Wasserbeaufschlagung durch Süß- oder Meerwasser	
XW2	Wechselnd nass und trocken durch Süß- oder Meerwasserbeaufschlagung	

<b>2 Einwirkungen aus dem Betonuntergrund</b>		
XSTAT	Statisch mitwirkend	Reprofilierung von druckbeanspruchten Bauteilen; kraftschlüssiges Füllen von Rissen und Hohlräumen
XBW1	Rückseitige Durchfeuchtung (keine Durchströmung) oder erhöhte Restfeuchtigkeit	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XBW2	Rückseitige Durchfeuchtung mit Durchströmung (flächig)	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XDYN	Dynamische Beanspruchung bei Applikation	Brücke unter Verkehr
<p><sup>1)</sup> Diese Beispiele gelten für die überwiegende Beanspruchung während der Nutzungsdauer. Abweichende Umgebungsbedingungen während der Bauzeit oder Nutzung (z.B. Trockenlegung) führen erfahrungsgemäß nicht zu Schäden.</p>		

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---



Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Bauprodukte und Bauarten</b> .....	4
2.1 Baugrundsätze.....	4
2.2 Rissfüllstoff .....	5
2.3 Ausführung .....	5
2.3.1 Allgemeines .....	5
2.3.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal .....	5
2.3.3 Angaben zur Ausführung.....	6
2.3.4 Grundsätzliches zur Ausführung von Injektionsarbeiten.....	6
2.3.5 Abschlussbericht.....	6
<b>3 Qualitätssicherung</b> .....	7
3.1 Allgemeines.....	7
3.2 Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile ...	7
3.3 Überwachung der Ausführung.....	7
3.3.1 Eigenüberwachung .....	7
3.3.2 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle.....	7
3.3.3 Kontrollprüfungen.....	8
<b>4 Abrechnung</b> .....	9
<b>5 Abnahme</b> .....	9
<b>6 Kraftschlüssiges Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion</b> .....	9
6.1 Allgemeines.....	9
6.2 Anwendung.....	9
6.3 Ausführung .....	9
6.4 Prüfungen.....	9
<b>7 Kraftschlüssiges Füllen mit zementgebundenen Rissfüllstoffen durch Injektion</b> .....	10
7.1 Allgemeines.....	10
7.2 Anwendung.....	10
7.3 Zementleim und Zementsuspension.....	10
7.4 Ausführung .....	10
7.5 Prüfungen.....	11
<b>8 Dehnbares Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion</b> .....	11
8.1 Allgemeines .....	11
8.2 Anwendung.....	11
8.3 Polyurethan.....	11
8.4 Ausführung .....	11
8.5 Prüfungen .....	12
<b>9 Vergießen (V)</b> .....	12
9.1 Allgemeines .....	12
9.2 Anwendung.....	12
9.3 Ausführung .....	12
9.4 Prüfungen .....	13
<b>Anhang A Hinweise und Erläuterungen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen</b> .....	14
<b>Anhang B Formblatt B 3.5.1 Sammelblatt Abschlussbericht</b> .....	19
Formblatt B 3.5.2 Allgemeine Angaben.....	20
Formblatt B 3.5.3 Tagesprotokoll.....	21
Formblatt B 3.5.4 Riss-Protokoll-Nr. ....	22
<b>Anhang C Formblatt C 3.5.1 Ausgeführte Füllungen von Rissen in Betonbauteilen (Anlage zum Bauwerksbuch)</b> .....	23
<b>Anhang D Anordnung von Packern</b> .....	24
<b>Anhang E Nachweis der Verwendbarkeit Nachweis der Übereinstimmung, Angaben zur Ausführung</b> .....	27
<b>Anhang F Einwirkungen auf Bauwerk aus dem Betonuntergrund</b> .....	28

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 3 Abschnitt 5 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) *Oberflächennahe, vor allem netzartige, größere Flächen erfassende Risse, können bei Rissbreiten bis ca. 0,2 mm auch nach Teil 3 Abschnitt 4 behandelt werden.*

(3) *Dieser Abschnitt kann je nach Stoff spezifischen Anwendungsbedingungen auch für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen angewendet werden, die während der Ausführung der Arbeiten aus Verkehr dynamisch beansprucht werden (XDYN). Im Einzelfall können Verkehrsbeschränkungen erforderlich sein.*

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Arbeitsabschnitt

In einem Arbeitsabschnitt wird eine gleichartige Arbeit von einer Kolonne nach gleicher Vorgehensweise ohne nennenswerte Unterbrechung durchgeführt.

#### (2) Angaben zur Ausführung

Verbindliche Anweisung für die Ausführung der Arbeiten.

#### (3) Begrenzt dehnbares Füllen

Dehnbare Verbindung, deren Verformungseigenschaften vom Rissfüllstoff bestimmt werden. Begrenzt dehnbares Füllen von Rissen mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt, z.B. Polyurethan (PUR), evtl. mit schnell-schäumendem Polyurethan (SPUR)

#### (4) Charge

Produktionseinheit einer Komponente eines Füllgutes aus kontinuierlicher Herstellung oder eines einzelnen Produktionsansatzes.

#### (5) Einkomponentige Injektion

Der aus den Komponenten fertig gemischte Rissfüllstoff wird vom Injektionsgerät unter Druck zum Packer gefördert.

#### (6) Feinstzement

Zement hergestellt mit 95 % Korngrößenanteilen  $\leq 16 \mu\text{m}$ .

#### (7) Füllart

Es wird zwischen Injektion (I) und Vergießen (V) unterschieden.

#### (8) Füllziel

**Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen):** Hemmen oder Verhindern des Zutritts von korrosionsfördernden (beton- und stahlan-

greifenden) Stoffen in Betonbauteile durch Risse.

**Abdichten:** Beseitigen von riss- und hohlraumbedingten Undichtheiten eines Betonbauteils durch Füllen mit Rissfüllstoffen.

**Kraftschlüssig Verbinden:** Füllen von Rissen und Hohlräumen zum Herstellen einer druck-, schub- und zugfesten Verbindung der Riss- bzw. Betonflanken mit Festigkeitseigenschaften, die von der Art des Füllgutes und des Füllverfahrens abhängen. Für Bauteile mit wiederkehrender Rissursache ist das Füllziel ungeeignet.

**Begrenzt dehnbar Verbinden:** Füllen von Rissen und Hohlräumen zum Herstellen einer begrenzt dehnbaren Verbindung der Riss- bzw. Betonflanken mit füllstoffspezifischen Festigkeitseigenschaften. Für Bauteile mit wiederkehrender Rissursache geeignet.

#### (9) Rissfüllstoff (Füllgut)

Stoffgemisch zum Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen, in der Regel bestehend aus:

- Epoxidharz (EP)  
Komponente A: Harz  
Komponente B: Härter
- Zementleim (ZL)  
Komponente A: Zement, Zusatzstoffe  
Komponente B: Wasser, ggf. demineralisiert, ggf. Zusatzmittel  
Komponente C: ggf. weitere Zusatzmittel
- Zementsuspension (ZS)  
Komponente A: Feinstzement, Zusatzstoffe  
Komponente B: Wasser, ggf. demineralisiert, ggf. Zusatzmittel  
Komponente C: ggf. weitere Zusatzmittel
- Polyurethan (PUR)  
Komponente A: polyolhaltig  
Komponente B: isocyanathaltig

#### (10) Hohlräume

Verursacht durch mangelhafte Verdichtung, Entmischung (Grobkornanreicherungen) und/oder Auswaschungen im Betongefüge.

#### (119) Injektion (I)

Füllen von Rissen und Hohlräumen unter Druck über Packer.

#### (12) Injektionsdruck

Nennwert des Förderdrucks, mit dem der Rissfüllstoff zum Packer gefördert wird.

#### (13) Injektionsgerät

Gerät zum Füllen von Rissen. Für eine einkomponentige Injektion besteht es aus Druckerzeuger, Materialbehälter, Transportschlauch und Anschlussstück zum Packer. Für eine zweikomponentige Injektion kommen Dosier- und Mischeinrichtung

hinzu.

#### (14) **Injektionsschlauch**

Mit Austrittsöffnungen versehener Schlauch, der der Förderung und Injektion von Rissfüllstoff in Arbeitsfugen dient.

#### (15) **Injektionsverfahren**

Umfasst

- Injektionsgerät,
- ggf. Anlage(n) zur Herstellung des Rissfüllstoffes als Stoffgemisch,
- Packer, ggf. Injektionsschlauch,
- ggf. Verdämmung.

#### (16) **Kraftschlüssiges Füllen**

Zug- und druckfeste Verbindung mit vom Rissfüllstoff abhängigen Festigkeitseigenschaften. Kraftschlüssiges Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z.B. Epoxidharz (EP), mit hydraulischem Bindemittel (H) hergestellt, z.B. Zementleim (ZL) und Zementsuspension (ZS).

#### (17) **Packer**

Übergangsstück zwischen Injektionsgerät und Bauteil, befestigt auf der Bauteiloberfläche (Klebpacker) oder in Bohrlöchern (Bohrpacker), mit Ventil versehen.

#### (18) **Riss, Rissarten**

Trennung im Betongefüge und in Fugen. Es wird zwischen oberflächennahen Rissen und Trennrissen unterschieden:

- Oberflächennahe Risse erfassen nur geringe Querschnittsteile und sind häufig netzartig ausgebildet.
- Trennrisse erfassen wesentliche Teile des Querschnitts (z.B. Zugzone, Steg) oder den Gesamtquerschnitt.

#### (19) **Rissbreite**

Abstand der Rissufer senkrecht zum Rissverlauf.

#### (20) **Rissbreitenänderung**

Die Rissbreiten können sich über die Zeit ändern. Wiederkehrende Änderungen können

- kurzzeitig (z.B. infolge von Verkehrslasten),
- täglich (z.B. infolge von Sonneneinstrahlung),
- langfristig (z.B. jahreszeitlich meteorologisch bedingt)

auftreten.

#### (21) **Rissflanken**

Die Begrenzungsflächen des Risses.

#### (22) **Rissufer**

Die Schnittlinie von Bauteiloberfläche und der Rissflanke.

#### (23) **Rissursachen**

Beanspruchungen aus Lasten, Zwang und/oder Eigenspannungen, welche zur Überschreitung der örtlichen Zugfestigkeit des Betons führen.

#### (24) **Tränkung (T)**

Füllen von gesäuberten, oberflächennahen Rissen ohne Druck durch Aufbringen von Rissfüllstoffen im Überschuss ohne Füllstoffreservoir als vorbereitende Maßnahme (kein eigenständiges Füllverfahren).

#### (25) **Verdämmung**

Abdichtung von Rissen auf der vorbereiteten Bauteiloberfläche, die das Auslaufen von Rissfüllstoff verhindert.

#### (26) **Vergießen (V)**

Druckloses Füllen von Rissen durch Gravitation oder kapillares Saugen an gesäuberten, vorbereiteten Rissen unter ständig gefülltem Füllstoffreservoir.

#### (27) **Zustand von Rissen/Rissufer/Rissflanken**

Angaben über Feuchte, Verschmutzungen und/oder Aussinterungen im Riss.

#### (28) **Zweikomponentige Injektion**

Die Einzelkomponenten des Rissfüllstoffes werden in einem an den Packer unmittelbar angeschlossenen Mischkopf gemischt.

## **2 Bauprodukte und Bauarten**

### **2.1 Baugrundsätze**

*(1) Die Füllart und der verwendete Rissfüllstoff sind abhängig von Mindestrissbreiten auf der Bauteiloberfläche. Beim Füllen von Hohlräumen gilt diese Bedingung sinngemäß.*

*(2) Eine Injektion von Hohlräumen setzt für den Rissfüllstoff die Durchgängigkeit des Schadensbereichs im Betongefüge voraus.*

*(3) Durch Vergießen können mit geeignetem Rissfüllstoff Risse in oberflächennahen Bereichen und Trennrisse gefüllt werden. Mit dieser Füllart lassen sich Risse auf waagerechten bzw. wenig geneigten Flächen von oben füllen.*

*(4) Der Einsatz von Injektionsschläuchen ist eine Vorsorgemaßnahme. Sie ersetzt in keinem Fall die fachgerechte Ausbildung von Arbeitsfugen und / oder Anordnung von Fugendichtungsbändern oder -blechen. Der Injektionsschlauch darf als vorbeugende Maßnahme nur zur Behebung etwaiger Mängel in kritischen Betonierbereichen vorgesehen werden. Der Rissfüllstoff wird im Regelfall erst bei*

einer auftretenden Undichtheit injiziert.

(5) Der Injektionsschlauch ist Bestandteil des Injektionsverfahrens. Es dürfen nur Injektionsschläuche verwendet werden, deren Eignung durch eine hierfür anerkannte Prüfstelle nachgewiesen ist.

(6) Zur Abdichtung von Arbeitsfugen mit Injektionsschläuchen dürfen nur die Rissfüllstoffe EP, PUR und ZS eingesetzt werden.

(7) *Injektionen von undichten Press- bzw. Blockfugen sind Sondermaßnahmen und bedürfen der besonderen Planung.*

## 2.2 Rissfüllstoff

(1) Die Anforderung an die Rissfüllstoffe und die zugehörigen Injektionssysteme ergeben sich projektspezifisch bezogen auf Einwirkung und Widerstand und sind vom Auftragnehmer nachzuweisen. Es dürfen nur Rissfüllstoffe und zugehörige Injektionssysteme nach Nrn. 6 bis 9 verwendet werden, die unter den bauwerksspezifischen Einwirkungen und Rahmenbedingungen geeignet sind.

(2) *Hinweise zur Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind in Anhang F zusammengestellt.*

(3) Der Auftragnehmer muss für alle Stoffe vor deren Applikation auf der Baustelle dem Auftraggeber ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen. Der Prüfumfang und die projektspezifischen Anforderungen ergeben sich aus Anhang E.

(4) *Für Bauwerke mit einer Risslänge unter 1000 m kann auf ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 verzichtet werden.*

(5) Die Merkmale des Baustoffs- bzw. Baustoffsystems sind mit Bezug auf die projektspezifischen Anforderungen anzugeben. Die Leistungserklärung gemäß Bauproduktenverordnung (BauPVO) ist Bestandteil hiervon.

(6) *Angaben über Baustoffe sowie über Hilfsstoffe und Hilfsmittel sind im Baustoff- bzw. Bieterangabenverzeichnis zu fordern.*

(7) Alle Stoffe müssen mindestens 6 Monate lagerfähig sein.

(8) Die vom Hersteller angegebene Sollfüllmenge darf um nicht mehr als 3 % über- oder unterschritten werden.

(9) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung gemäß Anhang E sind zu dokumentieren und dem Auftraggeber vorzulegen.

## 2.3 Ausführung

### 2.3.1 Allgemeines

(1) Vor Beginn der Bauausführung hat der Auftragnehmer das ausführende und überwachende Fachpersonal in die Angaben zur Ausführung nach Anhang E einzuweisen.

(2) Bei der Vorbereitung der Betonunterlage für das Verdämmen und die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes von oberflächennahem beschädigtem Beton gelten die Regelungen im Abschnitt 4.

(3) *Der Feuchtezustand ist gemäß Tabelle A 3.5.1 zu benennen und hinsichtlich des zulässigen Anwendungsbereiches gemäß Tabelle A 3.5.2 unmittelbar vor der Ausführung zu überprüfen.*

(4) *Müssen die Arbeiten bei ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt werden, sind Schutzmaßnahmen gemäß Teil 5 Abschnitt 3 vorzusehen.*

(5) Die Injektionsstelle muss zugänglich sein.

(6) Das Füllen von Rissen und Hohlräumen darf nur innerhalb Rissfüllstoff spezifischer Anwendungsbedingungen ausgeführt werden, deren Einhaltung durch Messungen zu kontrollieren ist.

(7) *Bei Verwendung von zweikomponentigen Injektionsanlagen ist zu beachten, dass sich die Viskositäten der Einzelkomponenten in Abhängigkeit der Temperatur ungleich verändern können. Die Einhaltung des Mischungsverhältnisses ist durch Bauteilversuche zu bestätigen.*

### 2.3.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal

(1) Bei Arbeiten mit Kunststoffen oder Kunststoff modifizierten Baustoffen muss eine vom Auftragnehmer benannte, sachkundige Fachkraft z.B. der Kolonnenführer nachweislich eine Prüfung über den Umgang mit diesen Baustoffen erfolgreich abgelegt haben. Dies ist:

– bei inländischen Bietern durch eine Bescheinigung des Ausbildungsbeirats „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (SIVV-Schein)

– bei ausländischen Bietern durch einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis

zu belegen.

(2) Ein Nachweis der Einweisung in das angewendete Injektionsverfahren ist vorzulegen.

(3) Die sachkundige Fachkraft muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.

(4) Bei besonders schwierigen oder für die Dauerhaftigkeit des Bauteils wichtigen Arbeiten, insbesondere bei Spannbetonbauwerken und statisch relevanten Arbeiten, kann es erforderlich sein, zusätzliche Qualifikationsnachweise für die sachkundige Fachkraft und weiteres Personal in Form von Referenzen über entsprechende ausgeführte Arbeiten oder in Form von Nachweisen über besondere fachgewerkliche Schulungen zu fordern. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

### 2.3.3 Angaben zur Ausführung

Das Füllen von Rissen und Hohlräumen muss nach den Angaben zur Ausführung nach Anhang E erfolgen.

### 2.3.4 Grundsätzliches zur Ausführung von Injektionsarbeiten

(1) Das Füllen von Rissen ist so durchzuführen, dass das Entweichen von Wasser und/oder Luft im Zuge der Injektion sichergestellt ist.

(2) Die Anordnung von Packern richtet sich nach Anhang D. Größere Abstände als nach Anhang D sind nicht zulässig.

(3) An dickeren Bauteilen mit wesentlich größeren erforderlichen Wirkungszonen der Packer, als es dem Grenzwert gemäß Anhang D entspricht, ist bei Verwendung der Klebepacker nur Rissfüllstoff mit einer den längeren erforderlichen Injektionszeiten entsprechenden Temperatur abhängigen Verarbeitungsdauer einzusetzen. Ggf. sind bauwerksspezifische Eignungsprüfungen durchzuführen.

(4) Die Anordnung von Packern zum Füllen von Hohlräumen richtet sich nach der Geometrie der Schadstelle. Sie kann in Anlehnung an Anhang D festgelegt werden. Bei Gefügeschäden mit nicht bestimmbarer Verteilung im Beton sind die Packer in einem der Schadensart entsprechend gewählten Raster anzuordnen.

(5) Bei der Verwendung von Bohrpäckern ist sicherzustellen, dass tragende Bewehrung durch die Herstellung von Bohrlöchern nicht beschädigt wird. Bei Injektion von dickwandigen Bauteilen über Bohrpacker sind diese in Bohrlöchern zu befestigen, die die Rissflanke, von der Bauteiloberfläche gemessen, in unterschiedlichen Tiefen kreuzen. Die Anordnung der Bohrpacker richtet sich dann sinn gemäß nach Anhang D. Falls Bohrkanaldurchmesser abweichend von der Eignungsprüfung eingesetzt werden sollen, sind bauwerksspezifische Eignungsnachweise zu erbringen. Bei Bohrlöchern ist die Durchgängigkeit des Bohrlochs ggf. durch Reinigungsmaßnahmen sicherzustellen.

(6) Bohrpacker sind zu entfernen.

(7) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben,

ob Bohrpacker, bei denen ein Teil im Bauwerk verbleibt, verwendet werden sollen.

(8) Verbleibende Teile von Bohrpäckern müssen aus nichtrostenden Werkstoffen bestehen. Diese Anforderung gilt auch für Klebepacker, sofern sie nach Abschluss der Arbeiten auf der Bauteiloberfläche verbleiben sollen.

(9) Falls eine Verdämmung auf der Bauteiloberfläche vorgesehen ist, muss sie so sorgfältig erfolgen, dass die Injektion ohne Unterbrechungen infolge von Leckagen durchgeführt werden kann. Geeignete schnellhärtende Reparaturmaterialien für Leckstellen müssen stets vorgehalten werden.

(10) Eine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Bauteiloberfläche ist, sofern erforderlich, in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(11) Der Injektionsdruck ist Rissfüllstoff spezifisch und Füllart spezifisch gemäß den Angaben zur Ausführung zu begrenzen.

(12) Bei einkomponentigen Injektionen dürfen Teilmengen aus einem Gebinde nicht verwendet werden. Gemischte Gebindeinhalte dürfen zur Injektion und Nachinjektion nur innerhalb der temperaturbedingten Gebindeverarbeitbarkeitsdauer eingesetzt werden. Eine Beeinflussung der Gebindeverarbeitbarkeitsdauer durch Kühlung ist bei hohen Lufttemperaturen zulässig.

(13) Innerhalb einer für den verwendeten Rissfüllstoff in den Angaben zur Ausführung angegebenen Verarbeitbarkeitsdauer ist über alle vorhandenen Packer eine Nachinjektion vorzunehmen.

(14) Die Verlegung des Injektionsschlauches erfolgt gemäß den Angaben zur Ausführung.

### 2.3.5 Abschlussbericht

(1) Nach Abschluss der Arbeiten hat der Auftragnehmer einen Abschlussbericht gemäß Formblatt B 3.5.1 zu erstellen. Dieser muss mindestens

- eine Übersicht über Füllart, Rissfüllstoffdaten, Gesamtverbrauch,
- die Ergebnisse der Eigenüberwachungs- und ggf. Kontrollprüfungen sowie
- Angaben zur Ausführung umfassen.

(2) Soweit vom Auftraggeber, in Abhängigkeit vom Umfang der Arbeiten und von der Bedeutung des Füllens für das Bauwerk, nicht auf eine Erfassung ausdrücklich verzichtet wurde, ist in dem Abschlussbericht Folgendes aufzunehmen:

- Darstellung der gefüllten Risse und Bauteilabschnitte mit Angabe des Fülldatums und Verbrauchsmengen,
- Übersicht über die Witterungsverhältnisse und Bauwerkstemperaturen, ggf. Zusammenstellung der täglichen max. und min. Temperaturen, An-

gaben zur Wetterlage,

- Bericht(e) der Überwachung der Ausführung durch eine anerkannte Überwachungsstelle,
- falls erforderlich, Angaben zum Verkehr,
- besondere Vorkommnisse.

### 3 Qualitätssicherung

#### 3.1 Allgemeines

Grenzwerte und Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probenahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten, soweit im Einzelfall keine andere Regelung getroffen ist.

#### 3.2 Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile

Rissfüllstoffe müssen den projektspezifischen Anforderungen entsprechen (siehe 2.2).

#### 3.3 Überwachung der Ausführung

##### 3.3.1 Eigenüberwachung

(1) Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung der Ausführung regelt Tabelle 3.5.1.

(2) Zur Aufnahme aller im Rahmen der Eigenüberwachung zu erfassenden Messwerte sind die erforderlichen Geräte vom Auftragnehmer auf der Baustelle vorzuhalten. Hierzu gehört insbesondere ein Digital-Thermometer.

(3) Je nach Umfang der Arbeiten und Bedeutung des Füllens der Risse für das Bauwerk ist in die Aufzeichnungen gemäß Teil 1 Abschnitt 1 die Menge und die Chargennummer des tatsächlich in die Risse und Hohlräume gefüllten Rissfüllstoffes sowie ggf. die Zuordnung der Chargennummer zum jeweiligen Riss oder zum Bauteilabschnitt, aufzunehmen.

(4) Über die Arbeiten hat der Auftragnehmer im Rahmen seiner Eigenüberwachung täglich Aufzeichnungen und Protokolle unter Verwendung der Formblätter nach Anhang B anzufertigen, die ggf. durch Fotografien zu ergänzen sind. Alle Aufzeichnungen und Protokolle sind für den Auftragnehmer von der sachkundigen Fachkraft nach Nr. 2.3.2 zu unterzeichnen.

(5) Da bei kleineren Injektionsarbeiten der Aufwand für die Eigenüberwachungen ggf. nicht im wirtschaftlichen Verhältnis zu der auszuführenden Leistung steht, können die Eigenüberwachungsprüfungen, abgestimmt auf die jeweilige Maßnahme, in der Häufigkeit bzw. in der Art der Prüfungen, reduziert werden. Die reduzierten Eigenüberwa-

chungsprüfungen sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

##### 3.3.2 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle

Für die Ausführung ist eine Fremdüberwachung vorzusehen. Der Auftragnehmer hat der fremdüberwachenden Stelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.

##### 3.3.3 Kontrollprüfungen

(1) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der

- Vollständigkeit,
- Flüssigkeitsdichtheit und
- Kraftschlüssigkeit der Füllung.

(2) Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkern mit einem Füllgrad von mindestens 80 % gefüllt sind. Dies wird an Schnittflächen von in Scheiben geschnittenen Bohrkernen oder an in der Rissebene gespaltenen Bohrkernen sichtbar gemacht. Systembedingte Poren sind hierbei als gefüllt zu werten.

(3) Die Flüssigkeitsdichtheit von gefüllten Rissen und Hohlräumen kann optisch festgestellt werden.

(4) Die Kraftschlüssigkeit der Füllung kann bei Rissen, die vorher nennenswerte Rissbreitenänderungen aufwiesen, durch Wegänderungsmessung nach Aushärten des Rissfüllstoffes zerstörungsfrei festgestellt werden. Die zu wählende Messmethode ist in Tabelle A 3.5.3 beschrieben. Der Messzeitraum ist abhängig von der Art der Rissbreitenänderungen.

(5) Die Kraftschlüssigkeit der Füllung ist nachgewiesen, wenn im Bereich der gefüllten Risse keine Wegänderungen auftreten, die die Dehnfähigkeit des Betons überschreiten. In nicht einsehbaren Bereichen kann ein Nachweis erforderlich werden. Die Verformungseigenschaften des gerissenen oder ungerissenen Betons sind dabei zu beachten. Zu dieser Feststellung ist u. U. eine Vergleichsmessung am ursprünglich ungerissenen Beton erforderlich.

(6) Zerstörende Prüfungen sollten nur in Ausnahmefällen vorgesehen werden.

(7) Die Vollständigkeit der Füllung und Qualität des Rissfüllstoffes im Beton können nur durch Entnahme von Bohrkernen festgestellt werden. Eine solche Kontrollprüfung sollte daher nur in begründeten Fällen (z.B. bei Unregelmäßigkeiten während der Ausführung oder bei wiederholt festgestellten Undichtheiten, bei optisch von außen erkennbaren Mängeln in der Füllung oder bei fehlender Kraftschlüssigkeit) durchgeführt werden.

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen**

(8) Die Bohrkern mit Durchmessern von 50 mm oder kleiner sind aus charakteristischen Bereichen der gefüllten Risse zu entnehmen. Ihre Anzahl und Länge richten sich nach dem Umfang der Maßnahme und der Bedeutung der Erfüllung der vertraglich

zugesicherten Eigenschaften der Füllung für das Bauwerk oder Bauteil (z.B. nach dem Ausmaß der Undichtheiten).

**Tabelle 3.5.1:** Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung der Ausführung

Prüfungen		Anforderungen	Häufigkeit
Gegenstand, Vorgang			
Rissfüllstoff Verdämmstoffe Packer	Lieferung	projektspezifisch	jede Lieferung bzw. jede Verpackungseinheit
Hilfsstoffe Hilfsmittel	Lagerung	Bedingungen gemäß den Angaben zur Ausführung bzw. sonstigen Vorschriften	nach jeder Lieferung bzw. nach Festlegung
Bautechnische Unterlagen	Angaben zur Ausführung	liegt vor	vor Beginn der Arbeiten
	Protokolle, Art der Aufzeichnung	Leistungsbeschreibung	
Technische Ausrüstung	Vollständigkeit	gemäß Angaben zur Ausführung	vor Beginn der Arbeiten, dann nach Angaben zur Ausführung
	Funktionskontrolle		
Vorbereitung der Ausführung	Risszonen	gemäß Angaben zur Ausführung	bei jedem Riss
	Packer, Abstand		
	Verdämmung		
Ausführungsbedingungen	Rissmerkmale	Einhaltung der Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen	nach Bedarf
	Witterungsbedingungen	gemäß Angaben zur Ausführung	mehrmals täglich
	Bauteiltemperaturen		bei jedem Riss
Füllen	Durchführung		kontinuierlich
Aufzeichnung	Protokolle und Berichte gemäß Anhang B	vollständig und nachvollziehbar	nach Abschluss der Arbeiten

## 4 Abrechnung

(1) *Beim Füllen von Hohlräumen ist die Abrechnung in getrennten Positionen für die Injektion (z.B. Anordnung, Anzahl und Länge der Bohrlöcher; mit und ohne Verdämmung; Instandsetzung der Betonoberfläche usw.) und für die injizierte Rissfüllstoffmenge vorzunehmen.*

(2) Sofern keine andere Regelung getroffen wurde, ist die für den einzelnen Riss gemessene größte Rissbreite der Abrechnung des gesamten Risses zugrunde zu legen.

## 5 Abnahme

(1) *Unterliegen die behandelten Flächen einer direkten Verkehrsbelastung, ist der Zustand der Oberfläche vor der Belastung zu dokumentieren.*

(2) *Für nur aufwändig zugängliche Bereiche sind in der Leistungsbeschreibung Regelungen über Teilabnahmen vorzusehen.*

## 6 Kraftschlüssiges Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion F-I(P)

### 6.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen mit polymeren Rissfüllstoffen dürfen nur kalthärtende, zweikomponentige und lösemittelfreie Harze eingesetzt werden (Epoxidharz EP-I).

(2) Für einkomponentige Injektion sind nur Originalgebinde mit ca. 1 kg Inhalt zulässig.

(3) Die Mischgenauigkeit beträgt 4 %.

(4) *Die Festigkeitseigenschaften der durch EP-I hergestellten Verbindungen werden durch den Bauwerksbeton bestimmt (siehe Nr. A 1.3).*

### 6.2 Anwendung

(1) Die EP-I ist bei Trennrissen und bei oberflächennahen Rissen geeignet, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die folgenden Anforderungen sind unabhängig voneinander einzuhalten:

- Die Mindest-Rissbreite beträgt 0,10 mm.
- Für kurzzeitige Rissbreitenänderungen sind  $\Delta w \leq 0,10 \cdot w$  bzw.  $\Delta w \leq 0,03$  mm einzuhalten. Der kleinere Wert ist maßgebend.
- Die zulässigen täglichen Rissbreitenänderungen sind abhängig von der Festigkeitsentwicklung des Epoxidharzes. Die täglichen Rissbreitenänderungen sind nicht begrenzt, wenn die

Festigkeitsentwicklung innerhalb von 10 h 3,0 MPa überschreitet und eine Nachinjektion bei der größten Rissbreite erfolgt.

(2) Bei der Anwendung von EP-I müssen alle Risse ab einer Rissbreite von 0,05 mm voll gefüllt sein.

(3) *Für Risse, die in wesentlichen Bereichen des Rissverlaufes eine Rissbreite unter 0,10 mm haben, ist die Wirksamkeit von EP-I durch einen Nachweis der Verwendbarkeit nicht nachgewiesen.*

(4) *Nach Aushärtung von Epoxidharz sind wiederholte Füllungen nicht mehr erfolgreich möglich.*

(5) *Für Risse in Arbeitsfugen siehe Nr. A 2 Absatz (4).*

(6) *Wegen der vergleichsweise geringen Steifigkeit von EP soll EP-I bei Hohlräumen im Beton nur dann eingesetzt werden, wenn diese klein sind. Die stoffspezifischen Anwendungsbedingungen für Risse sind sinngemäß einzuhalten.*

### 6.3 Ausführung

(1) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 8 °C.

(3) Allseitig zugängliche Risse sind allseitig zu verdämmen. Der Riss ist mit Packern zu bestücken und zu injizieren. Bei Bauwerken mit kurzzeitigen oder täglichen Rissbreitenänderungen muss die Verdämmung mit einem hierfür in den Angaben zur Ausführung vorgesehenen Stoff erfolgen.

(4) Treten bei EP-I nennenswerte Unterbrechungen auf, die auf ein vom Auftragnehmer zu vertretendes Versagen der Verdämmung zurückzuführen sind, kann der Auftraggeber weitere Injektionsarbeiten bis zur Beseitigung der Ursachen untersagen. Die Folgekosten trägt der Auftragnehmer.

(5) *Soll auf eine Verdämmung verzichtet werden, ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(6) Bei größeren täglichen Rissbreitenänderungen (Überschreitung der für kurzzeitige Rissbreitenänderungen angegebenen Anforderungen nach Nr. 6.2) ist der Injektionszeitpunkt so zu wählen, dass eine Nachinjektion bei den größten Rissbreiten erfolgen kann (siehe Nr. A 2).

### 6.4 Prüfungen

(1) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung müssen gemäß Anhang E erfolgen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit und des Nachweises der Übereinstimmung sind anzugeben.

(2) *Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit bezüglich des Injektionsverfahrens*



muss an jedem Prüfkörper folgenden Anforderungen genügen:

- Die Anzahl der während der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten in der Verdämmung darf die Anzahl der zu füllenden Risse nicht überschreiten.
- Beim Überlastungsversuch darf nicht mehr als ein injizierter Riss aufreißen.

(3) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Kraftschlüssigkeit und der Vollständigkeit (Füllgrad) der Füllung.

## 7 Kraftschlüssiges Füllen mit zementgebundenen Rissfüllstoffen durch Injektion F-I(H)

### 7.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen mit zementgebundenen Rissfüllstoffen dürfen nur Füllgutgemische (Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS)) verwendet werden.

(2) Die Festigkeit der durch ZL-I und ZS-I hergestellten Verbindungen wird in der Regel durch die Festigkeit der Zementleime oder -suspensionen bestimmt (siehe Nr. A 1.3). Die Festigkeitseigenschaften der ZL oder ZS sind der jeweiligen Anwendung entsprechend zu fordern.

### 7.2 Anwendung

(1) Die ZL-I ist ausschließlich geeignet bei Trennrissen. ZS-I ist geeignet bei Trennrissen und oberflächennahen Rissen, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen für ZL oder ZS zum Füllen von Rissen und die folgenden Anforderungen sind während der Ausführung zu prüfen und einzuhalten:

- Die Mindest-Rissbreite auf der Bauteiloberfläche beträgt bei ZL-I 0,80 mm und bei ZS-I 0,25 mm.
- Bei der Anwendung von ZL-I müssen Bereiche des Rissverlaufs ab einer Rissbreite im Gefüge (an der Risswurzel) von 0,20 mm, bei einer Anwendung von ZS-I ab einer Rissbreite von 0,05 mm gemäß den Angaben zur Ausführung vollständig gefüllt sein.

(2) Für Risse, die in wesentlichen Bereichen des Rissverlaufes bei ZL-I eine Rissbreite unter 0,80 mm und bei ZS-I unter 0,25 mm haben, ist die Wirksamkeit durch einen Nachweis der Verwendbarkeit nicht nachgewiesen. Bei einer besonders sorgfältigen Vorbehandlung der Risse (mit Vornässung) und einer besonders sorgfältigen Injektion können auch Risse ab einer Rissbreite von 0,20 mm mit ZS-I

vollständig gefüllt werden.

(3) Nach vorangegangenen Füllungen mit Kunststoffen in Rissen und Hohlräumen ist ZL-I oder ZS-I nicht zulässig.

(4) Eine Wiederholung der Füllung nach vorangegangener zementgebundener Füllung mit ZL-I oder ZS-I ist möglich.

(5) Die ZL-I oder ZS-I kann bei kurzzeitigen Rissbreitenänderungen und während der Erhärtungsphase bei täglichen Rissbreitenänderungen nicht eingesetzt werden.

(6) Bei Anwendung von ZL-I und ZS-I zum Füllen von durchgängigen Hohlräumen gelten die Füllgrenzen für die Hohlraumabmessungen gemäß Absatz (1) sinngemäß.

### 7.3 Zementleim und Zementsuspension

(1) Die ZL und ZS müssen außer den in Nr. A 3.1 genannten die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- den Anwendungsbedingungen entsprechende Mahlfineinheit und Kornverteilung des Zements und aller verwendeten wasserunlöslichen Zusatzstoffe und Zusatzmittel,
- Unempfindlichkeit gegenüber dem Feuchtezustand der Rissflanke und des Betongefüges.

(2) Zur Herstellung von ZL und ZS müssen Rührwerke eingesetzt werden, die das zur Erzielung der geforderten Mischungstabilität notwendige Aufschließen aller Bestandteile gewährleisten.

(3) Die Injektionsfähigkeit des Zementleims bzw. der Zementsuspension während der Verarbeitbarkeitsdauer muss durch geeignete Maßnahmen (Umwälzen, Filtern, Begrenzen der Zementleim- bzw. der Feinstzementsuspensions-Temperatur) in entsprechenden Anlagen oder im Injektionsgerät, aufrecht erhalten werden.

### 7.4 Ausführung

(1) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 5 °C.

(3) Bei Injektionen von Hohlräumen kann eine vollflächige Verdämmung des Bauteils, z.B. durch Spritzmörtel bzw. -beton oder Spritzmörtel bzw. -beton mit Kunststoffzusatz gemäß Teil 3 Abschnitt 4 erforderlich sein.

(4) Die Injektion erfolgt über Klebe- oder Bohrpacker. Diese müssen so ausgebildet sein, dass eine Entmischung von ZL oder ZS während der Injektion nicht eintritt und dass deren Austreten nach Abschluss der Arbeiten verhindert wird.

(5) *Herkömmliche Packer mit Kugelrückschlagventil erfüllen die vorgenannten Bedingungen in der Regel nicht.*

(6) Bei der Anwendung der ZL-I und ZS-I sind trockene Risse gemäß den Angaben zur Ausführung vorzubehandeln. Bei der Ausführung einer Hohlrauminjektion muss Wasser aus einer unmittelbar vorher durchgeführten Vornässung der Risse entweichen sein.

## 7.5 Prüfungen

(1) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung müssen gemäß Anhang E erfolgen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit und der Übereinstimmung sind anzugeben.

(2) *Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit bezüglich des Injektionsverfahrens gemäß Anhang E muss 14 Tage nach der Injektion folgenden Anforderungen genügen:*

- *Die Anzahl der während der Durchführung der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten in der Verdämmung darf die Anzahl der zu füllenden Risse nicht überschreiten.*
- *Die zum Aufreißen eines injizierten Risses aufzubringende Kraft muss größer sein als die Injektionslast.*
- *Bei der Anwendung von ZL-I müssen Rissbereiche (Risswurzel) bis zu einer Rissbreite von mindestens 0,20 mm vollständig gefüllt sein, bei der Anwendung ZS-I Rissbreiten von mindestens 0,05 mm.*

(3) *Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Vollständigkeit (Füllgrad) und der Kraftschlüssigkeit der Füllung.*

## 8 Dehnbares Füllen mit polymeren Rissfüllstoffen durch Injektion D-I(P)

### 8.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion zum begrenzt dehnbaren Verbinden von Rissflanken und zum abdichtenden Füllen von Hohlräumen mit polymeren Rissfüllstoffen dürfen nur zweikomponentige PUR eingesetzt werden (PUR-I).

(2) *Zur vorübergehenden Verminderung einer unter Druck stehenden Wasserzufuhr gemäß Tabelle A 3.5.2 kann der Einsatz von einem schnellschäumenden PUR (SPUR) erforderlich werden.*

(3) *Das zum Injektionsverfahren gehörende SPUR ist kein dehnbarer Rissfüllstoff und hat auch keine dauerhaft abdichtende Wirkung.*

### 8.2 Anwendung

(1) Die PUR-I ist ausschließlich geeignet bei Trennrissen, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die Polyurethane spezifischen Anwendungsbedingungen zum Füllen von Rissen gemäß den Angaben zur Ausführung und die Anforderungen sind während der Ausführung gemäß Nr. 2.3.1 zu prüfen und einzuhalten.

(2) Die Dehnbarkeit des im Riss ausgehärteten PUR muss mindestens 10,0 % betragen. Dies gilt bei mittleren Bauwerkstemperaturen von ca. 15 °C.

(3) *Die Dehnfähigkeit von PUR ist begrenzt. Die Rissfüllstoff abhängigen Dehnfähigkeiten sind in den Angaben zur Ausführung enthalten. Sie sind bei niedrigeren Bauwerkstemperaturen deutlich geringer.*

(4) *Für Rissbreiten unter 0,30 mm sind die zugehörigen Dehnbarkeiten in dem Nachweis der Verwendbarkeit des Injektionsverfahrens nicht nachgewiesen.*

(5) *Aus kurzzeitigen oder langzeitigen Rissbreitenänderungen ergeben sich keine Anforderungen. Eine wiederholte Injektion der Risse ist mit PUR möglich.*

### 8.3 Polyurethan

(1) *Es ist projektspezifisch darauf zu achten, dass das PUR außer den in Nr. A 3.1 genannten die folgenden Eigenschaften aufweist:*

- *Bereits bei geringem Wasserzutritt zum noch nicht reagierten Harzgemisch soll eine Porenbildung mit einer Zellwandstruktur entstehen, welche die Dichtheitskriterien erfüllt.*
- *Keine Versprödung bei Wasserzutritt vor oder nach Ablauf der Reaktion.*
- *Ausreichende Haftfestigkeit an Rissflanken mit beliebigen Feuchtigkeitszuständen.*
- *Ausreichende Dehnbarkeit zwischen den Rissflanken.*
- *Keine aus dem ausgehärteten Harz entweichenden Bestandteile, z.B. Weichmacher.*

(2) *Es ist darauf zu achten, dass das SPUR zur vorübergehenden Verminderung der Wasserzufuhr bei unter Druck wasserführenden Rissen außer den in Nr. A 3.1 genannten Eigenschaften die folgenden aufweist:*

- *Sehr kurze Reaktionszeiten bei Wasserzutritt.*
- *Feinzellige Schaumbildung mit starker Volumenvergrößerung.*

### 8.4 Ausführung

(1) *Die PUR-I ist zur Erleichterung der optischen Füllkontrolle i. d. R. ohne Verdämmung über Bohrpacker auszuführen. Ein etwaiges Verdämmen ist*

in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen. Sie müssen gegen Flüssigkeiten dicht sein. Wegen der begrenzten Dehnbarkeit von PUR sind die Injektionsarbeiten unter Beachtung der Polyurethan abhängigen Temperaturgrenzen zum Zeitpunkt der größten Rissbreiten auszuführen (siehe Nr. A 1.4).

(3) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 5 °C. Eine niedrigere Anwendungstemperatur ist ggf. gemäß den Angaben zur Ausführung möglich.

(4) Das Injektionsgerät muss die in Nr. A 3.2 definierten Eigenschaften haben und für die einfache Verarbeitung der erforderlichen Harzmengen geeignet sein. Wird PUR-I einkomponentig ausgeführt, ist der Zutritt von Luftfeuchte zum fertiggemischtem PUR während der Verarbeitung wirksam zu verhindern.

(5) Wird bei unter Druck wasserführenden Rissen eine vorangehende Füllung mit SPUR gemäß Nr. 8.3 erforderlich, ist diese auf die zur Herabsetzung des Wasserzutritts erforderlichen Rissabschnitte zu begrenzen, um mit PUR optimale Füllgrade zu erreichen.

(6) Polyurethanschaum (SPUR) ist kein dauerhaft abdichtender, dehnbarer Rissfüllstoff. Als Hilfsstoff ist SPUR in Ausnahmefällen bei unter Druck wasserführenden Rissen zur vorangehenden Injektion erforderlich.

(7) Eine Vorinjektion mit SPUR ist nur auf begründete Ausnahmefälle zu begrenzen. Der Einsatz von SPUR ist nur im hinteren Drittel des Bauteilquerschnitts anzustreben. Die PUR-I hat unmittelbar anschließend über zusätzliche Bohrpacker zu erfolgen.

(8) Bei größeren erforderlichen Harzmengen können mit Zustimmung des Auftraggebers Geräte für die zweikomponentige Injektion eingesetzt werden, die dokumentieren, dass das Mischungsverhältnis der Einzelkomponenten bei verschiedenen Witterungsverhältnissen gewährleistet ist.

(9) Für eine erneute Injektion von undicht gewordenen Rissen und Hohlräumen sind neue Bohrpacker zu setzen.

## 8.5 Prüfungen

(1) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit und der projektspezifische Nachweis der Übereinstimmung müssen gemäß Anhang E erfolgen. Die Ergebnisse des Nachweises der Verwendbarkeit und des Nachweises der Übereinstimmung sind anzugeben.

(2) Es ist darauf zu achten, dass der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit bezüglich des Injektionsverfahrens projektspezifisch den folgenden Anforderungen genügt:

– PUR

Die Dichtheit der Balken 1 und 2 innerhalb der Dehnungsgrenzen gemäß Prüfmethode 1 für die gefüllten Rissbereiche,

– SPUR

Vorübergehendes Stoppen des Wasserzutritts.

(3) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Vollständigkeit (Füllgrad) und der Flüssigkeitsdichtheit der Füllung.

## 9 Vergießen (V)

### 9.1 Allgemeines

Rissfüllstoffe werden drucklos durch Gravitation oder kapillares Saugen an gesäuberten, vorbereiteten Rissen unter ständig gefülltem Füllstoffreservoir vergossen. Die erforderliche Fülltiefe wird vorab festgelegt und kontrolliert. Zum Vergießen von Rissen mit EP dürfen nur EP nach Nr. 6 eingesetzt werden. Zum Vergießen von Rissen mit ZL oder ZS dürfen nur die ZL oder ZS nach Nr. 7 eingesetzt werden.

### 9.2 Anwendung

(1) Es gelten die rissfüllstoffspezifischen Anwendungsbedingungen (Tabelle A 3.5.3):

- Das Vergießen darf nur von oben auf annähernd horizontalen Flächen erfolgen.
- Für das Vergießen müssen die Risse derart vorbereitet werden, dass ein kontinuierlicher Fluss des Rissfüllstoffes durch ein ständig gefülltes Füllstoffreservoir sichergestellt ist.

Die Mindestrissbreiten gemäß Tabelle A 3.5.3 sind zu beachten.

(2) Zum Vergießen in Abhängigkeit vom Feuchtezustand siehe Tabellen A 3.5.1 und A 3.5.2.

(3) Als vorbereitende Maßnahme z. B. für den nachfolgenden Auftrag von Oberflächenschutzsystemen kann eine Tränkung (T), d.h. ein Füllen von gesäuberten, oberflächennahen Rissen ohne Druck durch Aufbringen von Rissfüllstoffen im Überschuss (ohne Füllstoffreservoir, mit geringen Anforderungen an den Füllgrad) erfolgen. Die Risse sollten mindestens bis zu einer Tiefe von 5 mm bzw. bis zur 15-fachen Rissbreite (der kleinere Wert ist maßgebend) vergossen sein. Die Tränkung stellt kein eigenständiges Füllverfahren dar.

### 9.3 Ausführung

(1) Die erzielbare Fülltiefe bzw. der Füllgrad muss in einem Vorversuch am Bauteil mit anschließender Bohrkernentnahme bzw. optischer Kontrolle festgestellt werden.

(2) Die produktspezifische Mindestrissbreite ist zu beachten.

(3) Die Flächen müssen annähernd horizontal ausgerichtet sein.

(4) Die niedrigste Anwendungstemperatur für EP-V beträgt 8 °C und für ZL-V bzw. ZS-V 5 °C.

(5) Die Flanken von Rissen und Hohlräumen müssen so beschaffen sein, dass eine ausreichende Flankenhaftung sichergestellt werden kann.

(6) Risse sind vor dem Vergießen mit geeigneten Verfahren (z.B. Industriesaugern) zu säubern.

(7) *Das Säubern ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(8) Zur Erzielung der erforderlichen Fülltiefe muss innerhalb der von der Bauwerkstemperatur abhängigen Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes für eine ausreichende Zufuhr des Rissfüllstoffes zum Riss gesorgt werden. Auf die Möglichkeit einer Entlüftung des Risses ist zu achten.

(9) *Beim drucklosen Füllen durch Vergießen kann ein Füllstoffreservoir, z. B. durch Einschneiden einer Nut oder Anordnung temporärer Barrieren beidseitig der Rissflanken, erzeugt werden. Bei breiteren Rissen können auf der Bauteiloberfläche parallel zum Rissverlauf Maßnahmen zur Erzielung eines ständigen Rissfüllstoffvorrates getroffen werden (z.B. Risse entsprechend dem Rissverlauf*

*nachschnitten). Die Einzelheiten der Ausführung der EP-V, ZL-V und ZS-V und die Maßnahmen zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Bauteiloberfläche sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(10) Bei der Anwendung der ZL-V und ZS-V sind trockene Risse gemäß den Angaben zur Ausführung vorzubehandeln. Bei der Ausführung einer Hohlraumfüllung muss Wasser aus einer unmittelbar vorher durchgeführten Vornässung der Risse entwichen sein.

#### **9.4 Prüfungen**

(1) *Umfang und Häufigkeit der Fremdüberwachung der Ausführung sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) *Im Rahmen einer Kontrollprüfung kann die Fülltiefe zuverlässig nur durch zerstörende Prüfungen festgestellt werden und ist daher auf begründete Fälle zu beschränken.*

## Anhang A

### Hinweise und Erläuterungen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen

#### A 1 Bestandsaufnahme

##### A 1.1 Allgemeines

- (1) Risse sind zu erfassen und zu dokumentieren.
- (2) Unter Einbeziehung der wahrscheinlichen Rissursachen sind besonders die zum Zeitpunkt der Ausführung zu erwartenden Rissbreitenänderungen und zugehörigen Bauwerkstemperaturen abzuschätzen.

##### A 1.2 Umfang

- (1) Umfang der Untersuchungen und Art der Dokumentation richten sich nach Rissbild und Bedeutung der Risse für das Bauwerk.
- (2) Bei Rissbildungen geringeren Ausmaßes reicht in der Regel ein Prüfbericht nach DIN 1076 aus.
- (3) Bei Rissbildungen größeren Ausmaßes oder bei Rissen mit erheblicher Bedeutung für Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerks oder Bauteils, z.B. bei Überbauten von Spannbetonbrücken, muss die Bestandsaufnahme alle relevanten Merkmale von Tabelle A 3.5.4 umfassen. Darüber hinaus kann die Erfassung von weiteren Einzelheiten, z.B. besonderen, lagebedingten Witterungseinflüssen, Angaben zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsentwicklung, erforderlich sein.
- (4) Hohlräume im Beton können gemäß Teil 3 Abschnitt 4 erfasst und dokumentiert werden. Zur Beschränkung von Kernbohrungen auf ein Mindestmaß an Kerndurchmesser wird auf die Möglichkeit von endoskopischen Untersuchungen in Bohrlöchern kleineren Durchmessers hingewiesen. Art und Umfang der Untersuchungen sollten sich nach den Anwendungszielen der Füllung gemäß Nr. A 2 richten.

##### A 1.3 Rissursachen

- (1) Eine sachgerechte Entscheidung über Instandsetzungsmaßnahmen setzt die Kenntnis der Schadensursachen voraus. Für das Füllen von Rissen ist in Abhängigkeit vom Verfahren im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit der Maßnahme Folgendes zu beachten:
  - EP-V (Instandsetzungsverfahren F-V (P)), ZL-V, ZS-V (Instandsetzungsverfahren F-V (H))

Diese Verfahren gewährleisten im Allgemeinen kein vollständiges Füllen der Risse, so dass bereits wesentlich geringere Beanspruchungen als diejenigen, die zur Rissbildung geführt haben zum erneuten Aufreißen des Querschnitts führen.

- EP-I (Instandsetzungsverfahren F-I(P))

Auch einwandfrei injizierte Tragwerksabschnitte können nur Beanspruchungen bis in die Größenordnung der ursprünglich rissverursachenden Beanspruchungen ertragen. Beim Füllen von gerissenen Arbeitsfugen muss stets von einer geringeren Zugfestigkeit des instandgesetzten gegenüber dem ungestörten Querschnittsbereich ausgegangen werden. Die Auswirkungen von noch zu erwartenden Beanspruchungen müssen in Kenntnis dieser Eigenschaften beurteilt werden.

- PUR-I (Instandsetzungsverfahren D-I(P))

Die begrenzte Dehnbarkeit der mit PUR gefüllten Risse ist abhängig von der Rissbreite und Bauteiltemperatur. Die in Nr. 8.2 enthaltenen Angaben sind Mindestanforderungen; die aktuellen Dehnbarkeiten sind den Angaben zur Ausführung zu entnehmen. Noch zu erwartende Rissbreitenänderungen müssen dementsprechend sorgfältig abgeschätzt werden.

- ZL-I, ZS-I (Instandsetzungsverfahren F-I(H))

Während die Zugfestigkeit von Verbindungen, die mit EP-I hergestellt werden, vorwiegend durch die Qualität des Bauwerksbetons bestimmt wird, hängt diese bei Injektion mit Zementleim und Zementsuspension in der Regel maßgebend von den Eigenschaften des Rissfüllstoffes ab; diese sind für den jeweiligen Anwendungsfall den Angaben zur Ausführung der einzelnen Verfahren zu entnehmen.

- (2) Falls vorangegangene Maßnahmen nicht zum Erfolg geführt haben, ist zu prüfen, auf welche Ursachen dies zurückzuführen ist.

- (3) Konnten die Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen nicht eingehalten werden, sind gleichartige neue Maßnahmen nur in besonderen Fällen angebracht. So kann eine Wiederholung von PUR-I zur Erreichung besserer Füllgrade begründet sein; durch eine erneute Injektion mit ZS können schließlich auch bei nochmaligem Aufreißen der gefüllten Risse so geringe Rissbreiten erzielt werden, dass sie den Anforderungen an den Korrosionsschutz der Bewehrung und auch an überwiegende Dichtheit des Bauteils (Selbstheilung der Risse mit geringer Breite) genügen.

- (4) Als wiederkehrende Rissursachen sind solche Einwirkungen auf das Bauteil zu betrachten, die zur erneuten Überschreitung der Zugfestigkeit des Betons in der Umgebung kraftschlüssig injizierter Risse führen.

### **A 1.4 Messung von Rissbreiten und Rissbreitenänderungen**

(1) Rissbreiten sollten mit einer Genauigkeit von 0,10 mm angegeben werden. Hierzu genügt es in der Regel, einen optischen Vergleich der Rissbreite mit der Breite einer kalibrierten Linie, z.B. eines Linienbreitenmaßstabs, durchzuführen. Die Benutzung einer Risslupe setzt bei Betonbauteilen Erfahrung voraus.

(2) Die zu Rissbreitenänderungen gehörenden Wegänderungen lassen sich u.a. mit folgenden Methoden erfassen:

– Risslupe

Auf der gut vorbereiteten Betonoberfläche dünn aufgestrichene Gipsmarken bilden nach dem Reißen sehr glatte Risse, deren Breite mit der Risslupe gut ablesbar ist. Durch mehrfache Ablesungen mit einer Genauigkeit von 0,01 mm lassen sich langsame Rissbreitenänderungen u. U. auch langfristig verfolgen.

– Labormethoden

Diese auf mechanischem oder elektrischem Prinzip beruhenden Methoden können nur von entsprechend geschultem und erfahrener Personal angewandt werden. Hierbei können auch sehr kurzzeitig eintretende Änderungen mit einer Genauigkeit von 0,001 mm registriert werden.

(3) Bei Überbauten von Massivbrücken entstehen tägliche Rissbreitenänderungen, u.a. in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung. Größte Änderungen sind bei Sonnenschein in den Sommermonaten zu erwarten, nicht jedoch bei starker Bewölkung und hohen Lufttemperaturen. Bei statisch unbestimmten Systemen tritt das tägliche Minimum der Rissbreite von 7 bis 9 Uhr und das Maximum von 19 bis 21 Uhr auf. Beim Maximum der Rissbreite verursacht auch der Verkehr die Extremwerte der kurzzeitigen Rissbreitenänderungen.

(4) Risse in Bauwerken mit behinderter Verformung, z.B. Tunnelbauwerke haben ihre maximale Rissbreite in der kalten Jahreszeit bei niedrigen Temperaturen.

### **A 1.5 Bohrkernentnahmen**

An Bohrkernen lassen sich Rissart, Zustand der Risse und der Rissflanken sowie vorangegangene Maßnahmen feststellen. Ihre Entnahme stellt stets eine Störung dar und sollte daher auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Eine Bohrkernentnahme kann häufig durch Betrachtung aller einwirkenden Einflüsse ersetzt werden.

### **A 1.6 Schadensbeurteilung**

(1) Der Einfluss von Rissen in Betonbauteilen auf Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit ist auf der Grundlage von Beobachtungen, Prüfungen, statischen Berechnungen und Erfahrungen zu beurteilen. Aufgrund dieser Beurteilung, zusammen mit den aus den Bauwerksakten und dem Bauwerksbuch hervorgehenden Angaben und Daten, ist über die Ursache der Rissbildungen, die Notwendigkeit, die Ziele und die Art des Füllens von Rissen gemäß Tabelle A 3.5.1 und ggf. über das Risiko des Entstehens neuer Risse eine Aussage zu treffen. Für die Ausführung der Arbeiten sind ggf. besondere Hinweise zu geben.

(2) Eine Bewertung der Risse kann nach der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF) durchgeführt werden.

(3) Für die Beurteilung von Hohlräumen im Beton und deren Bedeutung für das Bauwerk gelten auch die Hinweise in Abschnitt 4.

(4) Bei der Erfassung von Rissmerkmalen ist mit besonderer Sorgfalt zu verfahren, um eine qualifizierte Beurteilung der Notwendigkeit und der Art des Füllens vornehmen zu können.

(5) Die wichtigsten Rissmerkmale (Rissbreite und Rissbreitenänderungen) sind bei Bauwerken im Freien witterungsbedingten Änderungen unterworfen. Die Erfassung dieser Merkmale muss daher mindestens mit der Angabe folgender weiterer Daten verbunden sein:

– Datum, Uhrzeit,

– Witterungsbedingungen, d.h. Lufttemperatur, Bewölkung, Regen, auch an den Vortagen,

– Bauteiltemperatur im maßgebenden, d.h. die Rissmerkmale beeinflussenden Bereich (Die Temperatur ist vor Beginn der Injektionsarbeiten nicht nur auf der Bauteiloberfläche, sondern auch im Bauteilinneren etwa 4 cm unter der Bauteiloberfläche zu messen.).

(6) Bei der Beobachtung von Tagesrissbreitenänderungen müssen die entsprechenden Angaben mehrmals täglich erfasst werden. Bei verkehrsbedingten Rissbreitenänderungen kann eine Charakterisierung des Verkehrs zur besseren Bewertung der Ergebnisse erforderlich sein. Die Messräume sollten so gewählt werden, dass aus den Ergebnissen ausreichende Rückschlüsse auf die kurzzeitigen und täglichen Rissbreitenänderungen zum Zeitpunkt der vorgesehenen Füllung möglich sind.

## **A 2 Anwendung**

(1) Das Füllen von Rissen ist vorzusehen, wenn eines oder mehrere der folgenden Ziele erreicht werden müssen:

- Hemmen oder Verhindern des Zutritts von korrosionsfördernden Stoffen in Betonbauteile durch Risse (Schließen).
- Beseitigen von rissebedingten Undichtheiten des Betonbauteils (Abdichten).
- Herstellen einer zug- und druckfesten Verbindung beider Rissflanken (kraftschlüssige Verbindung).
- Herstellen einer begrenzt dehnbaren Verbindung beider Rissflanken (begrenzt dehnbare Verbindung).

(2) Kraftschlüssiges und dehnbares Verbinden der Rissflanken beinhaltet das Schließen und Abdichten der Risse.

(3) Das Herstellen einer kraftschlüssigen Verbindung und einer begrenzt dehnbaren Verbindung schließen sich im allgemeinen gegenseitig aus. Festigkeit und Dehnbarkeit der Verbindungen sind Rissfüllstoff abhängig.

(4) Das Erreichen eines oder mehrerer Ziele kann durch Beton- oder Rissfüllstoff schädigende oder die Haftfestigkeit mindernde Einlagerungen im Riss, einschließlich selten zu erwartender Aussinterungen an den Rissflanken, teilweise oder vollständig verhindert werden.

(5) Für vergleichbare Anwendungsziele (Füllziele) kann das Füllen im Bereich von Hohlräumen vorgeesehen werden.

(6) Die Anwendungsbereiche der einzelnen Rissfüllstoffe und Füllarten richten sich nach dem Feuchtezustand der Risse und den Rissbreiten auf der Bauteiloberfläche. Für die zur Kennzeichnung des Feuchtezustandes verwendeten Begriffe gelten die Merkmale nach Tabelle A 3.5.1.

(7) Die in Tabelle A 3.5.2 definierten Anwendungsbereiche gelten sinngemäß für Injektionen von Hohlräumen im Beton.

(8) Die projektspezifischen füllstoffbezogenen Verwendungsbedingungen gemäß Anhang F sind unter Berücksichtigung entsprechende Expositionsklassen zu beachten.

## **A 3 Füllen von Rissen**

### **A 3.1 Rissfüllstoff**

Hinsichtlich des Rissfüllstoffs ist auf Folgendes zu achten:

- füllartangepasste Viskosität,
- gute Verarbeitbarkeit innerhalb füllartabhängig definierter Grenzen,

- ausreichende Mischungsstabilität,
- geringer reaktionsbedingter Volumen schwind,
- ausreichende Haftfestigkeit am Betongefüge (Rissflanke),
- ausreichende Eigenfestigkeit ,
- hohe Alterungsbeständigkeit,
- nicht korrosionsfördernd,
- Verträglichkeit mit allen Stoffen, mit denen es in Berührung kommt.

### **A 3.2 Injektionsgerät**

(1) Injektionsgeräte für einkomponentige und für zweikomponentige Injektionen sollen folgende Eigenschaften haben:

- einfache Bedienung, einfache Überprüfbarkeit der Funktionsfähigkeit,
- geringe Störanfälligkeit,
- regelbarer bzw. begrenzbarer Druck im von der Füllart abhängigen Arbeitsbereich des Injektionsgerätes,
- einfache Reinigung und Wartung.

(2) Injektionsgeräte für zweikomponentige Injektionen müssen zusätzlich folgende Eigenschaften haben:

- hohe Dosiergenauigkeit bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen,
- geringe Anfälligkeit gegen fehlerhafte Bedienung (Verstellung des Dosierverhältnisses, Zuschaltung von Reinigungsmitteln usw.).

### **A 3.3 Injektionsschlauch**

Der Injektionsschlauch soll folgende Eigenschaften haben:

- ausreichender Querschnitt und Durchlässigkeit des Injektionskanals und der Austrittsöffnungen nach dem Betonieren,
- Verhinderung des Eindringens von Zementleim beim Betoniervorgang oder von zurückdrückendem Rissfüllstoffes nach der Injektion,
- Austritt des Rissfüllstoffes aus dem Schlauch im einbetonierten Zustand bereits bei geringem Druck,
- Sicherstellung der Nachinjizierbarkeit innerhalb der Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes,
- Robustheit der Schläuche und des Befestigungssystems beim Einbau des Schlauches sowie beim Einbau des Konstruktionsbetons,
- Aufschwimmsicherheit beim Betonieren.

## A 4 Füllen von Hohlräumen

Für das Füllen von Hohlräumen ist in Abhängigkeit vom Verfahren im Hinblick auf die erreichbaren Anwendungsziele Folgendes zu beachten:

– EP-I (Instandsetzungsverfahren F-I(P))

Diese Methode ist nur geeignet zum Füllen von trockenen Hohlräumen mit kleinem Volumen in der Größenordnung von weniger als 100 cm<sup>3</sup>. Die im Gefüge hergestellte Verbindung wird zwar kraftschlüssig, die Maßnahme dient jedoch wegen des geringen E-Moduls von EP nicht der Verfestigung. In diesem Sinne können mit EP-I auch nur lokale Verbundstörungen behoben werden.

– PUR-I (Instandsetzungsverfahren D-I(P))

Falls die Standsicherheit durch die Hohlräume im Beton nicht beeinträchtigt ist, können diese in der Regel durch Rasterinjektion abdichtend mit PUR gefüllt werden.

– ZL-I, ZS-I (Instandsetzungsverfahren F-I(H))

Hohlräume und haufwerkporiges Betongefüge können mit ZL und ZS bei beliebigen Feuchtezuständen verfestigend gefüllt werden. Die Wahl des Rissfüllstoffes richtet sich nach der Struktur der Hohlräume im Betongefüge unter Beachtung des unterschiedlichen Eindringvermögens von ZL und ZS. Für die obere Grenze der zu füllenden Hohlräume sind unter Berücksichtigung der Druckfestigkeit des Rissfüllstoffes die Belange der Standsicherheit maßgebend.



## ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen - Anhang A

**Tabelle A 3.5.1:** Feuchtezustand von Rissen, Rissufern und Rissflanken

Begriff	Merkmal
trocken <sup>1)</sup> DY	– Wasserzutritt nicht möglich, – Beeinflussung des Rissbereiches durch Wasser nicht feststellbar, – Wasserzutritt möglich, jedoch seit ausreichend langer Zeit ausschließbar, – Rissufer/-flanken optisch feststellbar trocken. <sup>2)</sup>
feucht DP	– Farbtonveränderung im Rissbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt, – Anzeichen von Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z. B. Aussinterungen, Kalkfahnen), – Rissufer/-flanken optisch feststellbar feucht oder mattfeucht. <sup>2)</sup>
nass WT	– Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar, – Wasser perlt aus dem Riss.
unter Druck wasserführend WF	– Zusammenhängender Wasserfilm tritt aus dem Riss aus.

<sup>1)</sup> Beton mit umgebungsbedingter Ausgleichsfeuchte

<sup>2)</sup> Beurteilung der Rissflanken an Trockenbohrkernen

**Tabelle A 3.5.2:** Anwendungsbereiche der Rissfüllstoffe Füllarten und Verfahren

Füllziel	Anwendungsbereich	Einwirkung auf den Füllbereich			
		trocken <sup>a</sup> DY	feucht DP	nass WT	fließendes Wasser <sup>b</sup> WF
Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen / Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) <sup>c</sup> F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)
	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen <sup>d</sup> / Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität <sup>d</sup>	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	-- --	-- --
Abdichten	Schutz gegen das Eindringen von Stoffen / Regulierung des Wasserhaushalts des Betons	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) <sup>c</sup> F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- -- D-I (P)
kraftschlüssiges Verbinden	Verstärkung des Betontragwerks	F-I (P) F-I (H) <sup>e</sup>	F-I (P) <sup>c</sup> F-I (H) <sup>e</sup>	-- F-I (H) <sup>e</sup>	-- F-I (H) <sup>e</sup>
begrenzt dehnbares Verbinden	Beachtung konstruktiver Randbedingungen bei zwangbeanspruchten Bauwerken (Beibehaltung Steifigkeitsverhältnisse im Zustand II)	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)

<sup>a</sup> Flanken von Rissen und inneren Oberflächen von Hohlräumen müssen ggf. gemäß Angaben zur Ausführung vorgenässt werden

<sup>b</sup> Zusammen mit Maßnahmen zur Druckminderung (z. B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung) und rückseitigem Abdichten (SPUR)

<sup>c</sup> F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit

<sup>d</sup> Füllgrad muss durch Bohrkernentnahme nachgewiesen werden.

<sup>e</sup> gilt auch für Hohlräume

F: Rissfüllstoff für kraftschlüssiges Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Epoxidharz (EP), mit hydraulischem Bindemittel (H) hergestellt, z. B. Zementleim (ZL) und Zementsuspension (ZS)

D: Rissfüllstoff für begrenzt dehnbares Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt, z. B. Polyurethan (PUR), evtl. mit schnell-schäumendem Polyurethan (SPUR)

I: Injektion

V: Vergießen

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang A**

**Tabelle A 3.5.3:** Hinweise zu Verwendungsbedingungen für Rissfüllstoffe

Kriterien		Verwendungsbedingungen			
		Kraftschlüssig (F)		Dehnbar (D)	
Verbinden von Rissflanken		F-I (P) / F-V (P)	F-I (H) <sup>a</sup> / F-V (H) <sup>a</sup>	D-I (P)	
Füllstoff-Füllart		F-I (P) / F-V (P)	F-I (H) <sup>a</sup> / F-V (H) <sup>a</sup>	D-I (P)	
Rissart		Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss	
Hohlraum		-	ja	ja	
Rissursache		bekannt, nicht wiederkehrend		bekannt, wiederkehrend	
vorangegangene Maßnahmen		nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	zulässig bei vorangegangener Füllung mit P oder H	
XSTAT statisch mitwirkend		ja	ja	nein	
XBW2 flächige Durchströmung		nein	ja	ja	
XDYN		vgl. XCR $\Delta w$ HFR u. $\Delta w$ LFR	nicht zulässig	zulässig	
XCR	Feuchtezustand	DY / DP <sup>b</sup>	DY <sup>c</sup> / DP / WT	DY / DP / WT / WF	
Niedrigste Bauteiltemperatur <sup>d</sup>		8 °C	5 °C	5 °C	
Bei Bauteilen mit Bewehrung oder sonstigen eingebetteten Metallen		ja	ja	ja	
Injizierbarkeitsklasse nach DIN EN 1504-5		1 / 2 / 3 / 5 / 8	3 / 5 / 8	1 / 2 / 3 / 5 / 8	
XCR	Rissbreite bei Injektion beim Vergießen gemäß DIN EN 1504-5	w [mm]	$\geq 0,1 / \geq 0,2 / \geq 0,3$ $\geq 0,5 / \geq 0,8$	$\geq 0,3 / \geq 0,5 / \geq 0,8$	
			$\geq 0,2$	$\geq 0,5 / \geq 0,8$	--
	Rissbreitenänderung während der Erhärtungsphase	$\Delta w$ HFR	$\Delta w \leq 0,10 \cdot w \leq 0,03$ [mm], der kleinere von beiden Werten ist maßgebend	nicht zulässig	zulässig
		$\Delta w$ LFR	abhängig von der Festigkeitsentwicklung	nicht zulässig	zulässig
	während der Nutzungsphase	$\Delta w$ LFR $\Delta w$ CON $\Delta w$ HFR	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit <sup>c</sup>	Mindestanforderung: $w \geq 0,3$ mm: $\Delta w \leq 0,1 \cdot w$ (s. Teil 2, Anhang B, Angaben zur Ausführung)
Erneute Rissbildung während der Nutzungsphase für das Füllziel „Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)“		$w_{neu}$	Die Auswahl des Rissfüllstoffes ist in Abhängigkeit von der Rissbreite, den zu erwartenden Rissbreitenänderungen infolge Einwirkungen (insbesondere Temperatur und veränderliche Lasten) zu treffen. Es ist zu beachten, dass beim kraftschlüssigen Verbinden bei wiederkehrender Rissursache Neurrissbildungen an anderer Stelle des Bauteils oder am gefüllten Riss möglich sind. Bei dehnbaren Rissfüllstoffen kann die aufnehmbare Dehnbarkeit überschritten werden. Das Füllziel „Schließen“ kann dennoch erfüllt werden, sofern die zulässigen Rissbreiten zur Sicherstellung des Korrosionsschutzes eingehalten werden. Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt werden kann. Der Sachkundige Planer muss die Unbedenklichkeit von Rissen stets objektspezifisch bewerten. Dies gilt auch für die Beurteilung von nach einer Instandsetzung gegebenenfalls erneut auftretenden Rissen.		

<sup>a</sup> Die Leistungsfähigkeit der kraftschlüssigen Verbindung mit hydraulischem Bindemittel ist nur bedingt, siehe Leistungsbeschreibung des Herstellers

<sup>b</sup> F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit

<sup>c</sup> Flanken von Rissen und inneren Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgeätzt werden

<sup>d</sup> bei explizitem Nachweis ist die Verwendung auch bei niedrigen Bauteiltemperaturen möglich

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang A**

**Tabelle A 3.5.4:** Erfassung von Rissmerkmalen

	Merkmals- kategorie	Merkmals- beschreibung	Erfassungs- bzw. Untersuchungsmethode	Dokumentation
1	Rissart		Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme <sup>1)</sup>	Unterscheidung nach oberflächennahen Trenn- und Biegerissen
2	Rissverlauf		Inaugenscheinnahme	Zeichnerische Darstellung, ggf. pauschale Angaben (z.B. Biegerisse in Abständen von ..... , Netzzrisse mit Maschenweite von ..... )
3	Rissbreite $w^4$		Linienstärkenmaßstab, Risslupe (Genauigkeit 0,05 mm)	Angaben mit Datum, ggf. Messort bei Riss- breiten-änderungen nach Zeilen 4.1 und 4.2 auch mit Uhrzeit und Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur <sup>3)</sup>
4.1	Riss- breiten- änderung $\Delta w$	kurzzeitig (HFR)	Wegänderungen, z.B. mit Wegaufnehmer (mit Daten- erfassungssystem) zur lang- zeitigen Rissbreitenmes- sung.	Höchständerung mit Datum, Uhrzeit und Witterungsbedingungen
4.2		täglich (LFR)	Wegänderungen, z.B. mit Messuhr, Setzdehnungs- messer, Wegaufnehmer, Sensoren (Logger) zur lang- zeitigen Rissbreitenmes- sung.	Änderungen zwischen Morgen- und Abend- messwert mit einem Zeitabstand von ca. 12 h, mit Datum, Witterungsbedingungen und Bau- teiltemperatur
4.3		langzeitig (z.B. CON)	Setzen von (ggf. kalibrierten) Marken, Setzdehnungsmes- sung, Sensoren (Logger) zur langzeitigen Rissbreiten- messung.	Änderungen in großen Zeitabständen (u.U. mehrere Monate) mit Angabe des Datums und der Witterungsbedingungen, ggf. Bauteil- temperatur <sup>3)</sup>
5	Hohlraumeigen- schaften		Bohrkernentnahme, Endo- skopie	Lage und Ausmaße des hohlraumreichen Gefüges, Durchgängigkeit
6	Zustand der Risse		Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme <sup>1) 2)</sup>	Angaben gemäß Definition in Tabelle A 3.5.1, Verschmutzung, Aussinterung
7	Vorangegangene Maßnahmen		Bauwerks-, Instandhaltungs- buch	Angaben über frühere Maßnahmen, z.B. Fül- len der Risse
8	Beurteilung der Ris- sursache bzw. Hohl- raumursache		Inaugenscheinnahme, Er- kundungen einschl. Herstel- lungsbedingungen, Verwer- tung der Ergebnisse von Zeile 1 bis 4, ggf. Berech- nungen	Unterscheidung gemäß Definition, ggf. Ab- schätzung der Wahrscheinlichkeit wiederkeh- render Rissursachen

<sup>1)</sup> Bohrkernentnahme nur in Ausnahmefällen und mit geringem Durchmesser (50 mm)

<sup>2)</sup> Ermittlung des Feuchtegehaltes durch Inaugenscheinnahme oder mit Labormethoden

<sup>3)</sup> Angabe der Bauteiltemperatur ist notwendig, sofern die Witterungsbedingungen keine Rückschlüsse zulassen (z.B. Straßentunnel o. ä.)

<sup>4)</sup> gemessen auf der Bauteiloberfläche

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang B**

**Formblatt B.3.5.1**

<b>Sammelblatt Abschlussbericht</b>	Seite								
Baumaßnahme	Bauwerksnummer (ASB)								
Bauabschnitt	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>								
Auftraggeber	Bauwerksname								
Auftragnehmer	oben								
	unten								
Füllart <input type="checkbox"/> EP-I <input type="checkbox"/> PUR-I <input type="checkbox"/> ZL-I <input type="checkbox"/> ZS-I <input type="checkbox"/> EP-V <input type="checkbox"/> ZL-V <input type="checkbox"/> ZS-V									
Bauteil(e)									
Beginn ..... Ende ..... der Arbeiten									
Umfang der Maßnahme    Rissfüllstoffverbrauch ca. .... kg; Risslänge ca. .... m									
Anlagen	Anlagen-Nr.    Umfang (Seitenzahl)								
Angaben zur Ausführung <input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> gemäß Vereinbarung	_____								
<input type="checkbox"/> Allgemeine Angaben (Formblatt)	_____								
<input type="checkbox"/> Tagesprotokolle (Formblatt)	_____								
<input type="checkbox"/> Rissprotokoll (Formblatt)	_____								
<input type="checkbox"/> Berichte über weitere Prüfungen	_____								
<input type="checkbox"/> Darstellung der gefüllten Risse	_____								
<input type="checkbox"/> Übersicht über die Witterungsverhältnisse	_____								
<input type="checkbox"/> Angaben zum Verkehr	_____								
<input type="checkbox"/> Berichte über besondere Vorkommnisse	_____								
<input type="checkbox"/> Fremdüberwachungsberichte	_____								
<input type="checkbox"/> Entsorgungsnachweise	_____								
<input type="checkbox"/>	_____								
<input type="checkbox"/>	_____								
Datum.....	Unterschrift..... <small>(Auftragnehmer)</small>								
Zusätzliche Anlagen	_____								
<input type="checkbox"/> Kontrollprüfungen	_____								
<input type="checkbox"/> Anhang C (Anlage zum Bauwerksbuch)	_____								
<input type="checkbox"/> Leistungserklärung	_____								
<input type="checkbox"/>	_____								
Auf Vollständigkeit geprüft..... <div style="text-align: center;"><small>(Auftraggeber)</small></div>									

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen - Anhang B**

**Formblatt B 3.5.2**

<b>Allgemeine Angaben</b>	Seite										
Baumaßnahme	Bauwerksnummer (ASB)										
Bauabschnitt	<table border="1" style="width:100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td><td style="width:12.5%;"></td> </tr> </table>										
Auftraggeber	Bauwerksname										
Auftragnehmer	oben										
	unten										
Füllart <input type="checkbox"/> EP-I <input type="checkbox"/> PUR-I <input type="checkbox"/> ZL-I <input type="checkbox"/> ZS-I <input type="checkbox"/> EP-V <input type="checkbox"/> ZL-V <input type="checkbox"/> ZS-V											
Ausführendes Unternehmen Bauleiter ..... sachkundige Fachkraft z.B. Kolonnenführer ..... Einweisung des Personals am ..... durch ..... Angaben zur Ausführung <input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> nach Vereinbarung											
Unterlagen <input type="checkbox"/> Auszug Bauwerksprüfung <input type="checkbox"/> Angaben zu <input type="checkbox"/> Rissart <input type="checkbox"/> Beschreibung der Rissverläufe <input type="checkbox"/> Rissbreiten <input type="checkbox"/> Rissbreitenänderung    ( <input type="checkbox"/> kurzzeitig <input type="checkbox"/> vorangegangene Maßnahmen <input type="checkbox"/> Darstellung der Rissverläufe <input type="checkbox"/> Zustand der Risse <input type="checkbox"/> täglich <input type="checkbox"/> langfristig <input type="checkbox"/> zugänglich											
Besonders vereinbarte Ausführungsbedingungen (Nr. 2.3.1)											
Eigenüberwachung Durchführung durch ..... Messort(e) ..... Geräte <input type="checkbox"/> Thermometer <input type="checkbox"/> Ausrüstung gemäß Angaben zur Ausführung vollständig <input type="checkbox"/> Hygrothermograph <input type="checkbox"/> Lagerung der Stoffe gemäß Angaben zur Ausführung											
Fremdüberwachung Überwachende Stelle ..... Vertrag von ..... Baustelle der fremdüberwachenden Stelle gemeldet am ..... Baustellenbesuch in der Leistungsbeschreibung vorgesehen <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Bestätigung liegt vor <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein											
Rissfüllstoff Bezeichnung ..... Lieferwerk / Abfüller .....											
Injektionsgerät <input type="checkbox"/> einkomponentig <input type="checkbox"/> zweikomponentig Packer <input type="checkbox"/> geklebt <input type="checkbox"/> gebohrt <input type="checkbox"/> Ventil Injektion <input type="checkbox"/> einseitig <input type="checkbox"/> beidseitig											
Verdämmung <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> einseitig <input type="checkbox"/> beidseitig <input type="checkbox"/> verbleibend <input type="checkbox"/> teilweise zu entfernen <input type="checkbox"/> vollständig zu entfernen <input type="checkbox"/> Instandsetzung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>											
Stoff ..... Reperaturstoff für Verdämmung ..... Datum .....    Unterschrift .....    gesehen ..... <span style="float:right; font-size: small;">(Auftraggeber)</span>											

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen - Anhang B**

**Formblatt B 3.5.3**

<b>Tagesprotokoll</b>		Seite							
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)							
Bauabschnitt									
Auftraggeber		Bauwerksname							
Auftragnehmer		oben							
		unten							
Füllart		<input type="checkbox"/> EP-I	<input type="checkbox"/> PUR-I	<input type="checkbox"/> ZL-I	<input type="checkbox"/> ZS-I	<input type="checkbox"/> EP-V	<input type="checkbox"/> ZL-V	<input type="checkbox"/> ZS-V	
Ifd. Nr. ....		zugehörige Rissprotokolle .....							
Ausgeführte Tätigkeiten		<input type="checkbox"/> Vorbereitung		<input type="checkbox"/> Füllen		<input type="checkbox"/> Nacharbeiten			
Umfang der Maßnahme		Rissfüllstoff ca. .... kg							
Meteorologische Daten		..... Uhr		..... Uhr		..... Uhr			
klar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht bewölkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
stark bewölkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lufttemperatur °c	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Luftfeuchte %	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Nr. der zugehörigen Messstreifen	.....								
Angaben zum Verkehr		.....							
Prüfungen / Erfassungen im Rahmen der Eigenüberwachung der Ausführung									
<input type="checkbox"/> Funktionsprüfung der Injektionsgeräte nach den Angaben zur Ausführung		.....							
<input type="checkbox"/> Aushärtungsprüfungen, Anzahl		.....							
<input type="checkbox"/> Rückstellproben, Anzahl		.....							
<input type="checkbox"/> sonstige Prüfungen, Bezeichnungen		.....		Anzahl		.....			
<input type="checkbox"/> Rissmerkmale		<input type="checkbox"/> Rissbreitenänderung		<input type="checkbox"/> Zustand der Risse					
<input type="checkbox"/> Kontrollen der Stofflieferung (Vergleich mit Bestellung)									
Rissfüllstoff	<input type="checkbox"/> Lieferschein	Nr. ....		<input type="checkbox"/> Gebindekennzeichnung	<input type="checkbox"/> Menge				
	<input type="checkbox"/> Chargen-Nr(n).	.....		<input type="checkbox"/> Leistungserklärung.....					
Verdämmung	<input type="checkbox"/> Lieferschein	Nr. ....		<input type="checkbox"/> Kennzeichnung	<input type="checkbox"/> Menge				
Reparaturstoff	<input type="checkbox"/> Lieferschein	Nr. ....		<input type="checkbox"/> Kennzeichnung	<input type="checkbox"/> Menge				
<input type="checkbox"/> Lagerung									
Erläuterung / Abweichung von Vorgaben / besondere Vorkommnisse									
Anwendungsbedingungen erfüllt		<input type="checkbox"/> ja		<input type="checkbox"/> nein					
Datum .....	Unterschrift .....		gesehen .....		(Auftraggeber)				

Formblatt B 3.5.4

Riss-Protokoll-Nr.															Seite			
Bauwerksnummer							Baumaßnahme											
Bauabschnitt							Bauteil											
Auftragnehmer							Auftraggeber											
Füllart <input type="checkbox"/> EP-I <input type="checkbox"/> PUR-I <input type="checkbox"/> ZL-I <input type="checkbox"/> ZS-I <input type="checkbox"/> EP-V <input type="checkbox"/> ZL-V <input type="checkbox"/> ZS-V															Nr. des Tagesprotokolls .....			
Bauteile .....																		
Riss-Nr.	Rissbreite [mm]	Bauteiltemperatur [°c]	Prüfung der Vorbereitung <sup>1) 2)</sup>	Beginn Uhr	Ende Uhr	Nr. des Packers										Verbrauch [kg]	Bemerkungen <sup>3)</sup>	
						Injektion <sup>2)</sup>												
						Nachinjektion <sup>2)</sup>												
----- Datum							----- Auftragnehmer							----- Gesehen (Auftraggeber)				

<sup>1)</sup> Untergrund, Verdämmung, Packer    <sup>2)</sup> Bestätigung der Ausführung durch Ankreuzen    <sup>3)</sup> Besondere Vorkommnisse und Prüfungen (Aushändigung = A, Rückstellprobe = R)

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang C**

**Formblatt C 3.5.1 (Anlage zum Bauwerksbuch)**

<b>Ausgeführte Füllungen von Rissen in Betonbauteilen</b>		Seite											
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)											
Bauabschnitt		<table border="1" style="width:100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>											
Auftraggeber		Bauwerksname											
Auftragnehmer		oben											
		unten											
Bauteil(e)													
Schaden Schadensursache													
Füllart / Füllziel	<input type="checkbox"/> Injektion <input type="checkbox"/> Kraftschlüssige Verbindung <input type="checkbox"/> begrenzt dehnbare Verbindung <input type="checkbox"/> einkomponentig <input type="checkbox"/> zweikomponentig <input type="checkbox"/> Vergießen	<input type="checkbox"/> Injektion <input type="checkbox"/> Kraftschlüssige Verbindung <input type="checkbox"/> begrenzt dehnbare Verbindung <input type="checkbox"/> einkomponentig <input type="checkbox"/> zweikomponentig <input type="checkbox"/> Vergießen											
Injektionsgerät													
Rissfüllstoff	Bezeichnung (Produktname) <sup>1)</sup> Chargen-Nr. Hersteller / Abfüller												
Verdämmung	<input type="checkbox"/> verbleibend <input type="checkbox"/> teilweise entfernt <input type="checkbox"/> vollständig entfernt <input type="checkbox"/> Oberfläche nachgearbeitet	<input type="checkbox"/> verbleibend <input type="checkbox"/> teilweise entfernt <input type="checkbox"/> vollständig entfernt <input type="checkbox"/> Oberfläche nachgearbeitet											
Besonderheiten bei der Ausführung													
Weitere Instandsetzungs- maßnahmen													
Ausführungszeit													
Kosten													
A b n a h m e ..... Ablauf der Gewährleistung ..... Anlagen ..... Fotos..... Pläne .....  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>..... Aufgestellt</span> <span>..... Datum</span> <span>..... Unterschrift</span> </div>													

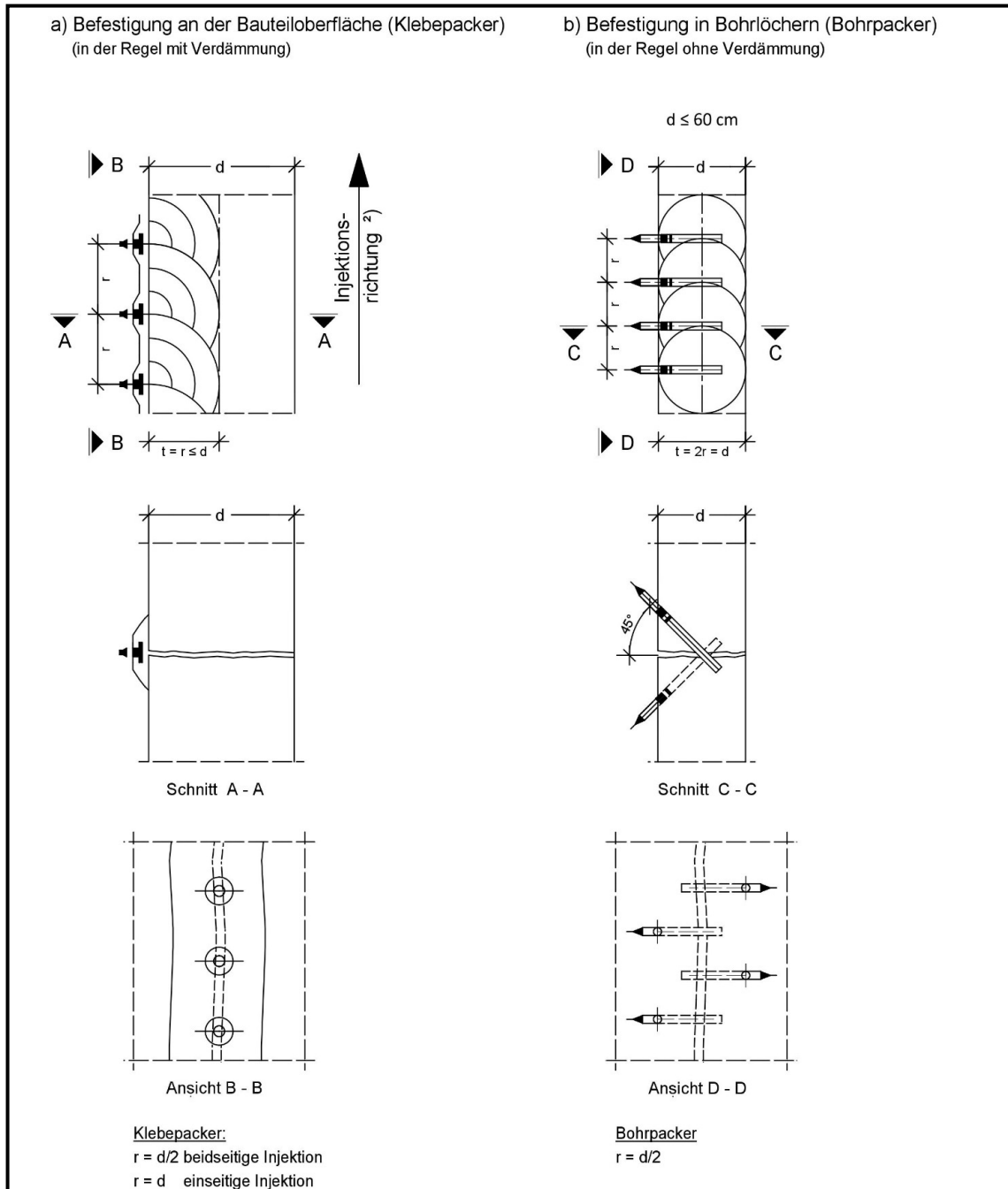
<sup>1)</sup>



## Anhang D

### Anordnung von Packern

Anordnung der Packer in Standardfällen bei einer vorgegebenen Fülltiefe bis max. 600 mm



d: Bauteildicke,  
r: Abstand der Packer <sup>1)</sup>,  
t: Wirkzone eines Packers

- 1) Der mittlere Abstand r darf in beiden Fällen nur unwesentlich überschritten werden.
- 2) Injektionsrichtung: von unten nach oben, Nutzung der Packer nacheinander jeweils nach Austritt des Rissfüllstoffes aus dem vorhergehenden Füllvorgang.

## Anhang E

### E 1 Nachweis der Verwendbarkeit

(1) Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer an der zur Verwendung vorgesehenen Charge erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er die Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen.

(2) Als Nachweis der Verwendbarkeit wird eine prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle<sup>1)</sup> regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern dieser den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

(3) Der Umfang der Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit ergibt sich aus der Überprüfung der für den vorgesehenen Verwendungszweck erforderlichen projektspezifischen Merkmale, die der sachkundige Planer festlegt. Diese Merkmale sind in die Leistungsbeschreibung mit aufzunehmen, vollständig zu überprüfen und zu dokumentieren.

(4) Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber die vollständige Dokumentation der projektspezifischen Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit und zum Nachweis der Übereinstimmung vor Einbau der Produkte vorlegen und die Produkte vom Auftraggeber für den Einbau freigeben lassen.

(5) Ebenso ist zu prüfen, ob eine werkseigene Produktionskontrolle stattgefunden hat. Andernfalls darf der Baustoff nicht verwendet werden.

### E 2 Nachweis der Übereinstimmung

(1) Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung muss projektspezifisch durch den Auftragnehmer erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er

die Prüfungen zum Nachweis der Übereinstimmung durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen.

(2) Als Nachweis der Übereinstimmung wird die prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle<sup>1)</sup> regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

(3) Der Sachkundige Planer prüft, ob eine Differenzierung zwischen Art und Umfang eines Nachweises der Übereinstimmung generell und Annahmeprüfungen für die Baustelle zulässig sind. Entsprechende Regelungen in die Leistungsbeschreibung aufnehmen.

(4) Die Übereinstimmung der Baustoffe und Baustoffsysteme mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Baustoffen und Baustoffsystemen ist vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch einen Nachweis der Übereinstimmung gemäß Leistungsbeschreibung sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren.

### E 3 Angaben zur Ausführung

(1) Für Baustoffe und Baustoffsysteme sind vom Auftragnehmer verbindliche „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers vorzulegen, welche in Aufbau und Inhalt den Anforderungen der Leistungsbeschreibung genügen müssen. Die Bereitstellung dieser durch den Auftragnehmer ist vertraglich zu vereinbaren.

(2) Die „Angaben zur Ausführung“ in der prüffähigen Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle<sup>1)</sup> werden regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügen.

<sup>1)</sup> Für Deutschland ist das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) die nach Art. 30 BauPVO für alle Produktbereiche benannte technische Bewertungsstelle.

## Anhang F

### Einwirkungen auf das Bauwerk aus Umgebung und Betonuntergrund

aufgeführt. Auf Grundlage der Beschreibung der Umgebungsbedingungen lassen sich aus der Tabelle Expositions- und Einwirkungsklassen ermitteln.

Nachstehend sind Hinweise für die Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund für Rissfüllstoffe

Tabelle F 3.4.1: Einwirkungen auf Bauwerk aus Umgebung und Betonuntergrund

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele <sup>1)</sup> (informativ)
<b>1 Einwirkungen aus der Umgebung</b>		
XALL	Einwirkungen auf das Bauwerk bzw. Bauteil mit Auswirkungen auf das Instandsetzungssystem und dessen Verbund zum instand zu setzenden Bauteil, welche nicht durch die nachfolgenden Expositionsclassen abgebildet werden; bewehrungskorrosionsfördernde Stoffe aus dem Instandsetzungssystem Anmerkung: Expositionsclassen sind immer anzusetzen.	Alle Bauteile
<b>2 Einwirkungen aus dem Betonuntergrund</b>		
XCR	Risse	
W	mit Rissbreite $w^{2)}$ in mm	
$\Delta w$ LFR	mit Rissbreitenänderung $\Delta w$ in mm – zyklisch niedrigfrequent z. B. aus Temperatur, Wasserstandsänderung (LFR: low frequent)	Brücke
HFR	– zyklisch hochfrequent z. B. aus Verkehr (HFR: high frequent)	
CON	– kontinuierliche Rissbreitenänderung, z. B. aus Schwinden, Setzungen (CON: continuous)	Rissbildung durch Stützensenkung
DY	mit Feuchtezustand "trocken": – Wasserzutritt nicht möglich – Beeinflussung des Riss-/Hohlraumbereiches durch Wasser nicht feststellbar bzw. seit ausreichend langer Zeit ausschließbar	Innenbauteil
DP	mit Feuchtezustand "feucht": – Farbtonveränderung im Riss- oder Hohlraumbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt – Anzeichen auf Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z. B. Aussintungen, Kalkfahnen) – Riss oder Hohlraum erkennbar feucht oder matt-feucht (beurteilt an Trockenbohrkernen)	frei bewitterte Bauteile; erdberührte Bauteile
WT	mit Feuchtezustand "nass (drucklos gefüllt)": – Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar – Wasser perlt aus dem Riss	

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang F**

WF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mit Feuchtezustand "fließendes Wasser (druckwasserführend)"</li> <li>- Zusammenhängender Wasserstrom tritt aus dem Riss aus</li> </ul>	
XDYN	Dynamische Beanspruchung bei Applikation	Brücke unter Verkehr;
<p><sup>1)</sup> Diese Beispiele gelten für die überwiegende Beanspruchung während der Nutzungsdauer. Abweichende Umgebungsbedingungen während der Bauzeit oder Nutzung (z.B. Trockenlegung) führen erfahrungsgemäß nicht zu Schäden.</p> <p><sup>2)</sup> Aufgenommen und ausgewertet nach DBV-Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“</p>		

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 6 Verstärken von Betonbauteilen**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite	9	In Schlitze verklebte CFK-Lamellen .....7
<b>1 Allgemeines.....3</b>		9.1	Allgemeines.....7
1.1 Grundsätzliches.....3		9.2	Bauprodukte und Bauarten .....7
1.2 Begriffsbestimmungen.....3		9.3	Ausführung .....7
1.3 Bauprodukte und Bauarten.....3		<b>10</b>	<b>Querschnittsergänzung durch</b>
1.4 Ausführung.....3			<b>Spritzbeton oder Beton.....7</b>
1.4.1 Anforderungen an Unternehmen und Personal.....3		10.1	Allgemeines.....7
1.4.2 Angaben zur Ausführung.....3		10.2	Ausführung .....7
1.5 Qualitätssicherung.....3			
<b>2 Planung und Konstruktion.....3</b>			
<b>3 Vorbereitung der Verstärkung .....3</b>			
<b>4 Zusätzliche Vorspannung .....4</b>			
4.1 Allgemeines.....4			
4.2 Bauprodukte und Bauarten .....4			
4.3 Ausführung.....4			
4.3.1 Vorbereitende Arbeiten.....4			
4.3.2 Prüfbarkeit, Nachspannbarkeit, Ablassmöglichkeiten.....4			
4.3.3 Umlenkungen und Durchführungen bei vorhandenen Querträgern.....5			
4.3.4 Ankerblöcke zur Verankerung der Spannglieder.....5			
<b>5 Verstärkung mit Stabspanngliedern oder Schublaschen aus Stahl .....5</b>			
5.1 Allgemeines.....5			
5.2 Bauprodukte und Bauarten .....5			
5.3 Ausführung.....5			
<b>6 Aufbeton mit Verdübelung.....6</b>			
6.1 Allgemeines.....6			
6.2 Ausführung.....6			
<b>7 Zusatzbewehrung in Nuten .....6</b>			
7.1 Allgemeines.....6			
7.2 Bauprodukte.....6			
7.3 Ausführung.....6			
<b>8 Schubfest aufgeklebte CFK-Lamellen .6</b>			
8.1 Allgemeines.....6			
8.2 Bauprodukte und Bauarten .....6			
8.3 Ausführung.....6			

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 3 Abschnitt 6 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines und dem Teil 3 Abschnitte 1 bis 5.

(2) Die Anwendung erstreckt sich auch auf Betonbauteile, die während des Aufbringens und Erhärtens der Stoffe durch Verkehr dynamisch beansprucht werden.

(3) *Insbesondere bei zementhaltigen Stoffen, z. B. Betonersatz aus Beton bzw. Spritzbeton, können Verkehrsbeschränkungen erforderlich werden.*

(4) Oberflächennahe Risse sind nach Teil 3 Abschnitt 4 zu behandeln. Alle anderen Risse sind nach Teil 3 Abschnitt 5 zu verfüllen.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen des Teils 3 Abschnitt 4 und Abschnitt 5 und die Regelungen und Richtlinien für die Berechnung und Bemessung von Ingenieurbauten (BEM-ING) Teil 2 (Nachrechnungsrichtlinie). Darüber hinaus gelten folgende Begriffe:

#### (1) Bauteil

Elemente eines Bauwerks nach der Anweisung Straßeninformationsbank, Segment Bauwerksdaten (ASB-ING).

#### (2) Instandsetzen

Bauliche Maßnahmen größeren Umfangs, die der Wiederherstellung des planmäßigen Zustandes eines Bauwerks oder seiner Bauteile dienen.

#### (3) Bauart

Bauart ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen oder Teilen von baulichen Anlagen.

#### (4) Verstärken

Verstärken von Betonbauteilen ist eine örtliche oder das Ganze erfassende, rechnerisch nachzuweisende, konstruktive Maßnahme, mit dem Ziel, die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit wiederherzustellen oder zu steigern.

### 1.3 Bauprodukte und Bauarten

(1) Der Nachweis der Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit für Bauprodukte bzw. Bauarten ist vom Auftragnehmer zu erbringen.

(2) Der Nachweis der grundsätzlichen Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit eines Bauproduktes bzw. einer Bauart für den vorgesehenen Verwendungszweck bzw. Anwendungszweck erfolgt durch

- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ),
- eine allgemeine Bauartgenehmigung (aBg),
- eine Kombination aus abZ und aBg,
- eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE),
- eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBg),
- eine Kombination aus ZiE und vBg.

(3) Bauprodukte mit Europäischer Technischer Bewertung (ETA) werden durch eine aBg flankiert.

### 1.4 Ausführung

#### 1.4.1 Anforderungen an Unternehmen und Personal

(1) Die Verstärkungsarbeiten dürfen nur von Unternehmen und Personal ausgeführt werden, die über die erforderliche Qualifikation verfügen und die die im Nachweis der Anwendbarkeit für die angewendete Bauart aufgeführten Anforderungen erfüllen. Entsprechende Nachweise sind dem Auftraggeber vor Beginn der Arbeiten zu übergeben.

(2) *Bei besonders schwierigen Verstärkungsarbeiten kann es erforderlich sein, zusätzliche Qualifikationsnachweise für Unternehmen und Personal in Form von Referenzen über entsprechend ausgeführte Arbeiten oder Nachweise über besondere handwerkliche Schulungen zu fordern.*

#### 1.4.2 Angaben zur Ausführung

(1) *Die Verstärkung sollte nach der Ausführungsplanung, die durch den Auftraggeber erstellt, geprüft und für den Bau freigegeben wurde, erfolgen.*

(2) *Die Bearbeitungsabschnitte sollten so gewählt werden, dass eine mit der Ausführungsplanung übereinstimmende Ausführung sichergestellt ist.*

### 1.5 Qualitätssicherung

Für die Überwachung der Ausführung gelten die Festlegungen der Teile 1 Allgemeines und 3 Massivbau sowie die Festlegungen der Nachweise der Anwendbarkeit.

## 2 Planung und Konstruktion

### 3 Vorbereitung der Verstärkung

(1) Die Lage von Bewehrungselementen (Betonstahl, Spannstahl) in verstärkungsrelevanten Bereichen muss mit geeigneten Verfahren (Ultraschall, Impakt-Echo, Radar) gemäß DBV-Merkblatt „Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren im Bauwesen“ festgestellt, gekennzeichnet und dokumentiert werden.

(2) Die Art und der Umfang der Stichprobenprüfungen mit DWS-Schlitz ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Bei tiefliegenden Spanngliedern sind DWS-Schlitz i. d. R. ungeeignet.

(3) Aufräumen und Abtrag von Altbeton sowie das Vorbereiten der Verbundfuge erfolgen mit geeignetem Druckwasserstrahlen (DWS) nach Teil 3 Abschnitt 4. Die Übereinstimmung der Rauheit mit den statischen Annahmen ist anhand von Referenzflächen und geeigneten Verfahren (Sandflächenverfahren nach Teil 1 Abschnitt 3 oder Laserverfahren) bei jeder Verbundfuge durch den Auftragnehmer festzustellen und zu dokumentieren.

(4) Die Bestimmung und Dokumentation der Abreißfestigkeiten erfolgt nach Teil 1 Abschnitt 3 durch den Auftragnehmer.

(5) Die Kontrolle der vorbereiteten Verbundfuge ist mindestens drei Arbeitstage vor Beginn der weiteren Arbeiten bei der Bauüberwachung des Auftraggebers zu beantragen.

(6) Eine Beschädigung der vorhandenen Bewehrungselemente muss ausgeschlossen werden bzw. darf nur die in der Ausführungsplanung vorgesehene Ausmaße annehmen.

(7) Freigelegte Bewehrung muss mit einem geeigneten Verfahren nach Teil 3 Abschnitt 4 behandelt werden und durch geeignete Schutzmaßnahmen frei von Verunreinigungen, z. B. Stäube, gehalten werden.

(8) Bei Kernbohrungen sind gemäß DIN 18459 je 10 cm Bohrtiefe höchstens 5 mm Abweichung von der Bohrachse zulässig.

(9) Sind geringere Abweichungen erforderlich, ist dies im Leistungsverzeichnis vorzusehen.

(10) Abplatzungen neben Bohrkronenaustritten sind mit Betonersatzsystemen nach Teil 3 Abschnitt 4 zu reprofiliert.

## 4 Zusätzliche Vorspannung

### 4.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Festlegungen des Teils 3 Abschnitt 2.

(2) Bei freiliegender Spannbewehrung bzw. Hüllrohren ist die weitere Vorgehensweise in jedem Einzelfall mit dem Auftraggeber abzustimmen, so auch bei

- unbeschädigten Hüllrohren und nicht ordnungsgemäßigem Injektionszustand,
- beschädigten Hüllrohren und somit notwendiger Erneuerung des Korrosionsschutzes (Reparatur und Ergänzung des Verpressmörtels sowie ggf. bei Vakuuminjektion).

### 4.2 Bauprodukte und Bauarten

Es sind Spannverfahren mit einer Kombination aus abZ und aBg oder mit ETA und flankierender aBg anzuwenden.

### 4.3 Ausführung

#### 4.3.1 Vorbereitende Arbeiten

(1) Die Ortung der vorhandenen Bewehrung ist gemäß Nr. 3 Absatz (1) durchzuführen.

(2) Der Auftragnehmer hat zu überprüfen, ob die in der Ausführungsplanung angenommenen Bestands-Spanngliedlagen mit den Gegebenheiten in situ übereinstimmen und muss etwaige Abweichungen dem Auftraggeber mitteilen. Dieser hat dann eine Bewertung der Abweichungen vorzunehmen und etwaige Änderungen der Ausführungsplanung zu veranlassen.

(3) Bei Kernbohrungen durch den Steg dürfen Spannglieder oder schlaffe Bewehrungselemente durch Kernbohrungen nur beschädigt oder durchbohrt werden, wenn dies in der Ausführungsplanung berücksichtigt worden ist. In der Ausführungsplanung angegebene Mindestabstände zur Schubbewehrung, zu vorhandenen Spanngliedern oder zu sonstigen besonderen Einbauteilen sind einzuhalten. Der Auftragnehmer erstellt eine Dokumentation über die vollständigen Bohrkerne und übergibt diese Dokumentation vor weiteren Arbeiten dem Auftraggeber.

(4) Für nachträglich ergänzte Stahlbetonankerblöcke sind die Verbundfugen entsprechend den Ausführungsunterlagen rau oder verzahnt auszubilden. Die Vorbereitung jeder Verbundfuge erfolgt nach Nr. 3.

- Raue Fuge: Die Gesteinskörnung muss zwischen 3 mm und 6 mm freigelegt sein, das heißt, dass die mittlere Rautiefe mindestens 1,5 mm betragen muss.
- Verzahnte Fuge: Die Gesteinskörnung muss  $\geq 6$  mm tief freigelegt sein, das heißt, dass die mittlere Rautiefe mindestens 3 mm betragen muss.

#### 4.3.2 Prüfbarkeit, Nachspannbarkeit, Ablassmöglichkeiten

(1) Die Prüfbarkeit, Nachspannbarkeit und das zerstörungsfreie Ablassen (kein Durchtrennen der Zugglieder, z. B. mit Schweißbrenner oder Trennschleifer) von externen Spanngliedern ist sicherzustellen. Bei Litzensystemen sind hinreichende Überstände und bei Drahtsystemen ausreichender Platz zum Einbauen einer längeren Spannschleife vorzusehen.

(2) Die externen Spannglieder sind so anzuordnen, dass eine handnahe Prüfung möglich ist.



#### 4.3.3 Umlenkungen und Durchführungen bei vorhandenen Querträgern

(1) Sind externe Spannglieder an vorhandenen Querträgern umzulenken, ist die geplante Kernbohrung einzumessen und die planmäßigen Ein- und Austrittsstellen des Spanngliedes zu markieren.

(2) Bei Verkantung der Bohrungen über 2 % (je nach Reserve in den Umlenkelementen) ist die Kernbohrung durch Nachbohren zu korrigieren. Beide Vermessungsdurchgänge sind zu dokumentieren und in die Eigenüberwachungsunterlagen aufzunehmen.

(3) Die Umlenkelemente sind so auszuführen, dass beim Austritt aus dem Betonquerschnitt das Spannglied nicht anliegt. Im Bedarfsfall ist das Umlenkelement so zu verlängern, dass bis zum Abhebepunkt dieses eine nachgewiesene Unterstützung erfährt.

(4) Durchführungen an vorhandenen Querträgern sind aufgrund der notwendigen Begrenzung der Durchdringungsdurchmesser als Umlenkungen mit Umlenkelementen auszuführen.

(5) *In Einzelfällen kann auf die Spanngliedunterstützungen (bei Abständen > 35 m) gemäß dem Nachweis der Anwendbarkeit verzichtet werden. Dies ist in der Baubeschreibung anzugeben. Bei festgestellten signifikanten Schwingungen sind Spanngliedunterstützungen nachzurüsten.*

#### 4.3.4 Ankerblöcke zur Verankerung der Spannglieder

(1) Für das nachträgliche Herstellen der Anschlussbewehrung sind Systeme mit einer aBg zu verwenden, die den Anwendungsbereich für dynamische Belastung einschließt. Die Bohrungen sind unter Beachtung der Lage der Spannglieder mit Hammerbohrgerät mit Abschaltautomatik herzustellen.

(2) Für die Spannverfahren und die Spannstabstähle gilt Nr. 5.2.

(3) Für die Ausführung der Quervorspannung bei anbetonierten Ankerblöcken gilt Nr. 5.3.

(4) Für die Injektion von Stabspanngliedern mit Verbund muss vor der Injektion das Injektionsvolumen vor Ort bestimmt und mit dem theoretischen Hohlraum auf Plausibilität geprüft werden. Die Injektion muss im Vakuum-Injektionsverfahren mit Messung des Injektionsvolumens ausgeführt werden. Nur bei nicht abdichtbarer Umgebung kann mit Zustimmung des Auftraggebers auf eine Durchlaufinjektion zurückgegriffen werden. Bei einem Unterdruck von weniger als 20 hPa sind die Injektionskanäle abzudichten.

## 5 Verstärkung mit Stabspanngliedern oder Schublaschen aus Stahl

### 5.1 Allgemeines

Stabspannglieder oder Schublaschen aus Stahl können als zusätzliche Querkraft- oder Torsionsbewehrung eingesetzt werden.

### 5.2 Bauprodukte und Bauarten

(1) Es sind Spannverfahren mit einer Kombination aus abZ und aBg oder mit ETA und flankierender aBg anzuwenden.

(2) Es sind Stabspannstähle mit abZ zu verwenden.

(3) Für Stahl-Schublaschen ist ein Korrosionsschutz nach Teil 4 Abschnitt 3 zu verwenden.

### 5.3 Ausführung

(1) Die Ortung der vorhandenen Spannglieder ist gemäß Nr. 3 Absatz (1) durchzuführen.

(2) Das Vorspannen der Stabspannglieder muss paarweise beidseitig vom Steg und synchron erfolgen.

(3) Bei Spanngliedern ohne Verbund ist der Dauerkorrosionsschutz mit dauerhaft anhaftendem, elastischem Korrosionsschutzmaterial (z. B. Schrumpfschlauch) gemäß dem Nachweis der Verwendung auszuführen.

(4) An den zugänglichen Verankerungspunkten der Spannglieder ist ein Korrosionsschutz für hohe mechanische Beanspruchungen vorzusehen, z. B. gemäß Bauteil-Nr. 3.4 der Tabelle A 4.3.2.

(5) Am Spannanker ist ein ausreichender Überstand des Stabes für ein mögliches Nachspannen oder Ablassen vorzusehen.

(6) Frei zugängliche Verankerungen der Stabspannglieder sind mit einer Schutzvorrichtung gemäß dem Nachweis der Verwendbarkeit gegen Herausschießen zu sichern.

(7) Alle Ankerplatten müssen, sofern diese nicht im Neu-Beton versetzt werden, mit Mörtel nach Teil 6 Abschnitt 11 unterfüttert werden. Die Fläche der Unterfütterung ist entsprechend Teil 3 Abschnitt 4 aufzurauen. Beim Anschluss der Verankerung an eine Kernbohrung ist der innere Anschlussbereich luftdicht gegen die Ankerplattenaussparung sowie die Innenwand der Kernbohrung abzudichten.

## 6 Aufbeton mit Verdübelung

### 6.1 Allgemeines

Die Verstärkung mit Aufbeton ist mit Verbindungsmitteln für den Beton-Beton-Verbund mit einer Kombination aus abZ und aBg auszuführen.

### 6.2 Ausführung

(1) Die Verbundfuge ist entsprechend den Ausführungsunterlagen rau oder verzahnt entsprechend Nr. 4.3.1 (4) auszubilden. Die Vorbereitung der Verbundfuge erfolgt nach Nr. 3. Je angefangene 500 m<sup>2</sup> ist eine Prüfung, bestehend aus drei Einzelmessungen nach Teil 1 Abschnitt 3, durchzuführen und der Mittelwert der Rautiefe  $R_{tm}$  zu ermitteln.

(2) Die Betonunterlage muss frei von Verunreinigungen sein.

(3) Die Bestimmung der Abreißfestigkeit erfolgt gemäß Teil 3 Abschnitt 4. Der Mittelwert der Abreißfestigkeit muss mindestens 1,5 N/mm<sup>2</sup> betragen. Der daraus errechnete charakteristische Wert darf nicht kleiner sein als der beim Nachweis der Verbundfuge zugrunde gelegte Wert für  $f_{ctk;0,05}$ .

(4) Die Verbundfuge ist mehrere Tage feucht zu halten, freies Wasser darf nicht auf der Oberfläche stehen. Vor dem Betonieren ist eine mattheuchte Oberfläche erforderlich.

(5) Die Bohrungen für die Verdübelung sind unter Beachtung der Lage der Spannglieder mit Hammerbohrgerät mit Abschaltautomatik herzustellen.

(6) Die Oberfläche ist mit einem Oberflächenrüttler abzuziehen, der seitlich auf Schienen geführt wird.

## 7 Zusatzbewehrung in Nuten

### 7.1 Allgemeines

*Während der Spritzbetonarbeiten sind zur Vermeidung einer dynamischen Beanspruchung des Bauwerks Verkehrsbeschränkungen (in der Regel LKW-Fahrverbot) zu veranlassen oder es sind besondere Eignungsprüfungen durchzuführen.*

### 7.2 Bauprodukte

Als Neubeton muss fließfähiger Beton der Ausbreitmaßklasse F5 bzw. Spritzbeton mit einer Körnung 0/8 mm verwendet werden.

### 7.3 Ausführung

(1) Vor der Nutherstellung ist die Ortung der vorhandenen Bewehrung gemäß Nr. 3 Absatz (1) durchzuführen.

(2) *Die Art und der Umfang der Stichprobenprüfungen mit DWS-Schlitzern ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(3) Die Herstellung der Nut erfolgt mit Druckwasserstrahlen. Abrasivmittel dürfen nicht eingesetzt werden. Der Druckwasserstrahl muss von einer geeigneten Maschine geführt werden, eine Ausführung mit der Hand ist nicht zulässig.

(4) Die Herstellung der Nuten muss mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  cm erfolgen.

(5) Die Nut ist vor dem Einbringen der Ergänzungsbewehrung von Staub und losen Bestandteilen zu befreien.

(6) Um Bewegungen der Zusatzbewehrung beim Verfüllen der Nut zu begegnen, ist diese in geeigneter Weise, z. B. mittels Bindedraht, zu fixieren.

(7) Die Nuten sind vorzunässen. Das Füllen der Nuten erfolgt von unten zweilagig mit Spritzbeton bzw. von oben durch Beton.

(8) Die gefüllten Nuten sind mindestens 7 Tage nachzubehandeln. Eine chemische Nachbehandlung ist nicht zulässig.

## 8 Schubfest aufgeklebte CFK-Lamellen

### 8.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Festlegungen der Kombination aus abZ und aBg.

(2) Die Unebenheiten der vorbereiteten Betonunterlage dürfen 5 mm auf 2000 mm nicht überschreiten. Die Klebeflächen der CFK-Lamellen dürfen keine konkave Krümmung aufweisen.

### 8.2 Bauprodukte und Bauarten

Es dürfen nur Produktsysteme, bestehend aus CFK-Lamellen, Klebstoff, Primer, Reprofilierungsmörtel, Schutzanstrich und Reinigungsmittel, mit einer Kombination aus abZ und aBg verwendet bzw. angewendet werden.

### 8.3 Ausführung

(1) Der zu verstärkende Tragwerksabschnitt ist durch geeignete Verfahren auf vorhandene Fehlstellen (Hohlstellen, loses Material) zu untersuchen.

(2) Der Ausgleich von Unebenheiten und die Reprofilierung von Fehlstellen müssen gemäß der Kombination aus abZ und aBg erfolgen.

(3) Die aufgeklebten CFK-Lamellen sind bei UV-Strahlung durch einen Schutzanstrich gemäß der Kombination aus abZ und aBg zu schützen.

## 9 In Schlitze verklebte CFK-Lamellen

### 9.1 Allgemeines

- (1) Es gelten die Festlegungen der Kombination aus abZ und aBg.
- (2) Die Klebeflächen der CFK-Lamellen dürfen keine konkave Krümmung aufweisen.

### 9.2 Bauprodukte und Bauarten

Es dürfen nur Produktsysteme, bestehend aus CFK-Lamellen, Klebstoff, Primer, Reprofiliermörtel, Schutzanstrich und Reinigungsmittel, mit der Kombination aus abZ und aBg verwendet bzw. angewendet werden.

### 9.3 Ausführung

- (1) Der zu verstärkende Tragwerksabschnitt ist durch geeignete Verfahren auf vorhandene Fehlstellen (Hohlstellen, loses Material) zu untersuchen.
- (2) Der Ausgleich von Unebenheiten und die Reprofilierung von Fehlstellen müssen gemäß der Kombination aus abZ und aBg erfolgen.
- (3) Die Schlitze müssen mit der erforderlichen Schlitztiefe in die Betondeckung eingelassen werden ohne die vorhandene Bewehrung zu beschädigen. Hierzu ist die vorhandene Bewehrung vor Beginn der Arbeiten zu orten und das Maß der Betondeckung zu überprüfen.
- (4) Die Herstellung der Schlitze darf nur mittels Betonsägen erfolgen. Die Betonsäge muss von einer geeigneten Maschine geführt werden, eine Ausführung mit der Hand ist nicht zulässig.
- (5) Die eingeklebten CFK-Lamellen sind bei UV-Strahlung durch einen Schutzanstrich gemäß der Kombination aus abZ und aBg zu schützen.

## 10 Querschnittsergänzung durch Spritzbeton oder Beton

### 10.1 Allgemeines

- (1) Es gilt Teil 3 Abschnitt 4.
- (2) *Während der Spritzbetonarbeiten sind zur Vermeidung einer dynamischen Beanspruchung des Bauwerks Verkehrsbeschränkungen (in der Regel LKW-Fahrverbot) zu veranlassen oder es sind besondere Eignungsprüfungen durchzuführen.*

### 10.2 Ausführung

- (1) Die Vorbereitung der Verbundfuge erfolgt nach Nr. 3.

(2) Die Bestimmung der Abreißfestigkeit erfolgt gemäß Teil 3 Abschnitt 4, wobei mindestens 3 Abreißversuche je Verbundfuge durchzuführen sind. Der Mittelwert der Abreißfestigkeit muss mindestens  $1,5 \text{ N/mm}^2$  betragen und darf nicht kleiner sein als der beim Nachweis der Verbundfuge zugrunde gelegte Wert für  $f_{ctk;0,05}$ .

(3) Die Betonunterlage muss frei von Verunreinigungen sein.

(4) Die Verbundfuge ist mehrere Tage feucht zu halten, freies Wasser darf nicht auf der Oberfläche stehen. Vor dem Betonieren ist eine mattheuchte Oberfläche erforderlich.

(5) Für das nachträgliche Herstellen der Anschlussbewehrung sind Systeme mit einer aBg zu verwenden, die den Anwendungsbereich für dynamische Belastung einschließt. Die Bohrungen sind unter Beachtung der Lage der Bewehrung und der Spannglieder mit Hammerbohrgerät mit Abschaltautomatik herzustellen.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 7 Mauerwerk**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Mauerwerk aus künstlichen Steinen.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Mauerwerk aus Natursteinen .....</b>	<b>3</b>
3.1 Material .....	3
3.2 Abmessungen .....	3
3.3 Steinbearbeitung .....	3
3.3.1 Allgemeines.....	3
3.3.2 Bruchrau .....	4
3.3.3 Bossiert .....	4
3.3.4 Gespitzt.....	4
3.3.5 Scharriert .....	4
3.3.6 Gebeilt oder geflächt.....	4
3.4 Fugeneinteilung.....	4
3.5 Versetzen .....	4
3.6 Verfugen .....	5
<b>4 Anti-Graffiti-Systeme.....</b>	<b>5</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 3 Abschnitt 7 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Die verwendeten Steine müssen verwitterungsbeständig sein. Auf Verlangen hat der Auftragnehmer Steinmuster mit Zeugnissen einer anerkannten Prüfstelle vorzulegen. Der Auftraggeber behält sich eine Zwischenabnahme der Steine im Steinbruch, im Werk oder an der Verwendungsstelle vor.

(3) Der Mauerwerks-, Versetz- und / oder Steinschnittplan einschließlich Fugenausbildung ist vom Auftragnehmer, der die Unterkonstruktion herstellt, gleichzeitig mit den zugeordneten Schalungszeichnungen vorzulegen.

(4) Mörtel und Steine sind so aufeinander abzustimmen, dass Ausblühungen verhindert werden. Ggf. sind dem Mörtel entsprechende Zusatzmittel beizugeben.

(5) Sichtbare Flächen sind vor Verunreinigungen (z.B. beim Betonieren benachbarter Bauteile) zu schützen.

(6) Verblendmauerwerk ist mit dem Konstruktionsbeton durch Hammerkopfkanker und einbetonierte Ankerschienen mit europäisch technischer Zulassung (ETA) zu verbinden. Hierbei sind mindestens acht Anker je m<sup>2</sup> bei einem Schienenabstand von 50 cm anzuordnen. Sämtliche Verankerungsteile müssen aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorten Werkstoff-Nr. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) bzw. Werkstoff-Nr. 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2) nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 bestehen.

## 2 Mauerwerk aus künstlichen Steinen

(1) Steine müssen maßhaltig sein und dürfen weder Risse noch beschädigte Kanten aufweisen. Für Bauwerksecken sind Formsteine zu verwenden. Die Ecksteine von Ziegelmauerwerk sind bei nicht rechtwinkligen Bauwerksecken dem vorhandenen Winkel entsprechend zu schneiden. Spitze Kanten mit dem Winkel  $< 80^\circ$  sind mit 5 cm Kantenlänge zu brechen. Die Steine sind vollfugig mit jeweils gleicher Fugendicke und -breite zu vermauern. Mörtelzusatzmittel bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Bei Verblendmauerwerk ist ein mindestens 3 cm breiter Zwischenraum zwischen Mauerwerk und Konstruktion herzustellen und in jeder Schicht mit Mauermörtel nach DIN EN 998 2 in Verbindung mit der Restnorm DIN V 18580 oder in Verbindung mit DIN V 20000 412 sorgfältig auszufüllen.

(2) Werden Fugen ausgekratzt, sind sie mit Mörtel nach dem Farbmuster, dem der Auftraggeber zugestimmt hat, zu verfugen und zu glätten.

## 3 Mauerwerk aus Natursteinen

### 3.1 Material

(1) Werden in der Leistungsbeschreibung verschiedene Farben gefordert, so sind die Anteile der Farbarten in den Steinschnittplänen darzustellen und dem Auftraggeber zur Zustimmung vorzulegen. In der Regel muss bei einem Mauerwerk dieselbe Gesteinsart verwendet werden.

(2) Schadhafte Steine dürfen nicht eingebaut werden. Für Deckschichten und Abdeckplatten ist besonders ausgesuchtes Material zu verwenden.

### 3.2 Abmessungen

(1) An Brücken müssen Ecksteine von Widerlagern und Pfeilerköpfen in der Mehrzahl über zwei Schichten des anschließenden Mauerwerks durchbinden. Die Länge der Steine muss mindestens das Eineinhalbfache der Steinhöhe, überwiegend jedoch das Zwei- bis Vierfache betragen. Ecksteine müssen nach jeder Seite der Ecke eine Länge von mindestens der eineinhalbfachen Höhe haben.

(2) Wird das Mauerwerk im Verbund mit dem Beton ausgeführt, so ist für die Läufer eine Tiefe von 18 bis 25 cm, für die Binder eine Einbindetiefe von 40 bis 45 cm vorzusehen. Der Anteil der Binder soll etwa 30 % der Steine betragen.

(3) Gewölbesteine müssen Keilform entsprechend der radialen Lage der Stoßfugen haben. Bei Gewölbesteinen sind Unterwinkelungen an den Lager- und Stoßfugenflächen nicht erlaubt. Ferner dürfen für eine Tiefe von 10 cm, gerechnet ab Vorderkante des Steines, keine größeren Erhöhungen als 5 mm auftreten. Obere und untere Leibung müssen in der planmäßigen Krümmung an der Sichtfläche des Bogens verlaufen.

### 3.3 Steinbearbeitung

#### 3.3.1 Allgemeines

(1) Die Kanten der Steine müssen am Haupt voll sein. Keilansätze, Bohrlöcher oder deren Spuren dürfen an den Sichtflächen nicht in Erscheinung treten. Auch soll der Einsatz der Bearbeitungswerkzeuge möglichst nicht erkennbar sein.

(2) Lager- und Stoßflächen sind so zu bearbeiten, dass die Steine mit einer Fugendicke und -breite von 1,5 cm versetzt werden können. Die Lagerflächen müssen parallel zueinander und in Richtung der Gesteinsschichtung angelegt werden. Die Lager- und Stoßflächen sind auf 8 bis 10 cm Tiefe eben zu bearbeiten. Gesägte Lager- und Rückflächen sind durch Spitzhiebe aufzurauen.

(3) Bei Brücken sowie an betonten Ecken von Stützwänden sollen Schichtsteine und Ecksteine ei-

nen aus größerer Entfernung erkennbaren Bearbeitungsunterscheid zeigen. Dabei kommen für das Schichtenmauerwerk gröbere Bearbeitungsarten wie bruchrauh, bossiert und gespitzt in Betracht. Ecksteine erhalten dann eine verfeinerte Sichtflächenbearbeitung, z.B. scharriert, gesägt und gebeilt. Die Leibungsfläche von Gewölbesteinen ist mit Rücksicht auf das Versetzen auf dem Traggerüst zu stocken oder fein zu spitzen.

### 3.3.2 Bruchrau

Kanten, welche die Ansichtsflächen der Steine begrenzen, müssen geradlinig sein (Ausnahme vgl. Nr. 3.2 Absatz (3)) und in einer Ebene liegen. Erhebungen in der Ansichtsfläche dürfen höchstens 3 cm über, Vertiefungen höchstens 1 cm unter der Ebene der Umrandungskanten liegen.

### 3.3.3 Bossiert

Bossierte Steine sollen bruchraue Spaltflächen und bis etwa 30 % der Sichtfläche natürliche Bossen haben. Sie dürfen über die Ebene der Umrandungskanten nicht mehr als 1/10 der Steinhöhe, jedoch nicht mehr als 5 cm vorspringen. Mulden dürfen nicht hinter der Ebene der Umrandungskanten zurückliegen.

### 3.3.4 Gespitzt

Gespitzte Flächen dürfen stellenweise noch die durch das Spalten entstandene Oberflächenbeschaffenheit zeigen. Strichartig verlaufende Spitzhiebe sind nicht zulässig. Die Kanten dürfen keine ausgesprungenen Stellen haben.

### 3.3.5 Scharriert

An senkrechten und überstehenden Flächen soll der Scharrierschlag senkrecht, sonst jedoch innerhalb einer Steinfläche in einer Richtung verlaufen.

### 3.3.6 Gebeilt oder geflächt

Bei gebeilten Flächen sollen die Hiebe in einer Richtung verlaufen.

## 3.4 Fugeneinteilung

(1) Die Lagerfugen verlaufen im Allgemeinen waagrecht, bei Gewölbesteinen radial, bei bergseitigen Stützwänden bis höchstens 8 % Längsneigung parallel zur Trassenneigung, sofern nicht Muster- bzw. Richtzeichnungen oder besondere Angaben in der Leistungsbeschreibung maßgebend sind.

(2) Unmittelbar übereinander liegende, gleichhohe Schichten sind zu vermeiden. Wechselsteine müssen zwei Schichten erfassen.

(3) Keilschichten zur oberen Begrenzung schräg abschließender Sichtflächen müssen an der schwächeren Stelle mindestens 2/3 der niedrigsten

Schichthöhe aufweisen. Die Stoßfugen sind unregelmäßig gegeneinander zu versetzen. Sie müssen rechtwinklig auf den Lagerfugen stehen und in übereinanderliegenden Schichten einen Abstand haben, der mindestens der Schichthöhe entspricht. Dehnungsfugen des Bauwerks sind auch im Bereich der Werksteinverkleidung geradlinig anzulegen.

(4) Lagerfugen müssen bei Trennfugen und Verschnidung zweier Mauerflächen in gleicher Höhe durchlaufen.

(5) Sofern bei Stützwänden an steilen Straßen die Anordnung rechtwinklig zur Straßenneigung gestellter Dehnfugen im Beton nicht mehr zweckmäßig erscheint, können diese auch lotgerecht ausgeführt werden. Das Mauerwerk muss dann im Bereich der Dehnungsfugen auf ca. 1,30 m Breite in reinem Kalkmörtel aus hydraulischem Kalk gemauert werden, ohne dass die Dehnungsfuge des Betons auch durch die Verblendung hindurchzugehen braucht. Die Verankerungen der Verblendung sind außerhalb des mit Kalkmörtel gemauerten Teils anzuordnen.

## 3.5 Versetzen

(1) Die Steine sind mit gleichbleibender Fugendicke und -breite in Zementmörtel zu versetzen. Läufer und Binder müssen regelmäßig auf das Mauerwerk verteilt werden. Natursteinmauerwerk muss mindestens bis 30 cm unter Gelände reichen. Bei Verblendmauerwerk ist der Zwischenraum zwischen Naturstein und Konstruktion mit Mauermörtel nach DIN EN 998 2 in Verbindung mit der Restnorm DIN V 18580 oder in Verbindung mit DIN V 20000 412 sorgfältig auszufüllen.

(2) Bei längeren Arbeitsunterbrechungen muss die Oberfläche des Mauerwerks abgedeckt und gegen Witterungseinflüsse geschützt werden. Dies gilt auch für frisches Mauerwerk oder frischen Hintermauerungsбетон. Mauerwerk in direktem Verbund darf nicht mehr als 3 bis 4 Steinschichten über den Hintermauerungsбетон hochgeführt werden. Es ist, wenn nötig, gegen horizontales Verschieben ohne gesonderte Vergütung zu sichern. Wenn Binder, z.B. im Bereich von Auflagerbänken, nicht eingebaut werden können, sind auf 1 m<sup>2</sup> Mauerwerk in den Lagerfugen mindestens 4 beidseitig mit Rundhaken versehene Rundstahlanker mit einem Stabdurchmesser von 6 mm einzulegen, die mindestens 15 cm in den Beton einbinden.

(3) Gewölbesteine sind zunächst trocken auf dem Traggerüst zu versetzen und gegeneinander mit Hartholz zu verkeilen. An den äußeren Fugenrändern sind 2 cm dicke Holzleisten einzulegen. Erst nach voller Belastung des Traggerüsts sind die Fugen satt auszustopfen und die Keile wieder zu ziehen. Die Randleisten werden vor dem Verfugen entfernt. Die Aufmauerung über Gewölbemüssen darf erst nach dem Absenken des Traggerüsts vorgenommen werden.

### 3.6 Verfugen

(1) Bei Schichtenmauerwerk sind alle Fugen in den Sichtflächen 4 cm tief auszukratzen sowie mit Mörtel nach DIN EN 998 2 in Verbindung mit der Restnorm DIN V 18580 oder in Verbindung mit DIN V 20000 412 und einem Farbmuster, dem der Auftraggeber zugestimmt hat, sorgfältig zu verfugen. Der Fugenmörtel soll in getrocknetem Zustand im Allgemeinen heller sein als die Steine. Zum Einfärben sind Zugaben von Kalk (Kalk-Zement-Mörtel), sonst nur zementechte Farben zu verwenden.

(2) Der Fugenmörtel ist kräftig in die Fuge einzudrücken. Anschließend ist der überschüssige Mörtel im Allgemeinen mit einem Holzspan abzustreifen, so dass die Fugensichtfläche rau bleibt. Ein Fugeisen darf zum Glätten der Fugensichtflächen nur mit Zustimmung des Auftraggebers verwendet werden.

## 4 Anti-Graffiti-Systeme

(1) *Die Art der Anti-Graffiti-Systeme (AGS) gemäß TL/TP AGS – Beton (AGS 1-2 oder AGS 2), ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) Es dürfen nur AGS verwendet werden, die in der „Liste der geprüften Anti-Graffiti-Systeme (AGS)“ bei der Bundesanstalt für Straßenwesen geführt sind.

(3) Die Verjährungsfrist für Mängelansprüche beträgt für AGS 1-2 zwei Jahre und für AGS 2 ein Jahr.



# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau**

### **Abschnitt 1 Stahlbau**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Planung und Konstruktion .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Werkstoffe.....</b>	<b>4</b>
<b>4 Schweißverbindungen.....</b>	<b>5</b>
<b>5 Fertigung.....</b>	<b>5</b>
<b>6 Montage .....</b>	<b>9</b>
<b>7 Traggerüste und Baubehelfe .....</b>	<b>9</b>
<b>8 Dokumentation .....</b>	<b>9</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 4 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Dieser Abschnitt gilt für Stahlbauten und für Stahlbauteile des Stahlverbundbaus.

(3) Für die Ausführung gilt DIN EN 1090-2. Für tragende Bauteile von Brücken gilt Ausführungsklasse EXC 3 sowohl für die Werkstatt als auch für die Baustelle. Für sonstige Bauteile gilt Ausführungsklasse EXC 2. Als tragende Bauteile von Brücken gelten alle Tragwerksteile, die nicht zu den sekundären Konstruktionselementen gemäß DIN EN 1993-2 gehören. Bei Straßen- sowie Geh- und Radwegbrücken sind dies insbesondere alle Bauteile, die im Grenzzustand der Tragfähigkeit und/oder im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit an der Abtragung der Verkehrslasten gemäß DIN EN 1991-2 beteiligt sind.

(4) Stahlbauarbeiten im Werk und auf der Baustelle dürfen nur von Firmen ausgeführt werden, die über ein gültiges Schweißzertifikat und eine gültige Bescheinigung über die werkseigene Produktionskontrolle nach DIN EN 1090-1 in der jeweils erforderlichen Ausführungsklasse verfügen. Für Bauteile der Ausführungsklasse EXC 3 muss die Schweißaufsichtsperson über umfassende technische Kenntnisse (C) nach EN ISO 14731 verfügen.

(5) Auf der Baustelle kann die gemäß DIN EN 1090-2 erforderliche Schweißaufsichtsperson durch eine Person mit mindestens technischen Kenntnissen (B) nach EN ISO 14731 während der Schweißarbeiten vertreten werden.

(6) Anstelle von VOB Teil C, DIN 18335 Abschnitt 5.2.1 gilt für die Ermittlung der Maße:

- bei Form und Stabstählen die größte Länge und der eingebaute Bruttoquerschnitt.
- bei Flachstählen und Blechen die Nettofläche. Dies ist die Fläche entsprechend der einzubauenden Blechkontur abzüglich aller Öffnungen.

(7) *Beim Bauwerksentwurf ist zu untersuchen, ob Unterschiede zwischen Bauzustand und Endzustand bestehen, die Auswirkungen auf den Materialaufwand haben. Ein erforderlicher Mehraufwand ist in der Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen. Die Stahlmengenermittlung muss unter Berücksichtigung der Bauzustände erfolgen.*

(8) Die Bezugstemperatur für das Ausrichten und Vermessen des Stahltragwerks beträgt 10 °C.

## 2 Planung und Konstruktion

(1) Für den Brückenbau gilt DIN EN 1993-2 und für den sonstigen konstruktiven Ingenieurbau DIN EN 1993-1 mit den entsprechenden Teilen. Für wetterfeste Stähle gilt die DAST-Ri 007 und für schmelztauchverzinkte Bauteile DAST-Ri 022.

(2) Es gilt DIN EN ISO 12944-3.

(3) *Für die Bemessung der Unterbauten und Lager kann eine vorgezogene Berechnung der Auflagerkräfte und der Lagerwege vereinbart werden, wobei für die Lasten aus Konstruktionseigengewicht eine Schwankung von  $\pm 10\%$  zu berücksichtigen ist. Hierfür ist eine angemessene Frist anzusetzen. Die Ergebnisse der vorgezogenen Berechnung dürfen gegenüber der endgültigen Berechnung nur für den Lastfall Konstruktionseigengewicht bis zu 10 % abweichen. Außerdem sind die Höhenlage der Unterkante der Lagerkonstruktion sowie die Lastangriffspunkte und -richtungen anzugeben.*

(4) Aussteifungen, Verstärkungs- und Ausrüstungsteile sind nach innen zu legen. Das gilt auch für Dickenabstufungen von Deck- und Untergurtblechen.

(5) Montage- und Transporthilfen, z. B. Montageöffnungen, Montageschotts, Hilfsbleche aus Werkstoffherstellung und Anbauhilfen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Sie sind in den Ausführungszeichnungen darzustellen und in der statischen Berechnung hinsichtlich Kerbwirkung, Querschnittsschwächung und sonstigen Einflüssen zu prüfen. Sie dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers im Bauwerk verbleiben.

(6) Bei Straßenbrücken dürfen die Mindestabmessungen nach Tabelle 4.1.1 ergänzend zu DIN EN 1993-2 nicht unterschritten werden.

(7) Für Geh- und Radwegbrücken gelten die Mindestabmessungen von DIN EN 1993-2.

(8) *Bei der Ausschreibung ist darauf zu achten, dass bei Ausführungsplanung und Konstruktion der in den Planungshilfen für Stahl- und Stahlverbundbrücken der RE-ING Teil 2 Brücken Abschnitt 2 Konstruktive Anforderungen Anhang A dargestellte Standard berücksichtigt wird. Daraus resultierende, besondere Anforderungen an Ausführung und Fertigung, die über die Anforderungen in diesem Abschnitt hinausgehen, sind vertraglich gesondert zu vereinbaren.*

(9) Überbau und Kammerwand sind so steif auszubilden, dass die Differenz der gegenseitigen vertikalen Verschiebungen der Fugenufer unter häufigen Lasten nach DIN EN 1991-2 höchstens 5 mm beträgt. Dieses Maß ist nachzuweisen.

(10) In luftdicht verschweißten Hohlkästen sind jeweils im Bereich von Tiefpunkten mit Dichtschrauben verschließbare Kontrollöffnungen für spätere Prüfungen vorzusehen. Die Brücke ist so auszubilden, dass an den Tiefpunkten eine Notentwässerung mittels Öffnen von Dichtschrauben schadlos vorgenommen werden kann.

(11) In Hohlkästen sind alle innenliegenden Bleche, Aussteifungen etc. so auszubilden/auszusparen,

Tabelle 4.1.1: Mindestabmessungen

	Bauteil	Abmessung [mm]
1	U-Stähle	120 (Höhe)
2	I-Stähle	140 (Höhe)
3	Zwischenlängsträger, einwandige Rippen	8 (Dicke)
4	Stege und Gurte von Vollwandhauptträgern ≤ 1,50 m Konstruktionshöhe	10 (Dicke)
5	Stege und Gurte von Vollwandhauptträgern ≥ 1,50 m Konstruktionshöhe	12 (Dicke)
6	Stege, Gurte und Bodenbleche von Hohlkasten-trägern	10 (Dicke)
7	Bleche von Fachwerkstäben mit Hohlquerschnitten	8 (Dicke)
8	Seiten- und Deckbleche sonstiger Bauteile mit Hohlquerschnitten	5 (Dicke)
9	Abdeckbleche	5 (Dicke)
10	Schrammborde und Schotterbegrenzungen	14 (Dicke)
11	Rohre	6 (Wanddicke)

dass anfallendes Wasser ohne Aufstau zu den Entwässerungs- bzw. Notentwässerungsöffnungen geführt wird.

(12) In dicht verschweißten Konstruktionen sollen, soweit die Abmessungen das erlauben, Zugangsmöglichkeiten für Bauwerksprüfungen aus besonderem Anlass vorgesehen werden, z. B. verschweißte Einstiegsöffnungen. Die Mindestabmessungen der Öffnungen betragen  $b * d = 60 * 80$  [cm].

(13) Stumpfnähte von Blechen dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers auf stählerner Wurzelunterlage geschweißt werden. Alle Stumpfnähte sind mit An- und Auslaufblechen auszuführen.

(14) Falls in Sonderfällen, z. B. beim Schlussblech unzugänglicher Hohlkästen, das Schweißen auf stählerner Wurzelunterlage unumgänglich ist, so sind diese Schweißnähte in weniger hoch ausgelasteten Querschnittsbereichen anzuordnen.

(15) Stegblechstöße und Querstöße von Gurtlamellen sind generell voll zu verschweißen. Längsstöße breiter Gurtplatten, die überwiegend auf Schub be-

anspruch werden, dürfen dem Beanspruchungsverlauf entsprechend durch doppelte Y-Nähte verschweißt werden.

(16) Flachblech- und Winkelsteifen sind umlaufend anzuschweißen.

### 3 Werkstoffe

(1) Es gelten DIN EN 10025-1 bis -5, DIN EN 10210 und DIN EN 10219.

(2) Für tragende Bauteile von Brücken gelten die technischen Lieferbedingungen der Deutschen Bahn, Deutsche Bahn Standard (DBS) TL 889.0202 (DBS 918 002-02). Darüber hinaus ist eine Rückverfolgbarkeit von der Lieferung bis zur Übergabe in Bezug auf die Abnahmeprüfzeugnisse und die einzelnen Positionen erforderlich.

(3) Die gültige Urkunde der herstellerbezogenen Produktqualifikation (HPQ) nach TL 889.0202 (DBS 918 002-02) ist dem Auftraggeber vor der Materialbestellung vorzulegen.

(4) Es dürfen nur Stähle der Festigkeitsklassen S235, S355 und S460 verwendet werden.

(5) Für tragende Bauteile von Brücken dürfen Stähle der Gütegruppen JR und J0 nicht verwendet werden.

(6) Als Hohlprofile für tragende Bauteile sind nur warmgefertigte Hohlprofile gemäß DIN EN 10210 zu verwenden. Hohlprofile mit einer Wanddicke von > 30 mm sind nur im Lieferzustand NH oder NLH, normalisierend gegläht, erlaubt.

(7) Die erforderliche Z-Güte ist statisch nachzuweisen. Für Flachstähle mit Werkstoffdicken ≥ 15 mm sind für tragende Bauteile von Straßenbrücken mindestens Stähle mit der zusätzlichen Anforderung Z15 zu verwenden.

(8) Für Baustahl mit Blechdicken bis 80 mm sind die Nennwerte für Streckgrenze und Zugfestigkeit gemäß Tabelle 3.1 von DIN EN 1993-1-1 anzusetzen. Für größere Blechdicken sind die Werte der jeweiligen Produktnorm zu entnehmen.

(9) Sofern sich aus der Materialverwendung weitere technisch notwendige Materialeigenschaften, wie z. B. verbesserte Eigenschaften in Dickenrichtung (Z-Güte), Eignung zum Schmelztauchverzinken, Kaltverformbarkeit oder der Nachweis von Zugfestigkeit und Kerbschlagarbeit auch in Querichtung ergeben, sind diese Eigenschaften bei der Bestellung zu vereinbaren und in den Abnahmeprüfzeugnissen anzugeben.

(10) Für sekundäre Konstruktionselemente von Brücken und andere konstruktive Ingenieurbauten sind die Prüfzeugnisse gemäß DIN EN 1090-2 erforderlich.

(11) Die Abnahmeprüfzeugnisse sind dem Auftraggeber vor Beginn der Fertigung vorzulegen.

(12) Die Aufwendungen für die Abnahmeprüfzeugnisse einschließlich der erforderlichen Werkstoffprüfungen sind Nebenleistungen und werden deshalb nicht gesondert vergütet.

(13) Es dürfen nur Schweißzusatzstoffe verwendet werden, die entsprechend der Verfahrensweisung VA 918 490 der DB AG geprüft sind. Die Prüfbescheinigung ist dem Auftraggeber auf Anforderung vorzulegen.

(14) *Eine umfangreiche, aber nicht vollständige Listung der zugelassenen Schweißzusatzwerkstoffe ist auf den Internetseiten [www.en15085.net](http://www.en15085.net) bzw. [www.en1090.net](http://www.en1090.net) verfügbar.*

## 4 Schweißverbindungen

(1) Für den Umfang der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) der Schweißnähte von Straßenbrücken bei Ausführungsklasse EXC 3 nach DIN EN 1090-2 gilt Tabelle 4.1.2. Für orthotrope Fahrbahnplatten gilt DIN EN 1993-2. Werden bei den Prüfungen unzulässige Abweichungen erkannt, ist der Prüfumfang in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu erhöhen.

(2) Die eingesetzten Schweißer müssen die Schweißerprüfung nach DIN EN ISO 9606-1 und die Bediener eine Bedienerprüfung nach DIN EN ISO 14732 erfolgreich abgelegt haben. Eine entsprechende Prüfbescheinigung ist vorzulegen. Der Einsatzbereich des Schweißers/Bedieners muss innerhalb des Geltungsbereiches der vorliegenden Prüfbescheinigung sein. Der Schweißbetrieb ist verpflichtet, sich über Arbeitsproben zu vergewissern, dass der Schweißer/Bediener die an das Bauteil gestellten Qualitätsanforderungen erfüllt. Ein Nachweis über die Ergebnisse der Arbeitsproben ist dem Auftraggeber auf Anforderung vorzulegen.

(3) Für die Schweißaufsicht des Herstellers benötigt der eingesetzte Schweißfachingenieur ein deutschsprachiges Zeugnis DVS-Schweißfachingenieur oder ein englischsprachiges Diplom International Welding Engineer (IWE) bzw. ein Diplom als European Welding Engineer (EWE) entsprechend DIN EN ISO 14731 nach und DIN SPEC PAS 35236.

(4) Die Ausführung von Schweißarbeiten muss unter Berücksichtigung qualifizierter Schweißanweisungen erfolgen (WPS = welding procedure specification).

(5) Bei Schweißverbindungen an tragenden Bauteilen sind die Anforderungen der Bewertungsgruppe DIN EN ISO 5817 B unter Beachtung von DIN EN 1993-2 einzuhalten. Bei untergeordneten Bauteilen (sekundären Konstruktionselementen, siehe DIN EN 1993-2) ist Bewertungsgruppe DIN EN ISO 5817 C ausreichend.

Tabelle 4.1.2: Umfang der ZfP (nicht für orthotrope Platten)

Schweißnahtart	Prüfumfang Fertigung bzw. Bau- stelle für EXC 3	
Querverlaufende, im Werk durchgeschweißte Nähte in zugbeanspruchten Stumpfstoßen	50 %	
Querverlaufende, auf der Baustelle durchgeschweißte Nähte in zugbeanspruchten Stumpfstoßen	100 %	
Querverlaufende, durchgeschweißte Nähte in ausschließlich druck- oder schubbeanspruchten Stumpfstoßen	20 %	
Querverlaufende, durchgeschweißte Nähte in einem T-Stoß	30 %	
Durchgeschweißte Längsnähte bei Stumpf- und T-Stoßen	10 %	
Kehlnähte an Haupttragelementen (z. B. Halskehlnähten an Hauptträgern)	$a > 12 \text{ mm}$ oder $t > 30 \text{ mm}$	20 %
	$a \leq 12 \text{ mm}$ oder $t \leq 30 \text{ mm}$	10 %

(6) Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfungen ist in einem Schweißnahtprüfplan darzustellen. Die zerstörungsfreien Prüfungen sind unter Berücksichtigung der DIN EN ISO 17635 durchzuführen.

(7) Nach dem Entfernen von angeschweißten Montagehilfen sowie bei An- und Auslaufblechen ist eine 100 %-Oberflächenrissprüfung mittels MT oder PT durch den Auftragnehmer durchzuführen. Diese Leistung wird nicht besonders vergütet.

(8) *Mit Zustimmung des Auftraggebers kann die DASt-RiLi 026 „Ermüdungsbemessung bei Anwendung höherfrequenter Hämmerverfahren“ zur Verbesserung der Schweißnahtqualität vereinbart werden.*

## 5 Fertigung

(1) Neben der Eigenüberwachung des Auftragnehmers ist vom Auftraggeber eine zusätzliche Fertigungsüberwachung der Herstellung der Stahlkonstruktion und des Korrosionsschutzes im Werk und auf der Baustelle erforderlich. Der Auftragnehmer hat keinen Anspruch auf eine Fertigungsüberwachung durch den Auftraggeber. Diese Fertigungsüberwachung ersetzt nicht die Eigenüber-

*wachung des Auftragnehmers. Die Fertigungsüberwachung gehört zur Bauüberwachung von Bauteilen.*

(2) Die Fertigung erfolgt nach den Ausführungszeichnungen.

(3) Die Fertigungstermine sind dem Auftraggeber so frühzeitig anzugeben, dass die Überwachung der laufenden Fertigung und die Endüberwachung der Stahlbauteile vor dem Verladen durchgeführt werden können.

(4) Vor Auslieferung von Konstruktionsteilen auf die Baustelle ist durch den Auftragnehmer eine schriftliche Herstellererklärung abzugeben. Darin muss die Einhaltung der zugrunde liegenden technischen Vorschriften und die Übereinstimmung mit den Ausführungsunterlagen bestätigt werden. Es ist zu bestätigen, dass:

- die anzuwendenden Vorschriften eingehalten wurden,
- die Fertigung nach den geprüften und genehmigten Ausführungszeichnungen erfolgte,
- alle Materialprüfzeugnisse vorliegen,
- die Schweißnahtprüfung nach dem Schweißnahtprüfplan durchgeführt wurde und die dokumentierten Ergebnisse den Anforderungen entsprechen und
- der Korrosionsschutz fach- und normgerecht appliziert wurde und die Protokollierung im Rahmen der Eigenüberwachung erfolgte.

(5) Die Übereinstimmungserklärung ist Voraussetzung für eine Lieferfreigabe durch den Auftraggeber.

(6) Die Bauwerke sind maßgenau zu fertigen. Toleranzen der verschiedenen Bauteile, Werkzeuge und der Baubehelfe sind so aufeinander abzustimmen, dass die Qualitäts- und Funktionsanforderungen während des Bau- und Endzustandes gewährleistet sind. Die geometrischen Abweichungen dürfen die in DIN EN 1090-2 angegebenen Grenzwerte für die grundlegenden Toleranzen nicht überschreiten.

(7) Für die ergänzenden Toleranzen nach DIN EN 1090-2 ist die Toleranzklasse 2 einzuhalten, sofern nicht in der Tab. 4.1.4 andere Werte festgelegt sind.

(8) *Die Toleranz in Zeile 1 der Tabelle 4.1.3 ist angelehnt an DIN EN 1090-2, Tab. B.5 Nr. 2 und B.7 Nr. 1 und abgestimmt mit den neuesten Regelungen bei der FE-Berechnung von Beulfeldern (Ersatzimperfektion L/400 enthält ca. 50 % geometrische und 50 % strukturelle Imperfektionen). Die Regelung soll absichern, dass die geometrischen Toleranzen stabilitätsgefährdeter Bauteile mit den Bemessungsnormen korrelieren.*

(9) Über die Vorgaben in (6) und (7) hinaus, können geringere Toleranzen festgelegt werden, wenn dies z. B. aus statisch-konstruktiven oder gestalterischen Gründen erforderlich ist. Diese Toleranzen und die für das zugehörige Messkonzept gegenüber (10) erforderlichen Ergänzungen sind in der Ausschreibung aufzuführen.

(10) Die Einhaltung der zulässigen Werte ist durch Aufmaß zu protokollieren. Umfang, Art und Zeitpunkt der Messungen sind mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Ergebnisse sind übersichtlich darzustellen und den zulässigen Werten gegenüberzustellen. Die Überschreitungen der zulässigen Werte sind hervorzuheben. Die Protokolle der Messungen und Auswertungen sind dem Auftraggeber fortlaufend zu übergeben. Die Anforderungen an die Toleranzen gelten für die Werksfertigung und für die Baustelle.

(11) Die Passgenauigkeit benachbarter Bauteile ist in der Fertigung durch Anlegen und/oder geometrische Vermessung nachzuweisen.

(12) Die Oberfläche verändernde Markierungen wie z. B. Schlagmarkierungen, Fräsungen, Nadelungen und Plasmamarkierungen sind in ermüdungsgefährdeten Bereichen nicht zugelassen.

Tabelle 4.1.3: Erläuterungen zu Toleranzen

Nr.	Merkmal	Toleranz
1	Ebenheit ausgesteifter und nicht ausgesteifter Beulfelder mit einachsiger oder zweiachsiger Beanspruchung sowie Geradheit von aussteifenden Bauteilen.	siehe Bild 4.1.1
2	Toleranzen der Gesamtbreite des Bodenbleches bei Verschub mit Seitenführung	$\Delta b < \pm b/500$ und $\Delta b < \pm 1 \text{ cm}$
3	Schweißnähte in Kontaktbereichen von Gleitlagern (z. B. Verschublagern und Seitenführungen)	Überstehende Schweißwulste sind blecheben zu beschleifen.
4	Unebenheit im Bereich der anliegenden Anschlussflächen von Lagern an den Überbau (Bodenblechunterseiten, Keilplatten, Futterplatten, Ankerplatten). Bei Keil- und Futterplatten gelten die Anforderungen beidseitig.	Bezogen auf eine Messlänge der Abmessung $D_{LP}$ dürfen Unebenheiten den Wert von $0,0003 * D_{LP}$ oder $0,2 \text{ mm}$ und bezogen auf $D_E$ den Wert $0,003 * D_E$ oder $1,0 \text{ mm}$ nicht überschreiten. Der jeweils größere Wert ist maßgebend. <sup>1</sup>
5	Protokollierung und Bewertung von geometrischen Größen	Die im Messplan vorgegebenen Kontrollmessungen sind in allen wesentlichen Bauphasen (z. B. Werksfertigung, Baustellenmontage, Betonierphasen, Endzustand) zu messen und laufend zu protokollieren. Die Abweichung von den zulässigen Toleranzen sind anzugeben und durch Auftragnehmer und Auftraggeber zu bewerten.

<sup>1</sup>  $D_{LP}$  oder  $D_E$  bezeichnen die Diagonale oder den Durchmesser der am Stahlüberbau anliegenden Stahlplatte; Index E für Elastomergelager und LP für Lagerplatten aller anderen Lager.

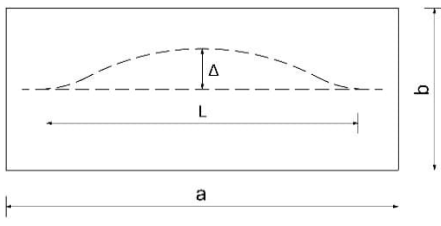
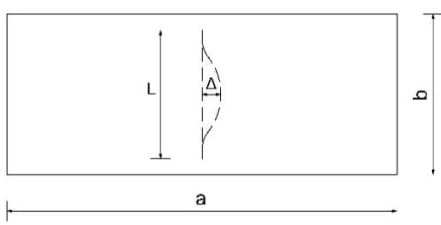
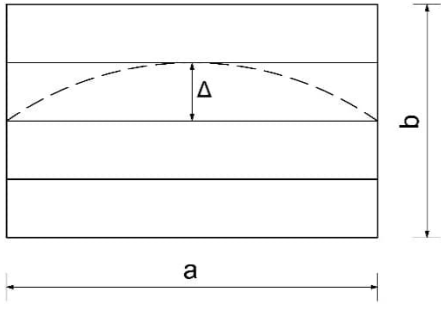
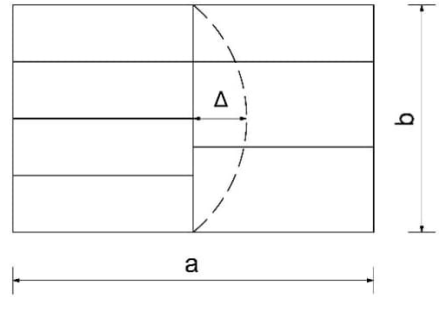
1	unversteifte Beulfelder	allgemein		$\Delta$ senkrecht zur Plattenebene $\Delta \leq L/250$ $L = a$ , falls $a \leq 2b$ und $L = 2b$ , falls $a > 2b$
2		mit Druck- beanspru- chung in Querrichtung		$\Delta$ senkrecht zur Plattenebene $\Delta \leq L/250$ $L = b$ , falls $b \leq 2a$ und $L = 2a$ , falls $b > 2a$
3	Geradheit von Längssteifen in längsversteiften Beulfeldern			$\Delta$ senkrecht zur Plattenebene Klasse 1: $\Delta \leq a/500$ Klasse 2: $\Delta \leq a/750$
				$\Delta$ in Plattenebene Klasse 1: $\Delta \leq b/400$ Klasse 2: $\Delta \leq b/500$
4	Geradheit von Quersteifen in längs- und querversteiften Beulfeldern			$\Delta$ senkrecht zur Plattenebene Klasse 1: $\Delta \leq \min \begin{cases} a/500 \\ b/500 \end{cases}$ Klasse 2: $\Delta \leq \min \begin{cases} a/750 \\ b/750 \end{cases}$
				$\Delta$ in Plattenebene Klasse 1: $\Delta \leq \min \begin{cases} a/400 \\ b/400 \end{cases}$ Klasse 2: $\Delta \leq \min \begin{cases} a/500 \\ b/750 \end{cases}$
$\Delta$ : Zulässige Abweichung $\pm$ Klasse 1, Klasse 2: Toleranzklassen gemäß DIN EN 1090-2, sofern nicht anders vereinbart gilt Klasse 2; siehe auch 5 (7)				

Bild 4.1.1: Zulässige Maßabweichungen für Platten und Steifen



## 6 Montage

(1) Für alle Montageschritte auf der Baustelle ist vom Auftragnehmer dem Auftraggeber rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten eine detaillierte Montageanweisung vorzulegen. Hieraus muss die Folge der einzelnen Arbeitsgänge erkennbar sein. Ferner ist anzugeben, welche Kontrollen während des Baufortschrittes, z. B. Durchbiegungsmessungen, Auflager-, Seilkraftermittlungen, durchgeführt werden. Die Montage darf nur nach vom Auftraggeber freigegebenen Montageanweisungen erfolgen.

(2) Der Auftragnehmer hat zum frühestmöglichen Zeitpunkt, spätestens vor Beginn der Montage, die Lage und die Geometrie der Unterbauten einzumessen.

(3) Das Ergebnis aller Kontrollen ist zusammenzustellen, auszuwerten (Istwerte, Sollwerte, Toleranz) und dem Auftraggeber vorzulegen.

(4) Es dürfen nur Pressen mit Kugelkalotten verwendet werden, die sich auch unter Last in jeder Stellung festlegen lassen.

(5) Verunreinigungen und Beschädigungen sind durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden. Ansonsten sind sie im Einvernehmen mit dem Auftraggeber zu beseitigen.

(6) Eindringenes Wasser ist vor dem endgültigen Schließen nicht regelmäßig zugänglicher Hohlräume zu entfernen.

(7) Weicht die vorhandene Spaltbreite geschweißter Baustellenstumpfstöße mehr als 3 mm von der geplanten Spaltbreite ab, so ist vor Ausführung der Schweißnaht eine Abstimmung mit dem Auftraggeber erforderlich.

## 7 Traggerüste und Baubehelfe

(1) Für Traggerüste gilt Teil 6 Abschnitt 1 und für Baugruben gilt Teil 2 Abschnitt 1.

(2) Für Arbeitsgerüste gilt DIN EN 12811-2. Arbeitsgerüste müssen mindestens der Lastklasse 2 nach DIN EN 12811-1 genügen.

(3) *Hängt die Arbeitssicherheit der am Bau Beteiligten bzw. die Sicherheit sonstiger Unbeteiligter in besonderem Maße von der ordnungsgemäßen Ausführung der stahlbaumäßigen Baubehelfskonstruktionen ab, sollte die zusätzliche Fertigungsüberwachung der Stahlkonstruktionen durch den Auftraggeber gemäß 5 (1) auf diese Baubehelfe erweitert werden. In diesen Fällen sollte auch für stahlbaumäßige Baubehelfe zur Errichtung von Massiv- und Verbundbrücken eine zusätzliche Fertigungsüberwachung durch den Auftraggeber erfolgen.*

## 8 Dokumentation

(1) Vom Auftragnehmer ist eine Dokumentation über die Stahlbaufertigung zu erstellen. Bestandteile der Dokumentation sind mindestens:

- a) Nachweise und Zertifikate
  - des Fertigungs- und Montagebetriebs sowie ggf. seiner Nachunternehmer nach DIN EN 1090,
  - Liste des Schweißpersonals nach DIN EN 9606-1 und DIN EN ISO 14732,
  - Liste des Prüfpersonals für ZfP nach DIN EN ISO 9712 sowie der Prüfstelle (z. B. Akkreditierung) und
  - Liste des Korrosionsschutzpersonals nach Abschnitt 3.
- b) Nachweise aller eingesetzten Baustoffe durch
  - Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204 je nach Anforderung einschl. Chargenzuordnung zum Bauteil und Protokolle der Umstempelungen,
  - Zertifizierungen der Schweißzusätze,
  - Europäisch Technische Zulassungen sowie der zugehörigen deutschen Ausstattungs-zulassungen,
  - Zustimmung im Einzelfall.
- c) Geprüfte Fertigungs- und Montageunterlagen für
  - WPS-Schweißanweisungen nach DIN EN ISO 15609,
  - WPQR-Schweißverfahrensliste,
  - Zusammenbau- und Schweißfolgeplan mit Verweis auf zugehörige Schweißnaht-details,
  - Schweißnahtprüfplan,
  - Ausführungsanweisung planmäßig vorgespannter Verbindungen,
  - Ausführungsanweisung Korrosionsschutz und Korrosionsschutzplan und
  - Arbeits- und Montageanweisungen des Bauablaufes.
- d) Protokolle über die Arbeiten und deren Überwachung:
  - Schweißereinsatzlisten,
  - Nachweise über Herstellung von GV-Verbindungen,
  - Arbeitsprotokolle der Korrosionsschutzarbeiten nach Abschnitt 3,

- Prüfprotokolle der ZfP an Schweißverbindungen,
- Prüfprotokolle des Korrosionsschutzes,
- Justierungs- und Kalibrierungsnachweise eingesetzter Geräte,
- Ausführungsprotokoll der planmäßigen Vorspannarbeiten an Schraubverbindungen,
- Messprotokolle zur Überwachung der Geometrien und deren Toleranzen,
- Dokumentation der Prüfflächen zur Überwachung des Abrostens von wetterfestem Baustahl gemäß DAST-Ri 007,
- Tolerierungsanträge und Abweichungsberichte,
- Bestandsaufnahme von Mängeln und Dokumentation der Mangelbeseitigung gemäß 6 (5).

(2) Die Dokumentation ist mit dem Baufortschritt zu erstellen. Sie ist die Grundlage für die VOB-Abnahme und ist dem Auftraggeber rechtzeitig vor Abnahme zu übergeben.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau**

### **Abschnitt 2 Stahlverbundbau**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Planung und Konstruktion .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Werkstoffe und Verbundmittel .....</b>	<b>3</b>
3.1 Stahl .....	3
3.2 Kopfbolzen .....	3
3.3 Betonstahl .....	4
3.4 Beton .....	4
<b>4 Ausführung .....</b>	<b>4</b>
<b>5 Verbundbauweisen .....</b>	<b>4</b>
5.1 Einteilige Überbauten .....	4
5.2 Verbundfertigteilbauweise .....	4
5.3 Vorgespannte Verbundträger .....	5
5.4 Fahrbahnplatten mit Betonfertigteilen und Ortbetonergänzung .....	5
5.5 Ergänzende Regelungen für Fahrbahnplatten .....	5
5.6 Regelungen für Verbundbrücken mit Auflagerquerträgern aus Beton .....	6
<b>Anhang A</b>	
<b>Ergänzende Regelungen für Verbundbrücken mit Auflagerquerträgern aus Beton .....</b>	<b>7</b>

## 1 Allgemeines

Der Teil 4 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

## 2 Planung und Konstruktion

(1) Die Bemessung wird durch die Bauzustände beeinflusst. Die Entwurfsbearbeitung beinhaltet die Ausarbeitung einer qualitätssichernden und wirtschaftlichen Baufolge mit Festlegungen zu den einzusetzenden Baubehelfen. Die Festlegungen zu Bauzuständen und Baubehelfen sind in der Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen.

(2) Das Herstellungsverfahren der Betonfahrbahnplatte ist unter Berücksichtigung der DIN EN 1994-2 in der Entwurfsplanung festzulegen. Lage und Länge der Betonierabschnitte sowie die Betonierreihenfolge sind in der Leistungsbeschreibung vorzugeben.

(3) Es gilt DIN EN 1994-2.

(4) Für die Bemessung der Unterbauten und Lager kann eine vorgezogene Berechnung der Auflagerkräfte und der Lagerwege vereinbart werden, wobei für die Lasten aus Konstruktionseigengewicht eine Schwankung von  $\pm 5\%$  zu berücksichtigen ist. Hierfür ist eine angemessene Frist anzusetzen. Die Ergebnisse der vorgezogenen Berechnung dürfen gegenüber der endgültigen Berechnung nur für den Lastfall Konstruktionseigengewicht bis zu  $5\%$  abweichen. Außerdem sind die Höhenlage der Unterkante der Lagerkonstruktion sowie die Lastangriffspunkte und -richtungen anzugeben.

(5) Nach Auftragserteilung sind zu Beginn der Ausführungsbearbeitung die statischen Systeme, Rechenmethoden und Nachweisverfahren frühzeitig zur Prüfung einzureichen und vor der endgültigen Abfassung der statischen Berechnung mit dem Auftraggeber abzustimmen. Dies gilt auch für die statisch relevanten Bauzustände sowie den Einsatz von Baubehelfen.

(6) Die Abhebesicherheit der Fahrbahnplatten auf torsionssteifen Kästen ist rechnerisch nachzuweisen.

## 3 Werkstoffe und Verbundmittel

### 3.1 Stahl

Für die Stahlbauteile des Stahlverbundbaus ist ergänzend der Abschnitt 1 anzuwenden.

### 3.2 Kopfbolzen

(1) Es sind Kopfbolzen der Stahlsorte S235J2+C450 oder höherwertig vom Typ SD1 nach DIN EN ISO 13918 zu verwenden. Die Kopfbolzen

sind mit dem Schweißprozess 783 zu verschweißen. Für die Bemessung ist maximal eine Zugfestigkeit  $f_{uk}$  von  $450 \text{ N/mm}^2$  (Nennfestigkeit) anzusetzen. Bolzenschweißverbindungen von Verbundbrücken sind mit Ausnahme von begründeten Einzelfällen grundsätzlich im Herstellerwerk herzustellen.

(2) Für die Kopfbolzen sind dem Auftraggeber vor Beginn der Fertigung Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach DIN EN 10204 vorzulegen. Dafür sind mindestens die Prüfungen gemäß DIN EN ISO 13918 durchzuführen.

(3) Die Ausführung und Qualitätskontrolle erfolgen nach DIN EN ISO 14555. Für das Bolzenschweißen auf Verbundbrücken muss der ausführende Betrieb eine Qualifikation gemäß Abschnitt 10 der DIN EN ISO 14555 haben. Es müssen die umfassenden Qualitätsanforderungen gemäß Tabelle B.1 der DIN EN ISO 14555 erfüllt werden. Es darf nur gemäß DIN EN ISO 14732 und DIN EN ISO 14555, Abschnitt 6 qualifiziertes Personal eingesetzt werden.

(4) Das Verschweißen von Kopfbolzen mit den Schweißprozessen 111, 135/138 oder 136 ist in begründeten Ausnahmefällen mit Zustimmung des Auftraggebers für einzelne Kopfbolzen auf der Baustelle zulässig. Die Bolzen sind mit einer mehrlagigen Kehlnaht mit  $a \geq 6 \text{ mm}$  anzuschließen. Die Schweißnahtfläche muss mindestens der Querschnittsfläche des Bolzenschaftes entsprechen. Vor Beginn der Arbeiten ist eine Sicht- und Biegeprüfung in Anlehnung an DIN EN ISO 14555 erforderlich, mit der die Qualität der Nahtausführung durch die Schweißaufsichtsperson nachgewiesen wird.

(5) Kopfbolzen mit mangelhaften Schweißungen in nicht hoch auf Ermüdung beanspruchten Bauteilen dürfen nur nach Zustimmung des Auftraggebers ausgebessert werden. Art und Umfang der Ausbesserung sind vor Ausführung mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(6) Kopfbolzen mit mangelhaften Schweißungen sind in hoch auf Ermüdung beanspruchten Bauteilen kerbfrei auszutauschen. Ein vollständiges oder partielles Ausbessern mit anderen Schweißverfahren ist nicht zulässig. Vor dem Aufschweißen der neuen Bolzen sind die Bereiche auf Rissfreiheit zu prüfen (MT-Prüfung).

(7) Bereiche, in denen Kopfbolzen hoch auf Ermüdung beansprucht werden (u. a. Ausnutzung der Ermüdung  $> 50\%$ ), sind im Zuge der zu prüfenden Ausführungsplanung festzulegen und besonders zu kennzeichnen.

(8) Darüber hinaus gelten als hoch auf Ermüdung beanspruchte Bauteile u. a. die folgenden Bauteile:

- alle direkt durch Radlasten beanspruchte Verbundbauteile, wie z. B. Zugbänder bei Brücken

mit Kastenträgern und äußeren Diagonalen entsprechend der „Empfehlungen für die Gestaltung von großen Stahlverbund-Hochkastenbrücken“ und Quer- und Längsträger zur Abtragung der Verkehrslasten in die Hauptträger,

- spezielle Verankerungskonstruktionen bei integralen Brücken, bei denen Kräfte über „Schwertkonstruktionen“ in die Widerlager eingeleitet werden und die Verteilung der Dübelkräfte in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit und der Ermüdung unter Berücksichtigung der Nachgiebigkeit der Dübel ermittelt werden muss,
- Verankerungen von Fahrbahnübergängen und die Verankerung von Lagern, wenn ermüdungswirksame Einwirkungen zu berücksichtigen sind.

(9) Für die Bewertung der Kopfbolzenschweißung gilt die DIN EN ISO 13918. Abweichend von den Richtwerten beträgt das Mindestmaß für die Schweißwulsthöhe  $0,15 d$  und der Durchmesser des Schweißwulstes muss größer als das 1,2-fache des Schaftdurchmessers  $d$  sein.

(10) Wenn das Abtrennen und neu Aufschweißen von Kopfbolzen erforderlich wird, ist dies dem Fertigungsüberwacher des Auftraggebers anzuzeigen. Das Austauschen darf nur nach einer freigegebenen Arbeitsanweisung erfolgen.

(11) Das Schweißen der Kopfbolzen ist gemäß Abschnitt 1 zu dokumentieren.

### 3.3 Betonstahl

Es darf nur Betonstabstahl der Stahlsorte B500B nach DIN 488-1 verwendet werden.

### 3.4 Beton

(1) Für die Massivbauteile des Stahlverbundbaus ist ergänzend der Teil 3 Abschnitt 1 anzuwenden.

(2) *Bei Brückenbauwerken, bei denen der E-Modul des Betons großen Einfluss auf die Verformungen und die Spannungsverteilung hat, soll in der Tragwerksplanung ein realitätsnaher Ansatz des E-Moduls vorgegeben werden. In diesem Fall ist rechtzeitig vor Betonierbeginn durch Prüfungen nach DIN EN 12390-13 nachzuweisen, dass der E-Modul des Betons maximal 10 % von dem vorgegebenen Rechenwert abweicht. Die Zusammensetzung des verwendeten Betons muss mit derjenigen des Betons aus den Erstprüfungen übereinstimmen.*

(3) *Bei Brückenbauwerken, bei denen die Betonfestigkeit großen Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit (z. B. Rissbreiten) hat, sollten besondere betontechnologische Lieferbedingungen zur Vermeidung von Überfestigkeiten vereinbart werden.*

## 4 Ausführung

(1) Das Programm für die baubegleitenden Messungen ist vom Auftragnehmer dem Auftraggeber rechtzeitig vorzulegen. Das Ergebnis aller Kontrollen ist den Sollwerten gegenüberzustellen und dem Auftraggeber jeweils vor dem nächsten Montageschritt vorzulegen.

(2) Zur Herstellung der planmäßigen Gradienten sind notwendige Korrekturmaßnahmen frühzeitig durchzuführen.

## 5 Verbundbauweisen

### 5.1 Einteilige Überbauten

*Bei Brückenbauwerken, bei denen ausnahmsweise ein einteiliger Querschnitt gewählt wird, muss ein Fahrbahnplattentausch unter Aufrechthaltung einer ausreichenden Verkehrsführung (z. B. 4+0) konstruktiv untersucht und statisch nachgewiesen werden. Die technischen Randbedingungen für den Fahrbahnplattentausch sind in der Leistungsbeschreibung zu definieren.*

### 5.2 Verbundfertigteilbauweise

(1) Die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Verbundfertigteils sind während des Transports durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten; es dürfen keine außerplanmäßigen Verformungen zugelassen werden. Die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für alle Transport- und Bauzustände sind im Rahmen der Ausführungsplanung zu betrachten und nachzuweisen.

(2) In den Nachweisen für die Geometrieeinhaltung der Verbundfertigteilträger im Bauzustand sind auch die Verformungen durch Abfließen der Hydrationswärme sowie Schwinden und Kriechen zu berücksichtigen. Die in den Nachweisen angesetzten Bedingungen sind bei der Herstellung des Verbundfertigteils einzuhalten.

(3) Die Verbundfertigteilträger sind während des Betonierens und der Erhärtung des Betons in ihrer spannungslosen Werkstattform zu unterstützen. Vorgaben zu Anzahl und Höhenlage der Unterstützungspunkte sind im Rahmen des in der Ausführungsplanung zu erstellenden Messprogrammes festzulegen.

(4) An den Plattenrändern der Verbundfertigteilträger sind konstruktive Maßnahmen vorzusehen, mit denen Höhenunterschiede zwischen benachbarten Plattenrändern ausgeglichen werden können. Der Höhenunterschied darf 2 cm nicht überschreiten. Das horizontale Spaltmaß ist planmäßig mit 2 cm vorzusehen; zum Ausgleich von Fertigungs- und Montagetoleranzen ist bei der Verlegung der Träger ein maximales Spaltmaß von 4 cm

einzuhalten; die Spaltmaße sind so zu realisieren, dass die planmäßige Brückenbreite eingehalten wird.

### 5.3 Vorgespannte Verbundträger

Verbundträger mit durch planmäßig eingeprägte Verformungen vorgespannten Betongurten sind entsprechend den Regelungen ihrer Zulassung einzusetzen.

### 5.4 Fahrbahnplatten mit Betonfertigteilen und Ortbetonergänzung

(1) Für den Verbund zwischen Betonfertigteilen und Ortbetonergänzung darf nur Betonstabstahl der Stahlsorte B500B nach DIN 488-1 verwendet werden.

(2) Für Fertigteile mit Ortbetonergänzung sind die folgenden Regelungen zu beachten:

- Die Ortbetonergänzung muss im Fahrbahnbereich mindestens 20 cm und im Kappenbereich mindestens 15 cm betragen.
- Für Fertigteile ist auch dann ein Nachweis der Rissbreitenbeschränkung zu führen, wenn sie für den Verbundträger als nicht mittragend angesetzt werden und nur zwischen den Fugen mitwirken. Gleichgerichtete Beanspruchungen aus dem Betonierzustand sind hierbei zu überlagern.

(3) Fertigteile mit Ortbetonergänzung sind auf 2 cm dicken und mindestens 3 cm breiten, auf den Stahlträgerobergurt aufgeklebten Auflagerstreifen aus synthetischem Elastomer zu verlegen. Hierbei muss auf die Verträglichkeit des Klebers mit dem Elastomer und dem Beschichtungsstoff geachtet werden. Die Steifigkeit des Auflagerstreifens ist so zu wählen, dass der Mindestwert der Zusammendrückbarkeit 3 bis 5 mm und die maximale Zusammendrückbarkeit 10 mm beträgt, so dass noch ein ausreichender Raum für den Vergussmörtel vorhanden ist. Die Betonplatte muss nach dem Betonieren ohne Spalt aufliegen.

### 5.5 Ergänzende Regelungen für Fahrbahnplatten

(1) Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit von Betonquerschnittsteilen von Brücken in Verbundbauweise gelten zusätzlich zu DIN EN 1994-2 folgende Regelungen:

- a) Straßenbrücken sind im Allgemeinen so zu konstruieren, dass auf eine Vorspannung der Fahrbahnplatte mit Spanngliedern verzichtet werden kann. In Sonderfällen (stark gevoutete Hauptträger, Fachwerkverbundträger) kann die

Anordnung einer Längsvorspannung sinnvoll sein. In diesen Fällen bedarf der Einsatz von Spanngliedern der Zustimmung des Auftraggebers. Werden die Fahrbahnplatten in Querrichtung vorgespannt, sind Spannglieder ohne Verbund zu verwenden, die austauschbar sind.

- b) Der Stababstand der Längs- und Querbewehrung darf 10 cm nicht unterschreiten und in den äußeren Lagen 15 cm nicht überschreiten.
  - c) Bei Fahrbahnplatten, die in Längs- und Querrichtung schlaff bewehrt sind, sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:
    - In Querrichtung ist je Querschnittsseite eine einlagige Bewehrung mit  $\Phi^{*1} \leq 20$  mm anzuordnen und der Bewehrungsquerschnitt darf je Lage 1 % des Betonquerschnitts nicht überschreiten. In Bereichen mit örtlich erhöhten Beanspruchungen (z. B. in Auflager- und Querrägerbereichen sowie zur Abdeckung der Längsschubkräfte im Gurtanschnitt) und bei der unten liegenden Bewehrung im Feldbereich zwischen den Hauptträgern darf der Stabdurchmesser  $\Phi^*$  jedoch maximal 25 mm und der Bewehrungsquerschnitt je Lage maximal 1,5 % des Betonquerschnittes betragen.
    - In Brückenlängsrichtung darf oben und unten eine ein- oder zweilagige Bewehrung mit  $\Phi^* \leq 20$  mm angeordnet werden. In Plattenbereichen mit Plattendicken größer als 40 cm darf zusätzlich zur oberen und unteren Bewehrung eine weitere mittig angeordnete Bewehrungslage mit  $\Phi^* \leq 25$  mm angeordnet werden. In Bereichen mit Übergreifungsstößen darf der Grundquerschnitt der Längsbewehrung 2,5 % des Betonquerschnittes und in Bereichen ohne Übergreifungsstöße 3 % nicht überschreiten.
  - d) Bei Fahrbahnplatten mit schlaffer Bewehrung in Brückenlängsrichtung und Spanngliedvorspannung in Querrichtung ist in Querrichtung eine Mindestbewehrung von  $\Phi^* = 12$  mm im Abstand  $s = 15$  cm anzuordnen.
  - e) Bei Stabbogenbrücken, bei denen die Betonfahrbahnplatte im Haupttragwerk als schlaff bewehrtes Zugband mitwirkt, darf die Fahrbahnplattendicke 30 cm nicht unterschreiten. Oben und unten ist eine einlagige Bewehrung mit einem Stabdurchmesser  $\Phi^* \leq 20$  mm anzuordnen. Die Anordnung einer weiteren, mittigen Lage mit Stabdurchmessern  $\Phi^* \leq 25$  mm ist zulässig. Hinsichtlich der Stababstände gelten die vorgenannten Regelungen.
- (2) In Stützbereichen mit starker Längsbewehrung sind einbetonierte Entwässerungsquerleitungen möglichst zu vermeiden. Die Anzahl von Ausspa-

<sup>1</sup>  $\Phi^*$  bezeichnet den Grenzdurchmesser von Betonrippenstählen gemäß der Definition in DIN EN 1994-2.

rungen für Gerüstabhängungen und Gerüstverspannungen ist zu minimieren. Sie dürfen, entsprechend dem minimalen Abstand der Bewehrungsstäbe, nicht größer als  $d = 8 \text{ cm}$  sein.

(3) Wenn auf Einbauten mit Blockdübelwirkung (z. B. Schalwagenstühlchen) auf den Obergurten nicht verzichtet werden kann, sind diese statisch nachzuweisen und erforderlichenfalls so elastisch abzupolstern, dass im Tragwerk keine ungewollte Dübelwirkung für Schubkräfte zwischen Betonplatte und Stahltragwerk entsteht und insbesondere in Querrichtung eine biegesteife Verbindung zwischen Betonplatte und Querrahmen vermieden wird.

(4) Die Anzahl der Durchdringungspunkte der Betonfahrbahnplatte für den Schalwagen ist in diesen Fällen zu minimieren. Zwischen den Stegen sind Konstruktionen einzusetzen, die sich auf den Untergurten der Träger bzw. auf dem Bodenblech/Längsrippen abstützen.

(5) Im Bereich der Schalwagenstühlchen ist sowohl die Längs- als auch die Querbewehrung der Fahrbahnplatte mit ihrem vollen Querschnitt ungestoßen durchzuführen. Die Ausbildung der Aufständungen ist hierauf abzustimmen (z. B. durch Aussparungen für die Bewehrung). Eine Auswechslung der Bewehrung ist nicht zulässig. Die zentrische Lage der Aufständungen über Querschotten ist durch Knaggen oder kurze Heftnähte zu sichern. Für einbetonierte Aufständungen ist eine Betondeckung  $nom\ c = 4,5 \text{ cm}$  einzuhalten.

### **5.6 Regelungen für Verbundbrücken mit Auflagerquerträgern aus Beton**

Bei der Ausbildung von Auflagerquerträgern aus Beton sind die ergänzenden Regelungen in Anhang A zu beachten.



## Anhang A

### Ergänzende Regelungen für Verbundbrücken mit Auflagerquerträgern aus Beton

(1) Beispiele für die Ausbildung von Auflagerquerträgern aus Beton sind in Bild A.4.2.1 angegeben. Die Mindestbreiten der Betonquerträger betragen für den

- Widerlagerquerträger:
  - 0,80 m bei indirekter Lagerung,
  - 0,60 m bei direkter Lagerung,
- Stützenquerträger: 0,90 m.

(2) Bei Stützenquerträgern darf alternativ zu den Darstellungen in Bild A 4.2.1 die Obergurtzugkraft durch eine verschweißte oder geschraubte Durchbindung des Stahlträgerobergurtes in Kombination mit zusätzlicher Längsbewehrung im Betongurt aufgenommen werden, wobei beim Nachweis der Rissbreitenbeschränkung und der Ermüdung bei der Ermittlung der Zugkraft im Betonstahl der Einfluss aus der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen zu berücksichtigen ist.

(3) Beim Nachweis der Rissbreitenbeschränkung ist ebenfalls von einer zentrischen Zugbeanspruchung aus Haupttragwerkswirkung auszugehen.

(4) Die Mindestbewehrung über den Stützenquerträgern beträgt für die unterste Bewehrungslage in Trägerlängsrichtung  $\Phi^* = 16 \text{ mm}$  und  $s = 10 \text{ cm}$ . Diese Bewehrung ist in Trägerlängsrichtung über die Länge  $L$  anzuordnen.

$$L = b_{\text{QTR}} + 2 \times (0,15 \times L_{\text{St}} + l_{\text{b,rqd}})$$

Dabei ist:

$L_{\text{St}}$  die größere Trägerstützweite der beiden angrenzenden Felder,

$l_{\text{b,rqd}}$  das Grundmaß der Verankerungslänge,

$b_{\text{QTR}}$  die Querträgerbreite.

(5) Die am Anschluss des Hauptträgers an den Stützenquerträger auftretende Längsschubkraft zwischen Betonplatte und Stahlträgerobergurt ist durch eine konzentrierte Verdübelung am Trägerende über Schub in den Stahlträger einzuleiten. Hierbei darf die Schubkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit dreieckförmig auf eine Länge von  $a_{\text{LTR}}$  verteilt werden, wobei  $a_{\text{LTR}}$  der Achsabstand der Hauptträger ist. Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit gilt DIN EN 1994-2.

(6) Für die Querträger ist in den äußeren Lagen der maximale Stababstand in jeder Richtung auf 15 cm begrenzt. Die Mindestschubbewehrung soll aus geschlossenen Bügeln Durchmesser 12 mm mit  $s = 12,5 \text{ cm}$  bestehen. Wenn nicht die Variante A

nach Bild A 4.2.1 gewählt wird, sind für die Bügelbewehrung bei den Varianten B und C nach Bild A 4.2.1 gegebenenfalls entsprechende Öffnungen in den Stahlträgeruntergurten bzw. Stahlträgerobergurten vorzusehen. Dies gilt insbesondere bei Brücken mit schiefwinkligen Auflagerquerträgern.

(7) Für den Nachweis der Torsionsbewehrung der Querträger gilt DIN EN 1992-2.

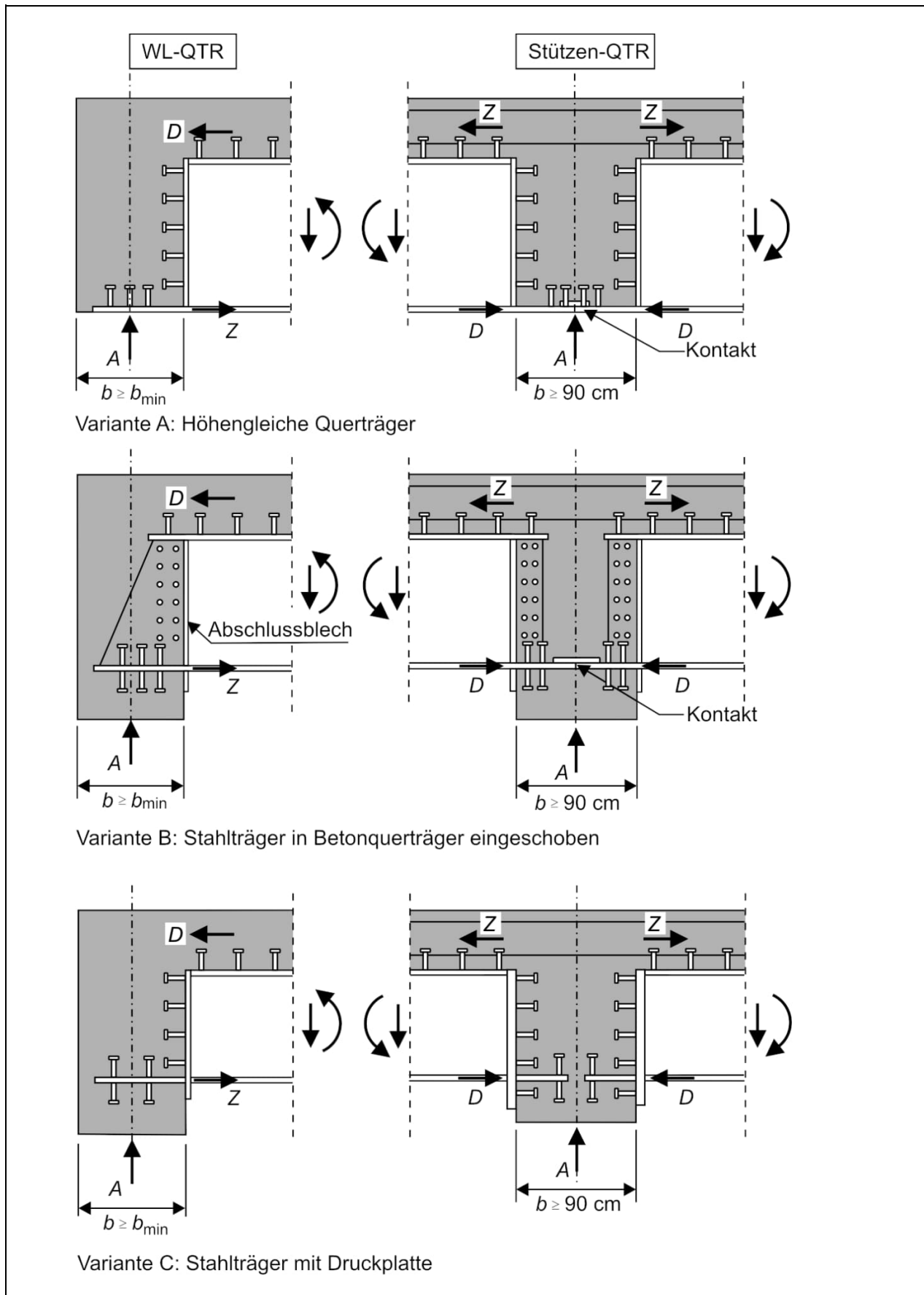
(8) Querträger und Fahrbahnplatte sind in einem Arbeitsgang zu betonieren.

(9) Widerlagerquerträger dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers vorbetoniert werden. Dann ist die Arbeitsfuge horizontal zwischen dem Querträger und der Fahrbahnplatte vorzusehen. Stützenquerträger nach Bild A 4.2.1 dürfen nicht vorbetoniert werden.

(10) Bei den Varianten B und C nach Bild A 4.2.1 sind im Untergurt Lüftungsöffnungen für das Betonieren vorzusehen.

(11) Um Auswechslungen bei der Bewehrung zu vermeiden, ist bei der Variante C nach Bild A 4.2.1 möglichst eine durchgehende, dicke Kopfplatte vorzusehen. Die Kopfplatte ist so zu bemessen, dass die zulässige Teilflächenpressung des Betons nach EN 1992-2 eingehalten wird. Die Lastausbreitung in der Kopfplatte darf hierbei unter  $60^\circ$  angesetzt werden, wenn die Biegespannungen der Kopfplatte nachgewiesen werden.

Bild A 4.2.1: Betonquerträgervarianten A-C



# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau**

### **Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>	
1.1 Grundsätzliches.....	3	
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	
1.3 Anforderungen.....	4	
1.4 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung.....	4	
<b>2 Vorbereitung der Korrosionsschutzmaßnahmen.....</b>	<b>4</b>	
<b>3 Oberflächenvorbereitung .....</b>	<b>5</b>	
3.1 Allgemeines.....	5	
3.2 Anforderungen.....	5	
3.3 Anforderungen vor der Applikation von Folgebeschichtungen.....	5	
3.4 Besondere Aspekte der Instandsetzung...	5	
<b>4 Beschichtungsstoffe und Korrosionsschutzsysteme .....</b>	<b>6</b>	
4.1 Allgemeines.....	6	
4.2 Beschichtungsstoffe .....	6	
4.3 Korrosionsschutzsysteme .....	6	
4.3.1 Allgemeines.....	6	
4.3.2 Fertigungsbeschichtungen.....	7	
4.3.3 Kantenschutz.....	7	
4.3.4 Verzinken .....	7	
4.3.5 Kontaktflächen von geschraubten Verbindungen.....	8	
4.3.6 Dünnbeläge und reaktionsharzgebundene Mörtelbeschichtungen.....	8	
<b>5 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten.....</b>	<b>8</b>	
5.1 Allgemeines.....	8	
5.2 Anforderungen an das Personal.....	9	
5.3 Verarbeitungsbedingungen .....	10	
5.4 Lagerungsbedingungen und -dauer .....	10	
5.5 Baustellenschweißstöße .....	10	
5.6 Kontrollflächen.....	10	
5.7 Kennzeichnungen.....	11	
<b>6 Schutzmaßnahmen bei der Ausführung.....</b>	<b>11</b>	
6.1 Allgemeines.....	11	
6.2 Schutzmaßnahmen bei Strahlarbeiten ..	11	
		6.2.1 Allgemeines..... 11
		6.2.2 Anforderungen an Einrüstungen..... 11
		6.3 Schutzmaßnahmen bei der Applikation . 12
		<b>7 Entsorgung von Strahlschutt..... 12</b>
		<b>8 Qualitätssicherung / Überwachung..... 13</b>
		8.1 Qualitätssicherung der Beschichtungsstoffe..... 13
		8.1.1 Allgemeines .....
		8.1.2 Abnahmeprüfzeugnisse .....
		8.2 Überwachung der Ausführung..... 13
		8.2.1 Eigenüberwachung .....
		8.2.2 Kontrollprüfungen .....
		<b>9 Abnahme .....</b>
		<b>10 Mängelansprüche .....</b>
		<b>Anhang A</b> Korrosionsschutzsysteme .....
		<b>Anhang B</b> Prüfprotokolle .....
		<b>Anhang C</b> Planungshilfen.....
		<b>Anhang D</b> Entsorgung von Strahlschutt.....
		<b>Anhang E</b> Richtlinien für Kontrollprüfungen .....
		<b>Anhang F</b> Erläuterung von Abkürzungen.....

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 4 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten die DIN EN ISO 12944, die DIN 55634, die Technischen Lieferbedingungen für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten (TL KOR – Stahlbauten) und die Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten (TP KOR – Stahlbauten) sowie ggf. die Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe von Schottertrogbeschichtungen (Blatt 84) (DBS 918 084).

(3) Wenn wetterfester Stahl (WT-Stahl) in Teilbereichen beschichtet werden soll, gelten diese Regelungen sinngemäß.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

(1) Es gilt DIN EN ISO 12944-1. Darüber hinaus gelten die folgenden Begriffsbestimmungen:

### (2) Abfallentsorgung

Verwertung oder Beseitigung von Abfällen

### (3) Abplanung

Allseitige Einrüstung des Arbeitsbereiches mit dichten und festen Böden sowie Wänden und Decken aus dichten, zerreifesten Planen mit Stoberdeckungen und Anschlüssen zum Bauwerk

### (4) Abschirmung

Rhrenartige Abplanung

### (5) Ausbesserung

Wiederherstellen des Korrosionsschutzes durch Aufbringen geeigneter Korrosionsschutzsysteme an kleinflächigen Fehlstellen

### (6) Einhausung

Allseitig staubdichte Einrüstung des Arbeitsbereiches mit festen Böden, Wänden und Decken und staubdichten Anschlüssen zum Bauwerk

### (7) Kontrollfläche

Repräsentativer und genau definierter Bereich eines Bauteiles, der mit dem ausgeschriebenen Korrosionsschutzsystem unter Aufsicht des Auftraggebers und des Auftragnehmers innerhalb des laufenden Beschichtungsprozesses beschichtet wird. Das Anlegen von Kontrollflächen ist eine Bauberwachungsmanahme. Kontrollflächen dienen als Referenzfläche zur Ursachenklärung bei etwaigen Mängeln am Korrosionsschutz (siehe B 4.3.6).

### (8) Korrosionsschutzplan

Die zeichnerische und textliche Darstellung der Korrosionsschutzmaßnahme, bestehend aus einer Übersichtszeichnung und erforderlichen Detailangaben

### (9) Probeflächen

Flächen, an denen bestimmte Eigenschaften einer Beschichtung unter bestimmten Randbedingungen geprüft werden

### (10) Schutzdauer

Standzeit eines Beschichtungssystems, nach der an ca. 10 % der Fläche mit dem Rostgrad Ri 3 zu rechnen ist

### (11) extrem hohe Schutzdauer

Schutzdauer von mindestens 35 Jahren

### (12) Spritzwasserbereich

Bereich, der mit Tausalzsole beaufschlagt werden kann. Zusätzlich kann er durch den Aufprall fester Körper (z.B. Splitt) mechanisch belastet werden

### (13) Sprühnebelbereich

Bereich, der mit Tausalzsprhnebel, jedoch nicht mit Spritzwasser, beaufschlagt werden kann

### (14) Strahlen

Auftreffen eines Strahlmittels mit hoher kinetischer Energie auf die vorzubereitende Oberfläche

### (15) Strahlgut

Zu strahlender Gegenstand

### (16) Strahlmittel

Stoff, der zum Strahlen benutzt wird

### (17) Strahlschutt

Bei der mechanischen Oberflächenvorbereitung anfallende Rückstände aus Altbeschichtungen, Rost und verbrauchtem Strahlmittel. Strahlschutte, die bei Anwendung mineralischer Strahlmittel entstehen, werden als „Strahlschutt mineralisch“ und solche bei Anwendung metallischer Strahlmittel als „Strahlschutt metallisch“ bezeichnet. Hierunter sind sinngemäß auch anfallende Rückstände aus Handentrostung und maschineller Entrostung zu verstehen

### (18) Teilerneuerung

Wiederherstellen des Korrosionsschutzes durch Aufbringen geeigneter Beschichtungssysteme an Fehlstellen und Aufbringen von mindestens einer ganzflächigen Deckbeschichtung

### (19) Vollerneuerung

Restloses Entfernen der alten Beschichtung und Aufbringen eines neuen Beschichtungssystems.

### 1.3 Anforderungen

(1) Bei Erstbeschichtungen und Vollerneuerungen sind in der Leistungsbeschreibung Korrosionsschutzsysteme gemäß TL KOR-Stahlbauten, Tabelle 1 für eine Schutzdauer von mindestens 25 Jahren (sehr hoch, siehe DIN EN ISO 12944-1) bei Korrosivitätskategorie C5 anzugeben.

(2) Alle Außenflächen von Bauwerken, die im Zuge von Straßen oder unmittelbar darüber liegen, sind dem Sprühnebelbereich zuzuordnen, soweit sie sich nicht im Spritzwasserbereich befinden.

### 1.4 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung

(1) Die konstruktive Durchbildung neuer Bauwerke muss auch den zum Schutz der Umwelt erforderlichen Maßnahmen bei späterer Instandsetzung des Korrosionsschutzes Rechnung tragen, z.B. durch

- möglichst ebene Außenflächen, um bei Einhausungen oder Abplanungen ein Abdichten zum Bauwerk zu erleichtern,
- geplante Austauschbarkeit von Bauteilen, deren spätere Korrosionsschutz-Instandsetzung einen extrem hohen Aufwand erfordern würde.

(2) Hohlkästen, deren Abmessungen eine Zugänglichkeit grundsätzlich nicht zulassen sowie kleine Stahlbauteile wie z.B. Trapezsteifen oder Schrammborde, gelten als nicht begehbar. Sie sind luftdicht zu verschweißen. Es ist keine Innenbeschichtung erforderlich.

(3) Luftdicht verschlossene Hohlkästen, die eine Zugänglichkeit grundsätzlich nicht ausschließen, erhalten eine Innenbeschichtung (siehe Tabelle A 4.3.2, Bauteil-Nr. 1.3.4).

(4) Für die konstruktive Gestaltung der Bauteile, die stückverzinkt werden sollen, sind die DAST Richtlinie 022 und die DIN EN ISO 14713-2 zu beachten.

(5) Bei zu beschichtenden Bauteilen von Neubauten sind für Kanten, Schweißnähte und andere Bereiche auf Stahloberflächen, die Unregelmäßigkeiten aufweisen, Vorbereitungsgrade P3 nach DIN EN ISO 8501-3 herzustellen. Für geriffelte I-profilierter Schweißnähte gilt der Vorbereitungsgrad P3, wenn eine extrem hohe Schutzdauer des Korrosionsschutzes verlangt wird, ansonsten ist der Vorbereitungsgrad P2 ausreichend. Für Kanten ist alternativ zu DIN EN ISO 8501-3 ein dreifaches Brechen zulässig (siehe Bild A 4.3.1). Für Bauteile, die metallische Überzüge (z.B. Feuer- oder Spritzverzinkung) erhalten, gelten der Vorbereitungsgrade P2 und 4.3.4.

(6) Aufhärtungsbereiche von thermisch geschnittenen Kanten sind sowohl vor der Oberflächenvorbereitung beim Beschichten als auch vor dem Verzinken durch Schleifen zu entfernen.

## 2 Vorbereitung der Korrosionsschutzmaßnahmen

(1) Es ist zu prüfen, ob anstelle einer Vollerneuerung eine Ausbesserung oder Teilerneuerung des Korrosionsschutzes technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Für diese Prüfung gelten die Richtlinien für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten (RI-ERH-KOR) und die Richtlinien für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (RI-WI-BRÜ).

(2) Der Auftragnehmer ist im Sinne der 4. und 31. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchV) sowohl bei Korrosionsschutzarbeiten im Werk als auch am Bauwerk der Betreiber der Beschichtungsanlage. Er hat dafür Sorge zu tragen, dass die Anlage der 4. und 31. BImSchV entspricht und alle Auflagen erfüllt werden, die sich aus den genannten Verordnungen ergeben.

(3) Überschreitet bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen der Lösemittelverbrauch den Schwellenwert von 5 t/a, ist die Anlage gemäß 31. BImSchV gegenüber der zuständigen Behörde anzeigepflichtig. Eine Fassung und Behandlung der Abgase ist bei geeigneter Wahl der Beschichtungstoffe in der Regel nicht erforderlich, da die Anforderungen der 31. BImSchV durch Aufstellung eines Reduzierungsplans gemäß Anhang V der Verordnung erfüllt werden können.

(4) Beschichtungsanlagen die länger als 12 Monate betrieben werden und bei denen der Lösemittelverbrauch 15 t/a oder 25 kg/h überschreitet, sind gemäß 4. BImSchV genehmigungspflichtig.

(5) Es ist vor Ausschreibung der Maßnahme zu prüfen, ob mit einem Reduzierungsplan die Anforderungen der 31. BImSchV eingehalten werden können. Falls dies nicht möglich ist, muss die Beschichtungsanlage geeignet sein, die Abgase zu fassen und zu behandeln. Dies ist in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(6) Beim Entfernen von schadstoffbelasteten Altbeschichtungen mit Mehrwegstrahlmitteln muss die Aufbereitungsanlage geeignet sein, die Schadstoffe vom Strahlmittel zu trennen.

(7) Von der Baumaßnahme unmittelbar betroffene Dritte sind rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten zu informieren. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zur Beweissicherung vorzusehen (z.B. Entnahme von Bodenproben).

(8) Für Neubaumaßnahmen wird empfohlen, alle Schichten einschließlich der Deckbeschichtung im Werk zu applizieren. Durch das Ausbessern von Transport- und Montageschäden können optische Beeinträchtigungen auftreten. Daher wird empfohlen, bei größeren Baumaßnahmen die Deckbeschichtung auf der Baustelle auszuführen.

(9) Für Teil- und Vollerneuerungen wird empfohlen, alle zu applizierenden Schichten in einer Einhausung aufzubringen.

### 3 Oberflächenvorbereitung

#### 3.1 Allgemeines

(1) Es ist nicht zulässig, silikonhaltige Fette, Öle, Schalungsmittel, Dichtstoffe sowie weitere Stoffe mit silikonhaltigen Inhaltsstoffen bei Stahlbauarbeiten, Betonbauarbeiten sowie beim Einrichten von Baubehelfen wie Gerüste und Einhausungen zu verwenden.

(2) Das Oberflächenvorbereitungsverfahren und die hierbei zu treffenden Schutzmaßnahmen sind der jeweiligen Schutzbedürftigkeit der Umgebung anzupassen.

(3) Die Prüfung der Oberflächen erfolgt nach DIN EN ISO 8502-2 bis 6 und 9 und DIN/TR 55684.

(4) Die Verwendung von Mehrwegstrahlmitteln erfordert eine Anlage, in der das wieder zu verwendende Strahlmittel von Farb-, Rost- und Schmutzpartikeln getrennt wird.

#### 3.2 Anforderungen

(1) Vor der Oberflächenvorbereitung ist die zu beschichtende Oberfläche auf Verunreinigungen zu prüfen und diese ggf. zu entfernen.

(2) Die Oberflächenvorbereitung durch Strahlen ist mit kantigem Strahlmittel gemäß DIN EN ISO 11124 oder DIN EN ISO 11126 durchzuführen.

(3) Sofern nicht anders vereinbart muss die Oberflächenvorbereitung durch Strahlen mindestens dem Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ gemäß DIN EN ISO 12944 4 entsprechen. Dies gilt auch für das Nachbehandeln von Schweißnähten.

(4) Bei einer Oberflächenvorbereitung mit hand- oder maschinell angetriebenen Werkzeugen muss der Oberflächenvorbereitungsgrad P St 3 bzw. P Ma entsprechen.

(5) Der Rauheitsgrad von durch das Strahlen vorbereiteten Oberflächen muss mindestens mittel (G) gemäß DIN EN ISO 8503 1 und 2 betragen.

(6) Stahlflächen für schotterberührte Beläge sowie für thermisch gespritzte Zinkschichten müssen den Rauheitsgrad grob (G) gemäß DIN EN ISO 8503 1 und 2 aufweisen.

(7) Die Staubbelastung der gestrahlten Oberfläche ist vom Auftragnehmer mit 5 Staubtests gemäß DIN EN ISO 8502-3 je 100 m<sup>2</sup> Beschichtungsfläche zu prüfen. Die Prüfungen sind zu protokollieren. Staubmenge und Partikelgröße dürfen die Werte der Klasse 2 nicht überschreiten.

(8) Die Salzbelastung der Oberfläche darf vor dem Beschichten 80 mg/m<sup>2</sup> gemäß DIN/TR 55684, DIN EN ISO 8502-6 nicht überschreiten. Wenn dieser Grenzwert überschritten wird, müssen diese Oberflächen durch Reinigen mit Wasser mit mindestens 150 bar Druck und mit mindestens 50°C warmem Wasser vorbereitet werden.

(9) Bei der Verwendung von Beschichtungsstoffen der Blätter 81, 87, 94, 95 und 97 auf feuerverzinkten Oberflächen ist Sweep-Strahlen gemäß „Verbände-Richtlinie Korrosionsschutz von Stahlbauten; Duplexsysteme; Feuerverzinkung plus Beschichtung; Auswahl, Ausführung, Anwendung“ als Oberflächenvorbereitung durchzuführen.

(10) Beim Sweep-Strahlen von feuerverzinkten Oberflächen dürfen nicht mehr als 15 µm des Zinküberzuges abgetragen werden.

(11) Die vorbereiteten Oberflächen sind vor dem Auftragen der Grundbeschichtung vom Auftraggeber oder einer von ihm entsprechend beauftragten Prüfstelle (siehe Anhang E) auch im Werk freizugeben.

#### 3.3 Anforderungen vor der Applikation von Folgebeschichtungen

(1) Vor dem Aufbringen von Folgebeschichtungen hat der Auftragnehmer sicherzustellen, dass die Oberfläche frei von Verunreinigungen ist, ggf. ist eine Oberflächenvorbereitung durchzuführen.

(2) Bei Verbundbrücken ist darauf zu achten, dass die Beschichtung nicht mit Beton und/oder Zementschlämme verunreinigt wird. Verunreinigungen sind vollständig zu entfernen.

(3) Bei bewitterten EP-Zwischenschichten ist mindestens eine Reinigung mit Wasser mit rotierender Düse, mindestens 150 bar Druck, mindestens 80°C warmen Wasser und einem Abstand von höchstens 30 cm zur Oberfläche durchzuführen. Die Wirksamkeit der Reinigung ist zu erproben.

(4) Bei anderen bewitterten Zwischenschichten als EP-Zwischenschichten ist mindestens eine Reinigung mit Wasser mit mindestens 100 bar Druck und mindestens 80°C warmen Wasser durchzuführen. Die Wirksamkeit der Reinigung ist zu erproben.

(5) Ist die in (3) bzw. (4) beschriebene Reinigung nicht ausreichend, ist das Verfahren der Oberflächenvorbereitung mit dem Beschichtungsstoffhersteller abzustimmen. Das Verfahren bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

#### 3.4 Besondere Aspekte der Instandsetzung

(1) Bei Ausbesserungen und Teilerneuerungen der Beschichtung ist das Oberflächenvorbereitungs-

verfahren objekt- und zustandsbezogen festzulegen (RI-ERH-KOR).

(2) Bei einer Teil- oder Vollerneuerung sollte die Oberfläche im Zuge der Planung der Maßnahme auf mögliche Salzbelastungen untersucht werden. Die Ergebnisse sind der Ausschreibung beizufügen. Bei hohen Salzbelastungen ist ein zusätzliches Waschen der Oberflächen vor dem Strahlen erforderlich und in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(3) Bei älteren Bauwerken kann das Entfernen vorhandener Walzhaut, sowie das Vorliegen von Verseifungsprodukten oder Rostnarben unter der Altbeschichtung erhöhten Aufwand erfordern. Falls erforderlich ist dies in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

## 4 Beschichtungsstoffe und Korrosionsschutzsysteme

### 4.1 Allgemeines

Bei Verwendung von Großgebinden muss die Entnahme von 2-komponentigen Beschichtungsstoffen über eine Dosieranlage, Zweikomponentenspritzanlage oder mit einer Waage mit einer Genauigkeit von mindestens 1 % erfolgen. Es sind die Einzelmischungen und die dosierte Gesamtmenge zu dokumentieren.

### 4.2 Beschichtungsstoffe

(1) Es sind Beschichtungsstoffe nach den TL KOR – Stahlbauten, Anhang A oder für Bahnbrücken nach DBS 918 084 zu verwenden, die in der von der Bundesanstalt für Straßenwesen geführten „BAST-Zusammenstellung der geprüften Beschichtungsstoffe für die Anwendung an Bauwerken und Bauteilen der Bundesverkehrswege“ enthalten sind.

(2) Beschichtungsstoffe gemäß den TL KOR – Stahlbauten, Anhang B sind innovative Beschichtungsstoffe. Für die Anwendung ist eine bauaufsichtliche Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

(3) Sollen in Ausnahmefällen Beschichtungsstoffe verwendet werden, die nicht in den TL KOR – Stahlbauten oder dem DBS 918 084 genannt sind, muss ihre Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck nachgewiesen werden. Für die Anwendung ist eine bauaufsichtliche Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

(4) Beschichtungsstoffe, die einer mechanischen Belastung im Wasser ausgesetzt sind, müssen den Anforderungen der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) für Korrosionsschutz im Stahlwasserbau (Leistungsbereich 218) entsprechen.

(5) Für Bauteile in Binnengewässern sind Systeme I und im Meerwasser Systeme II gemäß den Listen

der zugelassenen Beschichtungssysteme der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) zu verwenden.

(6) Wenn aufgrund örtlicher Gegebenheiten oder besonderer Auflagen nur eine hand- (P St 3) oder eine maschinelle Entrostung (P Ma) möglich ist, dürfen für Teilerneuerungen und Ausbesserungen der Altbeschichtung nur Beschichtungsstoffe nach den Blättern 93 oder 94 der TL KOR – Stahlbauten, Anhang A verwendet werden.

(7) Es wird empfohlen, eisenglimmerhaltige Farben (DB-Farben) zu verwenden. Dies gilt insbesondere bei Erstschutzmaßnahmen, bei denen die Deckbeschichtung auf der Baustelle appliziert wird.

(8) Werden besondere Anforderungen an die Farbgenauigkeit und die Farbbeständigkeit der eisenglimmerfreien Deckbeschichtungsstoffe (RAL-Farben) gestellt, sind diese zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu vereinbaren und nachzuweisen.

(9) Sollen bei eisenglimmerfreien Deckbeschichtungen auch andere als in der TL KOR – Stahlbauten genannte Farben verwendet werden, sind für die Farbgenauigkeit und die Farbbeständigkeit entsprechende Regelungen in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(10) Die Messung der Farbgenauigkeit und die Prüfung der Farbbeständigkeit sind gemäß den TP KOR – Stahlbauten, 6.2.5 durchzuführen. Die Prüfdauer beträgt mindestens 15 Wochen.

(11) Zur Verbesserung der Deckkraft von hellen Deckbeschichtungen wird empfohlen, die letzte Zwischenbeschichtung in heller Farbe vorzusehen.

(12) Die Deckkraft (Deckfähigkeit) ist bei Deckbeschichtungen bei einer Trockenschichtdicke von 80 µm bei hellen oder brillanten Farben z.B. weiß, orange und rot häufig nicht ausreichend. Hier empfiehlt es sich, abweichend vom Anhang A zwei derartige Deckbeschichtungen aufzutragen oder eine zusätzliche Zwischenbeschichtung zur Unterstützung der Deckkraft entsprechend farblich zu gestalten.

### 4.3 Korrosionsschutzsysteme

#### 4.3.1 Allgemeines

(1) Es sind die Korrosionsschutzsysteme nach Anhang A zu verwenden.

(2) Innerhalb eines Beschichtungssystems dürfen nur Stoffe eines Herstellers verarbeitet werden.

(3) Beschichtungsstoffe der TL-Blätter 87, 94 und 97 dürfen innerhalb eines Beschichtungssystems unter der Voraussetzung kombiniert werden, dass diese Kombination entsprechend TL KOR-Stahlbauten geprüft und in der „Zusammenstellung der geprüften Beschichtungsstoffe nach den TL KOR-Stahlbauten für die Anwendung an Bauwerken und



Bauteilen der Bundesverkehrswege“ enthalten ist (siehe Tabelle A 4.3.2, z.B. Bauteil-Nr. 1.3.1).

(4) Bei Korrosionsschutzsystemen nach den Blättern 87 und 97, bei denen die Deckbeschichtung auf der Baustelle auf einer Werksbeschichtung appliziert wird, darf die letzte im Werk applizierte Schicht aus eisenglimmerhaltigen PUR- oder EP-Beschichtung bestehen.

(5) Die im Anhang A genannten Schichtdicken sind Sollschichtdicken im Sinne der DIN EN ISO 12944 5 (siehe auch 8.2.1 (5)). Bei der Ausführung gilt die Sollschichtdicke als erreicht, wenn höchstens 20 % der Einzelwerte den Sollwert um höchstens 20 % unterschreiten, der Mittelwert aller Messungen auf einer Messfläche jedoch mindestens der Sollschichtdicke entspricht.

(6) Abweichend von DIN EN ISO 12944-5, dürfen die gemessenen Schichtdicken nicht das Doppelte und nur an einzelnen Stellen, z.B. Kehlen nicht das Dreifache der Sollschichtdicke überschreiten.

(7) Bei Zinkstaubgrundbeschichtungsstoffen darf eine Trockenschichtdicke von 150 µm nicht überschritten werden.

(8) Verbindungselemente sind so wirksam zu schützen wie die Oberfläche der Stahlbauteile selbst.

(9) Es sind feuerverzinkte Verbindungsmittel nach DIN EN ISO 10684 zu verwenden. Sichtbare Verbindungsmittel sind mit einer Zwischen- und einer Deckbeschichtung zu versehen.

#### 4.3.2 Fertigungsbeschichtungen

(1) Das Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen ist unzulässig.

(2) Eine vorhandene Fertigungsbeschichtung muss vor der Applikation der Grundbeschichtung des Beschichtungssystems durch Trockenstrahlen entfernt werden.

#### 4.3.3 Kantenschutz

(1) Alle Kanten sowie Schrauben und Schweißnähte (nicht Baustellenschweißstöße gemäß Nr. 5.5) erhalten nach der Grundbeschichtung einen Kantenschutz. Für den Kantenschutz sind die entsprechenden Beschichtungsstoffe des TL-Blattes der Grundbeschichtung zu verwenden.

(2) Für den Kantenschutz ist eine Leistungsposition vorzusehen.

(3) Bei Applikationen durch Spritzen sind Bereiche wie Ecken, Schrauben- und Nietköpfe oder andere verfahrensbedingt schwer erreichbare Bereiche mit dem jeweiligen Beschichtungsstoff vorzustreichen.

#### 4.3.4 Verzinken

Für die Gestaltung von Bauteilen, die verzinkt werden sollen, gilt die DIN EN ISO 14713-1.

##### 4.3.4.1 Feuerverzinken

(1) Für Feuerverzinken (Stückverzinken) gelten DIN EN ISO 1461 und die DAST-Richtlinie 022.

(2) Alle zu verzinkenden Flächen sind wesentliche Flächen gemäß DIN EN ISO 1461. Fehlstellen in der Zinkschicht sind mit Zinkstaubgrundbeschichtungsstoffen nach den TL KOR – Stahlbauten, Blatt 87, Blatt 89 bzw. Blatt 97 oder mit einer Spritzverzinkung auszubessern.

(3) Zinklote und Zinksprays dürfen für die Ausbesserung von Fehlstellen in stückverzinkten Bauteilen nicht verwendet werden.

(4) Bei Beschichtung bereits im Verzinkungsbetrieb ist die Anforderung „t Zn b“ gemäß DIN EN ISO 1461 zu erfüllen. Werden stückverzinkte Bauteile außerhalb des Verzinkungsbetriebes beschichtet (Duplex-Systeme), ist die Anforderung „t Zn k“ zu erfüllen. Die feuerverzinkte Oberfläche muss die Anforderungen zur Ausführung einer optisch und technisch einwandfreien Beschichtung erfüllen. Unebenheiten wie Schlackeneinschlüsse, Hartzinkkristalle und sogenannte Haifischzähne sind zu entfernen.

(5) Zusätzlich zu den in Anhang A genannten feuerverzinkten Bauteilen dürfen für Brücken auch Windverbände mit Schraubanschlüssen feuerverzinkt werden.

(6) Bei verzinkten Bauteilen mit Schraubanschlüssen ist eine Werksbescheinigung gemäß DIN EN ISO 1461 erforderlich.

##### 4.3.4.2 Spritzverzinken

(1) Für Spritzverzinken (Thermisches Spritzen von Zink) gilt DIN EN ISO 2063-1 und -2.

(2) Thermisch gespritzte Zinküberzüge sind unmittelbar nach ihrer Herstellung mit einer porenschließenden Beschichtung (Versiegelung) zu versehen. Wird die Spritzverzinkung nachfolgend beschichtet, ist die Versiegelung auf die nachfolgende Beschichtung abzustimmen.

Tabelle 4.3.1: Eignungshinweise für den Korrosionsschutz von Kontaktflächen vorgespannter Verbindungen.

Eignungsvermerk	Korrosionsschutzsysteme	
Gleitfeste Verbindungen (siehe Anhang A)	ASI-Zn ESI-Zn	Blatt 85 Blatt 86
Vorspannkraftverlust bei zwei zusammenge- spannten beschichteten Kontaktflächen ≤ 10 % Geeignet für Zugverbindungen (Kategorie E) und für Scher-/Lochleibungs- verbindungen mit Gebrauchstauglichkeitsvorspannung Bei Feuerverzinken 4.3.4.1(6) beachten	ASI-Zn ESI-Zn  2K-EP-Zn  Feuerverzinken	Blatt 85 Blatt 86  Blatt 87/97  DIN EN ISO 1461
Vorspannkraftverlust bei zwei zusammenge- spannten beschichteten Kontaktflächen ≤ 30 % Geeignet für Scher- / Lochleibungsverbindungen mit Gebrauchstauglichkeitsvorspannung	<u>EP-/PUR-System</u> 1. 2K-EP-GB, Stoff Nr. 687.03 oder 687.02 2. 2K-EP-Eisenglimmer ZB 3. 2K-EP-Eisenglimmer ZB 4. 2K-PUR-DB  <u>1K-PUR-System</u> 1. GB 1K-PUR-Zn Stoff-Nr. 689.04 2. ZB 1K-PUR-Eisenglimmer 3. DB 1K-PUR-Eisenglimmer	Blatt 87/97       Blatt 89

#### 4.3.5 Kontaktflächen von geschraubten Verbindungen

- (1) Kontaktflächen von geschraubten Verbindungen sind zu beschichten.
- (2) Bei nicht vorgespannten Verbindungen sind die Kontaktflächen aller zu verbindenden Bauteile mit dem Beschichtungssystem der übrigen Flächen zu schützen.
- (3) Für vorgespannte Verbindungen sind die Kontaktflächen gemäß Tabelle 4.3.1 zu beschichten. Sollen andere Beschichtungssysteme verwendet werden, muss ihre Eignung nachgewiesen werden.
- (4) Für Reibflächen von gleitfesten Verbindungen darf die Trockenschichtdicke der Beschichtung 40 µm nicht unterschreiten und 80 µm nicht überschreiten.

#### 4.3.6 Dünnbeläge und reaktionsharzgebundene Mörtelbeschichtungen

- (1) Für begeh- und befahrbare Flächen dürfen nur Dünnbeläge verwendet werden, die den Anforderungen der TL-RHD-ST entsprechen und in der bei der BASt geführten „Zusammenstellung der geprüften Dünnbeläge nach den ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 5 (ZTV-RHD-ST) für die Anwendung an Bauwerken und Bauteilen der Bundesverkehrswege“ enthalten sind.
- (2) Für Dünnbeläge und Mörtelbeschichtungen unter einem Schotterbett gelten die TL-RHD-ST, Teil 6 Abschnitt 5 sowie der DBS 918 084.

(3) Bereiche der Baustellenschweißstöße sind gemäß Nr. 5.5 zu behandeln.

(4) Die Nahtstelle zwischen einem Beschichtungssystem und einem reaktionsharzgebundenen Dünnbelag (RHD-Belag) nach Teil 6 Abschnitt 5, bzw. einer Abdichtung nach Teil 6 Abschnitt 4 ist nach Bild A 4.3.2 bzw. Bild A 4.3.3 zu gestalten.

(5) Bei Beschichtungssystemen nach den Blättern 87, 94 und 97 der TL KOR – Stahlbauten ist die Verträglichkeit des Beschichtungssystems mit RHD-Belägen gegeben.

(6) *In anderen Fällen als in 4.3.6 (5) beschrieben, ist die Verträglichkeit sicherzustellen.*

## 5 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten

### 5.1 Allgemeines

- (1) Der Auftragnehmer hat Schäden an der Stahlkonstruktion sowie Schweißnahttrisse, lose Verbindungsmittel, Querschnittsschwächungen u. a., die bei der Oberflächenvorbereitung festgestellt werden, dem Auftraggeber umgehend mitzuteilen.
- (2) Korrosionsschutzmaßnahmen dürfen nur nach vom Auftraggeber genehmigten Korrosionsschutzplänen ausgeführt werden. Diese müssen am jeweiligen Ausführungsort (Werk und / oder Baustelle) vorliegen.
- (3) Die Technischen Datenblätter, Sicherheitsdatenblätter und Prüfbescheinigungen gemäß Berufsgenossenschaftlicher Regel BGR 500, Abschnitt 2,

Kapitel 2.24 müssen für alle Strahlmittel am jeweiligen Ausführungsort (Werk oder Baustelle) vorliegen.

(4) Die Technischen Datenblätter, Sicherheitsdatenblätter und Ausführungsanweisungen des Stoffherstellers gemäß den TL KOR – Stahlbauten müssen für alle Stoffe des jeweiligen Beschichtungssystems am jeweiligen Ausführungsort (Werk oder Baustelle) vorliegen.

(5) *Wird die Deckbeschichtung auf der Baustelle appliziert, ist der Zeitpunkt dafür zusätzlich gesondert festzulegen, z.B. nach Herstellung der Fahrbahnplatte (bei Verbundbrücken) oder nach vollständig abgeschlossener Montage der Stahlkonstruktion, und in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(6) Schichten, die werkseitig überbeschichtet werden, dürfen nicht zwischenbewittert werden.

(7) Beschichtungsstoffe sind unmittelbar vor und - falls erforderlich - auch während der Verarbeitung durch maschinelles Aufrühren zu homogenisieren. Durch den Verarbeiter dürfen keine Veränderungen, z.B. durch Zusätze vorgenommen werden. Viskositätsnachstellungen sind nur mit der Zustimmung des Auftraggebers und des Stoffherstellers zulässig. Angaben über Art und Menge des Verdünnungsmittels oder anderer Zusätze sind anzugeben. Richtwerte sind dem Technischen Datenblatt des Stoffherstellers bzw. der Ausführungsanweisung zu entnehmen.

(8) Jede Einzelschicht darf nur dann aufgetragen werden, wenn die Oberfläche durch den Auftraggeber freigegeben wurde. Zur besseren Kontrolle müssen sich die einzelnen Schichten farblich deutlich voneinander unterscheiden.

(9) Auf vorbereitete Oberflächen ist umgehend die Grundbeschichtung aufzutragen.

(10) Die Angaben zu Mindest- und Höchstwartezeit bis zum Überbeschichten sind der Ausführungsanweisung des Stoffherstellers zu entnehmen. Es ist grundsätzlich verboten, nass in nass zu arbeiten. Ausnahmen sind in den Anhängen A und C geregelt.

(11) Die Messwerte der Eigenüberwachungsprüfungen im Rahmen der Ausführung sind in Prüfprotokolle gemäß Anhang B einzutragen.

(12) *Das Applikationsverfahren ist für alle Schichten des Korrosionsschutzsystems in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(13) *Bei der Beschichtung größerer Flächen ist in der Regel auch bei auf der Baustelle zu applizierenden Schichten eine Applikation durch Airless-Spritzen dem Rollen vorzuziehen.*

(14) Zur Applikation von Grundbeschichtungen ist Rollen nicht zulässig. Bei Zwischen- und Deckbeschichtungen ist dieses Verfahren nur dann erlaubt,

wenn es gemäß der Ausführungsanweisung zulässig ist.

(15) Bei einer Applikation mit der Rolle sind für jede Schicht zwei Arbeitsgänge jeweils im Kreuzgang mit Einhaltung der Überarbeitungszeiten erforderlich, um eine gegenüber dem Spritzauftrag vergleichbare Qualität der Beschichtung zu erreichen. Mit der Rolle nicht erreichbare Flächen sind mit dem Pinsel zu beschichten.

(16) Bei Duplexsystemen (Feuer- oder Spritzverzinkung) darf nur die Deckbeschichtung durch Rollen appliziert werden.

(17) Eine thermische Belastung der Korrosionsschutzbeschichtung (z.B. beim Belagseinbau) darf frühestens 14 d nach ihrer Fertigstellung erfolgen. Soll aus zwingenden Gründen dieser Zeitraum unterschritten werden, so ist im Vorfeld die Wärmebelastbarkeit des Beschichtungssystems durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen (TP KOR-Stahlbauten, 6.2.7). 7 d dürfen aber nicht unterschritten werden.

(18) Das Erscheinungsbild der Deckbeschichtung muss deckend und in einheitlicher Farbe (Farbton, Helligkeit und Sättigung) sein.

(19) *Die Gleichmäßigkeit und die Farbeinheitlichkeit der Beschichtungsoberfläche müssen gesondert vereinbart werden.*

(20) Fehlstellen in der Beschichtung, Runzeln, Krater, Blasen, Abblätterungen und Risse sind nicht zulässig.

## 5.2 Anforderungen an das Personal

(1) Die Arbeiten dürfen nur von Personal (einschließlich des Bauleiters) ausgeführt werden, das über die erforderlichen Qualifikationen verfügt. Nachweise sind beizubringen.

(2) Bei Korrosionsschutzarbeiten muss der Kolonnenführer nachweislich eine Prüfung bestanden haben. Dies ist:

- bei inländischen Bietern durch eine Bescheinigung des Ausbildungsbeirates beim Bundesverband Korrosionsschutz e.V. (KOR-Schein),
- bei ausländischen Bietern durch einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis

zu belegen. Im Abstand von höchstens 5 Jahren ist eine Nachschulung nach den Vorgaben des Ausbildungsbeirates durchzuführen.

(3) Der Kolonnenführer muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.

(4) Als Nachweis der Qualifikation für das übrige Personal können z.B. ein erfolgreich absolvierter Grundlehrgang Korrosionsschutz (Mindestdauer 2 Wochen), für den Strahler ein Strahlerlehrgang (Mindestdauer 1 Woche) und für den Beschichter ein Beschichtungslehrgang (Mindestdauer 1 Woche) herangezogen werden.

### 5.3 Verarbeitungsbedingungen

(1) Zwischen der Objekt- und der Taupunkttemperatur der umgebenden Luft ist ein Sicherheitsabstand von mindestens 3 K einzuhalten.

(2) Die Mindestobjekttemperatur gemäß Anhang C (Planungshilfen für die TL-Blätter) ist einzuhalten.

(3) Protokolle sind dem Anhang B zu entnehmen.

### 5.4 Lagerungsbedingungen und -dauer

Beschichtungsstoffe sind entsprechend den Angaben der Ausführungsanweisung des Stoffherstellers zu lagern. Der Auftragnehmer hat entsprechende Vorkehrungen zu treffen und die erforderlichen Geräte und Einrichtungen vorzuhalten.

### 5.5 Baustellenschweißstöße

(1) Beim Beschichten von Bauteilen im Werk ist der Bereich der Baustellenschweißstöße gemäß Bild A 4.3.4 wie folgt zu behandeln:

- Schweißnahtbereiche sind gemäß Bild A 4.3.4 beidseitig der Schweißnahtkante abzukleben.
- Die Grundbeschichtung ist in Sollsichtdicke bis an die Abklebekante heranzuführen (Abklebung im Schweißnahtbereich belassen).
- Die erste Zwischenbeschichtung ist nur bis 250 mm von der Schweißnahtkante aufzubringen. Weitere Schichten sind jeweils um 50 mm vom Rand der vorherigen abzusetzen.

(2) Auf der Baustelle ist die Abklebung vor dem Schweißen restlos zu entfernen. Nach dem Schweißvorgang ist dieser Bereich mechanisch zu säubern und ohne weitere Vorbereitung mit einer geeigneten Grundbeschichtung, z.B. gemäß den TL-Blättern 93 oder 94, temporär zu schützen, um Rostfahnen während der Bauzeit zu vermeiden. Vor dem endgültigen Beschichten ist im ausgesparten Bereich der vereinbarte Oberflächenvorbereitungsgrad wieder herzustellen.

(3) Sofern die Grundbeschichtung des Beschichtungssystems aus Zinkstaub-Beschichtungsstoffen besteht, sind für den ausgesparten Bereich zwei Zinkphosphat-Grundbeschichtungen je 80 µm zu verwenden.

(4) Beim Beschichten von Bauteilen mit Dünnbelägen oder Mörtelbeschichtungen im Werk ist der

Bereich der Baustellenschweißstöße gemäß Bild A 4.3.5 wie folgt zu behandeln:

- Schweißnahtbereiche sind gemäß Bild A 4.3.5 beidseitig der Schweißkante abzukleben.
- Die Abklebung ist vor dem Erhärten der Dünnbeläge oder Mörtelbeschichtungen restlos zu entfernen.
- Der freigehaltene Bereich ist mechanisch zu säubern und ohne weitere Vorbereitung mit einer geeigneten Grundbeschichtung, z.B. gemäß den TL-Blättern 93 oder 94, temporär zu schützen, um Rostfahnen während der Bauzeit zu vermeiden.
- Nach dem Verschweißen und vor dem Aufbringen der endgültigen Beschichtung ist im ausgesparten Bereich der vereinbarte Oberflächenvorbereitungsgrad wiederherzustellen. Dabei sind die vorhandenen Beschichtungs-ränder auf 50 mm Breite z.B. durch Strahlen abzuschrägen und aufzurauen.

(5) Bei Wärmeeinflusszonen von mehr als 200 mm ist die Breite des von der Zwischen- und Deckbeschichtung bzw. des Dünnbelages oder der Mörtelbeschichtung freizuhaltenden und vor dem endgültigen Beschichten abstrahlenden Bereichs anzupassen und in den Ausführungsunterlagen darzustellen.

### 5.6 Kontrollflächen

(1) Kontrollflächen sind vorzusehen:

- unabhängig von der Objektgröße bei Bauwerken und in Bauwerksbereichen, bei denen eine Instandsetzung der Korrosionsschutzbeschichtung im Rahmen der Gewährleistung mit hohen Begleitkosten (z.B. für Rüstungen, Umweltschutzmaßnahmen) oder mit nennenswerten Betriebsbehinderungen verbunden ist.
- bei Bauwerken mit mehr als 1000 m<sup>2</sup> Beschichtungsfläche.

(2) Für Kontrollflächen an Brücken sind Flächen festzulegen, die für die örtlichen Korrosionsbelastungen charakteristisch sind und für die Wahl des Beschichtungssystems ausschlaggebend waren, z.B. Bereiche über der Fahrbahn von tausalzbehandelten Straßen. Anzahl und Lage der Kontrollflächen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(3) Die Anzahl der Kontrollflächen bezogen auf die Größe des Bauwerks ist der Tabelle 4.3.2 zu entnehmen.

(4) Kontrollflächen sind nach Art, Größe und Lage im Korrosionsschutzplan und am Bauwerk zu kennzeichnen.

Tabelle 4.3.2: Anzahl und Gesamtfläche der Kontrollflächen

Größe des Bauwerks (beschichtete Fläche) [m <sup>2</sup> ]	Anzahl an Kontrollflächen	Gesamtfläche der Kontrollflächen (Höchstwert) [m <sup>2</sup> ]
1000 bis 5 000	1	10
5 000 bis 10 000	2	20
10 000 bis 25 000	3	30
25 000 bis 50 000	4	40
über 50 000	5	50

(5) Der Auftraggeber ist über den Zeitpunkt des Anlegens der Kontrollflächen rechtzeitig zu unterrichten. Das Kontrollflächenprotokoll ist nach Anhang B zu führen.

(6) Für die Auswertung der Kontrollflächen sind die Formblätter des Anhangs B zu verwenden.

## 5.7 Kennzeichnungen

(1) Bei Brücken sind die wesentlichen Merkmale des Korrosionsschutzsystems gemäß dem Muster nach Anhang B so am Bauwerk anzubringen, dass sie gut lesbar sind.

(2) Die Querträger bzw. Querschotte einer Stahlbrücke sind nach Angabe des Auftraggebers zu nummerieren. Diese Kennzeichnungen sind so am bzw. im Bauwerk anzubringen, dass sie von den Befahranlagen, Begeheinrichtungen und mobilen Brückenbesichtigungsgeräten aus ablesbar sind.

## 6 Schutzmaßnahmen bei der Ausführung

### 6.1 Allgemeines

(1) Für die Schutzeinrichtungen gilt Teil 5 Abschnitt 3.

(2) Für Oberflächenvorbereitungs- und Beschichtungsarbeiten sind Schutzmaßnahmen auszuführen, um Schädigungen von Personen, Umwelt, Verkehrsanlagen, Anlagen Dritter usw. zu vermeiden und um den Schutz der Korrosionsschutzmaßnahmen selbst sicherzustellen. Abplanungen und Einhausungen müssen so dicht sein, dass die Umwelt nicht beeinträchtigt wird.

(3) Bei der Entfernung von mit Gefahrstoffen (Teer, Asbest, Blei, usw.) belasteten Beschichtungen sind besondere Maßnahmen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

## 6.2 Schutzmaßnahmen bei Strahlarbeiten

### 6.2.1 Allgemeines

Die zum Schutz der Umgebung vor anfallendem Strahlschutt und Strahlstaub zu treffenden Maßnahmen sind je nach Strahlverfahren und Strahlmittel in der Leistungsbeschreibung wie folgt zu berücksichtigen:

- Bei trockenem Abstrahlen schadstoffhaltiger Beschichtungen mit Mehrwegstrahlmitteln bedarf es einer allseitig geschlossenen und dichten Einhausung.
- Bei trockenem Abstrahlen unter Verwendung von Einwegstrahlmitteln ist mindestens eine allseitig dichte Abplanung erforderlich. Bei besonders schutzwürdiger Umgebung, z.B. Trinkwasserschutzgebiet, kann – je nach Art des anfallenden Strahlschuttes – auch eine dichte Einhausung des zu bearbeitenden Bauteiles notwendig werden.
- Nassstrahlen erlaubt geringere Anforderungen an die Dichtigkeit der Einhausung; die Wassergabe muss jedoch so dosiert werden, dass die Umgebung von Strahlstaub in schädlichem Ausmaß freigehalten wird. Es ist zumindest eine röhren- oder trogartige Abschirmung des Strahlbereiches in ausreichender Länge vorzusehen. Es sind Vorkehrungen zur Erfassung, Behandlung und Entsorgung des Abwassers und der abgefilterten Schadstoffe zu treffen. Wegen Flugrostbildung ist trockenes Nachstrahlen erforderlich und in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Trockenes Nachstrahlen ist nur im Schutz einer Abschirmung zulässig.
- Strahlen, Reinigen oder Waschen mit Wasser gemäß DIN EN ISO 12944-4 ohne Strahlmittelzusatz erfordert die gleichen Vorkehrungen wie Nassstrahlen. Das Abwasser darf nicht in die Umgebung gelangen.
- Kugelstrahlen darf nur auf der Oberseite horizontaler oder geringfügig geneigter Flächen angewendet werden. Bei diesem Verfahren kann auf eine Einhausung verzichtet werden. Senkrechte Flächen sind mit Vakuum- oder Saugkopfstrahlen nachzuarbeiten.
- Vakuum- und Saugkopfstrahlen erfordern keine besonderen Schutzmaßnahmen. Es ist nur für kleine und nicht gegliederte Flächen geeignet.

### 6.2.2 Anforderungen an Einrüstungen

(1) Art, Anzahl und Grenzabmessungen der Einrüstungen sind auf das Bearbeitungsverfahren, das Objekt, die örtlichen Bedingungen und die Bearbeitungszeit abzustimmen.

(2) Arbeits-, Schutz- und Traggerüste einschließlich der erforderlichen Einrüstungen sind so auszubilden, dass die zulässige Beanspruchung der Bauwerksteile durch die Zusatzlasten aus der Einrüstung nicht überschritten und die Standsicherheit des Bauwerkes nicht gefährdet wird.

(3) Bei der Durchführung von Strahl- und Beschichtungsarbeiten innerhalb der Einrüstung sind zum Schutz vor Staubablagerungen auf bereits bearbeiteten Teilflächen geeignete Zwischenabschottungen (z.B. Kammern) auszuführen. Dabei sind für die Strahlbereiche Absaugeinrichtungen einzusetzen.

(4) Zur Entstaubung und zur Entfernung schädlicher Bestandteile aus der Raumluft ist eine ausreichende Luftumwälzung und Abfilterung des Innenraumvolumens erforderlich. Die Absaugöffnungen sind gleichmäßig verteilt so anzuordnen, dass starke Verwirbelungen vermieden werden.

(5) Böden, Decken und Wände der Einrüstungen sind dicht auszubilden.

(6) Soweit Böden nicht aus durchgehend verschweißten, tragfähigen, ebenen Blechen bestehen, sind sie dreilagig auszuführen. Die untere Lage ist als tragendes Element auszubilden (z.B. aus Bohlen oder Platten). Die mittlere Lage hat die Funktion einer Dichtungslage (z.B. aus Folien oder Planen). Die obere Lage ist als ebene Arbeitsfläche auszubilden (z.B. aus Hartfaserplatten oder dünnen Blechen).

(7) Wenn die Dichtungslage des Bodens so reißfest ist, dass sie weder durch den Baubetrieb noch durch die Strahlschuttaufnahme (z.B. mit Schaufeln) beschädigt werden kann, darf auf die obere, Lage (Arbeitsfläche) verzichtet werden. Dies bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(8) *Die Anforderungen an die Reißfestigkeit der Dichtungslage erfüllt z.B. eine PVC-Folie mit einer Dicke von mindestens 0,80 mm, deren Stöße durchgehend verschweißt oder verklebt sind.*

(9) Wände und Decken von Einhausungen sind als feste und witterungsbeständige Verkleidung herzustellen.

(10) Wände und Decken von Abplanungen oder Abschirmungen müssen zerreifest sein und mit Stoüberdeckungen hergestellt werden.

(11) Stodichtungen sind durch Verschweißen, Verkleben, als Reiß- oder Klettverschluss herzustellen.

(12) Die Verschleißfestigkeit der Materialien ist insbesondere auf die zu erwartende Beanspruchung im Strahlbereich abzustimmen.

(13) Verbleibende Spalten (z.B. an Durchdringungen) sind dicht auszuschäumen oder mit anderen Mitteln gleicher Wirksamkeit abzudichten.

(14) Die Ausbildung der Dichtungsanschlüsse zum Bauwerk muss sich nach dem vorgegebenen Lufthaushalt und der Konstruktion des Bauwerks richten. Geeignete Dichtungselemente sind z.B. Klemmleisten, Magnetgummileisten, aufblasbare Gummileisten und Ausschäumungen.

(15) Wegen des hohen Verschleißes infolge betrieblicher Einwirkungen (z.B. Begehen, Strahlvorgang, Transportvorgänge) sowie bei häufigem Umsetzen sind die Bau- und Maschinenteile der Einrüstungen so auszulegen oder so rechtzeitig zu ersetzen, dass Beeinträchtigungen der Schutzwirkung über die gesamte Vorhaltezeit nicht auftreten.

### 6.3 Schutzmaßnahmen bei der Applikation

Beim Streichen und Rollen sind Vorkehrungen gegen abtropfende Beschichtungsstoffe zu treffen, beim Spritzen zusätzlich gegen die Ausbreitung von Spritznebel.

## 7 Entsorgung von Strahlschutt

(1) Bei Korrosionsschutzmaßnahmen anfallende Strahlmittelrückstände (Strahlschutte) sind Abfälle im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG).

(2) *Hinweise zur Entsorgung von Strahlschutt sind im Anhang D enthalten.*

(3) *Bei Instandsetzungsmaßnahmen vor Ort ist der Auftraggeber im Sinne des KrWG der Abfallerzeuger.*

(4) Bei Neubaumaßnahmen und bei Instandsetzungsmaßnahmen von ausgebauten Bauteilen im Werk ist der Auftragnehmer im Sinne des KrWG der Abfallerzeuger des Strahlschuttes.

(5) Der Abfallerzeuger trägt bis zur endgültigen und ordnungsgemäßen Entsorgung des Strahlschuttes die Verantwortung, auch wenn Dritte mit der Erfüllung der Pflichten beauftragt werden.

(6) Die Entsorgung des Strahlschuttes darf erst nach Vorliegen der entsprechenden Nachweise erfolgen.

(7) *Der Strahlschutt ist abhängig vom Schadstoffgehalt den Abfallschlüsseln 120 116\* (gefährlicher Abfall) oder 120 117 (nicht gefährlicher Abfall) gemäß der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung-AVV) zuzuordnen.*

(8) Sofort nach Beginn der Strahlarbeiten ist vom Auftragnehmer eine repräsentative Strahlschuttprobe zu entnehmen und daran eine Deklarationsanalyse in Abstimmung mit dem Entsorgungsfachbetrieb und dem Auftraggeber vornehmen zu lassen. Die Deklarationsanalyse muss die Zuordnung zu den Abfallschlüsselnummern enthalten. Nur bei

Kleinmengen gemäß Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung – NachwV) darf in Abstimmung mit dem Entsorgungsfachbetrieb und dem Auftraggeber ggf. davon abgewichen werden.

(9) Strahlschutte sind je nach Örtlichkeit (Betriebsbedingungen, Witterung, Windverhältnissen, Belastbarkeit der Einrüstung) in angemessenen Zeitabständen aufzunehmen, zu sammeln und zu entsorgen.

(10) Bei Verwendung von Mehrwegstrahlmitteln muss der Strahlschutt vom sich im Kreislauf befindlichen Mehrwegstrahlmittel getrennt und aufgefangen werden.

(11) Es ist nicht zulässig, Strahlschutte unterschiedlicher Herkunft (Strahlmittelart und Bauwerk) vor der Entsorgung untereinander oder mit anderen Abfällen zu vermischen.

(12) Wenn vom Auftraggeber die Bedingungen für die Zwischenlagerung (Ort, Menge, Dauer sowie Beschaffenheit der Behältnisse) nicht vorgegeben werden, sind diese vom Auftragnehmer mit der für den Abfallerzeuger zuständigen Behörde abzustimmen.

(13) Die Entsorgung der Strahlschutte ist an Entsorgungsfachbetriebe zu übertragen, die insgesamt oder für die Teilschritte des jeweiligen Entsorgungsweges zertifiziert sind.

(14) Die Nachweisführung über die durchgeführte Entsorgung ist in der Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung - NachwV) geregelt.

(15) Sowohl Abfallerzeuger, Beförderer und Entsorger haben den abgeschlossenen Entsorgungsvorgang lückenlos im Register (KrWG § 42) zu dokumentieren.

(16) Bei gefährlichen Abfällen ist für die erforderliche Vorabkontrolle und Verbleibskontrolle grundsätzlich das elektronische Abfall-Nachweis-Verfahren (eANV) anzuwenden.

(17) Bei gefährlichen Abfällen (Abfallschlüssel 120 116\*) füllt der Abfallerzeuger den Teil „Verantwortliche Erklärung“ des Entsorgungsnachweises auf der Grundlage des Analyseergebnisses aus und übergibt den Entsorgungsnachweis dem Abfallentsorger zur Annahmeerklärung. Der Abfallentsorger leitet den Entsorgungsnachweis an die zuständige Behörde zur Genehmigung weiter.

(18) Sammler, Beförderer, Händler und Makler von gefährlichen Abfällen bedürfen der Erlaubnis der zuständigen Behörde (§ 54 KrWG).

## 8 Qualitätssicherung / Überwachung

### 8.1 Qualitätssicherung der Beschichtungsstoffe

#### 8.1.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Anforderungen der TL KOR – Stahlbauten und ggf. der DBS 918 084.

(2) Für Beschichtungsstoffe, die weder im Anhang A noch im Anhang B der TL KOR-Stahlbauten aufgeführt sind, muss eine Eignungsprüfung durch eine P-Stelle gemäß TL KOR-Stahlbauten durchgeführt werden. Dabei muss das Prüfprogramm am Trockenfilm einem vom Auftraggeber benannten Beschichtungssystem aus Anhang A oder B der TL-KOR-Stahlbauten entsprechen. Darüber hinaus können zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber weitere Prüfungen vereinbart werden. Die stofflichen Eigenschaften sind durch Identitätsprüfungen in Anlehnung an TL KOR-Stahlbauten, Anhang B3, Tabelle B 3.1, 1.6 festzuhalten.

#### 8.1.2 Abnahmeprüfzeugnisse

(1) *Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 werden für Bauwerke ab 5.000 m<sup>2</sup> Beschichtungsfläche sowie für sonstige begründete Fälle empfohlen. Werden mehrere Chargen für den vorgesehenen Zweck gefertigt, so ist mit dem Auftragnehmer zu vereinbaren, an welchen Chargen die Prüfungen durchgeführt werden. Es wird empfohlen, für höchstens drei Chargen je Beschichtungsstoff Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 zu fordern. Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 und ihre Anzahl sind im Leistungsverzeichnis vorzusehen.*

(2) Der Auftragnehmer muss für alle Beschichtungsstoffe vor deren Applikation dem Auftraggeber die Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 oder, falls gefordert, 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen.

(3) Der Prüfumfang bei Abnahmeprüfzeugnissen 3.1 und 3.2 und die Anforderungen sind in den TL KOR – Stahlbauten festgelegt.

(4) Werden mehrere Chargen für den vorgesehenen Zweck gefertigt, sind die Prüfungen für Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 an Proben aus jeder Charge vorzulegen.

(5) Das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 muss von einer P-Stelle gemäß TL KOR Stahlbauten ausgestellt werden.

## 8.2 Überwachung der Ausführung

### 8.2.1 Eigenüberwachung

(1) Bei der Eigenüberwachung sind die Oberflächenvorbereitung, die Applikationsbedingungen und die Schichtdicken jeder Schicht zu prüfen und zu protokollieren.

(2) Für die Prüfprotokolle sind die im Anhang B beigefügten Formblätter zu verwenden. Die verwendeten Messgeräte sind anzugeben.

(3) Die Bestimmung der äußeren Bedingungen nach Teil 1 Abschnitt 3 hat in örtlich erforderlichem Umfang, jedoch mindestens zweimal täglich zu erfolgen.

(4) Der Umfang der Schichtdickenmessungen richtet sich nach der Größe der Beschichtungsfläche gemäß Tabelle 4.3.3.

(5) Für die Messung der Trockenschichtdicke gilt die DIN EN ISO 2808. Zur Messung von Trockenschichtdicke auf Stahl sind Geräte einzusetzen, die mit magnetinduktiven Verfahren arbeiten. Die Messergebnisse sind auszudrucken.

(6) Unzulässige Abweichungen der Trockenschichtdicke von der Sollsichtdicke gemäß Nr. 4.3.1 sind dem Auftraggeber umgehend anzuzeigen und in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu korrigieren.

(7) Vor jedem Messeinsatz sind die Geräte nach den Angaben des Geräteherstellers auf glatter Stahlplatte zu kalibrieren.

(8) Die Prüfung der Rauheit ist gemäß DIN EN ISO 8503-2 oder -5 durchzuführen.

(9) Zerstörende Messungen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Die zerstörte Beschichtung ist instand zu setzen. Eine gesonderte Vergütung erfolgt nicht.

### 8.2.2 Kontrollprüfungen

(1) *Der Umfang und die Einzelheiten der Durchführung der Kontrollprüfungen richten sich nach dem Anhang E. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren. Dies gilt auch für Korrosionsschutzarbeiten im Werk.*

(2) *Bei den Beschichtungsstoffen sollen sich die Kontrollprüfungen insbesondere auf die Überprüfung der angelieferten Stoffe durch Vergleich mit den vertraglichen Angaben, auf das Vorhandensein des Übereinstimmungszeichens auf der Verpackung der Stoffe, auf die visuelle Prüfung ihres Anlieferungszustandes im Gebinde sowie auf die Verarbeitbarkeit unter den jeweils vorliegenden örtlichen Bedingungen erstrecken.*

(3) Eine Rückstellprobe des angelieferten unbenutzten Strahlmittels ist zu entnehmen und dem Auftraggeber zu übergeben.

## 9 Abnahme

Die Dokumentation der Korrosionsschutzmaßnahme gemäß Anhang B ist dem Auftraggeber rechtzeitig vor der Abnahme auszuhändigen.

## 10 Mängelansprüche

Bei Ausbesserungen und Teilerneuerungen sind die Mängelansprüche im Einzelfall im Bauvertrag zu regeln.

**Tabelle 4.3.3:** Messumfang der Schichtdickenmessung; Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren

Größe der Beschichtungsfläche	Für je	jeweilige Messfläche	Einzelmess./ Messfläche	Gesamtzahl der Messungen
≤ 5 000 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	20 Messungen	≤ 1 000
5 000 bis 10 000 m <sup>2</sup>	100 bis 150 m <sup>2</sup>			1 000 bis 1 333
10 000 bis 20 000 m <sup>2</sup>	150 bis 200 m <sup>2</sup>			1 333 bis 2 000
20 000 bis 50 000 m <sup>2</sup>	200 bis 250 m <sup>2</sup>			2 000 bis 4 000
50 000 bis 100 000 m <sup>2</sup>	250 bis 300 m <sup>2</sup>			4 000 bis 6 667
100 000 bis 150 000 m <sup>2</sup>	300 bis 350 m <sup>2</sup>			6 667 bis 8 570
150 000 bis 200 000 m <sup>2</sup>	350 bis 400 m <sup>2</sup>			8 570 bis 10 000



## Anhang A Korrosionsschutzsysteme

### A 1 Allgemeines

(1) Die Tabelle A 4.3.2 enthält geeignete Korrosionsschutzsysteme für wesentliche Bauteile von Straßen-, Wege- und Eisenbahnbrücken.

(2) Die Anforderungen von Beschichtungsstoffen sind den Anhängen A und B der TL KOR-Stahlbauten zu entnehmen.

(3) Die zugrunde gelegte Korrosionsbelastung und die Schutzdauer entsprechen den Definitionen der DIN EN ISO 12944-1 und 2. Die Korrosionsbeständigkeit und die Schutzdauer der Zinküberzüge sind in DIN EN ISO 14713-1 definiert.

(4) Eine Vielzahl unterschiedlicher Beschichtungssysteme an einem Bauwerk soll vermieden werden.

(5) Bei der Auswahl der Korrosionsschutzsysteme sind außerdem die Empfehlungen des Anhanges C „Planungshilfen für Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten“ zu beachten.

**Tabelle A 4.3.1:** Kurzzeichen für Bindemittel

Kurzzeichen	Bindemittel
ASI	Alkalisilikat
ESI	Ethylsilikat
EP	Epoxidharz
EP-Kombi	Epoxidharz-Kombination
PUR	Polyurethan
EP/PUR HS	Epoxidharz/Polyurethan, lösemittelarm (High Solid)
nm EP/PUR HS	niedermolekulares Epoxidharz und Polyurethan, lösemittelarm (High Solid)
1K HS	frei von Polyvinylchlorid und Polyvinylidenchlorid, lösemittelarm (High Solid)
1K-PUR	Luftfeuchtigkeitshärtendes 1-Komponenten-Polyurethan
wv AY	Polyacrylat oder Acryl-Copolymerisat, wasserverdünnbar
wv AY auf Zn	Polyacrylat oder Acryl-Copolymerisat für feuerverzinkten Stahl, wasserverdünnbar

## A 2 Korrosionsschutzsysteme

(Erläuterungen der Bauteilnummern in den Bildern A 4.3.2 bis A 4.3.16)

**Tabelle A 4.3.2:** Korrosionsschutzsysteme

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise
<b>1</b>	<b>Überbauträger</b>					
1.1	Fahrbahnblechoberseiten					
1.1.1	geschweißte und genietete Deckbleche für Eisenbahnbrücken (mit Schotterbett), siehe Bilder A 4.3.6 und 7					
	Belastung aus dem Schienenverkehr und den Oberbaugeräten maßgebend	1	GB (optional) Dünnbelag EP Quarzsand 0,4-0,7 mm	(80) 4000	Sa 2½ Rauheit grob (G)	Blatt 84 gemäß DBS 918 084
		2	GB (optional) Dünnbelag PUR	(80) 4000	Sa 2½ Rauheit grob (G)	Blatt 84 gemäß DBS 918 084
1.1.2	schotterberührte vertikale Flächen (Schotterbegrenzung)					
	Belastung aus dem Schienenverkehr und den Oberbaugeräten maßgebend	1	GB (optional) Dünnbelag EP/PUR Quarzsand 0,4-0,7 mm	(80) 2000	Sa 2½ Rauheit grob (G)	Blatt 84 gemäß DBS 918 084
		2	GB (optional) Dünnbelag PUR	(80) 2000	Sa 2½ Rauheit grob (G)	Blatt 84 gemäß DBS 918 084
1.1.3	Deckbleche mit und ohne Fahrbahnbelag					
	a) gelegentlicher Begang	1	GB EP-Zn ZB EP-Kombi Quarzsand 0,4-0,7 mm DB EP-Kombi	80 150 100	Sa 2½	87/97 81 81 statt GB in Ausnahmefällen auch Spritzverzinkung 100 µm nach DIN EN ISO 2063-1 und -2 möglich; Quarzsand gemäß DBS 918 084
		2	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP Quarzsand 0,4-0,7 mm DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97 falls Farbgebung erforderlich; Quarzsand gemäß DBS 918 084
		3	GB EP-Zn ZB EP HS Quarzsand 0,4-0,7 mm DB PUR/PUR HS	80 150 80	Sa 2½	87/97 94 87/97/94 Quarzsand gemäß DBS 918 084
	b) häufiger Begang oder Radfahrverkehr, Streusalz	1	Systeme nach Teil 6 Abschnitt 5 und TL-RHD-ST			siehe „Zusammenstellung der Baustoffe für reaktionsharzgebundenen Dünnbeläge auf Stahl“ <a href="http://www.bast.de">www.bast.de</a>
	c) Belastung aus Straßenverkehr maßgebend	1	Systeme nach Teil 6 Abschnitt 4 und TL/TP-ING Teil 6 Abschnitt 4 (TL BEL-ST)			bei Brückengerät, temporären sowie beweglichen Brücken Systeme nach Teil 6 Abschnitt 5 und TL-RHD-ST

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise
1.2	Fahrbahnblechunterseiten einschließlich Längs- und Querträger					
1.2.1	Fahrbahnblechunterseiten in offenen, belüfteten Hohlkästen					
nicht definiert	Im Inneren von begehbaren Hohlkästen sind zur Erleichterung der Kontrollen helle Farben z.B. RAL 9002 zu wählen.					
	1	GB EP-Zn ZB EP (ggf. PUR) DB PUR	80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97	bei Zwischenwitterung 4.3.1 (4) und 3.3 (3) ggf.3.3 (4) beachten
	2	GB EP-Zn ZB EP HS DB PUR	80 80 80	Sa 2½	87/97 94 94	
	3	GB EP-Zn ZB 1K HS DB 1K HS	80 100 100	Sa 2½	87/97 93 93	nur zur Instandsetzung nicht für thermische Belastung (Belags-einbau)
	4	GB 1K HS ZB 1K HS DB 1K HS	80 100 100	Sa 2½	93 93 93	
1.2.2	Fahrbahnblechunterseiten in offenen Querschnitten; siehe Bild A 4.3.8					
Für Fahrbahnblechunterseiten wird die höchste Korrosivitätskategorie angesetzt.	1	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP (ggf. PUR) DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	beim Neubau 2(8), 4.3.1 (4) und 3.3 (3) ggf.3.3 (4) beachten
	2	GB EP-Zn ZB EP HS DB PUR/PUR HS	80 150 80	Sa 2½	87/97 94 87/97/94	bei Zwischenwitterung 3.3 (3) beachten
	3	GB 1K-PUR-Zn 1. ZB 1K-PUR 2. ZB 1K-PUR DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	89 89 89 89/97/94	für ungünstige Applikationsbedingungen

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
1.3	Hohlkästen, Vollwandträger, Fachwerk, Verbände; siehe Bilder A 4.3.9 und 10						
1.3.1	Sichtflächen und gesamtes Fachwerk für die Randbereiche der Gurte von Verbundträgern siehe Bauteil-Nr. 5.4.1						
	a) Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C3	1	GB EP-Zn ZB EP (ggf. PUR) DB PUR	80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97	beim Neubau 2 (8), 4.3.1 (4) und 3.3 (3) ggf.3.3 (4) beachten
		2	GB EP HS ZB EP HS DB PUR/PUR HS	80 120 80	Sa 2½	94 94 87/97/94	bei Zwischenbewitterung 3.3 (3) beachten
		3	GB 1K-PUR-Zn ZB 1K-PUR DB PUR	80 80 80	Sa 2½	89 89 89/87/97	für ungünstige Applikationsbedingungen
		4	GB EP-Zn ZB 1K HS DB 1K HS	80 100 100	Sa 2½	87/97 93 93	nur zur Instandsetzung
		5	GB EP-Zn ZB vv AY DB vv AY	80 100 100	Sa 2½	87/97 92 92	auf Einhaltung von Applikationsfenster achten
	b) Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall und / oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP (ggf. PUR) DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	beim Neubau 2 (8), 4.3.1 (4) und 3.3 (3) ggf.3.3 (4) beachten
		2	GB EP-Zn ZB EP HS DB PUR/PUR HS	80 150 80	Sa 2½	87/97 94 87/97/94	bei Zwischenbewitterung 3.3 (3) beachten
		3	GB 1K PUR-Zn 1. ZB 1K – PUR 2. ZB 1K – PUR DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	89 89 89 89/87/97	für ungünstige Applikationsbedingungen
	1.3.2	übrige Flächen bei offenen Querschnitten wie Bauteil- Nr. 1.2.2					
	1.3.3	Innenflächen von luftdicht verschweißten, nicht begehbaren Hohlkästen					kein Korrosionsschutz erforderlich, siehe Nr. 1.4 (2)
1.3.4	Innenflächen von luftdicht verschweißten Hohlkästen, die eine Zugänglichkeit grundsätzlich nicht ausschließen (bedingte Begehbarkeit)						
		1	GB EP DB EP/PUR	100 100	Sa 2	50 50	kein Kantenschutz erforderlich
1.3.5	Innenflächen von offenen, belüfteten Hohlkästen wie Bauteil - Nr. 1.2.1 für die Randbereiche der Gurte von Verbundträgern siehe Bauteil-Nr. 5.4.1						

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A**

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3		4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem		NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise
		Nr.					
1.4	nicht zugängliche und nicht mehr erreichbare Flächen						
	nicht besonders definiert, höchstmöglicher Korrosionsschutzwert angestrebt; veranschlagte Schutzdauer ≥ 40 Jahre	1	Spritzverzinkung 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	100 120 120 120	Sa 3	-- 81 81 81	Feuerverzinkung bei geeigneter Konstruktion möglich
		2	GB EP-Zn 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	80 120 120 120	Sa 2½	87/97 81 81 81	
		3	GB EP-Zn ZB EP HS DB EP HS	80 150 150	Sa 2½	87/97 94 94	
Bei höherer Nutzungsdauer sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich; z.B. Abrostungszuschläge oder Verwendung von korrosionsbeständigen Materialien (DIN EN ISO 12944-2 und 3).							
<b>2</b>	<b>Pylone, Bögen, Stützen, Spundwände und Wellstahlbauwerke</b>						
2.1	Pylone, Bögen und Stützen wie Bauteilnummer 1.3.1 b)						
2.2	Spundwände; siehe Bild A 4.3.11						
2.2.1	luftseitige Flächen						
	a) Freibwitterung: Korrosivitätskategorie bis C3	1	GB EP-Zn ZB EP DB PUR	80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97	
		2	GB EP HS ZB EP HS DB PUR/PUR HS	80 120 80	Sa 2½	94 94 87/97/94	
		3	GB 1K-PUR-Zn ZB 1K-PUR DB PUR	80 80 80	Sa 2½	89 89 89/87/97	
		4	GB EP-Zn ZB 1K HS DB 1K HS	80 100 100	Sa 2½	87/97 93 93	
	b) Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall und / oder Freibwitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	Spritzverzinkung 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	100 80 80 80	Sa 3	-- 87/97 87/97 87/97	
		2	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	-- 87/97 87/97	
		3	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	100 100	—	-- 93 93	
Bauteil 2.2.1 b) auf nächster Seite fortgesetzt							

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
2.2.1	luftseitige Flächen (Fortsetzung)						
	b) Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall und / oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	4	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP (ggf. PUR) DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	beim Neubau 2 (8), 4.3.1 (4) und 3.3 (3) ggf. 3.3 (4) beachten
		5	GB EP-Zn ZB EP HS DB PUR/PUR HS	80 150 80	Sa 2½	87/97 94 87/97/94	bei Zwischenbewitterung 3.3 (3) beachten
		6	GB 1K PUR-Zn 1. ZB 1K-PUR 2. ZB 1K-PUR DB PUR/PUR HS	80 80 80 80	Sa 2½	89 89 89 87/97/94	für ungünstige Applikationsbedingungen
2.2.2	Schlossabdichtung wie Bauteil-Nr. 5.3						
2.2.3	Übergangsbereiche Luft / Boden						
	wie 2.2.1b) mit häufiger Feuchte unterschiedlicher Belüftung		wie 2.2.1b) jedoch mit zusätzlicher Zwischenbeschichtung			0,50 m unter und über zukünftiger Geländeoberkante	
2.2.4	erdseitige Flächen und Flächen im Boden, Verankerungsteile im Boden						
	a) Boden nicht aggressiv	1	Im Allgemeinen kein besonderer Schutz, eventuell Abrostungszuschlag				
		2	Feuerverzinkung		—	--	sofern luftseitige Flächen ohnehin verzinkt werden sollen
	b) Boden aggressiv, insbesondere bei spezifischen Bodenwiderstand < 2000 Ω cm) Kategorie Im3	1	Abrostungszuschlag  GB EP-Zn DB EP-Kombi	80 120	Sa 2½	87/97 81	in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer des Objektes Beschichten nur im Übergangsbereich Luft / Boden (wie Bauteil-Nr. 2.2.3)
2.3	Wellstahlbauwerke						
2.3.1	erdseitige Flächen	1	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep-Strahlen	81 81	
2.3.2	luftseitige Flächen	1	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep-Strahlen	81 81	
		2	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB PUR	120 80	Sweep-Strahlen	81 87	

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise
<b>3</b>	<b>sonstige Konstruktionsteile</b>					
3.1	Geländer (einschließlich Fußplatten)					
a) in geschlossenen Räumen	1	Feuerverzinkung		—	--	
	2	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80	Sweep-Strahlen	-- 93 93	falls Farbgebung gefordert
	3	Feuerverzinkung ZB vv AY auf Zn	120	—	-- 91 <sup>1)</sup>	falls Farbgebung gefordert
	4	GB 1K HS DB 1K HS	80 80	Sa 2½	93 93	
b) Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C3	1	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80	Sweep-Strahlen	93 93	
	2	Feuerverzinkung ZB vv AY auf Zn DB vv AY	120 80	—	91 <sup>1)</sup> 91 <sup>1)</sup>	vv AY-DB sind schmutzempfindlich
	3	Feuerverzinkung ZB vv AY auf Zn DB PUR	120 80	—	-- 91 <sup>1)</sup> 87/97	bei stärkerer mechanischer Belastung
	4	GB EP-Zn ZB 1K HS DB 1K HS	80 80 80	Sa 2½	87/97 93 93	nur für Instandsetzung
c) Spritzwasserbereich, Splittanprall und / oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	-- 87/97 87/97	
	2	Feuerverzinkung ZB EP HS DB PUR/PUR HS	120 80	Sweep-Strahlen	-- 94 87/97/94	
	3	Feuerverzinkung ZB vv AY auf Zn DB PUR	120 80	—	-- 91 <sup>1)</sup> 87/97	
	4	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80	Sweep-Strahlen	93 93	nicht bei starker mechanischer Belastung
	5	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	nur für Instandsetzung

<sup>1)</sup> nur unter werkstattähnlichen Bedingungen verarbeiten

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
3.2	Lager, Lagerteile, Anker- und Futterplatten						
	Roll- und Gleitflächen aus nichtrostendem Stahl Bei betonberührten Flächen einen Randstreifen von ca. 5 cm mit beschichten.						
	Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung:  Korrosivitätskategorie bis C5	1	Spritzverzinkung ZB EP DB EP	100 80 80	Sa 3	-- 87/97 87/97	Spritzverzinkung oder GB sowie 1 ZB allseitig, ausgenommen Gleit- oder Rollflächen. Zwischen 2 Platten, z.B. zwischen Lager- und Ankerplatte sind zur Kraftübertragung die beiden Kontaktflächen, Sa 3 vorbereitet, nur mit je einer GB ASI-Zn nach Blatt 85 in einer Sollschichtdicke von 40 µm zu beschichten oder nach DIN EN 1337-1. Wenn Farbbeständigkeit erforderlich ist, dann DB in PUR.
		2	Spritzverzinkung DB EP HS	100 150	Sa 3	-- 94/95	
		3	Spritzverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	100 120 120	Sa 3	-- 81 81	
		4	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP DB EP	80 80 80 80	Sa 2 ½, für brenngeschnittene Kanten P Ma	87/97 87/97 87/97 87/97	
		5	GB EP-Zn ZB EP HS DB EP HS	80 150 80	Sa 2 ½, für brenngeschnittene Kanten P Ma	87/97 94/95 94/95	
3.3	Entwässerungsteile und Versorgungseinrichtungen						
3.3.1	Innenflächen von Rinnen, Spritzbleche						
	Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung:  Korrosivitätskategorie bis C5	1	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep-Strahlen	-- 81 81	ggf. Blatt 90 mit Zustimmung im Einzelfall
		2	GB EP-Zn 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	80 120 120 120	Sa 2 ½	87/97 81 81 81	
3.3.2	Außenflächen von Rinnen						
	analog dem umgebenden Bauwerksbereich		Korrosionsschutz in Anlehnung an den gewählten Aufbau der angrenzenden Bauteile. Wegen Gefahr erhöhter Kondenswasserbildung mit einer zusätzlichen ZB.				



## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise
3.3.3	Gusseiserne Abflussrohre und Formstücke gemäß ZTV-ING 6-10					
nicht definiert	1	Spritzverzinkung (zweischichtig) DB EP	40 80	Sa 3	-- -- 87/97	nur Rohre außen
	2	GB EP-Zn DB EP	80 80	Sa 2½	87/97 87/97	Rohre außen, nur für Ausbesserungen
	3	Spritzverzinkung (zweischichtig) DB 1K HS	40 80	Sa 3	-- -- 93	Rohre und Formstücke außen
	4	DB EP-Kombi	120	Sa 2½	81	Rohre innen und an Schnittstellen
	5	GB EP-Zn DB EP	80 80	Sa 2½	87/97 87/97	Formstücke innen
	6	GB EP-Zn 1 ZB EP DB PUR	80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97	Formstücke außen
	7	Alternativ dürfen für die Innenbeschichtungen von Rohren und Formstücken Beschichtungssysteme gemäß DIN EN 877 verwendet werden. Die Sollsichtdicke darf jedoch 130 µm nicht unterschreiten. Für die Außenbeschichtung von Formstücken darf alternativ eine GB nach DIN EN 877 mit einer Sollsichtdicke von 80 µm in Verbindung mit einer DB nach Blatt 87/97 verwendet werden. Die Verträglichkeit und die Haftung zwischen GB und DB sind zu gewährleisten.				für die Güteüberwachung gilt DIN EN 877, Anhang D
	8	Für die Ausführung von Rohrleitungen aus nicht rostendem Stahl ist die Werkstoff-Nr. 1.4571 (nach DIN EN 10088) mit einer Mindestwandstärke von 2 mm zugrunde zu legen. Die Einbauvorschriften der Hersteller sind dabei zu beachten.				
<p>Auf das Strahlen als Oberflächenvorbereitung kann in Sonderfällen verzichtet werden, wenn die Oberfläche frei von Rost, losen Bestandteilen, Schmutz, Öl, Fett und Feuchtigkeit ist. Dies trifft bei geglühten Rohren gemäß DIN 30674-3, Abs. 4.1 zu. Bei nicht geglühten Rohren reicht dazu unmittelbar nach der Herstellung eine mechanische Oberflächenvorbereitung durch Schleifen und Bürsten in Verbindung mit der sofort daran anschließenden Applikation der Beschichtung aus.</p> <p>Bei Gefahr erhöhter Kondenswasserbildung oder bei Vorgaben bezüglich der Farbgebung ist für Rohre und Formstücke außen eine zusätzliche Deckbeschichtung entsprechend des TL-Blattes nach Spalte 6 anzuordnen.</p>						
3.3.4	Zubehörteile (z.B. Rohrauflagerung / -aufhängung / -verbindung)					
	analog dem umgebenden Bauwerksbereich	1	nicht rostender Stahl			siehe Richtzeichnungen, Werkstoff-Nr. 1.4401 oder 1.4571 nach DIN EN 10088
		2	Bei Stahlbrücken mit Beschichtungen wie auf den angrenzenden Bauteilen			

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
3.4	Übergänge						
3.4.1	Fahrbahnabschlüsse						
	starke mechanische Belastung, Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitätskategorie C5	1	Feuerverzinkung 1 ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep-Strahlen	-- 81 81	bei Betonbrücken, betonberührte Flächen ohne Beschichtung
3.4.2	Übergangskonstruktionen, Fugenkonstruktionen						
	starke mechanische Belastung, Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitätskategorie C5	1	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP 3. ZB EP DB EP	80 80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97 87/97	bei Eisenbahn-Brücken kann eine ZB entfallen
		2	GB EP-Zn ZB EP HS DB EP HS	80 150 150	Sa 2½	87/97 94/95 94/95	
		3	GB EP-Zn 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	80 120 120 120	Sa 2½	87/97 81 81 81	bei Eisenbahn-Brücken kann eine ZB entfallen
Außer der o.g. Beschichtungsstoffe dürfen auch bei nachgewiesener Eignung lösemittelreduzierte Stoffe im Heißverfahren appliziert werden.							
3.4.3	Verankerung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- einbetonierte Flächen <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein Randstreifen von ca. 5 cm mit einer GB,</li> <li>- sonst ohne besonderen Schutz,</li> </ul> </li> <li>- sonst wie 3.4.2</li> </ul>						
3.5	Passive Schutzeinrichtungen Korrosionsschutz gemäß den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (ZTV-FRS)						
3.6	Lärmschutzwände, Berührungsschutz						
3.6.1	Stahlrammpfähle für die Gründung, Gründungsrohre						
	Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5		Abrostungszuschlag ≥ 1 mm  GB ESI-Zn	100	Sa 2½	86	bis mindestens 0,75 m unter Oberfläche Gelände

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
3.6.2	Stützkonstruktion (Pfosten, Trag- und Unterkonstruktionen von Lärmschutzbekleidungen), Berührungsschutz						
	Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	-- 87/97/94 87/97/94	ggf. Blatt 90 mit Zustimmung im Einzelfall
		2	Feuerverzinkung ZB vv AY auf Zn  DB PUR	120  80	—	91  87/97	Für ins Erdreich eingelassenen oder einbetonierten Bauteile eine zweite ZB von 50 cm unter bis 50 cm über Oberfläche Gelände  ZB nach Blatt 91 nur unter werksähnlichen Bedingungen verarbeiten
3.6.3	Lärmschutzelemente aus Aluminium, einschl. Trag- und Unterkonstruktionen von Lärmschutzbekleidungen						
	Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	DB Polyesterpulver- oder PUR-Flüssigbeschichtung mit forcierter Trocknung	60	chromatieren oder mit einem gleichwertigen chromatfreien Verfahren vorbereiten		Gütesicherung nach den Qualitätsrichtlinien GSB AL 631 der Qualitätsgemeinschaft GSB international e.V.  Die Applikation der Beschichtungsstoffe darf erst nach dem Umformen (Rollformen, Abkanten, etc.) erfolgen. Beschädigte Stellen sind mit PUR-Nassbeschichtung auszubessern.  Die Ausbesserung beschädigter Stellen ist mit dem Bandbeschichter abzustimmen.
		2	zweischichtige Polyvinylidenfluorid (PVdF)-Einbrennbeschichtung nach DIN EN 1396	25			
		3	ZB EP-Flüssigbeschichtung DB PUR-Flüssigbeschichtung	50 50			Baustellenbeschichtung
		Innenflächen von Lärmschutzelementen (z.B. Lärmschutzkassetten) dürfen ohne Beschichtung bleiben. Soll auch auf die Außenbeschichtung verzichtet werden, muss die Mindestblechdicke 1,25 mm betragen					

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise
3.7	Schrammborde und Stahlkappen (auch Dienststege), Schutzschwellen					
a) gelegentlicher Begang, starke mechanische Belastung, Spritzwasser-bereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	Systeme nach Teil 6 Abschnitt 5 und TL-RHD-ST				
	2	Dünnelag PUR oder EP-PUR Quarzsand 0,4-0,7 mm	3000	Sa 2½	84 84	
	3	GB EP-Zn 1. ZB EP/EP HS 2. ZB EP/EP HS DB PUR/EP HS	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97/94 87/97/94 87/97/94	falls Farbgebung erforderlich, für vertikale und stark geneigte Flächen an Schutzschwellen möglich
	4	GB EP-Zn 1. ZB EP-Kombi/EP HS 2. ZB EP-Kombi/EP HS DB EP-Kombi/EP HS	80 120 120 120	Sa 2½	87/97 81/94 81/94 81/94	
	b) wie a), jedoch häufiger Begang	1	Systeme nach Teil 6 Abschnitt 5 und TL-RHD-ST			
3.8	Besichtigungseinrichtungen (z.B. Steigleitern, Türen, Besichtigungswagen, Kontrollstege, Einbauten), Schienen					
3.8.1	Besichtigungseinrichtungen					
a) nur in geschlossenen Räumen: Korrosivitätskategorie bis C2	1	Feuerverzinkung		—		nicht bei Gefahr des Verziegens
	2	Spritzverzinkung DB EP	100 80	Sa 3	-- 87	bei Gefahr des Verziegens z.B. Türen
	3	GB EP-Zn DB EP	80 80	Sa 2½	87/97 87/97	Sofern das Beschichtungssystem der angrenzenden Bauteile gleich- oder höherwertig ist, kann es übernommen werden  nur unter werksähnlichen Bedingungen verarbeiten
	4	GB 1K HS DB 1K HS	80 80	Sa 2½	93 93	
	4	GB vv AY DB vv AY	100 100	Sa 2½	92 92	
auf nächster Seite fortgesetzt						

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise
3.8.1	Besichtigungseinrichtungen (Fortsetzung)					
	b) gelegentlicher Begang, Sprühnebelbereich Freibwitterung: Korrosivitätskategorie bis C3	1	Feuerverzinkung DB EP-Kombi Quarzsand 0,4-0,7 mm	150	Sweep-Strahlen	-- 81
		2	GB EP-Zn ZB EP DB PUR	80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97
	c) wie b), jedoch Spritzwasserbereich, Freibwitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	Feuerverzinkung ZB EP/EP HS DB PUR/PUR HS	120 120	Sweep-Strahlen	87/97/94 87/97/94
		2	GB EP-Zn ZB EP/EP HS DB PUR/PUR HS	80 120 120	Sa 2½	87/97 87/97/94 87/97/94
3.8.2	Besichtigungswagenschienen: nur Lauffläche					
	Für Lauffläche maßgebend: Raddruck aus Besichtigungswagen	1	Feuerverzinkung		—	Übrige Flächen mit ZB, DB wie angrenzende Bauteile
		2	Nichtrostender Stahl		—	Befestigung durch Kleben, Schrauben, oder Schweißen (siehe auch DIN 12944-3). Werkstoff-Nr. 1.4401 oder 1.4571 nach DIN EN 10088, übrige Flächen wie angrenzende Bauteile
		3	GB ESI-Zn	100	Sa 2½	86
<b>4</b>	<b>Brückengeräte</b>					
4.1	Festbrückengeräte (z.B. D-Brücken, Bailey-Brücken)					
	Spritzwasserbereich, hohe mechanische Belastung, Freibwitterung: Korrosivitätskategorie bis C5. Jeweils geringe Einsatzdauer (Schutzdauer: kurz)	1	GB EP-Zn ZB EP HS DB EP HS	80 120 120	Sa 2½	87/97 94 94
		2	GB EP-Zn ZB EP DB EP	80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
4.2	Kleinhilfsbrücken, Hilfsbrücken und Pfeilergerät						
	wie bei 4.1	1	GB ESI-Zn	100	Sa 2½	86	zweischichtig nass in nass spritzen
<b>5</b>	<b>Besonders zu behandelnden Flächen</b>						
5.1	Reibflächen von geschraubten Verbindungen und Nietverbindungen; siehe Bild A 4.3.12						
5.1.1	gleitfeste geschraubte Verbindungen der Kategorien B und C						
	wenn Haftreibungszahl von $\mu = 0,5$ erforderlich	1	GB ASI-Zn	60	Sa 2½ grob (G)	85	kantiges Strahlmittel verwenden; Blatt 86 auch zulässig, wenn Haftreibungszahl $\mu \geq 0,5$ nachgewiesen
	wenn Haftreibungszahl von $\mu = 0,3$ ausreichend	2	GB ESI-Zn	60	Sa 2½	86	kantiges Strahlmittel verwenden
	Die Trockenschichtdicke darf 40 µm nicht unterschreiten und 80 µm nicht überschreiten.						
5.1.2	geschraubte Verbindungen der Kategorie E und Nietverbindungen						
	Es ist die GB zu verwenden, die für die angrenzenden Bauteile vorgesehen ist. Die Trockenschichtdicke darf 125 µm nicht überschreiten. Oberflächenvorbereitungsgrad: Sa 2½						
5.1.3	geschraubte Verbindungen der Kategorien A und D						
	Korrosionsschutzsystem der angrenzenden Bauteile verwenden						
5.2	Kanten, Verbindungsmittel, Baustellenschweißnähte, Baustellenschweißstöße						
5.2.1	Kanten, Verbindungsmittel, Baustellenschweißnähte						
			„Kantenschutz“ auf das jeweils gewählte Korrosionsschutzsystem abstimmen. ca. 25 mm beiderseits der Kante/ Schweißnaht/ Verbindungsmittel aufbringen.	80		entsprechend der jeweiligen TL-Blätter	gilt nicht für Baustellenschweißstöße gemäß Nr. 5.5
	Zusätzlicher Schutz anderer Schweißnähte als Baustellenschweißnähte nur in besonderen Fällen. Die Sollsichtdicke des Korrosionsschutzes von 80 µm dient nur dem Ausgleich einer Kantenflucht, sie ist nicht zusätzlich in die Gesamtschichtdicke des Korrosionsschutzsystems einzurechnen.						
5.2.2	Baustellenschweißstöße						
	nicht definiert (temporärer Schutz nach dem Schweißen)	1	GB	40-80 (je nach Standarddauer)	nach dem Schweißen mechanische Reinigung im Schweißnahtbereich	93/94	vor dem Schweißen: Entfernen der im Werk aufgetragenen Abklebung (Nr. 5.5)
	wie für die übrigen Flächen zugrunde gelegt	2	GB-ZnPh GB-Zn-Ph ZB, DB wie die übrigen Flächen	80 80	Sa 2½	entsprechend des jeweiligen TL-Blattes	

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
5.3	Fugen und Spalten (zur Vermeidung von Spaltkorrosion und/oder Berührungskorrosion)						
	nicht definiert		Fugenabdichtung. Dichtmasse auf das jeweils gewählte Schutzsystem abstimmen (Abdichtung vor oder nach der DB.) siehe auch DIN EN ISO 12944-3, Abschnitt 5.2			Anforderungen an die Stoffe nach den Technischen Lieferbedingungen für den äußeren Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen und Kabeln (TL KOR-VVS)  1 K- / 2K-PUR-Dichtstoffe, überbeschichtbar	
5.4	Berührungsflächen mit Beton, Walzträger in Beton (WIB-Bauweise), Verbundbauweise						
5.4.1	Berührungsflächen zwischen Stahl und Frischbeton mit Ausnahme WIB-Bauweise; z.B. Gurte von Verbundträgern und einbetonierten Fuß- oder Ankerplatten; siehe Bild A 4.3.13						
	in jedem Fall ist maximale Belastung zugrunde gelegt: Korrosivitätskategorie C5	1	GB EP-Zn	50	Sa 2½	87/97	Im Berührungsbereich ist die angrenzende Beschichtung ohne DB bis zum äußersten Verbundmittel (in der Regel Kopfbolzendübel) weiterzuführen
	<p>Bei einer Fahrbahnplatte mit Dickenversatz am Rande des Obergurtes gemäß Bild A 4.3.14 ist bei Instandsetzungen am Rand des Flansches eine dauerelastisch verfüllte Fuge auszubilden. Die elastischen Dichtungsstoffe müssen mit der angrenzten Korrosionsschutzbeschichtung verträglich und im Bedarfsfall überbeschichtbar sein. Beim Neubau soll am Rand des Flansches als Regellösung keine Fuge gemäß Detail ausgebildet werden. Es ist aber zulässig, so zu verfahren.</p> <p>Bei Verbundträgern mit Stahlbetonfertigteilplatten ist das vollständige Beschichtungssystem bis zum ersten Verbundmittel weiterzuführen. Anstelle der Deckbeschichtung kann jedoch eine zusätzliche Zwischenbeschichtung aufgetragen werden.</p>						
5.4.2	Berührungsflächen zwischen Stahl und Festbeton, z.B. nachträglich einzubauende Fuß- oder Ankerplatten; siehe Bild A 4.3.15						
	In jedem Fall ist maximale Belastung zugrunde gelegt: Korrosivitätskategorie C5	1	Feuerverzinkung ZB EP DB EP	80 80	Sweep-Strahlen	87/97 87/97	Im Berührungsbereich ist die angrenzende Beschichtung vollständig bis zur ersten Dübelreihe weiterzuführen.
		2	Spritzverzinkung ZB EP DB EP	100 80 80	Sa 3	87/97 87/97	Anstelle der DB ist jedoch eine weitere ZB aufzutragen.
		3	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP 3. ZB EP DB EP	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrunde gelegte Korrosionsbelastung	Korrosionsschutzsystem  Nr.	NDFT (µm)	OV	Stoffe nach TL KOR-Stahlbauten, Anhang A, Blatt Nr.	sonstige Hinweise	
5.4.3	Walzträger in Beton (WIB-Bauweise) (siehe Bild A.4.3.16)						
a) Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C3	1	GB EP-Zn	80	Sa 2½	87/97	2 (8), 4.3.1 (4) und 3.3 (3) ggf.3.3 (4) beachten	
		1. ZB EP	80		87/97		
	2	2. ZB EP (ggf. PUR)	80	87/97			
		DB PUR	80	87/97			
b) Spritzwasserbereich, Splittanprall und / oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	Spritzverzinkung	100	Sa 3	87/97	2 (8), 4.3.1 (4) und 3.3 (3) ggf.3.3 (4) beachten	
		1. ZB EP	80		87/97		
	2	2. ZB EP (ggf. PUR)	80	Sa 3	94		
		DB PUR	80		87/97/94		
5.5	Obergurte von Walzträgern mit direkter Schwellenauflagerung						
	In jedem Fall ist maximale Belastung zugrunde gelegt: Korrosivitätskategorie C5	1	Spritzverzinkung DB EP	100 300	Sa 3	84	
2		GB EP-Zn DB EP	80 300	Sa 2½	87/97 84		
<b>6</b>	<b>Verkehrszeichen- und Signalbrücken, Lichtsignalanlagen und Verkehrsmaste</b>						
6.1	Verkehrszeichen- und Signalbrücken						
	Spritzwasserbereich, Splittanprall und / oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5	1	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	87/97 87/97	im Bereich bis 2 m über Geländeoberkante zusätzlich 2. ZB
		2	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80	—	93 93	
	3	GB EP-Zn 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	gilt nur bei Instandsetzungen im Bereich bis 2 m über Geländeoberkante zusätzlich 3. ZB	
6.2	Lichtsignalanlagen						
	wie 6.1, ggf. zusätzlich Übergangsbereich Luft / Boden	1	sinngemäß wie 6.1, bei Übergangsbereich Luft / Boden die zusätzliche Zwischenbeschichtung (bis 2 m über Geländeoberkante) bis 0,50 m unter Geländeoberkante aufbringen				
6.3	Lichtmaste						
	wie 6.2	1	wie 6.2, siehe Korrosionsschutzvorschriften der Versorgungsträger				
6.4	Oberleitungsmaste						
		1	siehe Regelungen der Verkehrsbetriebe				



### A 3 Bilder

Erläuterungen zur Bauteilnummern gemäß Tabelle A 4.3.2 (Beispiele) sowie schematische Darstellungen von ausgewählten Details

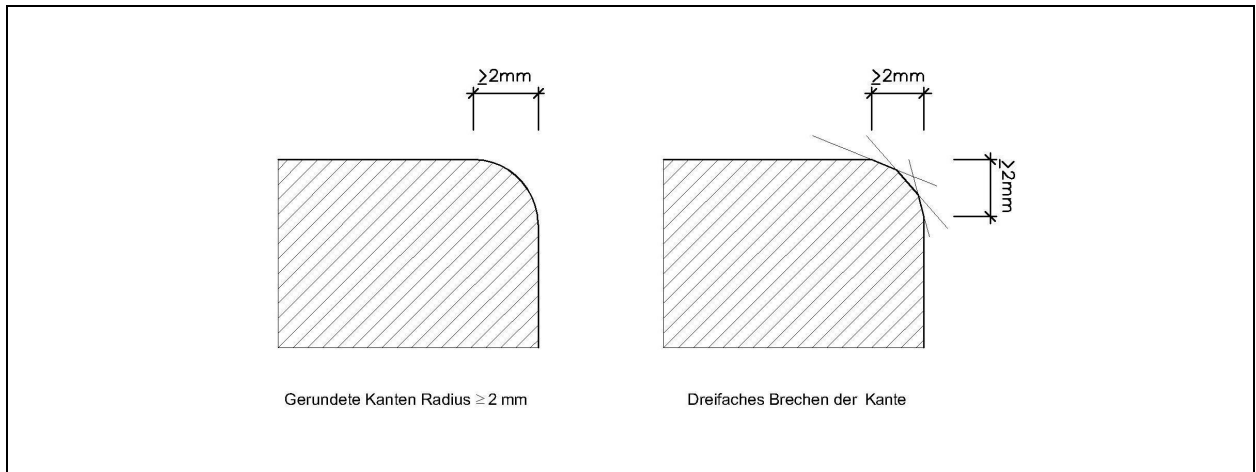
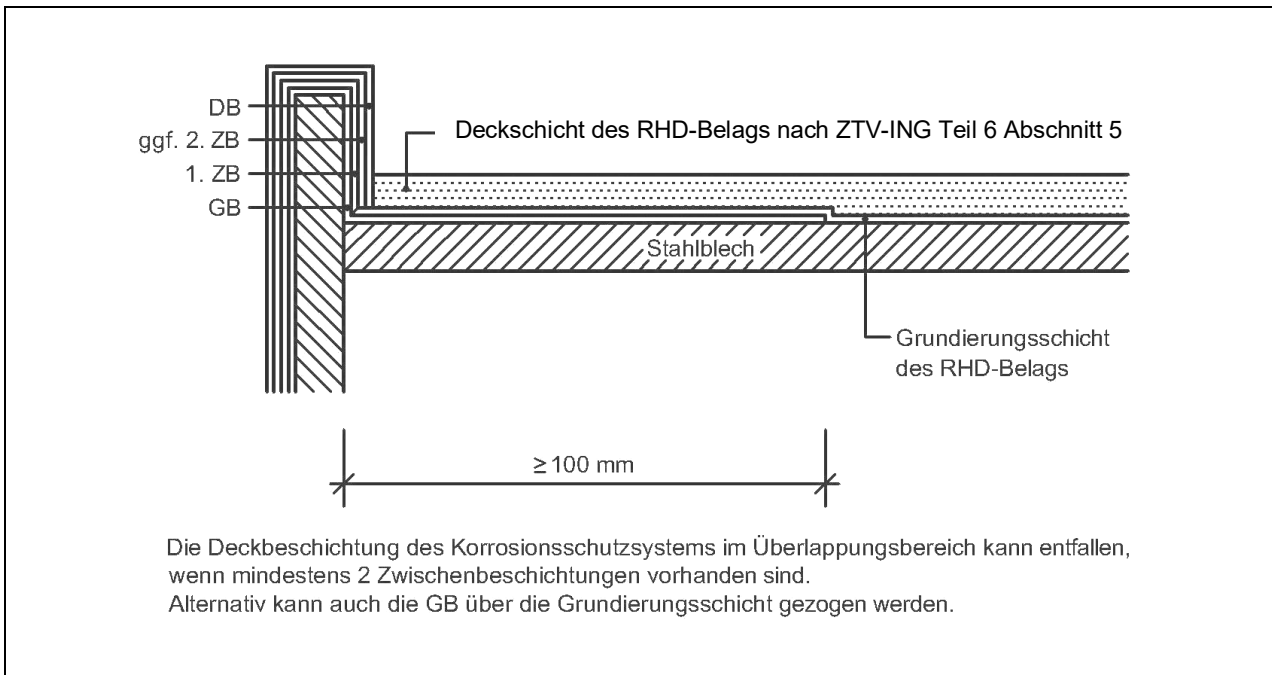
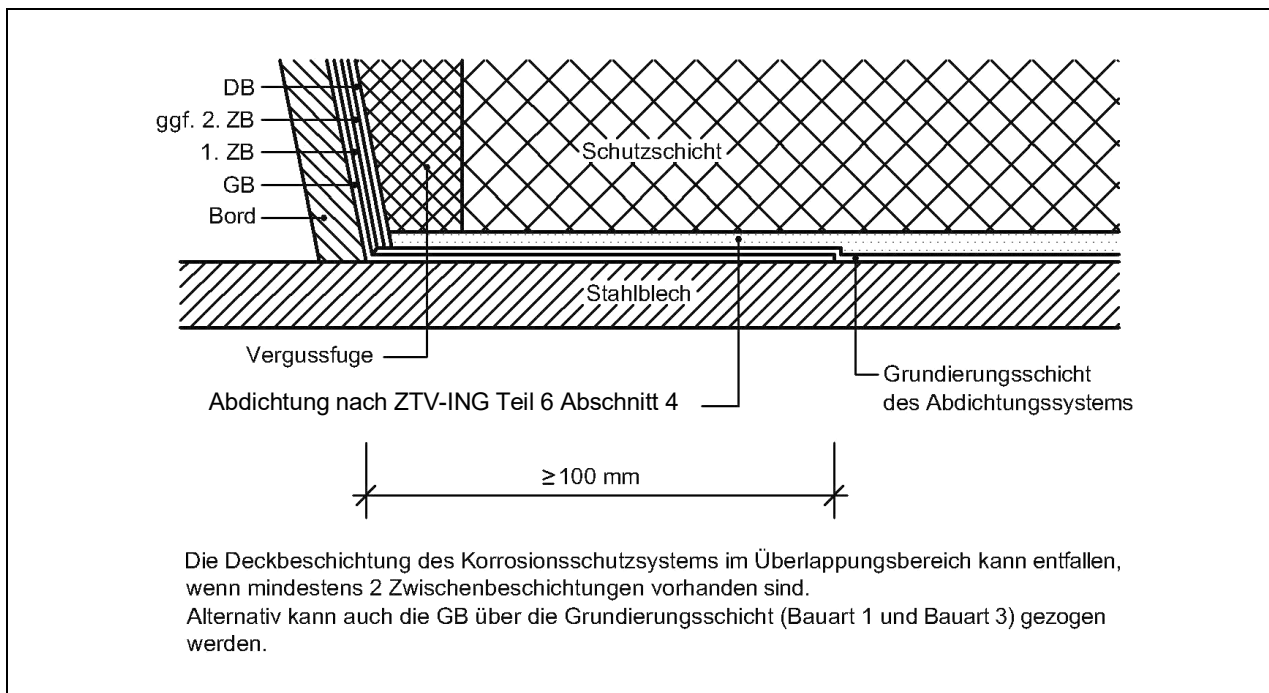


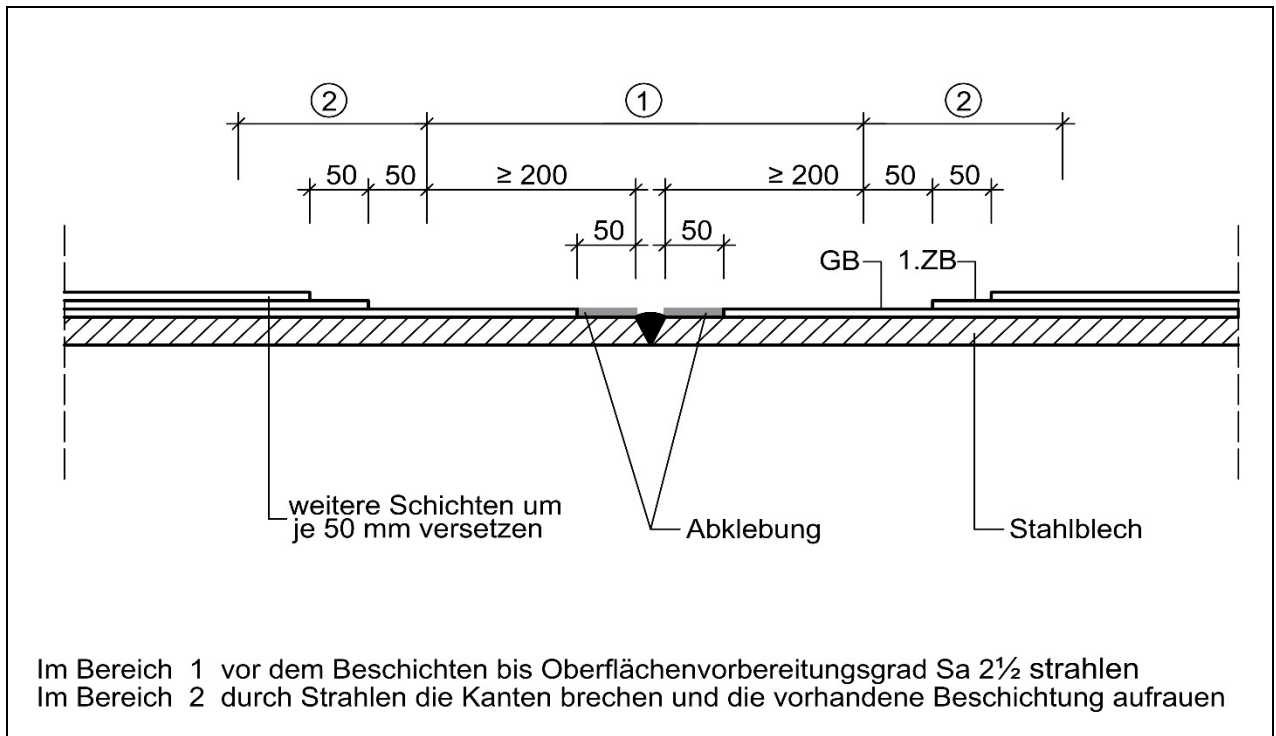
Bild A 4.3.1: Schematische Darstellung der zulässigen Vorbehandlung von Kanten



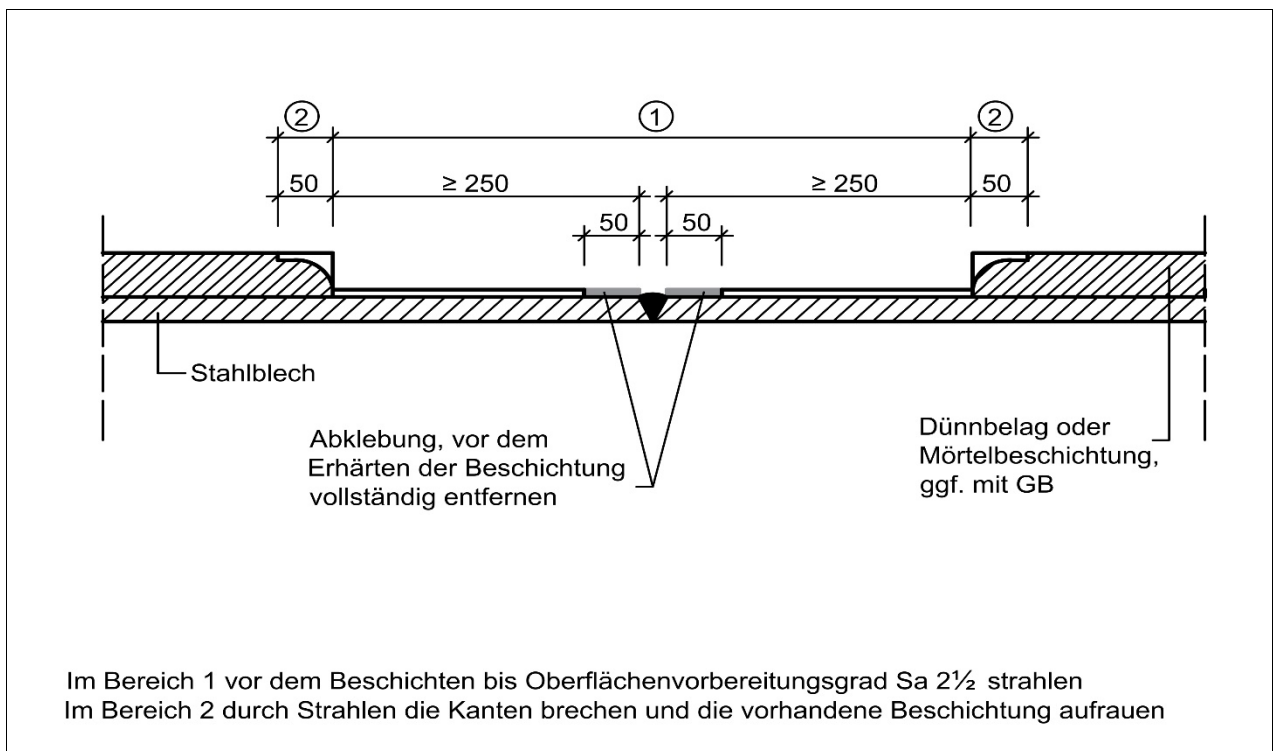
**Bild A 4.3.2:** Nahtstelle Korrosionsschutzsystem-RHD Belag nach ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 5 (schematische Darstellung)



**Bild A 4.3.3:** Nahtstelle Korrosionsschutzsystem-Abdichtung nach ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 4 (schematische Darstellung)



**Bild A 4.3.4:** Schematische Darstellung der Gestaltung der Korrosionsschutzbeschichtung im Bereich von Baustellenschweißstößen bei Wärmeeinflusszonen von höchstens 200 mm Breite. Bei breiteren Wärmeeinflusszonen ist 5.5 (6) zu beachten



**Bild A 4.3.5:** Schematische Darstellung der Gestaltung von Dünnbelägen und Mörtelbeschichtungen im Bereich von Baustellenschweißstößen bei Wärmeeinflusszonen von höchstens 200 mm Breite. Bei breiteren Wärmeeinflusszonen ist 5.5 (6) zu beachten

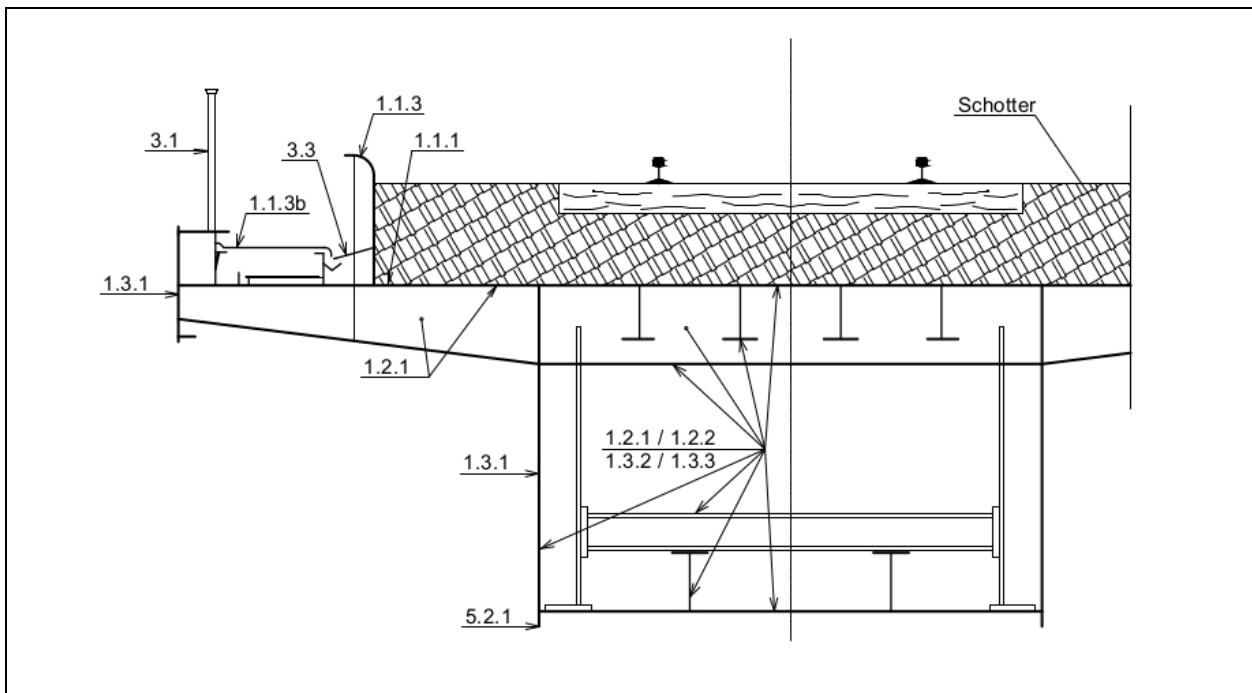


Bild A 4.3.6: Querschnitt eines Hohlkastenüberbaus für Eisenbahnbrücke mit Schotterbett

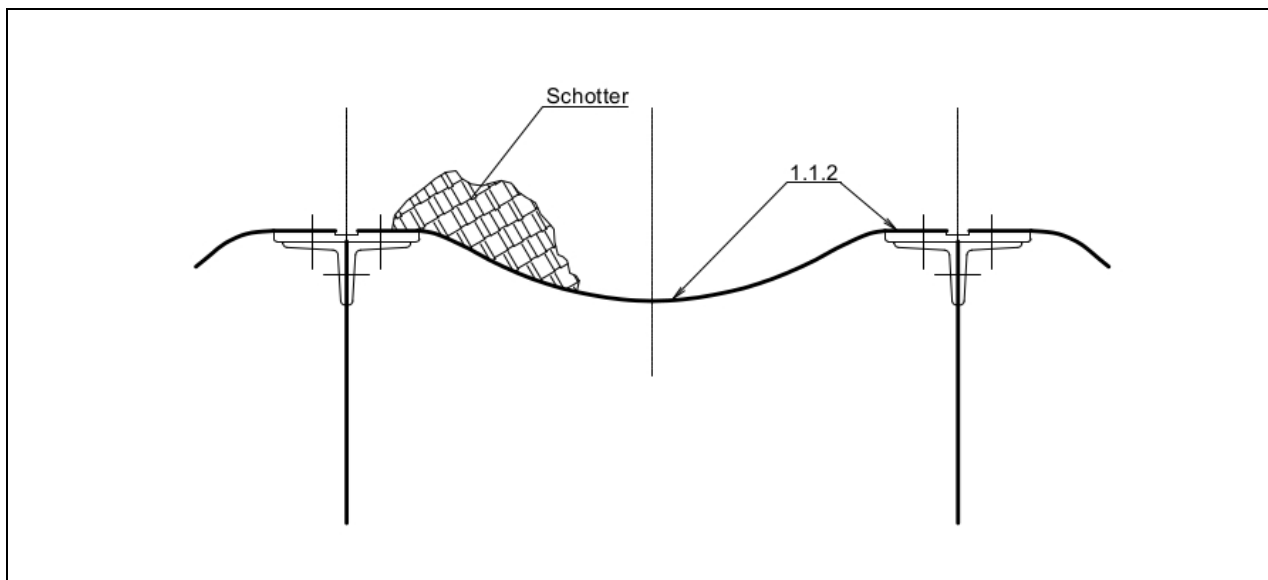


Bild A 4.3.7: Idealisierter Querschnitt durch einen genieteten Buckelblechüberbau mit Schotterbett

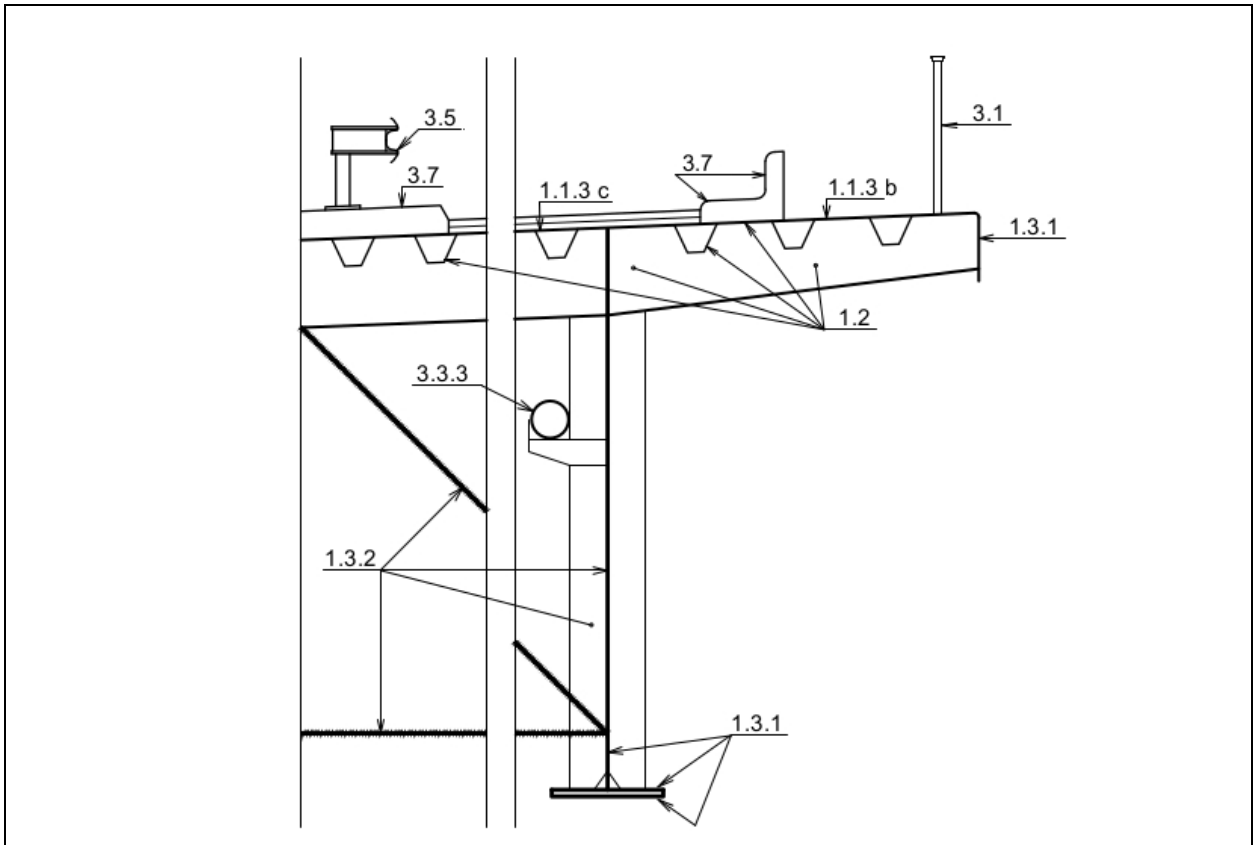


Bild A 4.3.8: Teilquerschnitt einer Straßenbrücke mit offenem Querschnitt

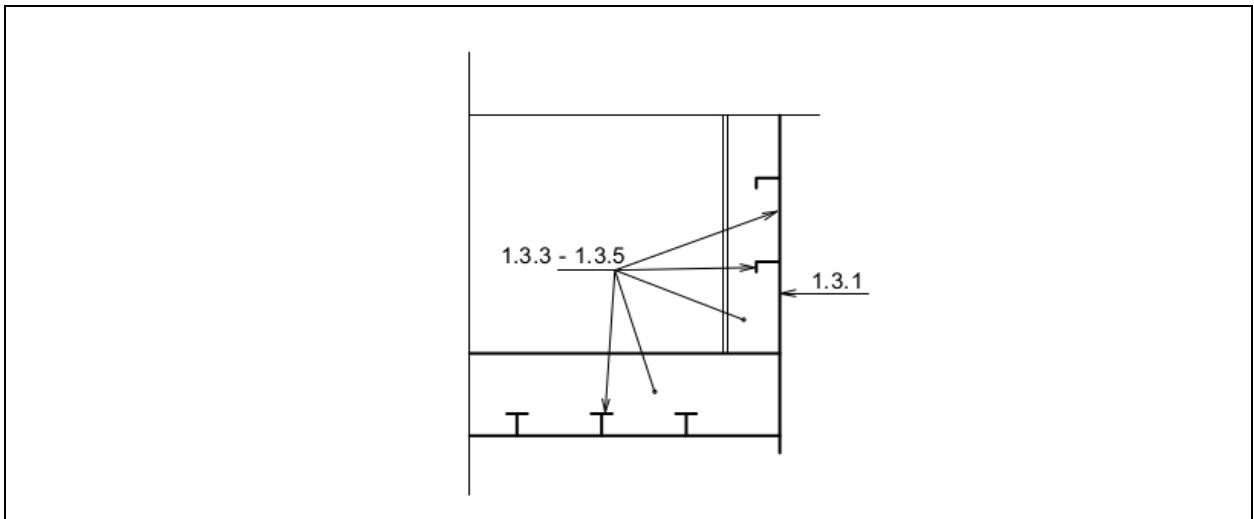


Bild A 4.3.9: Teilquerschnitt eines Hohlkastens

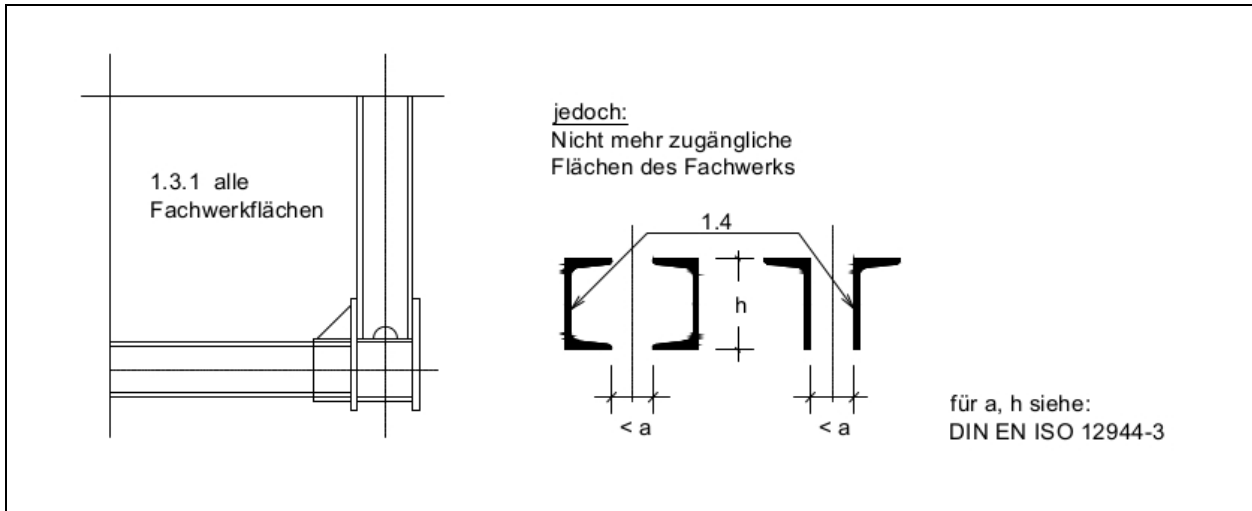


Bild A 4.3.10: Teilquerschnitt einer Fachwerkkonstruktion

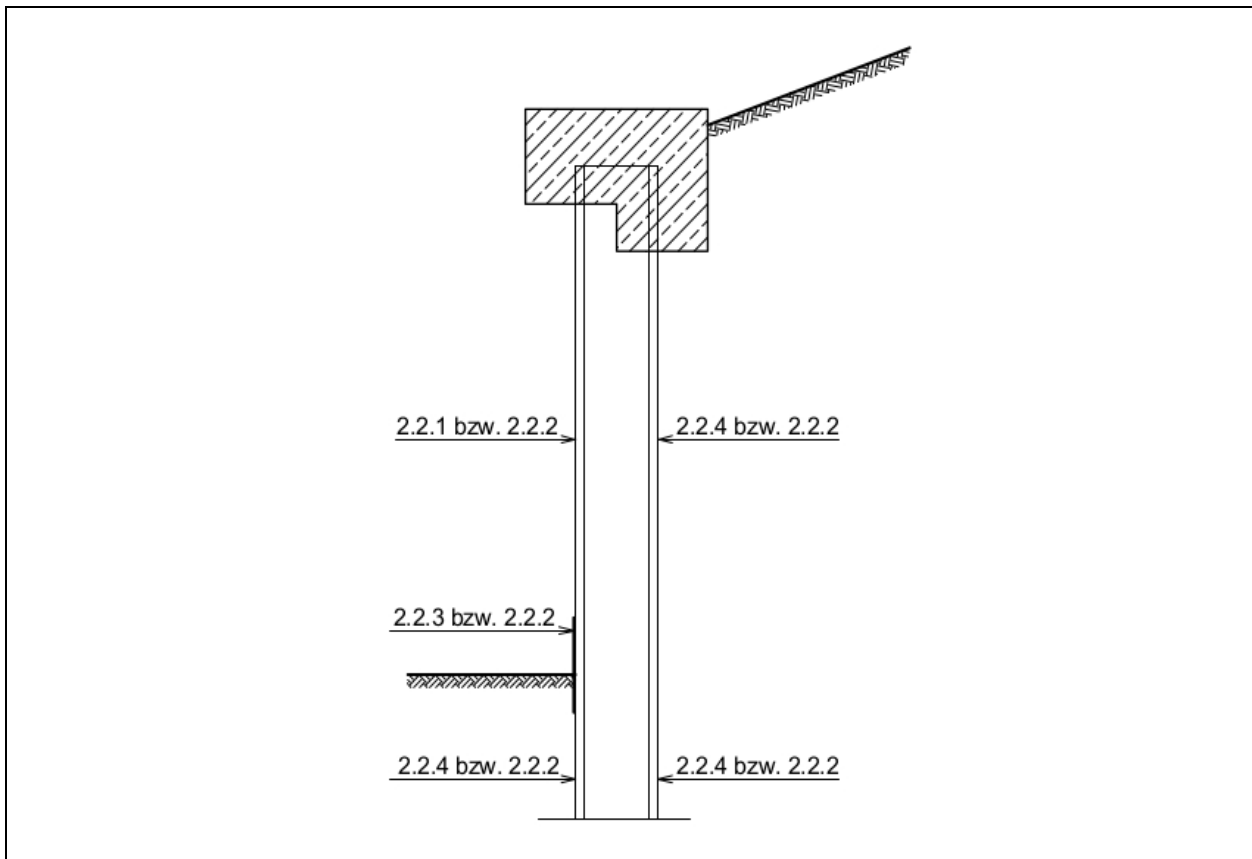


Bild A 4.3.11: Querschnitt einer Spundwand

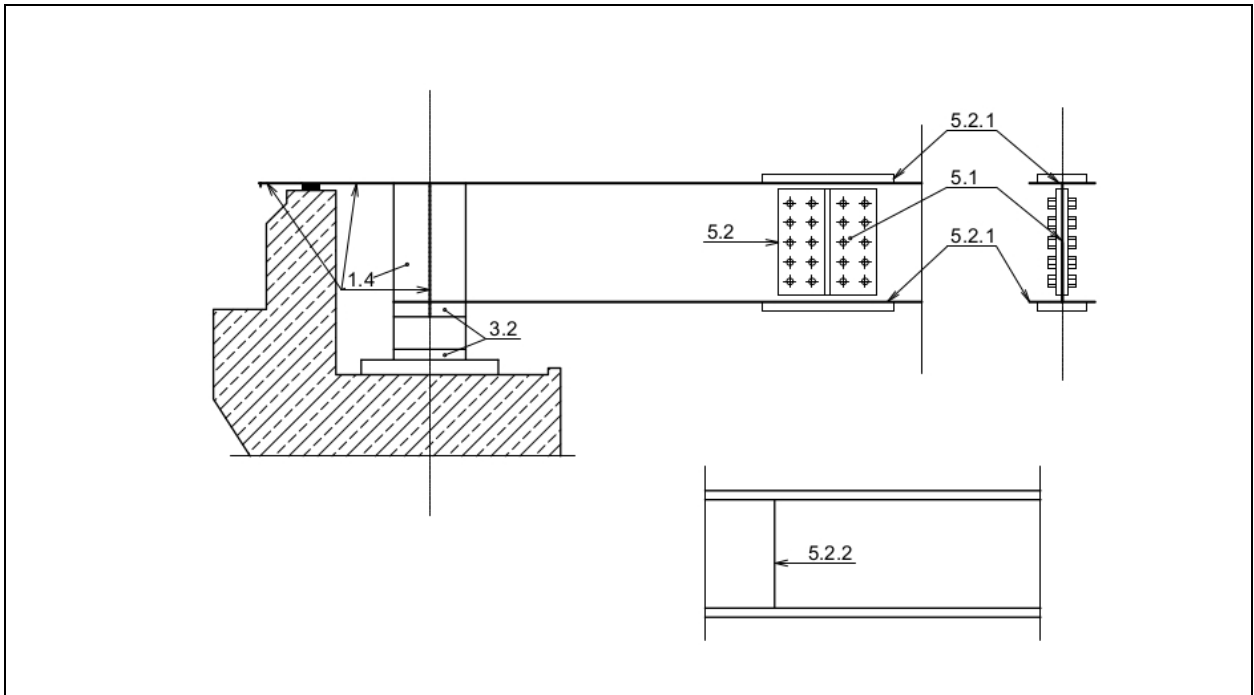


Bild A 4.3.12: Idealisierter Längsschnitt durch einen Brückenträger mit Schleppblech

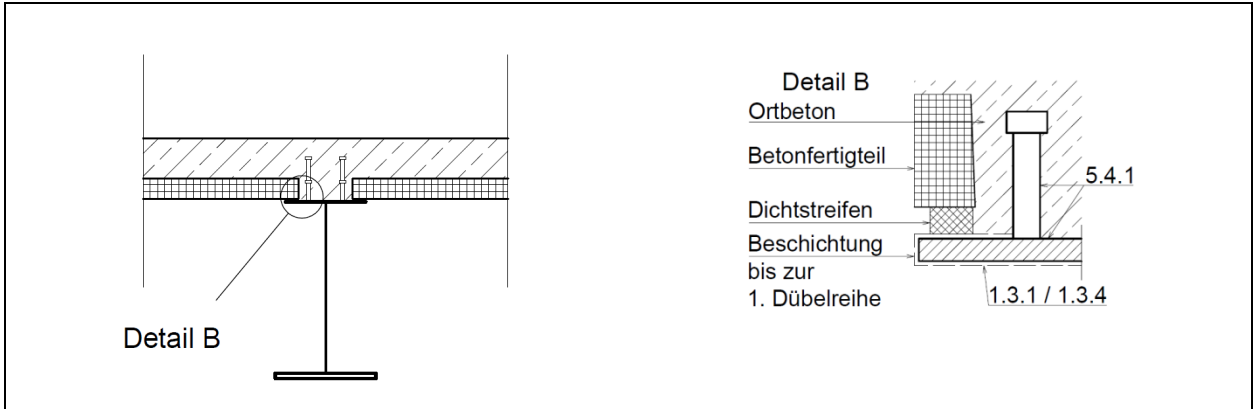


Bild A 4.3.13: Detailquerschnitt in Verbundbauweise mit Betonfertigteilen und Ortbetonergänzung

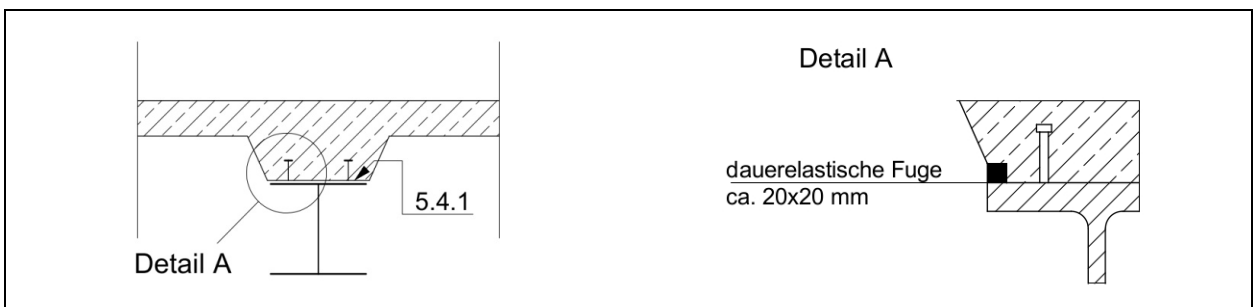


Bild A 4.3.14: Detailquerschnitt in Verbundbauweise mit Ortbeton

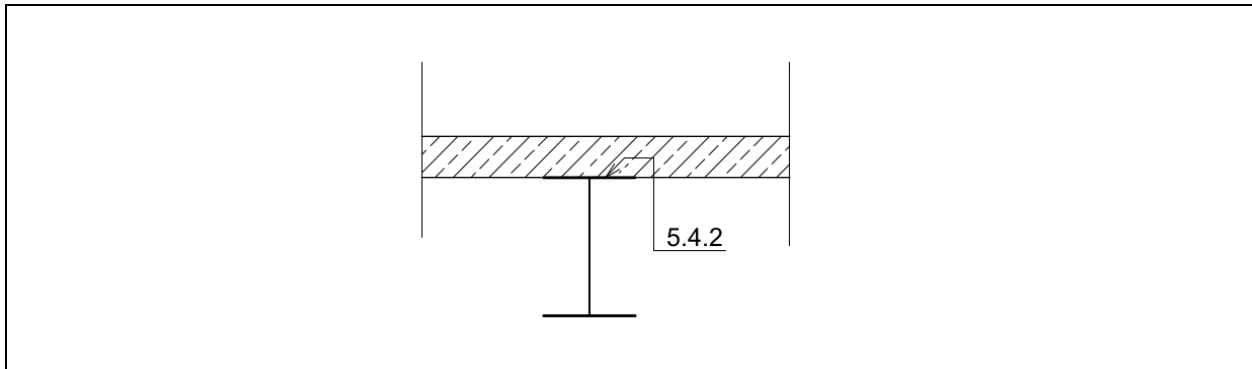


Bild A 4.3.15: Detailquerschnitt von auf Stahlträgern aufliegenden Betonfertigteilen

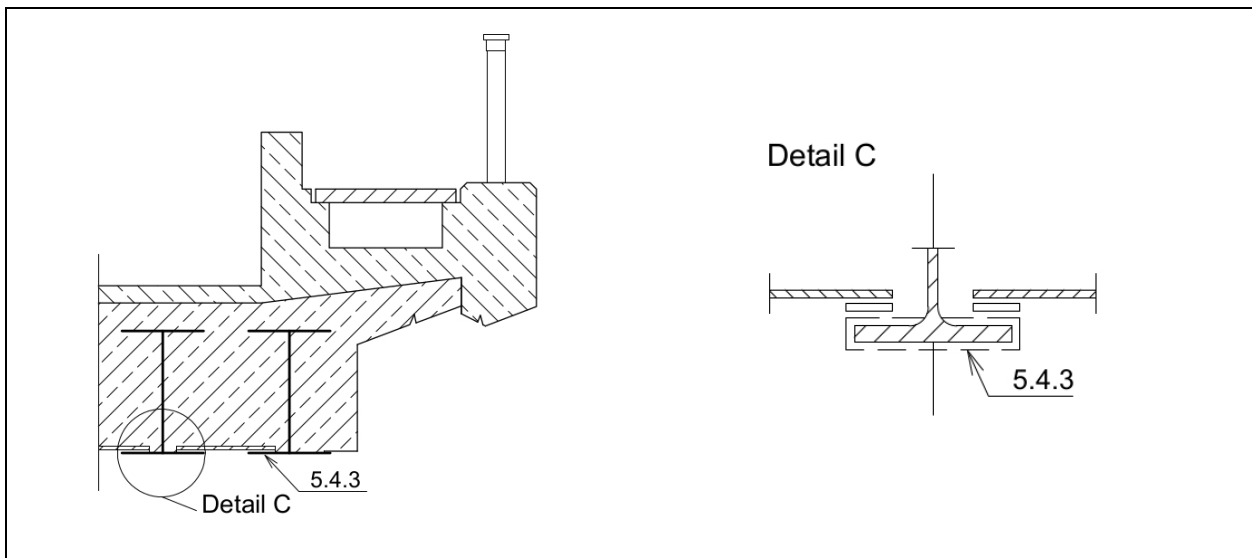


Bild A 4.3.16: Detailquerschnitt eines Brückenüberbaus in WIB-Bauweise



## Anhang B Prüfprotokolle

### Formblatt B 4.3.1

Prüfprotokoll für den Korrosionsschutz, Allgemeine Angaben			Seite
Baumaßnahme			Bauwerksnummer (ASB)
Bauabschnitt			
Auftraggeber			Bauwerksname
Prüfstelle			oben
TL-Blatt			unten
Erstbeschichtung <input type="checkbox"/>	Vollerneuerung <input type="checkbox"/>	Teilerneuerung <input type="checkbox"/>	Ausbesserung <input type="checkbox"/>
Auftragnehmer für Oberflächenvorbereitung: ..... Beschichtung im Werk: ..... Beschichtung auf der Baustelle: .....			
Stofflieferant: .....			
Korrosionsschutzplan		Gesamtoberfläche	
Nr. ....		ca. ....m <sup>2</sup>	
Kontrollflächenprotokolle Nr. ....			
Anzahl der Einzelprotokolle gemäß Formblatt B 4.3.2 ..... und B 4.3.3: .....			
Systemskizze: <ul style="list-style-type: none"> <li>Längsansicht</li> <li>Draufsicht</li> <li>Querschnitt</li> </ul>		} mit Teilflächenzuordnung oder Querverweis auf andere Unterlagen	
Bemerkung:			
(Ort)	(Datum)	(Name, Unterschrift, Prüfstelle)	

Formblatt B 4.3.2

<b>Prüfprotokoll für den Korrosionsschutz Applikationsbedingungen</b>		<b>Seite</b>
<b>Baummaßnahme</b>		
<b>Bauteil</b>		
<b>Auftraggeber</b>		
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>		
<b>Bauabschnitt (Werk <input type="checkbox"/> Baustelle <input type="checkbox"/>)</b>		
<b>Auftragnehmer</b>		
<b>Messgeräte (für Spalte 6-9):</b>		
Bauteil (Teilflächen Nr.)	1	
Datum / Uhrzeit	2	
Arbeitsvorgang (z.B. Oberflächenvorbereitung, GB, ZB, DB)	3	
Applikationsverfahren	4	
Wetterbedingungen	5	
Temperatur [°C]	Luft	6
	Bauteil	7
Relative Luftfeuchte [%]	8	
Taupunkt [°C]	9	
Beschichtungsstoff (Stoff-Nr.)	10	
Farbton	11	
Chargen Nr.	12	
Vorbereitungsgrad/ Strahlmittel (Normbezeichnung, Handelsname)	13	
Bemerkungen (besondere Erscheinungen, Unregelmäßigkeiten)	14	
<b>Unterschriften:</b>		
(Auftragnehmer)	(Ort)	(Datum)
(Auftraggeber)	(Ort)	(Datum)

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang B**

**Formblatt B 4.3.3**

Prüfprotokoll für den Korrosionsschutz, Schichtdickenmessung	Seite										
Baumaßnahme	Bauwerksnummer (ASB)										
Bauabschnitt	<table border="1" style="width:100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> </tr> </table>										
Auftraggeber	Bauwerksname										
Prüfstelle	oben										
TL-Blatt	unten										
Bauteil: ..... Teilfläche Nr. .... Korrosionsschutzplan-Nr. .... Größe: .....m <sup>2</sup>											
Messung der Schichtdicken: (Messfläche jeweils 10 m <sup>2</sup> )											
Grundbeschichtung ggf. Feuerverzinkung	<input type="checkbox"/> Sollschichtdicke: .....µm										
Teilbeschichtung (z.B. Beschichtung im Werk)	<input type="checkbox"/> Sollschichtdicke: .....µm										
des gesamten Korrosionsschutzsystems (soweit erforderlich)	<input type="checkbox"/> Sollschichtdicke: .....µm										
Messgerät: ..... Datum der Messung: .....											
Umfang der Messung: a) nach Vorgabe des Auftraggebers <input type="checkbox"/> b) nach Tabelle 4.3.3: (20 Messungen je Teilfläche) <input type="checkbox"/>											
Messwerte:											
Bemerkungen:											
(Ort)	(Datum)										
(Name, Unterschrift, Prüfstelle)											

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang B**

**Formblatt B.4.3.4**

Kontrollflächen-Protokoll, Allgemeine Angaben		Seite
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)
Bauabschnitt		
Auftraggeber		Bauwerksname
Prüfstelle		oben
TL-Blatt		unten
	Unternehmen	Verantwortlicher
Oberflächenvorbereitung:		
Beschichtungsarbeiten:		
Stofflieferant:		
Kontrollfläche: Lage und Bezeichnung		Größe in m <sup>2</sup>
Ausgangszustand der Oberfläche:		
unbeschichtete Stahloberfläche (Angaben nach DIN EN ISO 8501-1)		
Rostgrad:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D
zusätzliche Angaben:		
unbeschichtete Zinkoberfläche <input type="checkbox"/> feuerverzinkt <input type="checkbox"/> thermisch gespritzt		
Zinkkorrosion (z.B. Weißrost)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
zusätzliche Angaben:		
beschichtete Oberfläche (z.B. Teilbeschichtung, Altbeschichtung):		
Korrosionsschutzsystem, Schichtdicke, Alter der Beschichtung		
Bewertung nach der „Richtlinie für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten (RI-ERH-KOR)“, soweit erforderlich:		
zusätzliche Angaben:		
Strahlmittel (Normbezeichnung, Handelsname):		
Oberflächenvorbereitung:		
Oberflächenvorbereitungsgrad (Angaben nach DIN EN ISO 8501-1 und 2):		
<input type="checkbox"/> Sa 1	<input type="checkbox"/> Sa 2	<input type="checkbox"/> Sa 2½ <input type="checkbox"/> Sa 3 <input type="checkbox"/> St 2 <input type="checkbox"/> St 3
<input type="checkbox"/> P Sa 2	<input type="checkbox"/> P Sa 2½	<input type="checkbox"/> P Sa 3 <input type="checkbox"/> P Ma <input type="checkbox"/> P St 2 <input type="checkbox"/> P St 3
weitere Angaben zum Vorbereitungsverfahren und zum Vorbereitungsgrad:		
Staubtest nach DIN EN ISO 8502-3: m    .... G .....		
Salzgehalt nach DIN EN ISO 8502-6 und -9: .....mg/m <sup>2</sup>		
<b>Bemerkung</b>		
(Ort)	(Datum)	(Unterschrift Auftraggeber)
		(Unterschrift Auftragnehmer)

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang B**

**Formblatt B.4.3.5**

Kontrollflächen-Protokoll, Angaben beim Anlegen						Seite	
Baumaßnahme						Bauwerksnummer (ASB)	
Bauabschnitt							
Auftraggeber						Bauwerksname	
Prüfstelle						oben	
TL-Blatt						unten	
Arbeitsgang	1	2	3	4	5		
Beschichtungsstoff-Nr.							
Hersteller							
Bezeichnung							
Farbton							
Applikationsverfahren							
Lufttemperatur °C							
relative Luftfeuchte %							
Oberflächentemperatur °C							
Taupunkt °C							
Witterung (Beschreibung)							
Verdünner (Art und Menge)							
Nassschichtdicke µm <sup>1)</sup>							
Messgerät							
Trockenschichtdicke <sup>2)</sup>							
Messgerät							
Datum							
Uhrzeit							
Beschichtungsort <sup>2)</sup>							
Beschichtungsunternehmen							
Bemerkung							
(Ort)	(Datum)	Unterschrift					

<sup>1)</sup> Mittelwert, Einzelwerte in Formblatt B 4.3.3

<sup>2)</sup> z.B. Werk oder Baustelle

**Formblatt B.4.3.6**

<b>Kontrollflächen-Protokoll, Erläuterungen zur Auswertung</b>		Seite
	Auftreten von Mängeln <sup>1)</sup>	Mögliche Ursachen der Mängel
1 vollständiges Korrosionsschutzsystem aus einer Hand auf vorbereiteter Oberfläche (ohne Fertigungsbeschichtung)	1.1 auf Kontrollflächen und übrigen Flächen	Für solche Mängel können mehrere Ursachen in Frage kommen, z.B.:  1.1.1 Die Korrosionsbelastung des Objektes aus Umwelt und/oder Betrieb hat sich unvorhersehbar verändert  1.1.2 Die Beschichtungsstoffe sind mangelhaft  1.1.3 Die Beschichtungsstoffe sind mangelfrei, jedoch im System unverträglich oder nach Art und/oder Aufbau der Beschichtung für die Korrosionsbelastung nicht ausreichend  1.1.4 Falsche technische Beratung und/oder falsche Angaben durch einen Vertragspartner bei Kenntnis der technischen Einzelheiten
	1.2 auf übrigen Flächen, nicht auf Kontrollflächen	Es ist zunächst davon auszugehen, dass die Ursache der Mängel auf mangelhafter Ausführung der Oberflächenvorbereitung und/oder der Beschichtung beruht. Die mangelfreien Kontrollflächen sprechen dafür, dass das Korrosionsschutzsystem bei fach- und vertragsgemäßer Arbeitsausführung seinen Zweck erfüllt.
2 Teilbeschichtung z.B. Grundbeschichtung, Zwischenbeschichtung, Deckbeschichtung und/ oder deren Kombination	wie 1 sinngemäß	
3 Folgebeschichtung auf von Dritten aufgebrauchten Schichten, auch bei Teilerneuerung	3.1 auf übrigen Flächen und auf den Kontrollflächen A <sup>2)</sup> und B <sup>3)</sup>	wie 1.1.1 bis 1.1.4 sinngemäß
	3.2 nur auf übrigen Flächen, nicht auf Kontrollflächen A und B	Die mangelfreien Kontrollflächen sprechen dafür, dass die Mängel bei der Vorbereitung der vorhandenen Teilbeschichtung oder bei der Folgebeschichtung verursacht wurden.
	3.3 auf übrigen Flächen und auf den Kontrollflächen A, nicht jedoch auf den Kontrollflächen B	Die mangelfreie Kontrollfläche B spricht dafür, dass die Mängel z.B. von nicht einwandfreier Vorbereitung der Stahloberfläche (z.B. Walzhaut, Flugrost nicht entfernt) oder von ungeeigneter vorhergegangener Teilbeschichtung oder Unverträglichkeit der Stoffe von Teil- und Folgebeschichtungen verursacht wurden.
<p><sup>1)</sup> Unvermeidbare stoffbedingte Veränderungen des Glanzgrades und des Farbtons einer Beschichtung gelten nicht als Mangel, außer wenn dies besonders vereinbart wurde.</p> <p><sup>2)</sup> Kontrollfläche A: Auf der vorhandenen Teilbeschichtung wird nach deren vertragsgemäßer Vorbereitung die vorgesehene Folgebeschichtung aufgebracht.</p> <p><sup>3)</sup> Kontrollfläche B: Nach Entfernen der vorhandenen Teilbeschichtung und Herstellen des ursprünglich vorgesehenen Oberflächenvorbereitungsgrades der Stahloberfläche wird das vollständige Korrosionsschutzsystem aufgebracht, wobei zunächst eine der entfernten Beschichtung gleichwertige Teilbeschichtung aufzubringen ist</p>		

Formblatt B.4.3.7

Kennzeichnung des Korrosionsschutzes am Bauwerk		Seite
Baumaßnahme		
Bauteil		
Auftraggeber		
Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten		
Oberflächen.-vorbereitung	1.Grundbeschichtung	2.Grundbeschichtung
	1. Zwischenbeschichtung	2. Zwischenbeschichtung
	Kantenschutz	Deckbeschichtung
		*)
Ausführender	Stoffhersteller	
	Stoffbezeichnung des Stoffherstellers	
	Stoff-Nr. nach den TL KOR – Stahlbauten	
	Ausführender	
Ausführungszeit von		bis
*) freie Spalte, z.B. für Feuerverzinkung oder Spritzmetallüberzüge		

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang B**

**Formblatt B 4.3.8**

Dokumentation von Teilerneuerung				Seite									
Baumaßnahme				Bauwerksnummer (ASB)									
Bauabschnitt				<table border="1" style="width:100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>									
Auftraggeber				Bauwerksname									
Prüfstelle				oben									
				unten									
<b>Altbeschichtung</b>													
Fertigstellung:		Ausführungsfirma:											
		Stoffhersteller:											
Bezeichnung des Beschichtungssystems:				Oberflächenvorbereitungsgrad:									
Systemaufbau	1. GB	2. GB	1. ZB	2. ZB	DB								
Stoff-Nummer													
Schichtdicke (µm)													
Applikation Werk													
Applikation Baustelle													
Zustand des Gesamtsystems (siehe RI-ERH-KOR)													
Schichtdicken (µm)													
Haftfestigkeit und Verbund (Gt): Abreißwerte (MPa):													
Rostgrade (Ri):				Kanten:									
Weitere Mängel (z.B. Blasen, Abblätterungen, Risse):													
Geschätzter schadhafter Flächenanteil (%)													
<b>Teilerneuerung</b>													
Fertigstellung:		Ausführungsfirma:											
Ablauf der Gewährleistung:		Stoffhersteller:											
Oberflächenvorbereitung	an Schadstellen:			an Altbeschichtung:									
Strahlmittel (Normbezeichnung, Handelsname):													
Bezeichnung des Beschichtungssystems:													
Systemaufbau	an Schadstellen:			über der Gesamtfläche									
	1. GB	2. GB/1. ZB	2. ZB	1. ZB	2. ZB	DB							
Stoff-Nummer													
Schichtdicke (µm)													
Applikationsverfahren													
Applikationsbedingungen:													
Arbeiten wann ausgeführt:	Außen:	Innen:	Pylon:	Seile:									
Ausgeführter schadhafter Flächenanteil (%)													
Gesamtfläche (m <sup>2</sup> )			Gesamtkosten (Euro):										
Zustand nach der Gewährleistungsfrist:													

Die Maßnahme ist aufzugliedern und der Umfang durch Ankreuzen der Bereiche/Bauteile anzugeben. Die Beschichtungsflächen sind gesondert auszuweisen. Gegebenenfalls ist für die genannten Bereiche/Bauteile je ein Formular auszufüllen



## Anhang C Planungshilfen

### C 0 Vorbemerkungen

(1) Die Planungshilfen dienen als Entscheidungshilfe für die Planung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten mit Beschichtungsstoffen gemäß TL KOR–Stahlbauten.

(2) Da auf spezielle Gegebenheiten und Belastungen des jeweiligen Bauwerks nicht eingegangen werden kann, haben die Planungshilfen empfehlenden Charakter.

(3) Die Planungshilfen beschreiben, für welche Anwendungen die Beschichtungsstoffe im Wesentlichen geeignet sind.

(4) Für jedes Blatt der TL KOR-Stahlbauten ist eine eigene Tabelle mit Planungshilfen vorhanden. Die Planungshilfen sind wie folgt gegliedert:

- Stoffbeschreibung mit Angaben über eigenschaftsbestimmende Bindemittel und Pigmente (jeweils unterteilt nach Grund-, Zwischen- und Deckbeschichtungsstoffen) sowie Lösemittelgehalt und Verdünnungsmittel. Bei High-solid-Stoffen sind auch die Festkörpervolumina angegeben.
- Hauptsächliche Anwendungsgebiete unter Berücksichtigung der speziellen Eigenschaften der jeweiligen Stoffgruppe.
- Schutzsysteme mit Beschichtungsaufbau unter Beachtung der Verträglichkeit verschiedener Beschichtungsstoffe untereinander und erforderlicher Oberflächenvorbereitung als Voraussetzung für dauerhafte Korrosionsschutzwirkung.
- Sollschichtdicken im Trockenfilmzustand und annähernder Wert der Schichtdicken auch im Nassfilmzustand.
- Art der Applikation, wobei vorzugsweise Airless-Spritzen (Höchstdruckspritzen) oder Streichen, anzuwenden ist. Rollen ist nur mit Zustimmung des Auftraggebers zulässig. 5.1 (13) ist zu beachten.
- Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung. Die entsprechenden Zeiten sind bei einer Objekttemperatur von ca. 20°C angegeben.
- Zusätzliche Hinweise mit Angaben über Vorsichtsmaßnahmen und Bearbeitungsregeln, die bei der Anwendung zu beachten sind, sowie Angaben über die Nichtanwendbarkeit des jeweiligen Schutzsystems für bestimmte Einwirkungen oder Anwendungszwecke.

(5) Je nach Länge der Standzeit bis zur Folgebeschichtung, die einen Zeitraum von einigen Stunden bis zu mehreren Monaten oder Jahren umfassen

kann, muss eine Zwischenreinigung vor der Folgebeschichtung erfolgen. Die Zwischenreinigung sollte bei längeren Standzeiten als eigene Position in die Leistungsvereinbarung mit der ausführenden Firma aufgenommen werden.

(6) Zu beachten ist weiterhin das Problem der "Kantenflucht" bei kleinen Kantenradien von maximal 4 mm. Die noch flüssigen Beschichtungsstoffe fließen von der Kante in die Kantenrandbereiche ab. Zum Ausgleich der dadurch verringerten Schichtdicke können nach Erreichung der Überarbeitbarkeit höher viskos eingestellte Beschichtungsstoffe in einem zweiten Applikationsgang auf den Kantenbereich aufgetragen werden. Die dafür geeigneten Beschichtungsstoffe sind in den entsprechenden Blättern der TL KOR–Stahlbauten besonders bezeichnet. Bei tieferen Objekttemperaturen muss von längeren Zeiten bis zur Folgebeschichtung ausgegangen werden (siehe Ausführungsanweisung).

(7) Der Hinweis bei den Beschichtungsstoffen nach Blatt 91 "nicht geeignet bei langanhaltender Wassereinwirkung" bezieht sich auf die Haftungsproblematik bei Duplexsystemen und bedeutet nicht, dass die anderen Beschichtungsstoffe der TL KOR-Stahlbauten, bei denen dieser Hinweis fehlt, bei "lang andauernder Wassereinwirkung" besser geeignet sind. Grundsätzlich sind nur die Beschichtungsstoffe nach Blatt 81 für Bereiche mit "lang andauernder Wassereinwirkung" vorgesehen.

(8) Bei eisenglimmerhaltigen Deckbeschichtungen sind bei den Farben DB 301, DB 310, DB 510, DB 602 und DB 610 nach längerer Bewitterung Farbänderungen möglich.

## C 1 Planungshilfen für Blatt 50

Beschichtungsstoff auf Epoxidharzbasis (EP)  
für die Innenbeschichtung von bedingt begehbaren luftdicht verschweißten Hohlkästen

### Neues Blatt

**Für die Erprobung der Praxistauglichkeit bei der Anwendung an Bauwerken und Bauteilen ist eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen.**

### C 1.1 Anwendung und Zweck

Die im Rahmen dieses Blattes beschriebene Beschichtung im hellen Farbton ist eine Innenbeschichtung für bedingt begehbare luftdicht verschlossene Hohlkästen, die bei Bedarf für Bauwerkprüfung geöffnet werden können. Durch diese Beschichtung sollen bei handnaher Prüfung Risse besser erkennbar sein. Eine Erneuerung der Beschichtung im Zuge der Lebensdauer des Bauwerks ist nicht vorgesehen.

### C 1.2 Beschichtung

- (1) Das Beschichtungssystem nach Blatt 50 besteht aus zwei Schichten mit jeweils einer Schichtdicke von mindestens 100 µm. Schwierig zu beschichtenden Bereiche, wie Ecken und Kanten sind vorzulegen.
- (2) Der Beschichtungsstoff muss geeignet sein
  - für die Werksbeschichtung,
  - zur Beschichtung von vorbereiteten Schweißnähten
  - sowie für das Ausbessern von Transport- und Montageschäden auf der Baustelle.
- (3) Der Oberflächenvorbereitungsgrad muss mindestens Sa 2 bzw. P Sa 2 mittel (G) oder P Ma, P St 3 gemäß DIN EN ISO 12944 und DIN EN ISO 8503 1 und 2 betragen.
- (4) Transport und Montageschäden sind auszubessern.

**Tabelle C 4.3.1:** Zusammensetzung der Beschichtungsstoffe nach Blatt 50

EP-Beschichtungsstoffe (gemäß DIN EN ISO 12944-5)	kalthärtende Epoxidharze (überwiegender Anteil), Kombinationsharze sind zulässig	dem Hersteller überlassen
--	--	---------------------------

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang C**

**Tabelle C 4.3.2:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 50

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
im Werk	GB	Blatt 50 2K-EP	650.02	100	Sa 2	Spritzen Streichen	16 h
	DB	Blatt 50 2K-EP/PUR	650.97	100		Spritzen Streichen	
<b>Aufbau B</b>							
auf der Baustelle - Beschichtung von Schweißstößen - Ausbesserung der Werksbeschichtung	GB	Blatt 50 2K-EP	650.02	100	P Sa2 P Ma PSt3	Streichen	16 h
	DB	Blatt 50 2K-EP/PUR	650.97	100		Streichen	

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt

## C 2 Planungshilfen für Blatt 81

### Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz-Kombinations-Basis (EP-Kombi)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	ZB und DB: Modifizierungsmittel, Epoxidharz + Härter
Pigmente:	Tönpigmente
Lösemittelanteil:	maximal 25%
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 681.90, Zugabe maximal 5 %

Tabelle C 4.3.3: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 81

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
– Fahrbahnblech-oberseiten – Wellstahlbauwerke und andere erdberührte Stahlflächen wie: Pfähle, Stützen, Spundwände – nicht mehr zugängliche und nicht mehr erreichbare Flächen – Innenbeschichtungen von Entwässerungsringen und Entwässerungsrohren – Lager- und Lagerteile – Fahrbahnabschlüsse – Übergangskonstruktionen, – Schrammborde – Besichtigungseinrichtungen	<b>Aufbau A</b>						
	GB	Blatt 87 2K-EP-Zn	687.03 687.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	16 h
	ggf. KS	Blatt 81 2K-EP-Kombi	681.11 681.12 681.94 681.97	80		Streichen	16 h
	ZB 1. ZB	Blatt 81 2K-EP-Kombi		120 -		Spritzen Streichen Rollen	16 h
				150			
	ggf. 2. ZB	Blatt 81 2K-EP-Kombi		120		Spritzen Streichen Rollen	16 h
	DB	Blatt 81 2K-EP-Kombi oder Blatt 87 2K-PUR	Blatt 87 alle Stoff-Nrn. für DB	80		Spritzen Streichen Rollen	
	<b>Aufbau B</b>						
	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten (alternativ siehe Blatt 90)						
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
<b>Aufbau C</b>							
Thermisches Spritzen nach DIN EN 2063 mit Versiegelung				100	Sa 3	Spritzen	Keine
ZB, DB: siehe Aufbau A							

#### Hinweise:

- beim Beschichten Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- bei direkter Sonneneinstrahlung ist mit einer starken Kreidung von Deckbeschichtungen nach Blatt 81 zu rechnen,
- Stoffe nach Blatt 81 sind nicht geeignet:
  - für trinkwasserberührte Flächen,
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen
  - bei längerer Einwirkung von Ölen und Fetten.

### C 3 Planungshilfen für Blatt 84

siehe Deutsche Bahn Standard

„Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe von Schottertrogbeschichtungen (Blatt 84)“ (DBS 918 084)

### C 4 Planungshilfen für Blatt 85

Beschichtungsstoff für gleitfeste geschraubte Verbindungen auf Alkalisilikat-Basis mit Zn (ASI)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	Wässrige Lösung von Natrium- oder Kaliumsilikat oder deren Mischungen (ASI)
Pigmente:	mindestens 94 % Zinkstaub
Lösemittelanteil:	keiner
Verdünnungsmittel:	keine

alternativ siehe Blatt 86

Tabelle C 4.3.4: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 85

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
Reibflächen von gleitfesten geschraubten Verbindungen	GB	Blatt 85 ASI-Zn	685.03	60	Sa 2½ grob (G)	Spritzen Streichen	

**Hinweise:**

- bei direkter Bewitterung müssen die Randfugen der GV-Verbindungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit (mit geeigneten Fugendichtmaterialien) abgedichtet werden,
- Trockenschichtdicke darf 40 µm nicht unterschreiten und 80 µm nicht überschreiten,
- Objekttemperatur mindestens 10°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- keine Überarbeitung mit anderen Beschichtungsstoffen,
- nach dem Beschichten bis zur Montage Mindestwartezeit 24 h
- Stoffe nach Blatt 85 sind nicht geeignet:
  - als GB für andere TL-Stoffe

## C 5 Planungshilfen für Blatt 86

### Beschichtungsstoffe auf Ethylsilikat-Basis mit Zn (ESI)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	ein- oder zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	Ethylsilikat (ESI)
Pigmente:	mindestens 94 % Zn (als getrennte Komponente)
Lösemittelanteil:	maximal 21 %
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 686.91, Zugabe maximal 3 %

Tabelle C 4.3.5: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 86

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartzeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
Einschichtiger Korrosionsschutz für: – Kleinhilfsbrücken, – Hilfsbrücken, Pfeilergerät u. a., – Bauteile mit temporären Einsatz	GB	Blatt 86 ESI-Zn	686.03	100	Sa 2½	Spritzen Streichen	24
<b>Aufbau B</b>							
Reibflächen von gleitfesten geschraubten Verbindungen	GB	Blatt 86 ESI-Zn	686.03	60	Sa 2½	Spritzen Streichen	

#### Hinweise:

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- unzureichende Durchhärtung (Verkieselung) bei Trockenschichtdicken größer als 120 µm kann zu Trennbrüchen in der Beschichtung führen,
- Stoff-Nr. 686.03 entspricht der Gleitflächenklasse C mit einer Haftreibungszahl von 0,3. Soll eine höhere Haftreibungszahl angesetzt werden, ist dies im Rahmen der Grund- bzw. Wiederholungsprüfung gemäß TL KOR-Stahlbauten zu bestimmen.
- für Reibflächen von gleitfesten Verbindungen:  
Trockenschichtdicke darf 40 µm nicht unterschreiten und 80 µm nicht überschreiten,
- um eine Sollsichtdicke von 100 µm beim einschichtigen Korrosionsschutz zu erreichen, sind unter Umständen zwei Arbeitsgänge Nass in Nass erforderlich,
- Stoff Nr. 686.03 benötigt Feuchtigkeit zur Silikatbildung; bei niedriger Luftfeuchte und/oder Folgebeseichung nach ca. 30 min mit Wasser besprühen
- ESI-Zn ist nach 5 h stapelbar
- bei direkter Bewitterung müssen die Randfugen der GV-Verbindungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit (mit geeigneten Fugendichtmaterialien) abgedichtet werden,
- zur Vermeidung größerer Vorspannverluste Schichtdicke nicht über 60 µm,
- Stoffe nach Blatt 86 sind nicht geeignet:
  - für Trockenschichtdicken größer 120 µm

## C 6 Planungshilfen für Blatt 87

### 2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- und Polyurethan-Basis (EP/PUR)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB und ZB: Epoxidharz + Härter, DB: Polyacrylat + Härter
Pigmente:	GB: Zinkstaub oder Zinkphosphat, ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	Stoff-Nr. 687.02/06 maximal 30 %; Stoff-Nr. 687.03/04/05 maximal 20 %, ZB maximal 32 %, DB maximal 35 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 % für EP: Stoff-Nr. 687.150; für PUR: Stoff-Nr. 687.151

**Tabelle C 4.3.6:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 87

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
gesamter Korrosionsschutz im Werk oder Vollerneuerung	GB	Blatt 87 2K-EP-Zn	687.03 687.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	16 h
	KS	Blatt 87 2K-EP-ZnPh	687.02 687.06	80		Streichen	16 h
	ZB 1. ZB ggf. 2. ZB	Blatt 87 2K-EP-EG	687.12 687.13 687.14	80		Spritzen Streichen Rollen	16 h
		Blatt 87 2K-EP-EG		80		Spritzen Streichen Rollen	16 h
	DB	Blatt 87 2K-PUR ggf. 2K-EP	Blatt 87 alle Stoff-Nrn. für DB	80		Spritzen Streichen Rollen	
<b>Aufbau B</b>							
Grund- und Zwischenbeschichtung im Werk, Deckbeschichtung auf der Baustelle	GB, KS und ggf. 1. ZB: siehe Aufbau A						
	ZB die letzte im Werk zu applizierende Schicht	Blatt 87 2K-EP-EG oder Blatt 87 2K-PUR-EG	687.12 687.13 687.14  687.17 687.18	80		Spritzen Streichen Rollen	16 h
	DB:	siehe Aufbau A		80	bei bewitterter 2K-EP ZB siehe 3.3 (3) bei bewitterter 2K-PUR ZB siehe 3.3 (4)	Spritzen Streichen Rollen	

auf nächster Seite fortgesetzt

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang C

**Tabelle C 4.3.6:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 87 (Fortsetzung)

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau C</b>							
Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	1. GB	Blatt 87 2K-EP-ZnPh	687.02	80	P Sa 2½ P St 3	Spritzen Streichen	16 h
	2. GB	Blatt 87 2K-EP-ZnPh	687.06	80		Spritzen Streichen	16 h
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
<b>Aufbau D</b>							
auf Feuerverzinkung	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten (alternativ siehe Blatt 90)						keine
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
<b>Aufbau E</b>							
auf Spritzverzinkung	Thermisches Spritzen nach DIN EN ISO 2063 mit Versiegelung			100	Sa 3	Spritzen	keine
	ZB, DB: siehe Aufbau A						

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z.B. Untersichten: zwei ZB,
- wenn keine UV-Einwirkung erfolgt, z.B. im Inneren von begehbaren Hohlkästen, ist DB auch in EP zulässig,
- bei Vollerneuerung ist /sind die Zwischenbeschichtungen in 2K-EP auszuführen
- alternativ sind Deckbeschichtungen nach Blatt 97 zulässig (siehe 4.3.1 (3))
- Stoffe nach Blatt 87 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.



## C 7 Planungshilfen für Blatt 89

### Beschichtungsstoffe auf Polyurethan-Basis, luftfeuchtigkeitshärtend (1K-PUR)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	einkomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB und ZB: aromatisches Polyisocyanat (PUR) DB: aliphatisches Polyisocyanat (PUR)
Pigmente:	GB: Zn mit/ohne Eisenglimmer ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	GB maximal 20 %, ZB maximal 32 %, DB maximal 30 %
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 689.150, Zugabe maximal 5 %

Tabelle C 4.3.7: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 89

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C	
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]				
<b>Aufbau A</b>								
Erstschutz ab Werk  Vollerneuerung auf der Baustelle	GB	Blatt 89 1K-PUR-Zn	689.03 689.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	3 h	
	KS	Blatt 89 1K-PUR-EG		80		Streichen	5 h	
	ZB 1. ZB  ggf. 2. ZB	Blatt 89 1K-PUR-EG	689.12 689.13 689.14	80			Spritzen Streichen Rollen	5 h
		Blatt 89 1K-PUR-EG					80	
	DB	Blatt 89 1K-PUR  oder Blatt 87 2K-PUR	alle Stoff-Nrn. für DB Blatt 89  alle Stoff-Nrn. für DB Blatt 87	80			Spritzen Streichen Rollen	
<b>Aufbau B</b>								
Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	1. GB	Blatt 87 2K-EP-ZnPh	687.02	80	P Sa 2½ P St 3	Spritzen Streichen	16 h	
	2. GB	Blatt 87 2K-EP-ZnPh	687.06	80		Spritzen Streichen	16 h	
	ZB, DB: siehe Aufbau A							

#### Hinweise:

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z.B. Untersichten: zwei ZB,
- Reinigen der Spritzgeräte nur mit besonderer Verdünnung.

## C 8 Planungshilfen für Blatt 90

Werksbeschichtung für unbewitterte Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch das Sweep-Strahlen

### Neues Blatt

**Für die Erprobung der Praxistauglichkeit bei der Anwendung an Bauwerken und Bauteilen ist eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen.**

Allgemeine Stoffbeschreibung	zweikomponentige Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz (EP) und Polyurethan (PUR)-Basis
Lösemittelanteil:	ZB: maximal 24 %; DB: maximal 35 %;
Verdünnungsmittel:	ZB: Stoff-Nr. 690.150, maximale Zugabe 5 %; DB: Stoff-Nr. 687.151, maximale Zugabe 5 %;
Zusätzliche Hinweise:	Objekttemperatur mindestens 3 °C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt

Tabelle C 4.3.8: Planungshilfen für Blatt 90

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
Erstschutz ab Werk als Alternative zum Blatt 81 auf Feuerverzinkung mit Sweep-Strahlen bei:  – Wellstahlbauwerken, – Innenflächen von Rinnen, Spritzbleche, – Fahrbahnschlüsse von Übergängen	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k						so schnell wie möglich
	ZB	Blatt 90 2K-EP-EG	690.2.xy DB-Farben	120	keine	Spritzen Streichen	16 h
DB	Blatt 90 2K-EP	690.2.xy	120			Spritzen Streichen Rollen	
<b>Aufbau B</b>							
Erstschutz ab Werk als Alternative zu den Blättern 81, 87, 94, 97 auf Feuerverzinkung mit Sweep-Strahlen bei:  – Wellstahlbauwerke luftseitig	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k						so schnell wie möglich
	ZB	Blatt 90 2K-EP-EG	690.2.xy DB-Farben	120	keine	Spritzen Streichen	16 h
	DB	Blatt 90 2K-EP	690.2.xy alle Farben,	120			Spritzen Streichen Rollen
oder Blatt 87 2K-PUR		oder Blatt 87 alle Stoff-Nrn. für DB	80				

auf nächster Seite fortgesetzt

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang C

**Tabelle C 4.3.8:** Planungshilfen für Blatt 90 (Fortsetzung)

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartzeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau C</b>							
Erstschutz ab Werk als Alternative zu den Blättern 81/87/94/97 auf Feuerverzinkung mit Sweep-Strahlen bei: – Geländern – Stützkonstruktion von Lärmschutzbekleidung – Berührungsflächen zwischen Stahl und Beton – Verkehrszeichenbrücken	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k						so schnell wie möglich
	ZB	Blatt 90 2K-EP-EG	690.2.xy DB-Farben	80	keine	Spritzen Streichen	16 h
	DB	Blatt 90 2K-EP oder Blatt 87 2K-PUR	690.2.xy alle Farben oder Blatt 87 2K-PUR alle Stoff-Nrn. für DB	80		Spritzen Streichen Rollen	

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 3°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- Das Beschichten soll vorzugsweise im Verzinkungsbetrieb vorgenommen werden. Die Zwischenbeschichtung ist innerhalb von 3 Tagen nach der Verzinkung zu applizieren. Eine Lagerung der unbeschichteten Bauteile ist nur in geschlossenen Hallen zulässig. Der Transport der verzinkten Stahlteile zum Beschichten ist ausschließlich in geschlossenen Transportmitteln durchzuführen,
- Voraussetzungen für eine gute Haftung von Beschichtungen nach Blatt 90 auf nicht gesweepeter Feuerverzinkung sind:
  - trockene, fettfreie, saubere Oberflächen ohne sichtbare Zinkreaktionsprodukte (Weißrost usw.)
  - keine Feuchtigkeitsbelastung bei der Lagerung der verzinkten Stahlteile.

Können diese Bedingungen nicht eingehalten werden, ist je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung die Oberfläche zu reinigen und bei sichtbaren Zinkreaktionsprodukten eine Oberflächenvorbereitung der Feuerverzinkung durch Sweep-Strahlen durchzuführen.

## C 9 Planungshilfen für Blatt 91

Wasserverdünnbare Beschichtungsstoffe auf Acrylat- oder Acryl-Copolymerisat-Basis für feuerverzinkten Stahl ohne Oberflächenvorbereitung durch das Sweep-Strahlen (wv AY auf Zn)

Allgemeine Stoffbeschreibung: einkomponentiger Beschichtungsstoff  
 Bindemittel: ZB und DB: Acryl-Copolymerisat oder Polyacrylat  
 Pigmente: ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente  
 Lösemittelanteil: maximal 4,5 %  
 Verdünnungsmittel: Wasser

Tabelle C 4.3.9: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 91

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Feuerverzinkte Stahlkonstruktionen wie:</b> – Geländer, Türen, Besichtigungswagen, – Kontrollstege, – Entwässerungsröhre (außen), – Signalbrücken und -ausleger, – Bahnsteigdachkonstruktionen, – Spundwände (luftseitig), – Stützpfeiler von Standard-Lärmschutzwänden mit 2K-PUR als letzte Deckbeschichtung	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k						
	ZB	Blatt 91 wv Ay auf Zn EG-haltig	Blatt 91 alle Stoff-Nrn. für ZB und DB	120	keine	Spritzen Streichen	6 h
	DB	Blatt 91 wv Ay auf Zn EG-haltig oder Blatt 92 wv Ay auf Zn EG-frei oder Blatt 87 2K-PUR	Blatt 91 alle Stoff-Nrn. für ZB und DB  Blatt 92 alle Stoff-Nrn. für DB EG-frei  Blatt 87 alle Stoff-Nrn. für DB	80		Spritzen Streichen Roller	

### Hinweise:

- Applikationsfenster beachten:  
Temperaturen zwischen 17°C und 25°C, relative Luftfeuchte zwischen 40 % und 70 %,
- auf ausreichende Luftbewegung achten,
- Stoffe nach Blatt 91 sind nicht geeignet:
  - bei langanhaltender Wassereinwirkung,
  - bei hoher mechanischer Beanspruchung, z.B. Gitterroste,
  - bei Tausalzeinwirkung (ohne DB nach Blatt 87),
  - bei chemischer Beanspruchung.

## C 10 Planungshilfen für Blatt 92

Wasserverdünnbare Beschichtungsstoffe auf Acrylat- oder Acryl-Copolymerisat-Basis (wv AY)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	einkomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB, ZB und DB: Acryl-Copolymerisat oder Polyacrylat (AY)
Pigmente:	GB: ZnPh, ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	maximal 4,5 %
Verdünnungsmittel:	Wasser

**Tabelle C 4.3.10:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 92

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwar- tezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
Erstschutz Vollerneuerung	GB	Blatt 87 2K-EP-Zn	687.03 687.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	16 h
	ggf. KS	Blatt 92 wv AY-EG	Blatt 92 alle Stoff- Nrn. für ZB und DB EG-haltig	80		Streichen	6 h
	ZB	Blatt 92 wv AY-EG		80		Spritzen Streichen Rollen	6 h
	DB	Blatt 92 wv AY	Blatt 92 alle Stoff- Nrn. für DB	80		Spritzen Streichen Rollen	
<b>Aufbau B</b>							
Besichtigungs- einrichtungen	GB	Blatt 92 wv AY-ZnPh	692.02 692.06	100	Sa 2½	Spritzen Streichen	6 h
	DB	Blatt 92 wv AY	Blatt 92 alle Stoff- Nrn. für DB	100		Spritzen Streichen Rollen	

### Hinweise:

- Applikationsfenster beachten:  
Temperaturen zwischen 17°C und 25°C, relative Luftfeuchte zwischen 40 % und 70 %,
  - auf ausreichende Luftbewegung achten,
- Stoffe nach Blatt 92 sind nicht geeignet:
  - bei hoher mechanischer Beanspruchung, z.B. Gitterroste,
  - bei chemischer Belastung.

## C 11 Planungshilfen für Blatt 93

1K-Beschichtungsstoffe polyvinyl- und polyvinylidenchloridfrei, lösemittelarm, auch zur Instandsetzung (1K HS)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	einkomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB, ZB, DB: Kunstharze etwa auf Basis Alkyd oder Acryl,
polyvinyl- und polyvinylidenchloridfrei	
Pigmente:	GB: Korrosionsschutzpigmente, Inhibitoren ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Festkörperanteil (Vol. %):	GB, ZB und DB mindestens 57 %
Lösemittelanteil:	GB maximal 23 %, ZB, DB maximal 25 %
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 693.150, Zugabe maximal 3 %

Tabelle C 4.3.11: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 93

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartzeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
Vollerneuerung auf der Baustelle	GB	Blatt 87 2K-EP-Zn	687.03 687.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	16 h
	oder	oder	693.01 693.02		Sa 2½ P Sa 2½ P St 3		16 h
	1. GB	Blatt 93 1K-HS-Aktivpigment		693.06	80	Spritzen Streichen	16 h
	2. GB und/oder KS	Blatt 93 1K-HS-Aktivpigment	80		Streichen		16 h
	ZB	Blatt 93 1K-HS-EG	693.12 693.13 693.14	80 - 120	Spritzen Streichen Rollen	16 h	
	DB	Blatt 93 1K-HS	Blatt 93 alle Stoff-Nrn. für DB	80 - 120			Spritzen Streichen Rollen
<b>Aufbau B</b>							
Ausbesserung/ Teilerneuerung von Altbeschichtungen auf der Basis trocknender Öle, AK, BKF, PVC, PVC/AK	1. GB	Blatt 93 1K-HS-Aktivpigment	693.02	80	P Sa 2½ P St 3	Spritzen Streichen	16 h
	2. GB	Blatt 93 1K-HS-Aktivpigment	693.06	80	Spritzen Streichen	16 h	
	ZB, DB: siehe Aufbau A						

auf nächster Seite fortgesetzt

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang C

**Tabelle C 4.3.11:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 93 (Fortsetzung)

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau C</b>							
auf Feuerverzinkung	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten (alternativ siehe Blatt 90)					keine	
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
<b>Aufbau D</b>							
auf Spritzverzinkung	Thermisches Spritzen nach DIN EN ISO 2063 mit Versiegelung			100	Sa 3	Spritzen	keine
	ZB, DB: siehe Aufbau A						

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z.B. Untersichten: zwei ZB,
- geringe Farbbeständigkeit von Deckbeschichtungen bei Bewitterung,
- bei Überarbeitung von Altbeschichtungen Gefahr des Hochziehens der Altbeschichtung (Probebeschichtung erforderlich),
- Stoffe nach Blatt 93 sind nicht geeignet:
  - bei hoher mechanischer Beanspruchung,
  - bei chemischer Belastung,
  - auf Feuerverzinkung ohne Vorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## C 12 Planungshilfen für Blatt 94

2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- (niedermolekulares EP-Harz) und Polyurethan-Basis, lösemittelarm (nm EP/PUR HS)

Bindemittel:	GB und ZB: niedermolekulares Epoxidharz + Härter (EP) DB: Polyacrylat mit Polyisocyanat gehärtet (PUR)
Pigmente:	GB: Korrosionsschutzpigmente, Inhibitoren ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Festkörperanteil (Vol. %):	1.GB mindestens 65 %, 2.GB mindestens 70 %, ZB mindestens 75 %, DB mindestens 65 %
Lösemittelanteil:	1.GB maximal 25 %, 2.GB maximal 20 %, ZB maximal 15 %, DB max. 25 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 % für EP: Stoff-Nr. 694.150 für PUR: Stoff-Nr. 694.151

Tabelle C 4.3.12: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 94

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
Erstschutz Vollerneuerung auf der Baustelle	GB oder 1. GB	Blatt 87 2K-EP-Zn oder Blatt 94 2K-EP-Aktivpigment	687.03 687.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	16 h
			694.01 694.02				
	2. GB und/oder KS	Blatt 94 2K-EP-Aktivpigment	694.06	80		Spritzen Streichen	16 h
				80		Streichen	16 h
	ZB	Blatt 94 2K-EP-EG	694.12 694.13 694.14	80 - 150		Spritzen Streichen Rollen	24 h
DB	Blätter 94 und 87 2K-PUR	Blättern 94 und 87 alle Stoff-Nrn. für DB	80	bei bewitterter EP-ZB siehe 3.3 (3)	Spritzen Streichen Rollen		
<b>Aufbau B</b>							
Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	1. GB	Blatt 94 2K-EP-Aktivpigment	694.02	80	P Sa 2½ P St 3	Spritzen Streichen	16 h
	2. GB	Blatt 94 2K-EP-Aktivpigment	694.06	80		Spritzen Streichen	16 h
	ZB, DB: siehe Aufbau A						

auf der nächsten Seite fortgesetzt



## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang C

**Tabelle C 4.3.12:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 94 (Fortsetzung)

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau C</b>							
auf Feuerverzinkung	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten (alternativ siehe Blatt 90)					keine	
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
<b>Aufbau D</b>							
auf Spritzverzinkung	Thermisches Spritzen nach DIN EN ISO 2063 mit Versiegelung			100	Sa 3	Spritzen	keine
	ZB, DB: siehe Aufbau A						

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z.B. Untersichten Sollschichtdicke der ZB 150 µm,
- bei Überarbeitung von Altbeschichtungen Gefahr des Hochziehens der Altbeschichtung (Probebeschichtung erforderlich),
- bei fehlender UV-Einwirkung DB auch in EP zulässig,
- Stoffe nach Blatt 94 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## C 13 Planungshilfen für Blatt 95

### 2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- und Polyurethan-Basis, lösemittelarm (EP/PUR HS)

Allgemeine Stoffbeschreibung: Bindemittel:	Zweikomponentiger Beschichtungsstoff GB und ZB: Epoxidharz + Härter (EP)  DB: Polyacrylat mit Polyisocyanat gehärtet (PUR)
Pigmente:	GB: Korrosionsschutzpigmente, Inhibitoren  ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Festkörperanteil (Vol. %):	1. GB mindestens 65 %, 2. GB mindestens 65 %, ZB mindestens 65 %, DB mindestens 65 %
Lösemittelanteil:	1. GB maximal 25 %, 2. GB maximal 25 %, ZB maximal 25 %, DB maximal 25 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 %; für EP: Stoff-Nr. 695.150, für PUR: Stoff-Nr. 695.151

Tabelle C 4.3.13: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 95

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
– Lager, Lagerteile, Anker- und Futterplatten, – Übergangskonstruktionen, Fugenkonstruktionen	<b>Aufbau A</b>						
	GB oder 1. GB	Blatt 87 2K-EP-Zn	697.03 697.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	16 h
		Blatt 95 2K-EP-Aktivpigmente	695.01 695.02				
	2. GB /KS		695.06	80		Spritzen Streichen	
	ZB	Blatt 95 2K-EP-EG	695.12 695.13 695.14	80 - 150		Spritzen Streichen Rollen	24 h
	DB	Blatt 95 2K-EP-EG oder 2K-PUR	Blatt 95 alle Stoff-Nrn. für ZB und DB	80 - 150		Spritzen Streichen Rollen	
	<b>Aufbau B</b>						
	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 – t Zn k; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten (alternativ siehe Blatt 90)						
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
	<b>Aufbau C</b>						
Thermisches Spritzen nach DIN EN ISO 2063 mit Versiegelung				100	Sa 3	Spritzen	
ZB, DB: siehe Aufbau A							

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- bei fehlender UV-Einwirkung DB auch in EP zulässig,
- Stoffe nach Blatt 95 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## C 14 Planungshilfen für Blatt 97

### 2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- und Polyurethan-Basis (EP/PUR)

Bindemittel:	GB und ZB: Epoxidharz + Härter, DB: Polyacrylat + Härter
Pigmente:	GB: Zn oder ZnPh, ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	Stoff-Nr. 697.02/06 maximal 30 %; Stoff-Nr. 697.03/04/05 maximal 20 %, ZB maximal 32 %, DB maximal 35 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 % für EP: Stoff-Nr. 697.150; für PUR: Stoff-Nr. 697.151

Tabelle C 4.3.14: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 97

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
gesamter Korrosionsschutz im Werk oder Vollerneuerung	GB	Blatt 97 2K-EP-Zn	697.03 697.04	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	4 h
	KS	Blatt 97 2K-EP-ZnPh	697.02 697.06	80		Streichen	
	ZB 1. ZB ggf. 2. ZB	Blatt 97 2K-EP-EG	697.12 697.13 697.14	80		Spritzen Streichen Rollen	8 h
			697.12 697.13 697.14			Streichen Rollen	
	DB	Blatt 97 2K-PUR	Blatt 97 alle Stoff-Nrn. für DB	80		Spritzen Streichen Rollen	
<b>Aufbau B</b>							
Grund- und Zwischenbeschichtung im Werk, Deckbeschichtung auf der Baustelle	GB, KS und ggf. 1. ZB: siehe Aufbau A						
	ZB die letzte im Werk zu applizierende Schicht	Blatt 97 2K-EP-EG oder Blatt 97 2K-PUR-EG	697.12 697.13 697.14  697.17 697.18	80		Spritzen Streichen Rollen	8 h
	DB:	siehe Aufbau A		80	bei bewitterter EP ZB siehe 3.3 (3) bei bewitterter PUR ZB siehe 3.3 (4)	Spritzen Streichen Rollen	

auf nächster Seite fortgesetzt

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang C

**Tabelle C 4.3.14:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 97 (Fortsetzung)

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau C</b>							
Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	1. GB	Blatt 97 2K-EP-ZnPh	697.02	80	P Sa 2½ P St 3	Spritzen Streichen	4 h
	2. GB	Blatt 97 2K-EP-ZnPh	697.06	80		Spritzen Streichen	4 h
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
<b>Aufbau D</b>							
auf Feuerverzinkung	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten (alternativ siehe Blatt 90)						keine
	ZB, DB: siehe Aufbau A						
<b>Aufbau E</b>							
auf Spritzverzinkung	Thermisches Spritzen nach DIN EN ISO 2063 mit Versiegelung			100	Sa 3	Spritzen	keine
	ZB, DB: siehe Aufbau A						

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 3°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z.B. Untersichten: zwei ZB,
- bei fehlender UV-Einwirkung DB auch in EP zulässig,
- alternativ sind Deckbeschichtungen nach Blatt 87 zulässig (siehe 4.3.1 (3))
- Stoffe nach Blatt 97 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## C 15 Planungshilfen für Blatt 100

2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- und Polyurethan-Basis (EP/PUR) auf Stahl

### Neues Blatt

**Für die Erprobung der Praxistauglichkeit bei der Anwendung an Bauwerken und Bauteilen ist eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen.**

### C 15.1 Anwendung und Zweck

Das im Rahmen dieses Blattes beschriebene Beschichtungssystem ist eine konsequente Weiterentwicklung der Beschichtungssysteme nach den Blättern 87, 94 und 97. Besonders die Forderungen nach nachhaltigen Produkten, Verfahren und Anwendungen haben zu der Überlegung geführt, dass eine Verlängerung der geplanten Instandsetzungsintervalle von Stahlbauten auf 50 Jahre (entspricht 35-40 Jahre Schutzdauer) der beste Ansatz zur Ressourcenschonung darstellt. Nach Ablauf des Instandsetzungsintervalls ist eine Vollerneuerung zu erwarten. Abgeleitet von den bereits vorliegenden Erfahrungen mit Beschichtungssystemen auf der Basis von Epoxidharz- und Polyurethanbindemitteln wurde deshalb ein weiterer Anforderungskatalog für dieses Blatt entwickelt.

### C 15.2 Vorgaben

Im Sinne der zu erwartenden Umweltgesetzgebung muss der VOC-Gehalt der Beschichtungsstoffe geringgehalten werden (maximal 200 g/m<sup>2</sup> pro angegebenes Beschichtungssystem ohne Kantenschutz). Die gesamte Emission bei der Applikation eines m<sup>2</sup> des Beschichtungssystems wird theoretisch berechnet und bei der Listung pro Beschichtungssystem in g VOC pro m<sup>2</sup> Beschichtung angegeben. Die VOC-Angaben werden nach der Decopaint-Richtlinie (2004/42/EU) bestimmt.

Das System der Stoffnummern findet innerhalb dieses Blattes wie folgt Anwendung. Die Stoffe für Grundbeschichtung (GB) erhalten als Stoff-Nr. 100.1. Entsprechend werden die Stoff-Nr. mit dem Präfix 100.2 für Zwischenbeschichtung (ZB) sowie 100.3 für Deckbeschichtungen (DB) stehen. Die ZB und DB sind im Farbwechsel zu verwenden.

### C 15.3 Beschichtungssystem

Das Beschichtungssystem besteht mindestens aus drei Schichten und wird vom Hersteller gemäß der Tabelle C4.3.15 festgelegt. Die vervollständigte Tabelle ist in die Ausführungsanweisung zu übernehmen. Die Sollschichtdicke darf 400 µm nicht unterschreiten. Werden eisen-glimmerfreie Deckbeschichtungen angeboten, so sind diese zur Prüfung im System einzureichen.

Das System gilt für:

- Werksbeschichtung,
- Vollerneuerung,
- Überbeschichten der bewitterten Zwischenbeschichtung,
- Schweißstöße sowie für Ausbessern von Transport- und Montageschäden.

Der Oberflächenvorbereitungsgrad muss mindestens Sa 2½ bzw. P Sa 2½ mittel (G) gemäß DIN EN ISO 12944 und DIN EN ISO 8503-1 und -2 betragen.

**Tabelle C 4.3.15:** Bezeichnungen und Stoff-Nr. der Stoffe nach Blatt 100

	Stoff-Nr.	Produkt	NDFT [µm]	
Grundbeschichtung (GB)	100.1	2K-EP-Zn (R)	80	
Kantenschutz (KS)	100.2.0	2K-EP oder 2K-PUR	Anzahl der Schichten und ihre NDFT nach Angaben des Beschichtungsstoffherstellers	
Zwischenbeschichtung (1. ZB)	100.2.1	2K-EP oder 2K-PUR		
optional 2. Zwischenbeschichtung (2. ZB)	100.2.2	2K-EP oder 2K-PUR		
Deckbeschichtung (1. DB)	100.3.xy	xy siehe TL KOR-Stahlbauten, Tabelle D 1 für DB-Farben und Tabelle D 2 für RAL-Farben		2K-PUR
ggf. 2. Deckbeschichtung (2 DB.)	100.3.xy			2K-PUR
ggf. Klarlack	100.3.00			
			mindestens 400 µm (ohne KS)	

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang C

**Tabelle C 4.3.16:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 100

Anwendungsgebiet	Systemaufbau				OV je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung jedoch mindestens	Applikation	Mindestwartzeit bis zur Folgeschicht bei ca. 20°C
	Schicht	Bezeichnung	Stoff-Nr.	NDFT [µm]			
<b>Aufbau A</b>							
– gesamter Korrosionsschutz im Werk, – Überbeschichten der bewitterten Zwischenbeschichtung – Vollerneuerung	GB	Blatt 100 2K-EP-Zn (R)	100.1	80	Sa 2½	Spritzen Streichen	1)
	KS	Blatt 100 2K-EP oder 2K-PUR	100.2.1	1)		Streichen	
	eine optional zwei ZB 1)	Blatt 100 2K-EP oder 2K-PUR	100.2.1	1)		Spritzen Streichen	
			optional 100.2.2	1)		Spritzen Streichen	
	DB	Blatt 100 2K-PUR	100.3.xy	1)	1)	Spritzen Streichen	
<b>Aufbau B</b>							
– Schweißstöße sowie für Ausbessern von Transport- und Montage-schäden	GB	Blatt 100 2K-EP-Zn (R)	100.1	80	P Sa 2½	Spritzen Streichen	1)
	ZB und DB: siehe Aufbau A						

1) nach Angaben des Beschichtungsstoffherstellers

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt

## Anhang D Entsorgung von Strahlschutt

### D 1 Vorbemerkung

(1) Die Entsorgung (Verwertung oder Beseitigung) von Abfällen erfolgt nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).

(2) Bereits bei der Vorbereitung von Korrosionsschutzmaßnahmen, bei der Gestaltung von Arbeitsabläufen und bei der Beschaffung/Verwendung von Produkten sollte geprüft werden, ob und in welchem Umfang Erzeugnisse eingesetzt werden können, die sich durch Dauerhaftigkeit, durch gute Ausbesser- und Erneuerbarkeit sowie durch Verwertbarkeit auszeichnen oder zu schadstoffärmeren Abfällen führen.

(3) Nach § 6 KrWG sind Abfälle erstrangig zu vermeiden. Ist die Vermeidung nicht möglich, sind Abfälle zu verwerten. Bei der Verwertung hat die Vorbereitung zur Wiederverwertung Vorrang vor dem Recycling und vor der sonstigen Verwertung, insbesondere der energetischen Verwertung und Verfüllung. Erst wenn die Vermeidung und Verwertung von Abfällen nicht möglich ist, darf dieser beseitigt werden. Die technischen Möglichkeiten, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen sind zu beachten.

(4) Entsorgungsfachbetriebe bieten häufig Serviceleistungen (z.B. Beratungstätigkeiten) im Zusammenhang mit der formalen Abwicklung von Entsorgungsvorgängen an. Zur Erstellung von Entsorgungsnachweisen und Begleitscheinen kann ein Dritter bevollmächtigt sowie mit der Gebührenabwicklung beauftragt werden. Hierbei ist zu beachten, dass der Abfallerzeuger bis zur schadlosen Verwertung oder Beseitigung der Abfälle in der Verantwortung steht.

(5) Für die Entsorgung von Kleinmengen Strahlschutt (unter 2 t/Jahr und Erzeuger) mit dem Prädikat „gefährlicher Abfall“ besteht für den Abfallerzeuger eine vereinfachte Nachweispflicht. Die Übergabe der Abfälle an einen Abfallentsorger hat sich der Abfallerzeuger mittels Übernahmeschein bescheinigen zu lassen.

(6) Soll Strahlschutt außerhalb der Bundesrepublik entsorgt werden, gelten zusätzliche Regelungen.

### D 2 Vorgehensweise

(1) Das Entsorgen des aus dem Bereich des Auftraggebers stammenden Strahlschuttes sollte zusammen mit der Korrosionsschutzmaßnahme in der Leistungsbeschreibung vorgesehen werden.

(2) Die Tabelle D 4.3.1, Tabelle D 4.3.2 sowie Tabelle D 4.3.3 enthalten Informationen über die Zuordnung zu den Abfallschlüsseln und die Typisierung von Korrosionsschutz-Regelsystemen. Diese

Informationen dienen lediglich der Planung. Die Übernahme des Abfallschlüssels in die „Verantwortliche Erklärung“ ist anhand der Typenanalyse gemäß Tabelle D 4.3.1, Tabelle D 4.3.2 sowie Tabelle D 4.3.3 nicht zulässig. Dafür ist eine Deklarationsanalyse notwendig.

(3) In der Leistungsbeschreibung ist die zu erwartende Zusammensetzung des Strahlschuttes einschließlich der zugeordneten Abfallschlüsselnummer auf der Grundlage der Strahlschutt-Typenanalysen gemäß Anhang D anzugeben. Sofern dem Auftraggeber keine Typenanalyse zur Verfügung steht, muss vor der Ausschreibung bei Verwendung von mineralischen Strahlmitteln eine Strahlschuttprobe gemäß „Merkblatt zur Entnahme repräsentativer Strahlschuttproben“ (MES 93) entnommen und analysiert werden, um Informationen über mögliche Entsorgungswege zu gewinnen. Welche Kennwerte bei der Deklarationsanalyse zu ermitteln sind hängt vom Entsorgungsbetrieb ab.

(4) Vor der Entsorgung von Strahlschutt mit dem Abfallschlüssel 120 116\* ist vom Auftraggeber zu prüfen, ob im jeweiligen Bundesland eine Andienungspflicht besteht. Sofern diese nicht besteht sowie beim Abfallschlüssel 120 117, ist die Darlegung des vorgesehenen Entsorgungsweges vom Bieter zu verlangen. Die Vorlage des Zertifikates des vorgesehenen Entsorgungsfachbetriebes (einschließlich der Abfallarten / Abfallschlüsselnummern) ist bei Angebotsabgabe zu verlangen.

(5) Das Erstellen der Deklarationsanalyse ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(6) Bei Verwendung metallischer Mehrwegstrahlmittel müssen auf den Einzelfall abgestimmte Regelungen getroffen werden. Die Zusammensetzung des Strahlschuttes kann in der Regel nur durch die Deklarationsanalyse einer Probe aus der laufenden Maßnahme nachgewiesen werden.

### D 3 Registrierpflichten und Nachweisführung

(1) Abfallerzeuger, Sammler, Beförderer und Entsorger von Strahlschutt mit dem Abfallschlüssel 120 116\* haben Register über die Abfallentsorgung zu führen.

(2) Strahlschutt mit dem Abfallschlüssel 120 117 ist nicht andienungspflichtig, jedoch hat der Abfallentsorger den Entsorgungsvorgang im Register zu dokumentieren.



## D 4 Entsorgung von Strahlschutt

### D 4.1 Verwertung

#### D 4.1.1 Vorbemerkung

Die Verwertungsmöglichkeiten werden durch den Markt geregelt. Das Verwertungsverfahren bzw. die Verwertungsfirma sind jeweils im Einzelfall festzulegen (nach Nr. 7).

#### D 4.1.2 Mineralische Einwegstrahlmittel

(1) Es ist zulässig, den Strahlmittelhersteller mit der Entsorgung von Strahlschutt zu beauftragen, falls er im Rahmen der freiwilligen Produktrücknahme gemäß KrWG Strahlmittelrückstände aus von ihm gelieferten Strahlmitteln zurücknimmt.

(2) Schmelzkammerschlacke (MSK) kann z.B. zum Bergversatz im Salz-, Steinkohle- und Erzbergbau sowie als Zuschlagstoff für die Herstellung von Asphalttragschichten (bisher nur in begrenztem Umfang) verwendet werden.

(3) Als derzeit einzige Verwertungsmöglichkeit kann Kupferhüttenschlacke (MCU) verhüttet werden, sofern der Gehalt an Eisen im Strahlschutt mindestens 50% beträgt.

#### D 4.1.3 Mehrwegstrahlmittel

(1) Strahlschutte aus Mehrwegstrahlmitteln sind in der Regel dem Abfallschlüssel 120 116\* zuzuordnen und damit als „gefährlicher Abfall“ einzustufen.

(2) Strahlschutte aus metallischen Mehrwegstrahlmitteln können durch Verhüttung verwertet werden. Wegen technisch aufwendiger Strahltechnik ist die Entnahme einer repräsentativen Strahlschuttprobe vor Ausführung der Maßnahme nicht möglich. Der Entsorgungsnachweis kann daher erst nach Beginn der Strahlarbeiten geführt werden.

(3) Als mineralisches Mehrwegstrahlmittel wird vorzugsweise Elektrokorund verwendet. Der anfallende Strahlschutt kann z.B. durch Zusatz geeigneter Chemikalien von den Schadstoffen befreit und der verbleibende Mineralstoff nach Siebung bei der Schleifmittelherstellung verwertet werden.

### D 4.2 Beseitigung

(1) Die Grundpflichten und Anforderungen der Abfallbeseitigung sind in den §§ 15 und 16 des KrWG geregelt.

(2) In Abhängigkeit von den im Strahlschutt enthaltenen Schadstoffen (Art und Menge) gemäß Deklarationsanalyse ist eine entsprechend geeignete Deponie (jeweilige Annahmebedingungen der Deponie beachten) auszuwählen.

(3) Zur Beseitigung von Strahlschutt stehen oberirdische und unterirdische Deponien zur Verfügung.

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D

**Tabelle D 4.3.1:** Zuordnung der Schutzsysteme zu Strahlschutzgruppen mit voraussichtlichen Abfallschlüssel für Planungszwecke (siehe D 2 (2))

Strahlschutzgruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
1  120 117	<p><b>Beschichtungen mit Steinkohlenteerpech auf der Basis von Lösungen und Emulsionen</b></p> <p>Stoff-Nr. 4637, Sorten Nr. 21,22, 23, 24 nach der RoSt, DV der DR, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 638.21/22/23/31/32 nach den TL 918 374, Ausgabe Januar 1960/Mai 1972</p> <p>Stoff-Nr. 674.21/22/23/24 nach den TL 918 300, Blatt 74, Ausgabe 1976</p>	Applikation von Steinkohlenteerpech auf der Basis von Lösungen und Emulsionen bis 1980
2  120 116*	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige als GB und Öl-Bleiweiß als DB</b></p> <p>Stoff-Nr. 4634 Sorten 12 und 13 für GB (mit Bleimennige) nach der RoSt, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 4635 Sorten 11 bis 15 und 31 bis 35 für DB (mit Bleiweiß für graue und weiße Farbtöne) nach der RoSt, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 4636 Sorten 11 bis 15 und 21, 22, 25 für DB (mit Bleiweiß für bunte Farbtöne) nach der RoSt, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 634.01/11/05/15/21/31/25/35 für GB (mit Bleimennige) nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, DV der DB, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff Nr. 635.11/15/31/35 für DB (mit Bleiweiß für graue Farbtöne) nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 636.11/12/13/14/15/31/32/34/35 für DB (mit Bleiweiß für bunte Farbtöne) nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl- oder AK-Bleimennige als GB und AK-Bleiweiß als DB</b></p> <p>Stoff-Nr. 635.79 und 636.65 bis 69 und 636.85/88/89 nach den TL 918 372, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960 (Stoffnummern für AK-Bleiweiß-DB)</p>	Applikation von Bleiweiß in Beschichtungen bis etwa 1974
3  120 116*  auf nächster Seite fortgesetzt	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige als GB und Öl-Eisenglimmer als DB sowie Öl-Bleimennige als GB und AK-Eisenglimmer als DB</b></p> <p>Stoff Nr. 634.01/11/05/15/21/31/25/35 für GB mit Bleimennige nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 635.18/38 und 636.36 als DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff Nr. 635.18/38/39; 636.36/39/40 als DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 371, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 671.01/05 für GB mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 71, Ausgabe 1976</p> <p>Stoff-Nr. 671.11(12) bis 671.52(74) für DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 300, Blatt 71, Ausgabe 1976 bzw. 1980</p> <p>Beschichtungen mit Bleimennige auf Ölbasis KmGO und KfGO nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p>	Applikation von Bleimennige auf der Basis von Alkyd oder Öl bis 1991, auf der Basis EP bis 1985

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

**Tabelle D 4.3.1 (Fortsetzung)**

Strahlschuttgruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
<p align="center"><b>Fortsetzung</b></p> <p align="center"><b>3</b></p> <p align="center"><b>120 116*</b></p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von AK-Bleimennige als GB und AK-Eisenglimmer als DB</b></p> <p>Stoff-Nr. 634.51/61/55/65/71/81/75/85 als GB mit Bleimennige nach den TL 918 372 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 635.58/78 und 636.90 als DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 372 und der RoSt, Januar 1960</p> <p>Stoff-Nr. 634.51/55/65/71/75/85 als GB mit Bleimennige nach den TL 918 372, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 635.58/78 und 636.90/91/92 als DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 372, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 672.01/05 als GB mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 72, Ausgabe 1976</p> <p>Stoff-Nr. 672.07 als Fugendichtung mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 72, Ausgabe 1985</p> <p>Stoff-Nr. 672.11(12) bis 672.52(74) als DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 300 Blatt 72 , Ausgabe 1976 bzw.1980</p> <p>Beschichtungen auf Alkydharzbasis KmGA und KfGA nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Bleimennige als GB sowie EP- und PUR-Eisenglimmer als DB</b></p> <p>Stoff-Nr. 687.01/05 als GB mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1975</p> <p>Stoff -Nr. 687.11/12/21/22/23/24/31/32/33/34/41/42/43/44/51/52 als DB mit EP-Eisenglimmer nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1980</p> <p>Stoff-Nr. 687.30/31/50/51/52/53/60/61/62/63/71/72/73/74 als DB mit PUR-Eisenglimmer nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1980</p>	<p>Applikation von Bleimennige auf der Basis von Alkyd oder Öl bis 1991, auf der Basis EP bis 1985</p>
<p align="center"><b>4</b></p> <p align="center"><b>120 116*</b></p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von PVC/AK-Bleimennige/ PVC/AK-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoff-Nr. 677/01/05 als GB mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 77 Ausgabe 1980, Stoffe für ZB und DB nach Blatt 77 gleiche Ausgabe</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von CPVC-Bleimennige/CPVC</b></p> <p>KmGV/KaGV/CxDV nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von CPVC-Bleimennige/PVC/ chloriertes Polyethylen</b></p> <p>KmGV/KtGV/KtDI nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von CPVC-Bleimennige/ Vinylharz</b></p> <p>KmGV/CIGV/CIDV nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p>	<p>Applikation von Bleimennige auf der Basis von PVC/Alkyd bis 1985, auf der Basis von CPVC-Bleimennige bis 1991</p>
<p align="center"><b>5</b></p> <p align="center"><b>120 116*</b></p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von AK-Bleimennige/Steinkohlenteerpech</b></p> <p>Stoffe mit AK-Bleimennige: Strahlschuttgruppe 3, Stoffe mit Steinkohlenteerpech: Strahlschuttgruppe 1</p>	<p>Applikation der Schutzsysteme bis 1980</p>

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

Tabelle D 4.3.1 (Fortsetzung)

Strahlschuttgruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
<p align="center"><b>6</b></p> <p align="center"><b>120 116*</b></p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Bleimennige/EP-Teerpech</b></p> <p>Stoff-Nr. 687.01/05/06 als GB mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1975</p> <p>Stoff-Nr. 639.01/02/11/12 als DB mit Teer bzw. Teerpech nach den TL 918 382, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 682.11/12 als DB mit Teerpech nach den TL 918 300, Blatt 82, Ausgabe 1976</p>	<p>Applikation der Schutzsysteme bis 1985</p>
<p align="center"><b>7</b></p> <p align="center"><b>120 116*</b></p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige/BKF (Bitumen-Kombination) und AK-Bleimennige/BKF (Bitumen-Kombination)</b></p> <p><i>Stoffe auf der Basis von Öl- und AK-Bleimennige: Strahlschuttgruppe 3</i></p> <p>Stoff-Nr. 4637.34/35/37/41/42/44 als DB auf der Basis von BKF nach den TL 918 376, (RoSt), Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 637.37/41/42/34 als DB Basis BKF nach den TL 918 376, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 676.37/41/42/34 als DB Basis BKF nach den TL 918 300, Blatt 76, Ausgabe 1976</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige/Bitumen AK-Bleimennige/Bitumen</b></p> <p><i>Stoffe auf der Basis von Öl- und AK-Bleimennige wie oben, Stoffe auf der Basis von Bitumen: Strahlschuttgruppe 8</i></p>	<p>Applikation der Schutzsysteme bis 1985</p>
<p align="center"><b>8</b></p> <p align="center"><b>120 116*</b></p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Bitumenlösungen</b></p> <p>Stoff-Nr. 637.11/12/13 nach den TL 918 373, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 673.11/12/13/14/ nach den TL 918 300, Blatt 73, Ausgabe 1976</p> <p>K 441/442/443 nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p>	
<p align="center"><b>9</b></p> <p align="center"><b>120 117</b></p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von PVC-Kombi-ZnPh/PVC-Kombi mit/ohne Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe. nach den TL 918 300, Blatt 77 und nach den TL/TP KOR-Stahlbauten, Blatt 77, Ausgabe 2002</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von CPVC</b></p> <p>SuGV/CvDV nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p>	
<p align="center"><b>10</b></p> <p align="center"><b>120 117</b></p>	<p>Beschichtungen auf der Basis von Alkydharze Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 72, Ausgabe 1985 ohne Stoff-Nr. 672.01/05/07 aber mit Stoff-Nr. 672.06 (Blatt 72, Ausgabe 1992) und KaGA/KrVA/KrDA nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Einkomponentenbeschichtungsstoffe (polyvinyl- und polyvinylidenchloridfrei, z.B. Urethan-Alkyd)</b></p> <p>Stoffe nach den TL/TP KOR-Stahlbauten, Blatt 93, Ausgabe 2002</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Epoxidharzen und Polyurethan</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1985 (nur Stoff-Nr.687.02/06 als GB) und den TL/TP KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.02/06) sowie der Blätter 94 und 95</p>	

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

Tabelle D 4.3.1 (Fortsetzung)

Strahlschuttgruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
11  120 116*	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von AK-Zinkchromat und AK-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoff-Nr. 634.95/98 GB mit Zinkchromat nach den TL 918 372, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 672.03/07 GB mit Zinkchromat nach den TL 918 300, Blatt 72, Ausgabe 1976</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkchromat sowie EP- und PUR-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoff-Nr. 687.03/07/08, GB mit Zinkchromat nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1975</p>	Applikation der Schutzsysteme bis 1980
12  120 117	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zn/EP-Eisen-glimmer/PUR mit/ohne Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.03), Ausgabe 1985 und nach den TL/TP KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.03/04/05) oder Kombination von Stoffen nach Blatt 87 (nur Stoff-Nr. 687.03; 687.04 und 687.05) mit ZB und DB nach Blatt 94 oder Blatt 95</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von ESI(Ethylsilicat)-Zn/PVC-Kombi-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 86, Ausgabe 1985 und Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 77 (nur DB) Ausgabe 1985 und den TL/TP KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blätter 77 und 86</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zn/PVC/nach-chloriertes Polyethylen und EP-Zn/CPVC/CPVC</b></p> <p>KzGE/KtGV/KtDI oder KzGE/KxGV/KxDV nach der Rost, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zn/PVC-Kombi-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.03) Ausgabe 1985 und Blatt 77 (nur DB), Ausgabe 1985 und den TL/TP KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 87 (nur Stoff-Nr. 687.03; 687.04 und 687.05) als GB und Blatt 77 als ZB und DB</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zn/PUR-Grund-, Vorspritz-, Lackfarbe</b></p> <p>KzGE/KaGU/KaVU/KaLU nach der Rost, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von 1K-PUR-Zn als GB/1K-PUR-Eisenglimmer als ZB und 2K-PUR-Eisenglimmer als DB</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 89, Ausgabe 1996 als GB und ZB und Blatt 87, Ausgabe 1996 als DB und nach den TL/TP KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 89 als GB und ZB und Blatt 87 als DB</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Epoxidester-Zn/ PVC-Kombi</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Ausgabe 1996, Stoff-Nr. 677.03 in Kombination mit DB nach Blatt 77</p>	Applikation von Epoxidester (EPE)-Zn bis 1998

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten -  
Anhang D**

Tabelle D 4.3.1 (Fortsetzung)

Strahlschutt- gruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
<p align="center">13  120 117</p>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zn und Teerepoxidharz</b></p> <p>Stoff-Nr. 687.03 nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1985 als GB in Kombination mit Stoff-Nr. 682.11/12 nach den TL 918 300, Blatt 82 Ausgabe 1976 als DB</p> <p>KzGE/CwDE nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zn und modifizierten Epoxidharzen</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918, 300 Blatt 87 (nur Stoff-Nr. 687.03 als GB), Ausgabe 1992 und Blatt 81 als DB, Ausgabe 1992 und den TL/TP KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002</p> <p>Stoff-Nr. 687.03/04/05 als GB mit DB bzw. ZB und DB nach Blatt 81 (Kohlenwasserstoffharze oder modifizierte Steinkohlen-teere mit beschränktem Polyzyklengehalt)</p>	<p>Applikation der Schutzsysteme mit Teerepoxidharz nach Blatt 82 bis 1996 (nach RoSt bis 1991)</p>
<p align="center">14  120 117</p>	<p><b>Beschichtungen auf Feuer-oder Spritzverzinkungen auf der Basis von PVC/PVC-Kombi</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 75, Ausgabe 1980 und Blatt 77 (nur DB), Ausgabe 1980 und den TL/TP KOR-Stahlbauten, Blätter 75 und 77, Ausgabe 2002,</p> <p><b>Beschichtungen auf Feuer- oder Spritzverzinkungen auf der Basis von PVC/nachchloriertes Polyethylen</b></p> <p>KtGV/KtDI nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf Feuer-oder Spritzverzinkungen auf der Basis wässriger Acrylatdispersionen</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 91, Ausgabe 1996 und den TL/TP KOR-Stahlbauten, Blatt 91, Ausgabe 2002</p>	
<p align="center">15  120 116*</p>	<p><b>Beschichtungen auf Feuer oder Spritzverzinkung mit modifizierten Epoxidharzen</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 81, Ausgabe 1992 und nach TL/TP KOR-Stahlbauten, Blatt 81, Ausgabe 2002 (Stoffe enthalten Kohlenwasserstoffharze oder modifizierte Steinkohlenteere mit beschränkten Polyzyklengehalt)</p> <p><b>Beschichtungen auf Feuer oder Spritzverzinkung mit weiteren nachstehenden Stoffen</b></p> <p>Beschichtungen mit BKF (Stoffe nach Strahlschuttgruppe 7)</p> <p>Beschichtungen mit Steinkohlenteerpech (Stoffe nach Strahlschuttgruppe 1)</p> <p>Beschichtungen mit EP-Teerpech (Stoffe nach Strahlschuttgruppe 6)</p>	

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

**Tabelle D 4.3.2:** Voraussichtliche Ergebnisse von Eluatanalyse in unterschiedlichen Strahlschutt-Gruppen bei der Verwendung von mineralischen Strahlmitteln. Die zu ermittelnden Kennwerte der Strahlschuttprobe sind mit dem Entsorgungsbetrieb abzustimmen.

Kennwerte		Strahlschutt-Gruppen				
		1	2	3	4	5
pH-Wert		7,2 ± 0,2				
Leitfähigkeit	µS/cm	< 42				
Filtrattrockenrückstand	mg/l	< 34				
AOX		0,02				
CSB		< 35				
TOC		< 13				
Phenolindex		0,1	0,02			0,1
Summe PCB (nach Ballschm.)	µg/l	< 0,06				
Summe PAK (EPA)		< 475	0,15			< 475
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,01				
Cyanid, leicht freisetzbar						
Fluorid		0,01				
Chlorid		< 1,0				
Phosphat		< 0,1				
Sulfat		< 3,0				
Nitrat		< 1,0				
Nitrit		< 0,05				
Ammonium		< 0,1				
Chrom (VI)		< 0,025				
Antimon		< 0,1				
Arsen		< 0,01				
Barium		< 0,8				
Blei		< 0,02	< 4,5	< 0,2		
Cadmium		< 0,002				
Chrom, gesamt		< 0,01				
Eisen		< 0,02				
Kobalt		< 0,01				
Kupfer		< 0,01				
Mangan		< 0,03				
Nickel		< 0,02				
Quecksilber		< 0,0002				
Selen		< 0,1				
Thallium		< 0,001				
Vanadium		< 0,1	< 0,01			< 0,1
Zink		< 1,0				

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

**Tabelle D 4.3.2** (Fortsetzung)

Kennwerte		Strahlschutt-Gruppen				
		6	7	8	9	10
pH-Wert		7,2 ± 0,2				
Leitfähigkeit	µS/cm	< 42				
Filtratrockenrückstand	mg/l	< 34				
AOX		0,02				
CSB		< 35				
TOC		< 13				
Phenolindex		0,1	0,02			
Summe PCB (nach Ballschm.)	µg/l	< 0,6				
Summe PAK (EPA)		< 130	< 0,15			
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,01				
Cyanid, leicht freisetzbar						
Fluorid		0,01				
Chlorid		< 1,0				
Phosphat		< 0,1				
Sulfat		< 3,0				
Nitrat		< 1,0				
Nitrit		< 0,05				
Ammonium		< 0,1				
Chrom (VI)		< 0,025				
Antimon		< 0,1				
Arsen		< 0,01				
Barium		< 0,8				
Blei		< 0,2	< 0,02			
Cadmium		< 0,002				
Chrom, gesamt		< 0,01				
Eisen		< 0,02				
Kobalt		< 0,01				
Kupfer		< 0,01				
Mangan		< 0,03				
Nickel		< 0,02				
Quecksilber		< 0,0002				
Selen		< 0,1				
Thallium		< 0,001				
Vanadium		0,1	0,01			
Zink		< 1,0				



**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

**Tabelle D 4.3.1 (Fortsetzung)**

Kennwerte		Strahlschutt-Gruppen				
		11	12	13	14	15
pH-Wert		7,2 ± 0,2				
Leitfähigkeit	µS/cm	< 42				
Filtrattrockenrückstand	mg/l	< 42				
AOX		0,02				
CSB		< 35				
TOC		<13				
Phenolindex		0,02	0,1	0,02	0,1	
Summe PCB (nach Ballschm.)	µg/l	< 0,6				
Summe PAK (EPA)		< 0,15	< 130	< 0,15	< 0,15 <sup>1)</sup>	< 130 <sup>2)</sup>
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,01				
Cyanid, leicht freisetzbar		< 0,01				
Fluorid		0,01				
Chlorid		< 1,0				
Phosphat		< 0,1				
Sulfat		< 3,0				
Nitrat		< 1,0				
Nitrit		< 0,05				
Ammonium		< 0,1				
Chrom (VI)		< 1,1	< 0,025			
Antimon		< 0,1				
Arsen		< 0,01				
Barium		< 0,8				
Blei		< 0,02				
Cadmium		< 0,002				
Chrom, gesamt		< 1,1	< 0,01			
Eisen		< 0,02				
Kobalt		< 0,01				
Kupfer		< 0,01				
Mangan		< 0,03				
Nickel		< 0,02				
Quecksilber		< 0,0002				
Selen		< 0,1				
Thallium	< 0,001					
Vanadium	0,01	0,1	0,01	0,1		
Zink	< 1,0					

<sup>1)</sup> anzunehmen bei Beschichtungsstoffen mit Modifizierungsmitteln seit 1995

<sup>2)</sup> möglich bei Beschichtungsstoffen mit Modifizierungsmitteln bis 1995

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D

**Tabelle D 4.3.3:** Voraussichtliche Ergebnisse der Feststoffanalysen bei unterschiedlichen Strahlschutt-Gruppen bei der Verwendung von Schmelzkammerschlacke (MSK) und Kupferhüttenschlacke (MCU) als Strahlmittel. Die zu ermittelnden Kennwerte der Strahlschuttprobe sind mit dem Entsorgungsbetrieb abzustimmen.

Kennwerte	Strahlschuttgruppen												
	1			2			3			4			
	MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU		
<b>Strahlmittelart</b>													
Trockenrückstand			100										
Glührückstand des Trockenrückstandes			> 99,5										
Mineralölkohlenwasserstoffe			< 50										
Extrahierbare Stoffe		< 2200			< 470							< 1040	
EOX			< 17									< 250	
Summe PCB (nach Ballschm.)			< 6										
Summe BTEX			< 0,5										
Summe LHKW			< 0,1										
Summe PAK (EPA)			< 620									< 0,15	
Chrom (VI)												< 0,5	
Schwefel, gesamt													
Aluminium	< 300	< 3500		< 300	< 3500		< 300	< 3500		< 300	< 3500		< 3500
Antimon	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>		ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>		ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>		ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>		ca. 25000 <sup>2)</sup>
Arsen	< 3,3	< 300		< 3,3	< 300		< 3,3	< 300		< 3,3	< 300		< 300
Barium	< 6,5	< 73		< 6,5	< 73		< 6,5	< 73		< 6,5	< 73		< 73
Beryllium	< 1400	< 230		< 1400	< 230		< 1400	< 230		< 1400	< 230		< 230
Blei	< 41	< 7		< 41	< 7		< 41	< 7		< 41	< 7		< 7
Cadmium	< 150	< 3200		< 13000	< 16000		< 11000 <sup>3)</sup> < 4300 <sup>4)</sup>	< 14000 <sup>3)</sup> < 7400 <sup>4)</sup>		< 2800	< 5800		< 5800
Chrom	< 4,5	< 31		< 4,5	< 31		< 4,5	< 31		< 4,5	< 31		< 31
Kupfer	< 170	< 290		< 170	< 290		< 170	< 290		< 170	< 290		< 290
Nickel	< 250	< 7000		< 250	< 7000		< 250	< 7000		< 250	< 7000		< 7000
Quecksilber	< 280	< 220		< 280	< 220		< 280	< 220		< 280	< 220		< 220
Thallium	< 0,2	< 0,2		< 0,2	< 0,2		< 0,2	< 0,2		< 0,2	< 0,2		< 0,2
Zink	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>		n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>		n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>		n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>		n.a. <sup>6)</sup>
Zinn	< 230	< 12000		< 230	< 12000		< 230	< 12000		< 230	< 12000		< 12000
	< 10	< 1800		< 10	< 1800		< 10	< 1800		< 10	< 1800		< 1800

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

Tabelle D 4.3.3 (Fortsetzung)

Kennwerte	Strahlenschutzgruppen												
	5			6			7			8			
	MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU		
<b>Strahlmittelart</b>													
Trockenrückstand			100										
Glührückstand des Trockenrückstandes			> 99,5										
Mineralölkohlenwasserstoffe			< 50										
Extrahierbare Stoffe			< 2200									< 2000	
EOX			< 17										
Summe PCB (nach Ballschm.)			< 6										
Summe BTEX			< 0,5										
Summe LHKW			< 0,1										
Summe PAK (EPA)			< 620									< 0,15	
Chrom (VI)			< 0,5										
Schwefel, gesamt			< 300									< 3500	
Aluminium			ca. 200000 <sup>2)</sup>									ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>
Antimon			< 3,3									< 300	< 300
Arsen			< 6,5									< 73	< 73
Barium			< 1400									< 230	< 230
Beryllium			< 41									< 7	< 41
Blei			< 2800									< 5400	< 14000 <sup>3)</sup>
Cadmium			< 4,5									< 31	< 31
Chrom			< 170									< 290	< 290
Kupfer			< 250									< 7000	< 7000
Nickel			< 280									< 220	< 280
Quecksilber			< 0,2									< 0,2	< 0,2
Thallium			n.a. <sup>6)</sup>									n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>
Zink			< 230									< 12000	< 230
Zinn			< 10									< 1800	< 10

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

Tabelle D 4.3.3 (Fortsetzung)

Kennwerte	Strahlenschutzgruppen											
	9			10			11			12		
	MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU	
<b>Strahlmittelart</b>												
Trockenrückstand			100									
Glührückstand des Trockenrückstandes			> 99,5									
Mineralölkohlenwasserstoffe			< 50									
Extrahierbare Stoffe		< 1040	< 470		< 470		< 470		< 470		< 470	< 1040
EOX		< 250	< 17		< 17		< 17		< 17		< 250 <sup>8</sup>	< 250 <sup>8</sup>
Summe PCB (nach Ballschm.)			< 6									
Summe BTEX			< 0,5									
Summe LHKW			< 0,1									
Summe PAK (EPA)			< 0,15									
Chrom (VI)			< 0,5				< 130					< 0,5
Schwefel, gesamt		< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500
Aluminium		ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>
Antimon		< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300
Arsen		< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73
Barium		< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 1400	< 230	< 1400	< 1400	< 230	< 230
Beryllium		< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 41	< 7	< 41	< 41	< 7	< 7
Blei		< 150	< 3200	< 150	< 3200	< 150	< 150	< 3200	< 150	< 3200	< 150	< 3200
Cadmium		< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 4,5	< 31	< 4,5	< 4,5	< 31	< 31
Chrom		< 170	< 290	< 170	< 290	300 <sup>7)</sup>	300 <sup>7)</sup>	420 <sup>7)</sup>	< 170	< 170	< 290	< 290
Kupfer		< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 250	< 7000	< 250	< 250	< 7000	< 7000
Nickel		< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 280	< 220	< 280	< 280	< 220	< 220
Quecksilber		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium		n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>
Zink		< 800	< 12400	< 800	< 12400	< 800	< 800	< 12400	< 800	< 12400	< 800	< 12400
Zinn		< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 10	< 1800	< 10	< 10	< 1800	< 1800

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang D**

Tabelle D 4.3.3 (Fortsetzung)

Kennwerte	Strahlenschutzgruppen							
	13		14		15			
	MSK	MCU	MSK	MCU	MSK	MCU	MSK	MCU
<b>Strahlmittelart</b>								
Trockenrückstand		100						
Glührückstand des Trockenrückstandes		> 99,5						
Mineralölkohlenwasserstoffe		< 50						
Extrahierbare Stoffe		< 2300	< 470 < 1040,8)	< 470 < 1040,8)	< 2300	< 470 < 1040,8)	< 470 < 1040,8)	< 2300
EOX		< 17	< 17	< 17 < 250,8)	< 17	< 17 < 250,8)	< 17	< 17
Summe PCB (nach Ballischm.)			< 6					
Summe BTEX			< 0,5					
Summe LHKW			< 0,1					
Summe PAK (EPA)		< 0,15 <sup>9)</sup> < 620 <sup>11)</sup>	< 0,15 <sup>9)</sup> < 620 <sup>11)</sup>	< 0,15	< 0,15 <sup>9)</sup> < 620 <sup>11)</sup>	< 0,15 <sup>9)</sup> < 620 <sup>11)</sup>	< 0,15 <sup>9)</sup> < 620 <sup>11)</sup>	< 0,15 <sup>9)</sup> < 620 <sup>11)</sup>
Chrom (VI)			< 0,5					
Schwefel, gesamt		< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 3500
Aluminium		ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>
Antimon		< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 300
Arsen		< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 73
Barium		< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 230
Beryllium		< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 7	< 7
Blei		< 150	< 3200	< 150	< 3200	< 150	< 3200	< 3200
Cadmium		< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 31
Chrom		300 <sup>7)</sup>	420 <sup>7)</sup>	< 170	< 290	< 170	< 290	< 290
Kupfer		< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 7000
Nickel		< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 220	< 220
Quecksilber		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium		n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>
Zink		< 6200	< 18300	< 6500	< 19200	< 6500	< 19200	< 19200
Zinn		6,4 ± 3,5	1643 ± 194	6,4 ± 3,5	1643 ± 194	6,4 ± 3,5	1643 ± 194	1643 ± 194

1) Trockenrückstand

2) abhängig von der Strahlmittelherkunft

3) Öl-Bleimennige

4) AK-Bleimennige

5) EP-Bleimennige

6) nicht bestimmbar aufgrund von Matrixeffekten

7) Chrom gesamt

8) nur bei PVC- und CPVC-haltigen Beschichtungsstoffen und chlorierten Harzen

9) nur anzunehmen bei Beschichtungsstoffen nach Blatt 81 mit Modifizierungsmitteln seit 1995

10) nur möglich bei Beschichtungsstoffen nach Blatt 81 mit Modifizierungsmitteln bis 1995

11) nur bei Teerpechepoxidharz

12) nur bei BKF

## Anhang E Richtlinien für Kontrollprüfungen

### E 1 Allgemeines

(1) Der Anhang E regelt den Umfang und die Durchführung von Kontrollprüfungen im Rahmen der Überwachung von Korrosionsschutzarbeiten durch den Auftraggeber im Werk und auf der Baustelle.

(2) Der Auftraggeber kann die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten und von Teilleistungen des Korrosionsschutzes auf geeignete Prüfstellen (siehe E 2) übertragen.

(3) In Fällen, in denen der Auftraggeber Abnahmen nicht selber durchführt, kann die Prüfstelle – bei entsprechender vertraglicher Vereinbarung – gleichzeitig auch Fertigungsüberwachung der Stahlkonstruktion übernehmen und die Kontrolle der schweißtechnischen Arbeiten durchführen.

### E 2 Prüfstellen

#### E 2.1 Allgemeines

Es dürfen nur Prüfstellen mit der Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten beauftragt werden, welche die Anforderungen nach E 2.2 und E 2.3 erfüllen. Hierüber ist ein Nachweis zu erbringen.

#### E 2.2 Personelle Ausstattung

(1) Eine Prüfstelle muss über mindestens zwei Mitarbeiter verfügen, die Sachkenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes besitzen, insbesondere hinsichtlich:

- Ursachen der Korrosion und Korrosionsmechanismen,
- Methoden des Korrosionsschutzes,
- Korrosionsschutz durch Beschichtungen,
- Methoden zur Oberflächenvorbereitung,
- Beschichtungsstoffe und deren Einsatzbereiche,
- Applikationstechniken,
- Korrosionsschutz durch metallische Überzüge,
- Prüftechnik im Korrosionsschutz.
- Prüftechnik der Umgebungsbedingungen,
- Umweltgerechte Ausführung der Arbeiten und Entsorgung der Abfälle.

(2) Diese Anforderungen erfüllen z.B.:

- geprüfte Beschichtungsinspektoren,
- Staatlich anerkannte Korrosionsschutz-Techniker,

- Ingenieure mit einer zusätzlichen abgeschlossenen Ausbildung zum Korrosionsschutzingenieur.

(3) Zur Unterstützung können auch weitere Mitarbeiter der Prüfstelle mit Kenntnissen im Korrosionsschutz eingesetzt werden.

(4) Eine zusätzliche schweißtechnische Ausbildung in Anlehnung an die Anforderungen der Schweißaufsicht gemäß DIN EN 1090-2 ist erforderlich, wenn von der Prüfstelle auch Fertigungsabnahmen der Stahlkonstruktion und Kontrollen schweißtechnischer Arbeiten durchgeführt werden sollen (E 1 (3)).

#### E 2.3 Prüftechnische Geräte und Unterlagen

(1) Die Prüfstellen müssen mindestens über folgende Geräte und Unterlagen verfügen:

- Fotografische Vergleichsmuster
- (nach DIN EN ISO 8501 1, Beiblatt 1),
- Rauheitsvergleichsmuster
- (nach DIN EN ISO 8503 1 bis 4)
- zur Feststellung der Oberflächenrauheit,
- digitale Messgeräte mit Datenspeicherung und -ausdruck von Luft-, Objekttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit zur Ermittlung der Taupunkttemperatur,
- Trockenschichtdickenmessgeräte mit Datenspeicherung und Datenausdruck für ferromagnetische und nichtferromagnetische Untergründe,
- Lupe mit Beleuchtung (mindestens 8-fache Vergrößerung),
- Nassschichtdickenmessgerät,
- Geräte mit hydraulischem Antrieb zur Abreißprüfung nach DIN EN ISO 16276 1
- Geräte zur Gitter- /Kreuzschnittprüfung nach DIN EN ISO 2409
- Keilschnittgerät zur Bestimmung der Schichtenzahl in Anlehnung an DIN 50986
- (z.B. PIG-Gerät),
- Prüfgeräte und Hilfsmittel zur Prüfung der Oberflächenreinheit gemäß DIN/TR 55684.

## E 3 Kontrolle der Korrosionsschutzarbeiten

### E 3.1 Erforderliche Prüftätigkeiten

(1) Der Umfang der Kontroll- und Prüftätigkeiten ist aus den Tabellen E 4.3.1 und E 4.3.2 ersichtlich. Die Eigenüberwachung des Auftragnehmers bleibt hiervon unberührt.

(2) Vor der Applikation jeder weiteren Schicht soll die vorhandene Schicht auf ihren vertragsgemäßen Zustand geprüft werden (Tabelle E 4.3.2).

(3) Tabelle E 4.3.3 enthält Arbeitshilfen über die Art und Anforderungen der durchzuführenden Kontrollen.

**Tabelle E 4.3.1:** Erforderliche Prüftätigkeiten im Zusammenhang mit der Oberflächenvorbereitung

Prüfung	Umfang der Prüfung
Strahlmittel: – gemäß DIN EN ISO 11124 oder DIN EN ISO 11126 (Nachweis) – Entnahme der Rückstellprobe und Übergabe an den AG	Dokumentation – Produktdatenblatt, – Sicherheitsdatenblatt, – Prüfbescheinigung BGR 500, Teil 2, Kapitel 2.24
Oberflächenvorbereitungsgrad	Vor der Beschichtung sind alle Flächen auf die vereinbarte Oberflächenvorbereitung (Oberflächenvorbereitungsgrad, Staub- und Salzbelegung) zu prüfen.
Rauheit der Oberfläche	ist bei Bedarf zu prüfen (insbesondere bei Spritzverzinkung)
Zustand der Oberfläche auf Fehler, z.B. Kerben, Überwalzungen, Schweißfehler (Spritzer, Zündstellen) und Grate	ist zu prüfen
Abdeckung freizuhaltender Flächen (z.B. an Stößen)	ist zu prüfen
Haftung von bereits vorhandenen Beschichtungen bei Erstschutzmaßnahmen	ist bei Bedarf zu prüfen
Haftung und Restschichtdicke von verbleibenden Altbeschichtungen bei Teilerneuerungsmaßnahmen	ist nach Oberflächenvorbereitung vor Applikation neuer Schichten stichprobenweise zu prüfen

### E 3.2 Dokumentation

(1) Die Prüfstelle muss beim Anlegen von Kontrollflächen anwesend sein und die ordnungsgemäße Durchführung einschließlich der Ausfertigung der Kontrollflächen-Protokolle überwachen.

(2) Die Prüfstelle soll zur Dokumentation der durchgeführten Prüfungen die Protokollformulare des Anhanges B verwenden.

(3) Nach Abschluss der Korrosionsschutzarbeiten muss die Prüfstelle die Protokolle mit einem Schlussbericht dem Auftraggeber übergeben.

(4) Soll die Prüfstelle die für das Bauwerksbuch nach DIN 1076 erforderlichen Angaben erstellen, ist dies besonders zu vereinbaren.

**Tabelle E 4.3.2:** Erforderliche Prüftätigkeiten im Zusammenhang mit der Applikation jeder Schicht

Prüfung	Umfang der Prüfung
Taupunkt und Oberflächentemperatur	Einzelwertmessung zur Freigabe der Applikation
Beschichtungsstoffe, z.B. – Ü-Zeichen, – Übereinstimmung mit der Bestellung, im Zweifelsfall durch Probenahme und Identitätsprüfung, – Einhaltung der Verarbeitungsvorschriften des Herstellers gemäß Ausführungsanweisung, – Vermengung, – Bestimmung der Aushärtzeit wegen Verarbeitbarkeit unter Baustellenbedingungen.	Stichprobe
Nassschichtdicke	ist bei Bedarf stichprobenweise zu prüfen
Arbeitsbedingungen, Witterungsbedingungen während der Zeit der Aushärtung	Stichprobe
Trockenschichtdicke	a) stichprobenweise nach jeder Schicht b) Schichtdicke des gesamten Systems gemäß Tabelle 4.3.3
Fertige Beschichtung auf – Gleichmäßigkeit, – Deckvermögen, – Beschichtungsfehler, – Verunreinigungen.	Stichprobe

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang E

**Tabelle E 4.3.3:** Arbeitshilfe für die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten

Aufgaben		Art der Prüfung (zugehörige Geräte)	Forderung/ Kennwert	geregelt in
<b>1. Baustellen und Arbeitsbedingungen</b>				
1.1	Zugänglichkeit der zu behandelnden Oberflächen, ausreichende Lichtverhältnisse	Kontrollen vor Ort	ausreichende Sicherheit, gute Arbeitsbedingungen	DIN EN ISO 12944-7
1.2	rechtzeitige Bereitstellung notwendigen Wetterschutzes (Zelte, Beheizung, Belüftung)		entsprechend den Angaben in der Leistungs-Beschreibung oder allgemein gültigen gesetzlichen Bestimmungen	DIN EN ISO 12944-1, DIN EN ISO 12944-4, DIN EN ISO 12944-7
1.3	Einhaltung von Auflagen zum Umwelt- und Arbeitsschutz, zur Entsorgung			
<b>2. Strahlmittel</b>				
2.1	Übereinstimmung	Vergleich	entsprechend der Angabe des Auftragnehmers	3.2, 5.1
<b>3. Beschichtungsstoffe vor der Verarbeitung</b>				
3.1	Übereinstimmung mit der Bestellung	Vergleich	entsprechend der Bestellung	TL/TP ING 4-3
3.2	Vorschriftsmäßige Lagerung	visuell digitaler Thermometer	5°C bis 30°C	DIN EN ISO 12944-5, DIN EN ISO 12944-7, TL/TP ING 4-3
3.3	Hautbildung, Bodensatz	visuell	im Allgemeinen keine Hautbildung zulässig, möglicher Bodensatz muss weich und leicht aufrührbar sein	DIN EN ISO 12944-7
3.4	Aufrührbarkeit bei Absetzneigung	maschinelles oder mechanisches Aufrühren, mehrfaches Umschütten zur Homogenisierung		
3.5	Verarbeitbarkeit unter den gegebenen Baustellenbedingungen im vorgeschriebenen Applikationsverfahren	Arbeitsprobe	ausnahmsweise notwendige Viskositätsnachstellungen nur mit Zustimmung des AG nach Anweisung des Herstellers	DIN EN ISO 12944-7, TL KOR-Stahlbauten
<b>4. Beschaffenheit der zu beschichtenden Oberfläche</b>				
4.1	Entfernung artfremder Verunreinigungen (z.B. Staub, Feuchtigkeit, Salze, Öle, Fette, Betonschlämme)	visuell;	mittels geeigneter Reinigungsverfahren	DIN EN ISO 12944-4,  DIN/TR 55684
		ggf. Untersuchung		
4.1.1	Staub	Staubtest	nicht mehr als Klasse 2 (Staubmenge m0, m1 oder m2, Partikelgröße G0, G1 oder G2)	DIN EN ISO 8502-3 DIN/TR 55684
4.1.2	Lösliche Salze	ggf. Wischtest, Verfahren mit selbstklebender Zelle, alternative Verfahren	Salzbelastung nicht mehr als 80 mg/m <sup>2</sup>	DIN/TR 55684, DIN EN ISO 8502-6
4.2	Entfernung arteigener Schichten, z.B. Walzhaut, Rost	visuell; ggf. Vergleich mit fotografischen Vergleichsmustern	Oberflächenvorbereitungsgrad entsprechend Forderung der Leistungsbeschreibung	DIN EN ISO 12944-4
4.3	Rauheit der gestrahlten Oberfläche	Sichtvergleich oder Abdruckverfahren (z.B., ISO-Vergleichsmuster oder Abdruckverfahren)	Rauheit: mittel (Grit)	DIN EN ISO 8503-1 DIN EN ISO 8503-2 DIN EN ISO 8503-5



## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang E

noch **Tabelle E 4.3.3**: Arbeitshilfe für die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten

Aufgaben		Art der Prüfung (zugehörige Geräte)	Forderung/ Kennwert	geregelt in
<b>4. Beschaffenheit der zu beschichtenden Oberfläche (Fortsetzung)</b>				
4.4	Haftfestigkeit der Altbeschichtungen, bei Neubeschichtungen nur beim begründeten Verdacht	Gitterschnitt- ggf. Kreuzschnittprüfung Abreißprüfung	Gt 0 bis Gt 2 bzw. Kt 0 bis Kt 2 Erfahrungswert	DIN EN ISO 16276-2 DIN EN ISO 16276-1
4.5	Unterrostung vorhandener Beschichtungen	visuell	ohne sichtbaren Rost	
<b>5. Witterungsbedingungen bei der Arbeitsausführung und der Filmbildung</b>				
5.1	Einhaltung der im Regelwerk und vom Hersteller angegebenen Verarbeitungsbedingungen	Messung der relativen Luftfeuchte und der Luft- und Oberflächentemperatur (digitale Thermometer, Taupunkthygrometer)	nach Herstellerangaben	DIN EN ISO 12944-7 sowie Ausführungsanweisung
5.2	Vermeidung von Kondenswasser		Objekttemperatur: mindestens 3 K über Taupunkt der umgebenden Luft	DIN EN ISO 12944-7
<b>6. Aufbringen der Beschichtungsstoffe</b>				
6.1	fachgerechte Anwendung des vorgeschriebenen Applikationsverfahrens; evtl. Vorbeschichten von Kanten, Schrauben, Nieten und besonders schwer zugänglicher Oberflächenteile	Beobachtung vor Ort, Aufbereiten des applikationsfähigen Beschichtungsstoffes (wie Mischungsverhältnis und Mischzeit)	Kreuzgang beim Beschichten; richtiger Düsenabstand beim Spritzen, keine Knolle für normale Bauteile, Rollen nur, wenn in der Leistungsbeschreibung vorgesehen Kanten vorstreichen	4.3 und 5.1 sowie DIN EN ISO 12944-7
6.2	Homogenisierung vor und während der Verarbeitung		kein Absetzen, keine Entmischung	5.1 sowie DIN EN ISO 12944-7
6.3	Einhaltung vorgeschriebener Mischungsverhältnisse bei 2K-Stoffen	Mischkontrolle Mischart, etc.	nach Herstellervorschrift; sorgfältiges Mischen	DIN EN ISO 12944-7 sowie Ausführungsanweisung
6.4	Verhalten der Beschichtung bei richtiger Verarbeitung in der vorgesehenen Schichtdicke	visuell	guter Verlauf, kein Abblättern, keine Runzel- und Blasenbildung	DIN EN ISO 12944-7 sowie Ausführungsanweisung
6.5	Einhaltung der vorgeschriebenen Nassschichtdicken	Nassschichtdickenprüfung („Kamm“ oder „Rolle“)	je nach Bindemittelart und Lösemittelgehalt 1,5 – 2,5-faches der späteren Trockenschichtdicke nach Herstellerangaben bzw. nach Anhang C	Anhang C sowie DIN EN ISO 12944-7
6.6	Verträglichkeit mit vorhandener Altbeschichtung (meist im Vorfeld der eigentlichen Arbeiten)	im Zweifelsfall Probefläche anlegen	Abreißprüfung, $Gt \leq 2$ bzw. $Kt \leq 2$ , keine visuellen Auffälligkeiten	RI-ERH-KOR
<b>7. Anlegen von Kontrollflächen / Herstellen von Probenplatten</b>				
7.1	richtige Lage, Größe und Anzahl	visuell	in bauwerkstypischen Bereichen; Größe und Anzahl nach Leistungsbeschreibung	5.6
7.2	zulässige Verarbeitungsbedingungen	Lufttemperatur, rel. Luftfeuchte, Taupunkt, Oberflächentemperatur (digitale Thermometer, Hygrometer)	nach Herstellerangaben	DIN EN ISO 12944-7 Ausführungsanweisung
7.3	Einhaltung aller Bedingungen der obengenannten Ziffern 1-5	Alle für ein fachgerechtes Erbringen der Leistung notwendigen Voraussetzungen und Bedingungen müssen auch beim Anlegen der Kontrollfläche vorliegen.		

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten - Anhang E

**Tabelle E 4.3.3:** Arbeitshilfe für die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten (Fortsetzung)

Aufgaben		Art der Prüfung (zugehörige Geräte)	Forderung/ Kennwert	geregelt in
8. Fertige Beschichtungen				
8.1	Einheitlichkeit und Aussehen	visuell	gleichmäßiger Auftrag, einheitlicher Farbton, keine Läufer, Runzeln, Blasen, Poren, Fehlstellen, Einschlüsse	DIN EN ISO 12944-7
8.2	Einhaltung der geforderten Sollschichtdicken	Messungen der Trockenschichtdicken mit Geräten, die nach magnetinduktiven Verfahren arbeiten und die Ergebnisse direkt dokumentieren	Sollschichtdicken nach Leistungsbeschreibung	4.3.1, 8.2.2 und Anhang A sowie DIN EN ISO 12944-5, DIN EN ISO 12944-7
8.3	Haftung und Verbund (i. a. nur, soweit Anlass zu Zweifeln besteht)	Gitterschnitt- ggf. Kreuzschnittprüfung Abreißmethode	gleich gute Ergebnisse wie auf Kontrollflächen / Probenplatten; keine Verbundstörungen	DIN EN ISO 16276-2, DIN EN ISO 16276-1
8.4	Kennzeichnung der Beschichtung	visuell		5.6

## Anhang F Erläuterung von Abkürzungen

Tabelle F 4.3.1: Erläuterung von Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
1 K	Einkomponenten-Beschichtungsstoff
2 K	Zweikomponenten-Beschichtungsstoff
AfA	Ausführungsanweisung
ASI	Alkalisilikat
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
DB	Deckbeschichtung
DB-Farben	Farben für eisenglimmerhaltige Zwischen- bzw. Deckbeschichtungen (früher: gemäß Farbtonkarte der Deutschen Bundesbahn)
EG	mit Eisenglimmer pigmentiert
EP	Epoxidharz
EP/PUR HS	Epoxidharz/Polyurethan, lösemittelarm (High Solid)
EP-Kombi	Epoxidharz-Kombination
ESI	Ethylsilikat
GB	Grundbeschichtung nach DIN EN ISO 12944-5
HS	lösemittelarm (Englisch: <b>high solid</b> )
KS	Kantenschutz
NDFT	Sollschichtdicke (Englisch: <b>nominal dry film thickness</b> )
nm EP/PUR HS	<b>niedermolekulares</b> Epoxidharz und Polyurethan, lösemittelarm
OV	Oberflächenvorbereitung
PUR	Polyurethan
RAL-Farben	eisenglimmerfreie Farben, die die RAL GmbH (eine Tochter des RAL-Instituts) erstellt und verwaltet; RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. (Abk. für Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen)
Sa 2½, Sa 3, P Ma	Oberflächenvorbereitungsgrade nach DIN EN ISO 12944-4

**Tabelle F 4.3.1:** Erläuterung von Abkürzungen (Fortsetzung)

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
T Zn k	Feuerverzinkung für Duplex-System, keine Nachbehandlung gemäß DIN EN ISO 1461, Nationaler Anhang NB
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (Englisch: <b>v</b> olatile <b>o</b> rganic <b>c</b> ompound(s))
VOC m <sup>2</sup>	Lösemittelgehalt pro m <sup>2</sup> des Gesamtsystem
ww AY	Polyacrylat oder Acryl-Copolymerisat, wasserverdünnbar
ww AY auf Zn	Polyacrylat oder Acryl-Copolymerisat für feuerverzinkten Stahl, wasserverdünnbar
ZB	Zwischenbeschichtung
Zn	mit Zinkstaub pigmentiert
Zn (R)	zinkstaubreiche Grundbeschichtungsstoffe gemäß DIN EN ISO 12944-5
ZnPh	Zinkphosphat pigmentiert

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau**

### **Abschnitt 4 Brückenseile**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite	3	Besondere Anforderungen an LBS .....7
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	3.1	Grundsätzliches .....7
1.1 Grundsätzliches.....	3	3.2	Begriffsbestimmungen .....7
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	3.3	Werkstoffe und Konstruktion .....8
1.3 Werkstoffe und Konstruktion.....	3	3.3.1	Eigenschaften der Schrägseillitzen.....8
1.4 Qualitätssicherung.....	4	3.3.2	Anforderungen an die Konstruktion .....8
1.4.1 Qualitätsplan .....	4	3.4	Qualitätssicherung .....8
1.4.2 Prüfungen.....	4	3.4.1	Qualitätsplan.....8
1.4.3 Arbeits- und Spannanweisung .....	4	3.4.2	Prüfungen.....8
1.4.4 Anforderungen an das Personal.....	5	3.4.3	Arbeits- und Spannanweisung.....8
1.4.5 Überwachung und Dokumentation .....	5	3.4.4	Anforderungen an das Personal.....8
1.4.6 Prüfhandbuch .....	5	3.4.5	Überwachung und Dokumentation .....8
1.5 Hinweise zur Leistungsbeschreibung .....	6	3.4.6	Prüfhandbuch .....9
<b>2 Besondere Anforderungen an VVS</b> .....	6		<b>Anhang A</b> Hinweise zur Überwachung und Prüfung von Seilen im Rahmen der Bauwerksprüfung .....10
2.1 Grundsätzliches.....	6		<b>Anhang B</b> Nebenangebote für LBS ohne allge- meine bauaufsichtliche Zulassung ....13
2.2 Begriffsbestimmungen .....	6		
2.3 Werkstoffe und Konstruktion.....	6		
2.3.1 Eigenschaften der Drähte .....	6		
2.3.2 Eigenschaften von Stahlguss und Stahl ...	6		
2.3.3 Anforderung an die Konstruktion.....	6		
2.4 Qualitätssicherung.....	6		
2.4.1 Qualitätsplan .....	6		
2.4.2 Prüfungen.....	6		
2.4.3 Arbeits- und Spannanweisung .....	7		
2.4.4 Anforderungen an das Personal.....	7		
2.4.5 Überwachung und Dokumentation .....	7		

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 4 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Brückenseile können als Vollverschlossene Seile (VVS) oder Litzenbündelseile (LBS) ausgeführt werden.

(3) Bei Konstruktionen mit Brückenseilen dürfen mit der Ausführungsplanung und der Ausführung nur Auftragnehmer mit einschlägigen Erfahrungen beauftragt werden.

(4) *Bei Konstruktionen mit Brückenseilen dürfen mit bauüberwachenden Aufgaben nur technische Fachkräfte mit einschlägigen Erfahrungen beauftragt werden.*

(5) Die Nutzungsdauer der Brückenseile muss der des Gesamtbauwerks entsprechen.

(6) Die Umlenkung von Seilen ist beim Neubau von Schrägseilbrücken für den Straßenverkehr nicht zulässig.

(7) Die Bemessung von Brückenseilen erfolgt nach DIN EN 1993-1-11.

(8) Bei der Tragwerksberechnung sind die Auswirkungen der Vorspannung und eventuelle Umlagerungen aus Schwinden und Kriechen sowie die wesentlichen Änderungen des Steifigkeitsverhältnisses der Seile zum Überbau und Pylon im Gebrauchs- und rechnerischen Bruchzustand zu berücksichtigen.

(9) Bei Betonüberbauten sind die Seilkräfte so einzustellen, dass der Überbau möglichst zwängungsfrei ist.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Vollverschlossene Seile (VVS)

Zugglied bestehend aus Runddrähten und mindestens zwei Lagen Z-Profildrähten in vollverschlossener Konstruktion mit beidseitiger Verankerung.

### (2) Kabel

Gebündelte, eng beieinanderliegende Gruppe von VVS. Diese Bauweise ist beim Neubau von Schrägseilbrücken für den Straßenverkehr nicht mehr zulässig.

### (3) Schrägseillitze

Verzinkte, gewachste und PE-ummantelte Spannstahlitze aus sieben glatten Einzeldrähten.

### (4) Litzenbündelseile (LBS)

Zugglied bestehend aus parallelen Schrägseillitzen mit Verrohrung und beidseitiger Verankerung.

### (5) Freie Länge

Bereich des Brückenseils zwischen Pylon und Überbau außerhalb der Verankerungen.

### (6) Korrosionsschutzsystem

Kombination von Maßnahmen zur Vermeidung von Korrosion.

### (7) Verankerung

Gesamtheit der Komponenten zur Eintragung der Zugkraft des Seils in das Bauwerk. Es wird zwischen Spannankern mit der Möglichkeit zum Spannen, Nachspannen und Ablassen der Seilkraft und Festankern unterschieden.

### (8) Stützmutter

Bestandteil der Verankerung, zur Lastübertragung in die Brückenkonstruktion und zum Einstellen der Seilkraft.

### (9) Führung

Vorrichtung zur Begrenzung der Biegespannungen an den Verankerungen mit oder ohne dämpfende Eigenschaften.

### (10) Dämpfer

Vorrichtung zur Dämpfung von Schwingungen.

### (11) Seilkopplung

Element zur Verbindung von Seilen untereinander, um Schwingungen zu reduzieren.

### (12) Austauschbarkeit

Möglichkeit, das gesamte Seil oder im Fall von LBS zusätzlich auch einzelne Schrägseillitzen zu ersetzen.

## 1.3 Werkstoffe und Konstruktion

(1) Die Regelungen für die Werkstoffe sind für VVS der Nr. 2 bzw. für LBS der Nr. 3 zu entnehmen.

(2) Bauteile oder einzelne Teile davon, bei denen der Korrosionsschutz nicht erneuerbar ist, müssen entweder austauschbar sein oder einen Korrosionsschutz mit einer Schutzdauer erhalten, die mindestens der Nutzungsdauer der Brücke entspricht. Die Austauschbarkeit solcher Bauteile im Betrieb ist nachzuweisen.

(3) Es ist sicherzustellen, dass die Drehwinkel an der Verankerung ein für die Seile verträgliches Maß nicht überschreiten. Falls erforderlich sind konstruktive Maßnahmen zur Beschränkung der Drehwinkel vorzusehen.

(4) Die Verankerungspunkte müssen für die regelmäßige Bauwerksprüfung und die Wartung zugänglich sein. Durch geeignete Maßnahmen ist dafür zu sorgen, dass sich insbesondere an den untenliegenden Verankerungen kein Wasser ansammeln kann.

(5) Die Verankerung der Seile ist so auszuführen, dass während der gesamten Nutzungsdauer keine korrosiven Stoffe und schädlichen Chemikalien eindringen können.

(6) Die Festlegung der Seillängen muss in der statischen Berechnung erfolgen. Die Bezugstemperatur beträgt 10 °C.

(7) Die Möglichkeit des Nachspannens und Ablassens der Seilkraft im fertig gestellten Bauwerk muss gegeben sein.

(8) Die Zugänglichkeit der Seile muss auf ihrer gesamten freien Länge für die Bauwerksprüfung und eventuelle Instandsetzungsarbeiten gewährleistet sein.

(9) Zum Blitzschutz der Schrägseile in Betonkonstruktionen sind die Verankerungen im Pylon mit einem Ableiter zu verbinden.

(10) *Sofern das Auftreten von unzulässigen Schwingungen nicht durch rechnerischen Nachweis ausgeschlossen werden kann, müssen die Schrägseile den nachträglichen Einbau von Dämpfungselementen, Abspannungen oder Seilkopplungen ermöglichen. Entsprechende Anschlussstellen sind vorzusehen. Falls erforderlich sind Messungen zur Entscheidung über den Einsatz von Schwingungsdämpfern durchzuführen und auszuwerten. Bei Schwingungsamplituden bis  $f = L_{Seil} / 1700$  ist sowohl hinsichtlich der optischen Wirkung als auch der Ermüdungsbeanspruchung der Einbau von Dämpfern nicht notwendig.*

## 1.4 Qualitätssicherung

### 1.4.1 Qualitätsplan

(1) Vor Beginn der Fertigung ist dem Auftraggeber ein vom Auftragnehmer aufgestellter projektspezifischer Qualitätsplan zur Genehmigung vorzulegen.

(2) Der Qualitätsplan muss sämtliche für die Seile einer Brücke auszuführenden Qualitätssicherungsmaßnahmen enthalten. Er beinhaltet auch den Korrosionsschutz der Seile gemäß Abschnitt 5. Qualitätssicherungsmaßnahmen sind insbesondere:

- die Prüfungen und Kontrollen im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung,
- die Arbeits- und Spannanweisung einschließlich der Formblätter für die Dokumentation und
- das Prüfhandbuch.

(3) Die jeweils Verantwortlichen für die einzelnen Qualitätssicherungsmaßnahmen sind im Qualitätsplan anzugeben.

(4) Die Lieferanten für die Seile und die zum Seil gehörenden Komponenten sind im Qualitätsplan anzugeben.

(5) Die Werkstoffe, die technischen Regeln für die Fertigung, z.B. Normen oder Technische Lieferbedingungen und die erforderlichen Prüfbescheinigungen sind für alle Komponenten der Seile anzugeben.

(6) Die Einhaltung aller Qualitätssicherungsmaßnahmen ist zu dokumentieren und die Dokumentation dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Der Qualitätsplan ist im Laufe des Projektes vom Auftragnehmer fortzuschreiben.

(8) *Die Einhaltung des Qualitätsplans ist vom Auftraggeber durch fachlich qualifiziertes Personal zu prüfen und zu dokumentieren.*

### 1.4.2 Prüfungen

(1) Bei allen Prüfungen sind Art und Umfang, das Regelwerk für die Durchführung, das Kriterium zum Bestehen der Prüfung und die erforderliche Prüfbescheinigung anzugeben.

(2) Bei Prüfungen, die der Fremdüberwachung unterliegen, ist die fremdüberwachende Stelle im Qualitätsplan anzugeben.

(3) Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 nach DIN EN 10204 dürfen nur von einer vom Auftraggeber anerkannten fremdüberwachenden Stelle ausgestellt werden.

### 1.4.3 Arbeits- und Spannanweisung

(1) Für jedes Bauvorhaben ist eine detaillierte Anweisung zur Montage und zum Spannen der Seile zu erstellen.

(2) Das Spannen der Seile darf nur mit kalibrierten Spannpressen erfolgen. Entsprechende Kalibrier-nachweise sind dem Auftraggeber vor dem Spannen vorzulegen.

(3) Für jede Baustelle ist ein verantwortlicher Fachbauleiter und dessen Stellvertreter für die Montage und das Spannen zu benennen.

(4) Die Arbeits- und Spannanweisung muss dem ausführenden Personal vom verantwortlichen Fachbauleiter vor Beginn der Arbeiten erläutert werden. Sie muss bei der Ausführung der Arbeiten an den Seilen einsehbar auf der Baustelle vorhanden sein.

(5) Folgende Angaben müssen mindestens in der Arbeits- und Spannanweisung enthalten sein:

- Allgemeine Angaben über das Bauwerk und die verwendeten Seile,
- Angabe aller bei der Montage zu beachtenden Ausführungsunterlagen einschließlich der Arbeitsanweisung für den Korrosionsschutz nach Abschnitt 5,



- Verweise auf die erforderliche Entnahme von Materialproben während der Montage,
- Angabe der erforderlichen Kontrollmessungen zur Überprüfung der Bauwerksgeometrie vor, während und nach dem Einbau der Seile,
- Beschreibung des Vorgehens zur Korrektur von unzulässigen Abweichungen der Lage der Verankerungen,
- Angabe der erforderlichen Messungen zur Überprüfung der Seilkräfte und der SeilSchwingungen während und nach dem Seil-einbau,
- Beschreibung der Spannarbeiten einschließlich eines Musters für die Spannprotokolle, in denen mindestens die Angabe der Spannkkräfte, –wege und –stufen sowie deren Soll-Ist-Vergleich enthalten ist und
- Beschreibung von temporären Maßnahmen zum Schutz der Seile vor Witterungseinflüssen und Beschädigungen während der Bauzeit.

### 1.4.4 Anforderungen an das Personal

Die Technische Abteilung des Seil-Lieferanten muss über einen Ingenieur mit mindestens fünf Jahren Berufserfahrung mit Brückenseilen verfügen. Maßgebende technische Fachkräfte sollten mindestens drei Jahre Berufserfahrung mit Brückenseilen besitzen.

### 1.4.5 Überwachung und Dokumentation

- (1) Der Beginn der Seilherstellung ist dem Auftraggeber mindestens 14 Tage im Voraus anzuzeigen.
- (2) *Die Seilherstellung wird durch den Auftraggeber oder eine von ihm beauftragte Stelle überwacht.*
- (3) *Die Dokumentation dieser Überwachung ist dem Bauwerksbuch hinzuzufügen.*
- (4) Während der Ausführung sind mindestens folgende Unterlagen auf der Baustelle vorzuhalten und zu beachten:
  - die Lieferscheine mit mindestens der Angabe der Auftragsnummer, Typenbezeichnung, Zeichnungsnummer und gelieferte Menge sowie des Lieferdatums und der Chargennummern bzw. Seilnummern,
  - die Kalibriernachweise für die Spanngeräte,
  - die Ausführungspläne,
  - die Arbeits- und Spannanweisungen,
  - die Spannprotokolle,
  - der Qualitätsplan des Seilherstellers zu Transport, Lagerung und Montage der Seile und
  - ggf. die Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

(5) Die Dokumentationen der Fertigungsüberwachung einschließlich aller Prüfzeugnisse müssen dem Auftraggeber vor dem jeweiligen Einbau der Komponenten des Seils vorgelegt werden.

(6) Die Montage und das Spannen der Seile sind zu dokumentieren. Dabei sind die sich mit dem Einbau sowie dem Spannen ergebenden Bauzustände im Hinblick auf die Einhaltung der geometrischen Vorgaben, der Entwicklung der Seilkräfte sowie der konstruktiven Randbedingungen einschließlich der Toleranzen zu überwachen.

(7) *Zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens der Brückenseile kann ein baubegleitendes Messprogramm mit Soll-Ist-Vergleichen notwendig sein.*

(8) *Die maßgeblichen Referenzdaten des Tragwerks und aller Seile im Hinblick auf zukünftige Prüfungen sind bei der ersten Hauptprüfung nach DIN 1076 zu ermitteln (Nullmessung). Abweichungen vom Soll sind in das Bauwerksbuch aufzunehmen.*

### 1.4.6 Prüfhandbuch

(1) Alle zur Prüfung und Wartung der Seile erforderlichen Maßnahmen und deren Häufigkeit müssen in einem Prüfhandbuch dokumentiert werden.

(2) Das Prüfhandbuch ist vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Lieferanten der Seile und dem Auftraggeber zu erstellen. Es ist rechtzeitig vor der 1. Hauptprüfung an den Auftraggeber zu übergeben. Es muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- die allgemeinen Angaben über das Bauwerk und die Seile,
- den Zeitrahmen der Bauwerksprüfungen,
- Art und Umfang der Prüfungen und Überwachungen im Rahmen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 in Anlehnung an die entsprechende Prüfmatrix gemäß Anhang A,
- Art und Umfang der Dokumentation von Prüfungen und Überwachungen,
- die Wartungsarbeiten an den Seilen und ihren Komponenten,
- die Angaben zur Öffnung und zum Verschließen von Abdeckungen und Dichtungen zum Zweck der Prüfung und
- die Angaben zum Betrieb vorhandener oder beizustellender Gerüste und Befahrgeräte.

(3) Das Prüfhandbuch ist Bestandteil des Qualitätsplans und somit ebenfalls in den Planlauf zur Genehmigung durch den Auftraggeber einzubringen.

(4) Die Dokumentation der durchzuführenden Prüfungen und Überwachungen muss mindestens die folgenden Informationen beinhalten:

- Datum der Prüfung und Namen der Prüfer,
- Beschreibung der durchgeführten Prüfungen und Bezeichnung der untersuchten Seile,
- während der Prüfung gesammelte Daten, festgestellte Schäden und Fotos der Schäden,
- verwendete Hilfsmittel und Methoden und
- Randbedingungen der Prüfung, z.B. Witterungsbedingungen, Bauwerkstemperatur, Verkehrsverhältnisse.

## 1.5 Hinweise zur Leistungsbeschreibung

(1) *Solange für LBS keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorliegt, sind Schrägseile in der Leistungsbeschreibung als VVS vorzusehen. Bei grundsätzlicher Eignung von LBS kann, abweichend von Nr. 3.1 den Bietern die Möglichkeit gegeben werden, entsprechende Nebenangebote abzugeben*

(2) Bei Nebenangeboten für LBS ohne allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen ist Anhang B zu beachten.

## 2 Besondere Anforderungen an VVS

### 2.1 Grundsätzliches

Es dürfen nur VVS verwendet werden, die den Anforderungen der TL/TP VVS entsprechen.

### 2.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Seilverfüllmittel

Viskos eingestellte Stoffe für die Verfüllung der Drahtzwischenräume im VVS.

#### (2) Vergussmittel

Zinklegierung für das Vergießen von VVS in den Verankerungen.

#### (3) Vergusshülse

Teil der Verankerung für den Seilverguss.

#### (4) Seilverguss

Vergießen der Vergusshülse zur Übertragung der Zugkräfte aus den Drähten in die Verankerung mit einem Vergussmittel.

## 2.3 Werkstoffe und Konstruktion

### 2.3.1 Eigenschaften der Drähte

Die Nennzugfestigkeit der Drähte darf 1570 N/mm<sup>2</sup> nicht überschreiten.

### 2.3.2 Eigenschaften von Stahlguss und Stahl

Streckgrenze und Zugfestigkeit sind bei der Bemessung mit den dickenabhängigen Mindestwerten gemäß den technischen Lieferbedingungen anzusetzen.

### 2.3.3 Anforderung an die Konstruktion

(1) Das Bauwerk ist so zu konstruieren, dass der Austausch der VVS möglich ist.

(2) Der Verankerungsbereich muss so ausgebildet werden, dass der Seileinlaufbereich (Vergusshülse und Seilverguss) zugänglich und kontrollierbar bleibt. Darum darf die Auflagerung nicht auf der Kopffläche der Vergusshülse erfolgen. Dies kann z.B. durch Hammerseilköpfe oder zylindrische Seilköpfe mit Stützmutter erreicht werden.

## 2.4 Qualitätssicherung

### 2.4.1 Qualitätsplan

(1) Bei der Erstellung des Qualitätsplans für VVS sind neben den allgemeinen Anforderungen gemäß Nr. 1.4.1 die folgenden Aspekte besonders zu beachten:

- die Produktion der Seile einschließlich Auslieferung an die Baustelle und
- die Korrosionsschutzbeschichtung der Seile auf der freien Länge.

(2) Die projektspezifischen Ausführungsunterlagen für die Werksfertigung sind anzugeben. In ihnen müssen mindestens die Materialbezeichnungen, Seillänge, Seildurchmesser, Seilaufbau, Schlaglänge der Außendrahtlage und Ausbildung der Endverankerungen enthalten sein.

### 2.4.2 Prüfungen

(1) Der Qualitätsplan muss mindestens die Überwachungsanforderungen der TL/TP VVS, des Abschnitts 5 enthalten.

(2) An mindestens einem Probestück je Seildurchmesser und Originalverankerung sind Zugversuche nach TL/TP VVS durchzuführen.

(3) Zur Prüfung des Ermüdungswiderstands sind Dauerschwingversuche gemäß TL/TP VVS durchzuführen.

(4) *Die notwendige Anzahl der durchzuführenden Versuche nach (2) und (3) ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben und als eigene Position ins Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Sie richtet sich nach den bauwerksspezifischen Gegebenheiten. In der Regel ist für jeden Seildurchmesser ein Versuch durchzuführen. Unter Berücksichtigung des gesamten Lieferumfangs kann die Anzahl geändert werden.*

(5) *Dauerschwingversuche können entfallen, wenn entsprechende Versuche unter vergleichbaren Bedingungen bereits mit hinreichenden Ergebnissen durchgeführt wurden. Die Gleichwertigkeit ist vor Auftragsvergabe zu belegen.*

(6) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob Nebenangebote bezüglich der Reduzierung von Prüfungen gemäß (4) und (5) zugelassen werden.*

### 2.4.3 Arbeits- und Spannanweisung

Die Arbeits- und Spannanweisung für den Einbau der VVS muss zusätzlich zu den Anforderungen nach Nr. 1.4.3 mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) eine Beschreibung des VVS und seiner Einzelteile, z.B. Verankerung, Seilkopplung, Dämpfer,
- b) eine detaillierte Beschreibung der Seilmontage unter Berücksichtigung des Korrosionsschutzes nach Abschnitt 5 einschließlich aller notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden am Seil während des Einbaus und
- c) die Vorgehensweise beim Auftreten von Unregelmäßigkeiten wie z.B.:
  - Drahtbrüche,
  - Herausspringen von Drähten aus dem Seilverband,
  - Schäden am werksseitigen Korrosionsschutz und
  - Austritt von Seilverfüllmittel.

### 2.4.4 Anforderungen an das Personal

(1) Der Fachbauleiter für die Seilmontage muss über eine mehrjährige Baustellenerfahrung mit der Montage von seilverspannten Konstruktionen verfügen.

(2) Das Personal der einbauenden Firma muss über Erfahrung mit dem einzubauenden VVS

verfügen oder durch den Lieferanten des VVS bzw. den Fachbauleiter geschult werden.

(3) Unregelmäßigkeiten am Seil dürfen nur unter Anleitung eines qualifizierten Mitarbeiters des Seilherstellers beseitigt werden.

### 2.4.5 Überwachung und Dokumentation

(1) In Ergänzung zu den allgemein gültigen Vorgaben nach Nr. 1.4.5 sind die bauart- bzw. projektspezifischen Auflagen aus den TL/TP VVS zu beachten.

(2) Die später nicht mehr ohne Weiteres zugänglichen Komponenten der VVS, z.B. im Bereich der Verankerungen, innerhalb von Ein- und Durchführungen und an nicht demontierbaren Schellen sind im Zuge der Bauausführung gemäß Qualitätsplan zu überwachen, zu prüfen und abzunehmen.

(3) Die Dokumentation für das Bauwerksbuch umfasst unter anderem:

- die Aufzeichnungen der projektspezifischen Produktionsprotokolle für Seile und Verguss-hülsen gemäß TL/TP VVS,
- die Arbeits- und die Spannanweisung,
- die Auswertung von Messungen,
- die Aufzeichnungen über Transport-, Lagerungs- und Einbaubedingungen, evtl. festgestellte Abweichungen vom Soll und außergewöhnliche Ereignisse wie z.B. Reparaturen,
- die Ergebnisse der Abnahmen,
- den Korrosionsschutzplan nach Abschnitt 5 und
- die Dokumentation der Korrosionsschutzarbeiten nach Abschnitt 5.

## 3 Besondere Anforderungen an LBS

### 3.1 Grundsätzliches

Es dürfen nur LBS verwendet werden, die über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung verfügen. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für LBS besteht aus einer Zulassung für das Schrägseilsystem und einer Zulassung für die Schrägseillitze.

### 3.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Verrohrung

Ummantelung des gesamten Schrägseillitzenbündels zum Schutz gegen mechanische und klimatische Einflüsse, bestehend u.a. aus dem Hüllrohr.

## (2) Bündelungselement

Bauteil zur Bündelung der Schrägseillitzen am Beginn des Verankerungsbereichs.

## (3) Abstandhalter

Vorrichtung zur Zentrierung der Schrägseillitzen an der Verankerung oder in der Verrohrung.

## 3.3 Werkstoffe und Konstruktion

### 3.3.1 Eigenschaften der Schrägseillitzen

(1) Es dürfen nur folgende Schrägseillitzen zum Einsatz kommen mit:

Nenndurchmesser	$d = 15,7 \text{ mm}$ ,
Nennquerschnittsfläche	$A = 150 \text{ mm}^2$ ,
Nennzugfestigkeit	$f_{u,k} = 1770 \text{ N/mm}^2$ .

(2) Der E-Modul kann, sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung kein anderer Wert festgelegt ist, mit  $195.000 \text{ N/mm}^2$  angesetzt werden.

### 3.3.2 Anforderungen an die Konstruktion

(1) Das Bauwerk ist so zu konstruieren, dass der Austausch einzelner Schrägseillitzen und eines gesamten LBS ausführbar ist. Die LBS müssen litzenweise oder als Gesamtbündel spannbar sein.

(2) Die LBS müssen auf der gesamten freien Länge von einer Verrohrung umgeben sein, die geeignet ist, allen Witterungseinflüssen und den einwirkenden Belastungen zu widerstehen.

(3) Zur Reduzierung regen-winderregter Schwingungen muss die Verrohrung mit einer geeigneten Oberflächenstrukturierung, z.B. einer Wendel, versehen sein.

(4) Um Wasseransammlungen in der Verrohrung zu vermeiden, sind an den Verankerungen geeignete Entwässerungsmöglichkeiten vorzusehen.

## 3.4 Qualitätssicherung

### 3.4.1 Qualitätsplan

Bei der Erstellung des Qualitätsplans für LBS sind neben den allgemeinen Anforderungen gemäß Nr. 1.4.1 die folgenden Aspekte besonders zu beachten:

- Produktion der Schrägseillitzen einschließlich Auslieferung der Coils an die Baustelle,
- Produktion der sonstigen Komponenten für die LBS und
- Zusammenbau der Komponenten zum LBS.

### 3.4.2 Prüfungen

Der Qualitätsplan muss mindestens die Überwachungsanforderungen der Zulassungen für die Schrägseillitzen und für das LBS, des Abschnitts 5 und des Bauvertrages enthalten.

### 3.4.3 Arbeits- und Spannanweisung

Die Arbeits- und Spannanweisung für den Einbau der LBS muss zusätzlich zu den Anforderungen nach 1.4.3 mindestens folgende Angaben enthalten:

- Beschreibung des LBS und seiner Einzelteile, z.B. Schrägseillitzen, Verankerung, Verrohrung, Führung, Bündelungselemente, Seilkopplung, Dämpfer, Entwässerung,
- Beschreibung der Arbeiten auf der Baustelle zur Fertigung der LBS und
- Vorgehensweise beim Auftreten von Unregelmäßigkeiten wie z.B. Schäden an den Schrägseillitzen oder Schäden am werksseitigen Korrosionsschutz.

### 3.4.4 Anforderungen an das Personal

(1) Der Fachbauleiter muss über eine mehrjährige Baustellenerfahrung mit Vorspannarbeiten oder mit LBS verfügen. Ferner ist ein Facharbeiter, der eine mindestens zweijährige Erfahrung mit externen Spanngliedern oder LBS besitzt, zu benennen. Sie müssen mit dem anzuwendenden LBS gut vertraut oder entsprechend eingewiesen und bei allen wesentlichen Arbeiten auf der Baustelle anwesend sein.

(2) Schweißarbeiten an Kunststoffteilen, wie z.B. an der Verrohrung, dürfen nur von Personal ausgeführt werden, das über die Qualifikation für Kunststoffschweißung entsprechend DVS 2212-1 verfügt.

(3) Fehlstellen am Korrosionsschutz der Schrägseillitzen oder Unregelmäßigkeiten an den sonstigen Seilkomponenten dürfen nur unter Anleitung eines qualifizierten Mitarbeiters des Seillieferanten behoben werden.

### 3.4.5 Überwachung und Dokumentation

(1) In Ergänzung zu den allgemein gültigen Vorgaben nach Nr. 1.4.5 sind die bauart- bzw. projektspezifischen Auflagen aus den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und dem Bauvertrag zu beachten.

(2) Die später nicht mehr ohne Weiteres zugänglichen Komponenten des LBS im Bereich der Verankerungen und innerhalb der Verrohrung sind bereits im Zuge der Bauausführung gemäß Qualitätsplan zu überwachen, zu prüfen und abzunehmen.

(3) Die Dokumentation aller Schrägseilkomponenten gemäß Qualitätsplan umfasst unter anderem

- die Aufzeichnungen der projektspezifischen Produktionsprotokolle,
- die Arbeits- und Spannanweisung,
- die Auswertung von Messungen,
- die Aufzeichnungen über Transport-, Lagerungs- und Einbaubedingungen, evtl. festgestellter Abweichungen vom Soll und außergewöhnliche Ereignisse wie z.B. Reparaturen und
- die Ergebnisse der Abnahmen.

#### **3.4.6 Prüfhandbuch**

Ergänzend zu Nr. 1.4.6 sind die Auflagen aus der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu beachten.

## Anhang A

### Hinweise zur Überwachung und Prüfung von Seilen im Rahmen der Bauwerksprüfung

#### A 1 Allgemeines

(1) Während der Nutzungsdauer des Tragwerks müssen die Seile in regelmäßigen Abständen entsprechend DIN 1076 geprüft und überwacht werden.

(2) Das Prüfprogramm der Einfachen Prüfung (EP) und der Hauptprüfung (HP) ist anhand der Tabellen A 4.4.1 für VVS und A 4.4.2 für LBS projektspezifisch festzulegen.

(3) Das Prüfprogramm der Sonderprüfung (SP) ist dem speziellen Anlass anzupassen.

(4) Sofern bei Prüfungen und Wartungsmaßnahmen Eingriffe in konstruktive Komponenten der Seile oder der Brücke notwendig sind, sind die jeweiligen Arbeiten von qualifiziertem Personal vorzunehmen.

(5) Zusätzlich zu den nach DIN 1076 erforderlichen Untersuchungen sind bei der 1. HP die folgenden Kontrollmessungen durchzuführen:

- Überprüfung der Ausrichtung und Lage der Verankerungen im Überbau und in den Pylonen und
- Kontrolle der tatsächlichen Seilkräfte über Ermittlung der Eigenfrequenzen.

(6) Nach Seilaustausch, umfangreichen Umbauten oder Instandsetzungsarbeiten ist eine HP oder SP durchzuführen.

(7) In Abhängigkeit von den Prüfergebnissen ist die Prüfmatrix anzupassen.

(8) Bei HP und SP sind Abdeckungen, Manschetten, Dichtungen und reversible Dichtstoffe zu entfernen und nach der Prüfung wieder sachgerecht anzubringen.

#### A 2 VVS

Die EP, die HP und die SP sollen die in Tabelle 4.4.1 genannten Untersuchungen umfassen, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

#### A 3 LBS

Die EP, die HP und die SP sollen die in Tabelle 4.4.2 genannten Untersuchungen umfassen, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

Tabelle A 4.4.1: Prüfmatrix für VVS (der Prüfumfang wird projektspezifisch festgelegt)

Anlage zum Prüfhandbuch; Prüfmatrix für VVS			Prüfung und Überwachung nach DIN 1076		
lfd Nr.	Prüfverfahren	Prüfmittel (Beispiele)	einfache Prüfung (EP)	Hauptprüfung (HP)	Sonderprüfung (SP)
1	visuelle Prüfung der freien Länge und Verankerungen sowie der Kopplungen und Dämpfer	optisch (Fernglas)	X		
2	handnahe Prüfung der VVS und des Korrosionsschutzes (Gesamtlänge, nach Demontage von Abdeckungen, Manschetten)	Zugangssystem, Inaugenscheinnahme, Kamerabefahrung		X	
3	Prüfung von Seilschwingungen	optisch und haptisch		X	
4	Seilschwingungen mit Frequenzmessung zur Seilkraftbestimmung	Frequenzmessgerät		X	
5	Magnetinduktive Seilprüfung	Prüfgerät zur Streufeld-/Flussmessung		X	
6	Schichtdickenmessung Korrosionsschutz der Seile (Stichproben über die Gesamtlänge, nach Demontage von Abdeckungen, Manschetten)	Schichtdickenmessgerät		X	
7	visuelle Prüfung der Verankerungen und Hilfseinrichtungen (Dämpfer, Führungselemente, Manschetten, Abdichtungen)	optisch an zugänglichen Stellen ohne Hilfsmittel, haptisch		X	
8	visuelle Prüfung der Verankerungen und Klemmen nach Demontage von Abdeckungen	optisch, Endoskop, Zugangssystem		X	
9	Vermessung Überbau und Pylon (Gradienten)	geodätische Messgeräte		X	
10	Ultraschallprüfung der äußeren Drahtlage im Verankerungsbereich und in den Führungselementen nach Demontage von Abdeckungen an Überbau und Pylon	Ultraschallprüfgerät, Zugangssystem			X
11	ggf. weitere/andere Prüfverfahren	gemäß Prüfanweisung	X	X	X

Tabelle A 4.4.2: Prüfmatrix für LBS (der Prüfumfang wird projektspezifisch festgelegt)

Anlage zum Prüfhandbuch; Prüfmatrix für LBS			Prüfung und Überwachung nach DIN 1076		
lfd Nr.	Prüfverfahren	Prüfmittel (Beispiele)	einfache Prüfung (EP)	Hauptprüfung (HP)	Sonderprüfung (SP)
1	visuelle Prüfung der freien Länge und Verankerungen sowie der Kopplungen und Dämpfer	optisch (Fernglas)	X		
2	Besichtigung der Verankerung und der Verrohrung am Überbau und am Pylon	Zugangssystem, Inaugenscheinnahme, Werkzeug		X	
3	Kondenswasserprüfung durch Entwässerungsrohr	Zugangssystem, Endoskop		X	
4	Dämpferanschluss (PE-Einlage)	Zugangssystem, Werkzeug		X	
5	Vermessung Überbau und Pylon (Gradienten)	geodätische Messgeräte		X	
6	handnahe Prüfung der Verrohrung	Zugangssystem, Inaugenscheinnahme, Kamerabefahrung		X	
7	Seilschwingungen mit Frequenzmessung zur Seilkraftbestimmung	Frequenzmessgerät		X	
8	Magnetinduktive Seilprüfung	Prüfgerät zur Streufeld -/ Flussmessung		X	
9	Prüfung der Verankerungskörper	Öffnung der Ankerabdeckungen		X	
10	Lift-off-Messung (Spannanker)	Zugangssystem, Monopresse, Hydraulikpumpe			X
11	Ultraschallprüfung der Litzendrähte im Bereich der Verankerung im Überbau und Pylon	Ultraschallprüfgerät, Zugangssystem, Prüfbehelfe			X
12	endoskopische Besichtigung der Bauteile im Bündelungselement	Zugangssystem, Endoskop			X
13	Litzenaustausch mit Ausbau der Bündelungselemente	Zugangssystem, Monopresse, Hydraulikpumpe			X
14	ggf. weitere/andere Prüfverfahren	gemäß Prüf-anweisung	X	X	X



## Anhang B

### Nebenangebote für LBS ohne allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

#### B 1 Mindestanforderungen an Nebenangebote

(1) Für die zur Ausführung kommenden LBS ist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

(2) Zur Erlangung der Zustimmung im Einzelfall muss vom Auftragnehmer nachgewiesen werden, dass die zur Ausführung kommenden LBS alle Anforderungen dieses Anhangs und die für die Brücke gültigen Bemessungsvorschriften erfüllen.

(3) Im Besonderen ist ein Programm zur Prüfung und Überwachung aufzustellen, das mindestens den Zulassungsgrundsätzen des DIBt für LBS entspricht.

(4) Wesentliche Grundlage für die Erteilung der Zustimmung im Einzelfall ist ein Sachverständigengutachten des DIBt. Das Gutachten des DIBt basiert auf vom Auftragnehmer zu erbringenden Eignungsprüfungen, der geplanten Fertigungsüberwachung und ggf. weiteren zu erstellenden technischen Unterlagen.

(5) Art und Umfang der Eignungsprüfungen und der geplanten Fertigungsüberwachung sowie der zu erstellenden technischen Unterlagen richten sich nach den Zulassungsgrundsätzen des DIBt für LBS und Schrägseillitzen.

(6) Die Beauftragung des DIBt erfolgt durch den Auftraggeber. Die Kosten für die Erstellung des Gutachtens sowie für Versuchsdurchführung und Überwachung sind durch den Auftragnehmer zu tragen und im Nebenangebot auszuweisen.

(7) Die Eignungsprüfungen und Fremdüberwachung des Produkts dürfen nur durch vom Auftraggeber und dem DIBt anerkannte Überwachungsstellen erfolgen.

(8) Bereits durchgeführte Eignungsversuche an LBS aus anderen Bauvorhaben können in Abstimmung mit dem Auftraggeber und dem DIBt die Versuche für die Zustimmung im Einzelfall ganz oder teilweise ersetzen. Die Versuche müssen in allen Punkten mindestens den Anforderungen der Zulassungsgrundsätze des DIBt für LBS entsprechen. Mit dem Angebot muss dazu eine zusammenfassende Versuchsdokumentation vorgelegt werden.

(9) Der Hersteller der LBS muss im Besitz einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für externe Litzenpressverfahren oder einer entsprechenden Europäischen Technischen Bewertung und der zugehörigen deutschen Anwendungszulassung sein.

(10) Die Auswirkung der veränderten Steifigkeiten der LBS gegenüber dem Hauptangebot auf die Massen des Überbaues, der Pylone und des Unterbaues ist mit dem Angebot nachvollziehbar darzulegen und im Nebenangebot zu berücksichtigen.

#### B 2 Vorzulegende Unterlagen

Mit dem Nebenangebot sind mindestens die nachfolgend aufgeführten Unterlagen bzw. Angaben vorzulegen:

- Unterlagen gemäß B 1,
- Hersteller und Fertigungsstätten der Schrägseillitzen und der LBS,
- Zulassungsbescheid für externe Litzenpressverfahren,
- Querschnitt und Festigkeit der Schrägseillitzen,
- Verankerungskonstruktionen (Festanker und Spannanker),
- Korrosionsschutz für Schrägseillitzen und LBS-Verankerungen,
- Beschreibung der Verrohrung (Material, Durchmesser, Stöße, Wendelung und Art der Farbgebung) mit Anschlüssen am Pylon und am Überbau,
- Konstruktion von Führungen und Bündelungselementen,
- Ausbildung von Kopplungen oder externen Schwingungsdämpfern,
- prinzipielle Montagebeschreibung mit Angaben zum Spannvorgang und zum Nachspannen
- Konzept zur Bauwerksprüfung und Erhaltung der LBS,
- Konzept zum Austausch der Schrägseillitzen und der LBS,
- zeichnerische Darstellung der Verankerung im Bauwerk und eventueller Durchdringungspunkte mit dem Überbau und Pylon und
- Terminplan für die Erlangung der Zustimmung im Einzelfall.

### **B 3 Wertung von Nebenangeboten**

- (1) Der Terminplan muss so gestaltet sein, dass für die Durchführung der Prüfungen und die Erarbeitung der Zustimmung im Einzelfall ausreichend Zeit zur Verfügung steht.
- (2) Der erfolgreiche Nachweis der mit dem Nebenangebot dargelegten Eigenschaften liegt in der Verantwortung des Auftragnehmers. Sollte dieser Nachweis nicht gelingen, muss der Auftragnehmer geeignete Maßnahmen auf seine Kosten zur Genehmigung durch den Auftraggeber vorlegen.
- (3) Sollte die Zustimmung im Einzelfall wegen fehlender oder unzureichender Nachweise nicht erteilt werden können, hat der Auftragnehmer das Bauwerk mit VVS oder zugelassenen LBS zum Angebotspreis seines Nebenangebotes auszuführen.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau**

### **Abschnitt 5 Korrosionsschutz von Brückenseilen**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite		
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	<b>Anhang A</b>	Formblatt A 4.5.1
1.1 Geltungsbereich.....	3		Kennzeichnung des Korrosionsschutzes der Seile und Kabel..... 8
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3		Formblatt A 5.4.2
1.3 Anforderungen.....	3		Schichtdicken-Protokoll für VVS.... 9
1.4 Schutzsysteme für Verankerungen und nichttragende Bauteile .....	3		Formblatt A 4.5.3 Prüfprotokolle und Kennzeichnung..... 10
1.5 Korrosionsschutzplan, Arbeits- und Ausführungsanweisungen .....	3		Formblatt A 4.5.4 Prüfprotokoll für VVS..... 11
1.6 Dokumentation.....	4	<b>Anhang B</b>	Hinweise für die korrosionsschutzgerechte Konstruktion..... 12
<b>2 Vollverschlossene Seile (VVS)</b> .....	4		
2.1 Schutzsysteme.....	4		
2.1.1 Allgemeines .....	4		
2.1.2 Schichtdicken.....	4		
2.2 Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe..	4		
2.3 Oberflächenvorbereitung.....	4		
2.4 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten	5		
2.4.1 Allgemeines .....	5		
2.4.2 Verarbeitungsbedingungen .....	5		
2.4.3 Kontrollflächen .....	5		
2.4.4 Kennzeichnung .....	5		
2.5 Prüfungen .....	5		
2.5.1 Abnahmeprüfungen.....	5		
2.5.2 Eigenüberwachung .....	5		
2.5.3 Bauüberwachung .....	6		
<b>3 Litzenbündelseile (LBS)</b> .....	6		
<b>4 Instandsetzung des Korrosionsschutzes von VVS und Kabeln</b> .....	6		
4.1 Schutzsysteme.....	6		
4.2 Planung von Instandsetzungsmaßnahmen.....	6		
4.3 Oberflächenvorbereitung.....	6		
4.3.1 Allgemeines .....	6		
4.3.2 Verzinkte Oberflächen.....	6		
4.3.3 Nichtverzinkte Oberflächen .....	7		
4.4 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten	7		
4.5 Kabel .....	7		

## 1 Allgemeines

### 1.1 Geltungsbereich

(1) Der Teil 4 Abschnitt 5 gilt nur in Verbindung mit dem Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten, Abschnitt 4 Brückenseile und Teil 1 Allgemeines.

(2) Dieser Abschnitt gilt für den Korrosionsschutz von Seilen und Kabeln in neuen und bestehenden Bauwerken, soweit er nicht bereits in den Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für vollverschlossene Seile (TL/TP VVS), in den Technischen Lieferbedingungen für den Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen (TL-KOR VVS), in den Technischen Prüfvorschriften für den Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen (TP-KOR VVS) bzw. in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Litzenbündelseile (LBS) enthalten ist. Er gilt auch für den Korrosionsschutz von zusätzlichen Konstruktionsteilen, wie z.B. Seilkopplungen und Sätteln.

(3) Die Konstruktion ist gemäß DIN EN ISO 12944-3 korrosionsschutzgerecht auszuführen.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gilt Abschnitt 4 Nr. 1.2.

### 1.3 Anforderungen

(1) Der Korrosionsschutz von Seilen und Kabeln muss für die Korrosivitätskategorie C5-I gemäß DIN EN ISO 12944-2 ausgelegt sein. Bei Verankerungskonstruktionen im Inneren des Überbaus oder der Pylone, wenn das Eindringen von korrosiven Stoffen ausgeschlossen werden kann, ist die Korrosivitätskategorie C3 anzusetzen.

(2) Die Schutzdauer entspricht bei nicht erneuerbaren Komponenten des Korrosionsschutzes oder nicht zugänglichen Bauteilen der Nutzungsdauer des Bauwerks. Bei erneuerbaren Komponenten beträgt die Schutzdauer mindestens 25 Jahre.

(3) Im Bereich oberhalb und unterhalb der Fahrbahn sind Spritzwasser-, Sprühnebeleinwirkung und Splittanprall zu berücksichtigen.

(4) Die Regelungen für Prüfung und Wartung sind in das Prüfhandbuch gemäß Abschnitt 4 aufzunehmen.

(5) *Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe sowie Schutzsysteme sind außer nach ihrer Korrosionsschutzleistung auch nach Gesichtspunkten des Arbeits- und Umweltschutzes auszuwählen. Dies gilt für das Aufbringen und für das spätere Entfernen.*

(6) Während der Bauzeit sind ungeschützte Bauteile bzw. Komponenten (wie z. B. unverzinkte

Gewinde) durch geeignete Maßnahmen temporär vor Korrosion zu schützen.

### 1.4 Schutzsysteme für Verankerungen und nichttragende Bauteile

(1) Die Verankerungen und alle nichttragenden Bauteile, z.B. Kappen, sind durch einen thermisch gespritzten Zinküberzug gemäß DIN EN ISO 2063 mit 100 µm Sollsichtdicke oder durch eine Feuerverzinkung gemäß DIN EN ISO 1461 zu schützen. Die Gewinde und die Innenkonen von Verankerungen werden nicht verzinkt.

(2) Die verzinkten Flächen der Verankerung erhalten zusätzlich eine mehrlagige Beschichtung mit einer Sollsichtdicke von 240 µm. Bei nichttragenden Bauteilen ist eine Sollsichtdicke der Beschichtung von 160 µm oder ein gleichwertiger Korrosionsschutz ausreichend.

(3) Die Gewinde sind gegen Witterungseinflüsse mit temperaturbeständigen säurefreien Fetten oder gleichwertigen Systemen zu schützen.

### 1.5 Korrosionsschutzplan, Arbeits- und Ausführungsanweisungen

(1) Den Korrosionsschutzarbeiten an Seilen und Kabeln sind der Korrosionsschutzplan, die Arbeitsanweisungen und die Ausführungsanweisungen zugrunde zu legen. Der Korrosionsschutzplan und die Arbeitsanweisungen sind vom Auftragnehmer in Abstimmung mit der Ausführungsplanung aufzustellen und dem Auftraggeber vor Ausführung zur Genehmigung vorzulegen.

(2) Der Korrosionsschutzplan besteht aus Übersichtszeichnungen und den erforderlichen Detailzeichnungen, z.B. zu Maßnahmen an Seilen, Vergusshülsen, Verankerungskonstruktionen. Darin sind auch die Kontrollflächen (siehe Nr 2.4.3) anzugeben.

(3) In der Arbeitsanweisung muss beschrieben werden, wie und in welcher Reihenfolge die Korrosionsschutzarbeiten an den einzelnen Bauteilen und Seilbereichen auszuführen sind.

(4) Bei der Ausführung sind:

- der Korrosionsschutzplan,
- die Arbeitsanweisungen und
- die Ausführungsanweisungen

vor Ort vorzuhalten und zu beachten.

(5) Der Korrosionsschutzplan und die Ausführungsanweisungen gehören zu den Bestandsunterlagen.

## 1.6 Dokumentation

Die Korrosionsschutzmaßnahmen sind in Anlehnung an Abschnitt 3 zu dokumentieren. Die Unterlagen sind dem Auftraggeber auszuhändigen.

## 2 Vollverschlossene Seile (VVS)

### 2.1 Schutzsysteme

#### 2.1.1 Allgemeines

(1) Die Erstbeschichtung auf der freien Länge zwischen den Seilköpfen besteht aus Grundbeschichtung (GB), Zwischenbeschichtungen (ZB) und Deckbeschichtung (DB).

(2) Die Applikation der Erstbeschichtung für die VVS erfolgt auf der Baustelle.

(3) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben ob die GB vor oder nach der Montage aufgebracht werden soll. Die Montage grundbeschichteter VVS hat so zu erfolgen, dass Beschädigungen der GB vermieden werden. Falls die GB vor der Montage aufgebracht wird, muss sichergestellt werden, dass die anschließende Freibewitterung keine negativen Auswirkungen auf die Haftfestigkeit der Folgebeschichtungen hat.*

(4) Die ZB und die DB werden erst nach der Montage (einschließlich Spannen) aufgebracht.

#### 2.1.2 Schichtdicken

(1) Es sind die in der Tabelle 4.5.1 genannten Sollschichtdicken einzuhalten. Die Schichtdickenmessungen sind gemäß DIN EN ISO 2808 durchzuführen.

(2) Der doppelte Wert der Sollschichtdicken darf nicht überschritten werden.

(3) Im Spritzwasser- und Sprühnebelbereich ist bis 15 m über und unter der Fahrbahn eine zusätzliche Zwischenbeschichtung mit einer Sollschichtdicke von 150 µm auszuführen.

Tabelle 4.5.1: Schutzsystem für VVS nach TL/TP VVS

	Anzahl der Lagen	Sollschichtdicke pro Lage
Grundbeschichtung	1	50 µm
Zwischenbeschichtungen	2	150 µm
(Spritzwasser- und Sprühnebelbereich)	(3)	(150 µm)
Deckbeschichtung	1	60 µm
Gesamtsystem ohne Zinküberzug	4 (5)	410 µm (560 µm) gesamt

### 2.2 Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe

(1) Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe müssen den Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe für den Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen (TL- und TP-KOR-VVS) entsprechen. Sie werden in einer von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geführten Zusammenstellung (Liste) der geprüften Stoffe für den Korrosionsschutz von Seilen geführt.

(2) Alle verwendeten Stoffe müssen ausbesserungsfähig und überarbeitbar sein.

(3) Alle verwendeten Stoffe und Materialien müssen untereinander verträglich sein. Ihre Haftung und ihr Formänderungsvermögen dürfen nicht beeinträchtigt werden.

### 2.3 Oberflächenvorbereitung

(1) Es gelten die Anforderungen des Abschnittes 3, soweit im Folgenden nicht anders geregelt.

(2) Bändselungen, die als Transport- und Montage-sicherungen dienen, sind vor der Oberflächenvorbereitung zu entfernen.

(3) Zum Entfernen örtlicher öl- und fetthaltiger Reste ist die Verwendung eines mit organischen, halogenfreien Lösemitteln angefeuchteten Tuches zulässig.

(4) Die Seile sind von ausgetretenem Seilverfüllmittel zu befreien. Aus den Zwickeln zwischen den Seildrähten braucht das Seilverfüllmittel nicht restlos entfernt zu werden, wenn eine ausreichende Verträglichkeit zwischen diesem und der

nachfolgenden Beschichtung nachgewiesen wurde (siehe TL- und TP-KOR-VVS).

(5) Vor dem Aufbringen der GB ist die Oberfläche durch Sweep-Strahlen gemäß DIN EN ISO 12944-4 vorzubereiten. Maximal dürfen 10 µm des Zinküberzuges abgetragen werden.

(6) Vor dem Aufbringen von Folgebeschichtungen sind Verunreinigungen zu entfernen.

### 2.4 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten

#### 2.4.1 Allgemeines

(1) Die Korrosionsschutzarbeiten sind unter Beachtung des Abschnittes 3 und der DIN EN ISO 12944-7 auszuführen, soweit hier nichts anderes geregelt ist.

(2) Alle Beschichtungen sind im Streichverfahren aufzubringen. Abweichungen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

(3) Beim Aufbringen der Grundbeschichtungen ist zum Ausfüllen der Zwickel zwischen den Einzeldrähten eines Seiles der Pinsel in Schlagrichtung der Drahtlage zu führen.

(4) Dichtstoffe sind nur auf zumindest grundbeschichtete Oberflächen aufzutragen.

#### 2.4.2 Verarbeitungsbedingungen

(1) Korrosionsschutzarbeiten sind im Schutze einer Einhausung oder Abplanung auszuführen.

(2) *Ggf. kann die Einhausung oder die Abplanung abschnittsweise erfolgen.*

(3) Bei auf den Seilen verfahrbaren Einhausungen ist vor Ausführung der Arbeiten nachzuweisen, dass die bereits aufgebrachte Beschichtung nicht beschädigt wird.

(4) Fertiggestellte Beschichtungen sind bis zu einer ausreichenden Durchhärtung vor äußeren Einflüssen zu schützen.

(5) Nach dem Einbringen von Dichtstoffen ist die Dichtstoffoberfläche zu glätten. Es dürfen keine Hilfsmittel zum Glätten verwendet werden, die auf dem Dichtstoff einen Film hinterlassen oder die Haftung an den Fugenflanken beeinträchtigen können.

#### 2.4.3 Kontrollflächen

(1) Am Korrosionsschutz der Seile sind Kontrollflächen nach den Grundsätzen des Abschnittes 3 anzulegen.

(2) Es sind mindestens an zwei Seilen in Bereichen typischer Beanspruchung Kontrollflächen rund um das Seil bis in eine Höhe von 15 m über Fahrbahnoberkante anzulegen und zu kennzeichnen.

#### 2.4.4 Kennzeichnung

Die wesentlichen Merkmale des Korrosionsschutzsystems gemäß Formblatt A 4.5.1 sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber am Bauwerk dauerhaft anzubringen.

### 2.5 Prüfungen

#### 2.5.1 Abnahmeprüfungen

(1) Der Auftragnehmer hat für Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe vor Anwendung dem Auftraggeber ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 in Anlehnung an DIN EN 10204 vorzulegen.

(2) Der „Abnahmebeauftragte des Bestellers“ für Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 nach DIN EN 10204 wird vom Auftraggeber benannt.

#### 2.5.2 Eigenüberwachung

(1) Die Zinkschichtdicke der Seiloberfläche ist vor den Beschichtungsarbeiten gemäß DIN EN ISO 2178 in Formblatt A 4.5.2 zu dokumentieren, um bei der späteren Kontrolle der Beschichtungen einen Mittelwert berücksichtigen zu können.

(2) Die Ausführung des Korrosionsschutzes ist gemäß Formblatt A 4.5.3 zu dokumentieren.

(3) Die Applikationsbedingungen sind kontinuierlich mit kalibrierten Geräten zu messen und aufzuzeichnen. Die Kalibriernachweise sind dem Auftraggeber vorzulegen. Entsprechend den klimatischen Verhältnissen ist bei Bedarf der Messumfang zu vergrößern, um sicherzustellen, dass die Applikationsbedingungen eingehalten werden. Die Dokumentation hat entsprechend Formblatt A 4.5.4 zu erfolgen.

(4) Nach Applikation jeder einzelnen Schicht ist vom Auftragnehmer eine Schichtdickenmessung durchzuführen. Bei Seilen sind pro 5 m Seillänge drei Schichtdickenmessungen, verteilt über den Umfang, durchzuführen. Die Ergebnisse sind im Formblatt A 4.5.2 festzuhalten. Die Prüfprotokolle sind dem Auftraggeber auszuhändigen.

(5) Zerstörende Prüfungen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Die zerstörte Beschichtung ist instandzusetzen. Eine gesonderte Vergütung erfolgt nicht.

**2.5.3 Bauüberwachung**

(1) Für Art und Umfang der Kontrollprüfungen gilt Abschnitt 3. Gitterschnitt- und Querschnittsprüfungen sind zu vermeiden.

(2) Für die Bauüberwachung der Korrosionsschutzarbeiten müssen die Anforderungen gemäß, Abschnitt 3 Anhang E (Richtlinien für Kontrollprüfungen) an die personelle und gerätemäßige Ausstattung erfüllt werden.

**3 Litzenbündelseile (LBS)**

Angaben zum Korrosionsschutz von LBS sind im Abschnitt 4 und in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen enthalten.

**4 Instandsetzung des Korrosionsschutzes von VVS und Kabeln**

**4.1 Schutzsysteme**

(1) Bei VVS mit feuerverzinkten äußeren Drahtlagen gelten die Bestimmungen von Nr. 2.1.

(2) Für VVS mit nicht verzinkten oder elektrolytisch verzinkten äußeren Drahtlagen oder bei Seilen mit feuerverzinkten äußeren Drahtlagen, die lokale Schädigungen der Feuerverzinkung aufweisen, sind die in der Tabelle 4.5.2 genannten Sollschildicken einzuhalten. Die Schichtdickenmessungen sind gemäß DIN EN ISO 2808 durchzuführen.

**Tabelle 4.5.2:** Schutzsysteme für Instandsetzungen für VVS

	Anzahl der Lagen	Sollschildicke pro Lage
Grundbeschichtungen	2	50 µm
Zwischenbeschichtungen	2	150 µm
(Spritzwasser- und Sprühnebelbereich)	(3)	(150 µm)
Deckbeschichtung	1	60 µm
Gesamtsystem	5 (6)	460 µm (610 µm) gesamt

(3) Der doppelte Wert der Sollschildicken darf nicht überschritten werden.

(4) Im Spritzwasser- und Sprühnebelbereich ist bis 15 m über und unter der Fahrbahn eine zusätzliche Zwischenbeschichtung mit einer Sollschildicke von 150 µm auszuführen.

**4.2 Planung von Instandsetzungsmaßnahmen**

(1) Die Verträglichkeit der Beschichtungsstoffe zur Teilerneuerung oder Ausbesserung mit den vorhandenen Korrosionsschutzstoffen ist zu berücksichtigen.

(2) Bei Instandsetzungsmaßnahmen sind die Unterlagen entsprechend Nr. 1.5 vorzulegen.

**4.3 Oberflächenvorbereitung**

**4.3.1 Allgemeines**

(1) Zum Entfernen alter Beschichtungen oder Verunreinigungen dürfen nur die mechanischen Verfahren nach DIN EN ISO 12944-4 sowie das Abwaschen mit Warm- oder Heißwasser ggf. mit lösemittelfreiem Reinigerzusatz Anwendung finden.

(2) Sollen gut haftende alte Beschichtungen oder Verkittungen / Dichtstoffe erhalten bleiben, sind sie auf ihre Funktionsfähigkeit zu untersuchen. Dazu sind insbesondere das Haftvermögen sowie der Grad der Unterrostung und der Unterwanderung, z.B. bei dicken Schichten durch Wasser zu prüfen.

(3) In korrodierten Bereichen sind die Beschichtungen und Korrosionsprodukte mechanisch zu entfernen.

(4) Bei der Instandsetzung alter Injektionskörper kann das Entfernen schadhafter Bereiche durch Schneiden erforderlich werden.

(5) Abgebrochene Bürstendrähte sind durch Nachbehandlung, z.B. mit Schmirgelpapier von der Oberfläche zu entfernen.

(6) Bei vorhandenen Beschichtungen sind die Strahlparameter so zu wählen, dass lose Beschichtungsteile entfernt werden und die an der Oberfläche festhaftenden Teile gesäubert und aufgeraut werden.

(7) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, welche Oberflächenvorbereitung angewandt werden soll.

**4.3.2 Verzinkte Oberflächen**

(1) Zum Entfernen von Rost und Korrosionsprodukten der Zinküberzüge ist nur die mechanische Oberflächenvorbereitung nach DIN EN ISO 12944-4 zu verwenden. Nass- und Feuchtstrahlen



sowie Druckwasserstrahlen und Flammstrahlen sind nicht zulässig.

(2) Durch Bürsten entstehende Zinkspäne sind durch Nachbehandlung, z.B. mit Schmirgelpapier von der Oberfläche zu entfernen.

(3) Die Vorbereitung von beschichteten feuerverzinkten Oberflächen, muss möglichst schonend erfolgen. Die Eignung der Strahlparameter ist in Abstimmung mit dem Auftraggeber am Objekt nachzuweisen.

(4) Beim Strahlen sind Strahlmittel einzusetzen, die eine geringe Aufrauung der Oberfläche erzeugen. Die Korngröße darf höchstens 1 mm betragen. Arrondiertes Korn kann verwendet werden. Ferritische Strahlmittel sind nicht zugelassen.

(5) Schlecht haftende Teile alter Beschichtungen auf feuerverzinktem Untergrund sind durch Bürsten zu entfernen. Soweit dies nicht möglich ist, ist Strahlen so anzuwenden, dass der Zinküberzug weitgehend erhalten bleibt.

### 4.3.3 Nichtverzinkte Oberflächen

Sind alte Beschichtungen oder Verkittungen / Dichtstoffe von nicht verzinkten Oberflächen ganz zu entfernen, muss der Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 ½ erreicht werden.

## 4.4 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten

(1) *Kleinflächige Instandsetzungen bzw. Ausbesserungen sind von der Einhausung gemäß Nr 2.4.2 ausgenommen.*

(2) Abgedichtete Fugen sind so zu bearbeiten, dass eine dauerhafte Überarbeitung mit neuen Dichtstoffen möglich ist.

## 4.5 Kabel

(1) *Die Ausführung von Kabeln entspricht bei Schrägseilbrücken nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik und ist deshalb beim Neubau nicht mehr vorzusehen. Für die Haupttragseile von Hängebrücken sind Kabel in der Regel notwendig. Sie werden in diesem Regelwerk aber nicht mit erfasst.*

(2) *Für die Instandsetzung des Korrosionsschutzes von Kabeln sind auf den jeweiligen Einzelfall abgestimmte Lösungen zu erarbeiten. Dabei sollten grundsätzlich dauerhafte Kabelspreizungen in Betracht gezogen werden, um die Zugänglichkeit der einzelnen Seile für Korrosionsschutzarbeiten und die Bauwerksprüfung zu verbessern.*

(3) *Sofern dauerhafte Kabelspreizungen aus statischen oder konstruktiven Zwängen nicht möglich*

*sind, sollten die Hohlräume in den Kabeln injiziert und die Zwickel zwischen den Seilen an den Außen-seiten des Kabels abgedichtet werden. Hierfür sind die Dicht- und Injizierstoffe gemäß TL- und TP-KOR-VVS geeignet. Sofern auch eine Kabelinjizierung nicht möglich ist oder eine bereits vorhandene Injizierung nicht mehr funktionstauglich ist, dürfen die Zwickel zwischen den Seilen an der Kabelunter-seite nicht abgedichtet werden, um eventuell eingedrungener Feuchtigkeit die Möglichkeit zum Entweichen zu geben.*

(4) *Soweit die Oberflächen der Einzelseile für Korrosionsschutzarbeiten zugänglich sind, gelten die vorhergehenden Regelungen für VVS sinngemäß.*

(5) *Nach Applikation jeder einzelnen Schicht ist vom Auftragnehmer eine Schichtdickenmessung durchzuführen. Bei Kabeln ist pro 5 m Länge auf jedem freiliegenden Seil eine Messung durchzuführen. Die Ergebnisse sind im Formblatt A 4.5.2 festzuhalten. Die Prüfprotokolle sind dem Auftraggeber auszuhändigen.*

(6) *Bei Kabeln, für die Korrosionsschutzerneuerungen oder -teilerneuerungen erforderlich sind, ist zu prüfen, ob die Zugänglichkeit für spätere Wartungen auf der freien Seil- oder Kabellänge durch entsprechende bauliche Maßnahmen verbessert werden kann, z.B. durch Ausstattung des Bauwerkes mit entsprechenden Zugängen, die Spreizung der Seile eines Kabels zur Schaffung von Zugänglichkeit zum Einzelseil, die konstruktive Verbesserung der Seileinleitungen, der Seilumlenkungen und der Anschlüsse von Seilschellen und Schwingungsdämpfern.*

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau - Abschnitt 5 Korrosionsschutz von Brückenseilen  
Anhang A**

**Formblatt A 4.5.1**

<b>Kennzeichnung des Korrosionsschutzes der Seile und Kabel</b>		<b>Seite</b>																					
<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>																					
<b>Bauabschnitt</b>		<table border="1" style="width:100%; height: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>																					
<b>Auftraggeber</b>		<b>Bauwerksname</b>																					
<b>Auftragnehmer</b>		<b>oben</b>																					
		<b>unten</b>																					
<b>Erstausführung:</b> <input type="checkbox"/>		<b>Vollerneuerung:</b> <input type="checkbox"/>																					
		<b>Teilerneuerung:</b> <input type="checkbox"/>																					
		<b>Ausbesserung:</b> <input type="checkbox"/>																					
<b>Bauteil: (Seil/Kabel)</b>	<b>Arbeitsgang; wie/womit: (Oberflächenvorbereitung/GB/ZB/DB)</b>	<b>Stoff Nr.-</b>	<b>Sollschicht- dicke [µm]</b>	<b>Werkstatt = 1 Baustelle = 2</b>																			
	Oberfläche: blank <input type="checkbox"/> , feuerverz. <input type="checkbox"/> ,																						
	galv. verz. <input type="checkbox"/> ; mit Altbeschichtung <input type="checkbox"/>																						
	Oberflächenvorbereitung:																						
	1. GB																						
	2. GB																						
	Abdichten																						
	Injizieren																						
	1. ZB																						
	2. ZB																						
	3. ZB																						
	DB																						
	*)																						
	*)																						

\*) Freie Zeilen für Kantenschutz, Haftgrund, weitere Schichten

Formblatt A 4.5.2

<b>Schichtdicken-Protokoll für VVS</b>				<b>Seite</b>											
<b>Baumaßnahme</b>				<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>											
<b>Bauabschnitt</b>				<table border="1" style="width: 100%; height: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>											
<b>Auftraggeber</b>				<b>Bauwerksname</b>											
<b>Auftragnehmer</b>				<b>oben</b>											
				<b>unten</b>											
<b>Prüfstelle</b>															
<b>Korrosionsschutzplan-Nr.</b>															
<input type="checkbox"/> Zinkschichtdicke <span style="float: right;">µm</span> <input type="checkbox"/> Grundbeschichtung (insgesamt) <span style="margin-left: 100px;">Sollschichtdicke*</span> <span style="float: right;">µm</span> Sollschichtdicke bis incl. 1. Zwischenbeschichtung Sollschichtdicke bis incl. 2. Zwischenbeschichtung Sollschichtdicke bis incl. 3. Zwischenbeschichtung (ggf) <input type="checkbox"/> Gesamtbeschichtung <span style="margin-left: 100px;">Sollschichtdicke*</span> <span style="float: right;">µm</span>															
<b>Messgerät (Methode der Kalibrierung, Bezugsnorm):</b>															
<b>Datum</b>	<b>Seilabschnitt (lfd. m)</b>	<b>Schichtdickenmessung [µm] gemäß Nr. 2.5.2 oder Nr. 4.5</b>			<b>Bemerkungen</b>										
		1	2	3											
gesehen:															
(Ort)	(Datum)	(Ort)	(Datum)												
(Name, Unterschrift) Für den Auftragnehmer			(Name, Unterschrift) Für den Auftraggeber												

\*) ohne Zinkschichtdicke  
Zutreffendes bitte ankreuzen

Formblatt A 4.5.3

<b>Prüfprotokolle und Kennzeichnung</b>	<b>Seite</b>																				
<b>Baumaßnahme</b>	<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>																				
<b>Bauabschnitt</b>	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> </tr> </table>																				
<b>Auftraggeber</b>	<b>Bauwerksname</b>																				
<b>Auftragnehmer</b>	<b>oben</b>																				
	<b>unten</b>																				
<b>Prüfer/Prüfstelle</b>																					
<b>Erstausführung</b> <input type="checkbox"/> <b>Vollerneuerung</b> <input type="checkbox"/> <b>Teilerneuerung</b> <input type="checkbox"/> <b>Ausbesserung</b> <input type="checkbox"/>																					
<b>Auftragnehmer für:</b> — <b>Oberflächenvorbereitung:</b> ..... — <b>Beschichtung:</b> ..... — .....																					
<b>Stofflieferant:</b> .....																					
<b>Korrosionsschutzplan Nr. :</b>	<b>Gesamtoberfläche</b> ..... m <sup>2</sup>																				
.....																					
<b>Kontrollflächenprotokolle von Nr.:</b> ..... <b>bis</b> ..... <b>sowie</b>																					
<b>Anzahl der Einzelprotokolle gemäß Formblatt A 4.5.2:</b> .....																					
<b>und Formblatt A 4.5.3:</b> .....																					
<b>Bemerkung:</b>																					
_____	_____	_____																			
(Ort)	(Datum)	(Name, Unterschrift der Prüfstelle)																			

Formblatt A 4.5.4

Prüfprotokoll für VVS												
Prüfstelle:											Blatt Nr.:	
Messgeräte (Spalte 6-9):												
Seilabschnitt oder Armaturen (lfd. m)	Daum/ Uhrzeit	Arbeitsvor- gang (z.B. Oberflächen- vorbereitung GB, ZB, DB)	Verfahren (z.B. für Ober- flächenvorbe- reinigung, Appli- kation)	Wetter- bedin- gungen	Temperatur [°C] Luft / Seil	rel. Luft- feuchte [%]	Taupunkt [°C]	Strahlmittel/ Beschich- tungsstoff (Bezeich- nung/ Stoff-Nr.)	Farbton	Chargen Nr. (Güte- überwa- chung)	Bemerkung (z.B. Reinheits- grad, besondere Erscheinungen, Unregelmäßig- keiten)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Für den Auftragnehmer				Für den Auftraggeber								
Ort	Datum	Name	Unterschrift	Ort	Datum	Name	Unterschrift					

## Anhang B

### Hinweise für die Korrosionsschutzgerechte Konstruktion

#### B 1 Vollverschlossene Seile und Kabel

(1) Seilkonstruktionen sollen über die gesamte Länge zugänglich und erreichbar sein. Die Seile müssen eine geschlossene Oberfläche aufweisen. Die vorgegebenen Seilkrümmungsradien dürfen bei Montage und in der endgültigen Konstruktion nicht unterschritten werden.

(2) Der Verankerungsbereich vollverschlossener Seile und Kabel soll so ausgebildet werden, dass der Seileinlaufbereich in Vergusshülse und Seilverguss zugänglich bleibt. Keinesfalls darf sich Wasser und Schmutz dort ansammeln können. Es ist für eine ausreichende Belüftung zu sorgen. Die Auflagerung soll nicht auf der Kopffläche der Vergusshülse erfolgen. Die Verwendung von Hammerkopf-Hülsen oder Stützmuttern ist vorzuziehen. Futterplatten sind so zu gestalten, dass das Seil bis zum Seilverguss erreichbar bleibt.

(3) Abdeckungen von Seilaustrittsstellen oder von Vergusshülsen sind so zu konstruieren, dass sie die Seilendverankerungen vor Wasserzutritt schützen, gleichzeitig eine Belüftung gewährleisten und eine für die Bauwerksprüfung einfache Zugänglichkeit erlauben. Dieses kann durch elastische Bauelemente, z.B. in Form von Balgen erfolgen, die so mit dem Seil und der Brückenkonstruktion verbunden sind, z.B. durch Schellen, dass sich eine dichte Verbindung zu den Bauteilen ergibt. Kann nicht generell ausgeschlossen werden, dass in den Seilendbereich Wasser eindringen kann, ist eine Entwässerungsmöglichkeit vorzusehen, z.B. durch eine Bohrung an der Unterseite im Bereich der Seilaustrittsstelle (Verankerung).

(4) Umlenkpunkte, (z.B. Sättel, Spreizschellen), Seilschellen und ggf. Festhaltepunkte von Seildämpfern sind so auszubilden, dass die verdeckten Seiloberflächen mit geeigneten zerstörungsfreien Prüfverfahren auf Verschleiß, Korrosion und Drahtbrüche untersucht werden können. Erforderliche Dichtstoffe und Beschichtungen müssen jederzeit auf ihre Funktion geprüft und ggf. erneuert werden können.

(5) Armaturen, die an Seilen oder Kabeln zur Befestigung, z.B. für Dämpfungsglieder oder Hängerseile angeordnet werden müssen, sind so zu gestalten, dass keine Spalten, Hohlräume oder Vertiefungen auftreten können.

(6) Fugen sind gegen Wassereintritt abzudichten.

(7) Bei Kabeln, für die Korrosionsschutzerneuerungen oder -teilerneuerungen erforderlich sind, ist zu prüfen, ob die Zugänglichkeit für spätere Wartungen auf der freien Seil- oder Kabellänge durch entsprechende bauliche Maßnahmen verbessert werden kann. Dieses kann z.B. durch Ausstattung des Bauwerkes mit entsprechenden Zugängen, die Spreizung der Seile eines Kabels, die konstruktive Verbesserung der Seileinleitungen, der Seilumlenkungen und der Anschlüsse von Seilschellen und Schwingungsdämpfern erfolgen.

#### B 2 Litzenbündelseile

Entwurfs-, Konstruktions- und Korrosionsschutzdetails sind dem fib-Bulletin 30 zu entnehmen. Eine Übersicht einer typischen Verankerung eines Litzenbündelseils (LBS) gibt Bild B 4.5.1 wieder.

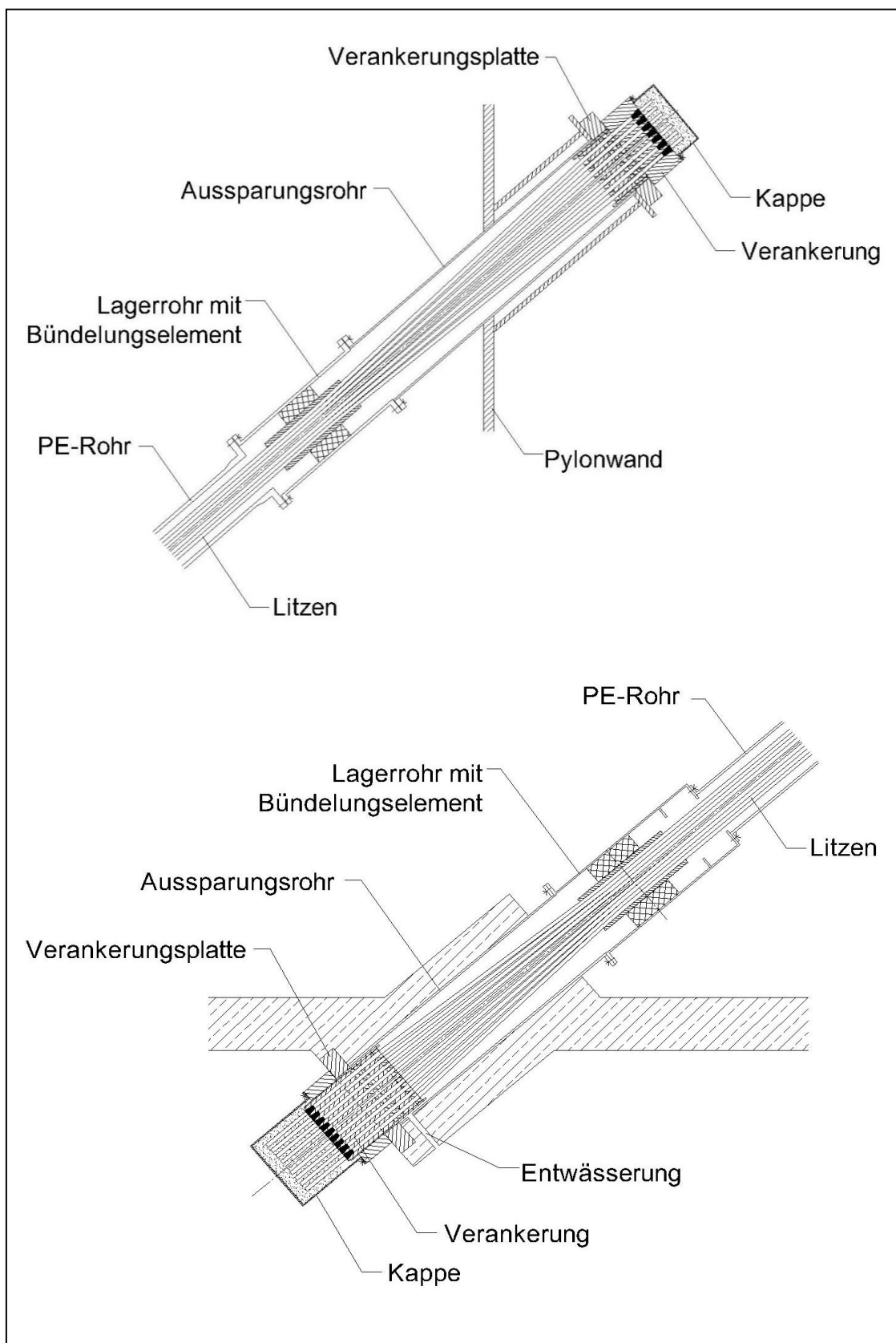


Bild B 4.5.1: Verankerungen eines Litzenbündelseiles

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 5 Bauverfahren, Baubehelfe**

### **Abschnitt 1 Traggerüste**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---



<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Ausführungsunterlagen .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Gründung.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Grundsätze für Entwurf und bauliche Durchbildung.....</b>	<b>4</b>
<b>5 Prüfung und Überwachung .....</b>	<b>4</b>
<b>6 Bestimmungen für die Baustelle.....</b>	<b>4</b>
<b>7 Maßnahmen im Bereich von Verkehrswegen und baulichen Anlagen.....</b>	<b>5</b>
<b>Anhang A</b> Formblatt A 5.1.1 Ausführungsprotokoll.....	6
Formblatt A 5.1.2 Überwachungsbericht.....	7

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 5 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Für Befestigungsmittel von Traggerüsten gilt Teil 6 Abschnitt 11.

(3) Zu den Traggerüsten gehören auch die Gründungen, Schalungen einschließlich der Schalhaut, Arbeitsplattformen und Zugänge, wenn diese an Traggerüsten angebaut werden oder fest mit diesen verbunden sind.

(4) Es gilt DIN EN 12812 unter Berücksichtigung der Anwendungsrichtlinie des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt).

(5) Traggerüste für Überbauten, Gesimse und Kappen sind durch den Aufsteller in die Bemessungsklasse B1 oder B2 nach DIN EN 12812 einzustufen. Dies gilt auch für bodengestützte Traggerüste von Unterbauten, wenn die Höhe von der tiefsten Oberkante des Fundamentes bis zur höchsten Oberkante des insgesamt zu errichtenden Bauteils größer als 5,0 m ist.

(6) Geometrisch veränderbare Systemkonstruktionen für die Herstellung von Gesimsen und Kappen und sonstige Bauteile müssen mindestens typengeprüft sein. Die Verwendbarkeit am Bauwerk ist auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der Typenprüfung zu prüfen und nachzuweisen.

(7) *Für Traggerüste der Bemessungsklasse A ist in der Ausschreibung anzugeben, wenn Ausführungsunterlagen vorzulegen sind und ob diese geprüft werden sollen.*

(8) *Es ist im Bauvertrag anzugeben, ob für Wand- und Stützenschalungen Ausführungsunterlagen zur Prüfung vorzulegen sind. Dazu gehören auch Unterbauten besonderer Bauart, wie z.B. Gewölbe, Sprengwerke oder Bögen.*

(9) Traggerüste sind so zu planen, dass im Bereich von Verkehrswegen, baulichen Anlagen und Leitungen die Verkehrssicherheit und Betriebssicherheit gewährleistet werden.

(10) Abweichend von DIN EN 12812 dürfen nur fachkundige Unternehmen mit ausgebildetem Leitungspersonal für Gerüstbauarbeiten beauftragt werden. Das eingesetzte Leitungspersonal hat durch nachprüfbar Referenzen nachzuweisen, dass es in den letzten fünf Jahren Erfahrungen bei vergleichbaren Bauleistungen gesammelt hat.

(11) Der Ansatz der Windlast erfolgt entsprechend DIN EN 1991-1-4. Davon abweichend darf gemäß DIN EN 12812 für den Lastfall „Traggerüst während des Aufbringens der Last, z.B. während des Betonierens“ der Arbeitswind mit einem reduzierten Staudruck von 200 N/m<sup>2</sup> angesetzt werden.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen der DIN EN 12812.

## 2 Ausführungsunterlagen

(1) Der nach Teil 1 Abschnitt 2 für das Bauwerk benannte Koordinator ist auch für das Traggerüst zuständig. Dieser hat die erfolgte Koordination nach DIN EN 12812 Anhang A auf den Ausführungsunterlagen zu bestätigen.

(2) Es sind prüffähige Ausführungsunterlagen vorzulegen, die vom Auftragnehmer, dem Koordinator, dem Aufsteller und dem Verantwortlichen des Gerüstbauunternehmens zu unterschreiben sind.

(3) Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) bzw. allgemeine Bauartgenehmigungen bzw. europäische technische Zulassungen / Europäische Technische Bewertungen (ETA) sowie Prüfbescheide und Prüfberichte von geprüften Typenberechnungen sind den Ausführungsunterlagen beizufügen (siehe Teil 1 Abschnitt 2). Bei Verwendung von Systembauteilen sind Typenprüfungen vorzulegen. Auf Anforderung sind auch die vollständigen Typenberechnungen vorzulegen.

(4) Die Werkstoffgüten gebrauchter Bauteile sowie die Unversehrtheit der Bauteile und der Schweißnähte sind durch regelmäßige Eigenkontrollen des Traggerüstbauers zu gewährleisten. Wird die Eigenkontrolle nicht oder nicht ordnungsgemäß durchgeführt, ist auf Verlangen des Auftraggebers eine örtliche Fremdkontrolle der zum Einsatz kommenden Bauteile durchzuführen. Kosten hierfür hat der Auftragnehmer zu tragen.

(5) Versuche nach DIN EN 12812 zur Feststellung der charakteristischen Parameter unter Anwendung der DIN EN 12811-3 dürfen nur bei einer vom Auftraggeber anerkannten Prüfstelle durchgeführt werden.

## 3 Gründung

(1) Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Angaben zu Gründungsart und Gründungstiefe aus dem Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 gelten nur für den Ausschreibungsentwurf und die dazugehörigen Traggerüste. Weicht der Auftragnehmer für die Gründung des Traggerüsts vom Ausschreibungsentwurf ab, muss der Auftragnehmer einen ergänzenden geotechnischen Bericht nach DIN 4020 zusammen mit den Ausführungsunterlagen vorlegen. Sämtliche Risiken, die aus der Änderung der Gründung des Traggerüsts des Ausschreibungsentwurfs resultieren, trägt der Auftragnehmer.

(2) *In den Ausschreibungsunterlagen ist auf die planerisch vorgesehene Gründung des Traggerüsts einzugehen.*

## 4 Grundsätze für Entwurf und bauliche Durchbildung

(1) Traggerüste sind verformungsarm auszubilden und müssen so steif sein, dass die zulässigen Maßabweichungen des Bauwerks eingehalten werden. Für etwaige erforderliche Schalungsüberhöhungen gelten neben den vertraglichen Vorgaben die Angaben der Tragwerksplaner für Bauwerk und Traggerüst.

(2) Bei der Bemessung des Traggerüsts müssen auch durch Vorspannung bewirkte Verformungen und Verschiebungen berücksichtigt werden.

(3) Traggerüste dürfen nur in die Bemessungsklasse B1 eingestuft werden, wenn ihre Planung, Fertigung und Güteüberwachung auf dem Niveau von Permanentkonstruktionen erfolgen.

(4) Eine Reduktion der Imperfektionsansätze auf die Werte der DIN EN 1993-1-1 aufgrund von Messungen ist bei Bemessungsklasse B2 nicht zulässig. Für Konstruktionen mit außergewöhnlichen Abmessungen wie z.B. weitgespannten Fachwerkrüstträgern ist es möglich, in Abstimmung mit dem Auftraggeber mit festzulegenden Imperfektionsansätzen zu arbeiten, deren Einhaltung bei der Montage nachgewiesen werden muss. Als Mindestwert ist  $l/500$  zu verwenden.

(5) Durch geeignete Vorrichtungen (z.B. hydraulische Pressen) ist ein erschütterungsfreies und gleichmäßiges Absenken sicherzustellen. Diese Vorrichtungen müssen in jeder Zwischenstellung mechanisch blockierbar sein.

(6) Zur Kontrolle der Verformungen und Setzungen während des Betoniervorgangs und des Vorspannens sind Messpunkte gemäß Messprogramm vorzusehen.

(7) Werden zur Verankerung von Traggerüsten einschließlich Arbeitsplattformen Dübelverankerungen eingesetzt, sind diese nach Zulassung zu berechnen, einzubauen und zu prüfen. Beim Einsatz von vertikalen Dübelverankerungen sind diese durch besondere Maßnahmen redundant auszubilden. Der Ausfall einer Verankerung ist als außergewöhnlicher Lastfall in der Bemessung zu berücksichtigen.

(8) Der Einsatz von Dübelverankerungen ist ohne die Genehmigung des AG nicht zulässig. Bleibende Löcher im Bauwerk sind dauerhaft und fachgerecht zu verschließen.

## 5 Prüfung und Überwachung

(1) Die Ausführungsunterlagen sind von einem vom Auftraggeber benannten Prüfingenieur zu prüfen.

(2) *In der Regel soll der Prüfingenieur des Bauwerks auch die Gerüstkonstruktion prüfen. Hat der Prüfingenieur keine Anerkennung in der Fachrichtung der Gerüstkonstruktion, ist bei schwierigen Gerüsten ein separater Prüfingenieur hinzu zu ziehen.*

(3) *Die Richtlinie zur Ermittlung der Vergütung für die statische und konstruktive Prüfung von Ingenieurbauwerken für Verkehrsanlagen (RVP) ist der Abrechnung zugrunde zu legen.*

(4) Die Freigabe zur bestimmungsgemäßen Benutzung des Traggerüsts wird auf der Grundlage der Formblätter A 5.1.1 und A 5.1.2 durch den Gesehenervermerk des Auftraggebers erteilt.

(5) Fehlende Nachweise sind insbesondere für die Werkstoffe auf Anforderung vorzulegen.

(6) Die Zugänglichkeit für die Überwachung relevanter Bauteile ist durch den Auftragnehmer unter Einhaltung der Arbeitsschutzbestimmungen sicherzustellen.

## 6 Bestimmungen für die Baustelle

(1) Mit der Errichtung der Traggerüste darf erst begonnen werden, wenn die geprüften Ausführungsunterlagen mit dem Gesehenervermerk des Auftraggebers auf der Baustelle vorliegen.

(2) Der Auftragnehmer hat im Rahmen seiner Eigenüberwachung dafür zu sorgen, dass Auf-, Um- und Abbau sowie ggf. Verschieben der Traggerüste unter Verantwortung eines fachkundigen Ingenieurs erfolgen. Dieser hat seine Überwachungstätigkeiten auf dem Ausführungsprotokoll A 5.1.1 zu dokumentieren.

(3) Vor dem Aufbringen der Nutzlast ist mit dem Protokoll A 5.1.1 und dem Überwachungsbericht A 5.1.2 zu bestätigen, dass die Ausführung mit den geprüften Ausführungsunterlagen übereinstimmt, dass die eingebauten Teile unbeschädigt sind und dass alle Schweißarbeiten von Betrieben durchgeführt worden sind, die über eine gültige Bescheinigung nach DIN EN 1090 (Schweißzertifikat und EG-Zertifikat) für mindestens die Ausführungsklasse 2 (EXC 2) verfügen.

(4) Vor dem Betonieren bzw. vor der Belastung sind sämtliche Verbindungen zu kontrollieren und ggf. nachzuziehen.

(5) Während des Betonierens und des Vorspannens sind die Verformungen und Setzungen des Gerüsts mittels der Messpunkte nach Nr. 4 Absatz (6) ständig vom fachkundigen Ingenieur für das

Traggerüst zu überprüfen (Soll-Ist-Vergleich) und zu dokumentieren. Ggf. sind besondere Maßnahmen einzuleiten oder erforderlichenfalls die Arbeiten zu unterbrechen.

(6) Der Zeitpunkt für das Absenken des Traggerüsts sowie die erforderlichen Maßnahmen sind in der Ausführungsanweisung festzulegen, siehe ZTV-ING Teil 1 Abschnitt 2 Anhang A.

## **7 Maßnahmen im Bereich von Verkehrswegen und baulichen Anlagen**

(7) Traggerüste im Bereich von Verkehrswegen sind entsprechend den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen (ZTV-SA) durch unabhängige Schutzeinrichtungen an Verkehrswegen gegen Anprall zu sichern. Dies gilt auch für die Sicherung von Traggerüsten im Bereich von Baustraßen.

*(2) Sofern die örtliche Situation den Ansatz von Anpralllasten erfordert, sind Größe und Angriffspunkt in den Unterlagen des Auftraggebers vorzugeben.*

(3) Traggerüste sind im Bereich von Verkehrswegen und Gewässern mit geschlossenem Schalboden zu versehen.

*(4) Die Sicherung von Traggerüsten im Bereich von Schienenverkehrsstrecken oder Wasserstraßen ist mit dem jeweiligen Eigentümer / Betreiber abzustimmen.*

*(5) Ggf. erforderliche Schutzgerüste sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*





# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 5 Bauverfahren, Baubehelfe**

## **Abschnitt 2 Taktschiebeverfahren**

"Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden."

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Spanngliedführung.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Verschiebelager.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Führungslager .....</b>	<b>3</b>
<b>5 Grenzwerte der Lagerreibung .....</b>	<b>3</b>
<b>6 Sicherung des Überbaus.....</b>	<b>3</b>
<b>7 Stabilitätsnachweis der Unterbauten... </b>	<b>3</b>
<b>8 Bauungenauigkeiten .....</b>	<b>3</b>
<b>9 Vermeidung von Schäden im unteren Stegbereich.....</b>	<b>4</b>
<b>10 Korrekturmöglichkeiten, Beseitigung von Schadensfällen.....</b>	<b>4</b>
<b>11 Arbeitsanweisung.....</b>	<b>4</b>
<b>12 Anwesenheit des Bauleiters .....</b>	<b>4</b>



## 1 Allgemeines

- (1) Der Teil 5 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.
- (2) Dieser Abschnitt gilt für Betonbrücken sowie für Stahl- und Stahlverbundbrücken entsprechend.

## 2 Spanngliedführung

Spannglieder, die über die Vorspannung des Bauzustandes hinaus für den Endzustand erforderlich sind, sind so zu führen, dass sie der Eigengewichtsverformung entgegenwirken, d.h. im Allgemeinen entsprechend der Momentenlinie gekrümmt sind.

## 3 Verschiebelager

- (1) Verschiebelager sind nach den gültigen Normen bzw. sinngemäß nach den Grundsätzen für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung endgültiger Lager zu bemessen. Anforderungen an die Dauerhaftigkeit können entsprechend verringert werden. Der Einfluss von Winkelverdrehungen der Überbauten (längs und quer) einschl. Vorbauschnabel und von Bauungenauigkeiten (siehe Nr. 8) ist nachzuweisen und bei der Bemessung zu berücksichtigen.
- (2) Die endgültigen Lager dürfen erst nach Erreichen der Solllage des Überbaus belastet werden.

## 4 Führungslager

- (1) In Querrichtung ist in Höhe der Führungslager eine zusätzliche Horizontallast von  $+ V/100$  anzusetzen und mit den planmäßigen Lasten (z.B. Wind, evtl. Zusatzkräfte aus Brückenkrümmung, aus Querneigung der Gleitflächen bzw. aus Lastumlagerungen infolge Steifigkeitsunterschieden der Stützungen) ungünstigst zu überlagern. Bei Ausfall eines Führungslagers muss für den Verschiebe- und für den Ruhezustand in allen Bauteilen eine Sicherheit gegen Versagen von 1,2 vorhanden sein; für die Gründung gilt dabei die außergewöhnliche Bemessungssituation BS-A nach DIN 1054. Der Verschiebevorgang darf erst nach Behebung von Schadensfällen wieder aufgenommen werden.
- (2) Führungslager sind so anzuordnen, dass auch in den Anfangsstadien des Schubvorganges eine einwandfreie Führung des Überbaus gewährleistet ist.

## 5 Grenzwerte der Lagerreibung

- (1) Bei der Berechnung der Verschiebezustände ist von einer minimalen Reibung von 0 % und einer maximalen Reibung von 4 % auszugehen. Die Voraussetzungen sind eine Gleitpaarung zwischen PTFE (entsprechend den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Verformungs-Gleitlager) und Chromnickelstahl (maximale Rautiefe 3  $\mu\text{m}$ ,

maximal 0,2 mm Abweichungen von der Ebenheit) sowie saubere und gefettete Gleitflächen.

- (2) Die zugehörigen Pfeilerkopfauslenkungen und Horizontalkräfte sind nachzuweisen und beim Verschiebevorgang durch Kontrolle der Pfeilerkopfauslenkungen und der Verschiebekräfte zu überprüfen. Beim Erreichen der rechnerischen Grenzwerte ist der Verschiebevorgang durch geeignete Vorrichtungen automatisch zu unterbrechen. Von jedem Bedienungspunkt aus muss der Verschiebevorgang gestoppt werden können.

## 6 Sicherung des Überbaus

- (1) Zur Sicherung des Überbaus gegen unkontrolliertes Gleiten sind für jeden Bauzustand eindeutige Festhaltungen und bei Längsneigungen besondere Maßnahmen zum Anhalten des Verschiebeorganes vorzusehen.
- (2) Stromausfall darf nicht zum Versagen von Sicherungseinrichtungen führen.

## 7 Stabilitätsnachweis der Unterbauten

Beim Stabilitätsnachweis der Unterbauten sind in den Verschiebezuständen die Horizontallasten aus den Grenzwerten der Lagerreibung sowie die nach Nr. 4 in Querrichtung anzusetzende Horizontallast als äußere Lasten anzusetzen.

## 8 Bauungenauigkeiten

- (1) Zur Berücksichtigung der Bauungenauigkeiten sind in der statischen Berechnung des Bauwerks in Brückenlängsrichtung vertikal bzw. horizontal fiktive Abweichungen des Überbaus von der Solllage von mindestens + 0,5 cm für jede Auflagerachse anzusetzen. In Querrichtung des Bauwerks ist eine vom Lagerabstand abhängige Verdrehung ( $\pm$ ) anzunehmen. Diese ergibt sich aus einer fiktiven Höhendifferenz zwischen benachbarten Lagern derselben Auflagerachse von mindestens
  - 0,3 cm bei einem Lagerabstand  $< 2,00$  m und
  - 0,8 cm bei einem Lagerabstand  $> 12,00$  m.
 Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.
- (2) Die Werte sind entsprechend zu erhöhen, wenn eine Vermessungsgenauigkeit von  $\pm 1,0$  mm bzw. eine relative Genauigkeit in Querrichtung von + 0,5 mm sowie eine maximale Fertigungstoleranz aus Betonierlast von  $\pm 1,0$  mm nicht einwandfrei gewährleistet werden können.
- (3) Die Höhenlage der Verschiebelager ist laufend zu überprüfen. Abweichungen zur Solllage von mehr als 3 mm sind unverzüglich auszugleichen.

(4) Im Bereich der Fertigung und von dazu benachbarten Unterstützungen dürfen die vertikalen rechnerischen Bauungenauigkeiten in Längsrichtung auf bis zu  $\pm 0,3$  cm und die Höhendifferenz in Querrichtung auf 0,3 cm reduziert werden. Abweichungen der Höhenlage der Verschiebelager von der Solllage von mehr als 1,5 mm müssen unverzüglich ausgeglichen werden.

(5) Die aus den vorstehenden Verformungslastfällen ermittelten Schnittgrößen sind den übrigen Bemessungslastfällen in ungünstigsten Kombinationen zu überlagern.

(6) Für Bauungenauigkeiten im Bereich der Lagerflächen ist eine fiktive örtliche Verdrehung der Auflagerflächen des Überbaus gegenüber denen der Lager in Längs- und Querrichtung von  $\pm 1$  ‰ anzunehmen. Die daraus resultierenden örtlich erhöhten Auflagerpressungen sind bei der Bemessung der Lager-Lasteinleitungsbereiche zu berücksichtigen bzw. durch entsprechende konstruktive Maßnahmen zu vermeiden. Kleinere unvermeidliche örtliche Unebenheiten der Betonunterseite des Überbaus und der Gleitflächen der Verschiebelager (siehe Nr. 5) sind durch entsprechend elastische Ausbildung der Verschiebeplatten auszugleichen.

(7) Baugrundbewegungen, die nicht unverzüglich ausgeglichen werden, sind zusätzlich zu berücksichtigen. Dies gilt auch für den Bereich der Fertigungsanlage.

(8) Bauungenauigkeiten sind rechnerisch wie Zwängungen aus wahrscheinlicher Baugrundbewegung zu berücksichtigen. Ein Abbau der Zwangsschnittgrößen durch Kriechen darf bis zur Beendigung des Verschiebevorganges nicht berücksichtigt werden.

## 9 Vermeidung von Schäden im unteren Stegbereich

(1) Der Nachweis der Beanspruchungen im Steg über den Verschiebelagern ist unter Berücksichtigung der Hüllrohrhohlräume zu führen. Es ist zu beachten, dass die Bügel bereichsweise auf Druck beansprucht werden. Eine möglichst zentrische Einleitung der Lagekraft in den Steg ist anzustreben. Exzentrizitäten, auch infolge einseitiger Hüllrohrhohlräume und von Bauungenauigkeiten, sind zu berücksichtigen.

(2) Der Abstand Unterkante Hüllrohr bis Unterkante Überbau muss im Bereich der Auflagerbahn mindestens 15 cm betragen.

(3) Die Verschiebeplatten sind mit einem horizontalen Randabstand von mindestens 5 cm von Außenkante Bügelbewehrung des Überbausteges einzulegen. Eine ausreichend genaue Lage der Verschiebeplatten ist durch konstruktive Maßnahmen zu gewährleisten.

## 10 Korrekturmöglichkeiten, Beseitigung von Schadensfällen

(4) Für den Austausch von Verschiebelagern oder deren Einzelteilen sind entsprechende Geräte vorzuhalten. Hierfür sind Pressenansatzpunkte einzuplanen und die Anhebemaße bei der Bemessung der Überbauten zu berücksichtigen.

(5) Die Möglichkeit für ein Zurückfahren oder Querverschieben des Überbaus ist bei der Bemessung der Unterbauten zu berücksichtigen.

## 11 Arbeitsanweisung

(1) Es ist eine Arbeitsanweisung zu erstellen, aus der alle notwendigen Kontroll- und Korrekturmaßnahmen hervorgehen. Dies gilt auch für die Kontrolle der Pfeilerauslenkungen und die Überwachung der erreichten Fertigungsgenauigkeit.

(2) Diese Anweisung ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(3) Alle Kontrollmessungen sowie besondere Vorkommnisse sind zu protokollieren.

## 12 Anwesenheit des Bauleiters

Der verantwortliche Bauleiter muss jeden Verschiebevorgang persönlich überwachen und hat das Taktschiebepersonal nachweislich in die Aufgaben einzuweisen.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 5**

### **Bauverfahren, Baubehelfe**

### **Abschnitt 3**

### **Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse**

"Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden."

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Anwendungsgrundsätze .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Anforderungen .....</b>	<b>3</b>
<b>4 Angebots- und Ausführungsunterlagen .....</b>	<b>4</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 5 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind stationäre oder verfahrbare, mit Planen oder anderen Abdeckungen versehene Einrüstungen.

## 2 Anwendungsgrundsätze

(1) Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind so auszubilden, dass die Verarbeitungsbedingungen der für den Einbau vorgesehenen Stoffe und Stoffsysteme eingehalten werden können.

(2) Die Bestimmungen des Arbeitsschutzes sind einzuhalten. Dabei hat der Auftragnehmer alle für den Arbeitsschutz erforderlichen Konstruktionen und ausführungstechnischen Maßnahmen mit den zuständigen Aufsichtsbehörden abzustimmen.

(3) *Die Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse einschließlich zusätzlicher Maßnahmen zur Verkehrssicherung sind in gesonderten Leistungspositionen auszuweisen.*

## 3 Anforderungen

(1) Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind so zu planen und auszuführen, dass ihre Standsicherheit und Verkehrssicherheit jederzeit gewährleistet sind, die zulässigen Beanspruchungen der betroffenen Bauwerksteile nicht überschritten werden und eine einfache und schnelle Montage und Umsetzbarkeit möglich sind.

(2) Für Wind und Schneelasten gilt DIN EN 13782.

(3) Art, Anzahl und Abmessungen der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind auf das Objekt, die vorgesehene Ausführung, die örtlichen und verkehrlichen Bedingungen und die Bearbeitungszeit abzustimmen, wobei insbesondere

- die vorgesehene Tagesleistung,
- die temperaturbedingten Standzeiten, wie z.B. Aufheiz- und Aushärtezeit,
- die Gesamtbauzeit,
- die verkehrlichen Randbedingungen,
- die Umsetzbarkeit der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse

zu beachten sind.

(4) Die lichten Innenraummaße sind auf die unter bzw. in den Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse auszuführenden Arbeiten abzustimmen, wobei eine Mindestlichhöhe von 2,00 m nicht unterschritten werden darf.

(5) Die Schutzeinrichtungen sind so auszubilden, dass Niederschlags-, Oberflächen- und Spritzwasser sowie Sprühnebel von den zu bearbeitenden Flächen ferngehalten werden.

(6) Wasser ist schadlos abzuleiten.

(7) *Es kann zweckmäßig sein, bergseitig ankommendes Wasser durch eine vorgelagerte Schwelle aufzufangen.*

(8) Die Konstruktion unter einer flexiblen Dachhaut ist so auszubilden, dass keine Wasseransammlungen auftreten.

(9) Die Außenhaut der Schutzeinrichtung muss zerreifest und schwer entflammbar sein.

(10) Bei der Befestigung der Außenhaut sind insbesondere die Druck- und Sogbeanspruchungen aus Wind und Verkehr zu berücksichtigen.

(11) Der Innenraum ist so zu beleuchten, dass ein geordneter Arbeitsablauf sichergestellt ist.

(12) Für ausreichende Belüftung ist zu sorgen. Die Belüftung darf nicht zu einer mangelhaften Ausführung führen.

(13) Ein Herabtropfen von Kondensatwasser auf die zu behandelnden Flächen ist zu verhindern.

(14) *Eine geeignete Maßnahme gegen Kondensatbildung kann z.B. eine doppelwandige Dachhaut sein. Bei einer evtl. Beheizung ist zu beachten, dass dadurch die Kondensatbildung gefördert werden kann.*

(15) Alle Konstruktionen sind auf lastverteilende Unterlagen abzusetzen.

(16) Verfahrbare Konstruktionen sind mit leichtgängigen Rollen auszustatten, für deren Führung und Lastverteilung U-Profile oder Schienen vorzusehen sind. Die Rollen müssen feststellbar sein.

(17) Die Schutzeinrichtungen dürfen nicht in den Lichtraum von unter Betrieb befindlichen Verkehrsanlagen reichen. Die Sicherheitsbestimmungen für Arbeiten im Bereich von Oberleitungsanlagen und sonstigen elektrischen Freileitungen sind zu beachten.

(18) Sofern es die Führung und Sicherung des Verkehrs und der Schutz der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse erfordern, sind gegen Anfahrnfälle passive Schutzeinrichtungen vorzusehen.

(19) Der ordnungsgemäße Zustand passiver Schutzeinrichtungen und sonstiger zusätzlicher Maßnahmen zur Verkehrssicherung ist auch während der arbeitsfreien Zeiten sicherzustellen.

## 4 Angebots- und Ausführungsunterlagen

(1) Vom Bieter ist zur Angebotsabgabe die Vorlage der zeichnerischen Darstellung der gewählten Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse, gegebenenfalls einschließlich heizungs-, lüftungs- und beleuchtungstechnischer Ausrüstung, mit detaillierter Beschreibung zu verlangen.

(2) Falls erforderlich, sollen die zulässigen Belastungen von Bauteilen (z.B. Kragarme) angegeben werden.

(3) Für die Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind statische Nachweise und Ausführungspläne erforderlich. Inbegriffen ist der Nachweis, dass durch die entstehenden Zusatzlasten die zulässigen Beanspruchungen der betroffenen Bauwerksteile nicht überschritten werden. Ist in der Leistungsbeschreibung nichts anderes festgelegt, sind diese Unterlagen von einem Prüfenieur geprüft vorzulegen.

(4) Soll eine Prüfung durch einen vom Auftragnehmer zu beauftragenden Prüfenieur nicht erfolgen, ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben, dass die statischen Nachweise und Ausführungspläne dem Auftraggeber zur Prüfung vorzulegen sind.

(5) Die geprüften Unterlagen müssen während der Bauausführung auf der Baustelle vorliegen.

(6) Eventuelle Hilfskonstruktionen für die Verankerung am Bauwerk bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers und sind mit ihm rechtzeitig vor Baubeginn abzustimmen. Eine Beschädigung von Bauwerksteilen ist möglichst zu vermeiden. Trotzdem erforderlich werdende Instandsetzungen sind vom Auftragnehmer auf seine Kosten vorzunehmen.

(7) Vom Auftragnehmer ist ein Ausführungsprotokoll zu erstellen, in dem die Übereinstimmung des Aufbaus der Schutzeinrichtung gegen Witterungseinflüsse mit den geprüften Unterlagen bescheinigt wird.

(8) Soll die Übereinstimmungsbescheinigung durch den Prüfenieur erfolgen, ist dies zu vereinbaren.

(10) Erst nach Vorlage des Ausführungsprotokolls darf mit den Bauarbeiten unter bzw. in der Schutzeinrichtung begonnen werden.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 6 Bauwerksausstattung**

#### **Abschnitt 1 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Polymerbitumen-Schweißbahn**

**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 1 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Polymerbitumen-Schweißbahn**

---

*Der Teil 6 Abschnitt 1 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.*



# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 6 Bauwerksausstattung**

#### **Abschnitt 2 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen**

---

**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 2 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen**

---

*Der Teil 6 Abschnitt 2 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.*

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 6 Bauwerksausstattung**

#### **Abschnitt 3 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff**

---

## **ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 3 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff**

---

Es gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton, Teil 3 Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff (ZTV-BEL-B Teil 3).

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 6 Bauwerksausstattung**

#### **Abschnitt 4 Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem**

---

**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 4 Brückenbeläge auf Stahl mit  
einem Dichtungssystem**

---

*Der Teil 6 Abschnitt 4 kann bei der FGSV-Verlag  
GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen  
werden.*

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 6 Bauwerksausstattung**

#### **Abschnitt 5 Reaktionsharzgebundene Dünneläge auf Stahl**

---

**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 5 Reaktionsharzgebundene  
Dünnbeläge auf Stahl**

---

*Der Teil 6 Abschnitt 5 kann bei der FGSV-Verlag  
GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen  
werden.*



# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 6 Bauwerksausstattung**

### **Abschnitt 6 Fahrbahnübergänge aus Stahl und aus Elastomer**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches .....	3
1.2 Begriffsbestimmungen.....	3
<b>2 Eignung von Fahrbahnübergängen</b> .....	3
2.1 Grundsätzliches .....	3
2.2 Werkstoffe .....	4
<b>3 Übergang Fahrbahnübergang / Bauwerk</b> .....	4
3.1 Fahrbahnoberfläche.....	4
3.2 Kappenanschluss.....	4
3.3 Verankerungen .....	4
3.4 Abdichtungsanschluss .....	5
<b>4 Zugänglichkeit</b> .....	5
<b>5 Einbau</b> .....	5
5.1 Grundsätzliches .....	5
5.2 Einbauprotokolle .....	5
5.3 Qualifikationsnachweise .....	6
<b>6 Ausführungsunterlagen</b> .....	6

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 6 Abschnitt 6 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Er gilt auch für Geh- und Radwegübergänge.

(3) Es gelten DIN EN 10025, DIN EN 10088, DIN EN 1090, DIN EN 1990, DIN EN 1991, DIN EN 1992, DIN EN 1993, DIN EN 1994 und die TL/TP FÜ. Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

(4) Zu den Fahrbahnübergängen (FÜ) gehören auch alle Verbindungsmittel, Verankerungen sowie Tropfbleche, Tropfbahnen, Abdeckbleche und Rinnen im Kapfenbereich, Futterbleche, Abdichtungsanschlüsse, Übergangsstreifen, Entwässerungsvorrichtungen und Lärmschutzmaßnahmen als Bestandteil des Fahrbahnübergangs.

(5) Die Nutzungsdauer des Fahrbahnübergangs muss mindestens 50 Jahre bei Annahme der Verkehrskategorie 1 nach DIN EN 1991-2, Tabelle 4.5 betragen. Verschleißteile, wie z.B. Dichtprofile, Steuerfedern, Gleitlager und -federn, Dichtelemente von Entwässerungseinrichtungen sind für eine Nutzungsdauer von mindestens 25 Jahren auszulegen.

(6) *Die zulässigen Baustellenverkehrsführungen für den Fall von Instandsetzungsarbeiten oder des Austauschs von Teilen des Fahrbahnübergangs sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Die Ausführungspläne des Auftragnehmers sind diesbezüglich vom Auftraggeber zu prüfen und als „zur Ausführung freigegeben“ zu unterschreiben.*

(7) Kraftübertragende und wasserdicht auszuführende Stöße im Fahrbahnübergang sind zu vermeiden. Falls kraftübertragende und wasserdicht auszuführende Stöße im Fahrbahnübergang nicht vermieden werden können, ist deren Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen.

(8) Dichtprofile sind ohne Baustellenstoß über die ganze Länge des Fahrbahnübergangs durchlaufend auszuführen. Wenn ein Baustellenstoß vorgesehen wird, ist hierfür vom Hersteller des Fahrbahnübergangs eine detaillierte Arbeitsanweisung zu erstellen.

(9) *Die Bereiche der zulässigen Lage von Baustellenstößen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Bei der Festlegung der Lage eines Baustellenstoßes sind die möglichen Verkehrsbehinderungen zu minimieren.*

(10) Fahrbahnübergänge sind in Abhängigkeit von den Streckenanforderungen und der jeweiligen Bauart geräuscharm auszubilden. Die TL/TP FÜ regeln zugehörige konstruktive Vorgaben.

(11) Der Fahrbahnübergang ist so auszubilden, dass er verkehrssicher und komfortabel überfahren werden kann. Die Mindestanforderungen regeln die TL/TP FÜ.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen der EADs für FÜ an Straßenbrücken.

## 2 Eignung von Fahrbahnübergängen

### 2.1 Grundsätzliches

(1) Fahrbahnübergänge für Straßen- und Wegbrücken sind nach den TL/TP FÜ auszuführen. Für häufig wiederkehrende Konstruktionen sind Fahrbahnübergänge mit Regelprüfvermerk bzw. mit Genehmigung zur Anwendung im Regelfall mit ETA vorzusehen. Konstruktionen mit Einzelfallprüfung sind nur für Sonderkonstruktionen, für Fahrbahnübergänge mit geometrischen Abweichungen und für Neuentwicklungen vorzusehen. Näheres regeln die TL/TP FÜ.

(2) Die Anforderungen an die Fahrbahnübergänge ergeben sich projektspezifisch bezogen auf Einwirkung und Widerstand. Es dürfen nur Fahrbahnübergänge verwendet werden, die unter den bauwerkspezifischen Einwirkungen und Rahmenbedingungen geeignet sind. Die Erfüllung der Anforderungen ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

(3) *Hinweise zur Festlegung der Einwirkungen, Rahmenbedingungen und sonstiger Einflüsse sind in den TL/TP FÜ zusammengestellt.*

(4) Die Merkmale der Fahrbahnübergänge sind mit Bezug auf die projektspezifischen Anforderungen anzugeben. Für Fahrbahnübergänge mit ETA ist die Leistungserklärung Bestandteil dieser Angaben.

(5) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit ist zu dokumentieren und dem Auftraggeber vorzulegen.

(6) *Es sind entweder wasserdichte FÜ oder FÜ mit Entwässerungseinrichtung zu verwenden.*

(7) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob eine Schneepflugeinwirkung berücksichtigt werden muss.*

(8) *Neben der Eigenüberwachung des Auftragnehmers kann vom Auftraggeber eine zusätzliche Fertigungsüberwachung der Herstellung und des Korrosionsschutzes im Werk und auf der Baustelle durch eigene Mitarbeiter vorgesehen werden. Für die Durchführung der Fertigungsüberwachung sind seitens des Herstellers die hierfür relevanten Unterlagen zur Verfügung zu stellen. Der Auftragnehmer*

hat keinen Anspruch auf eine Fertigungsüberwachung durch den Auftraggeber. Die Fertigungsüberwachung gehört zur Bauüberwachung von Bauteilen.

(9) Sofern eine zusätzliche Fertigungsüberwachung durch den Auftraggeber vorgesehen wird, sind die Fertigungstermine 10 Werktage vor Auslieferung dem Auftraggeber anzugeben.

(10) Vor Einbau von Konstruktionsteilen auf der Baustelle ist durch den Auftragnehmer eine Herstellererklärung abzugeben. Darin muss die Einhaltung der zugrunde liegenden technischen Vorschriften und die Übereinstimmung mit den Ausführungsunterlagen bestätigt werden, siehe Formblatt 6.6.1.

(11) Die Herstellererklärung ist Voraussetzung für eine Lieferfreigabe durch den Auftraggeber.

## 2.2 Werkstoffe

(1) Für die Werkstoffe wird die Vorlage eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 verlangt, sofern dies in den TL/TP FÜ nicht anders geregelt wird.

(2) Für tragende Bauteile dürfen Stähle der Gütegruppen JR und J0 nicht verwendet werden. Bei einbetonierten Teilen und Gehwegkonstruktionen dürfen Stähle der Gütegruppen JR und J0 verwendet werden, sofern die Anforderungen an die Zähigkeit aus DIN EN 1993-1-10 erfüllt werden.

(3) Für planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen, die von den Regelungen in DIN EN 1090-2 abweichen, ist eine Verfahrensprüfung Bestandteil der Regelprüfung. Die für die Ausführung und Überwachung notwendigen Maßnahmen sind in einer Arbeitsanweisung zu dokumentieren.

## 3 Übergang Fahrbahnübergang / Bauwerk

### 3.1 Fahrbahnoberfläche

(1) Fahrbahnübergänge sind auf die Einbauhöhen der Fahrbahnoberfläche und die Bewegungsrichtung der Lager auszurichten. Die relevanten Werte der Schiefe, der Längs- und Querneigungen und der Verformungen des Bauwerks infolge Temperatur, Kriechen, Schwinden, Verkehrslasten und ggf. Setzungen sowie die Enddrehwinkel der Überbauten sind zu berücksichtigen.

(2) Der anschließende Belag ist ohne Überhöhung auszuführen. Im Fahrbahnbelag vor und hinter dem Fahrbahnübergang müssen Maßnahmen zur Vermeidung von Deformationen getroffen werden, z.B. in Form von mit Epoxidharzmörtel gefüllten Stützrippen mit 45° Schrägstellung zur Fahrtrichtung.

(3) Die Ebenheitsbedingungen der Fahrbahnoberfläche nach den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB) sind kontinuierlich über den Fahrbahnübergang hinweg einzuhalten.

(4) Stauwasserbildung vor und hinter den Fahrbahnübergängen ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern.

(5) Die Durchbiegung der Endquerträger unter den charakteristischen Werten der veränderlichen Lasten darf höchstens 5 mm betragen.

(6) Eventuell werden für die Dimensionierung der Fahrbahnübergänge weitergehende Forderungen zur konstruktionsbedingten Einhaltung der Durchbiegungsbegrenzungen gemäß TL/TP FÜ gestellt.

(7) Dichtprofile, die nicht direkt befahren werden dürfen, müssen in jeder Stellung des Fahrbahnüberganges mindestens 5 mm unter der Oberseite der benachbarten Stahlprofile liegen.

(8) Werden Fahrbahnübergänge in Straßen mit starkem Längsgefälle ( $s > 5\%$ ) eingesetzt, darf die durch das Öffnen und Schließen entstehende Gefälleänderung  $\Delta s$  höchstens  $\pm 2\%$  betragen. Erforderlichenfalls ist durch Verbreiterung der befahrenen Oberfläche des FÜ die Gefälleänderung auf den genannten Wert zu beschränken.

### 3.2 Kappenanschluss

Da zwischen Randkonstruktionen und Kappen kleine Bewegungen in der Größenordnung von wenigen Millimetern auftreten können, ist hier eine Vergussfuge anzuordnen und entsprechend mit geeignetem Material abzudichten. Bei Bestandsbauwerken mit dünnen Kragarmen und/oder aufgelegten Kappen ohne Gesimsanschlussbewehrung ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen sicherzustellen, dass auftretende Bewegungen zwischen Randprofilen, Kappenbeton und Überbau aufgenommen werden können. Dies ist in der Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

### 3.3 Verankerungen

(1) Zur Verankerung im Konstruktionsbeton sind durchgehende Aussparungen von mindestens 300 mm Breite in FÜ-Längsrichtung, im Fahrbahnbereich von 250 mm Höhe und im Gehwegbereich von 150 mm Höhe vorzusehen. Die Mindestbetonfestigkeitsklasse im Anschlussbereich ist C 30/37. Fahrbahnübergänge dürfen nicht in aufbetonierten Teilen, z.B. Kappen, verankert werden.

(2) Sowohl der Beton der unmittelbar angrenzenden Bauteile (z.B. Kammerwände, Endquerträger, Konsolen) als auch der Füllbeton der Aussparungen müssen der Expositionsklasse des Überbaus entsprechen.

(3) Zur Unterbringung der Randkonstruktionen und eventueller Tragkonstruktionen von Fahrbahnübergängen in Fahrbahnplatten ist auf eine ausreichende Plattendicke über die gesamte Brückenbreite zu achten. Die Betonabmessungen unter den Randkonstruktionen müssen den statisch-konstruktiven Erfordernissen entsprechen.

(4) Die Anschlussbewehrung ist aus B 500B entsprechend DIN 488-1 auszuführen, Mindestabmessung  $D = 16 \text{ mm}$ ,  $a \leq 200 \text{ mm}$  in Fahrbahn und Geh- und Radweg.

(5) Bei Anschlüssen von FÜ an Stahlüberbauten ist die Ermüdungsfestigkeit der Verbindungen und der lastaufnehmenden Konstruktion nachzuweisen. Anschlussnähte sind grundsätzlich als umlaufende Kehlnähte oder Stumpfnähte außer bei Ausklinkungen  $\leq 18 \text{ mm}$  auszuführen.

### 3.4 Abdichtungsanschluss

Der Abdichtungsanschluss ist entsprechend Teil 6 Abschnitt 1, 2.5 bzw. Teil 6 Abschnitt 2, 2.5 bzw. Teil 6 Abschnitt 3 Nr. 5.7 auszuführen. Bei Flüssigkunststoff kommt nur eine Grundbeschichtung zum Einsatz.

## 4 Zugänglichkeit

*Bei Brücken mit Fahrbahnübergängen mit Entwässerungseinrichtung oder mehrprofiligen Fahrbahnübergängen sind die Widerlager mit einem Wartungsgang auszustatten.*

## 5 Einbau

### 5.1 Grundsätzliches

(1) Der Einbau darf nur unter der Anleitung erfahrener Fachkräfte des Herstellers vorgenommen werden.

(2) Vor dem Einbau des Fahrbahnübergangs ist dem Auftraggeber das die Herstellererklärung nach Formblatt A 6.6.1 vorzulegen.

(3) Die Herstellererklärung zur Einbaufreigabe muss u.a. folgende Angaben und Bestätigungen enthalten:

- Maßhaltigkeit der Komponenten und des Fahrbahnübergangs,
- vertragsgemäße Ausführung des Korrosionsschutzes einschließlich der Schichtdicken- und Haftfestigkeitsnachweise bei Beschichtungssystemen,
- Aufbringung und Kontrolle der Vorspannung von Schraubenverbindungen gemäß DIN EN 1090-2, DIN EN 1993-1-8/NA und ggf. Verfahrensanweisung.
- Einhaltung der Ausführungstoleranzen

(4) Die Einbauanweisung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Voreinstellung der Spaltweiten bzw. der Abstände der Randprofile (z.B. Mattenübergänge) und deren Markierung. Der zur Einbauzeit herrschende Verformungszustand des Bauwerkes aus Kriechen, Schwinden, Setzungen und Bauwerkstemperatur ist zu berücksichtigen; ggf. ist die werkseitig vorgenommene Voreinstellung zu korrigieren.
- Hilfsabstützung und endgültige Abstützung,
- Zeitpunkt des Lösens der Voreinstellung,
- Zeitpunkt des Betonierens.

(5) Für den Zeitraum von der Anlieferung bis zum Bauende ist der FÜ durch den Auftragnehmer vor Beschädigungen zu schützen. Vergussfugen dürfen nicht durch nachträgliches Schneiden hergestellt werden.

(6) Fahrbahnübergänge dürfen nur in der Form eingebaut werden, wie sie das Herstellerwerk verlassen haben, wobei die Form entsprechend zu dokumentieren ist. Nachträgliche Anpassungen an die Geometrie des Endquerträgers oder der Fahrbahnoberfläche auf der Baustelle, die nicht in der Einbauanweisung beschrieben sind, sind unzulässig.

(7) Drei Monate nach Verkehrsübergabe sind sämtliche dynamisch belasteten Schraubverbindungen von Fachkräften des Herstellers unter Verwendung der zugehörigen Verfahrensanweisung zu überprüfen und ggf. entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Dies ist zu protokollieren. Das Protokoll ist dem Auftraggeber zu übergeben. Auf die Überprüfung kann verzichtet werden, wenn durch die Ausführung der Verbindung sichergestellt wird, dass der Vorspannkraftverlust auf maximal 10% beschränkt bleibt und im Verlauf der Regelprüfung/Prüfung im Einzelfall keine abweichenden Forderungen gestellt werden.

*(8) Die ggf. notwendige Überprüfung nach (7) und die evtl. erforderlichen Verkehrssperrungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

### 5.2 Einbauprotokolle

(1) Das Einbetonieren der Fahrbahnübergänge bedarf der Freigabe durch den Auftraggeber.

(2) Vor dem Einbau des Fahrbahnübergangs ist dem Auftraggeber die Herstellererklärung nach Formblatt A 6.6.1 zu übergeben.

(3) Nach dem Einbau des Fahrbahnübergangs ist dem Auftraggeber die Herstellererklärung nach Formblatt A 6.6.2 zu übergeben.

(4) Nach dem Einbau des Fahrbahnübergangs ist dem Auftraggeber der Überwachungsbericht der

fremdüberwachenden Stelle nach Formblatt A 6.6.3 zu übergeben.

### **5.3 Qualifikationsnachweise**

(1) Der Hersteller von Fahrbahnübergängen muss über eine gültige Bescheinigung nach DIN EN 1090 (Schweißzertifikat und EG-Zertifikat) in der Ausführungsklasse EXC 3 verfügen. Die Schweißaufsichtsperson muss über umfassende technische Kenntnisse (C) nach DIN EN ISO 14731 verfügen.

(2) Für den Einbau von Fahrbahnübergängen in Betonbauteilen ist für die Schweißnähte Ausführungsklasse EXC 2 nach DIN EN 1090-2 erforderlich. Bei Anschlüssen an Stahlbrücken gilt (1).

(3) Für das Verschweißen tragfähiger Verbindungen zwischen der Bewehrung und der Randkonstruktion benötigt der Hersteller den Eignungsnachweis zum Schweißen von Betonstahl nach DIN EN ISO 17660.

## **6 Ausführungsunterlagen**

(1) Für einen eventuell erforderlichen Austausch der Brückenlager unter dem Fahrbahnübergang muss der Überbau inklusive komplettem eingebautem Fahrbahnübergang um mindestens 10 mm bezogen auf die unbelasteten Lager angehoben werden können. In den Ausführungszeichnungen sind alle erforderlichen Angaben zu machen, wenn hierfür besondere Maßnahmen am Fahrbahnübergang erforderlich sind.

(2) Die zulässige Lage und Ausführung des Baustellenstoßes muss für den Fall der Auswechslung des Fahrbahnübergangs in der Ausführungszeichnung dargestellt werden.

(3) Die Berücksichtigung festgelegter Baustellenverkehrsführungen und die daraus resultierende Ausführung des Fahrbahnübergangs sind in den Ausführungsplänen zu dokumentieren.

(4) Die vorgelegten Ausführungszeichnungen müssen alle für die Anwendung des Fahrbahnübergangs erforderlichen Einzelheiten und Vermaßungen enthalten. Daneben müssen die Fahrbahn, deren Aufbau und Oberflächenniveau, der Dehnweg, die Voreinstellung, die angrenzenden Stahl- und Betonbauteile, die Ankerschlaufen, die Vergussfuge zwischen Randprofil und Fahrbahn / Stahlbetonkappe maßstäblich dargestellt und vollständig vermaßt enthalten sein.

**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 6 Fahrbahnübergänge aus Stahl  
und aus Elastomer - Anhang A**

**Formblatt A 6.6.1**

<b>Herstellereklärung für Fahrbahnübergänge (vor dem Einbau)</b>		<b>___ . Ausfertigung</b>	
<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>	
<b>Auftraggeber</b>			
<b>Auftragnehmer</b>		<b>Bauwerksname</b>	
<b>Hersteller des Fahrbahnüberganges</b>		<b>oben</b>	
		<b>unten</b>	
<b>Bezeichnung des Fahrbahnüberganges</b> Stahlleiste zum Schutz gegen Schneepflügenprall (Ja/Nein)		<input type="checkbox"/> Regelprüfung <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> Prüfung im Einzelfall <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> ETA mit Regelprüfung <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> ETA mit Prüfung im Einzelfall <sup>2)</sup>	
<b>Fremdüberwachende Stelle</b>		<input type="checkbox"/> Überwachungszeichen <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> Überwachungsbestätigung <sup>2)</sup>	
<b>Aufsteller der Ausführungsplanung</b>		<b>Prüfingenieur</b>	
<b>Blatt-Nr.</b> <sup>1)</sup>		<b>Seite-Nr.</b>	
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>2)</sup>		<input type="checkbox"/> Austausch <sup>2)</sup>	
Auftrags-Nr.		Zeichnungs-Nr.	
Einbauort (Widerlager, Achse)		Datum der Anlieferung	
Fachkraft (Name):		anwesend am:	
Zeichnungs-Nr.			
<b>Es wird bestätigt:</b>			
1. Die Anforderungen der anzuwendenden Regelwerke und Vorschriften wurden eingehalten.			
2. Alle Schweißarbeiten wurden von Betrieben durchgeführt, die ein EG- und Schweißzertifikat nach DIN EN 1090-2 für mindestens Ausführungsklasse 3 (EXC 3) besitzen.			
3. Die Ausführungsbedingungen und Regeln zur Gütesicherung wurden eingehalten.			
4. Die Fertigung der Fahrbahnübergangskonstruktion stimmt mit den für die Ausführung freigegebenen Ausführungsunterlagen überein.			
5. Die zulässigen Herstellungstoleranzen wurden nicht überschritten.			
6. An Werkstoffe, Bauteile und Bauarten gestellte Anforderungen wurden durch die Werkseigene Produktionskontrolle und die fremdüberwachende Stelle überprüft.			
		Ja <sup>2)</sup>	Nein <sup>2)</sup>
7.	Das Regelheft mit Zustimmungsvermerk des BMVI bzw. die Zustimmung im Einzelfall ist vorhanden		
8	Materialprüfzeugnisse (Abnahmeprüfzeugnis 3.1 bzw. Werkszeugnis 2.2 nach DIN EN 10204 sind vorhanden		
9	Einbauanweisung vorhanden und vollständig		
10	Arbeitsanweisung und Verfahrensprüfung für planmäßig vorgespannte Schrauben, die von den Regelungen der DIN EN 1090-2 abweichen, sind vorhanden		
11	Arbeitsanweisung für Baustellenstöße ist vorhanden.		
12	Bauteile wurden ordnungsgemäß abgeladen, gelagert und abgedeckt		
13	Bauteile sind (nach sorgfältiger Sichtkontrolle) unbeschädigt und sauber		
14	Arretierung fest und planmäßig		
15	Voreinstellung planmäßig		
16	Höhenkontrolle gemäß Gradienten/Ausgleichsgradienten erfolgt		
17	Schutzelemente nach ZTV-ING 6-6 Nr. 5.1 (5) vollständig und ordnungsgemäß angebracht.		
	Korrosionsschutz ist vertragsgemäß ausgeführt, unbeschädigt und vollständig vorhanden		
Fußnoten: <sup>1)</sup> Wenn mehr als zwei Fahrbahnübergänge: fortlaufende Nr. <sup>2)</sup> Zutreffendes ankreuzen			
<b>Besondere Vorkommnisse mit Begründung der getroffenen Maßnahmen, z. B.</b>			
- Abweichungen zu den Anforderungen der Abschnitte 2 bis 6 und 9 der TL/TP FÜ			
- Fertigung von Bauteilen, die von den genehmigten Ausführungsunterlagen abweichen			
- Geometrische Anpassungen			
- Weitere besondere Vorkommnisse			





**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 6 Fahrbahnübergänge aus Stahl  
und aus Elastomer - Anhang A**

**Formblatt A 6.6.2**

<b>Herstellererklärung Fahrbahnübergänge (nach dem Einbau)</b>		<b>___ . Ausfertigung</b>	
<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>	
<b>Auftraggeber</b>			
<b>Auftragnehmer</b>		<b>Bauwerksname</b>	
<b>Hersteller des Fahrbahnüberganges</b>		<b>oben</b>	
		<b>unten</b>	
<b>Bezeichnung des Fahrbahnüberganges</b> Stahlleiste zum Schutz gegen Schneepflügenprall (Ja/Nein)		<input type="checkbox"/> Regelprüfung <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> Prüfung im Einzelfall <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> ETA mit Regelprüfung <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> ETA mit Prüfung im Einzelfall <sup>2)</sup>	
<b>Fremdüberwachende Stelle</b>		<input type="checkbox"/> Überwachungszeichen <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> Überwachungsbestätigung <sup>2)</sup>	
<b>Aufsteller der Ausführungsplanung</b>		<b>Prüfingenieur</b>	
<b>Blatt-Nr.</b> <sup>1)</sup>		Seite-Nr.	
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>2)</sup>		<input type="checkbox"/> Austausch <sup>2)</sup>	
Auftrags-Nr.		Zeichnungs-Nr.	
Einbauort (Widerlager, Achse)		Datum der Montage:	
Fachkraft (Name):		anwesend am:	
<b>Es wird bestätigt:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Die Anforderungen der anzuwendenden Regelwerke und Vorschriften wurden eingehalten.</li> <li>Alle Schweißarbeiten bei Anschlüssen an Stahlbrücken wurden von Betrieben durchgeführt, die ein EG- und Schweißzertifikat nach DIN EN 1090-2 für mind. Ausführungsklasse 3 (EXC 3) besitzen.</li> <li>Alle Schweißarbeiten bei Anschlüssen an Betonbrücken wurden von Betrieben durchgeführt, die ein EG- und Schweißzertifikat nach DIN EN 1090-2 für mind. Ausführungsklasse 2 (EXC 2) besitzen.</li> <li>Die Ausführungsbedingungen und Regeln zur Gütesicherung wurden eingehalten.</li> <li>Die Montage der Fahrbahnübergangskonstruktion stimmt mit den für die Ausführung freigegebenen Ausführungsunterlagen und der Einbauanweisung überein; die Einbaubedingungen sind eingehalten.</li> <li>Die zulässigen Einbautoleranzen wurden nicht überschritten.</li> <li>Die Montage wurde durch die Werkseigene Produktionskontrolle und die Fremdüberwachende Stelle überprüft.</li> </ol>			
		Ja <sup>2)</sup>	Nein <sup>2)</sup>
8. Luft- / Bauwerkstemperatur ist dokumentiert (°C)			
9. Werksseitige Voreinstellung geändert / korrigiert auf ..... (mm)			
10. Arretierung gelöst am ..... (Datum)			
11. Abstand der Randprofil-Innenkanten nach Verbindung mit dem Bauwerk			
12. Es ist ein einwandfreier Kraftschluss in den Verbindungselementen vorhanden			
13. Freigabe zum Betonieren am ..... (Datum)			
14. Lieferschein-Nr. für Beton .....			
15. Einbetoniert am ..... (Datum)			
16. Vorspannung der Schraubverbindungen ist eingehalten			
17. Höhenkontrolle gemäß Gradienten / Ausgleichsgradienten ist erfolgt			
18. Die eingebaute Konstruktion ist (nach sorgfältiger Sichtkontrolle) unbeschädigt			
19. Arbeitsanweisung für Wartung, Reinigung und Erhaltung ist vorhanden			
20. Beschreibung der konstr. Maßnahmen für Teilerneuerung, Austausch einzelner Bauteile, Ausbesserung und Erneuerung des Korrosionsschutzes ist vorhanden			
21. Prüfhandbuch nach RI-EBW-PRÜF ist vorhanden			
<b>Besondere Vorkommnisse mit Begründung der getroffenen Maßnahmen, z. B.</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abweichungen zu den Anforderungen der Abschnitte 2 bis 6 und 9 der TL/TP FÜ</li> <li>- Einbau von Bauteilen, die von den genehmigten Ausführungsunterlagen abweichen</li> <li>- Nachträgliche Anpassungen an die Geometrie des Endquerträgers oder der Fahrbahnoberfläche</li> <li>- Weitere besondere Vorkommnisse</li> </ul>			



**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 6 Fahrbahnübergänge aus Stahl  
und aus Elastomer - Anhang A**

**Formblatt A 6.6.3**

<b>Überwachungsbericht der fremdüberwachenden Stelle</b>		<b>___ . Ausfertigung</b>	
<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>	
<b>Auftraggeber</b>			
<b>Auftragnehmer</b>		<b>Bauwerksname</b>	
<b>Hersteller des Fahrbahnüberganges</b>		<b>oben</b>	
		<b>unten</b>	
<b>Bezeichnung des Fahrbahnüberganges</b> Stahlleiste zum Schutz gegen Schneepflügenprall (Ja/Nein)		<input type="checkbox"/> Prüfung im Einzelfall <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> ETA mit Prüfung im Einzelfall <sup>2)</sup>	
<b>Fremdüberwachende Stelle</b>		<input type="checkbox"/> Überwachungszeichen <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> Überwachungsbestätigung <sup>2)</sup>	
<b>Aufsteller der Ausführungsplanung</b>		<b>Prüfingenieur</b>	
<b>Blatt-Nr.</b> <sup>1)</sup>		Seite-Nr.	
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>2)</sup>		<input type="checkbox"/> Austausch <sup>2)</sup>	
Auftrags-Nr.		Zeichnungs-Nr.	
Einbauort (Widerlager, Achse)		Überwachung Herstellwerk (Daten):	
Fremdüberwacher (Name):		Überwachung Baustelle (Daten):	
<b>Es wird bestätigt:</b>			
1. Der zwischen dem Hersteller der Fahrbahnübergangskonstruktion und der Fremdüberwachenden Stelle geschlossene Überwachungsvertrag gemäß TL/TP FÜ ist gültig.			
2. Der Hersteller betreibt eine werkseigene Produktionskontrolle, die die Übereinstimmung des Fahrbahnüberganges mit den TL/TP FÜ und den produktbezogenen Festlegungen gewährleistet.			
3. Die Anforderungen der anzuwendenden Regelwerke und Vorschriften werden eingehalten.			
4. Fertigungsstätte und Personal verfügen über die erforderlichen Qualifikationsnachweise.			
5. Ausführungsbedingungen und Regeln zur Gütesicherung werden eingehalten.		Ja <sup>2)</sup>	Nein <sup>2)</sup>
6. Herstellererklärung gem. ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 6 Formblatt A 6.6.1 liegt vor			
7. Herstellererklärung gem. ZTV-ING Teil 6 Abschnitt 6 Formblatt A 6.6.2 liegt vor			
8. Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle liegen vor			
9. Die Herstellung wurde während und nach der Fertigung im Werk überprüft und dokumentiert. Die Anforderungen sind eingehalten.			
10. Die Prüfungen gemäß Schweißnahtprüfplan wurden durchgeführt und dokumentiert. Die an die Schweißnähte gestellten Anforderungen sind erfüllt.			
11. Die Montage auf der Baustelle wurde überprüft und dokumentiert. Die Einbauanweisung und die Einbaubedingungen wurden eingehalten.			
12. Nach der Montage auf der Baustelle wurden die Einbautoleranzen überprüft und dokumentiert. Sie liegen innerhalb der zulässigen Grenzwerte.			
13. Die Abweichungen des eingebauten Fahrbahnüberganges von der Sollage liegen innerhalb der zulässigen Grenzwerte der Herstellungs- und Einbautoleranzen			
14. Die Prüfungen für den Korrosionsschutz gemäß ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3 wurden durchgeführt und dokumentiert. Der Korrosionsschutz entspricht den vertraglichen Anforderungen.			
15. Die eingebaute Konstruktion ist (nach sorgfältiger Sichtkontrolle) unbeschädigt			
16. Herstellung und Montage der Fahrbahnübergangskonstruktion stimmen mit den für die Ausführung freigegebenen Ausführungsunterlagen überein.			
<b>Ergebnis der Überwachung / Bei der Überwachung festgestellt Mängel</b>			
<b>Bemerkungen / Hinweise</b>			

**ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 6 Fahrbahnübergänge aus Stahl  
und aus Elastomer - Anhang A**

Fußnoten: <sup>1)</sup> Wenn mehr als zwei Fahrbahnübergänge: fortlaufende Nr. <sup>2)</sup> Zutreffendes ankreuzen			
Aufgestellt: _____ Ort  Datum _____  _____ Unterschrift fremdüberwachende Stelle	Gesehen: _____ Ort  Datum _____  _____ Unterschrift Hersteller des Fahrbahnübergangs		
Gesehen: _____ Ort  Datum _____  _____ Unterschrift Auftragnehmer	Gesehen: _____ Ort  Datum _____  _____ Unterschrift Auftraggeber		
<b>Durchschrift an:    Auftragnehmer            Auftraggeber            Prüferingenieur            Hersteller</b> <b>Fahrbahnübergang</b>			

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 6 Bauwerksausstattung**

#### **Abschnitt 7 Fahrbahnübergänge aus Asphalt**

---

## **ZTV-ING - Teil 6 Bauwerksausstattung - Abschnitt 7 Fahrbahnübergänge aus Asphalt**

---

*Der Teil 6 Abschnitt 7 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesselinger Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.*

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 6 Bauwerksausstattung**

## **Abschnitt 8 Lager und Gelenke**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

<b>Inhalt</b> .....	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches .....	3
1.2 Begriffsbestimmungen.....	3
<b>2 Lager</b> .....	3
2.1 Grundsätzliches .....	3
2.2 Anforderungen .....	3
2.3 Planung, Bemessung .....	4
2.4 Einbau .....	4
<b>3 Gelenke</b> .....	4
<b>4 Gütesicherung</b> .....	4
<b>Anhang A</b> Formblatt A 6.8.1 Lagerprotokoll .....	5
<b>Anhang B</b> Typenschild.....	8



## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 6 Abschnitt 8 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Festhaltekonstruktion

Lager, das in zwei Richtungen horizontale Verschiebungen unterbindet, Verdrehungen zulässt und keine Vertikalkräfte überträgt.

#### (2) Festhaltung

Bauteil eines Lagers, das in zwei Richtungen horizontale Verschiebungen unterbindet oder begrenzt.

#### (3) Führungslager

Lager, das nur in einer horizontalen Richtung Verschiebungen unterbindet, Verdrehungen zulässt und keine Vertikalkräfte überträgt.

#### (4) Führung

Bauteil eines Lagers, das das Bauwerk einachsrig beweglich führt.

#### (5) Wirksame Lagertemperatur

Temperatur zur Bestimmung des Anwendungsbereichs nach DIN EN 1337.

(6) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen der DIN EN 1337 und DIN 4141-13.

## 2 Lager

### 2.1 Grundsätzliches

(1) Es gelten die DIN EN 1337-1:2001-02, -2:2004-07, -3:2005-07 und -5:2005-07, -7:2004-08 und -8:2007-01 sowie DIN EN 1990, DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1993-2 und DIN EN 1994-2 sowie 2.2 (8). Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

(2) Für Führungslager mit der Gleitpaarung Stahl - Stahl gilt DIN 4141-13.

(3) Für Lager nach DIN EN 1337 ist die Ausstattungszulassung des Deutschen Instituts für Bau-technik (DIBt) zu beachten.

(4) Lager, die von der DIN EN 1337 abweichen, dürfen verwendet werden, wenn der Verwendbarkeitsnachweis durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder durch eine Europäische Technische Bewertung (ETA) unter Beachtung der Ausstattungszulassung des DIBt erbracht wurde.

(5) Für Lager nach DIN EN 1337 oder mit ETA ist

das System 1 zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit der Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) Anhang V anzuwenden.

(6) Es dürfen grundsätzlich zur Abtragung von Vertikallasten nur Punktkipplager wie Elastomerlager, Topflager und Kalottenlager verwendet werden.

(7) Beim Austausch von Lagern dürfen Linienkipplager nur verwendet werden, wenn Punktkipplager (z.B. aus geometrischen Gründen) nicht verwendet werden können.

(8) Für Verschiebe- und Führungslager im Rahmen des Taktschiebens gilt ergänzend Teil 5 Abschnitt 2.

### 2.2 Anforderungen

(1) Elastomerlager sind aus dem Rohpolymer Chloroprenkautschuk (CR) nach DIN EN 1337-3:2005-07 herzustellen.

(2) Es dürfen nur Elastomerlager der Lagerquerschnitts-Typen B, C und E nach DIN EN 1337-3:2005-07, verwendet werden. Elastomerlager vom Typ E sind mit einer lösbaren PTFE-Aufnahme auszustatten, die nach DIN EN 1337-2:2004-07 zu bemessen ist.

(3) Topflager dürfen nur mit Innendichtungen mit einem nach DIN EN 1337-5:2005-07 nachgewiesenen akkumulierten Gleitweg von mindestens 2000 m verwendet werden.

(4) Die Lagerteile sind so zu verbinden, dass das Lager austauschbar ist. Werden dafür Verschraubungen verwendet, die von DIN EN 1993-2 bzw. DIN EN 1090-2 abweichen, hat der Lagerhersteller die entsprechende Zertifizierung für die Verfahrensanweisung nachzuweisen. Die Verbindung zwischen Lager- und Ankerplatten ist lösbar zu gestalten. Schweißnähte gelten hierbei nicht als lösbare Verbindung.

(5) Zur Verankerung der Ankerplatten im Beton sind Kopfbolzen vorzusehen. Bei nachträglich eingebauten Lagern (z.B. bei Taktschiebebrücken) darf die obere Lagerplatte auch konstruktiv (z.B. durch zugzonentaugliche Dübel) gegen Herunterfallen gesichert werden, sofern der statische Nachweis keine mechanische Verankerung erfordert. Eine mechanische Verankerung soll nur eingebaut werden, wenn Sie zur Lastabtragung erforderlich ist.

(6) Die Lager sind mit einem Typenschild nach Anhang B auszurüsten.

(7) Die Lager sind mit Markierungen zur Messung der Kipp- und Gleitpalte zu versehen.

(8) Für die Auswahl der Stahlsorten gilt DIN EN 1993-2. Für die Materialgüten ist dem Auftraggeber die Fremdüberwachung unter Beachtung des

Konformitätsnachweisverfahrens nach Deutsche Bahn Standard (DBS) 918 002-2 Abschnitt 4 nachzuweisen. Bei Überschreiten der Blechdicken gemäß Tabelle 2.1 in DIN EN 1993-1-10 sind bruchmechanische Nachweise nach Abschnitt 2.4 dieser Norm bzw. unter Anwendung der Vorgehensweisen im Gutachten "Bruchmechanische Untersuchungen für die Stahlsortenwahl für Brückenlager" der Europäischen Kommission bzw. der Vereinigung der Hersteller von Fahrbahnübergängen und Lagern für Bauwerke" (VHFL) zu führen.

### 2.3 Planung, Bemessung

(1) Es ist ein Lagerversetzplan zu erstellen, der alle Angaben, die für den Einbau und einen möglichen Austausch der Lager erforderlich sind, enthält.

(2) Für Lagerwechsel ist eine Anhebeanweisung aufzustellen und zur Prüfung vorzulegen. Die Aufnahme der Horizontalkräfte im angehobenen Zustand, insbesondere beim Ausbau der festen Lager, ist nachzuweisen und durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen.

(3) *Unter- und Überbauten sind so zu dimensionieren, dass bei jeder Lagerstellung die Hubpressen auf den Unterbauten abgesetzt werden können. Bei Einsatz von Lagern mit angenommenen Nutzungsdauern von mindestens 50 Jahren können temporäre Pressenansatzpunkte unter der Voraussetzung, dass deren Befestigung am Bauwerk ohne Eingriffe am Bestand erfolgen kann, zum Einsatz kommen.*

(4) Bei horizontal elastischer Lagerung oder bei Anordnung mehrerer Festpunktpfeiler ist der Gesamtruhepunkt mittels Grenzbetrachtung aller maßgebenden Steifigkeiten zu ermitteln.

(5) Bei der Bemessung der Bauwerke sind zur Bestimmung der Horizontalkräfte infolge Verschiebungen an Gleitlagern die Vertikalkräfte der maßgebenden Einwirkungskombination und der von der Lagerart abhängige Reibbeiwert, welcher der Normenreihe DIN EN 1337 oder Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) bzw. Europäischen Technischen Bewertungen (ETA) zu entnehmen ist, zu berücksichtigen. Vereinfachend darf der Reibbeiwert einheitlich bei einer Pressung von einem Drittel des charakteristischen Wertes herangezogen werden. Für PTFE-Gleitlager nach DIN EN 1337 beträgt der Reibbeiwert 3%. Beim Nachweis der Montagezustände darf die Lagerreibung nicht zur Erhöhung der Sicherheit berücksichtigt werden.

(6) Bei der Ermittlung der vertikalen Gesamtverformung für den Nachweis der Verdrehungsgrenzbedingung nach DIN EN 1337-3:2005-07 ist für verankerte Lager  $F_{z,d}/A'$  unabhängig von dem errechneten Wert mit mindestens 3 N/mm<sup>2</sup> anzusetzen. Als verankerte Lager in diesem Sinne gelten auch Elastomerlager mit einseitiger Dübel-

scheibensicherung.

(7) Die minimale wirksame Lagertemperatur ist mit -24 °C und die maximale wirksame Lagertemperatur mit 37 °C anzunehmen.

(8) Für einen Überbau ist die Verwendung verschiedener Lagerarten für Vertikallasten in einer Lagerachse zu vermeiden. Im technisch begründeten Ausnahmefall ist dies nur möglich, wenn die unterschiedliche Steifigkeit und Verformung der verschiedenartigen Lager erfasst sind.

(9) Bei elastischer Lagerung erhält der Überbau auf jedem Widerlager an einem Lager Führungen in Längsrichtung. Auf diese kann verzichtet werden, wenn nachfolgende Bedingungen erfüllt sind:

- Dehnlänge weniger als 15 m, gemessen vom Verformungsruhepunkt bis zum Überbauende und
- Brückenschiefe größer als 80 gon.

### 2.4 Einbau

(1) Grundlage des Lagereinbaus ist die Einbauanweisung des Lagerherstellers und / oder des Bauwerksplaners. Der Lagereinbau darf nur durch eine Fachkraft für Lager im Bauwesen durchgeführt werden:

- Die Fachkraft muss dazu den Lehrgang „Fachkraft für den Einbau von Lagern im Bauwesen nach EN 1337“, Kurs A oder einen Wiederholungslehrgang Kurs C des Lagerschulungsprogramms des VAWB – Verein zur Aus- und Weiterbildung für Einbau, Kontrolle und Wartung von Bauwerksausstattung e. V. – erfolgreich absolviert haben.
- Die erfolgreiche Teilnahme an diesen Lehrgängen berechtigt den Teilnehmer / die Teilnehmerin zum regelkonformen Einbau von Bauwerkslagern auf der Grundlage der Einbauanweisung des Lagerherstellers oder Planers.

(2) Die Lager sind mit Stellschrauben in die geforderte Lage zu bringen.

(3) Für das Untergießen von Lagern gilt die „Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Die Mörtel müssen mindestens der Schwindmaßklasse SKVM III und der Frühfestigkeitsklasse B entsprechen.

(4) Die Verwendung von speziellen Kunststoffmörteln zum Ausgleich von Passungenauigkeiten beim Einbau von Lagern an der Stahlkonstruktion von Brücken, z.B. Metall Polymer, ist bei Neubauten nicht zulässig. Zur Herstellung der Ebenheitsanforderungen sind die Oberflächen der entsprechenden Bauteile des Lagers bzw. der Keilplatte

erforderlichenfalls mechanisch zu bearbeiten.

*(5) Bei Instandsetzungsmaßnahmen dürfen diese Kunststoffmörtel nur verwendet werden, wenn ein Verwendbarkeitsnachweis, z.B. in Form einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) vorliegt. Die Anwendbarkeit ist bereits bei der Aufstellung des Instandsetzungsentwurfs zu untersuchen und bei der Ausschreibung zu berücksichtigen.*

(6) Die Vorlage der vollständig ausgefüllten Lagerprotokolle ist Voraussetzung für die erste Hauptprüfung. Die Protokolle sind vier Wochen vorher dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Beim Anheben von Überbauten sind Pressen mit Stellring und Kalottenkopf und erforderlichenfalls mit Gleitteil zu verwenden.

(8) Die Pressenaufstell- und -ansatzpunkte sind am Bauwerk dauerhaft zu markieren.

(9) Klaffende Fugen zwischen Lagerplatten und dem Elastomerblock eines Elastomerlagers sind unzulässig. D.h., die Resultierende muss innerhalb des Kerns liegen.

### **3 Gelenke**

(1) Für Betongelenke gilt Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(2) Für den gelenkigen Anschluss des Überbaus an das Widerlager ist nichtrostender Stahl mindestens der Werkstoffnummer 1.4401 zu verwenden. Die Bewehrung ist dabei gekreuzt einzubauen.

### **4 Gütesicherung**

(1) Die Qualitätssicherung erfolgt nach Teil 1, Abschnitt 2 unter Beachtung der bauweisenspezifischen Regelungen für Brückenlager nach EN 1337 bzw. der abZ für die Lagerausstattung.

(2) Die Einhaltung aller festgelegten Anforderungen an die Werkstoffe, Bauteile und Bauarten ist bei deren Herstellung durch Eigen- und Fremdüberwachung zu überprüfen. Darüber hinaus hat der Auftraggeber das Recht, zusätzliche Kontrollprüfungen zu veranlassen.

(3) Das System des Übereinstimmungsnachweises entspricht dem System 1 gemäß EU-BauPVO.

(4) Der Nachweis der Gütesicherung wird gegenüber dem Auftraggeber bzw. der Bauaufsichtsbehörde durch das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) erbracht.

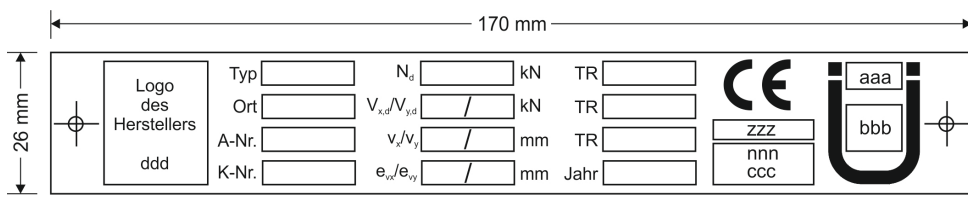
Formblatt A 6.8.1

Lagerprotokoll				Seite	
Baumaßnahme				Bauwerksnummer (ASB)	
Auftraggeber					
Auftragnehmer				Bauwerksname	
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Austausch <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Korrektur <sup>1)</sup>					
Hersteller					
Auftrags-Nr.			Fachkraft (Name)		
Lagerungs- / Lagerversetzplan-Nr.			anwesend am:		
Lagerart					
<input type="checkbox"/> nach Zulassungs-Nr. <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> nach DIN EN 1337, Teil <sup>1)</sup>					
Geltung der Zulassung			Fremdüberwacher		
Mörtelfabrikat, Eignungsprüfung und Verarbeitungshinweise					
Herstellungsart der Mörtelfuge					
				(unten)	(oben)
1	Einbauort (Stützungs-Nr./Lage) nach Plan				
2	Lagertyp (Kurzzeichen nach EN 1337-1)/Lager-Nr.				
3	Auflast $N_d$ in kN				
4	Horizontalkräfte $V_{xd} / V_{yd}$ in kN				
5	Verschiebung $v_x \pm / v_y \pm$ in mm <sup>2)</sup>		/	/	/
6	Voreinstellung $e_{vx} \pm / e_{vy} \pm$ in mm <sup>2)</sup>		/	/	/
7	Zeichnungs-Nr. / Blatt-Nr.		/	/	/
8	Datum der Anlieferung				
9	Vor Einbau	Ordnungsgemäß abgeladen, gelagert, abgedeckt			
10		Kennzeichnung auf der Lageroberseite			
11		Anzeigevorrichtung vorhanden			
12		Typenschild vorhanden			
13		3-Stift-Meßebeine vorhanden			
14		Sauberkeit und Korrosionsschutz			
15		Planmäßiger und fester Zusammenhalt der Arretierung			
16		Einbauort laut Zeile 1			
17	Anheben des Überbaues Datum / Uhrzeit		/	/	/
18	Zustand der Mörtelkontaktflächen				
19	Richtung und Größe der Voreinstellung in mm <sup>2)</sup>				
20	Abweichung von der Horizontalen in mm je m, festgestellt an der Meßebeine (längs/quer) <sup>3)</sup>		/	/	/
21	Mörtel eingebracht am	Uhrzeit (von/bis)	/	/	/
22	Temperatur Luft / Bauwerk in °C		/	/	/
23	Dicke der Mörtelfuge in mm (u) = unbewehrt, (b)= bewehrt		oben / unten		/

noch Formblatt A 6.8.1

<h1 style="margin: 0;">Lagerprotokoll</h1>				Seite											
Baumaßnahme				Bauwerksnummer (ASB)											
Auftraggeber				<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>											
Auftragnehmer				Bauwerksname											
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Austausch <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Korrektur <sup>1)</sup>															
24	Funktions- beginn	Absenken des Überbaues am Datum/ Uhrzeit	/	/	/	/									
25		Arretierung gelöst / entfernt am													
26		Gleitflächenschutz vorhanden													
27		Sauberkeit und Korrosionsschutz													
28	Nullmessung	Datum / Uhrzeit	/	/	/	/									
29		Temperatur Luft / Bauwerk in °C	/	/	/	/									
30		Abweichung von der Horizontalen in mm je m, festgestellt an der Messebene (längs/quer) <sup>3)</sup> <sup>4)</sup>	/	/	/	/									
31		Verschiebung $v_x \pm / v_y \pm$ in mm <sup>2)</sup>	/	/	/	/									
32		Gleitspalt max. / min. in mm	/	/	/	/									
33		Kippspalt max. / min. in mm	/	/	/	/									
34 Bemerkungen bzw. Hinweise: <sup>5)</sup>															
ANMERKUNG: Die Lager sind ausschließlich mit Stellschrauben zu justieren.															
<b>Fußnoten:</b> <sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen <sup>2)</sup> + = vom Festpunkt weg, muss bei fehlendem konstruktivem Festpunkt definiert werden <sup>3)</sup> Angaben mit Vorzeichen der Verdrehung nach DIN EN 1337-1:2001-02 Tabelle 1 <sup>4)</sup> Bei belasteten Lagern können sich durch Verdrehung der Messebene Werte ergeben, die nicht der tatsächlichen Abweichung entsprechen <sup>5)</sup> z.B. über Bauzustände, vorübergehende Festpunktänderung, Skizze über Bezugspunkte bei Zeilen 20 und 30															
Aufgestellt:				Gesehen:											
Ort				Ort											
Datum				Datum											
Auftragnehmer				Auftraggeber											

## Anhang B Typenschild

	
<p>Typ Lager Nr. gem. EN 1337-1, Tab. 1</p> <p>Ort Einbauort</p> <p>A-Nr. Auftragsnummer</p> <p>K-Nr. Kontrollkartennummer oder Serien-Nr.</p> <p><math>N_d</math> Bemessungswert der Auflast</p> <p><math>V_{xd} / V_{yd}</math> Bemessungswert der Horizontallast</p> <p><math>v_{xd} / v_{yd}</math> Bemessungswert der Verschiebung</p> <p><math>e_{vx} / e_{vy}</math> Voreinstellung</p> <p>TR maßgebende technische Regel</p> <p>Jahr Herstellungsjahr</p> <p>aaa Hersteller / Herstellwerk</p> <p>bbb Bezeichnung oder Bildzeichen der Zertifizierungsstelle</p> <p>ccc in den Handel gebracht durch</p> <p>ddd Hersteller</p> <p>nnn Nr. der Leistungserklärung</p> <p>zzz Kennnummer der notifizierten Zertifizierungsstelle</p> <p><u>Befestigung:</u> dauerhaft und gut sichtbar auf Anker- bzw. Lagerplatte mit Zylinderschrauben DIN EN ISO 4762-M6x10.</p> <p><u>Werkstoff:</u> Messing, t = 1 mm, Acryllack beschichtet oder Zwei-Schicht-Verbund-Kunststoff, t = 0,5 mm, UV-Licht- und witterungsbeständig.</p> <p><u>Verbindungsmittel:</u> Aus nichtrostendem Stahl, Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571.</p> <p><u>Schrift:</u> nach DIN 1451-4, Größe 3,5 mm.</p>	

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 6 Bauwerksausstattung**

## **Abschnitt 9 Rückhaltesysteme**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Fußgänger-Rückhaltesysteme .....</b>	<b>3</b>
2.1 Allgemeines.....	3
2.2 Geländer aus Stahl.....	3
2.2.1 Abmessungen und Querschnitte.....	3
2.2.2 Werkstoffe.....	3
2.2.3 Statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten.....	3
2.2.4 Korrosionsschutz.....	4
2.3 Geländer aus Aluminium.....	5
2.3.1 Allgemeines.....	5
2.3.2 Abmessungen und Querschnitte.....	5
2.3.3 Werkstoffe.....	5
2.3.4 Weitere statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten .....	5
2.3.5 Korrosionsschutz von Aluminiumteilen.....	5
2.3.6 Kennzeichnung.....	6
2.4 Ausführung und Herstellung von Geländern .....	6
<b>3 Fahrzeug-Rückhaltesysteme .....</b>	<b>6</b>
3.1 Allgemeines.....	6
3.1.1 Geltungsbereich .....	6
3.1.2 Begriffsbestimmungen .....	6
3.2 Anforderungen.....	7
3.3 Entwurf und Planung .....	7
3.4 Bemessung .....	8
3.5 Ausführung.....	8



## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 6 Abschnitt 9 gilt nur in Verbindung mit Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1993-2, DIN EN 1994-2 sowie DIN EN 1317-1 bis -5 und die Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS). Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

## 2 Fußgänger-Rückhaltesysteme

### 2.1 Allgemeines

(1) Ergänzend zu Nr. 1 gelten DIN EN 1993-1-1, DIN EN 1993-1-8 und für Ausführung und Herstellung DIN EN 1090 mit mindestens Ausführungsklasse 2 (EXC 2). Bei der Ausführung sind die jeweils maßgebenden Regelungen der Richtzeichnungen Gel zu beachten.

(2) Horizontale Füllstäbe sind nur zulässig, wenn ein Übersteigen anderweitig verhindert wird.

(3) Bei Straßenbrücken und anderen Ingenieurbauwerken mit einer Länge von  $\geq 20$  m zwischen den Flügelen ist der Handlauf von Geländern mit Drahtseil auszubilden.

(4) Auf Brücken ohne Anordnung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen ist an den Enden von Geländern der Handlauf abzusenken oder umzulenken, um ein Eindringen in frontal anprallende Fahrzeuge zu vermeiden.

(5) Geländer neben Betriebswegen außerhalb von Bauwerken und in Böschungen, jedoch nicht neben öffentlichen Verkehrsflächen, sind mindestens für eine horizontal in Geländeroberkante wirkende Linienlast von  $0,50 \text{ kN/m}$  zu bemessen. Der Teilsicherheitsbeiwert beträgt  $1,5$ .

(6) Wenn aus Gründen des Übersteigschutzes gemäß Nr. 3.3 eine Erhöhung des Geländers erforderlich wird, sind Geländer und Erhöhung zusätzlich für eine in OK Geländererhöhung wirkende Linienlast von  $0,50 \text{ kN/m}$  – ohne gleichzeitigen Ansatz der regulären Holmlast – nachzuweisen. Der Teilsicherheitsbeiwert beträgt  $1,5$ .

(7) Maßgeblich für die Geländerhöhe ist der Abstand von dem vor dem Geländer vom Fußgänger oder Radfahrer planmäßig benutzten Niveau der Verkehrsfläche bis zur Oberkante des Geländers.

## 2.2 Geländer aus Stahl

### 2.2.1 Abmessungen und Querschnitte

Die Mindestabmessungen nach Tabelle 6.9.1 und Tabelle 6.9.2 sind einzuhalten.

### 2.2.2 Werkstoffe

(1) Es sind Kaltprofile aus S 235 JR nach DIN EN 10025 und Rohre aus S 235 JR nach DIN EN 10220 zu verwenden.

(2) Verbundanker, Sechskantschrauben und -mutter nach DIN EN ISO 4017 bzw. DIN EN ISO 4032 sowie Scheiben nach DIN EN ISO 7090 müssen aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 hergestellt sein. Bei Rohrgeländern in Böschungen sind Verbindungsmittel mit Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 10684 zu verwenden.

(3) Als Drahtseil kommt ein vorgeformtes (spannungsarmes) Rundlitzenseil mit einem Seilnenn-durchmesser von  $20 \text{ mm}$  nach DIN EN 12385-4  $6 \times 19$ - oder  $6 \times 37$ -SFC 1770 A sZ zum Einsatz.

### 2.2.3 Statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten

(1) Für Geländer sind die Lastannahmen nach DIN EN 1991-2 maßgebend.

(2) Bei Geländern mit Drahtseil ist der Handlauf zweiteilig mit abnehmbarem Oberteil auszuführen. Ober- und Unterteil sind miteinander im Abstand von höchstens  $600 \text{ mm}$ , jedoch mit mindestens  $4 \text{ M} 10$  je Feld, zu verschrauben. Der Abstand des Handlaufstoßes von Pfostenmitte darf höchstens  $250 \text{ mm}$  betragen.

(3) Zum Ausgleich der unterschiedlichen Bewegungen von Geländer und Überbau infolge Temperatur sind am Überbauende bzw. an Dehnungsfugen im Überbau Bewegungsfugen im Geländer mit dem jeweils erforderlichen Fugenspalt auszubilden. In gleicher Form sind Montagefugen auszuführen. Die Konstruktion ist so auszubilden, dass sich in Hohlprofilen kein Wasser sammelt.

(4) Seile sollen möglichst in einem Stück eingebaut werden. Die Seilbefestigung erfolgt an jedem Pfosten durch Seilschikanen oder als Endverankerung durch mindestens 2 Seilklemmen. Das Seil ist straff einzulegen. Bei Verschiebungen bis zu  $20 \text{ mm}$  in der Bewegungsfuge ist das Seil wellenförmig mit mindestens 5 Krümmungen in dem entsprechenden Feld einzulegen.

(5) Bei Verschiebungen über  $20 \text{ mm}$  in der Bewegungsfuge ist das Seil zu unterbrechen und die Zugkraft durch eine Anschlagkonstruktion zu übertragen.

(6) Das Spiel  $b$  der Anschlagkonstruktion für Bewegungen aus Temperatur, Kriechen und Schwinden ist wie folgt zu bestimmen:

$$b = l_0 * (1,0 + 0,01 * t) \text{ [mm]}$$

Es bedeuten:

$l_0$  Abstand zwischen Anschlagkonstruktion und Bewegungsnullpunkt des Überbaus [m]

$t$  Temperatur des Überbaus beim Einbau [°C]

(7) Bei zusätzlichen Bewegungen ist  $b$  entsprechend zu vergrößern.

(8) Pfosten und Füllstäbe werden in der Regel lotrecht gesetzt. Bis zu einer Längsneigung von 1 % können sie auch rechtwinklig zur Neigung aufgestellt werden.

(9) Die Füllstäbe sind unten und oben mit Kehlnähten ( $a = 4 \text{ mm}$ ) anzuschließen.

(10) Sofern geschweißte Stöße in Handläufen, Holmen und Fußholmen angeordnet werden, sind sie über den gesamten Querschnitt voll zu verschweißen und glatt zu schleifen. Unterbrochene Schweißnähte sind nicht zugelassen. Das Schweißen an

verzinkten Geländern ist, abgesehen von der Schweißnaht am Pfostenschuh bei einer Verankerung des Geländers mittels Pfostenschuh und Fußplatte, nicht zulässig. Pfosten und Füllstäbe sind ungestoßen auszuführen.

(11) Kanten sind abzurunden.

#### 2.2.4 Korrosionsschutz

(1) Stahlgeländer und Geländererhöhungen erhalten ein Korrosionsschutzsystem mit Feuerverzinkung gemäß Teil 4 Abschnitt 3.

(2) Die Geländer sind feuerverzinkungsgerecht gemäß DIN EN ISO 12944-3 und DIN EN ISO 14713-2, Anhang A herzustellen. Insbesondere sind die bei geschlossenen Hohlprofilen und Rohren erforderlichen Öffnungen für das Entweichen von Luftblasen und das Abfließen des schmelzflüssigen Zinkes mit der Verzinkerei abzustimmen und so anzuordnen, dass nach Montage des Geländers kein Oberflächenwasser eindringen kann.

(3) Rohrgeländer in Böschungen erhalten eine Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461.

Tabelle 6.9.1: Mindestabmessungen

Geländerhöhen bei Absturzhöhen < 12,00 m bei Absturzhöhen $\geq$ 12,00 m jedoch bei Radwegen und Geh- und Radwegen <sup>1)</sup>	$\geq$ 1000 mm $\geq$ 1100 mm $\geq$ 1300 mm
Pfostenabstände bei Füllstab- und Holmgeländern und bei Geländern mit Drahtgitterfüllung bei Kurzpfeilen-Füllstabgeländern bei Rohrgeländern	2000 bis 2500 mm $\leq$ 2000 mm 1500 bis 2000 mm
Handlaufbreite bei Straßen- und Wegbrücken bei Geh- und Radwegbrücken bei Rohrgeländern an Betriebswegen	$\geq$ 120 mm $\geq$ 80 mm $\geq$ 60,3 mm
Lichter Abstand der Füllstäbe	$\leq$ 120 mm
Lichter Abstand zwischen Fußholm und Gesims bei Kurzpfeilen-Füllstabgeländern bei Geländern mit Drahtgitterfüllung	$\leq$ 120 mm 80 mm 50 bis 120 mm
Abstand zwischen Achse des Pfosten und der Fuge oder des Flügelendes	$\geq$ 250 mm
Überstand des Handlaufs (Unterteil) über Endpfosten	50 mm

<sup>1)</sup> Geländerhöhen von  $\geq 1,20 \text{ m}$  stellen im Bestand keine Nutzungseinschränkung für den Radverkehr dar.

Tabelle 6.9.2: Abmessungen für Geländer aus Stahl

Bauteil	Profile [mm]
	a) Kaltprofile b) Rohre für Betriebswege gemäß Nr. 2.1 Absatz (5)
Handlauf ungeteilt	a) 120/28/27, 5/23/65/23/27, 5/28 x 4 oder gleichwertig bzw. 80/30/17, 5/12/45/12/17, 5/30 x 4 bei Geh- und Radwegbrücken b) 60,3 x 2,9
Handlauf geteilt Oberteil Unterteil	a) 18/25/120/25/18 x 4 b) 15/50/80/50/15 x 4
Holm	a) 60 x 40 x 4 b) 60,3 x 2,9
Pfosten	a) 70 x 70 x 5 b) 60,3 x 2,9
Kurzpfofen	a) 60 x 60
Füllstab	a) 15 x 30

## 2.3 Geländer aus Aluminium

### 2.3.1 Allgemeines

Soweit nachfolgend nichts anderes festgelegt ist, gilt Nr. 2.2.

### 2.3.2 Abmessungen und Querschnitte

Die Maße der Tabelle Tabelle 6.9.3 sind einzuhalten.

### 2.3.3 Werkstoffe

(1) Aluminiumteile sind in der Legierung EN AW-6063 T66 nach DIN EN 573-3 und DIN EN 755-2, Stahlteile (z.B. Kaltprofile) sind in S 235 JR nach DIN EN 10025 herzustellen.

(2) Die Verbindungen von Fuß- und Knieholm beidseitig zum Pfosten sind mit Sechskantschrauben  $\geq$  M 8 nach DIN EN ISO 4017 bzw. Bolzen  $\geq$   $\varnothing$  8 mm sowie Scheiben nach DIN EN ISO 7090 aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 auszuführen.

### 2.3.4 Weitere statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten

(1) Die Bemessung und Konstruktion ist nach DIN EN 1999-1-1 durchzuführen.

(2) Der Anschluss der Füllstäbe an das Handlaufunterteil und den Fußholm erfolgt für eine Bruchlast in Füllstablängsrichtung von mindestens 5 kN.

(3) Alle Verbindungen, insbesondere alle Klemm- und Steckverbindungen, sind verdrehungssicher und klapperfrei auszuführen sowie gegen Lösen und mutwillige Demontage zu sichern. Die Seilbefestigung erfolgt an allen Pfosten mit Seilklemmen.

(4) Bei Füllstabgeländern können offene Profile als Fußholme verwendet werden.

(5) Profilkanten sind mit einem Außenradius von mindestens 2 mm auszuführen.

### 2.3.5 Korrosionsschutz von Aluminiumteilen

(1) Alle Aluminiumteile erhalten eine farblose anodische Oxidation gemäß DIN 17611 mit der Vorbehandlung E0 und mit der kleinsten mittleren Schichtdicke von 25  $\mu$ m. Alternativ kann eine Beschichtung nach einer der folgenden Varianten A1 bis A3 erfolgen:

— Variante A1 (Stückbeschichtung)

Chromatieren der zu beschichtenden Flächen nach DIN EN 12487 oder chromfreie Oberflächenvorbereitung und anschließende Polyesterpulver-Einbrennbeschichtung oder PUR-Beschichtung mit forcierter Ofentrocknung in einer Sollsichtdicke von 60  $\mu$ m. Beschädigte Stellen sind mit PUR-Beschichtung auszubessern. Nachträgliche Verformung von stückbeschichteten Teilen ist nicht zulässig.

Tabelle 6.9.3: Abmessungen für Geländer aus Aluminium

Handlauf	bei Straßen- und Wegbrücken: $b \geq 120$ mm, $h \geq 55$ mm, $d \geq 4$ mm bei Geh- und Radwegbrücken: $b \geq 90$ mm, $h \geq 45$ mm, $d \geq 2,5$ mm
Holm	$b \geq 60$ mm, $h \geq 40$ mm, $d \geq 2,5$ mm
Pfosten	Stahlkern: bei Straßenbrücken $\geq 70 \times 70 \times 5$ mm, bei Gehwegbrücken $\geq 60 \times 40 \times 5$ mm Hohlprofil: $d = 2$ mm; Pfosten (ohne Stahlkern) bei Gehwegbrücken: $\geq 65 \times 40 \times 5$ mm
Füllstab	$\geq 40 \times 20 \times 2$ mm

— Variante A2 (Bandbeschichtung)

Chromatieren der zu beschichtenden Flächen nach DIN EN 12487 oder chromfreie Oberflächenvorbehandlung und zweischichtige PVDF-Einbrennbeschichtung in einer Sollsichtdicke von insgesamt 25 µm nach DIN EN 1396. Die Ausbesserung von beschädigten Stellen ist mit dem Bandbeschichter abzustimmen.

— Variante A3 (Baustellenbeschichtung)

Vorbereiten der Oberfläche durch Schleifen oder Strahlen mit ferritfreiem Strahlmittel. Zweischichtige PUR-Beschichtung in einer Sollsichtdicke von insgesamt 100 µm. Beschädigte Stellen sind mit PUR-Beschichtung auszubessern.

(2) Die gemäß DIN 17611 erforderlichen Güte-merkmale der anodischen Oxidation sind durch Werkprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 des Herstellerwerkes vor der Montage nachzuweisen. Im Abstand von 4 bis 5 m je Profilart (Handlauf, Holm, Füllstäbe, Pfosten) sind Prüfungen durch Messen der Schichtdicke und des Scheinleitwertes durchzuführen.

(3) Die Gütesicherung der Stückbeschichtung hat nach den Qualitätsrichtlinien GSB AL 631 der Gütegemeinschaft für die Stückbeschichtung von Bauteilen (GSB international e.V.) zu erfolgen. Im Abstand von 4 bis 5 m je Profilart ist eine Prüfung durch Messen der Schichtdicke durchzuführen.

(4) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber auf Verlangen zur Kalibrierung von zerstörungsfrei messenden Schichtdickenmessgeräten für jedes unterschiedliche Bauteil je ein repräsentatives, unbeschichtetes Stück (Mindestfläche 10 cm x 10 cm) gleicher Dicke und gleicher Zusammensetzung ohne besondere Vergütung zu überlassen. Diese Stücke sind vom Auftragnehmer zu kennzeichnen.

### 2.3.6 Kennzeichnung

An den Endpfosten sind System, Hersteller, Baujahr und Kommissionsnummer dauerhaft anzugeben.

## 2.4 Ausführung und Herstellung von Geländern

(1) Vor Ausführung ist dem Auftraggeber ein Geländerplan zur Genehmigung einzureichen.

(2) Der Hersteller von Geländern muss zum Nachweis seiner Eignung vorlegen:

— WPK-Zertifikat gemäß DIN EN 1090-1

— Schweiß-Zertifikat gemäß DIN EN 1090-2 für Stahlgeländer bzw. DIN EN 1090-3 für Aluminiumgeländer

## 3 Fahrzeug-Rückhaltesysteme

### 3.1 Allgemeines

#### 3.1.1 Geltungsbereich

(1) Die folgenden Regelungen gelten für Schutzeinrichtungen (SE) und Übergangskonstruktionen, die am Rand von Brücken und Ingenieurbauwerken und im Mittel- und Seitentrennstreifen auf Brücken vorgesehen sind.

(2) Die Regelungen gelten auch für Schutzeinrichtungen, die neben ihrer Funktion als Fahrzeug-Rückhaltesystem gleichzeitig als Fußgänger-Rückhaltesystem (Geländer) dienen.

#### 3.1.2 Begriffsbestimmungen

##### (1) Nutzbreite der Kappe

Die Nutzbreite der Kappe ist der horizontale, lichte Abstand von Schrammbordvorderkante bis zum Geländer.

(2) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen der Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS).

### 3.2 Anforderungen

Es sind die Anforderungen aus den RPS, dem Bauwerksentwurf und die jeweiligen produktspezifischen Kenngrößen entsprechend den Technischen Kriterien für den Einsatz von Fahrzeug-Rückhaltesystemen in Deutschland (hier insbesondere die ergänzenden Anforderungen an Schutzeinrichtungen für den Einsatz auf Ingenieurbauwerken) zu berücksichtigen. Die Produkte müssen die für das jeweilige Bauwerk relevanten Kriterien für den Einsatz von Fahrzeug-Rückhaltesystemen erfüllen.

### 3.3 Entwurf und Planung

(1) Es wird empfohlen schon im frühen Entwurfsstadium die grundsätzlichen Anforderungen an die einzusetzenden Schutzeinrichtungen (Aufhaltstufe, Wirkungsbereich, Einsatzort etc.) festzulegen und diese Informationen in den Planungsprozess einzubinden. Dabei ist ebenso der Einfluss der vor und hinter dem Bauwerk auf der Strecke verwendeten Schutzeinrichtungen zu berücksichtigen.

(2) In der Leistungsbeschreibung sind unter anderem folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Erforderliche Aufhaltstufe (N2, H1, H2 oder H4b), die jeweils höchste Aufhaltstufe ist über die gesamte Bauwerkslänge je Seite anzuwenden,
- max Klasse des Wirkungsbereiches (W1 bis W8),
- Anprallheftigkeitsstufe und / oder Bauart (Stahl / Beton),
- max Klasse der Horizontalkraft nach DIN EN 1991-2 (Klasse A bis D) und die max mögliche Lastangriffshöhe der Horizontalkraft,
- max möglicher Erhöhungsfaktor der einwirkenden Vertikalkraft,
- max Höhe der Schutzeinrichtung,
- SE mit oder ohne Mitwirkung des Geländers,
- Angaben zur max / min möglichen Dilatation und
- Angaben zur SE auf der Strecke (ggf. erforderliche Übergangskonstruktion beachten).

(3) Die Regelbreite von Außenkappen mit Schutzeinrichtung beträgt mindestens 2,05 m.

(4) Die Breite von Mittelkappen richtet sich in erster Linie nach den Richtlinien für die Anlage von Autobahnen RAA, den Richtlinien für die Anlage von Landstraßen RAL, den Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen RASt und örtlichen Besonderheiten. Zu beachten ist dabei auch die Linienführung in Lage und Höhe, sowie die Entwicklung der Querneigung (Höhensprung im Bereich der Mittelkappen), was zu Einschränkungen bei der Auswahl geeigneter SE und / oder zu größeren Mittelstreifenbreiten

führen kann und damit ggf. auch Auswirkungen auf die Trassierung hat.

(5) Bei sonst gleicher Eignung sollten Schutzeinrichtungen ohne Mitwirkung des Geländers gewählt werden.

(6) Die Breite des Notgehwegs auf Außenkappen beträgt mindestens 75 cm, auf Mittelkappen und bei Um- oder Ausbau bestehender Bauwerke darf eine Breite von 50 cm nicht unterschritten werden.

(7) Für die Mindestabmessungen von Geländern gilt Tabelle 6.9.1. Darüber hinaus gilt am Außenrand von Brücken bei Anordnung einer Schutzeinrichtung für die Ermittlung der Höhe des Geländers einschließlich Übersteigschutz:

$$h_{\text{Gel+Ü}} \geq h_{\text{SE}} + h - b - 0,05 \geq h_{\text{min}} \quad \text{Gl. (I)}$$

mit

$h_{\text{Gel+Ü}}$ : mind. erforderliche Höhe des Geländers einschließlich Übersteigschutz [m]

$h_{\text{SE}}$ : Höhe der Schutzeinrichtung über OK Notgehweg [m]

$h$ : mind. erforderliche Geländerhöhe [m] am Brückenrand:

bei Absturzhöhen < 12 m: 1,00 m

bei Absturzhöhen ≥ 12 m: 1,10 m

$b$ : Abstand Hinterkante Schutzeinrichtung in Höhe OK SE – Vorderkante Geländer [m]

$h_{\text{min}}$ : Mindestgeländerhöhe nach Tabelle 6.9.1 [m]

(8) Um die Höhe des Geländers zu begrenzen, sollen bei sonst gleicher Eignung möglichst niedrige Schutzeinrichtungen verwendet werden.

(9) Bei Anordnung von Schutzeinrichtungen der Aufhaltstufe H2 auf Außenkappen wird die Höhe des Geländers auf 1,20 m begrenzt.

$$h_{\text{SE}} \leq h_{\text{Gel}} - h + b + 0,05 \quad \text{Gl. (II)}$$

mit

$h_{\text{Gel}}$ : gewählte Höhe des Geländers ≥  $h_{\text{min}}$  und ≤ 1,20 m

(10) Bei Anordnung von Schutzeinrichtungen der Aufhaltstufe H4b kann von der Höhenbegrenzung des Geländers abgewichen werden und die erforderliche Höhe des Geländers einschließlich Übersteigschutz mit Gl. (I) ermittelt werden. Dies gilt auch in begründeten Ausnahmefällen für H2 Systeme, wie z.B. bei beengten Verhältnissen mit geringer Kappenbreite im Bestand.

(11) Die Ausbildung des Übersteigschutzes kann gemäß Richtzeichnung Gel 16 erfolgen.

(12) Für die Schrammbordhöhe und die Nutzbreite der Kappe auf Brücken, für die gemäß RPS keine

Schutzeinrichtung erforderlich ist, gelten die Abmessungen in Tabelle 6.9.4.

**Tabelle 6.9.4:** Schrammbordhöhe und Nutzbreite der Kappe auf Brücken ohne Schutzeinrichtung

V <sub>zul</sub> [km/h]	Schrammbord- höhe [cm]	Nutzbreite der Kappe [m]
≤ 50	15	≥ 1,00
> 50	7,5	≥ 1,25

(13) Bei Wirtschaftswegbrücken beträgt bei einer Schrammbordhöhe von 20 cm die Nutzbreite der Kappe 50 cm.

(14) In begründeten Ausnahmefällen kann die Abwägung zwischen Belangen der Verkehrssicherheit und anderen Belangen abweichende Lösungen erforderlich machen. Für diese Fälle sind Lösungen anzustreben, die im Sinne der RPS und den hier getroffenen Regelungen das unter den vorhandenen Randbedingungen bestmögliche Schutzniveau erzielen.

### 3.4 Bemessung

(1) Die Aufnahme der gemäß den Technischen Kriterien für den Einsatz von Fahrzeug-Rückhaltesystemen ermittelten Anpralllasten durch das Bauwerk (Kragarmbemessung) muss mit einer statischen Berechnung nachgewiesen werden (DIN EN 1991-2, 4.7.3.3 (1)).

(2) Bei Neubauten ist eine Kappenanschlussbewehrung von Ø14, a = 20 cm vorzusehen. Die Mindesthöhe der Kragplatte am Außenrand beträgt 25 cm. Wird von diesen Regelungen abgewichen (z.B. bei bestehenden Bauwerken) ist ein gesonderter statischer Nachweis gemäß DIN EN 1991-2, 4.7.3.3 (2) erforderlich.

### 3.5 Ausführung

(1) Sofern hier keine Regelungen getroffen sind, sind die ZTV FRS (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme) zu beachten.

(2) Fahrzeug-Rückhaltesysteme einschließlich Verankerung sind nur wie geprüft und zertifiziert gemäß Einbauanleitung einzusetzen.

(3) Die Befestigung auf Beton erfolgt mit Verbundankern, vorgefertigten Ankerkonstruktionen oder Betonschrauben mit Bohrlochvergussmasse für ungerissenen Beton (≥ M12) mit einer Einbindetiefe ≤ 13 cm (Betondeckung mindestens 2 cm). Die Anker müssen eine Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) besitzen und durch die Zertifizierung des Fahrzeug-Rückhaltesystems eingeschlossen sein. Die Verwendung von Stahlspreizankern ist nicht zulässig.

(4) Die Befestigung auf Stahl ist im Einzelfall zu betrachten und ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(5) Freiliegende Gewindebolzen der Fußverankerung dürfen nicht mehr als 15 mm über die Muttern herausragen.

(6) Schutzeinrichtungen aus Beton sind durch Verankerungen in ihrer Lage zu sichern.

(7) Die Bohrlöcher von Ankern und Schrauben sind dauerhaft zu verschließen. Die Vergussmasse muss frost- und tausalzbeständig sein.

(8) Der Korrosionsschutz der Verankerung ist gemäß TLP FRS<sup>2)</sup> feuerverzinkt auszuführen. Alternativ ist eine Beschichtung, geprüft für Korrosivitätskategorie C5-I, Schutzdauer mittel nach DIN EN ISO 12944 6 und ISO 3231 oder die Ausführung in nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff Nr. 1.4571 bzw. 1.4401 möglich.

(9) Bei der Befestigung von Schutzeinrichtungen auf Beton ist zum Ausgleich von Unebenheiten eine, im Mittel maximal 5 mm dicke, Ausgleichsschicht zwischen Betonoberfläche und Ankerplatte aus Zementmörtel RM oder Reaktionsharzmörtel PRC/PRM nach Teil 3 Abschnitt 4, oder eine wetterbeständige, elastische Dichtungsplatte erforderlich. Die erforderliche Mindesteinbindetiefe der Verbundanker im Kappenbeton bleibt davon unberührt. Beim Einsatz von RM, PRC/PRM muss der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung auf die Schichtdicke abgestimmt sein und den Anforderungen in Teil 3 Abschnitt 4, 6.4 bzw. 7.4 entsprechen.

(10) Im Bereich von Fahrbahnübergängen nach den Abschnitten 6 und 7 sind Dilatationsstöße in die Schutzeinrichtung einzubauen.

<sup>2)</sup> Bis zur Einführung der TLP FRS gilt: Der Korrosionsschutz der Verankerung ist gemäß DIN EN ISO 1461 feuerverzinkt auszuführen.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 6 Bauwerksausstattung**

## **Abschnitt 10 Entwässerungen**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1</b>	<b>Allgemeines .....3</b>
<b>2</b>	<b>Leitungen und Abläufe.....3</b>
2.1	Leitungen .....3
2.2	Abläufe.....3
2.3	Werkstoffe für Rohre und Formstücke, Schraubverschlüsse, Befestigungen und Abläufe.....4



## 1 Allgemeines

- (1) Der Teil 6 Abschnitt 10 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.
- (2) Es gelten DIN EN 10025, DIN EN 10088, DIN EN 1090-2 sowie DIN EN 1993-2. Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3 entsprechend.
- (3) Bei Änderung der Entwässerung aufgrund eines Nebenangebotes hat der Auftragnehmer eine hydraulische Berechnung aufzustellen und dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen. Dabei sind die Nrn. 2.1 und 2.2 zu beachten.
- (4) Für die Rohraufhängungen bzw. -auflagerungen ist ein statischer Nachweis zu erbringen.
- (5) Anfallendes Wasser muss bereits während der Bauzeit schadlos abgeführt werden. Es darf weder das Bauwerk verunreinigen noch auf Konstruktions- teile nachteilig einwirken.
- (6) Alle Teile der Entwässerung müssen zur Wartung und Kontrolle zugänglich sein.

## 2 Leitungen und Abläufe

### 2.1 Leitungen

- (1) *Sammelleitungen von Straßenbrücken dürfen nicht als offene Rinnen ausgebildet werden.*
- (2) *Die Regelnennweite von Sammelleitungen beträgt DN 200. Sind nicht mehr als drei Abläufe anzuschließen, darf die Nennweite bei günstigem Rohrgefälle auch DN 150 betragen. Das Gefälle ist in der Regel mit mindestens 2 % auszubilden.*
- (3) *Sammelleitungen sind mindestens für eine Regenspende von 115 l/(s \* ha) und 15 min Dauer zu bemessen. Die Fließgeschwindigkeit soll zwischen 1 m/s und 3 m/s liegen und darf bei einer Regenspende von 15 l/(s \* ha) und 15 min Dauer nicht kleiner als 0,5 m/s sein.*
- (4) *Die Regelnennweite von Querleitungen beträgt DN 150. Das Gefälle ist in der Regel mit mindestens 5 % auszubilden.*
- (5) Querleitungen münden von oben in Längsleitungen ein. Hierzu sind Abzweige mit Einlaufwinkeln von höchstens 45° zu verwenden.
- (6) Die Nennweite von Falleleitungen ist mindestens gleich derjenigen der Längsleitungen zu wählen. Am Kopf- und Fusspunkt und an nicht vermeidbaren Krümmungen sind Revisionsmöglichkeiten vorzusehen.

(7) Richtungsänderungen in Quer- und Falleleitungen dürfen nur mit Bogenstücken mit Öffnungswinkeln von höchstens 45° erstellt werden. Größere Öffnungswinkel sind mit einem Bogenstück zulässig, wenn sich dabei die gleiche Bogenlänge ergibt.

(8) Die Dichtheit der Rohrstöße und die Durchgängigkeit der Rohrstränge sämtlicher im Bauwerk und im Boden verlegter Leitungen sind bei der Abnahme nachzuweisen.

(9) Die Prüfung auf Dichtheit der Rohrleitungen hat nach dem Verfahren „W“ der DIN EN 1610 zu erfolgen. Die zulässigen Rohrverformungen dürfen hierbei nicht überschritten werden.

(10) Rohrleitungen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) sind gegen Verschieben in Längsrichtung auszusteifen, z.B. durch Diagonalen in Leitungslängsrichtung, sodass die Dichtheit an den Verbindungsstellen der Rohre gewährleistet ist. Der Abstand der Diagonalen darf 20 m nicht überschreiten.

(11) Längs- und Falleleitungen dürfen nicht einbetoniert werden. Sie sind durch Betonteile, z.B. Stege, Querträger und Kammerwände, in Aussparungen oder Mantelrohren zu führen. Freiliegende Querleitungen sind bei Durchdringungen von Stegen in Mantelrohren zu verlegen.

(12) Um Ablagerungen beseitigen zu können, sind Reinigungsöffnungen im Abstand von höchstens 30 m sowie im Bereich jeder Querleitung und bei jeder größeren Richtungsänderung vorzusehen.

(13) Für den Einsatz von Hochdruckspülgeräten ist am tiefgelegenen Ende der Längsleitung und ggf. an Zwischenpunkten eine Reinigungsöffnung für die Einführung des Spülschlauches anzuordnen.

(14) In Hohlkästen sind an allen Tiefpunkten Öffnungen von 150 mm Durchmesser mit Vogelschutzgittern vorzusehen.

(15) Auflagerbänke dürfen nicht in die Hinterfüllung des Widerlagers entwässert werden.

(16) Abdeckungen von Fallrohr-Nischen müssen zur Kontrolle und Wartung der Rohrleitungen abnehmbar sein.

## 2.2 Abläufe

(1) Für je 400 m<sup>2</sup> Einzugsfläche ist mindestens ein Ablauf anzuordnen.

(2) Die Abstände der Abläufe sind nach folgenden Formeln zu wählen:

$L = (155 * q_f - 132) * s^{0,40} / B$  für Straßenablauf der Abmessungen 300 x 500 mm<sup>2</sup>,

$L = (185 * q_f - 170) * s^{0,48} / B$  für Straßenablauf der Abmessungen 500 x 500 mm<sup>2</sup>,

Es bedeuten:

$L$  Abstand der Abläufe mit  $5 \text{ m} \leq L \leq 50 \text{ m}$

$q_f$  Fahrbahnquerneigung mit  $q_f \leq 5,0 \%$

$s$  Fahrbahnlängsneigung mit  $0,5 \% \leq s \leq 5,0 \%$

$B$  Entwässerungsbreite [m] = Fahrbahnbreite + Kappenbreite(n)

(3) Bei Straßenabläufen anderer Abmessungen und / oder außerhalb der angegebenen Grenzen ist der Abstand der Abläufe nach den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung (RAS-Ew) zu bemessen.

(4) Abläufe sind für Klasse D 400 nach DIN EN 124 und DIN 1229 zu bemessen.

(5) Abläufe sind mit Schlammeimern mit umlaufendem Auflagerkragen auszustatten. Ablaufoberteile müssen diebstahlsicher, stufenlos höhenverstellbar, neigungs- und seitenverstellbar sowie drehbar sein.

(6) Ablaufoberteile bzw. Roste sind durch eine drehbare Rostverriegelung zu sichern.

(7) Der Einlaufquerschnitt eines Ablaufes darf 500 cm<sup>2</sup> nicht unterschreiten.

(8) Die Ablaufunterteile sind mit der Bewehrung zu versetzen und einzubetonieren. Sie müssen so ausgebildet sein, dass unterhalb des Fahrbahnbelages eine wirksame Entwässerung der Dichtungsschicht möglich ist.

(9) Die Anbindung der Dichtungsschicht erfolgt gemäß DIN EN 1253. Beim Einbau der Abläufe sind die RiZ-ING zu beachten.

(10) An den Tiefpunkten, insbesondere vor den Fahrbahnübergängen, sind Tropftüllen mit Anschlussflanschen für die Dichtung einzubauen. Tropftüllen dürfen nicht über Verkehrsflächen und nicht im Bereich von elektrischen Leitungen angeordnet werden.

(11) Abläufe bei orthotropen Fahrbahnplatten müssen sicher gegen Ermüdung eingebaut werden.

## 2.3 Werkstoffe für Rohre und Formstücke, Schraubverschlüsse, Befestigungen und Abläufe

(1) Für die Ausführung von Rohrleitungen können Gusseisen, nicht rostender Stahl und glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) verwendet werden.

(2) Für die Ausführung von gusseisernen Abflussrohren und Formstücken ohne Muffe (SML) gilt DIN 19522. Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

(3) Für die Ausführung von Rohrleitungen aus nicht rostendem Stahl ist Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4571 nach DIN EN 10088 mit einer Mindestwanddicke von 2 mm zu wählen. Die Einbauvorschriften der Hersteller sind dabei zu beachten.

(4) Rohrleitungen aus GFK sind nach DIN 16868-1 und -2 oder DIN 16869-1 und -2 herzustellen und aus Brandschutzgründen mit Aluminiumhydroxid innen und außen zu beschichten. Sie müssen der Nenndruckstufe 1 entsprechen. Bei einem Nenndurchmesser bis DN 300 muss ihre Mindestnennsteifigkeit 10.000 N/m<sup>2</sup>, bei solchen über DN 300 muss ihre Mindestnennsteifigkeit 5.000 N/m<sup>2</sup> betragen.

(5) Bei Schraubverschlüssen, Befestigungen von Rohraufhängungen bzw. -auflagerungen sowie bei Abdeckungen von Fallrohr-Nischen sind Verbindungsmittel, Scheiben und Befestigungsteile aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A 4 bzw. A 5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 zu verwenden. Kontaktkorrosion ist durch Einbau nicht leitender Trennschichten auszuschließen.

(6) Bei Abläufen müssen Roste aus Gusseisen mit Kugelgraphit nach DIN EN 1563 (Sphäroguss) mit dem Werkstoffkurzzeichen GJS, Rahmen und Unterteile aus Gusseisen mit Lamellengraphit nach DIN EN 1561 (Grauguss) mit dem Werkstoffkurzzeichen GJL und Eimer aus feuerverzinktem Stahl bestehen.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 6 Bauwerksausstattung**

### **Abschnitt 11 Befestigungseinrichtungen und Unterfütterung von Ankerplatten**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Bauarten und Bauprodukte.....</b>	<b>3</b>
2.1 Befestigungsmittel .....	3
2.2 Unterfütterung von Ankerplatten .....	4

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 6 Abschnitt 11 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines. Er gilt nicht für die Befestigung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen und für Konstruktionen, für die in anderen Abschnitten gesonderte Regelungen getroffen werden.

(2) Es gelten DIN EN 10025, DIN EN 10088, DIN EN 1090 sowie DIN EN 1993-2. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ ist zu beachten.

(3) Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Befestigungsmittel

Als Befestigungsmittel werden alle Elemente bezeichnet, die nachträglich oder vor dem Betonieren dazu bestimmt sind, Ausstattungsteile an einem Bauteil oder Bauwerk zu befestigen

#### (2) Verankerungen

sind Teil der Befestigungsmittel. Sie stellen die durchgehende tragende Verbindung zwischen Bauteil und Ausstattungsteil her.

#### (3) Verbundmittel

sind Teil der Befestigungsmittel. Sie dienen der kraftschlüssigen Verbindung zwischen Bauteil bzw. Bauwerk und nachträglich eingebrachten Verankerungen. Dazu gehören auch Dübel und Ankerschienen.

#### (4) Mörtelfugen

sind die Bereiche, die zwischen einer Ankerplatte und dem vorhandenen Betonteil mit Mörtel verfüllt werden.

## 2 Bauarten und Bauprodukte

### 2.1 Befestigungsmittel

(1) Als tragende Befestigungsmittel sind einbetonierte Stähle oder Ankerschienen mit einem Nachweis nach technischem Regelwerk unter Verwendung genormter Bauprodukte/stoffe oder nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bzw. nach europäisch technischer Zulassung / Europäisch Technischer Bewertung (ETA) zu verwenden.

(2) Für den nachträglichen Einbau in der Druck- und Zugzone sind

- hinterschnittene Schwerlastanker,
- Schwerlastanker mit kraftkontrollierter zwangsweiser Spreizung oder

- Verbundanker für die Verankerung in gerissemem Beton

jeweils mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bzw. nach europäisch technischer Zulassung / Europäisch Technischer Bewertung (ETA) zu verwenden.

(3) Für Verankerungen mit Dübel sind die „Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen“ des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zu beachten. Der Nachweis der erforderlichen Kompetenz des Personals ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(4) Bei dynamischer Beanspruchung müssen die verwendeten Befestigungsmittel hierfür eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung bzw. eine europäisch technische Zulassung / Europäisch Technische Bewertung (ETA) dafür besitzen.

(5) Befestigungsmittel, welche die Abdichtung eines Bauwerks durchdringen, sind nicht zulässig.

(6) (Befestigungsmittel zur Übertragung von vorwiegend ruhender Belastung müssen aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A 4 bzw. A 5, Werkstoff-Nr. 1.4401, 1.4404 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 bestehen. Diese Forderung gilt nicht bei einbetonierten Betonstählen.

(7) Kontaktkorrosion ist durch Einbau nichtleitender Trennschichten auszuschließen.

(8) Bei Verwendung von Befestigungsmittel, die nicht der Witterung ausgesetzt sind, ist die Stahlsorte (Gruppe) entsprechend der Korrosionsschutzbelastung festzulegen. Es sind jedoch mindestens feuerverzinkte Befestigungsmittel zu verwenden.

(9) Zur Sicherung von nicht vorgespannten Schrauben dürfen bei untergeordneten Anwendungen, wie z.B. Steigleitern, Rückenschutz, Kabelführung und Besichtigungsstege sowie Gitterroste an Verkehrszeichenbrücken Kontermuttern oder dafür zugelassene Sicherungssysteme, z.B. Sechskantmuttern mit Klemmteil entsprechend DIN EN 1090-2, 5.6.8 nach DIN EN ISO 7040, DIN EN ISO 7042, DIN EN ISO 7719 oder DIN EN ISO 10511 als Verliersicherung zur Anwendung kommen. Als Kontermuttern sind ganze Muttern zu verwenden. Bei zu erwartenden Stoß-, Schwingungs- oder zyklischen Beanspruchungen müssen Sicherungselemente gegen selbsttätiges Losdrehen, wie z.B. Keilsicherungsscheiben eingesetzt werden. Es sind nur normierte Sicherungselemente oder Sicherungselemente mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bzw. mit Europäischer Technischer Zulassung / Europäischer Technischer Bewertung (ETA) zu verwenden.

## 2.2 Unterfütterung von Ankerplatten

(1) Fugen unterhalb von Fußplatten sind mit geeignetem Mörtel zu verfüllen. Bei Fußplatten bis zu einer Größe von ca. 80 x 80 [cm] und einer Fugendicke  $d \geq 15$  mm und  $d \leq 50$  mm sind Vergussmörtel gemäß der Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) einzusetzen, die ergänzend die Anforderungen gemäß den Absätzen (2) bis (4) erfüllen müssen. Bei Fußplatten bis zu einer Größe von ca. 30 x 30 [cm] und einer Fugendicke  $d \geq 15$  mm und  $d \leq 50$  mm können auch RM gem. Teil 3 Abschnitt 4 als Stopfmörtel verwendet werden.

(2) Für Ausgangsstoffe, Zusammensetzung, Herstellung und Verwendung von Vergussbeton oder -mörtel gelten sinngemäß die Festlegungen von DIN Fachbericht „Beton“ für die Expositionsklassen XD3, XF4 und die Feuchtigkeitsklasse WA, sofern in der in Absatz (1) genannten DAfStb-Richtlinie und im Folgenden nichts anderes festgelegt wird.

(3) Es sind folgende Zemente zu verwenden:

- Portlandzement CEM I oder
- Portlandkompositzemente CEM II/A-LL, CEM II/A-S, CEM II/A-V, CEM II/A-T.

(4) Es sind Gesteinskörnungen für die Expositions-klasse XF4 zu verwenden, die ergänzend zu DIN-Fachbericht „Beton“ die Anforderungen nach Teil 3 Abschnitt 1 Nr. 2.1 und Nr. 3.1 Absätze (4) bis (7) erfüllen.

(5) Auf den Nachweis des Luftgehalts im Vergussbeton oder -mörtel für die Expositions-klasse XF4 darf verzichtet werden, wenn in der Prüfung des Betons mit dem CDF-Verfahren die Abwitterung im Mittel 1500 g/m<sup>2</sup> und im Einzelwert 1700 g/m<sup>2</sup> nicht überschreitet. Dieser Nachweis ist nach dem Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) für das Nachweialter von 28 d zu führen.

(6) Der Vergussmörtel muss der Fließmaßklasse f3, und der Schwindklasse SKVM I, der Vergussbeton der Ausfließmaßklasse a3 und der Schwindklasse SKVB I gemäß der DAfStb Richtlinie in Absatz (1) genügen.

(7) Es ist Vergussmörtel oder -beton der Frühfestigkeitsklasse C zu verwenden.

(8) Mörtelfugen, deren Dicke 50 mm überschreitet, sind mit schwindarmem Beton nach DIN Fachbericht „Beton“ und Teil 3 Abschnitt 1 sowie DIN EN 13670, DIN 1045-3 und Teil 3 Abschnitt 2 auszuführen. Die Tragfähigkeit dieser Mörtelfugen ist nach DIN EN 1992-2 nachzuweisen. Für schwindarmen Beton dürfen in Abhängigkeit vom Größtkorn der Gesteinskörnung der Gesamtwassergehalt folgende Werte nicht überschritten werden:

- Größtkorn 8 mm: Gesamtwassergehalt  $\leq 175$  dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>,
- Größtkorn 16 mm: Gesamtwassergehalt  $\leq 160$  dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> und
- Größtkorn 32 mm: Gesamtwassergehalt  $\leq 155$  dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 7 Tunnelbau**

## **Abschnitt 1 Geschlossene Bauweise**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>4</b>
1.1 Grundsätzliches.....	4
1.2 Begriffsbestimmungen .....	4
1.3 Anforderungen an die Beteiligten .....	4
<b>2 Geotechnische Untersuchungen</b> .....	<b>4</b>
2.1 Allgemeines.....	4
2.2 Baubegleitende Untersuchungen .....	4
2.2.1 Geologische Kartierung .....	4
2.2.2 Geotechnische Messungen .....	4
2.3 Untersuchungen nach Fertigstellung.....	5
<b>3 Standsicherheitsnachweise</b> .....	<b>5</b>
3.1 Allgemeines.....	5
3.2 Einwirkungen.....	5
3.2.1 Ständige Einwirkungen .....	5
3.2.2 Veränderliche Einwirkungen .....	6
3.2.3 Sonstige Einwirkungen .....	6
3.3 Nachweise und Bemessung.....	6
3.3.1 Allgemeines.....	6
3.3.2 Mechanisches Gebirgsmodell und Berechnungsmodell.....	6
3.3.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	7
3.3.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	8
<b>4 Baubegleitende Maßnahmen</b> .....	<b>9</b>
4.1 Messungen während der Bauausführung	9
4.1.1 Messtechnische Überwachung .....	9
4.1.2 Überprüfung der Standsicherheitsnachweise .....	9
4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung .....	9
4.3 Ausführungsunterlagen.....	10
4.3.1 Allgemeines.....	10
4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen .....	10
4.3.3 Bauablaufplan .....	10
4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan .....	10
4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen.....	10
<b>5 Baubehelfe, Baustoffe und Bauteile</b> ...	<b>11</b>
5.1 Baubehelfe.....	11
5.1.1 Schalung .....	11
5.1.2 Traggerüste und Schalwagen.....	11
5.1.3 Nachbehandlungswagen.....	11
5.2 Baustoffe und Bauteile.....	12
5.2.1 Konstruktionsbeton .....	12
5.2.2 Spritzbeton .....	12
5.2.3 Beton- und Baustahl .....	12
5.2.4 Anker.....	12
5.2.5 Dränagerohre, Entwässerungsrohre und Schlitzrinnen .....	13
5.2.6 Befestigungsmittel (Rohbau) .....	13
5.2.7 Leerrohre.....	13
<b>6 Ausbruch und Sicherung</b> .....	<b>13</b>
6.1 Vortriebsklassen .....	13
6.2 Ausbruch .....	14
6.2.1 Allgemeines.....	14
6.2.2 Maßabweichungen und Mehrausbruch... 14	14
6.3 Sicherung .....	14
6.3.1 Spritzbetonaußenschale .....	14
6.3.2 Einbau von Betonstahlmatten.....	14
6.3.3 Einbau von Gebirgsankern.....	14
6.3.4 Spieße.....	14
6.3.5 Einbau von Ausbaubögen .....	15
6.3.6 Einbau von Dielen.....	15
6.3.7 Einpressarbeiten.....	15
6.4 Abdichtungsträger.....	15
<b>7 Innenschale</b> .....	<b>18</b>
7.1 Allgemeines.....	18
7.2 Anforderungen an die Konstruktion .....	18
7.2.1 Abmessungen und Maßtoleranzen.....	18
7.2.2 Bewehrung .....	18
7.2.3 Fugen .....	18
7.3 Herstellen der Innenschale.....	18
7.3.1 Betoniervorgang .....	18
7.3.2 Nachbehandlung.....	19
7.3.3 Verpressung im Blockfugenbereich.....	19
7.3.4 Prüfung der Innenschalendicke .....	19
7.3.5 Firstspaltverpressung.....	19
7.3.6 Prüfungen der Betondeckung.....	20
7.3.7 Rissverpressung .....	20



<b>8</b>	<b>Schutzmaßnahmen gegen Wasser .....</b>	<b>20</b>		
8.1	Allgemeines.....	20	12.3	2-schalige Konstruktion.....25
8.2	Abdichtung mit KDB .....	20	12.4	Ausbau .....
8.3	Innenschale als WUB-KO .....	20		
8.3.1	Allgemeines.....	20	<b>13</b>	<b>Bauwerksunterlagen und</b>
8.3.2	Konstruktive Ausbildung .....	20		<b>Dokumentation.....</b>
8.3.3	Fugen.....	20		<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Tunnelentwässerung.....</b>	<b>21</b>	<b>Anhang A.....</b>	<b>27</b>
9.1	Allgemeines.....	21		
9.2	Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit.....	21		<b>Regelungen für die Anwendung der</b>
9.3	Entwässerungsanlagen .....	21		<b>zerstörungsfreien Prüfung von</b>
9.3.1	Bemessung der Entwässerungsanlagen	21		<b>Tunnelinnenschalen.....</b>
9.3.2	Bauliche Ausbildung des Bergwasserdränagesystems.....	21	<b>Anhang B.....</b>	<b>34</b>
9.3.3	Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen.....	22		<b>Verwendung von PP-Faserbeton für den</b>
<b>10</b>	<b>Baulicher Brandschutz.....</b>	<b>22</b>		<b>baulichen Brandschutz im Tunnelbau.....</b>
10.1	Thermische Einwirkungen.....	22		<b>34</b>
10.2	Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion .....	22		
10.2.1	Allgemeines.....	22		
10.2.2	Konstruktive Maßnahmen .....	22		
10.3	Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau .....	23		
10.3.1	Allgemeines.....	23		
10.3.2	Fluchttüren und Verbindungstüren .....	23		
10.3.3	Kabel und Leitungen.....	23		
10.3.4	Entwässerungsanlagen .....	23		
10.3.5	Tunnelausstattung .....	23		
<b>11</b>	<b>Innenausbau .....</b>	<b>23</b>		
11.1	Straßenaufbau und Sohlabdichtung.....	23		
11.2	Wandflächen und Deckenflächen.....	24		
11.3	Lärmschutzbekleidungen .....	24		
11.4	Zwischendecken und Trennwände.....	24		
11.5	Notgehwege, Leitungstrassen und Kabelzugschächte .....	24		
11.6	Zugänglichkeit der Konstruktion.....	25		
<b>12</b>	<b>Rettungstollen und Querschläge .....</b>	<b>25</b>		
12.1	Allgemeines.....	25		
12.2	1-schalige Konstruktion .....	25		

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 7 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Dieser Abschnitt gilt für die bautechnische Ausführung neuer sowie für die Erhaltung bestehender Straßentunnel. Es werden Regelungen für Tunnel in geschlossener Bauweise behandelt, die in Spritzbetonbauweise erstellt werden.

(3) Für die Herstellung von kleinen Querschnitten (z. B. Rettungstollen und Querschläge) sind die Regelungen sinngemäß anzuwenden.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Unter einer wasserundurchlässigen Betonkonstruktion (WUB-KO) wird ein Tunnel- oder Trogbauwerk aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand verstanden, bei dem die Betonkonstruktion die lastabtragende Funktion und die Abdichtung übernimmt.

### 1.3 Anforderungen an die Beteiligten

(1) Bei Tunnelbauwerken dürfen mit der Ausführungsplanung und der Ausführung nur Auftragnehmer beauftragt werden, die umfassende Fachkenntnisse und praktische Erfahrung im Tunnelbau nachweisen können. Der Auftragnehmer hat durch nachprüfbar Referenzen nachzuweisen, dass er umfangreiche Erfahrungen bei vergleichbaren Bauleistungen gesammelt hat.

(2) Zur Bauleitung und Arbeitsaufsicht dürfen nur Führungskräfte eingesetzt werden, die bereits bei entsprechenden Tunnelbauarbeiten nachweislich tätig waren und umfassende Kenntnis für die ordnungsgemäße Ausführung derartiger Arbeiten besitzen. Beide haben durch nachprüfbar Referenzen nachzuweisen, dass sie umfangreiche Erfahrungen bei vergleichbaren Bauleistungen gesammelt haben.

## 2 Geotechnische Untersuchungen

### 2.1 Allgemeines

(1) Es gelten DIN EN 1997-1:2009-09, DIN EN 1997-2, DIN 1054 und DIN 4020.

### 2.2 Baubegleitende Untersuchungen

#### 2.2.1 Geologische Kartierung

(1) Der Tunnel wird während des Vortriebs vom Auftraggeber ingenieurgeologisch kartiert. Bei Bedarf kann der Auftragnehmer in die Ergebnisse der geologischen Kartierung Einsicht nehmen. Die Kartierung muss mindestens die geologische Beschreibung des durchörterten Gebirges, die Darstellung der Tektonik und die Aufnahme der hydrogeologischen Verhältnisse enthalten.

(2) Die Kartierung ist dem Baufortschritt anzupassen. Sie bildet die Grundlage der ingenieurgeologischen Dokumentation.

(3) Der Auftragnehmer hat die Kartierungsarbeiten im Rahmen des Bauablaufs bei jedem Abschlag ohne gesonderte Vergütung zu dulden.

#### 2.2.2 Geotechnische Messungen

(1) Neben der laufenden Bauvermessung des Tunnels sind bei der Bauausführung Messungen zur Kontrolle der Standsicherheit, zur Erfassung eventueller Geländeformverformungen und zur Registrierung von Einwirkungen auf benachbarte Bauwerke und die Umwelt erforderlich (siehe Nr. 4.1).

(2) Zu den Messungen unter Tage zählen u. a.:

- Konvergenzmessungen zur Feststellung von Abstandsänderungen zwischen Festpunkten durch Längenmessungen oder durch geodätische Vermessung von Festpunkten im Tunnelquerschnitt nach Lage und Höhe,
- Inklinometermessungen,
- Extensometermessungen und
- Messungen der Kontaktspannungen zwischen Ausbau und Gebirge sowie der tangentialen Spannungen im Ausbau und Ankerkraftmessungen.

(3) Messungen über Tage sind u. a. Extensometermessungen und geodätische Kontrollen zur Erfassung von Oberflächenveränderungen.

(4) In Sonderfällen können Ultraschallmessungen, seismische Messungen zur Feststellung von Auflockerungszonen, in situ-Spannungsmessungen, Messungen des Wasserdrucks im Gebirge und des Druckes zwischen Gebirge und Ausbau vorgenommen werden.

## 2.3 Untersuchungen nach Fertigstellung

(1) *Geotechnische Untersuchungen nach der Baufertigstellung können erforderlich werden, wenn nachträgliche Veränderungen der geologisch-hydrologischen Verhältnisse oder der Interaktion von Gebirge und Ausbau zu erwarten sind.*

(2) Pegel oder sonstige Messeinrichtungen sind so auszubilden, dass die Funktionsfähigkeit und Zugänglichkeit auf Dauer gewährleistet sind.

## 3 Standsicherheitsnachweise

### 3.1 Allgemeines

(1) *Grundlagen für die Erstellung des Standsicherheitsnachweises sind:*

- *die planerischen Randbedingungen,*
- *der geotechnische Bericht nach DIN 4020 in Verbindung mit dem tunnelbautechnischen Bericht, die Festlegung der Einwirkungen des gebirgsmechanischen Modells,*
- *die Wahl der Berechnungsverfahren und*
- *die Nachweise mit Festlegung des Sicherheitskonzeptes.*

(2) Die Ansätze der Standsicherheitsnachweise sind mit Hilfe der Messergebnisse und deren Interpretation während der Bauausführung zu überprüfen und ggf. sind die Standsicherheitsnachweise anzupassen.

(3) Die Standsicherheitsnachweise müssen vollständige Angaben für die zu untersuchenden Bau- und Endzustände in übersichtlicher und prüfbarer Form enthalten, und zwar bezüglich der

- Geometrie des Bauwerks,
- Gebirgskenngrößen,
- Ansätze für den primären Spannungszustand,
- Einwirkungen,
- Vortriebsverfahren und Bauzustände,
- Berechnungsmodelle,
- Baustoffe/Baustoffkennwerte,
- Beanspruchung des Gebirges im hohlraumnahen Bereich,
- Beanspruchung aller tragenden Teile des Ausbaus mit Nachweis der ausreichenden Sicherheit,
- Verformungen des Ausbaus,
- Verformungen des Gebirges bis zur Geländeoberfläche, soweit diese für die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit des Tunnels und der

Bebauung an der Geländeoberfläche von Bedeutung sind und

- Einzelnachweise für alle tragenden Teile, Bauwerksfugen und konstruktiven Details.

## 3.2 Einwirkungen

### 3.2.1 Ständige Einwirkungen

#### 3.2.1.1 Eigenlasten

Als Eigenlast gilt das Eigengewicht des Ausbaus. Für den Bauzustand ist dies die Spritzbetonschale, für den Endzustand sind dies alle Bauteile ohne die Spritzbetonschale.

#### 3.2.1.2 Wechselwirkungen zwischen Gebirge und Ausbau

Die Wechselwirkungen zwischen Gebirge und Ausbau, welche die Spannungs- und Verformungszustände von Gebirge und Ausbau beim Tunnelbau bestimmen, einschließlich der Einflüsse aus Quellen, Schwellen und Kriechen des Gebirges sowie Einwirkungen aus Erdfallschloten, Karsterscheinungen und Störungszonen, sind hinsichtlich Art und Größe nachvollziehbar herzuleiten und zu begründen.

#### 3.2.1.3 Wasserdruck

(1) Als Wasserdruck sind die Lasten des ruhenden oder strömenden Bergwassers entsprechend dem höchsten zu erwartenden Bergwasserspiegel anzusetzen. Sind mehrere Bergwasserstockwerke vorhanden oder weist das Bergwasser infolge der Strömung ein Potentialgefälle auf, kann bei entsprechendem Nachweis mit einem geringeren Wasserdruck gerechnet werden.

(2) Bei zweischaligem Ausbau ist für die Innenschale auch der Fall zu untersuchen, dass neben dem Eigengewicht nur Wasserdruck wirkt.

(3) Der Bergwasserdruck darf nur dann unberücksichtigt bleiben, wenn Entspannungsmaßnahmen (Dränagen) durchgeführt werden, deren dauernde Wirksamkeit gewährleistet ist. Grundsätzlich ist auch der Lastfall „ohne Bergwasser“ zu untersuchen.

#### 3.2.1.4 Lasten aus Vorspannmaßnahmen

Lasten aus vorgespannten Ankern, vorgespannten Verbindungen oder aus gegen das Gebirge vorgespanntem Ausbau sind zu berücksichtigen, soweit sie von wesentlichem Einfluss sind.

#### 3.2.1.5 Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen

Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen des Ausbaus sind nach DIN EN 1992-2 zu berücksichtigen, wenn sie ungünstig wirken.

### 3.2.1.6 Dauernd wirkende Lasten auf der Geländeoberfläche

Dauernd wirkende Lasten auf der Geländeoberfläche sind zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch dauernd wirkende Lasten aus vorhersehbaren Veränderungen an der Geländeoberfläche.

### 3.2.1.7 Einwirkungen aus benachbarten Hohlräumen

Einwirkungen aus benachbarten Hohlräumen sind sowohl für alle Bauzustände als auch für den Endzustand zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch Einflüsse aus der beabsichtigten späteren Herstellung benachbarter Hohlräume und aus dem Bergbau.

## 3.2.2 Veränderliche Einwirkungen

### 3.2.2.1 Verkehrslasten

(1) Als Verkehrslasten aus Verkehrswegen im und über dem Tunnel sind die Lastannahmen nach DIN EN 1991-2 anzusetzen.

*(2) Die Verkehrslasten durch zivile oder militärische Fahrzeuge auf der Geländeoberfläche außerhalb von Verkehrswegen sind in Abstimmung mit den zuständigen Stellen festzulegen und in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(3) Für begehbare Teile von Tunneln, wie z. B. Podeste und Treppen, ist eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$  anzusetzen. Für Lüftungskanäle ist eine Verkehrslast von  $1 \text{ kN/m}^2$  bzw.  $P = 1 \text{ kN}$  (Mannlast) anzusetzen.

*(4) Es ist für jeden Einzelfall zu prüfen, ob höhere Verkehrslasten, wie z. B. durch Betriebszustände, auftreten können. Dies gilt insbesondere für technische Betriebsräume und Zwischendecken. Die höheren Verkehrslasten sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(5) Ersatzlasten für den Anprall von Fahrzeugen sind nach DIN EN 1991-2 anzusetzen.

### 3.2.2.2 Temperatureinwirkungen

(1) Für die Innenschale von Straßentunneln sind den Berechnungen die Werte gemäß Bild 7.1.1 zugrunde zu legen.

*(2) Besondere Bauwerksverhältnisse oder Bauzustände können genauere Ansätze der Temperaturen erfordern. Diese sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(3) Der Temperaturverlauf im Querschnitt ist linear anzunehmen. Es ist eine Temperaturdifferenz von  $10 \text{ K}$  rechnerisch anzusetzen.

## 3.2.3 Sonstige Einwirkungen

(1) Zu den vorübergehenden Belastungen während der Bauzeit gehören die zeitweilig wirkenden Lasten aus Baugeräten, Rüstungen, Baustoffen und Bauwerksteilen sowie die Einpressdrücke bei Verpressungen.

(2) Für Tunnel mit einem lichten Querschnitt von  $50 \text{ m}^2$  und mehr sind die Bekleidungen für die Einwirkungen aus Druck und Sog mit  $0,5 \text{ kN/m}^2$  zu bemessen. Bei Tunneln mit geringerem Querschnitt erhöht sich der Sog. Bei einem lichten Querschnitt von  $43 \text{ m}^2$  und weniger beträgt er  $0,8 \text{ kN/m}^2$ . Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

(3) Für Brandeinwirkungen gilt Nr. 10.

## 3.3 Nachweise und Bemessung

### 3.3.1 Allgemeines

(1) Für die Bemessung und für die Nachweise von Bauteilen aus Stahlbeton gelten DIN EN 1992-2.

(2) Der endgültige Ausbau ist für die ständige Bemessungssituation (BS-P), die vorübergehende Bemessungssituation (BS-T) und für die außergewöhnliche Bemessungssituation (BS-A) zu bemessen.

(3) Die Spritzbetonaußenschale ist nur für die Bemessungssituationen BS-P und BS-T zu bemessen. Für kurz dauernde Bauzustände bis zu wenigen Tagen ist eine Bemessung ausschließlich für die Bemessungssituation BS-T zulässig.

*(4) Die Standsicherheit ergibt sich aus der Wechselwirkung von Bauwerk und Baugrund und ist insbesondere beeinflusst durch die Bauverfahren. Die Zusammenhänge mit einer großen Anzahl von linear und nichtlinear wirkenden Einflussfaktoren sowie die Unsicherheiten in der Festlegung der Einflussgrößen führen dazu, dass bei Tunnelbauten iterativen Korrekturprozessen besondere Bedeutung zukommt.*

### 3.3.2 Mechanisches Gebirgsmodell und Berechnungsmodell

*(1) Aufgrund der geotechnischen Untersuchungen sind die mechanisch wirksamen Einflussgrößen herauszuarbeiten und modellhaft festzulegen. Das mechanische Gebirgsmodell muss bereits die Möglichkeiten zur Umsetzung in ein Berechnungsmodell berücksichtigen.*

*(2) Elemente des mechanischen Gebirgsmodells sind u. a.:*

- struktureller Aufbau, Schichtung, Stratigraphie,
- Verformbarkeit und Festigkeit des Gebirges,
- Primärspannungen,

- Wasserstände und Durchlässigkeit des Gebirges,
- besondere Einwirkungen wie Quellen, unterirdische Erosion, Bergsenkungen und
- Einwirkungen aus Baugrundverbesserungen wie Injektionen, Gefrieren, Dränage.

(3) Die einzelnen Gebirgsmodelle sind jeweils nur für einen Bereich mit gleichbleibender Gebirgscharakteristik (Homogenbereich) gültig.

(4) Für die statische Bearbeitung sind in der Regel modellhafte Vereinfachungen erforderlich. Diese Vereinfachungen sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Standsicherheitsnachweise zu prüfen.

(5) Die Berechnungsmodelle müssen, angepasst an den jeweiligen Einzelfall,

- den primären Spannungszustand,
- das mechanische Gebirgsmodell,
- die eintretende Teilentspannung des Gebirges,
- die räumliche und zeitliche Abfolge der Ausbruchs- und Sicherungsphasen,
- die Wirkung der Ausbaumittel und
- die Art des Verbundes zwischen Ausbau und Gebirge berücksichtigen.

(6) Es sind Berechnungsmodelle zu wählen, die dem tatsächlichen Tragverhalten des Verbundsystems aus Gebirge und Ausbau möglichst gut entsprechen. Das im Einzelfall angewandte Rechenmodell ist zu begründen und zu erläutern.

(7) Aufgrund der Erfahrungen und der Messungen, die während der Bauzeit durchgeführt werden, sind das gewählte mechanische Gebirgsmodell und das Berechnungsmodell zu überprüfen und ggf. zu ändern (siehe Nr. 4.2).

(8) Für das mechanische Gebirgsmodell und das Berechnungsmodell sind Rahmenbedingungen in der Leistungsbeschreibung vorzugeben, die u. a.:

- die zulässige Näherung für die Stoffgesetze des Gebirges und des Ausbaus (lineares oder nicht-lineares Spannungs-Verformungs-Verhalten bis zum Bruch, Bruchkriterien, Fließregeln, Zeitabhängigkeit),
- die Näherung für die Berücksichtigung von Inhomogenitäten, Anisotropien, Störungen des Trennflächengefüges (quasi-homogenes Kontinuum, explizite Nachbildung),
- die zulässige Näherung für die Untersuchung der Ortsbrust sowie der Ausbruchs- und Ausbauzustände (dreidimensionale oder ebene Modelle, Berücksichtigung der Ortsbrustentspannung, Differenzierung der Bauzustände) und

- die Berücksichtigung komplizierter Geometrien beinhalten.

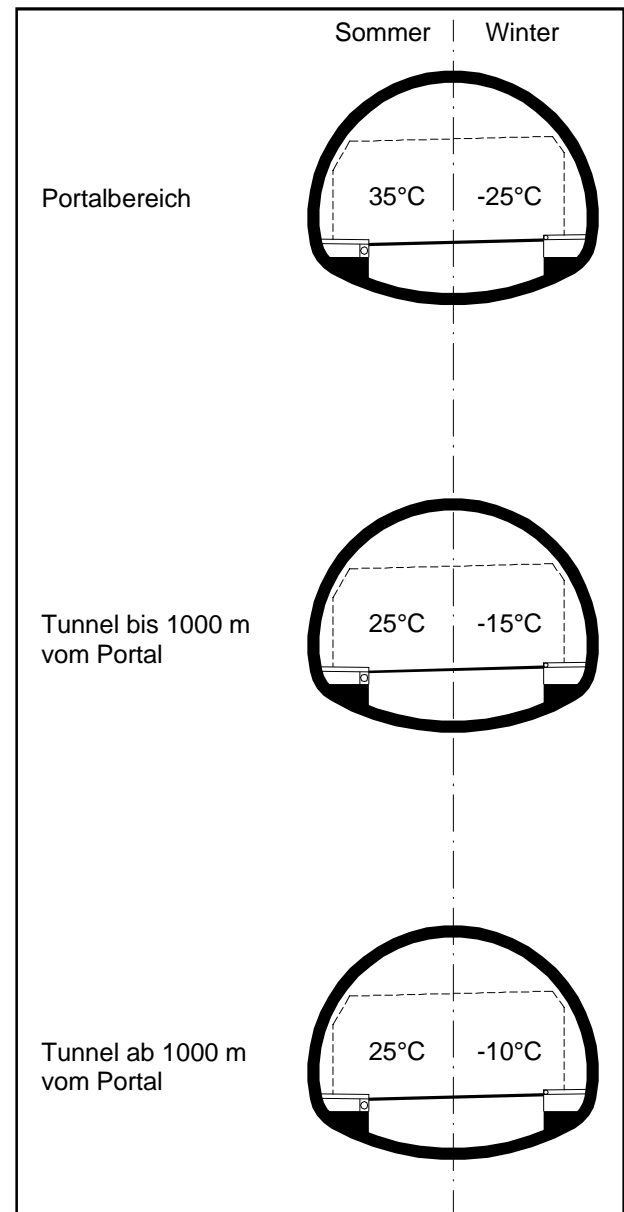


Bild 7.1.1: Temperaturen an den inneren Bauteiloberflächen bzw. Straßenoberflächen

### 3.3.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Die nichtlinearen Abhängigkeiten erfordern Nachweise, bei denen die Bandbreiten der in die Rechnung eingehenden Ansätze, wie z. B. für den Primärzustand, die Gebirgskennwerte, die Einwirkungen und die Werkstofffestigkeiten, von Anfang an zu berücksichtigen sind.

(2) Mit einer vorangehenden Parameteranalyse ist zu ermitteln, wie stark die Versagenskriterien auf Änderung der einzelnen Einflussgrößen reagieren. Zu den Einflussgrößen gehören auch das Berechnungsverfahren selbst und das mechanische Gebirgsmodell.

(3) Die Festlegung der maßgebenden Parameter erfolgt gemeinsam durch den Auftragnehmer im Einvernehmen mit dem Auftraggeber.

(4) Die Ergebnisse der Berechnungen sind zu ergänzen durch gesamtheitliche Sicherheitsbetrachtungen, die mindestens

- die Güte und Dichte der ingenieurgeologischen und felsmechanischen Untersuchungen,
- die Realitätsnähe der angesetzten oder aus der Auswertung von Labor- und Feldmessungen bestimmten Stoffwerte des Gebirges,
- die Wahl des Berechnungsmodells, die Simulationsgenauigkeit der Ausbruchs- und Ausbauphasen,
- die im Berechnungsverfahren enthaltenen Annahmen,
- die Aussagekraft der Kriterien, auf die die rechnerische Sicherheit bezogen wird (z. B. Spannungen, Verformungen oder Bruchgrenzfälle),
- die Aussagekraft der messtechnischen Überwachung und
- eine kurzfristige Anpassungsfähigkeit der gewählten Bauverfahren

berücksichtigen müssen.

(5) Zusätzlich zu dem Gesamtnachweis des Tragsystems Gebirge, Sicherung und Innenschale werden, von der jeweiligen Situation abhängig, unter anderem folgende Einzelnachweise erforderlich:

- Nachweis der Standsicherheit der Ortsbrust,
- Nachweis der freien Stützweite hinter der Ortsbrust,
- Nachweis der Schalenlängskraftaufnahme im Kalotten- und Strossenfußbereich,
- Nachweis der Ausbaubögen, in Verbindung mit Vorpfändlanzen, Verzugsdielen oder Rohrschirmen, sofern statisch erforderlich,
- Nachweis der Anker (Tragkraft, Länge, Anzahl),
- Grundbruchnachweise (Grundbruch zur Geländeoberfläche, Grundbruch am Kalottenfuß),
- Gleitkeilnachweise und
- Abschätzung der Verformung im Gebirge, ggf. an der Geländeoberfläche.

(6) Bei stärker verformbaren Tunnelwandungen sind die Verschiebungen in den Gleichgewichtsbedingungen zu berücksichtigen.

(7) Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind ungünstige Einwirkungen aus Temperatur mit den Kombinationsbeiwerten nach DIN EN 1991-2 zu multiplizieren. Abweichend von DIN EN 1991-2 sind die Temperatureinwirkungen mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,0$  anzusetzen.

### 3.3.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### 3.3.4.1 Allgemeines

(1) Die ständigen Einwirkungen sind mit ihren charakteristischen Werten anzusetzen.

(2) Die veränderlichen Einwirkungen aus Verkehr sind für die häufige Kombination mit den Kombinationsbeiwerten gemäß DIN EN 1990 für den häufig wirkenden Lastanteil zu multiplizieren.

(3) In Sonderfällen, in denen die Verkehrslast mit großer Wahrscheinlichkeit in voller Höhe auftritt, ist der Kombinationsbeiwert in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

#### 3.3.4.2 Rissverhalten infolge Einwirkungen aus Zwang

(1) Sofern für die Zwangsbeanspruchung aus Temperatureinwirkungen kein genauere Nachweis geführt wird, ist

- bei der Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand II mit  $\psi_2 = 1,0$  oder
- bei der Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand I mit  $\psi_2 = 0,5$

zu rechnen.

(2) Sondereinwirkungen, wie z. B. Temperaturbeanspruchungen im Brandfall, Beanspruchungen aus kurzzeitigen unplanmäßigen Überflutungen, sind für die Rissbreitenbeschränkung nicht zu berücksichtigen.

#### 3.3.4.3 Stahlspannung im Rissquerschnitt

(1) Die Stahlspannung im Rissquerschnitt ist mit der häufigen Lastfallkombination gemäß DIN EN 1991-2 zu ermitteln.

(2) Bei nichtlinearen Berechnungen sind die Lasten aus den Einwirkungen zu überlagern und als Kombinationslastfall auf das statische System anzusetzen.

#### 3.3.4.4 Nachweise der Rissbreite

(1) Der Rechenwert der Rissbreite ist nach DIN EN 1992-2 zu ermitteln.

(2) Der Rechenwert für die zulässige Rissbreite beträgt 0,20 mm.

(3) Bei WUB-KO beträgt der Rechenwert für die zulässige Rissbreite bergseits grundsätzlich 0,15 mm.

(4) Der Nachweis der Rissbreitenbeschränkung aus Lastfall Zwang infolge abschnittsweiser Herstellung und abfließender Hydratationswärme ist nach DIN EN 1992-2 zu führen.

## 4 Baubegleitende Maßnahmen

### 4.1 Messungen während der Bauausführung

#### 4.1.1 Messtechnische Überwachung

(1) *Das zur Kontrolle der Standsicherheit erforderliche Messprogramm ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen. Die Planung des Messprogramms soll unter Beachtung der ingenieurgeologischen, boden- und felsmechanischen sowie der tunnelbautechnischen und baubetrieblichen Bedingungen erfolgen. Befinden sich Gebäude und sonstige Anlagen im Einflussbereich der Baumaßnahme sind zur Kontrolle der Standsicherheit Erschütterungs- und Verformungsmessungen im Messprogramm vorzusehen.*

(2) *Zur Begrenzung unverträglicher Baugrund- und Bauwerksverformungen sind für das obertägige Messprogramm Prognose-, Warn- und Alarmwerte in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

(3) *Zur Kontrolle der Standsicherheit des Tunnels und der Verformungen an der Geländeoberfläche sind vortriebsbegleitende Messungen am Bauwerk und in dessen Umgebung durchzuführen.*

(4) *Die im Messprogramm geplanten Abstände der Messquerschnitte in Tunnellängsrichtung und die Messintervalle sind den Erfahrungen beim Vortrieb anzupassen. Insbesondere ist bei ungünstigen Gebirgsverhältnissen sowie bei kritischen Unterfahrungen von bestehenden Bauwerken und Verkehrswegen der Abstand der Messquerschnitte zu verringern und die Anzahl der Messungen zu erhöhen.*

(5) *Beim Vortrieb sind mindestens die Vertikalverschiebungen im First und in den Fußpunkten sowie die absoluten oder relativen Horizontalverschiebungen der Fußpunkte regelmäßig zu messen und zu interpretieren.*

(6) *Beim Ausbruch von Teilquerschnitten sind die Fußpunktmessungen der Ausbruchgeometrie, wie z. B. der Kalotte, der Strosse und der Sohle, anzupassen.*

(7) *Zur Messung der Verschiebungen sind Messgeräte und Verfahren einzusetzen, die eine Messgenauigkeit von  $\pm 1$  mm erlauben.*

(8) *Bei zu erwartenden Sohlhebungen infolge Quellens oder Schwellens sind die Vertikalverschiebungen in der Sohle zusätzlich zu messen.*

(9) *Für Messeinrichtungen im Sohlbereich sind besondere Schutzeinrichtungen gegen Beschädigungen aus dem Baubetrieb vorzusehen.*

(10) *Der Einbau der Messeinrichtungen und die Durchführung der Nullmessung sind rechtzeitig mit dem Auftraggeber abzustimmen.*

(11) *Bei den vortriebsbegleitenden Verschiebungsmessungen an der Tunnelleibung sind die Messstellen unmittelbar hinter der Ortsbrust anzubringen. Die Nullmessung ist noch vor dem jeweils nächsten Abschlag durchzuführen.*

(12) *Die Messpunkte an der Geländeoberkante sind so rechtzeitig zu installieren, dass die Nullmessung noch keinen Einflüssen des Vortriebs unterliegt.*

(13) *Die Messdaten sind unverzüglich auszuwerten und dem Auftraggeber vorzulegen.*

(14) *Die Messergebnisse sind auch graphisch darzustellen und auf die wichtigsten Daten zu beschränken.*

(15) *Messergebnisse von Verschiebungen an der Tunnelleibung sind auch in Abhängigkeit vom Ortsbrustabstand darzustellen.*

#### 4.1.2 Überprüfung der Standsicherheitsnachweise

(1) *Die den Vortrieb begleitenden in situ-Messungen sind zu interpretieren und mit den Ergebnissen der Standsicherheitsnachweise zu vergleichen, um den Ausbruchvorgang und die Bemessung der Stützmaßnahmen laufend an die gegebenen Verhältnisse anpassen zu können. Bei der Interpretation der Messergebnisse sind der Zeitpunkt der Nullmessung und der Abstand des Messpunktes von der Ortsbrust bei der Nullmessung zu beachten.*

(2) *Weichen die Ergebnisse der in situ-Messungen erheblich von den prognostizierten Werten der Standsicherheitsnachweise ab, sind weitere felsmechanische Untersuchungen und Berechnungen durchzuführen und/oder das mechanische Gebirgsmodell bzw. das Berechnungsmodell anzupassen.*

(3) *Weisen große oder nicht abklingende Verformungen darauf hin, dass die Standsicherheit des vorläufigen Ausbaues gefährdet ist, sind unverzüglich zusätzliche Maßnahmen zur Erhaltung der Standsicherheit zu ergreifen.*

### 4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung

(1) *Befinden sich Gebäude und sonstige Anlagen im Einflussbereich der Baumaßnahme, ist vor Beginn der Bauarbeiten eine Zustandserfassung und Beweissicherung durchzuführen. Art und Umfang sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) *Ist der Auftragnehmer mit der Zustandserfassung und Beweissicherung beauftragt, hat er im Einvernehmen mit dem Auftraggeber einen unabhängigen Bausachverständigen für die Durchführung dieser Maßnahmen einzuschalten. Die Zustandserfassung und die Beweissicherung sind durch Messungen, Planskizzen, Fotografien und*

Protokolle, die vom Auftraggeber anerkannt sein müssen, zu dokumentieren.

(3) Die betroffenen Anlieger sind vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber rechtzeitig über die Durchführung der Maßnahmen zur Sicherung von Beweisen zu benachrichtigen. Nach Beendigung der Bauarbeiten ist eine gemeinsame Schlussbesichtigung durchzuführen und zu protokollieren.

### 4.3 Ausführungsunterlagen

#### 4.3.1 Allgemeines

(1) Der vom Auftragnehmer für die statische und konstruktive Bearbeitung zu benennende Koordinator gemäß Teil 1 Abschnitt 2 Nr. 2.1 hat umfangreiche Erfahrungen im Tunnelbau nachzuweisen.

(2) *Die Ausführungsunterlagen sind zusätzlich in tunnelbautechnischer Hinsicht zu prüfen. Hierbei ist auch die geplante betriebstechnische Ausstattung zu berücksichtigen.*

#### 4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen

Es sind mindestens folgende tunnelbauspezifischen Ausführungsunterlagen zu liefern:

- Übersichtspläne mit Angaben zu Trasse und Gradienten, Stationierungen und Tunnelmetern,
- Voreinschnitt- und Tunnelanschlagpläne,
- Pläne für Ausbruch und Sicherung,
- Pläne für die Blockeinteilung der Innenschale,
- Schalwagenplan mit Angabe der Arbeitsfugen,
- Pläne für Regel- und Sonderquerschnitte (z. B. unterirdische Betriebsräume, Haltebuchten und Portalbereiche),
- Pläne über bauliche Vorkehrungen für Betriebs-einrichtungen,
- Abdichtungspläne mit Darstellung der Details für die Lage der Fügenähte in Arbeits- und Blockfugen, bei komplexen Geometrien, wie z. B. Nischen oder Querschlaganschlüssen mit Darstellung der Verschneidungsbereiche und der KDB-Nahtführung,
- Pläne für Injektions-/Nachverpresseinrichtungen (bei wasserdruckhaltender Abdichtung mit dreidimensionaler Darstellung) und
- das geotechnische Messprogramm.

#### 4.3.3 Bauablaufplan

(1) Nach Aufforderung durch den Auftraggeber ist ein Bauablaufplan abzugeben. Dieser Plan muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Art und zeitliche Reihenfolge der Bauarbeiten innerhalb der vom Auftraggeber gesetzten Fristen,
  - Dauer der einzelnen Arbeitsschritte,
  - Angaben über die Bauleistungen sowie den Ort der jeweiligen Leistung,
  - mittlere kalkulierte Vortriebsleistung in den verschiedenen Vortriebsklassen,
  - Anzahl der vorgesehenen Arbeitskräfte und Geräte bezogen auf die Leistungsphasen und
  - Finanzbedarf im Verlauf der Bauzeit.
  - der kritische Weg und die Darstellung der gegenseitigen Abhängigkeiten,
  - Darstellung der Vertragstermine.
- (2) Der Bauablaufplan ist gemäß dem aktuellen Bauablauf fortzuschreiben.

#### 4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan

Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber vor Baubeginn einen Baustelleneinrichtungsplan zur Zustimmung vorzulegen. In diesem Plan sind mindestens darzustellen:

- die gesamte Baustelleneinrichtung wie Lager, Werkstätten, Unterkünfte, sanitäre Anlagen,
- die Ver- und Entsorgungsanlagen für die Baustelle einschließlich Absetzbecken und ggf. Neutralisationsanlage sowie Anlagen zur Wasserhaltung,
- Sprengstofflager bzw. Sprengstoffbunker,
- Zwischenlager für Ausbruchmaterial sowie ggf. Aufbereitungs- und/oder Betonmischanlage,
- Zuwegungen und Baustraßen innerhalb sowie außerhalb der Baustelle bis zum Anschluss an das bestehende Straßennetz und
- ggf. Schutzmaßnahmen wie Bauzäune, Schutz-zonen und Tabubereiche aus Gründen des Naturschutzes.

### 4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen

(1) Der Auftragnehmer hat alle Genehmigungen, die aus seinem Baubetrieb resultieren, bei den zuständigen Fachbehörden einzuholen.

(2) Zur Einhaltung der zulässigen Emissions- und Immissionsgrenzwerte sind besondere Schutzmaßnahmen vorzusehen.

(3) Für Sprengungen im Einflussbereich bebauter Gebiete ist das Bohr- und Ladeschema unter Einschaltung eines vom Auftragnehmer beauftragten, vereidigten Sprengsachverständigen festzulegen.



(4) *Erforderliche Schutzmaßnahmen an Gebäuden und Anlagen, wie z. B. Fundamentsicherung, Bodenstabilisierung sowie erforderliche Schutzmaßnahmen des Natur- und Artenschutzes, sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

## 5 Baubehelfe, Baustoffe und Bauteile

### 5.1 Baubehelfe

#### 5.1.1 Schalung

(1) Die Schalung ist so herzustellen, dass unter Berücksichtigung der Verformungen die vorgegebene Geometrie der Innenschale eingehalten wird.

(2) Die Schalung für die Innenschale kann entlang der Tunnelachse polygonzugartig, d. h. auf einer Blocklänge gerade, ausgebildet werden. Die Einhaltung des Lichtraums ist an jeder Stelle sicherzustellen.

(3) Die Stirnfläche ist glatt und eben herzustellen, damit eine Verzahnung mit dem benachbarten Block vermieden wird.

(4) Weitere Anforderungen an die Schalung siehe Nr. 11.2.

#### 5.1.2 Traggerüste und Schalwagen

(1) *Traggerüste und Schalwagen sind als gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) Schalwagen sind Traggerüste. Es gilt Teil 5 Abschnitt 1.

(3) Abweichend zu Teil 5 Abschnitt 1 muss beim Schalwagen der fachkundige Ingenieur mindestens zu Beginn der Betonarbeiten, bei jedem Wechsel der Rezeptur und bei jeder Querschnittsänderung anwesend sein.

(4) Schalwagen sind als Stahlkonstruktion auszuführen.

(5) Bei druckwasserhaltenden Tunneln mit KDB-Abdichtung sind für den Sohlbereich und den Gewölbebereich separate Schalwagen vorzusehen.

(6) Bei der Standsicherheitsberechnung von Traggerüsten und Schalwagen sind zusätzlich zu DIN EN 12812 folgende Belastungsannahmen zu berücksichtigen:

- Bei der Bestimmung des Frischbetondruckes gemäß Bild 1 der DIN 18218 ist, unabhängig von der vorgegebenen Konsistenz des Betons, von der oberen Linie (Fließbeton) auszugehen.
- Als rechnerische Betonspiegeldifferenz sind 1,50 m anzusetzen.

— Im Gewölbescheitel sowie bereichsweise dort, wo der Beton über Stützen drückend eingepumpt wird, ist der Lastansatz für den Betonierdruck zu erhöhen.

(7) Die Ausführungsunterlagen für die Schalwagen müssen mindestens folgende ergänzende Angaben enthalten:

- Ausbildung der Stirnschalung,
- Ausbildung, Anzahl und Anordnung der Betonierfenster bzw. Betonierstützenart, Anzahl, Anordnung und Leistung der Rüttler, Angabe des maximalen Pumpendruckes beim Scheitelschluss,
- Ausbildung und Anordnung der Nachverpress-einrichtungen,
- Betriebsanweisung zum Aufbau, Absenken, Verfahren und Betonieren,
- Anordnung der Messpunkte und
- Ausbildung und Anordnung einer Überdruck-sicherung im Firstbereich, z. B. Klappe mit auf den zulässigen Betonierdruck einstellbarem Kontergewicht.

(8) Die Abnahme der Traggerüste und Schalwagen vor Ort erfolgt nach Teil 5 Abschnitt 1 vor der ersten Betonage durch einen vom Auftraggeber benannten Prüfenieur.

#### 5.1.3 Nachbehandlungswagen

(1) *Der Nachbehandlungswagen ist als gesonderte Position in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) Der unmittelbar hinter dem Schalwagen nachzuführende klimatisierbare Nachbehandlungswagen ist in drei voneinander unabhängige Kammern, welche jeweils einer Blocklänge entsprechen, zu unterteilen. An den Blockfugen ist der Ringraum der einzelnen Kammern mittels Stirnelementen ausreichend gegen Wärme- und Feuchtigkeitsverlust abzudichten. Im Einzelnen werden folgende Anforderungen gestellt:

- selbsttragende Stahlkonstruktion mit profilgerechter Geometrie entsprechend dem Tunnelquerschnitt,
- Abstand zwischen Betonleibung und Dichtung im Mittel 10 cm, jedoch nicht mehr als 15 cm,
- wärmedämmende, stabile Dichtung, z. B. Schaumstoffplatten, die zusätzlich mit Folie abgedeckt werden,
- Temperatur- und Feuchtemesseinrichtungen an drei Stellen pro Kammer,
- Anordnung einer Wassersprüh- bzw. Bedampfungsanlage, die kammerweise steuerbar sein muss und

- Anordnung eines automatischen Messwertaufnehmers zur kontinuierlichen Dokumentation der Temperatur und Feuchte.

## 5.2 Baustoffe und Bauteile

### 5.2.1 Konstruktionsbeton

#### 5.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Für die Herstellung, Verarbeitung und Überwachung des Betons gelten Teil 3 Abschnitte 1 und 2 sowie Teil 7 Abschnitt 1 Anhang B.

(2) Die Betonzusammensetzung für Innenschalen von Tunneln in bergmännischer Bauweise ist an die besonderen Einbaubedingungen untertage (Schalwagen mit Schalungsrüttler und drückender Betonage) anzupassen. Sie ist insbesondere auf die Verarbeitbarkeit des Betons abzustimmen, die im Hinblick auf die Bauteilabmessungen, die Bewehrungsanordnung, das vorgesehene Betonierverfahren und die Erzielung eines dauerhaften Betons erforderlich ist.

#### 5.2.1.2 Überwachung des Betonierens

(1) An den ersten fünf Betonierblöcken sowie nach jeder Änderung der Betonzusammensetzung ist der Temperaturverlauf in verschiedenen Bauteiltiefen während der ersten 36 h zu dokumentieren.

(2) Die Anzahl der Messpunkte und Querschnitte ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(3) Die für den Ausschalzeitpunkt festgelegte Mindestbetondruckfestigkeit ist vor jedem Ausschalen nachzuweisen.

(4) Das Ausschalen darf frühestens 12 h nach Einbringen des letzten Betons erfolgen.

### 5.2.2 Spritzbeton

#### 5.2.2.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Es gelten DIN EN 14487 und DIN 18551.

(2) Betonzusatzmittel müssen auf die verwendeten Zemente hinsichtlich der Abbindebeschleunigung und des Festigkeitsverlaufes abgestimmt werden.

(3) Der Alkaligehalt des Spritzbetons ist zu minimieren. Das Gesamt- $\text{Na}_2\text{O}$ -Äquivalent muss unter 1,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse liegen. Es dürfen nur alkalifreie Beschleuniger verwendet werden. Das bedeutet, dass das  $\text{Na}_2\text{O}$ -Äquivalent des Beschleunigers unter 1,0 M.-% bezogen auf den Beschleuniger liegen muss. Auf eine geringe Auslaugbarkeit des Spritzbetons ist zu achten.

#### 5.2.2.2 Erstprüfungen

(1) Vor Beginn der Spritzbetonarbeiten sind Probestflächen unter Baustellenbedingungen anzulegen.

(2) Die Ergebnisse der Erstprüfungen sind dem Auftraggeber spätestens sechs Wochen vor Beginn der Spritzbetonarbeiten vorzulegen.

(3) Nachzuweisen ist die Druckfestigkeit des Spritzbetons nach 6, 12 und 24 h sowie nach 3, 7 und 28 d.

#### 5.2.2.3 Überwachung der Spritzbetonarbeiten

(1) Die Probekörper für die Prüfung der Druckfestigkeit sind aus dem Bauwerk als Bohrkern zu entnehmen.

(2) Zum Nachweis der Frühfestigkeit hat der Auftragnehmer geeignete Prüfgeräte, wie z. B. Schussbolzengerät oder Kaindl-Meyco-Gerät, an der Baustelle bereitzuhalten.

(3) Zur Bestimmung der Frühfestigkeit ist über die Forderungen der DIN 18551 hinaus mindestens an einer Serie je 100 m<sup>3</sup> des eingebauten Spritzbetonvolumens, mindestens aber alle fünf Betoniertage, die Festigkeit zu prüfen.

### 5.2.3 Beton- und Baustahl

(1) Betonstahlmatten aus glatten Stäben sind nicht zugelassen. Für Innenschalen sind Betonstahlmatten vorzugsweise als Listenmatten, für Außenschalen Lagermatten zu verwenden. Die Maschenweite der Matten darf 15 cm nicht überschreiten.

(2) Für Baustahl gilt DIN EN 10025 in Verbindung mit DIN 21530.

(3) Ausbaubögen für die Sicherung sind aus Walzprofilen, Rinnenprofilen, Gitterträgern, Bergbaubonderprofilen oder zusammengesetzten Profilen zu fertigen.

(4) Für Gitterbögen ist die Mindeststahlgüte der Bögen gemäß DIN EN 1992-2 mit B500B nach DIN488 und die Mindeststahlgüte der Verbindungen mit S 235 JR gemäß DIN EN 10025 zu wählen.

(5) Bleche und Stahldecken müssen mindestens die Stahlgüte S 235 JR gemäß DIN EN 10025 aufweisen.

(6) Stahlspieße mit Vollquerschnitt müssen mindestens die Stahlgüte B500B nach DIN 488 und einen Durchmesser von 25 mm aufweisen.

### 5.2.4 Anker

(1) Für Gebirgsanker gilt DIN 21521-1 und -2. Für Verpressanker gilt DIN EN 1537.

(2) Die Wahl des Ankertyps ist auf die jeweiligen Gebirgsverhältnisse abzustellen. Die Eignung der Anker ist in dem jeweiligen Gebirge durch mindestens drei Versuche nachzuweisen.

### 5.2.5 Dränagerohre, Entwässerungsröhre und Schlitzrinnen

(1) Die Regelungen in den Absätzen 2 bis 6 gelten für Rohre einschließlich deren Verbindungsmittel.

(2) Es dürfen nur Vollwand-Dränagerohre aus PVC-U nach DIN 8061, DIN 8062 bzw. DIN EN 1401-1, aus PE oder PE-HD nach DIN 8074, DIN 8075 bzw. DIN EN 12666 oder aus PP-R nach DIN 8077, DIN 8078 bzw. DIN EN 1852-1 als Vollsicker-, Teilsicker- und Mehrzweckrohre verwendet werden. Die Verwendung von Rohren aus Recyclingmaterial ist nicht zulässig.

(3) Für Steinzeugrohre gilt DIN EN 295, für Betonrohre und Stahlbetonrohre gilt DIN V 1201, für Stahlrohre gilt DIN EN 1123 und für Gussrohre gilt DIN 19522.

(4) Alle Rohre des Fahrbahntwässerungssystems müssen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 entsprechen. Dies gilt auch für Schlitzrinnen und Schächte.

(5) Rohre müssen so bemessen sein, dass sie einem Spüldruck von 12 MPa an der Düse standhalten.

(6) Entwässerungsröhre im Einflussbereich von Verkehrslasten sind nach DIN EN 1991-2 zu bemessen.

(7) Für Schlitzrinnen gilt DIN EN 1433 und DIN 19580. Sie sind den Expositionsklassen XF4 und XD3 gemäß dem DIN-Fachbericht „Beton“ zuzuordnen.

(8) Es sind Schlitzrinnen aus Beton und Polymerbeton zugelassen.

### 5.2.6 Befestigungsmittel (Rohbau)

(1) Ergänzend zu Teil 6 Abschnitt 11 gelten für Befestigungsmittel, die im Zuge des Rohbaus im Tunnel eingebaut werden, die nachfolgenden Regelungen.

(2) Befestigungsmittel (Schrauben, Dübel) für Tunneleinbauten im Verkehrsraum müssen aus nicht rostendem Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4529 oder 1.4547 nach DIN EN ISO 3506 sowie nach DIN EN 10088 bestehen. Dies gilt auch für Abhängungen von Zwischendecken und Ankerschienen.

(3) Unterkonstruktionen von Lärmschutzelementen müssen mindestens aus nicht rostendem Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4571 bestehen.

(4) Befestigungsmittel in Querschlägen und Rettungsstollen müssen aus nicht rostendem Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4571 bestehen.

(5) Für die Verwendung von Dübeln ist eine allgemeine bauaufsichtliche oder eine europäische technische Zulassung bzw. Bewertung (ETA) für ruhende Belastung erforderlich für:

— Betonzwischendecken und schwere Schallschutzelemente aus Beton,

— leichte Schallschutzelemente aus Edelstahl oder Aluminium, wenn ein Herunterfallen durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen werden kann und die entsprechenden Nachweise vorgelegt werden und

— Brandschutzplatten.

(6) Die maximale Ausnutzung der Dübel ist auf 75 % zu begrenzen.

(7) Für Dübel aller übrigen bautechnischen Einbauteile ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine europäisch technische Zulassung bzw. Bewertung (ETA) für nicht ruhende Belastung erforderlich.

(8) Die Eignung der Dübel zur Befestigung in der Zugzone des Betons ist nachzuweisen.

(9) Befestigungsmittel für Tunneleinbauten im Zuge der betriebstechnischen Ausstattung sind in Abschnitt 4 geregelt.

### 5.2.7 Leerrohre

(1) Es dürfen nur Leer- bzw. Kabelschutzrohre mit glatter Innenwand aus PE-Material nach DIN 16874 bzw. DIN 16876 verwendet werden.

(2) Die Rohre müssen für die bei der Betonage auftretenden Einwirkungen (u. a. Betonierdruck) ausgelegt sein.

(3) Leerrohre unterhalb der Notgehwege sind in Beton zu verlegen.

## 6 Ausbruch und Sicherung

### 6.1 Vortriebsklassen

(1) Die Einstufung in Vortriebsklassen erfolgt nach DIN 18312.

(2) *Darüber hinausgehende projektbezogene Untergliederungen sind in der Regel erforderlich. Wesentliche Gesichtspunkte für eine weitere Untergliederung sind u. a.*

— *die Wahl der einzelnen Sicherungsmittel und der Zeitpunkt für deren Einbau,*

— *der Einfluss aus Wasserzutritt und*

— *die Abschlagtiefe.*

(3) *Die bei den jeweiligen Vortriebsklassen erforderlichen Angaben für Ausbruch und Sicherung werden entsprechend dem Beispiel (siehe Bild 7.1.2 und Bild 7.1.3) beschrieben und zeichnerisch dargestellt. Darüber hinaus werden die Abfolge und der Sicherungsumfang in den einzelnen Arbeitsschritten beschrieben. Eine ausreichende Bandbreite für Ausbruch und Sicherung soll vorgesehen werden.*

(4) Die Angaben zu den Absätzen (1) bis (3) sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(5) Der Auftragnehmer schlägt die Vortriebsklasse vor. Die jeweils auszuführende Vortriebsklasse wird vom Auftragnehmer im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festgelegt.

(6) Mit mehrfachem Wechsel der Vortriebsklassen, der projektbezogenen Untergliederungen, der darin vorgesehenen Abschlagstiefen sowie der Art und Menge der Sicherungsmittel ist zu rechnen. Für diese Wechsel erfolgt keine besondere Vergütung.

## 6.2 Ausbruch

### 6.2.1 Allgemeines

(1) Beim Ausbruch durch Sprengen hat der Auftragnehmer rechtzeitig vor Ausbruchbeginn dem Auftraggeber das sprengtechnische Gutachten einschließlich dem vorgesehenen Schussbild in Abhängigkeit von Querschnitten und Abschlagslängen zur Genehmigung vorzulegen.

(2) Die Schießbücher sind dem Auftraggeber auf Anforderung vorzulegen.

(3) Die Sprengbefähigung der für den Vortrieb verantwortlichen Person ist dem Auftraggeber vorzulegen.

### 6.2.2 Maßabweichungen und Mehrausbruch

*Die Ausbruchgenauigkeiten nach innen und außen sowie das maximale Maß für die Gebirgsverformungen sind in der Leistungsbeschreibung entsprechend DIN 18312 anzugeben.*

## 6.3 Sicherung

### 6.3.1 Spritzbetonaußenschale

(1) Die Spritzbetonaußenschale ist mindestens in der Betonfestigkeitsklasse C 20/25 auszuführen.

(2) Bei größeren Wasserzutritten, mehr als tropfend, sind vor dem Spritzen geeignete Maßnahmen zur Ableitung des Gebirgswassers vorzusehen, wie z. B. Einbau von Noppenbahnstreifen oder Abschlauungen. Die Bewehrung sowie stählerne Bauteile, wie z. B. Ausbaubögen und Ankerköpfe, müssen vollständig mit Spritzbeton umhüllt werden. Rückprall darf weder überspritzt noch wiederverwendet werden. Die in den Vortriebsklassen angegebenen Spritzbetondicken sind Mindestdicken.

(3) Bezüglich der Einhaltung der planmäßigen Innenbegrenzung der Spritzbetonaußenschale gilt Nr. 6.4.2. Bezüglich der zulässigen Maßabweichungen für die Dicke der Tunnelinnenschale gilt Nr. 7.2.1.

(4) Grundsätzlich ist ein Abdichtungsträger als separate Schicht herzustellen und bei der Festlegung der Ausbruchgeometrie zu berücksichtigen.

Der Abdichtungsträger wird statisch nicht auf die Spritzbetonaußenschale angerechnet.

(5) Für bewehrte Spritzbetonschalen ist eine Betondeckung von  $c_{nom} = 3$  cm einzuhalten.

(6) Beim abschnittswisen Einbringen der Spritzbetonsicherung sind die Arbeitsfugen versetzt anzuordnen.

(7) Werden die Ausbrucharbeiten für längere Zeit unterbrochen, ist die Ortsbrust gegen Auflockerung und Nachbruch zu sichern. Eine Vergütung erfolgt nur, wenn die Unterbrechung vom Auftraggeber zu vertreten ist.

(8) Nach den Nachprofilierungsarbeiten und dem Auftragen des Abdichtungsträgers ist die Oberfläche der Spritzbetonaußenschale vermessungstechnisch in einem Messraster in Längsrichtung von  $\leq 0,5$  m und in Ringrichtung von  $\leq 0,05$  m aufzunehmen und auf Einhaltung der Maßtoleranzen nach den Nrn. 6.6 und 7.2.1 zu überprüfen, die Ergebnisse zu dokumentieren und dem Auftraggeber zu übergeben.

### 6.3.2 Einbau von Betonstahlmatten

(1) Betonstahlmatten sind je nach Aufbau der Sicherung ein- oder mehrlagig einzubauen. Die Mattenüberlappungen betragen in Tunnelängsrichtung mindestens eine Maschenweite und in Ringrichtung mindestens zwei Maschenweiten.

(2) Die zur Sicherung von Mehrausbrüchen oder Nachbrüchen eingebauten Betonstahlmatten werden nur dann vergütet, wenn der Mehrausbruch oder der Nachbruch als geologisch bedingt, unvorhersehbar und unvermeidbar anerkannt wurde.

(3) Alle Maßnahmen zur Befestigung der Matten sind Nebenleistungen.

### 6.3.3 Einbau von Gebirgsankern

(1) Die Anker sind in der Regel radial zu setzen. Die Ankerplatten sind kraftschlüssig einzubauen.

(2) Die Bohrlöcher sind vor dem Einbauen der Anker zu reinigen.

(3) Die Ankerköpfe sind so anzuordnen, dass sie nicht in den Querschnitt der Innenschale hineinragen.

### 6.3.4 Spieße

*Spieße kommen als Voraussicherung hauptsächlich im Überkopfbereich als Selbstbohrspieße bzw. als Spieße, die über vorgebohrte, ggf. vermörtelte Löcher oder direkt ins Gebirge eingetrieben werden zum Einsatz.*

### 6.3.5 Einbau von Ausbaubögen

(1) Die Ausbaubögen sind flucht- und profilgerecht einzubringen. Die Stoßverbindungen der Ausbaubögen sind so zu dimensionieren und zu gestalten, dass die statische Wirkung des Querschnittes voll gewahrt bleibt. Hierzu ist vor Baubeginn ein statischer Nachweis vorzulegen.

(2) Beim Einbau der Ausbaubögen verwendete Distanzhalter müssen aus Rundstahl sein.

### 6.3.6 Einbau von Dielen

(1) Verzugdielen sind auf Ausbaubögen aufzulegen und zu befestigen. Der Raum zwischen Gebirge und Dielen und den Dielen untereinander muss kraftschlüssig verfüllt werden.

(2) Getriebedielen sind über den Ausbaubögen dachziegelartig in das Gebirge einzutreiben. Dabei sind Auflockerungen zu vermeiden.

(3) Durch geeignete Maßnahmen ist zu verhindern, dass die Dielen beim Eintreiben ihre Neigung ändern.

### 6.3.7 Einpressarbeiten

(1) Einpressarbeiten dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers ausgeführt werden.

(2) Der Zeitpunkt sowie die sonstigen technischen Einzelheiten von Einpressarbeiten werden entsprechend den angetroffenen örtlichen Verhältnissen vom Auftragnehmer im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festgelegt.

*(3) Sind Einpressarbeiten in mehreren Etappen auszuführen und müssen einzelne oder ganze Strecken mehrmals nachverpresst werden, sind hierfür gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

## 6.4 Abdichtungsträger

(1) Die Spritzbetonschale ist für das Aufbringen des Abdichtungsträgers vorzubereiten. Lose Bestandteile sowie vorstehende scharfkantige Teile sind, soweit sie nicht durch den Abdichtungsträger selbst überdeckt werden, zu entfernen. Wasserzutritte sind zu fassen und abzuleiten.

(2) Der Abdichtungsträger ist eine separat aufzubringende Schicht. Er ist auch bei einer WUB-KO herzustellen.

(3) Der Abdichtungsträger ist so herzustellen, dass ein möglichst vollflächiges Anliegen von Schutzschicht und Kunststoffdichtungsbahn (KDB) gewährleistet ist.

(4) Zusammensetzung, Einbau und Rauigkeit des Abdichtungsträgers müssen den Anforderungen der Schutzschicht und der KDB genügen. Folgende Anforderungen sind einzuhalten:

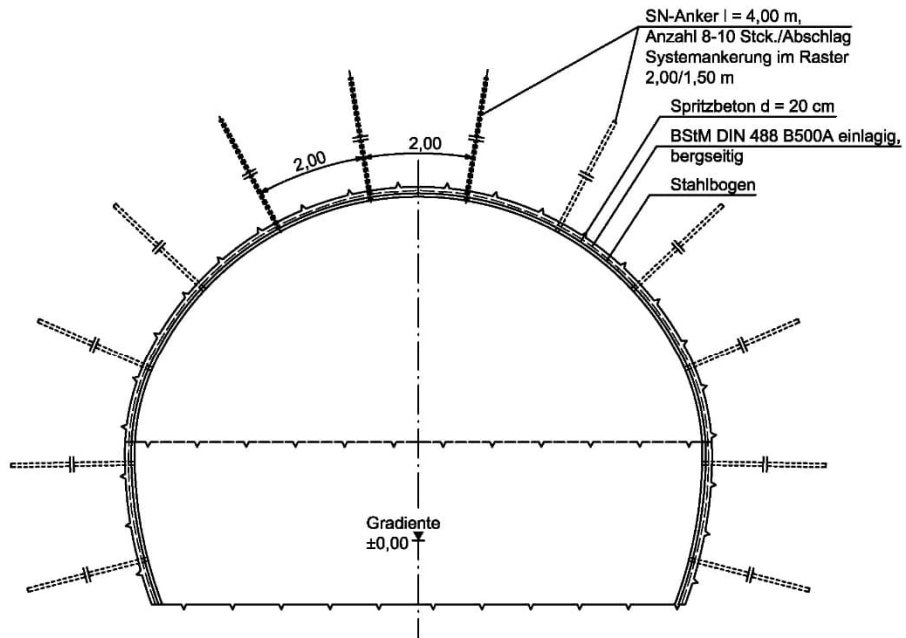
- Zuschlagstoffe aus Kies (Rundkorn) oder kubisch gebrochenem Material (Edelsplitt),
- Dicke mindestens 3 cm,
- Größtkorn maximal 8 mm bei Rundkorn, max. 4 mm bei gebrochenem Material,
- Unebenheiten dürfen ein Maß von 1:20 (Tiefe zu Basis), das entspricht einer Neigung von 1:10, nicht überschreiten,
- Mindestradius der Abrundungen von Unebenheiten und bei Nischen, Anschlüssen und Pannebuchten, 20 cm,
- ausreichende Festigkeits- und Formbeständigkeit und
- alle Wasserzutritte müssen in die Dränage eingeleitet werden.

(5) Die Eigenschaften des Abdichtungsträgers müssen auf die vorgesehenen Befestigungsmittel der Abdichtung abgestimmt werden.

(6) Vor Einbau der Abdichtung oder der Trennschicht bei WUB-KO ist die Einhaltung der Anforderungen gemäß Absatz (4) an die Oberfläche des Abdichtungsträgers als Ausgleichsschicht vom Auftragnehmer nachzuweisen. Hierüber ist ein Protokoll zu fertigen und dem Auftraggeber zu übergeben. Die Kontrolle kann auch abschnittsweise erfolgen. Der Auftraggeber ist spätestens vier Wochen vorher über den Termin für die Durchführung der Kontrolle zu unterrichten.

(7) Werden Schottfugenbänder angeordnet, ist der Abdichtungsträger im Bereich der Blockfuge in Ringrichtung gleichsinnig gekrümmt und rechtwinklig dazu eben auszubilden. Hierzu ist eine zusätzliche Mörtelausgleichsschicht mit einem Größtkorn  $\leq 4$  mm vorzusehen.

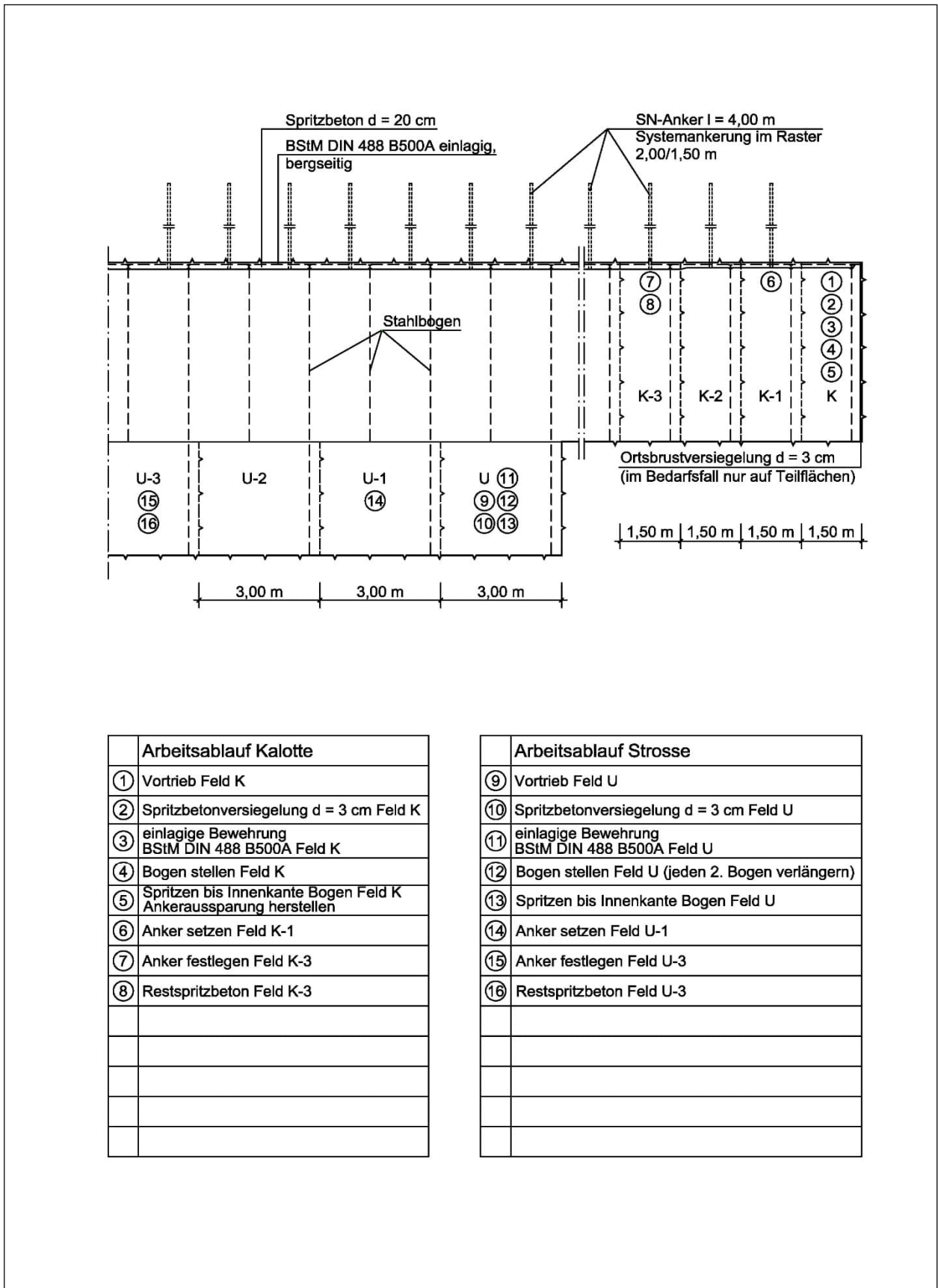
(8) Wird im Bereich der Sohle eine Ausgleichsschicht aus Ortbeton ausgeführt und erfüllt diese die Ebenheitsanforderungen des Abdichtungsträgers, gilt diese als Abdichtungsträger.



Vkl X im Homogenbereich Y		
		Kalotte
Ausbruch	Verfahren	Sprengen
	Abschlagtiefen	1,50 m
	Bemerkungen	-
Sicherung	Voraussicherung	-
	Spritzbeton	d = 20 cm
	Bewehrung	einlagig BStM DIN 488 B500A bergseitig
	Anker	SN-Anker l = 4,00 m Anzahl 8 - 10 Stück
	Bögen	Stahlbogen
	Kalottensohle	-
	Ortsbrüst	d = 3 cm (im Bedarfsfall nur auf Teilflächen)
Bemerkungen	-	

Vkl X im Homogenbereich Y		
		Strosse / Bankett
Ausbruch	Verfahren	Sprengen
	Abschlagtiefen	3,00 m
	Bemerkungen	-
Sicherung	Voraussicherung	-
	Spritzbeton	d = 20 cm
	Bewehrung	einlagig BStM DIN 488 B500A bergseitig
	Anker	SN-Anker l = 4,00 m Anzahl 4 Stück
	Bögen	Stahlbogen (jeden 2. Bogen verlängern)
	Sohle	-
	Bemerkungen	-

Bild 7.1.2: Darstellung der Vortriebsklassen und der erforderlichen Sicherung, Querschnitt (Beispiel)



Arbeitsablauf Kalotte	
①	Vortrieb Feld K
②	Spritzbetonversiegelung d = 3 cm Feld K
③	einlagige Bewehrung BSStM DIN 488 B500A Feld K
④	Bogen stellen Feld K
⑤	Spritzen bis Innenkante Bogen Feld K Ankeraussparung herstellen
⑥	Anker setzen Feld K-1
⑦	Anker festlegen Feld K-3
⑧	Restspritzbeton Feld K-3

Arbeitsablauf Strosse	
⑨	Vortrieb Feld U
⑩	Spritzbetonversiegelung d = 3 cm Feld U
⑪	einlagige Bewehrung BSStM DIN 488 B500A Feld U
⑫	Bogen stellen Feld U (jeden 2. Bogen verlängern)
⑬	Spritzen bis Innenkante Bogen Feld U
⑭	Anker setzen Feld U-1
⑮	Anker festlegen Feld U-3
⑯	Restspritzbeton Feld U-3

Bild 7.1.3: Darstellung der Vortriebsklassen und der erforderlichen Sicherung, Längsschnitt (Beispiel)

## 7 Innenschale

### 7.1 Allgemeines

- (1) Die Innenschale ist bewehrt auszuführen.
- (2) Für die Ausführung unbewehrter Innenschalen ist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.
- (3) Für die Ausführung der Innenschale als WUB-KO gelten zusätzlich die Regelungen der Nr. 8.3.
- (4) Für das Bewehren, Betonieren und die Überwachung des Betons gilt Teil 3 Abschnitt 2, sowie Teil 7 Abschnitt 1 Anhang B.

### 7.2 Anforderungen an die Konstruktion

#### 7.2.1 Abmessungen und Maßtoleranzen

- (1) Die Mindestdicke der bewehrten Innenschale beträgt 35 cm.
- (2) Die Dicke der Innenschale ist wie folgt zu begrenzen:
- $$h_{\max} \leq h_{\text{soll}} + 15 \text{ cm}$$
- Es bedeuten:
- $h_{\max}$  maximale Dicke der Innenschale
- $h_{\text{soll}}$  Solldicke der Innenschale
- (3) Überprofil ist zuvor mit Spritzbeton auszugleichen.
- (4) Die Anforderungen gemäß Nr. 6.6 hinsichtlich Unebenheit und Mindestradius des Abdichtungsträgers sind zu beachten.
- (5) Das vorgesehene Lichtraumprofil ist einzuhalten. Der Auftragnehmer hat das tatsächliche Profil jedes Innenschalenblockes vermessungstechnisch aufzunehmen und die Protokolle dem Auftraggeber vor der Abnahme vorzulegen. Es sind jeweils drei Messquerschnitte pro Block unmittelbar neben den Blockfugen sowie in Blockmitte aufzunehmen.
- (6) Unebenheiten der Betonoberflächen bis  $\pm 2$  cm, bezogen auf 10 m Länge, sind zulässig.
- (7) Versätze zwischen den Blöcken dürfen nicht mehr als 1 cm betragen.

#### 7.2.2 Bewehrung

- (1) Als Bewehrung sind vorgebogene, dem jeweiligen Radius angepasste Betonstabstähle und/oder Betonstahlmatten zu verwenden. Die Tragkörper der Bewehrung sind aus verschweißten Bewehrungskörben oder Gitterträgern herzustellen und separat statisch nachzuweisen. Die Tragkörper einschließlich der Bewehrung sind insbesondere für den Betoniervorgang unverschieblich herzustellen und dürfen die Abdichtung nicht berühren.

- (2) Bei der Verlegung der Bewehrung für die Innenschale ist zu gewährleisten, dass kein Verbund zwischen Spritzbetonaußenschale und Innenschale entsteht.

- (3) Als Bewehrung sind mindestens  $3,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  je Seite und Richtung einzulegen.

- (4) Das Nennmaß der Betondeckung der Stahleinlagen der Innenschale beträgt zur Tunnelinnenseite  $c_{\text{nom}} = 60 \text{ mm}$  und zur Bergseite  $c_{\text{nom}} = 60 \text{ mm}$ . Das Mindestmaß beträgt  $c_{\text{min}} = 50 \text{ mm}$  bzw.  $45 \text{ mm}$ .

- (5) Als Abstandhalter sind linienförmige, kipp-sichere Abstützungen aus Beton zu verwenden. Punktförmige Abstandhalter sind nicht zugelassen. Die Abstandhalter sind unverschieblich so anzuordnen, dass die Abdichtung weder im Bau- noch im Endzustand verletzt wird. Nahe der Abdichtung liegende Stabenden sind mit Schutzkappen zu versehen.

- (6) Arbeiten, welche die Abdichtung beschädigen können wie z. B. Schweiß- und Trennarbeiten von Metall, sind nur unter entsprechenden Schutzvorkehrungen mit besonderer brandschutztechnischer Aufsicht und nur in Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig.

#### 7.2.3 Fugen

- (1) Die Arbeitsfuge zwischen Sohle und aufgehendem Innengewölbe ist unterhalb der Oberkante der Notgehewege anzuordnen.
- (2) Die Stirnflächen von Pressfugen sind auf voller Breite eben auszubilden und mit einem 2-maligen bituminösen Trennanstrich zu versehen.
- (3) Mit Zustimmung des Auftraggebers kann ein anderes, geeignetes Material verwendet werden. Der Nachweis der Eignung ist dem Auftraggeber vorzulegen. Zu den Einzelheiten der Fugenabdichtung siehe Nr. 8.3.3 und Abschnitt 5.

### 7.3 Herstellen der Innenschale

#### 7.3.1 Betoniervorgang

- (1) Das Einbringen des Betons innerhalb eines Betonierabschnittes muss kontinuierlich und ohne Unterbrechung erfolgen. Der Beton darf aus dem Fördergerät nicht höher als 1 m frei fallend eingebracht werden. Die Schütthöhendifferenz darf auf einer Seite in Längsrichtung 0,70 m nicht übersteigen. Bei größeren Einbringhöhen sind Schüttrohre mit Einfülltrichtern zu verwenden. Das Einbringen des Betons von unten nach oben unter Druck ist zulässig. Die Verdichtung ist mit hochtourigen Innenrüttlern und/oder mit Außenschalungsrüttlern nach DIN 4235 durchzuführen. Die Sollage der Bewehrung ist beim Betoniervorgang laufend zu kontrollieren.



(2) Der obere Teil des Gewölbes wird über Stützen in der Firste betoniert. Zur Sicherstellung der vollständigen Füllung sind zum Abschluss des Betoniervorgangs die Betonierstützen in der Firste nacheinander, beginnend am tieferliegenden Blockende, mit Beton zu beaufschlagen und der Beton mit Außenschalungsrüttlern zu verdichten. Ausreichende Entlüftungsmöglichkeiten und Kontrollmöglichkeiten im Firstbereich sind vorzusehen. Hierzu können die Verpresseinrichtungen des Schalwagens dienen.

(3) Der Firstbereich ist nach Abschluss der Betonage und des Setzens des Betons frisch in frisch über in Abhängigkeit von der Blocklänge mindestens vier Verpresseinrichtungen des Schalwagens oder die Nachbetonierstützen mit Zementmörtel zu verfüllen. Ausreichende Entlüftungsmöglichkeiten und Kontrollmöglichkeiten im Firstbereich sind vorzusehen. Die Verpresseinrichtungen des Schalwagens sind nach jeder Beaufschlagung freizuspülen.

(4) Bei fallender Betonage oder Lückenschluss zwischen zwei Vorläuferblöcken fehlen Entlüftungs- und direkte Beobachtungsmöglichkeiten an der Stirnschalung. Die vollständige Betonage des Blockes zum Nachbarblock ist nachzuweisen.

(5) Es ist die Frischbetontemperatur gemäß Teil 3 Abschnitt 1 einzuhalten.

### 7.3.2 Nachbehandlung

(1) Das Konzept über die Art und den Umfang der Nachbehandlung des Betons ist dem Auftraggeber mindestens sechs Wochen vor Beginn der Betonierarbeiten vorzulegen.

(2) Im Bereich des Regelquerschnittes der Haupt- röhre ist zur Nachbehandlung des Betons hinter dem Schalwagen ein Nachbehandlungswagen mitzuziehen, der drei Blöcke abdeckt (siehe Nr. 5.1.3).

### 7.3.3 Verpressung im Blockfugenbereich

In der Blockfuge ist im Firstbereich zum Abschluss des Betoniervorgangs in jedem Fall eine planmäßige Verpressung mit Füllgütern gemäß Nr. 7.3.5 frisch in frisch zur vollständigen Einbindung der Sperranker der außenliegenden Fugenbänder unter Verwendung der Entlüftungs- bzw. Verpressschläuche bzw. -rohre im Bereich der Blockfugen gemäß Abschnitt 5 durchzuführen. Der Verpressdruck darf 0,2 MPa nicht überschreiten.

### 7.3.4 Prüfung der Innenschalendicke

(1) Die Innenschalendicke ist vor der Firstspaltverpressung mittels eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens entsprechend der Regelungen für Zerstörungsfreie Prüfverfahren von Tunnelinnenschalen zu überprüfen und in einem Messbericht zu dokumentieren (siehe Anhang A1 bis A6).

(2) Im Rahmen der Eigenüberwachung des Auftragnehmers sind folgende Leistungen zu erbringen:

- Durchführung zerstörungsfreier Messungen der Tunnelinnenschale nach dem Ultraschall- oder Impact-Echo-Verfahren. Diese Leistung gilt für alle Querschnittstypen. Die Messergebnisse sind nach den Vorgaben des Anhangs A1 bis A6 grafisch zu dokumentieren.
- Das Messraster ist entsprechend den Angaben in Anhang A1 bis A6 vorzunehmen.
- Werden bei diesen Messungen Minderdicken gemäß Anhang A1 bis A6 festgestellt, ist das Messraster weiter zu verdichten. Anschließend sind die festgestellten Hohlräume entsprechend 7.3.5 zu verfüllen bzw. zu verpressen. Der Erfolg der Verpressarbeiten ist durch Wiederholungsmessungen zu belegen.

(3) Zur Kalibrierung der zerstörungsfreien Messverfahren ist wie in Anhang A1 bis A6 beschrieben vorzugehen.

(4) Die nach Absatz (1) ermittelten Innenschalendicken sind den vermessungstechnischen Aufnahmen der Spritzbetonaußenschale (vgl. Nr. 6.5.2) und des tatsächlichen Profils der Innenschale nach Nr. 7.2.1 vom Auftragnehmer gegenüberzustellen. Das Ergebnis ist zu dokumentieren.

### 7.3.5 Firstspaltverpressung

(1) Der nach dem Betonieren der Innenschale und der ggf. durchgeführten Verfüllung nach Absatz (3) verbleibende Hohlraum in der Firste ist frühestens 56 d nach dem Betonieren des betreffenden Blockes durch Kontaktinjektionen mit Zementmörtel oder -suspension mit maximal 0,3 MPa zu verpressen. Das vorgesehene Material ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(2) Die Firstspaltverpressung ist vor dem Wiederanstieg des Bergwassers auszuführen.

(3) Werden nach Nr. 7.3.4 Hohlräume von mehr als 4 cm Tiefe festgestellt, sind diese vor der planmäßigen Firstspaltverpressung mit einem, schwindarmen Verpressmaterial gemäß Teil 3 Abschnitt 5 zu verfüllen.

(4) Der Abstand der Verpressstützen in der Firstlinie darf 3 m nicht überschreiten, wobei die äußeren Verpressstützen 1 m von den Blockfugen entfernt anzubringen sind. Als Einfüllstützen dienen die Öffnungen der Verpresseinrichtungen gemäß Nr. 7.3.1 (3). Art und Menge des verwendeten Füllgutes ist je Verpressstützen zu protokollieren.

(5) Verpressöffnungen sind zu verfüllen. Die Verfüllungen sind gegen Herabfallen zu sichern.

(6) Alle Aufwendungen für die Firstspaltverpressung werden nicht gesondert vergütet.

### 7.3.6 Prüfungen der Betondeckung

Im Rahmen der Eigenüberwachung des Auftragnehmers ist die Betondeckung der Innenschale unmittelbar nach Abschluss der Nachbehandlung für die ersten fünf Blöcke und bei Querschnittswechselsystematisch (Messraster 2 m in Längsrichtung und 1 m in Ringrichtung) aufzunehmen. Darüber hinaus ist jeder 5. Block an drei Querschnitten im Abstand von 1 m in Ringrichtung zu überprüfen. Hierbei sind sowohl Unterschreitungen als auch Überschreitungen zu erfassen und zu dokumentieren. Diese Messungen sind unverzüglich auszuwerten und dem Auftraggeber vorzulegen.

### 7.3.7 Rissverpressung

(1) Die Messung der Rissbreiten ist im Vorfeld der Abnahmeprüfung (H1-Prüfung), frühestens jedoch 56 Tage nach Herstellung des betreffenden Innenschalenblockes bzw. bei Tunneln mit wasserdruckhaltender Abdichtung nach Wiederanstieg des Bergwasserspiegels, an der Bauteiloberfläche mittels Linienbreitenmaßstab (Riss-Schablone) durchzuführen. Beurteilungskriterium ist dabei jeweils der Maximalwert der an der Bauteiloberfläche gemessenen Rissbreite jedes Risses. Die Bestandsaufnahme der Risse ist nach Teil 3 Abschnitt 5 Anhang A durchzuführen und dem Auftraggeber vorzulegen.

(2) Alle Risse bzw. Teillängen von Rissen mit Rissbreiten von mehr als 0,20 mm sowie alle wasserführenden Risse sind nach Teil 3 Abschnitt 5 zu füllen. Diese Leistungen werden nicht gesondert vergütet.

## 8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser

### 8.1 Allgemeines

(1) Hinsichtlich der Dichtigkeitsanforderungen sind die Dichtigkeitsklassen gemäß Tabelle 7.5.1 zu beachten.

(2) Die Abdichtungssysteme sind in Tabelle 7.5.3 geregelt.

### 8.2 Abdichtung mit KDB

Für die Abdichtung von Tunnelbauwerken mit KDB gilt Abschnitt 5.

### 8.3 Innenschale als WUB-KO

#### 8.3.1 Allgemeines

Bei Konstruktionen ohne Abdichtung gemäß Abschnitt 5 ist die Innenschale als WUB-KO herzustellen.

### 8.3.2 Konstruktive Ausbildung

(1) Zur Vermeidung der Schwindbehinderung sind ein Abdichtungsträger gemäß Nr. 6.6 und eine Trennschicht aus Folie oder Vlies zwischen Spritzbeton und Innenschale vorzusehen.

(2) Die Mindestdicke der Innenschale als WUB-KO beträgt 40 cm.

(3) Das Nennmaß der Betondeckung der Stahleinlagen der Innenschale beträgt zur Tunnelinnenseite  $c_{nom} = 60$  mm und zur Bergseite  $c_{nom} = 60$  mm. Das Mindestmaß beträgt  $c_{min} = 50$  mm bzw. 45 mm.

(4) Bei einer Innenschale als WUB-KO ist mindestens Dichtigkeitsklasse 2 (siehe Tabelle 7.5.1) einzuhalten.

(5) Es darf kein Wasser über die Blockfugen austreten. Bei Wasserzutritten über die Blockfugen, ist die Dichtigkeitsklasse 2 nicht erreicht.

(6) Die Flächen, gegen die betoniert wird, müssen frei von Wasseransammlungen oder fließendem Wasser sein.

(7) Bei der Verlegung der Bewehrung für die Innenschale ist zu gewährleisten, dass kein Verbund zwischen Spritzbetonaußenschale und Innenschale entsteht.

### 8.3.3 Fugen

(1) Der Abstand der Blockfugen darf 10 m nicht überschreiten.

(2) Die Fugenabdichtung der Blockfugen erfolgt mit innenliegenden Elastomerfugenbändern. Die Fugenbandbreite muss mindestens 350 mm betragen.

(3) Das innenliegende Blockfugenband ist mit beidseitig anvulkanisierten Stahllaschen und Injektionsmöglichkeiten zu versehen. Die Injektionsstellen sind so anzuordnen, dass sie auch nach dem Innenausbau leicht zugänglich sind. Die Injektionsmöglichkeiten sind nur bei Undichtigkeiten und nach Zustimmung des Auftraggebers zu verpressen. Das Injektionsmaterial und die Injektion werden nicht gesondert vergütet.

(4) Bei Blockfugen sind die Baustellenstöße der Fugenbänder auf eine Mindestanzahl zu beschränken. Die Fugenbänder dürfen nur durch Vulkanisieren miteinander verbunden werden.

(5) Arbeitsfugen sind mit mindestens 30 cm breiten ungefetteten Fugenblechen mit einer Mindestdicke von 2 mm auszuführen, die durchgehend zu verschweißen sind sowie der Materialgüte S 235 JR entsprechen. Diese Fugenbleche sind mit den Stahllaschen des innenliegenden Elastomerfugenbandes zu verschweißen.

## 9 Tunnelentwässerung

### 9.1 Allgemeines

Alle anfallenden Wässer und andere Flüssigkeiten müssen gesammelt und vor Einleitung in einen Vorfluter je nach Verschmutzungsgrad in einem Absetzbecken, und/oder in einer Neutralisationsanlage entsprechend den wasserrechtlichen Vorgaben und Auflagen behandelt werden.

### 9.2 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit

(1) Während der Bauzeit eines Tunnels können folgende Wässer anfallen:

- Bergwasser,
- Brauchwasser und
- Niederschlagswasser.

(2) Für die Entsorgung der bauzeitlichen Wässer ist ein den örtlichen Randbedingungen und den wasserrechtlichen Erlaubnissen entsprechendes Konzept durch den Auftragnehmer aufzustellen und dem Auftraggeber zusammen mit dem Baustelleneinrichtungsplan zu übergeben.

(3) Die unterschiedlichen Maßnahmen der Wasserableitung bei steigendem bzw. fallendem Vortrieb sind zu beachten.

(4) In der Leistungsbeschreibung ist aufgrund der hydrogeologischen Untersuchungen eine Grenzwassermenge für das voraussichtlich anfallende Bergwasser anzugeben.

(5) Während der Baudurchführung sind die Menge und die chemische Beschaffenheit des anfallenden Bergwassers zu ermitteln und zu protokollieren.

(6) Örtlich stärker austretendes Bergwasser ist durch besondere Maßnahmen zu fassen und abzuleiten.

### 9.3 Entwässerungsanlagen

#### 9.3.1 Bemessung der Entwässerungsanlagen

Sämtliche Entwässerungsanlagen sind im Einzelnen aufgrund einer hydraulischen Berechnung zu dimensionieren.

#### 9.3.2 Bauliche Ausbildung des Bergwasserdränagesystems

(1) Für die Planung und Ausführung von Bergwasserdränagesystemen ist die Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU) zu beachten.

(2) Die Dränageleitungen zur Ableitung des Bergwassers sind beiderseits des Tunnels am Ulmenfuß sowie außermittig im Sohlbereich anzuordnen.

Die Leitungen sind mit glatter und ebener Innenfläche auszubilden und in einer versinterungsarmen Filterschicht aus Filterkies der Körnung 16/32 zu verlegen. Gesteinskörnungen aus Kalkstein und Dolomit sind nicht zulässig. Die Filterschicht ist gebunden mit  $100 \text{ kg/m}^3$  CEM III oder auch ungebunden herzustellen. Bei Verzicht auf ein Bindemittel sind die Einbaubarkeit und eine verstärkte Qualitätssicherung nachzuweisen. Zusätzlich sind bei Verzicht auf ein Bindemittel Elektroschweißmuffen für die Verbindung der Dränagerohre zu verwenden.

(3) Es ist ein Mindestdurchmesser der Leitungen von DN/ID 200 (DN/OD 250) vorzusehen. Die Dränagerohre müssen eine Mindeststringsteifigkeit von  $8 \text{ kN/m}^2$  (SN 8) nach ISO 9969 im geschlitzten Zustand besitzen und nach DIN 4262-1 aus Neumaterial gefertigt sein. Die Leitungen müssen eine Schlitzbreite von 5 mm oder 6 mm und eine Wassereintrittsfläche von mindestens  $100 \text{ cm}^2/\text{m}$  Rohr, verteilt über  $220^\circ$  des Rohrumfanges, aufweisen. Das Material und das Einbauverfahren der Filterschicht sowie deren Stabilität sind auf die Größe der Zutrittsöffnungen abzustimmen.

(4) Die Verbindung der Rohre muss mit Doppelsteckmuffen oder alternativ mit Elektroschweißmuffen erfolgen. Die erforderliche Einstecktiefe sowie der Rohrscheitel der Dränagerohre sind deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen.

(5) Zum Inspizieren und Spülen der Leitungen sind im Abstand von 70 m bis 100 m Revisionschächte vorzusehen.

(6) Schachtabdeckungen für die Revisionschächte der Ulmendränagen mit allen dazugehörigen Teilen sind in nicht rostendem Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4571 auszuführen. Die Schachtabdeckungen müssen verriegelt und tagwasserdicht sein.

(7) Schachtabdeckungen sind in der Klasse B 125 auszuführen.

(8) Werden die Schachtabdeckungen planmäßig befahren, ist eine höhere Klasse in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(9) Bei Tunnelquerschnitten mit geschlossener Sohle ist zur Ableitung eventuell anfallender Sickerwässer eine Dränageleitung im Tiefpunkt der Sohle vorzusehen (siehe Nr. 11.1).

(10) Nach Abschluss der Rohbauarbeiten sind im Rahmen einer Erstinspektion sämtliche Bergwasser-Dränageleitungen mit einer Kamera zu befahren und versinterungsrelevante Daten in den Revisionschächten zu erfassen. Die Dokumentation und Auswertung der Kamerabefahrung und der Untersuchungen in den Revisionschächten muss nach den Vorgaben der RI-BWD-TU erfolgen. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung und der Unter-

suchungen in den Revisionsschächten sind zusammenzustellen und zu dokumentieren. Diese Leistungen werden nicht gesondert vergütet.

### 9.3.3 Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen

(1) Die anfallenden Wässer und anderen Flüssigkeiten sind in der Hauptröhre in einer am tieferliegenden Fahrbahnrand angeordneten Schlitzrinne zu fassen. Diese ist im Abstand von höchstens 50 m über einen Siphon oder über einen Schacht mit Tauchwand an die Längsentwässerungsleitung anzuschließen. Im Bereich geringer Tunnellängsneigung muss der Abstand der Schächte reduziert werden. Die Schlitzrinne ist der Klasse D400 zuzuordnen.

(2) Aus Brandschutzgründen muss die Schlitzrinne hinter jeder Abzweigung zur Hauptleitung eine Abschottung erhalten. Das Mindestsohlgefälle der Schlitzrinne beträgt 0,5 %.

(3) Der Mindestdurchmesser der Längsentwässerungsleitung beträgt 300 mm, die Mindestlängsneigung 0,5 %.

(4) Die Schachtabdeckungen (Klasse D400) müssen tagwasserdicht und verriegelt sein. Sie sind mit allen dazugehörigen Teilen aus nicht rostendem Stahl der Werkstoff-Nr. 1.4571 auszuführen. Die Deckel sind werkseitig mit Betonfüllung auszuführen. Die Schachtöffnungen sind in Fahrstreifenmitte anzuordnen, um ein ständiges Überrollen zu verhindern.

## 10 Baulicher Brandschutz

### 10.1 Thermische Einwirkungen

(1) Zur Ermittlung der thermischen Einwirkung auf Straßentunnel ist eine Brandbelastung mit dem in Bild 7.1.4 angegebenen Temperatur-Zeit-Verlauf zugrunde zu legen.

(2) Für Straßentunnel, bei denen ein lokales Versagen infolge Brand mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu einem Verlust des Bauwerks bzw. zum Verlust der Tragfähigkeit eines angrenzenden Bauwerkes führen kann, sind die Anforderungen an den baulichen Brandschutz gesondert festzulegen. Hierzu gehören z. B. Tunnel mit geringer Überdeckung unter Gewässern. In der Regel ist hierbei die Vollbrandphase von 25 auf 55 Minuten zu verlängern.

### 10.2 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion

#### 10.2.1 Allgemeines

Der erforderliche bauliche Brandschutz ist durch konstruktive Maßnahmen gemäß den nachfolgenden Absätzen oder in Ausnahmefällen mit Hilfe rechnerischer Nachweisverfahren sicherzustellen.

#### 10.2.2 Konstruktive Maßnahmen

(1) Die konstruktiven Maßnahmen sind darauf abzustellen, dass die tragende Bewehrung im Brandfall nicht über 300 °C erwärmt wird. Dies wird durch Einhaltung einer ausreichenden Betondeckung nach Nr. 7.2.2 oder Nr. 8.3.2 und Herstellung der Innenschale und Zwischendecken aus PP-Faserbeton gemäß Teil 3 Abschnitt 1, sowie Anhang B sichergestellt. Die Maßnahmen für den baulichen Brandschutz bei Instandsetzungsmaßnahmen sind im Einzelfall festzulegen.

(2) Für Zwischendecken ist ein Nennmaß der Betondeckung von beidseitig  $c_{nom} = 60$  mm vorzusehen.

(3) Bei Ausbildung der Decken- und Wandfugen als Raumbfugen sind Fugeneinlagen aus Baustoffen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 zu verwenden.

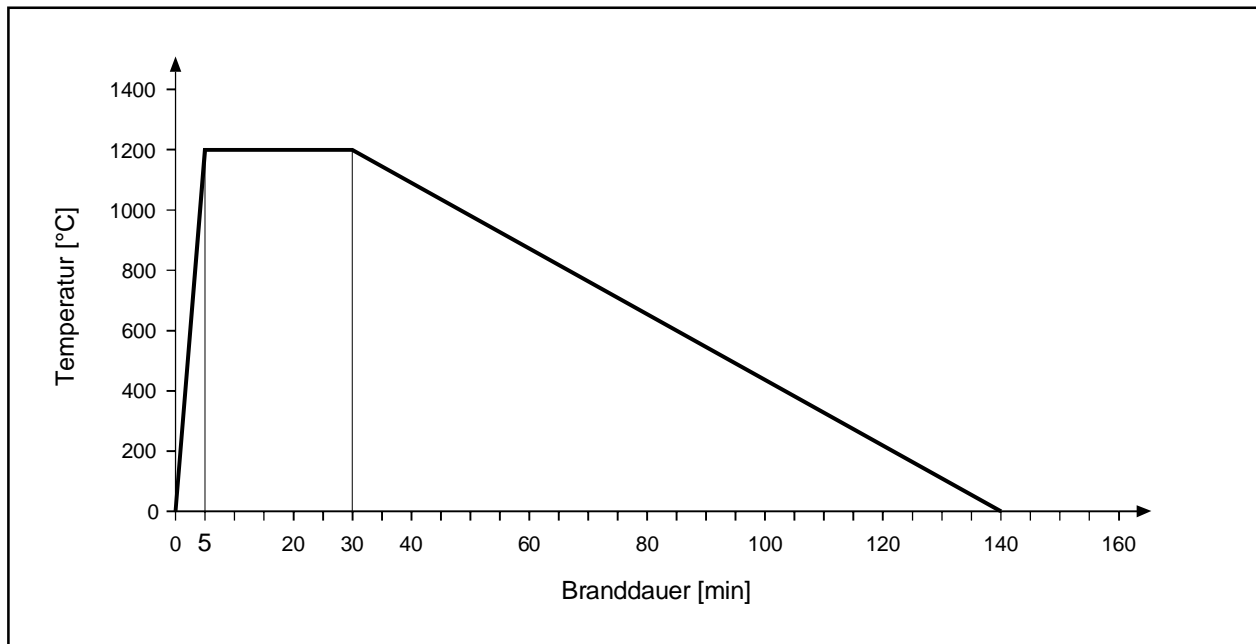


Bild 7.1.4: Temperatur-Zeit-Verlauf der Brandbelastung

### 10.3 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau

#### 10.3.1 Allgemeines

(1) Für den konstruktiven Innenausbau sind nur Baustoffe der Baustoffklasse A nach DIN 4102 zu verwenden. Die Baustoffklasse ist durch ein Prüfzeugnis einer anerkannten Materialprüfanstalt nachzuweisen.

(2) Bei der Verwendung von Bau- und Werkstoffen, die in der DIN 4102 nicht erfasst sind, ist die Gleichwertigkeit mit der Baustoffklasse A nachzuweisen oder sie sind durch zusätzliche Maßnahmen gegen Brandeinwirkungen zu schützen.

(3) Es dürfen keine Bau- oder Werkstoffe verwendet werden, die bei Brandeinwirkung bauwerks- oder personenschädigende Stoffe freisetzen.

#### 10.3.2 Fluchttüren und Verbindungstüren

Fluchttüren und Verbindungstüren, die Brandabschnitte voneinander trennen, müssen den Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Türen und Tore in Straßentunneln (TL/TP TTT) entsprechen.

#### 10.3.3 Kabel und Leitungen

Längsverkabelungen sind in Leerrohren zu verlegen. Kabelschlitze sind gegen Brandeinwirkungen abzudecken. Durchführungen von Kabeln und Leitungen durch feuerbeständige Bauteile, wie Decken und Wände, sind so abzudichten, dass ein Übergreifen des Brandes auf Nachbarräume ausgeschlossen ist (siehe Abschnitt 4). Die Kabel sind im

Bereich der Schächte brandschutztechnisch zu schützen.

#### 10.3.4 Entwässerungsanlagen

Für die brandschutztechnischen Anforderungen an die Entwässerungsanlagen gilt die Nr. 5.2.5.

#### 10.3.5 Tunnelausstattung

Für die brandschutztechnischen Anforderungen an die Tunnelausstattung gilt Abschnitt 4.

## 11 Innenausbau

### 11.1 Straßenaufbau und Sohlabdichtung

(1) Bei Gewölbequerschnitten mit tiefliegender oder horizontaler geschlossener Sohle ist bei Ausbildung des Straßenaufbaus wie auf der freien Strecke keine innenseitige Abdichtung der Sohle erforderlich.

(2) Zum Abführen des eventuell anfallenden Sickerwassers ist auf der geschlossenen Sohle eine mindestens 20 cm dicke ungebundene Tragschicht gemäß den Anforderungen der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB) anzuordnen. Zuschläge aus Kalkstein und Dolomit sind nicht zugelassen. Die Durchlässigkeit des Materials der Tragschicht muss mindestens  $10^{-5}$  m/s betragen. Am Tiefpunkt ist eine Drainageleitung mit einem Mindestdurchmesser von 150 mm vorzusehen. Diese Leitung ist in einem gebundenen Filterkörper zu verlegen. Für die weiteren Anforderungen gilt Nr. 9.3.2.

(3) Der Querschnitt mit tiefliegender geschlossener Sohle und aufgeständerter Fahrbahn ist nur in Ausnahmefällen vorzusehen, z. B., wenn begehbare Leitungs- und Lüftungskanäle unter der Fahrbahn aus betrieblichen Gründen erforderlich sind.

(4) Als Fahrbahnbelag sind Beton- oder Asphaltbeläge zugelassen. Bei der Aufhellung des Fahrbahnbelages ist die EABT 80/100 zu beachten.

(5) Bei der Ausschreibung von Walzasphalt in Tunnelbauwerken ist aus Gründen des Arbeitsschutzes temperaturabgesenkter Walzasphalt vorzusehen. Dabei ist die „Erfahrungssammlung über die Verwendung von Fertigprodukten und Zusätzen zur Temperaturabsenkung von Asphalt“ – veröffentlicht durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (www.bast.de) – und das „Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt“ (M TA) der FGSV zu beachten

## 11.2 Wandflächen und Deckenflächen

(1) Wandflächen und Deckenflächen sind in einem Sichtbeton gemäß den Anforderungen der Sichtbetonklasse (SB) 2 des Merkblattes „Sichtbeton“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins (DBV) herzustellen.

(2) Die Stützwände und Ansichtsflächen der Portale sind gemäß den Anforderungen der SB 3 herzustellen.

(3) Zur Aufhellung sind die Tunnelwände bis 3 m über FOK mit einer Beschichtung im Farbton RAL 9010 (reinweiß) zu versehen.

(4) Für die Beschichtung gelten die Anforderungen nach Teil 3 Abschnitt 4 für Oberflächenschutzsysteme (OS-B). Zusätzlich gelten folgende Anforderungen:

- Für die Nassabriebbeständigkeit sind die Anforderungen gemäß DIN EN ISO 11998 einzuhalten. Es ist eine Abriebbeständigkeit  $< 5 \mu\text{m}$  bei 200 Scheuerzyklen nachzuweisen.
- Der Glanzwert des Anstriches nach DIN EN ISO 2813 muss zwischen 40 und 60 liegen. Der Nachweis ist mit einem Messwinkel von  $60^\circ$  und Auftrag der Beschichtung auf einer Faserzementplatte durchzuführen.
- Hinsichtlich der Entflammbarkeit des Anstriches ist mindestens die Klasse C-s3, d2 nach DIN EN 13501-1 bzw. Klasse B1 (schwerentflammbar) nach DIN 4102 einzuhalten.
- Die Reinigungsfähigkeit des Anstrichs ist nachfolgendem Verfahren nachzuweisen: Auf sechs Probefolien nach DIN EN ISO 11998 wird nach Angaben des Herstellers der Anstrich aufgebracht. Drei Folien werden nach vollständiger Aushärtung des Anstrichs über einer Ölflamme gleichmäßig berußt, drei Folien verbleiben als Vergleichsproben ohne Verschmutzung. An

den derart vorbereiteten Probefolien wird die Reinigungsfähigkeit nach DIN EN ISO 11998 überprüft.

(5) Es ist eine farbliche Türumrandung gemäß EABT 80/100 vorzusehen.

(6) Wandbeläge und Wandbekleidungen sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Keramische Wandbeläge sind nicht zugelassen.

## 11.3 Lärmschutzbekleidungen

(1) Ist ein besonderer Lärmschutz im Portalbereich erforderlich, reicht in der Regel eine schallabsorbierende Bekleidung der Wandflächen auf einer Länge, die der zweifachen Tunnelbreite entspricht, aus. Ggf. ist der erforderliche Umfang durch ein lärmtechnisches Gutachten festzulegen.

(2) Für die Anforderungen an Lärmschutzbekleidungen gilt Teil 8 Abschnitt 1.

(3) Die schallabsorbierende Bekleidung darf das erforderliche Lichtraumprofil nicht einschränken. Je nach gefordertem Absorbierungsgrad, Ausführung und Material ist eine Bauteildicke der Lärmschutzelemente bis zu 30 cm zu berücksichtigen. Die Übergänge zwischen bekleideten Bereichen und Sichtbetonflächen müssen die konstruktiven und gestalterischen Anforderungen erfüllen.

(4) Lärmschutzbekleidungen sind demontierbar auszubilden.

## 11.4 Zwischendecken und Trennwände

Zwischendecken sind als beidseitig gelenkig gelagerte Einfeldplatten auszuführen. Bis zu einer lichten Weite von 8 m müssen sie eine Mindestdicke von 25 cm aufweisen. Ab einer lichten Weite von 13 m ist eine Mindestdicke von 40 cm vorzusehen. Zwischenwerte sind zu interpolieren. Bei Fertigstellung des Bauwerkes ist ein planmäßiger Stich von 10 cm gegenüber den Auflagerpunkten zu gewährleisten. Trennwände sind mindestens 20 cm dick auszuführen. Die Zwischendecken und Trennwände sind denselben Expositionsklassen zuzuordnen wie die Innenschale.

## 11.5 Notgehwege, Leitungstrassen und Kabelzugschächte

(1) Der Notgehweg ist von der Fahrbahn durchgängig mit einem 3 cm hohen Absatz abzugrenzen.

(2) Schlitzrinnen im Bereich der Notausgänge und Notruftkabinen sind geschlossen zu führen.

(3) Die Linie zur Kennzeichnung des Fahrbahnrandes ist als profilierte Markierung mit haptischer und akustischer Warnwirkung, sogenannte Rüttelstreifen, auszuführen.

(4) Im Notgehwegsbereich direkt vor und gegenüber den Notausgängen sind taktile Aufmerksamkeitsfelder anzuordnen.

(5) Kappen als Notgehwege sind in Ortbeton gemäß Teil 3 Abschnitt 1 herzustellen.

(6) *Alternativ kann die Herstellung der Notgehwege auch in Asphaltbauweise erfolgen.*

(7) Die Kabelzug- und -prüfschächte sind mit einem befahrbaren Schachtdeckel nach DIN EN 124 und DIN 1229 tagwasserdicht auszubilden. Die Abdeckungen müssen verschraubt oder verriegelt sein. Sie sind mit allen dazugehörigen Teilen aus nicht rostendem Stahl der Werkstoff-Nr. 1.4571 auszuführen.

(8) Schachtabdeckungen sind mindestens in der Klasse B 125 auszuführen.

(9) *Werden die Schachtabdeckungen planmäßig befahren, ist eine höhere Klasse in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(10) Ist eine Löschwasserleitung vorgesehen, ist diese nicht im Konstruktionsbeton zu verlegen.

## 11.6 Zugänglichkeit der Konstruktion

(1) Zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung müssen tragende Bauteile zugänglich und prüfbar sein.

(2) Hohlräume in Tunneln, wie z. B. Rückhaltebecken, Pumpenräume und Lüftungskanäle müssen zugänglich und begehbar sein.

(3) Die Zugänge sind für den Transport von Geräten und Auswechsellteilen ausulegen.

(4) Zugängliche große Hohlräume sind mit einer Beleuchtungsanlage auszustatten und müssen ständig ausreichend belüftbar sein.

## 12 Rettungsstollen und Querschläge

### 12.1 Allgemeines

(1) Sofern nachfolgend keine abweichenden Regelungen getroffen werden, gelten die Nrn. 2 bis 9 sinngemäß.

(2) *Die nachfolgenden Regelungen sind sinngemäß auch bei Lüftungsstollen anzuwenden.*

(3) *Rettungsstollen und Querschläge können als 1-schalige Spritzbetonkonstruktion (Verbundkonstruktion) oder als 2-schalige Konstruktion mit einer Innenschale aus Ortbeton ausgeführt werden.*

### 12.2 1-schalige Konstruktion

(1) *Die 1-schalige Spritzbetonkonstruktion besteht in der Regel aus dem Sicherheitsspritzbeton gemäß*

*Nr. 6.5.2 und einer zweiten Schicht aus mattenbewehrtem Spritzbeton oder Stahlfaserspritzbeton. Beim Einsatz von Stahlfasern ist das Merkblatt "Stahlfaserbeton" des Deutschen Beton- und Bau-technikvereins (DBV) zu beachten.*

(2) Die zweite Schicht muss eine Mindestdicke von 15 cm aufweisen und mindestens in der Festigkeitsklasse C25/30 ausgeführt werden.

(3) Für den Sicherheitsspritzbeton von 1-schaligen Konstruktionen ist bergseitig eine Betondeckung von  $c_{nom} = 45$  mm einzuhalten.

(4) Bei Einsatz einer Mattenbewehrung für die zweite Schicht gelten die Nr. 6.5.3 Absätze (1) und (3). Dabei ist luftseitig eine Betondeckung von  $c_{nom} = 45$  mm einzuhalten.

(5) Bei 1-schaligen Spritzbetonkonstruktionen ist die Dichtigkeitsklasse 3 gemäß Abschnitt 5 Tabelle 7.5.1 einzuhalten.

(6) Der Sicherheitsspritzbeton ist kurz vor dem Aufbringen der zweiten Schicht durch Hochdruckwasserstrahlen (max. 12 MPa an der Düse) zu reinigen und vorzunässen, so dass zum Zeitpunkt des Spritzbetonauftrags eine mattfuchte Oberfläche vorliegt.

(7) Rückprall ist zu entfernen.

(8) Bei größeren Wasserzutritten, mehr als tropfend, sind vor dem Spritzen der zweiten Schicht geeignete Maßnahmen zur Ableitung des Gebirgswassers, wie z. B. der Einbau von Noppenbahnstreifen, vorzusehen.

(9) Beim Einbau der zweiten Schicht sind Fugen grundsätzlich zu vermeiden. Bei unvermeidbaren Arbeitsfugen sind vor dem Aufbringen des Spritzbetons lose Bestandteile zu entfernen. Es ist ein Fugenversatz zu den Fugen des Sicherheitsspritzbetons von mindestens 0,5 m einzuhalten. Unebenheiten der Innenflächen bis +/-5cm, bezogen auf 1m Länge, sind zugelassen.

(10) Im Zuge der Nachbehandlung der zweiten Schicht ist durch geeignete Maßnahmen ein vorzeitiges Austrocknen des Betons zu verhindern. Das Konzept über die Art und den Umfang der Nachbehandlung des Betons ist dem Auftraggeber spätestens 6 Wochen vor Beginn der Spritzarbeiten vorzulegen.

### 12.3 2-schalige Konstruktion

Für die Ortbeton-Innenschale ist eine Mindestdicke der Innenschale von 20 cm einzuhalten. Bei Mattenbewehrung ist beidseitig ein Nennmaß von  $c_{nom} = 45$  mm einzuhalten.

### 12.4 Ausbau

(1) Der Gehweg bzw. die Fahrbahn ist mit Querneigung auszubilden, alternativ mit einem Dachprofil.

(2) Der Gehweg bzw. die Fahrbahn ist aus Beton mit einer Mindestdicke von 15 cm und einer Mindestdruckfestigkeit C25/30 auszuführen. Bei unbewehrter Bauweise sind Fugen im Abstand von maximal 3 m vorzusehen.

(3) *Alternativ kann die Herstellung des Gehweges bzw. der Fahrbahn auch in Asphaltbauweise erfolgen.*

(4) Im Sohlbereich und im Randbereich des Gehweges bzw. der Fahrbahn ist zur Entwässerung eine durchgängige gebundene Filterkiesschicht gemäß Nr. 9.3.3 mit einer Mindestdicke von 10 cm anzuordnen.

(5) Es ist eine Sohlröhrnagleitung mit Spülschächten vorzusehen. Der Abstand der Spülschächte soll 70 m bis 100 m betragen.

### **13 Bauwerksunterlagen und Dokumentation**

(1) Für jeden Tunnel sind Bauwerksunterlagen nach DIN 1076 aufzustellen. Hierzu gehören die Bauwerksdaten und das Bauwerksbuch.

(2) Es sind zusätzlich zu den in DIN 1076 genannten Unterlagen weitere tunnelbauspezifische Unterlagen in die Bauwerksakte aufzunehmen. Mit dem Aufstellen der Bauwerksdaten ist bereits während der Bauausführung zu beginnen.

(3) Im Bauwerksbuch sind die wichtigsten Daten des Tunnelbauwerks entsprechend der Anweisung Straßeninformationsbank – Teilsystem Bauwerksdaten (ASB-ING) zusammenzustellen. Hierzu gehört auch eine Bauwerksskizze mit Darstellung des Tunnelbauwerks im Längsschnitt und Grundriss sowie der maßgebenden Tunnelquerschnitte.

(4) Der Auftragnehmer hat für die Bauwerksprüfung besondere Prüfungsanweisungen zu verfassen und Hinweise über die nach Fertigstellung des Tunnels durchzuführenden Kontrollmessungen an den Auftraggeber zu übergeben.

(5) Das Bauwerksbuch ist zur ersten Hauptprüfung nach DIN 1076 vor Abnahme des Tunnelbauwerks vorzulegen.



## Anhang A

### Regelungen für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen

#### A 1 Einleitung

(1) Verkehrstunnel im Zuge von Bundesfernstraßen werden in der Regel in zweischaliger Bauweise ausgeführt. Ein wesentliches Qualitätsmerkmal dieser Bauweise stellt die Einhaltung der Solldicke der Innenschale und damit die Vermeidung von Minderdicken im Bereich der Firste und von Dickensprüngen im Bereich der Fugen zwischen einzelnen Blöcken dar, da hierdurch unmittelbar Schäden an der Kunststoffdichtungsbahn verursacht werden können.

(2) Im Rahmen der Qualitätssicherung neu erstellter Verkehrstunnel im Zuge von Bundesfernstraßen ist deshalb die Innenschale unter Verwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren flächig zu überprüfen, wobei insbesondere der Firstbereich sowie die Bereiche der Blockfugen zu untersuchen sind. Der Erfolg eventuell durchgeführter Mängelbeseitigungen ist durch Wiederholungsmessungen oder in Ausnahmefällen durch zerstörende Untersuchungen zu überprüfen.

(3) Die Regelungen zur Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung für Tunnelinnenschalen dienen der Qualitätssicherung und der Vereinheitlichung der Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Dickenprüfung von Tunnelinnenschalen. Sie enthalten Hinweise zu geeigneten Messverfahren (Nr. A 2) und zur Messdurchführung (Nr. A 3). Dokumentation, Auswertung und Darstellung werden in Nr. A 4 behandelt. Nr. A 5 enthält Hinweise zur Personalqualifikation und Nr. A 6 zur Anerkennung durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).

#### A 2 Messverfahren

##### A 2.1 Allgemeines

(1) Für die zerstörungsfreie Prüfung der Dicke von Tunnelinnenschalen sind aufgrund der einseitigen Zugänglichkeit lediglich Echo-Verfahren einsetzbar. Grundsätzlich sind hierzu Ultraschall- und Impact-Echo-Verfahren geeignet. Beide Verfahren haben ihre Leistungsfähigkeit bei der Dickenbestimmung einseitig zugänglicher Bauteile aus mineralischen Baustoffen unter Beweis gestellt [1, 2, 9, 10].

(2) Die Kalibrierung der Messverfahren erfolgt über die Ausbreitungsgeschwindigkeit neben den Nachverpressöffnungen für die Firstspaltverpressung. Die Betondicke der Innenschale wird in den Nachverpressöffnungen mit einem Längenmessgerät bestimmt.

(3) Wenn vorhanden, kann die Kalibrierung auch an einem anderen Punkt mit bekannter Dicke und ebener Rückwand an der Tunnelinnenschale vorgenommen werden.

(4) Bei Änderung der Betonmischung ist eine erneute Kalibrierung nötig.

(5) Durch die üblicherweise vorhandene dichte Bewehrung in den Tunnelinnenschalen ist eine Dickenbestimmung mit Georadar in der Regel nicht möglich. [4, 9, 10]

(6) Weiterführende Angaben zu den Messverfahren werden im Internet durch das ZfPBau-Kompendium der BAM beschrieben [5] oder sind als Merkblätter der DGZFP erschienen [6].

##### A 2.2 Ultraschall-Echo-Verfahren

(1) Beim Einsatz des Ultraschall-Echo-Verfahrens wird mit einem auf der Oberfläche angeordneten Prüfkopf ein Ultraschallimpuls (Frequenz > 20 kHz) in das Bauteil (Tunnelinnenschale) eingeleitet. Der Anteil des an der Rückwand der Tunnelinnenschale reflektierten Impulses wird mit einem Empfangskopf, der ebenfalls auf der Oberfläche der Tunnelinnenschale positioniert ist, empfangen und anschließend ausgewertet. Sende- und Empfangsteil sind in den meisten Fällen in einem Gehäuse untergebracht. Bild A 7.1.1 zeigt das Messprinzip des Ultraschall-Echo-Verfahrens.

(2) Dieses Verfahren kann bei der Überprüfung der Solldicke von Tunnelinnenschalen mit einer Dicke bis zu 80 cm, in einzelnen Fällen auch bei größeren Dicken, angewendet werden.

(3) Eine spezielle Vorbereitung der Oberfläche ist bei den im Tunnelbau üblichen Oberflächenrauheiten (geschalte Oberfläche) in der Regel nicht erforderlich.

(4) Bei bekannter oder durch Kalibrierung bestimmte Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschalls ( $c$ ) kann aus der Laufzeit des Impulses ( $t$ ) auf die Dicke der Innenschale ( $h$ ) geschlossen werden  $h = c \cdot t / 2$ . Somit lassen sich Minderdicken lokalisieren. Eine Unterscheidung zwischen einer konstruktiv bedingten Trennschicht, z. B. Kunststoffdichtungsbahn und einer Ablösung bzw. Hohlstelle ist ohne zusätzliche Informationen und weitergehende Auswertungen nicht möglich. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens enthält [3].

(5) Bild A 7.1.2 zeigt das Ergebnis einer Dickenmessung mit Ultraschall-Echo an einem Betonbauteil. Dargestellt ist das gleichgerichtete Empfangssignal über der Tiefe (A-Bild). Man erkennt das Rückwandecho an der deutlichen Amplitude bei einer Tiefe von ca. 300 mm. Dies entspricht hier der Dicke des Bauteils.

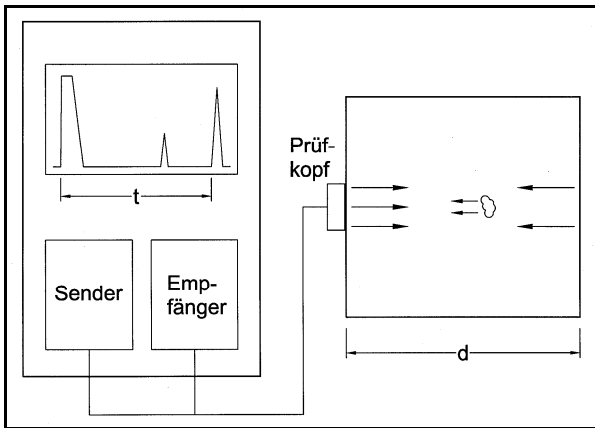


Bild A 7.1.1: Messprinzip Ultraschall-Echo [3, 9]

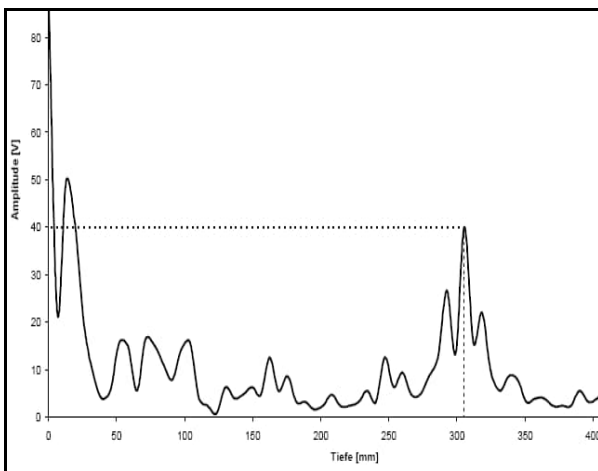


Bild A 7.1.2: Dickenbestimmung mit Ultraschall-Echo-Verfahren, aus [3, 9]

### A 2.3 Impakt-Echo-Verfahren

(1) Ein weiteres Verfahren, welches sich zur Überprüfung der Dicke einseitig zugänglicher Bauteile eignet, ist das Impakt-Echo-Verfahren [7]. Bei diesem Verfahren werden durch mechanische Impulse, z. B. mit einer Stahlkugel, in das zu untersuchende Bauteil Schallwellen (Körperschall) eingeleitet. Deren Vielfachreflexionen zwischen der Oberfläche und den Grenzflächen (z. B. Rückwand oder Hohlstellen) werden mit einem breitbandigen Empfänger aufgenommen und einer Frequenzanalyse unterzogen. Aus den Ergebnissen der Frequenzanalyse lässt sich die Bauteildicke bestimmen. Das Messprinzip dieses Verfahrens ist in Bild A 7.1.3, ein Beispiel in Bild A 7.1.4 dargestellt.

(2) Bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit des Körperschalls (c) kann die Dicke der Innenschale (h) einer Frequenzanzeige (f) zugeordnet werden  $h = c / 2 * f$ . Somit lassen sich Minderdicken lokalisieren. Eine Unterscheidung zwischen einer konstruktiv bedingten Trennschicht, z. B. Kunststoffdichtungsbahn und einer Ablösung bzw. Hohlstelle ist ohne zusätzliche Informationen und weitergehender Auswertungen nicht möglich. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens enthält [5, 7].

(3) Dieses Verfahren kann bei der Überprüfung der Sollstärke von Tunnelinnenschalen mit einer Dicke bis zu 80 cm, in einzelnen Fällen auch bei größeren Dicken, angewendet werden [1, 2, 7].

(4) Die maximal erreichbare Bauteildicke steht in Abhängigkeit von der zu prüfenden Materialstruktur und des Frequenzbereichs des angeregten Körperschalls. Dieser lässt sich durch Auswahl eines für die jeweilige Prüfsituation geeigneten Impaktors (z. B. Kugelgröße) steuern.

(5) Eine spezielle Vorbereitung der Oberfläche ist bei den im Tunnelbau üblichen Oberflächenrauheiten (geschaltete Oberfläche) in der Regel nicht erforderlich.

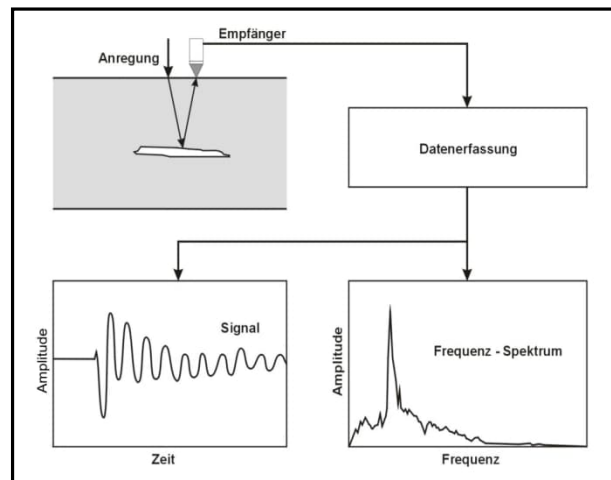


Bild A 7.1.3: Messprinzip Impakt-Echo (in Anlehnung an [7])

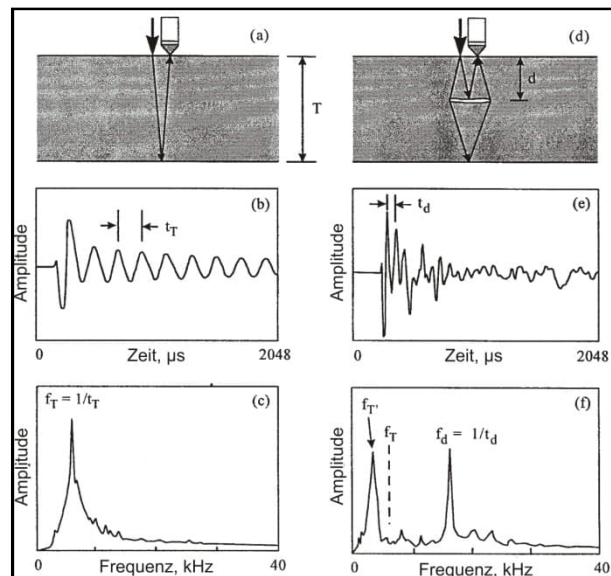


Bild A 7.1.4: Messung an einer Betonplatte: a-c zeigen Ergebnisse einer intakten Platte, d-f zeigen Ergebnisse einer Platte mit Fehlstelle (in Anlehnung an [7]).

## A 3 Messdurchführung

### A 3.1 Messraster

(1) Vor der Durchführung der Messungen ist für den zu untersuchenden Tunnel bzw. für den zu untersuchenden Block ein Messraster zu definieren und zu dokumentieren. Als zweckmäßig hat sich hierbei die blockweise Stationierung in Tunnel-längsrichtung sowie eine Einteilung in Messlinien erwiesen. Bild A 7.1.5 zeigt exemplarisch eine schematische Darstellung.

(2) Das Messraster muss so eindeutig sein, dass z. B. für Wiederholungsmessungen oder Bohrkernentnahmen eine zweifelsfreie Identifizierung eines Messpunktes vorgenommen werden kann.

(3) Den Messungen ist grundsätzlich ein Messraster von 80 x 80 [cm] zugrunde zu legen, wobei in Bereichen mit Minderdicken oder sonstigen Anomalien eine Verdichtung des Rasters vorzunehmen ist (zum Beispiel 40 x 40 cm, in Sonderfällen 10 x 10 cm). Um den Aufwand für die Messungen zu begrenzen, empfiehlt es sich, die Messungen auf den Bereich der Firste und den Bereich der Blockfugen zu beschränken, siehe exemplarisch Bild A 7.1.5

(4) Die Anzahl der Messlinien im Firstbereich sollen wie folgt festgelegt werden:

- Bei Tunnelröhren mit 2 Richtungsfahrbahnen sind 5 Messlinien anzuordnen (Bild A 7.1.5).
- Bei Tunnelröhren mit 3 Richtungsfahrbahnen sind 9 Messlinien anzuordnen.
- Bei kleinen Querschnitten, z. B. bei Querschlägen und Fluchtstollen, sind 3 Messlinien anzuordnen.
- Im Bereich von Pannenbuchten sind zusätzlich 4 Messlinien anzuordnen.

(5) Die Anzahl der Messlinien im Blockfugenbereich sollen wie folgt festgelegt werden. Entlang der Blockfugen sind je zwei Messlinien vor und nach jeder Blockfuge anzuordnen (0,20 m und 1,00 m) wie in Bild A 7.1.5 dargestellt. Um den Aufwand in vertretbaren Grenzen zu halten, sind Messpunkte von der Firste aus in Richtung Ulme bis 10:00 Uhr und bis 14:00 Uhr anzuordnen.

(6) Bei Minderdicken, die über das Messraster hinausgehen, muss der Messbereich schrittweise erweitert werden.

(7) Eine Minderdicke im Sinne dieser Regelungen liegt vor, wenn die gemessene Tunnelinnenschalendicke unter Berücksichtigung der Messgenauigkeiten unterhalb der vorgegebenen Solldicke liegt, Tunnelinnenschalen-Blockfugenversatz vorliegt oder andere Fehlstellen, insbesondere unzureichende Einbettung der Stege des außenliegenden Fugenbandes, angetroffen werden.

### A 3.2 Messungen

(1) Nach Festlegung und Markierung des Messrasters am Bauwerk kann mit den Messungen begonnen werden. Die Messungen sind vor der planmäßigen Firstspaltverpressung durchzuführen, um gegebenenfalls geeignete Instandsetzungsmaßnahmen ergreifen zu können. Es sollten bevorzugt Messsysteme eingesetzt werden, die bereits vor Ort Aussagen zu fehlerhaften Bereichen ermöglichen. Hierdurch wird eine eventuell erforderliche lokale Verdichtung des Messrasters mit vergleichsweise geringem Mehraufwand ermöglicht.

(2) Bei der Bewertung der Messungen, die im unmittelbaren Bereich von Blockfugen erfolgen, ist die durch die Fuge verursachte Diskontinuität (z. B. Fugenband, Randeinflüsse) in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

(3) Die Messergebnisse sind für jeden Messpunkt einschließlich der Zuordnung zur Stationierung zu speichern und dem Auftraggeber für eventuell erforderliche nachträgliche Auswertungen in einem vorab zu vereinbarenden Format auf Datenträger zur Verfügung zu stellen.

### A 3.3 Nachweisgrenzen

Obwohl für die oben genannten Verfahren bereits umfangreiche Erfahrungen aus Messungen an Bauwerken und Bauteilen vorliegen, kann ein erfolgreicher Einsatz nicht in allen Fällen garantiert werden. Nachfolgend sind deshalb einige Punkte aufgeführt, die die Einsatzbarkeit der Echo-Verfahren bei der Bestimmung der Dicke von Tunnelinnenschalen erschweren können:

- Die Dicke der zu untersuchenden Innenschale muss bei Verwendung von Ultraschall-Echo wesentlich größer als die Wellenlänge ( $\lambda$ ) sein. Für Impakt-Echo muss die Bauteildicke größer als  $\lambda / 2$  sein. Diese Anforderung ist bei der hier beschriebenen Anwendung in der Regel eingehalten [5, 7].
- Bei Betonen mit einem Größtkorn größer 32 mm, bei Bauteildicken größer als 0,80 m sowie bei sehr dichter Bewehrung oder hohem Luftporengehalt des zu untersuchenden Bauteils sollten Vorversuche zur Klärung der Einsatzbarkeit durchgeführt werden.
- Der Einsatz von Echo-Verfahren ermöglicht die Bestimmung des Abstandes von der Oberfläche der Tunnelinnenschale bis zur ersten Grenzschicht. Diese Grenzschicht kann die Kunststoffdichtungsbahn, eine Ablösung oder eine sonstige Fehlstelle sein. Eine Interpretation der Signale im Hinblick auf spezifische Fehlstellenarten ist in der Regel nicht möglich. Dies trifft vor allem bei Messungen nach Injektion zu, wenn kein fester Verbund zwischen

Injektionsmörtel und Tunnelinnenschale vorhanden ist. Hier könnte beispielsweise durch Vornässen des Untergrundes oder eine Änderung des Injektionsgutes der Verbund zur Tunnelinnenschale verbessert werden.

- Wie jede Messung ist auch die Bestimmung der Tunnelinnenschalendicke mit zerstörungsfreien Prüfverfahren mit Messunsicherheiten behaftet. Erfahrungsgemäß liegt die Gesamtunsicherheit bei 2-5 %. Zur genaueren Ermittlung der Messunsicherheit siehe [8].

## A 4 Dokumentation

Auf festgestellte Minderdicken und sonstige Anomalien ist im Messbericht einzugehen, wobei auch Empfehlungen für das weitere Vorgehen und eventuell zusätzlich erforderliche Untersuchungen gegeben werden sollen. Die Auswertung der Messergebnisse soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden.

### A 4.1 Auswertung und Darstellung

(1) Zu jedem Punkt des Messrasters aus der Messung ist die Dicke der Tunnelinnenschale zu ermitteln. Es ist eine graphische Darstellung für jeden Tunnelblock erforderlich, wie in Bild A 7.1.6 beispielhaft dargestellt. Bereiche in denen die Messwerte (ohne Berücksichtigung der Messgenauigkeit) die Sollstärke unterschreiten, sind deutlich hervorzuheben.

(2) Zu der üblichen grafischen Darstellung der Messergebnisse der Messverfahren in Form von Isolinien oder zusätzlichen B-Bildern, sind die gemessenen Dicken der Tunnelinnenschale je Messpunkt für jeden Block in tabellarischer Form darzustellen.

### A 4.2 Messbericht und Bewertung

(1) In dem nach Abschluss der Messungen durch den Auftragnehmer vorzulegenden Messbericht ist zu bestätigen, dass die Messungen in Übereinstimmung mit den Regelungen zur Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung für Tunnelinnenschalen und den dort enthaltenen Empfehlungen/Vorgaben erfolgten. Auf Abweichungen ist dabei besonders einzugehen.

(2) Die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Art der Kalibrierung sind anzugeben.

(3) Der Messbericht sollte mindestens folgende Angaben enthalten:

- Datum, Ort, Temperatur im Untersuchungszeitraum (soweit für das verwendete Verfahren relevant).
- Kurzbeschreibung des Untersuchungsobjektes und des Untersuchungsziels.

- Relevante und verfügbare Informationen über den Aufbau und Zustand des untersuchten Objektes sollten in die Dokumentation aufgenommen werden, oder es sollte darauf hingewiesen werden, wo diese Informationen vorliegen. Hierzu zählen unter anderem Betonrezeptur, Größtkorn, Bauteiloberfläche, Bewehrung, Schichtaufbau, soweit diese Angaben für die Interpretation der Messergebnisse erforderlich sind.
- Übersichtspläne mit Angabe der Messpunkte, der Messspuren, des Messrasters einschließlich der Lage von Einbauten.
- Angaben zum Messgerät (Hersteller, Gerätetyp, Baujahr, Geräteeinstellungen, Frequenz, Samplingrate).
- Angabe der einzelnen Schritte zur Messdatenauswertung (Datenverarbeitungsschritte).
- Darstellung der Ergebnisse wie in Nr. A 4.1 beschrieben.
- Zusammenfassung der Ergebnisse mit Angabe der Bereiche mit Minderdicken bzw. sonstige Befunde; weiteres Vorgehen, eventuell notwendige zusätzliche Untersuchungen, Schlussfolgerungen.

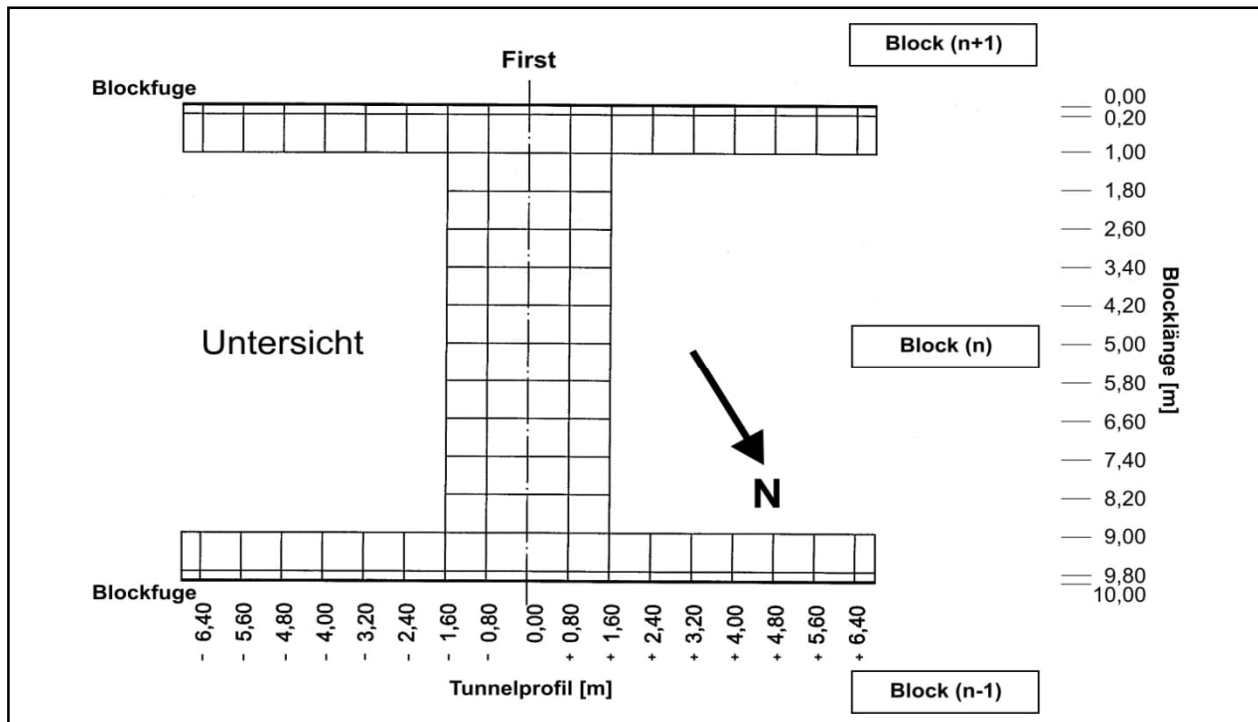


Bild A 7.1.5: Beispiel für ein Messraster einer Tunnelröhre mit zwei Richtungsfahrbahnen [9, 10]

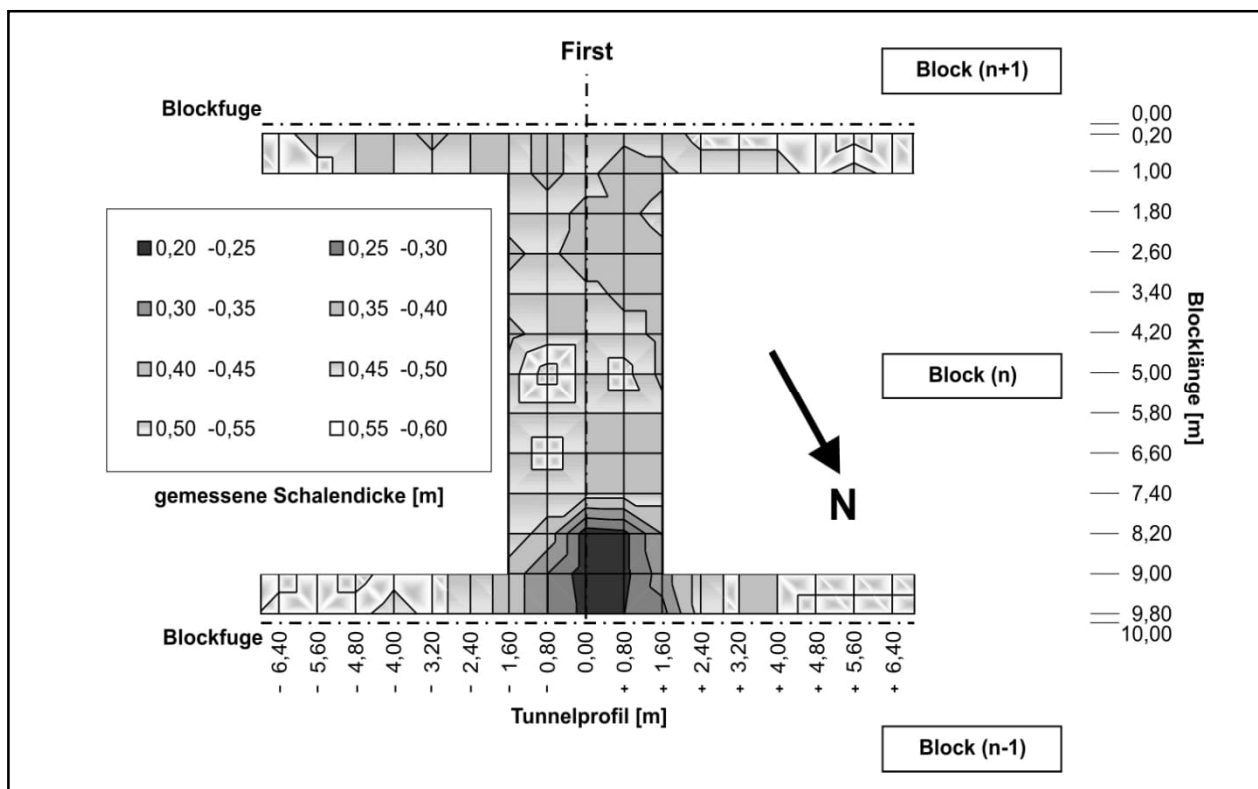


Bild A 7.1.6: Dickenbestimmung einer Tunnelinnenschale mit Impakt-Echo-Verfahren, Minderdicken im Firstbereich [9, 10]

## A 5 Personalqualifikation

(1) Die Durchführung der Messungen hat unter Aufsicht eines Kolonnenführers durch Personal, welches im Umgang mit den eingesetzten Geräten im Detail vertraut ist, zu erfolgen.

(2) Hierzu ist die Qualifikation entsprechend Nr. A 6 nachzuweisen. Dieser Nachweis ist mit der Abgabe des Angebotes vorzulegen.

(3) Der Kolonnenführer muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Baustelle anwesend sein, und er muss als Verantwortlicher den Messbericht mit unterschreiben.

(4) Der Kolonnenführer hat sich vor Beginn der Arbeiten bei der Bauüberwachung anzumelden und die entsprechenden Nachweise (Anerkennungsschreiben der BAST) vorzulegen. Die Kolonnenführer müssen im Anerkennungsschreiben namentlich aufgeführt sein.

## A 6 Anerkennung

(1) Um die Qualität der Untersuchungsergebnisse sicherzustellen, dürfen mit der Durchführung der Messungen nur die durch die BAST anerkannten Firmen beauftragt werden. Die Anerkennung ist an die in ihr genannten Personen gebunden.

(2) Werden die Forderungen der Regelungen zur Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung für Tunnelinnenschalen nicht eingehalten, kann die Anerkennung durch die BAST wieder entzogen werden.

(3) Das Anerkennungsverfahren muss nach fünf Jahren wiederholt werden. Dies kann durch die Vorlage eines Prüfberichtes im Sinne der Regelungen zur Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung für Tunnelinnenschalen aus diesem Zeitraum oder durch eine erneute Prüfung gemäß Nr.: A 6.3 erfolgen.

### A 6.1 Gerät

(1) Die Eignung der Messgeräte, die für die durchzuführende Messaufgabe eingesetzt werden, ist durch Vorlage detaillierter technischer Dokumentationen nachzuweisen.

(2) Wenn der Messgerätetyp sich ändert, muss die Anerkennung neu erworben werden.

### A 6.2 Qualifikation des Kolonnenführers

(1) Der Kolonnenführer muss über Kenntnisse insbesondere des Tunnelbaues, des Bauwesens und der Baustoffkunde verfügen.

(2) Außerdem muss er vertiefte Kenntnisse mit dem Einsatz der Prüfverfahren und Messgeräte im Tunnelbau besitzen, um eine sachliche Beurteilung der Messsignale vornehmen zu können.

(3) Im Zuge des Anerkennungsverfahrens hat der Kolonnenführer seine Qualifikation durch den Abschluss eines einschlägigen Studiums (z. B. Bauingenieurwesen, Elektrotechnik, Physik oder Geophysik) sowie geeignete Referenzen nachzuweisen.

### A 6.3 Messungen an Probekörpern

Im Rahmen der Anerkennung sind Messungen an einem durch die Bundesanstalt für Straßenwesen bereitgestellten Probekörper durchzuführen. Durch die anschließende Auswertung und Dokumentation der Messergebnisse sind die Funktionsfähigkeit des einzusetzenden Gerätes, die Interpretation der Messergebnisse sowie die zur Auswertung erforderlichen Arbeitsschritte im Detail darzustellen.

## A 7 Literatur (informativ)

- [1] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT): Taschenbuch für den Tunnelbau 2003, 27. Jahrgang, Verlag: Verlag Glückauf Essen (VGE), ISBN 3-7739-1286-2; Baustoffe und Bauteile für den Tunnelbau. I. Qualitätssicherung der Tunnelinnenschale und der Tunneldrainage (Seite 353 – 382), Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebel, BMVBW, Bonn; Dr.-Ing. Jürgen Krieger, BASt, Bergisch Gladbach.
- [2] Krieger, J.; Krause, M.; Wiggerhauser, H.: Erprobung und Bewertung zerstörungsfreier Prüfmethode für Betonbrücken, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B 18, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1998.
- [3] Merkblatt für Ultraschallverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen, Merkblatt B04, DGZfP-Fachausschuss „Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen“, Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin, Ausgabe August 2018.
- [4] Merkblatt über das Radarverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen, Merkblatt B10, DGZfP-Fachausschuss „Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen“, DGZfP Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin, Ausgabe Februar 2008.
- [5] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin: Internetpräsenz ZfPBau-Kompendium.  
[[https://www.dgzfp.de/Portals/24/PDFs/BBonline/bb\\_66-CD/bb66\\_p07.pdf](https://www.dgzfp.de/Portals/24/PDFs/BBonline/bb_66-CD/bb66_p07.pdf)].
- [6] Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZFP), Berlin, „DGZFP Merkblätter“, Internetpräsenz [<http://www.dgzfp.de>]
- [7] Merkblatt über die Anwendung des Impakt-Echo-Verfahrens zur zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen, Merkblatt B11, DGZfP-Fachausschuss „Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen“, Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin, Ausgabe März 2011.
- [8] Taffe, A.: Zur Validierung quantitativer zerstörungsfreier Prüfverfahren im Stahlbetonbau am Beispiel der Laufzeitmessung. In: Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Heft 574, Beuth Verlag, Berlin (2008).
- [9] Rath, E.; Berthold, G; Löhner, H.: Nachweis des Erfolges von Injektionsmaßnahmen zur Mängelbeseitigung bei Minderdicken von Tunnelinnenschalen mit Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (ZFP) gemäß der „Richtlinie für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen (RI-ZFP-TU)“ -Tunnel-Burgholz im Zuge der L418 bei Wuppertal-, Mai 2005, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B 54, Unterreihe-B (Brücken und Ingenieurbau).
- [10] Mähner, D.; Rath, E.; Lange, D.: Bestimmung der Tunnelinnenschalendicke mit zerstörungsfreien Prüfverfahren, „Beton- und Stahlbetonbau“ 101 (2006) Heft 8, Seite 606-613.

## Anhang B

### Verwendung von PP-Faserbeton für den baulichen Brandschutz im Tunnelbau

#### B 1 Allgemeines

##### B 1.1. Grundsätzliches

(1) Der Beton wird unter Verwendung von monofilamentigen (Einzelfasern) Mikro-Polypropylenfasern (PP-Fasern) nach DIN EN 14889-2 hergestellt.

(2) Es gelten die Regelungen des Teils 3 Abschnitt 1.

##### B 1.2. Begriffsbestimmungen

###### PP-Fasern

Polypropylenfasern gemäß DIN EN 14889-2 (Klasse I a, Monofilamente)

Einzelfaser, Durchmesser von 0,016 bis 0,0320 mm

###### Mikro-PP-Fasern

Polypropylenfasern gemäß DIN EN 14889-2 mit den Maßen: Länge 6 mm, Durchmesser 0,016 bis 0,0320 mm

###### PP-Faserbeton

Beton nach ZTV-ING mit 2,0 kg/m<sup>3</sup> Mikro-PP-Fasern (Frischbeton)

#### B 2 Anforderungen an den Frischbeton mit PP-Fasern

Für den Fall einer erforderlichen Nachdosierung von Fließmittel auf der Baustelle hat der Hersteller des PP-Faserbetons eine temperaturabhängige Nachdosierungstabelle bereitzustellen. Die darin gemachten Angaben sind anhand von Versuchen festzulegen. Die nachträgliche zu zugebende Fließmittelmenge ist in Abhängigkeit der Chargengröße und Mischzeit anzugeben.

#### B 3 Lieferung von Frischbeton

(1) Die folgenden Regelungen gelten ergänzend zu Teil 3 Abschnitt 1.

(2) Auf der Baustelle ist für jede verwendete PP-Faserbetonsorte jeweils für höchstens 300 m<sup>3</sup> oder je drei Betoniertage der tatsächliche PP-Fasergehalt im Frischbeton mittels eines Faserauswaschversuchs gemäß ZTV-ING 3-1 Nr.9.4.3 (3), zu bestimmen. Dabei ist diejenige Anforderung maßgebend, welche die größte Anzahl von Proben ergibt. Die

Übergabe der Ergebnisdokumentation hat zeitnah und fortlaufend an den Auftraggeber zu erfolgen.

#### B 4 Qualitätssicherung

(1) Für PP-Faserbeton ist gemeinsam mit dem Verarbeiter ein Qualitätssicherungsplan aufzustellen. Darin wird im Einzelnen festgelegt, was, wie, wie oft und durch wen zu überprüfen ist und welche Grenzwerte eingehalten werden müssen. Für das Vorgehen bei Abweichungen vom Soll müssen die notwendigen Maßnahmen festgelegt und die Verantwortlichen benannt werden. Die Ergebnisse der Überprüfungen müssen von den Verantwortlichen dokumentiert werden. Aus dem Qualitätssicherungsplan müssen die verantwortlichen Personen klar hervorgehen. Die im Qualitätssicherungsplan festgelegten Maßnahmen und Werte sind im Verarbeitungsversuch nach Nr. B 4 (2) zu überprüfen und ggf. anzupassen. Die inhaltlichen Schwerpunkte für einen Qualitätssicherungsplan sind in dem Erfahrungsbericht für die Verwendung von PP-Faserbeton für den baulichen Brandschutz im Tunnelbau (abrufbar unter [www.bast.de](http://www.bast.de)) beschrieben.

(2) Bei Verwendung von PP-Faserbeton ist eine erweiterte Erstprüfung mit einem großmaßstäblichen Verarbeitungsversuch durchzuführen. Hierbei ist ein großmaßstäblicher Probekörper mit der Geometrie und Bewehrungsführung des späteren Bauwerks herzustellen, der sich an der eigentlichen Baukonstruktion orientiert, wobei die Mindestmaße von Länge 4,5 m, Dicke 0,35 m und Höhe 3,0 m einzuhalten sind. Der PP-Faserbeton für die erweiterte Erstprüfung muss aus dem zur Anwendung vorgesehenen Betonwerk geliefert werden. Es sind mindestens folgende Untersuchungen zusätzlich erforderlich:

- Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton nach Teil 3 Abschnitt 1 und im Festbeton (mittels Bohrkernen an mindestens 6 Stellen des Versuchskörpers des großmaßstäblichen Verarbeitungsversuches) nach Teil 3 Abschnitt 1.
- Ermittlung des Luftgehaltes im PP-Faserbeton nach DIN EN 12350-7. Der Mindestluftgehalt darf den bei der Erstprüfung ermittelten Wert um max. 1,5 Vol.-% weder unterschreiten noch überschreiten. Bei der Prüfung ist der Einfluss des Pumpens auf den Luftporengehalt zu untersuchen.

(3) Die Ergebnisse des Verarbeitungsversuches sind mindestens eine Woche vor den Betonierarbeiten dem Auftraggeber zur Freigabe vorzulegen.



# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 7 Tunnelbau**

## **Abschnitt 2 Offene Bauweise**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>4</b>
1.1 Grundsätzliches.....	4
1.2 Begriffsbestimmungen .....	4
1.3 Anforderungen an die Beteiligten .....	4
<b>2 Geotechnische Untersuchungen</b> .....	<b>4</b>
2.1 Allgemeines.....	4
2.2 Baubegleitende Untersuchungen .....	4
2.3 Untersuchungen nach Fertigstellung.....	4
<b>3 Standsicherheitsnachweise</b> .....	<b>4</b>
3.1 Allgemeines.....	4
3.2 Einwirkungen .....	4
3.2.1 Ständige Einwirkungen .....	4
3.2.2 Veränderliche Einwirkungen .....	5
3.2.3 Sonstige Einwirkungen .....	6
3.3 Nachweise und Bemessung.....	6
3.3.1 Allgemeines.....	6
3.3.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	6
3.3.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	6
<b>4 Baubegleitende Maßnahmen</b> .....	<b>7</b>
4.1 Messungen während der Bauausführung.....	7
4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung.....	7
4.3 Ausführungsunterlagen.....	8
4.3.1 Allgemeines.....	8
4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen.....	8
4.3.3 Bauablaufplan .....	8
4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan .....	8
4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen.....	8
<b>5 Baubehelfe, Baustoffe und Bauteile</b> .....	<b>8</b>
5.1 Baubehelfe.....	8
5.1.1 Baugruben.....	8
5.1.2 Schalung .....	8
5.1.3 Traggerüste und Schalwagen .....	8
5.2 Baustoffe und Bauteile.....	9
5.2.1 Konstruktionsbeton.....	9
5.2.2 Beton für WUB-KO .....	9
5.2.3 Unterwasserbeton .....	9
5.2.4 Füllgüter zur Beseitigung von Undichtigkeiten .....	9
5.2.5 Dränagerohre, Entwässerungsrohre und Schlitzrinnen .....	9
5.2.6 Befestigungsmittel und Leerrohre.....	9
5.2.7 Fugeneinlagen.....	9
5.2.8 Fugenbänder .....	9
5.2.9 Arbeitsfugenbleche .....	9
<b>6 Bauen im Grundwasser</b> .....	<b>9</b>
<b>7 Konstruktion und Herstellung</b> .....	<b>9</b>
7.1 Anforderungen an die Konstruktion .....	9
7.1.1 Abmessungen und Maßabweichungen.....	9
7.1.2 Bauliche Durchbildung .....	9
7.1.3 Fugen .....	9
7.1.4 Herstellung .....	10
7.2 Konstruktionen außerhalb des Grundwassers .....	10
7.3 Konstruktionen im Grundwasser als WUB-KO.....	10
7.3.1 Allgemeines .....	10
7.3.2 Konstruktive Ausbildung.....	10
<b>8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser</b> .....	<b>10</b>
8.1 Allgemeines .....	10
8.2 Ausführung als WUB-KO .....	11
8.3 Abdichtung mit KDB.....	11
<b>9 Tunnelentwässerung</b> .....	<b>11</b>
9.1 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit.....	11
9.2 Entwässerungsanlagen.....	11
9.2.1 Bemessung der Entwässerungsanlagen.....	11
9.2.2 Bauliche Ausbildung der Dränageleitungen .....	11
9.2.3 Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen .....	11
<b>10 Baulicher Brandschutz</b> .....	<b>11</b>
10.1 Thermische Einwirkungen.....	11
10.2 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion.....	11
10.2.1 Allgemeines .....	11
10.2.2 Konstruktive Maßnahmen .....	11
10.2.3 Rechnerischer Nachweis .....	11

10.3	Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau .....	12
<b>11</b>	<b>Innenausbau .....</b>	<b>12</b>
11.1	Straßenaufbau und Sohlabdichtung .....	12
11.2	Wandflächen und Deckenflächen.....	12
11.3	Lärmschutzbekleidungen .....	12
11.4	Zwischendecken und Trennwände.....	12
11.5	Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte .....	12
11.6	Zugänglichkeit der Konstruktion.....	12
<b>12</b>	<b>Bauwerksunterlagen und Dokumentation .....</b>	<b>12</b>

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 7 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Dieser Abschnitt gilt für die bautechnische Ausführung neuer sowie für die Erhaltung bestehender Straßentunnel. Es werden Regelungen für Tunnel in offener Bauweise behandelt.

(3) Die Regelungen gelten sinngemäß auch für Trogbauwerke.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 1.2.

### 1.3 Anforderungen an die Beteiligten

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 1.3.

## 2 Geotechnische Untersuchungen

### 2.1 Allgemeines

Es gelten DIN EN 1997-1:2009-09, DIN EN 1997-2, DIN 1054 und DIN 4020.

### 2.2 Baubegleitende Untersuchungen

(1) Die geotechnischen Annahmen sind während der Bauzeit durch baubegleitende Untersuchungen zu überprüfen. Die Durchführung der Untersuchungen ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Für Grundwasserbeobachtungen sind bei Bedarf vorhandene Aufschlussbohrungen zu Grundwasserpegeln auszubauen oder gesonderte Grundwassermessstellen einzurichten.

### 2.3 Untersuchungen nach Fertigstellung

Geotechnische Untersuchungen nach der Baufertigstellung können erforderlich werden, wenn nachträgliche Veränderungen der geologisch-hydrologischen Verhältnisse zu erwarten sind. Pegel oder sonstige Messeinrichtungen sind dann so auszubilden, dass die Funktionsfähigkeit und Zugänglichkeit auf Dauer gewährleistet sind.

## 3 Standsicherheitsnachweise

### 3.1 Allgemeines

(1) Es gelten DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1997-1:2009-09, DIN 1054 und DIN 4085.

(2) Das Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke und die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sind zu beachten.

(3) Die Standsicherheitsnachweise müssen vollständige Angaben über die Bau- und Endzustände in übersichtlicher und prüfbarer Form enthalten, und zwar insbesondere über:

- Geometrie des Bauwerks,
- Einwirkungen,
- Baustoffe/Baustoffkennwerte,
- statische Systeme und Rechenverfahren,
- Baugrund, Hinterfüllung und Überschüttung mit Ermittlung der Beanspruchungen und Verformungen,
- Bauverfahren, Betonier- und Ausrüstvorgänge unter Berücksichtigung der Verformungen,
- Standsicherheit und Überhöhung der Traggerüste sowie der Schalung,
- Beanspruchung und Verformungen der Baugrubensicherung und
- Standsicherheit und Verformungen des Bauwerks mit Einzelnachweisen für alle tragenden Teile, Bauwerksfugen und konstruktiven Details.

### 3.2 Einwirkungen

#### 3.2.1 Ständige Einwirkungen

##### 3.2.1.1 Eigenlasten

Als Eigenlast gilt das Eigengewicht des Bauwerks einschließlich dauerhaft mit dem Bauwerk verbundener Bauteile wie Bohrpfähle und Sporne sowie der dauerhafte Innenausbau.

##### 3.2.1.2 Erddruck

Die Überschüttung, später zu erwartende Veränderungen des Geländes und Abgrabungen sind mit ihrer statischen Wirkung zu berücksichtigen.

##### 3.2.1.3 Wasserdruck und Auftrieb

(1) Als Wasserdruck sind die Lasten des ruhenden oder des strömenden Grundwassers entsprechend dem zu erwartenden ungünstigsten Grundwasserstand als Bemessungswasserstand anzusetzen. Die Änderung der Potentialverhältnisse durch Bauzustände und durch das fertige Bauwerk ist zu berücksichtigen.

(2) Der Lastfall „minimaler Grundwasserstand“ ist zu untersuchen.

(3) Für den Nachweis der Auftriebssicherheit ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben, inwieweit

z. B. Einbauten, Schutzbeton sowie Überschüttung des Bauwerks anzusetzen sind.

(4) Wird der Straßenoberbau im Bauwerk durchgeführt, kann dieser bis Unterkante Deckschicht als ständige Last angesetzt werden. Für den Bauzustand ist der Lastfall „ohne Straßenoberbau“ mit dem Bemessungswasserstand für die Bauzeit nachzuweisen.

(5) Für den späteren Austausch des Straßenoberbaus ist der Lastfall „ohne Straßenoberbau“ nachzuweisen. Dieser ist als Bemessungssituation BS-A mit den Teilsicherheitsbeiwerten gemäß DIN 1054 anzusetzen.

### 3.2.1.4 Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen

Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen sind nach DIN EN 1992-2 zu berücksichtigen, wenn sie ungünstig wirken.

## 3.2.2 Veränderliche Einwirkungen

### 3.2.2.1 Verkehrslasten

(1) Als Verkehrslasten aus Verkehrswegen im und über dem Tunnel sind die Lastannahmen nach DIN EN 1991-2 anzusetzen.

(2) Beträgt der Abstand zwischen Oberkante der Deckschicht und Oberkante Tunneldecke mehr als 0,80 m, kann mit Ersatzlasten anstelle einzelner Radlasten gerechnet werden.

(3) Die Verkehrslasten durch zivile oder militärische Fahrzeuge auf der Geländeoberfläche außerhalb von Verkehrswegen sind in Abstimmung mit den zuständigen Stellen festzulegen und in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(4) Außerhalb von Verkehrswegen ist eine Flächenlast von 5 kN/m<sup>2</sup> anzusetzen. Besondere Einwirkungen nach (3) sind gesondert nachzuweisen.

(5) Bei Tunneln unter schiffbaren Wasserläufen sind Wracklasten und Lasten aus Ankerwurf sowie eine Verringerung der planmäßigen Überdeckung durch Auskolkung zu berücksichtigen.

(6) Für begehbare Teile von Tunneln wie z. B. Podeste und Treppen, ist eine Verkehrslast von 5 kN/m<sup>2</sup> anzusetzen. Für Lüftungskanäle ist eine Verkehrslast von 1 kN/m<sup>2</sup> bzw. P = 1 kN (Mannlast) anzusetzen.

(7) Es ist für jeden Einzelfall zu prüfen, ob höhere Verkehrslasten wie z. B. durch Betriebszustände auftreten können. Dies gilt insbesondere für technische Betriebsräume und Zwischendecken. Die höheren Verkehrslasten sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(8) Ersatzlasten für den Anprall von Fahrzeugen sind nach DIN EN 1991-2 anzusetzen.

### 3.2.2.2 Temperatureinwirkungen

(1) Für die Temperaturen an den inneren Bauteiloberflächen sind die Werte gemäß Bild 7.2.1 den Berechnungen zugrunde zu legen, falls nicht besondere Bauwerksverhältnisse genauere Ansätze erfordern.

(2) Der Temperaturverlauf im Querschnitt kann linear angesetzt werden. Die konstante Tunnelumgebungstemperatur von 10 °C wird in einem Abstand von 2,00 m von der Innenfläche angesetzt, wenn sich das Bauteil außerhalb des Grundwassers befindet. Liegt das Bauteil im Grundwasser, ist die Temperatur von 10 °C an der Außenseite des Bauteils anzusetzen.

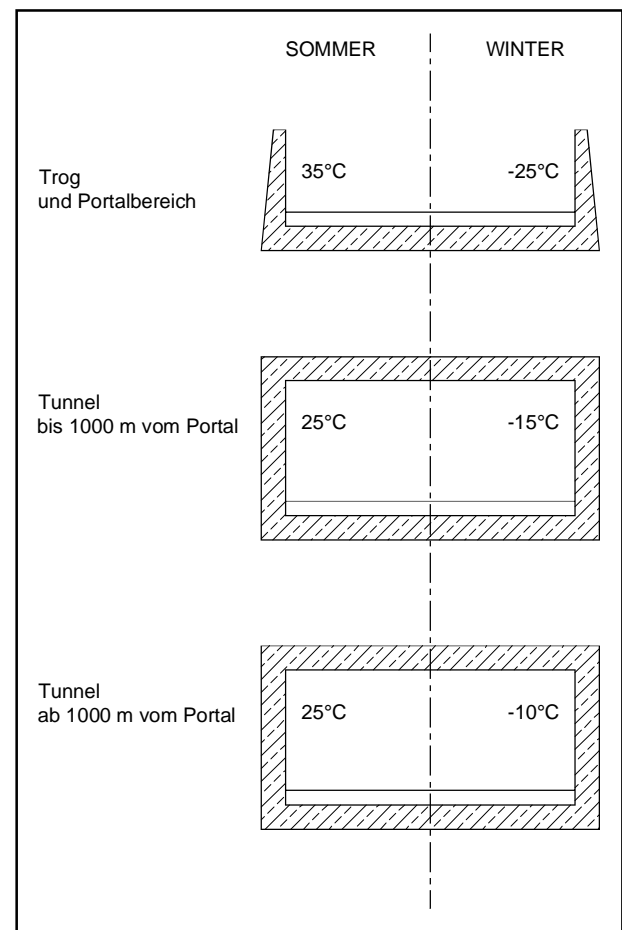


Bild 7.2.1: Temperaturen an den inneren Bauteiloberflächen bzw. Straßenoberflächen

(3) Das Bild 7.2.2 zeigt den Temperaturverlauf in einem Trog mit durchgezogenem Straßenoberbau. Für einen Tunnel gilt Bild 7.2.2 sinngemäß.

(4) Für besondere Bauwerksverhältnisse wie z. B. Tunnelbereiche oder Bauzustände ohne bzw. mit geringer Überdeckung und Bauzustände ohne Straßenoberbau sind die Temperaturen und Temperaturverläufe in Anlehnung an Bild 7.2.1 und Bild 7.2.2 festzulegen.

(5) Die Zwangsbeanspruchung aus dem Temperaturunterschied im Querschnitt sowie aus unterschiedlichen Temperaturen in den Schwerpunkten ist nachzuweisen.

(6) Die Temperatureinwirkungen aus der Hydratation sind nachzuweisen. Hierbei sind Angaben zum zeitlichen Verlauf der Abbinde-temperatur und zur Entwicklung der Betonfestigkeit festzulegen.

(7) Wird zur Rissevermeidung in Sonderfällen eine Kühlung des Betons durch innenliegende Kühlrohre vorgesehen, sind hierfür Temperaturansätze aufzustellen und rechnerisch zu berücksichtigen.

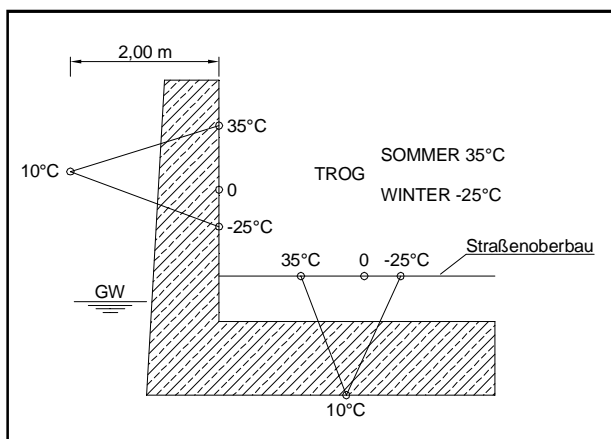


Bild 7.2.2: Temperaturverlauf im Querschnitt

### 3.2.3 Sonstige Einwirkungen

(1) *Zusätzliche Einwirkungen aus sonstigen beteiligten Verkehrsträgern und ggf. Lasten aus Überbauungen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(2) Zu den vorübergehenden Einwirkungen während der Bauzeit gehören die zeitweilig wirkenden Lasten aus Baugeräten, Rüstungen, Baustoffen und Bauwerksteilen.

(3) Für Tunnel mit einem lichten Querschnitt von 50 m<sup>2</sup> und mehr sind die Bekleidungen für die Einwirkungen aus Druck und Sog mit 0,5 kN/m<sup>2</sup> zu bemessen. Bei Tunneln mit geringerem Querschnitt erhöht sich der Sog. Bei einem lichten Querschnitt von 43 m<sup>2</sup> und weniger beträgt er 0,8 kN/m<sup>2</sup>. Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

(4) Für Brandeinwirkungen gilt Nr. 10.

## 3.3 Nachweise und Bemessung

### 3.3.1 Allgemeines

(1) Für Konstruktionen, bei denen die Wechselwirkung von Bauwerk und Baugrund von Bedeutung ist wie z. B. Gewölbetunnel in offener Bauweise, sind besondere Festlegungen zur Bemessung zu berücksichtigen (siehe Teil 7 Abschnitt 1).

(2) *Baubehelfe sind für den Endzustand in der Regel nicht zum Nachweis der Auftriebssicherheit heranzuziehen.*

### 3.3.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Bei der Bemessung der Wände des Bauwerks ist bei der Bauweise mit Arbeitsraum im Lastfall „Größter Erddruck“ der Ruhedruck anzusetzen. Bei unnachgiebig gegründeten Bauwerken und engen Arbeitsräumen, in denen sich der verdichtete Hinterfüllboden nur wenig oder gar nicht entspannen kann, ist mit dem Verdichtungserddruck zu rechnen.

(2) Im Lastfall „Kleinster Erddruck“ ist der halbe aktive Erddruck anzusetzen.

(3) Bei der Bauweise ohne Arbeitsraum wird für die Bemessung der Wände im Lastfall „Größter Erddruck“ der Erdruhedruck und im Lastfall „Kleinster Erddruck“ der Erddruck mit Null angesetzt.

(4) Bei der Bemessung der Decken- und Sohlplatte für die maximalen Feldmomente ist als zugehöriger Erddruck auf die Wände der „Kleinste Erddruck“ anzusetzen.

(5) Die über den Tunnelquerschnitt verteilte Sohlspannung kann unter Berücksichtigung der Verträglichkeit der Verformungen von Bauwerk und Baugrund ermittelt werden. Als Mindestdruckordinate ist  $0,3 \cdot \sigma_m$  anzusetzen, wobei  $\sigma_m$  die konstant über den Querschnitt verteilte Normalspannung ist.

(6) Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind ungünstige Einwirkungen aus Temperatur mit den Kombinationsbeiwerten nach DIN EN 1990 zu multiplizieren. Dabei ist für Temperatureinwirkungen abweichend von der Tabelle A.2.1 in DIN EN 1990 für  $\Psi_0 = 0,8$  anstatt  $\Psi_0 = 0,6$  anzusetzen. Abweichend von DIN EN 1990 sind die Temperatureinwirkungen mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,0$  anzusetzen.

### 3.3.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### 3.3.3.1 Allgemeines

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 3.3.4.1.

#### 3.3.3.2 Rissverhalten infolge Einwirkungen aus Zwang

(1) Die aus der Längenänderung der Tunnelblöcke gegenüber dem umgebenden Boden erzeugte Reibung aus Schwinden und Temperaturschwankung ist bei der Schnittgrößenermittlung zu berücksichtigen. Hierfür gilt Heft 466 des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton.

(2) Sofern für die Zwangsbeanspruchungen des Tunnelquerschnitts aus unterschiedlichen Setzungen keine genauere Berechnung vorgesehen wird, ist:

- bei Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand II und Berücksichtigung des Schnittgrößenabbaus infolge Kriechen der Kombinationsbeiwert mit  $\psi_2 = 1,0$  oder
- bei Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand I und Berücksichtigung des Schnittgrößenabbaus infolge Kriechen der Kombinationsbeiwert mit  $\psi_2 = 0,5$  anzusetzen.

(3) Wenn die Stahlspannungen aus Temperatur (aus Temperaturunterschied  $\Delta T$  und unterschiedlichen Temperaturen in den Schwerpunkten  $\Delta T_s$ ) zum Nachweis der Rissbreite angesetzt werden müssen (siehe Nr. 3.3.3.3), können die Schnittgrößen, sofern kein genauere Nachweis geführt wird,

- bei der Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand II mit  $\psi_2 = 1,0$  oder
- bei der Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand I mit  $\psi_2 = 0,5$

ermittelt werden.

(4) Sondereinwirkungen wie z. B. Temperaturbeanspruchungen im Brandfall, Beanspruchungen aus kurzzeitigen unplanmäßigen Überflutungen sind für die Rissbreitenbeschränkung nicht zu berücksichtigen.

#### 3.3.3.3 Stahlspannung im Rissquerschnitt

(1) Die Stahlspannung im Rissquerschnitt ist mit der häufigen Lastfallkombination gemäß DIN EN 1991-2 zu ermitteln.

(2) Bei nichtlinearen Berechnungen sind die Lasten aus den Einwirkungen zu überlagern und als Kombinationslastfall auf das statische System anzusetzen.

(3) Stahlspannungen aus  $\Delta T$  und  $\Delta T_s$  sind bei der Ermittlung der Rissbreite nach Nr. 3.3.3.4 nur zu berücksichtigen, wenn  $\sigma_s$  kleiner als  $\sigma_{sr}$  ist.

Es bedeuten:

- $\sigma_s$  Stahlspannung im Rissquerschnitt im Zustand II
- $\sigma_{sr}$  Anrissspannung, d.h. zur Risschnittgröße gehörende Stahlspannung im Rissquerschnitt im Zustand II.

#### 3.3.3.4 Ermittlung des Rechenwertes der Rissbreite

Der Rechenwert der Rissbreite ist nach DIN EN 1992-2 zu ermitteln.

#### 3.3.3.5 Festlegung des Rechenwertes der zulässigen Rissbreite

(1) Der Rechenwert für die zulässige Rissbreite beträgt 0,20 mm.

(2) Bei WUB-KO in drückendem Wasser ist zusätzlich der Rechenwert für die zulässige Rissbreite auf der Druckwasserseite mit 0,15 mm anzusetzen.

#### 3.3.3.6 Bewehrung aus Lastfall Zwang infolge abschnittsweiser Herstellung und Hydratationswärme

Der Nachweis der Rissbreitenbeschränkung ist nach DIN EN 1992-2 zu führen.

## 4 Baubegleitende Maßnahmen

### 4.1 Messungen während der Bauausführung

(1) An die Vorbereitung und den Betrieb einer Tunnelbaustelle sind die gleichen Anforderungen wie bei jeder anderen Baumaßnahme des Konstruktiven Ingenieurbaus zu stellen. Diese betreffen u. a. Vorkehrungen zur Vermeidung von Schäden an benachbarter Bebauung, Auflagen zur Reduzierung der Beeinträchtigungen von Anliegern und besondere Maßnahmen zum Schutz des auf der Baustelle eingesetzten Personals.

(2) Die Dimensionierung eines Rechteckquerschnittes erfordert in der Regel keine ergänzenden Überprüfungen auf der Grundlage von Messungen.

(3) Messprogramme sind ggf. für folgende Fälle aufzustellen und in der Leistungsbeschreibung vorzusehen:

- für die Grundwasserbeobachtung und für begleitende Setzungsmessungen,
- zur Überprüfung der Rechenansätze für Baugrubenwände bzw. bei Baugrubensicherungen, die mittels der Beobachtungsmethode dimensioniert werden,
- für Verformungsmessungen bei seitlich gebetteten Gewölbeprofilen,
- für die Beobachtung naher Bebauung und die Überwachung von Baugrubenwänden im Bereich naher Bebauung,
- für Messungen an Ankern und Pfählen, die über die erforderlichen Eignungs- und Abnahmeprüfungen hinausgehen und
- für Messungen des Temperaturverlaufs in der Wand bei Innenkühlung zur Überprüfung der Ansätze.

### 4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 4.2.

## 4.3 Ausführungsunterlagen

### 4.3.1 Allgemeines

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 4.3.1.

### 4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen

Ergänzend zu den Unterlagen nach Teil 1 sind mindestens folgende Ausführungsunterlagen zu liefern:

- Übersichtspläne mit Angaben zu Trasse und Gradienten, Stationierungen und Tunnelmeters,
- Pläne zu Baubehelfen,
- Pläne für die Blockeinteilung,
- Abdichtungspläne einschließlich Fugenkonstruktion, Injektionseinrichtungen und Verwahrdosen,
- Schalwagenplan mit Angaben der Arbeitsfugen,
- Pläne für Regel- und Sonderquerschnitte wie z. B. Betriebsräume, Haltebuchten und Portalbereiche sowie
- Pläne über bauliche Vorkehrungen für Betriebs-einrichtungen.

### 4.3.3 Bauablaufplan

(1) Nach Aufforderung durch den Auftraggeber ist ein Bauablaufplan abzugeben. Dieser Plan muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Art und zeitliche Reihenfolge der Bauarbeiten unter Berücksichtigung und Darstellung der Vertragstermine,
- Dauer der einzelnen Arbeitsschritte,
- Angaben über die Bauleistungen sowie den Ort der jeweiligen Leistung,
- Anzahl der vorgesehenen Arbeitskräfte und Geräte bezogen auf die Leistungsphasen und
- Finanzbedarf im Verlauf der Bauzeit.
- Der kritische Weg und die Darstellung der gegenseitigen Abhängigkeiten.
- Darstellung der Vertragstermine.

(2) Der Bauablaufplan ist gemäß dem aktuellen Bauablauf fortzuschreiben.

### 4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan

Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber vor Baubeginn einen Baustelleneinrichtungsplan zur Zustimmung vorzulegen. In diesem Plan sind mindestens darzustellen:

- die gesamte Baustelleneinrichtung wie Lager, Werkstätten, Unterkünfte, sanitäre Anlagen,

- die Ver- und -entsorgungsanlagen für die Baustelle einschließlich Absetzbecken und ggf. Neutralisationsanlage sowie Anlagen zur Wasserhaltung,
- Zwischenlager für Aushubmaterial sowie ggf. Aufbereitungs- und/oder Betonmischanlage,
- Zuwegungen und Baustraßen innerhalb sowie außerhalb der Baustelle bis zum Anschluss an das bestehende Straßennetz und
- ggf. Schutzmaßnahmen wie Bauzäune, Schutz-zonen und Tabubereiche aus Gründen des Naturschutzes.

## 4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 4.4.

## 5 Baubehelfe, Baustoffe und Bauteile

### 5.1 Baubehelfe

#### 5.1.1 Baugruben

Für die Planung und Ausführung von Baugruben gilt Teil 2 Abschnitt 1.

#### 5.1.2 Schalung

(1) Die Schalung kann bei Radien von mehr als 500 m entlang der Tunnelachse polygonzugartig, d.h. je Blocklänge gerade, ausgebildet werden. Dies gilt nicht für die Gesimsschalung. Die Einhaltung des Lichtraums an jeder Stelle ist hierbei sicherzustellen.

(2) Die Regelungen der Nrn. 7.1.1 und 7.3.2. sind zu beachten.

#### 5.1.3 Traggerüste und Schalwagen

(1) *Traggerüste und Schalwagen sind als gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) Schalwagen sind Traggerüste. Es gilt Teil 5 Abschnitt 1.

(3) Schalwagen sind als Stahlkonstruktion auszuführen.

(4) Die Ausführungsunterlagen für Schalwagen müssen folgende ergänzende Angaben enthalten:

- Ausbildung, Anzahl, Anordnung der Betonierfenster bzw. Betonierstützarten, Anzahl, Anordnung und Leistung der Rüttler,
- Betriebsanweisung zum Aufbau, Absenken, Verfahren und Betonieren,
- Anordnung der Messpunkte.



(5) Die Abnahme der Traggerüste und Schalwagen vor Ort erfolgt nach Teil 5 Abschnitt 1 vor der ersten Betonage durch einen vom Auftraggeber benannten Prüferingenieur.

(6) Für Gewölbequerschnitte gilt Teil 7 Abschnitt 1.

## 5.2 Baustoffe und Bauteile

### 5.2.1 Konstruktionsbeton

#### 5.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

Für die Herstellung, Verarbeitung und Überwachung des Betons gelten Teil 3 Abschnitte 1 und 2, sowie Teil 7 Abschnitt 1 Anhang B.

#### 5.2.1.2 Überwachung des Betonierens

Die für den Ausschalzeitpunkt von Tunneldecke und -gewölbe festgelegte Mindestbetondruckfestigkeit ist vor jedem Ausschalen nachzuweisen.

### 5.2.2 Beton für WUB-KO

Auf eine sorgfältige Nachbehandlung ist besonderer Wert zu legen. Das Konzept über die Art und den Umfang der Nachbehandlung des Betons ist dem Auftraggeber spätestens sechs Wochen vor Beginn der Betonierarbeiten vorzulegen.

### 5.2.3 Unterwasserbeton

Es gilt der DIN-Fachbericht „Beton“.

### 5.2.4 Füllgüter zur Beseitigung von Undichtigkeiten

Es gilt Teil 3 Abschnitt 5.

### 5.2.5 Dränagerohre, Entwässerungsrohre und Schlitzrinnen

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 5.2.5.

### 5.2.6 Befestigungsmittel und Leerrohre

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 5.2.6 bzw. 5.2.7.

### 5.2.7 Fugeneinlagen

Verbleibende Fugeneinlagen müssen formstabil und feuchtigkeitsunempfindlich sein und der Baustoffklasse A nach DIN 4102 entsprechen. Werden kunstharzgebundene Mineralfaserplatten verwendet, gilt DIN EN 13162.

### 5.2.8 Fugenbänder

Die Fugenabdichtung der Blockfugen erfolgt mit innenliegenden Fugenbändern nach Teil 3 Abschnitt 3.

### 5.2.9 Arbeitsfugenbleche

Die Arbeitsfugenbleche müssen mindestens 300 mm breit, 2 mm dick und ungefettet sein sowie der Materialgüte S 235 JR entsprechen. Diese Fugenbleche sind untereinander durchgehend und mit den Stahllaschen des innenliegenden Elastomerfugenbandes zu verschweißen.

## 6 Bauen im Grundwasser

Es gilt Teil 2 Abschnitt 1.

## 7 Konstruktion und Herstellung

### 7.1 Anforderungen an die Konstruktion

#### 7.1.1 Abmessungen und Maßabweichungen

(1) Das vorgesehene Lichtraumprofil ist einzuhalten. Maßabweichungen dürfen das Lichtraumprofil nicht einschränken.

(2) Unebenheiten der Innenflächen bis  $\pm 2$  cm, bezogen auf 10 m Länge, sind zulässig.

(3) Der Versatz an den Blockfugen darf 1 cm nicht übersteigen.

(4) Die Betondeckung darf maximal 10 cm betragen bei Betonage gegen unebene Flächen.

#### 7.1.2 Bauliche Durchbildung

(1) Die Konstruktion ist in der Regel für den Endzustand von den Baubehelfen zu trennen.

(2) Dauerhafte Verankerungen zur Auftriebssicherung der Bauwerkssohle dürfen grundsätzlich nicht vorgesehen werden.

(3) *Wird das Bauwerk im Ausnahmefall direkt gegen die Baugrubenwand betoniert, gilt Teil 2 Abschnitt 1.*

(4) Bei Tunneln mit Rechteckquerschnitten ist zur Ableitung von Oberflächenwasser die Oberfläche der Tunneldecke einseitig geneigt oder als Dachprofil auszubilden. Bei Tunneldecken, die ständig im Grundwasser liegen, kann dies entfallen.

(5) Die Tunnelsohle ist zur Ableitung von Sickerwasser mit einem Quergefälle von mindestens 2 % auszubilden.

#### 7.1.3 Fugen

(1) Bei Blockfugen ist ein innenliegendes Fugenband einzubauen.

(2) Raumfugen sind mit einer Fugeneinlage nach Nr. 5.2.7 auszubilden und luftseitig mit Fugenabschlussbändern zu versehen.

(3) Baustellenstöße der Fugenbänder sind nur im Zusammenhang mit Betonierabschnittsgrenzen vorzusehen und bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

(4) Zusätzliche Arbeitsfugen gemäß Planung des AN bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

#### 7.1.4 Herstellung

(1) Das Einbringen des Betons in einem Betonierabschnitt muss kontinuierlich und ohne schädliche Unterbrechung erfolgen. Der Beton darf aus dem Fördergerät nicht höher als 1 m frei fallend eingebracht werden. Bei größeren Einbringhöhen sind Schüttröhre mit Einfülltrichtern zu verwenden.

(2) Das Nennmaß der Betondeckung der Stahleinlagen beträgt innen und außen  $c_{nom} = 60$  mm. Das Mindestmaß beträgt  $c_{min} = 50$  mm.

(3) Alle Risse mit Rissbreiten von mehr als 0,20 mm sowie alle wasserführenden Risse sind nach Teil 3 Abschnitt 5 zu füllen. Diese Leistungen werden nicht gesondert vergütet.

### 7.2 Konstruktionen außerhalb des Grundwassers

(1) Für Decken im Sickerwasserbereich, die als WUB-KO ausgebildet werden, gilt Nr. 7.3.

(2) Die Anordnung ggf. vorgesehener Arbeitsfugen ist anzugeben.

(3) Sind Arbeitsfugen zwischen Sohle und dem aufgehenden Bauteil vorgesehen, sind diese unterhalb der Oberkante der Notgehwege und mindestens 10 cm oberhalb der Sohle bzw. des Fundamentes anzuordnen.

(4) Die Mindestbewehrung beträgt je Seite und Richtung 0,15 % des Betonquerschnitts, jedoch nicht mehr als 9 cm<sup>2</sup>/m je Seite und Richtung (längs und quer).

### 7.3 Konstruktionen im Grundwasser als WUB-KO

#### 7.3.1 Allgemeines

*Die Aggressivität des Grundwassers ist zu berücksichtigen. Anstehendes Wasser darf höchstens „chemisch mäßig angreifend“ nach DIN 4030 sein.*

#### 7.3.2 Konstruktive Ausbildung

(1) Zur Verminderung der Schwindbehinderung ist in der Regel zwischen Bauwerkssohle und Sauberkeitsschicht eine Gleitschicht vorzusehen, z. B. als mindestens 2-lagige Kunststoffolie (jeweils mindestens 1,0 mm) auf ebener, glatt abgezogener Sauberkeitsschicht.

(2) Rohr- und Kabeldurchführungen nach außen sind mittels einbetonierter Einbauteile mit Dichtkragen wasserdicht herzustellen.

(3) Schalungsanker müssen so beschaffen sein, dass eine ausreichende Sicherheit gegen Umläufigkeit gewährleistet ist.

(4) Alle Einbauteile müssen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 entsprechen.

(5) Für Bauwerke bzw. Bauteile in der Ausbildung als WUB-KO beträgt die Mindestbewehrung je Seite und Richtung 0,20 % des Betonquerschnitts, jedoch nicht mehr als 12 cm<sup>2</sup>/m je Seite und Richtung (längs und quer).

(6) Das innenliegende Blockfugenband ist mit beidseitig anvulkanisierten Stahllaschen und Verpressmöglichkeiten zu versehen. Die Verpressstellen sind so anzuordnen, dass sie nach dem Innenausbau leicht zugänglich sind. Die Verpressmöglichkeiten sind nur bei Undichtigkeiten und nach Zustimmung des AG zu nutzen. Das Injektionsmaterial und die Injektion werden nicht gesondert vergütet.

(7) Die Fugenbandbreite einschließlich der Stahllaschen muss mindestens 400 mm betragen.

(8) Werden Arbeitsfugen vorgesehen, sind sie mit Fugenblechen auszuführen. Die Fugenbleche sind mit den Stahllaschen des innenliegenden Fugenbandes wasserdicht zu einem geschlossenen Abdichtungssystem zu verschweißen.

(9) Der Kreuzungspunkt der Fugenbänder mit Arbeitsfugenblechen ist werkstattmäßig herzustellen.

(10) Arbeitsfugen, die planmäßig im Zuge der Herstellung verpresst werden, sind zusätzlich mit Verpressschläuchen für eine spätere Injektion zu versehen.

## 8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser

### 8.1 Allgemeines

(1) Für die Abdichtung von Tunnelbauwerken mit KDB gilt Teil 7 Abschnitt 5.

(2) Die Abdichtungssysteme sind in Teil 7 Abschnitt 5 Tabelle 7.5.2 geregelt.

(3) Bei Überführung von Verkehrswegen mit einer Überdeckung von weniger als 1,00 m ist für die Oberfläche der Tunneldecke eine Abdichtung gemäß Teil 6 Abschnitte 1 bis 3 vorzusehen.

(4) Hinsichtlich der Dichtigkeitsanforderungen sind die Dichtigkeitsklassen gemäß Teil 7 Abschnitt 5 Tabelle 7.5.1 zu beachten.

## 8.2 Ausführung als WUB-KO

- (1) Es ist Dichtigkeitsklasse 2 einzuhalten.
- (2) Die Mindestbauteildicke beträgt 40 cm.

## 8.3 Abdichtung mit KDB

- (1) Bei Ausführung der Abdichtung mit KDB ist die Dichtigkeitsklasse 1 einzuhalten. Die dazu erforderlichen Maßnahmen sind Teil 7 Abschnitt 5 Tabelle 7.5.2 zu entnehmen.
- (2) Abstandhalter sind so auszubilden, dass die Abdichtung weder im Bau- noch im Endzustand verletzt werden kann.

## 9 Tunnelentwässerung

### 9.1 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit

Es gilt Teil 2 Abschnitt 3.

### 9.2 Entwässerungsanlagen

#### 9.2.1 Bemessung der Entwässerungsanlagen

- (1) *Gradiente, Querneigung und Fläche der Fahrbahn bestimmen maßgebend die Bemessung der Entwässerungsanlagen. Zusätzlich sind die in den EABT-80/100 angegebenen Bemessungsgrößen zu berücksichtigen.*
- (2) Sämtliche Entwässerungsanlagen sind im Einzelnen aufgrund einer hydraulischen Berechnung zu dimensionieren.

#### 9.2.2 Bauliche Ausbildung der Dränageleitungen

- (1) *Für die Planung und Ausführung von Dränagesystemen ist die Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU) zu beachten.*
- (2) Bei Tunnelquerschnitten mit geschlossener Sohle ist zur Ableitung eventuell anfallender Sickerwässer eine Dränageleitung mit einem Mindestdurchmesser von DN/ID 150 (DN/OD 200) im Tiefpunkt der Sohle vorzusehen

#### 9.2.3 Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 9.3.3.

## 10 Baulicher Brandschutz

### 10.1 Thermische Einwirkungen

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 10.1.

### 10.2 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion

#### 10.2.1 Allgemeines

- (1) Der erforderliche bauliche Brandschutz von Tunneln mit Rechteckquerschnitt ist durch konstruktive Maßnahmen gemäß den nachfolgenden Absätzen und mit Hilfe rechnerischer Nachweisverfahren sicherzustellen.
- (2) Für Gewölbequerschnitte gilt Teil 7 Abschnitt 1.

#### 10.2.2 Konstruktive Maßnahmen

*Die konstruktiven Maßnahmen sind darauf abzustellen, dass die tragende Bewehrung im Brandfall nicht über 300 °C erwärmt wird. Dies wird durch Einhaltung einer ausreichenden Betondeckung und Herstellung der Tunnelwände und -decke sowie Zwischendecken aus PP-Faserbeton gemäß Teil 3 Abschnitt 1, sowie Teil 7 Abschnitt 1 Anhang B sichergestellt. Die Maßnahmen für den baulichen Brandschutz bei Instandsetzungsmaßnahmen sind im Einzelfall festzulegen.*

#### 10.2.3 Rechnerischer Nachweis

- (1) Für ein- und mehrzellige Rahmen mit Bauteildicken größer 0,6 m und Stützweiten bis 16 m darf ein vereinfachter rechnerischer Nachweis des Lastfalls Brand über einen Ersatztemperaturgradienten geführt werden. Dabei ist ein bauteildickenabhängiger, linearer Temperaturgradient in Wand und Decke bei voller Steifigkeit des Betonquerschnitts in Zustand I anzusetzen und der Nachweis der Tragfähigkeit für die Kombination für außergewöhnliche Bemessungssituationen gemäß DIN EN 1990 zu führen. Bei einer Bauteildicke von 60 cm ist ein linearer Temperaturgradient von 55 K und bei einer Bauteildicke von mindestens 150 cm ein linearer Temperaturgradient von 25 K anzusetzen. Für Bauteildicken zwischen 60 cm und 150 cm ist linear zu interpolieren.
- (2) Der erforderliche Bewehrungsquerschnitt und die erforderliche Bewehrungsführung aus der Bemessung für Gebrauchslasten nach DIN EN 1992-2 sind zu überprüfen und ggf. anzupassen.
- (3) Ergibt sich aus dem vereinfachten Nachweis ein wesentlich höherer Bewehrungsgrad als für die Lastfälle im Gebrauchszustand erforderlich, ist ein genauerer rechnerischer Nachweis nach Absatz (4) durchzuführen.
- (4) Bei abweichenden Randbedingungen, z. B. keine Verwendung von PP-Faserbeton oder Bauteildicken kleiner 60 cm oder Stützweiten größer 16 m oder verlängerte Temperatur-Zeit-Kurve der Brandbelastung ist ein genauerer rechnerischer Nachweis des Brandfalls auf Grundlage des „Allgemeinen Rechenverfahrens“ nach DIN EN 1992-1-2

unter Berücksichtigung möglicher Betonabplatzungen in Abhängigkeit der vorhandenen bzw. vorgesehenen Brandschutzmaßnahmen zu führen. Zusätzlich ist ein rechnerischer Nachweis nach dem Brand unter Berücksichtigung der nichtreversiblen Festigkeitsminderungen des Stahlbetons durch die Brandeinwirkung zu führen. Beide Nachweise sind für die außergewöhnliche Bemessungssituation gemäß DIN EN 1992-1-2 zu führen. Für eine länger andauernde Instandsetzungsphase nach dem Brand ist das Sicherheitsniveau für den Bauzustand (Bemessungssituation BS-T) unter Berücksichtigung des tatsächlichen Schadensbildes nachzuweisen. Ggf. sind zum Erreichen dieses Sicherheitsniveaus zusätzliche temporäre Stützungsmaßnahmen erforderlich.

(5) Ein Leitfaden mit einer Musterstatik zum rechnerischen Nachweis des Brandfalls befindet sich auf der Internetseite der Bundesanstalt für Straßenwesen.

### 10.3 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 10.3.

## 11 Innenausbau

### 11.1 Straßenaufbau und Sohlabdichtung

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 11.1.

### 11.2 Wandflächen und Deckenflächen

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 11.2.

### 11.3 Lärmschutzbekleidungen

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 11.3.

### 11.4 Zwischendecken und Trennwände

Zwischendecken sind als beidseitig gelenkig gelagerte Einfeldplatten auszuführen. Bis zu einer lichten Weite von 8 m müssen sie eine Mindestdicke von 25 cm aufweisen. Ab einer lichten Weite von 13 m ist eine Mindestdicke von 40 cm vorzusehen. Zwischenwerte sind zu interpolieren. Bei Fertigstellung des Bauwerkes ist ein planmäßiger Stich von 10 cm gegenüber den Auflagerpunkten zu gewährleisten. Trennwände sind mindestens 20 cm dick auszuführen. Die Zwischendecken und Trennwände sind denselben Expositionsklassen zuzuordnen wie Tunnelwände und -decken.

### 11.5 Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte

(1) Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 11.5.

(2) In an Tunnel angrenzenden Trogbauwerken ist der Notgehweg von der Fahrbahn durchgängig mit einem 3 cm hohen Absatz abzugrenzen.

(3) In reinen Trogbauwerken ist der Notgehweg von der Fahrbahn durchgängig mit einem 7 cm hohen Absatz abzugrenzen.

### 11.6 Zugänglichkeit der Konstruktion

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 11.6.

## 12 Bauwerksunterlagen und Dokumentation

Es gilt Teil 7 Abschnitt 1 Nr. 13.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 7 Tunnelbau**

### **Abschnitt 3 Maschinelle Schildvortriebsverfahren**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>4</b>
1.1 Geltungsbereich .....	4
1.2 Begriffsbestimmungen .....	4
1.3 Anforderungen an die Beteiligten .....	4
<b>2 Geotechnische Untersuchungen .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Standsicherheitsnachweise .....</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeines.....	5
3.2 Einwirkungen.....	5
3.2.1 Ständige Einwirkungen .....	5
3.2.2 Veränderliche Einwirkungen .....	6
3.2.3 Sonstige Einwirkungen .....	6
3.3 Nachweise und Bemessung.....	6
3.3.1 Allgemeines.....	6
3.3.2 Berechnungsmodelle .....	6
3.3.3 Schnittgrößenermittlung.....	6
3.3.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	7
3.3.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	7
<b>4 Baubegleitende Maßnahmen .....</b>	<b>7</b>
4.1 Messungen während der Bauausführung.....	7
4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung .....	8
4.3 Ausführungsunterlagen.....	8
4.3.1 Allgemeines.....	8
4.3.2 Standsicherheitsnachweise und Ausführungszeichnungen .....	8
4.3.3 Bauablaufplan .....	8
4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan .....	8
4.3.5 Pflichtenheft .....	8
4.3.6 Tunnelbauhandbuch.....	8
4.3.7 Tübbinghandbuch.....	9
4.3.8 Störfallanalyse.....	9
4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen .....	9
<b>5 Maschinenteknik .....</b>	<b>9</b>
5.1 Allgemeines.....	9
5.2 Abbausystem.....	9
5.2.1 Konzeption .....	9
5.2.2 Lockergesteinsvortrieb.....	9
5.2.3 Festgesteinsvortrieb .....	10
5.3 Schildkonstruktion .....	10
5.3.1 Schildmantel.....	10
5.3.2 Schildschwanzdichtung.....	10
5.3.3 Ringspaltverpressung .....	10
5.4 Vortriebspresen.....	10
5.5 Tübbingversetzeinrichtung .....	10
5.6 Personen- und Materialschleusen .....	10
5.7 Steuer-/Kontrolleinrichtungen.....	10
5.8 Zusatzeinrichtungen.....	10
5.9 Wartung und Reparatur.....	11
5.10 Probebetrieb.....	11
5.11 Sicherheitsanforderungen .....	11
<b>6 Tunnelvortrieb.....</b>	<b>11</b>
6.1 Allgemeines.....	11
6.2 Start- und Zielvorgänge.....	11
6.3 Standsicherheit der Ortsbrust.....	11
6.3.1 Allgemeines.....	11
6.3.2 Arten der Ortsbruststützung .....	11
6.4 Überwachung und Steuerung.....	12
6.4.1 Fahrt der Vortriebsmaschine .....	12
6.4.2 Datenerfassung und -protokollierung.....	12
6.4.3 Vortriebsvorschauen und Vortriebsnachschaun .....	12
6.5 Qualitätskontrolle .....	13
6.6 Notfallplan .....	13
<b>7 Konstruktion .....</b>	<b>13</b>
7.1 Allgemeines .....	13
7.2 Anforderungen an die Tübbingkonstruktion.....	13
7.2.1 Abmessungen.....	13
7.2.2 Betontechnologie .....	13
7.2.3 Mindestbewehrung und Betondeckung... ..	14
7.2.4 Konstruktion im Fugenbereich.....	14
7.2.5 Toleranzen und Kontrollmessungen .....	14
7.3 Ringbau .....	15
7.3.1 Ringgeometrie .....	15
7.3.2 Verbindung der Tübbingelemente .....	15
7.3.3 Ringspaltverpressung .....	15
<b>8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser.....</b>	<b>17</b>
8.1 Allgemeines.....	17
8.2 1-schalige Konstruktionen.....	17

8.2.1	Konstruktionsgrundsätze .....	17
8.2.2	Anforderungen an den Dichtungsrahmen/ an das Dichtungsprofil .....	17
8.3	2-schalige Konstruktionen.....	17
8.3.1	Konstruktionsgrundsätze .....	17
8.3.2	Abdichtung mit KDB .....	17
8.3.3	Innenschale als WUB-KO .....	17
<b>9</b>	<b>Tunnelentwässerung.....</b>	<b>17</b>
9.1	Allgemeines.....	17
9.2	Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit.....	17
9.3	Entwässerungsanlagen .....	17
<b>10</b>	<b>Baulicher Brandschutz.....</b>	<b>17</b>
10.1	Thermische Einwirkungen.....	17
10.2	Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion .....	18
10.2.1	1-schalige Konstruktionen.....	18
10.2.2	2-schalige Konstruktionen.....	18
10.3	Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau .....	18
<b>11</b>	<b>Innenausbau und Querschläge.....</b>	<b>18</b>
11.1	Straßenaufbau und Sohlabdichtung.....	18
11.1.1	1-schalige Konstruktionen.....	18
11.1.2	2-schalige Konstruktionen.....	18
11.2	Wand- und Deckenflächen.....	18
11.2.1	1-schalige Konstruktionen.....	18
11.2.2	2-schalige Konstruktionen.....	18
11.3	Lärmschutzbekleidungen .....	18
11.4	Zwischendecken und Trennwände.....	18
11.5	Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte .....	18
11.6	Querschläge.....	19
11.7	Zugänglichkeit der Konstruktion.....	19
<b>12</b>	<b>Bauwerksunterlagen und Dokumentation .....</b>	<b>19</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 7 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Für die Planung von Straßentunneln sind die Empfehlungen des Deutschen Ausschusses für unterirdisches Bauen (DAUB) zu beachten. Hierzu zählen insbesondere:

- die Empfehlungen zur Auswahl von Tunnelbohrmaschinen,
- die Empfehlungen für statische Berechnungen von Schildvortriebsmaschinen,
- die Empfehlungen für den Entwurf, die Herstellung und den Einbau von Tübbingringen und
- Empfehlungen zu Stützdruckberechnungen für Schildvortriebe im Lockergestein.

(3) Zusätzlich ist die Empfehlung für Dichtungsrahmen in Tübbingauskleidungen der STUVA zu beachten.

### 1.1 Geltungsbereich

(1) Dieser Abschnitt gilt für die bautechnische Ausführung von Straßentunneln, die mittels maschineller Schildvortriebsverfahren hergestellt werden, d. h. es werden ausschließlich Regelungen für den Einsatz von Tunnelbohrmaschinen mit Schild behandelt.

(2) Für die Herstellung von Querschnitten mit einem Innendurchmesser kleiner 10 m, z. B. Rettungstollen, sind die Regelungen sinngemäß anzuwenden und die Toleranzen (siehe Nr. 7.2.5.1) anzupassen.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Tunnelbohrmaschinen (TBM)

sind Maschinen, die entweder den gesamten Tunnelquerschnitt mit einem Bohrkopf bzw. einem Schneidrad im Vollschnitt oder teilflächig durch geeignete Lösevorrichtungen abbauen. Beim Abbauvorgang wird die Maschine entweder kontinuierlich oder hubweise vorgeschoben. In Anlehnung an die DAUB-Empfehlungen sind mit dem Begriff „TBM“ alle Schildmaschinen für Fest- und Lockergestein gemeint.

#### (2) Maschinelle Schildvortriebsverfahren

sind Verfahren, bei denen entweder der gesamte Tunnelquerschnitt mit einem Bohrkopf bzw. einem Schneidrad im Vollschnitt oder teilflächig durch geeignete Lösevorrichtungen abgebaut wird. Der Abbau des Baugrunds und der Einbau der Sicherung verlaufen im Schutze eines Schildes. Dabei kommen gemäß DAUB-Empfehlung sowohl Vollschnittmaschinentypen (Einfachschilder, Doppelschildmaschinen, Flüssigkeitsschilder, Erddruckschilder, Variable-Density-Schilder und Hybrid-/Multimode-

schilder) und Teilschnittmaschinentypen (Teilschnittschilder mit Bagger, Teilschnittschilder mit Schräme) zum Einsatz.

#### (3) 1-schalige Konstruktion

Hierbei werden Fertigteilelemente (Tübbinge) im Schutze des Schildes zu einer Schale montiert. Die Tübbingschale dient dabei als endgültige Konstruktion und übernimmt dauerhaft die Trag- und Dichtkeitsfunktionen (siehe Bild 7.3.1).

#### (4) 2-schalige Konstruktion

Hierbei wird die Tübbingschale durch eine abgedichtete oder wasserundurchlässig ausgeführte Innenschale ergänzt. Die Tübbingschale übernimmt im Regelfall im Endzustand keine Dichtkeitsfunktion, sondern hat ausschließlich Erddrucklasten aufzunehmen (siehe Bild 7.3.2).

(5) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen aus den einschlägigen DIN-Normen.

### 1.3 Anforderungen an die Beteiligten

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 1.3.

## 2 Geotechnische Untersuchungen

(1) Die geotechnischen Untersuchungen sind nach Abschnitt 1 Nr. 2 durchzuführen und in einem tunnelbautechnischen Bericht zusammenzufassen.

(2) Zusätzlich sind verfahrens- und maschinenrelevante Baugrundeinflüsse zu benennen und daraus resultierende mögliche Konsequenzen für die Maschinenauslegung bzw. den Vortrieb anzugeben, z. B. im Hinblick auf:

- Bewältigung von Steinen und Findlingen,
- Bewältigung von Blöcken und Blockfall,
- Hindernisse im Baugrund,
- Zusatzmaßnahmen zur Sicherstellung der Ortsbruststabilität,
- Hohlräume/Grobkiesschichten mit der Gefahr von Suspensionsverlusten,
- Verschleiß- und Verklebungsprobleme infolge Mineralogie/Quellerscheinungen,
- Fließsandschichten mit der Gefahr der Ortsbrustinstabilität,
- gespannte Grundwasserverhältnisse, Hauptfließrichtungen des Grundwassers, Fließgeschwindigkeit, Wasserstände, Tideeinflüsse,
- Grundwasserchemismus, z. B. Salzgehalt des Grundwassers,
- Behandlung von organischen Bestandteilen,
- Setzungsempfindlichkeit des Baugrundes,



- Injizierbarkeit des Baugrundes,
- Konditionierbarkeit des Baugrundes,
- Verspannbarkeit der Maschine im Baugrund,
- Quellfähigkeit des Baugrunds,
- Kontamination des Baugrundes und
- Deponierbarkeit.

### 3 Standsicherheitsnachweise

#### 3.1 Allgemeines

(1) Es gelten DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054.

(2) Die Standsicherheitsnachweise umfassen die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise.

(3) Die Standsicherheitsnachweise müssen ausreichende Angaben über die Bau- und Endzustände in übersichtlicher und prüfbarer Form enthalten. Hierzu zählen insbesondere:

- Geometrie des Bauwerks,
- Lastannahmen,
- Baustoffe/Baustoffkennwerte,
- statische Systeme/Berechnungsmodelle/Berechnungsverfahren,
- Baugrundaufbau und -kenngrößen,
- Ermittlung der Beanspruchungen und Verformungen,
- Bauverfahren und Bauzustände unter Berücksichtigung der Verformungen,
- Sicherheitsbeiwerte,
- Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Verformungen des Bauwerks mit Einzelnachweisen für alle tragenden Bauteile.

(4) Hinweise zu den Standsicherheitsnachweisen im Lockergestein enthalten unter anderem die Empfehlungen zur Berechnung von Tunneln im Lockergestein der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT).

#### 3.2 Einwirkungen

##### 3.2.1 Ständige Einwirkungen

###### 3.2.1.1 Eigenlasten

Als Eigenlasten gelten das Eigengewicht des Ausbaus und die Gewichte der übrigen eingebrachten Bauteile.

###### 3.2.1.2 Erddruck, Gebirgsdruck

(1) Die Bodeneigenlasten sowie die anzusetzenden bodenmechanischen Kennwerte sind dem geotechnischen Bericht zu entnehmen.

(2) Bereits bekannte künftige Geländeaufhöhungen oder -abgrabungen sind zu berücksichtigen.

(3) Bei zweischaligen Konstruktionen ist die äußere Tübbingschale für den Endzustand nur auf Erddruck zu bemessen.

(4) Die Wechselwirkungen zwischen Gebirge und Ausbau, welche die Spannungs- und Verformungszustände von Gebirge und Ausbau beim Tunnelbau bestimmen, z. B. Quellen, Schwellen und Kriechen des Gebirges sowie Einwirkungen aus Erdfallschloten, Karsterscheinungen und Störungszonen, sind hinsichtlich Art und Größe nachvollziehbar herzu-leiten und zu begründen.

###### 3.2.1.3 Wasserdruck und Auftrieb

(1) Als Wasserdruck sind die Kräfte des ruhenden oder strömenden Wassers entsprechend dem höchsten zu erwartenden Wasserstand anzusetzen. Die Änderung der Potentialverhältnisse durch Bauzustände und durch das fertige Bauwerk ist zu berücksichtigen.

(2) Es ist auch der Lastfall „minimaler Grundwasserstand“ zu untersuchen.

(3) In der Leistungsbeschreibung ist für den Nachweis der Auftriebssicherheit anzugeben, inwieweit z. B. Einbauten, Sohlauffüllung, Überschüttungen und Abgrabungen anzusetzen sind.

(4) Wird der Straßenoberbau im Bauwerk durchgeführt, kann dieser, bis Unterkante Deckschicht als ständige Last angesetzt werden. Für den Bauzustand ist der Lastfall „ohne Straßenoberbau“ mit dem Bemessungswasserstand für die Bauzeit nachzuweisen.

(5) Für den späteren Austausch des Straßenoberbaus ist der Lastfall „ohne Straßenoberbau“ nachzuweisen. Diese ist als Bemessungssituation BS-A mit den Teilsicherheitsbeiwerten gemäß DIN 1054 anzusetzen.

(6) Bei zweischaligen Konstruktionen ist der Wasserdruck für den Endzustand nur für die Innenschale anzusetzen.

###### 3.2.1.4 Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen

Bei zweischaligen Konstruktionen sind Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen nach DIN EN 1992-2 zu berücksichtigen, wenn sie ungünstig wirken.

### 3.2.1.5 Dauernd wirkende Lasten auf der Geländeoberfläche

Dauernd wirkende Lasten auf der Geländeoberfläche sind zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch dauernd wirkende Lasten aus vorhersehbaren Veränderungen an der Geländeoberfläche.

### 3.2.1.6 Einwirkungen aus benachbarten Tunnelröhren

Einwirkungen aus benachbarten Tunnelröhren sind für alle Bauzustände und für den Endzustand zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch Einflüsse aus einer beabsichtigten späteren Herstellung benachbarter Tunnelröhren.

## 3.2.2 Veränderliche Einwirkungen

### 3.2.2.1 Verkehrslasten

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 3.2.2.1.

### 3.2.2.2 Temperatureinwirkungen

(1) Die Ansätze für gleichmäßige und ungleichmäßige Temperaturänderungen der Tunnelauskleidung während der Bauphase sind im Einzelfall nach den Betriebsbedingungen und Bauzuständen des Tunnels festzulegen.

(2) Für den Endzustand gelten die Angaben in Abschnitt 1 Nr. 3.2.2.2.

### 3.2.3 Sonstige Einwirkungen

(1) Als sonstige Einwirkungen sind folgende Lasten zu berücksichtigen:

- Temporäre Einwirkungen während der Bauzeit, z. B. Vortriebslasten aus Pressenkräften, Nachläuferlasten, Auftriebslasten, Verpressdrücke aus Ringspaltverfüllung und
- Druck und Sog auf die Tunnelauskleidung, siehe Abschnitt 1 Nr. 3.2.3.

(2) Bei der Unterquerung von Gewässern sind mögliche Auskolkungen zu berücksichtigen. Weiterhin sind bei schiffbaren Gewässern die Wracklast für das jeweils zutreffende Bemessungsschiff, Ankerwurf sowie Baggertoleranzen zu berücksichtigen.

(3) Falls erforderlich, ist auch der Sonderlastfall „Innendruck im Tunnel“ z. B. gefluteter Tunnel zu untersuchen.

(4) Für Brandeinwirkung gilt Nr. 10.

## 3.3 Nachweise und Bemessung

### 3.3.1 Allgemeines

(1) Für Bereiche des Baugrunds mit jeweils gleichbleibenden boden- und felsmechanischen Eigen-

schaften (Homogenbereiche) ist jeweils ein mechanisches Modell zu erarbeiten, das die folgenden Elemente erfasst:

- Struktureller Aufbau, Klüftung, Schichtung,
- Verformbarkeit und Festigkeit des Locker- bzw. Festgesteins,
- Primärspannungen,
- Wasserstände und Durchlässigkeit des Baugrunds, Grundwasserströmungsverhalten und
- Einwirkungen aus Baugrundverbesserungen wie z. B. Injektionen, Rüttelstopfsäulen, Drainage, Gefrierverfahren.

(2) Die erforderlichen boden- und felsmechanischen Kennwerte sind dem geotechnischen Bericht zu entnehmen.

(3) Neben den Belastungsfällen im Endzustand sind auch andere Zustände, wie z. B. diejenigen unmittelbar hinter der Vortriebsmaschine, zu untersuchen.

### 3.3.2 Berechnungsmodelle

(1) Aufgrund der geotechnischen Untersuchungen ist ein mechanisches Gebirgs- und Berechnungsmodell entsprechend Abschnitt 1 Nr. 3.3.2 aufzustellen.

(2) Die Standsicherheitsnachweise sind nach dem Bettungsmodulverfahren (elastisch gebetteter Stabzug) oder auf der Grundlage von Kontinuummodellen zu führen.

(3) Beim Bettungsmodulverfahren muss der Ansatz der tangentialen Bettung und der tangentialen Lastanteile die geotechnischen und baubetrieblichen Randbedingungen berücksichtigen, z. B. die Eigenschaften der Ringspaltverpressung. Die Summe der vertikal auf den Tunnel wirkenden Lasten ist als entgegengerichtete Gleichlast auf die Sohle anzusetzen, um eine Translation des Tunnels zu vermeiden.

(4) Bei der Verwendung von Kontinuummodellen sind der Ausbau und der umgebende Baugrund durch diskrete Elemente abzubilden, deren mechanisches Verhalten den jeweiligen Baustoffen bzw. Baugrundverhältnissen entspricht. Die Auswirkungen der natürlichen Streubreite der Baugrundparameter und der Einflussgrößen aus dem Vortriebsgeschehen sind zu berücksichtigen.

### 3.3.3 Schnittgrößenermittlung

(1) Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt nach dem Bettungsmodulverfahren oder nach dem Kontinuummodell. Bei Anwendung des Kontinuummodells sind für die maßgebenden Querschnitte zu Kontrollzwecken Vergleichsberechnungen mit einem vereinfachten Berechnungsmodell durchzuführen.

(2) Die Momenten-Verdrehungsbeziehung der Längsfugen ist unter Berücksichtigung der Fugen-geometrie und der Betonsteifigkeit, sowie der in den Längsfugen wirkenden Normalkraft anzusetzen.

(3) Sofern eine Querkraftkopplung benachbarter Tübbingringe vorhanden ist, ist sie statisch zu berücksichtigen.

(4) Die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Tunnelröhren ist bei einem Achsabstand kleiner 2D zu untersuchen.

### 3.3.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Die Sicherheit der Tunnelröhre gegen Auftrieb ist für alle relevanten Lastfallkombinationen nach DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054 nachzuweisen.

(2) Die Kraftdurchleitung in den Längsfugen und die Kraftübertragung in den Ringfugen sind nachzuweisen.

(3) Bei der Bemessung der Stahlbetontübbinge auf die für den Vortrieb erforderlichen Pressenkräfte ist nachzuweisen, dass die Flächenpressung in den Kraftübertragungsflächen zwischen den Ringen die maximal zulässige Teilflächenbelastung nach DIN EN 1992-2 nicht überschreitet. Hierbei ist die Betriebspressenkraft als Gebrauchszustand anzusetzen.

(4) Soll die maximal installierte Pressenkraft ausgenutzt werden, sind die Sicherheitsbeiwerte mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die hierbei zusätzlich auftretenden Spaltzugspannungen sind durch Bewehrung abzudecken.

(5) Neben der Betrachtung der Teilflächenpressung ist die Wirkung der Pressenkräfte an einem Einzelsegment zu untersuchen (Scheibenbeanspruchung). Imperfektionen sind dabei zu berücksichtigen.

(6) Darüber hinaus sind die Tübbinge so zu dimensionieren, dass durch die auftretenden Verformungen die Funktionsfähigkeit der Dichtungsprofile nicht beeinträchtigt wird.

### 3.3.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit ist ein Rissbreitennachweis nach DIN EN 1992-2 zu führen. Für den Nachweis sind die rechnerischen Rissbreiten nach Nr. 8 anzusetzen.

## 4 Baubegleitende Maßnahmen

### 4.1 Messungen während der Bauausführung

(1) Die Herstellung des Tunnelbauwerkes ist durch eine messtechnische Überwachung zu begleiten. Diese umfasst

- die Kontrolle der Achse, der Gradienten und des Tunnelquerschnitts zur Überprüfung des Lichtraumprofils (Lage- und Höhenmessungen) während des Vortriebs,
- ein untertägliches Messprogramm zur Überwachung von Konvergenzen und Deformationen,
- ein obertägliches Messprogramm zur Überwachung von Setzungen und Verformungen (Nivellement-, Extensometermessungen),
- ein Messprogramm zur Überwachung von Verformungen des Tunnelringes in Folge bauverfahrenstechnischer Einflüsse, wie z. B. Ringspaltverpressung, Maschinensteuerung (Konvergenz- und Deformationsmessungen),
- ein Messprogramm zur Überwachung dichtigkeitsrelevanter Differenzverformungen (Versatz- und Fugenspaltmessungen) und
- eine Maschinensteuerung (siehe Nr. 6.4).

(2) Zur Begrenzung unverträglicher Baugrund- und Bauwerksverformungen sind für das obertägige Messprogramm Prognose-, Warn- und Alarmwerte festzulegen.

(3) Das erforderliche Messprogramm ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen. Werden bei der Schildfahrt besonders setzungsgefährdete Objekte, z. B. Bauwerke oder Verkehrswege unterfahren, so sind regelmäßige Messungen und die Übertragung der Messergebnisse in den Steuerstand der TBM vorzusehen.

(4) Der Zeitpunkt des Einbaus der Messeinrichtungen und der Durchführung der Nullmessung sind so früh wie möglich mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(5) Die Messpunkte an der Geländeoberkante sind so rechtzeitig zu installieren, dass die Nullmessung noch keinen Einflüssen des Vortriebs unterliegt.

(6) Die im Messprogramm geplanten Abstände der Messquerschnitte in Tunnellängsrichtung und die Messintervalle sind den Erfahrungen beim Vortrieb anzupassen. Insbesondere ist bei ungünstigen Baugrundbeschaffenheiten, z. B. setzungsempfindliche Baugrundformationen sowie bei kritischen Unterfahrungen von baulichen Anlagen oder Verkehrswegen der Abstand der Messquerschnitte zu verringern und die Anzahl der Messungen zu erhöhen.

(7) Die Messquerschnitte des untertägigen und obertägigen Messprogramms sind möglichst zu kombinieren.

(8) Die Verformungen des Tübbingringes in Folge bauverfahrenstechnischer Einflüsse sind durch entsprechende Vermessungen an mindestens fünf hintereinander liegenden Ringen durchzuführen. Dabei ist jeder Ring unmittelbar nach Einbau, nach erfolgter Ringspaltverpressung sowie nach Erstbelastung durch den Nachläufer hinsichtlich der Konvergenz, Höhen- und Lageveränderung aufzunehmen.

(9) Die Versatz- und Fugenspaltmessungen sind an mindestens fünf hintereinander liegenden Ringen festzustellen. Dabei ist jeder Ring unmittelbar nach Einbau sowie nach erfolgter Ringspaltverpressung sowie nach Durchfahren mit dem Nachläufer hinsichtlich des Versatzes und des Fugenspaltes aufzunehmen.

(10) Die Messwerte sind auf Datenträger aufzunehmen. Die Messdaten sind auszuwerten, dem Auftraggeber zur Beurteilung zuzuleiten und kontinuierlich fortzuschreiben. Die wichtigsten Daten sind darzustellen und über eine einzurichtende Online-Übertragung zum Auftraggeber zu übermitteln (siehe Nr. 6.4.2).

## 4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.2.

## 4.3 Ausführungsunterlagen

### 4.3.1 Allgemeines

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.3.1.

### 4.3.2 Standsicherheitsnachweise und Ausführungszeichnungen

(1) Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen sind mindestens zu liefern für:

- Schachtkonstruktionen,
- Konstruktionen für Start- und Zielvorgänge,
- Tunnelbohrmaschine,
- Tübbingkonstruktion,
- Sicherungsmaßnahmen,
- Ausbaukonstruktionen für Regel- und Sonderquerschnitte, z. B. Querschläge,
- bauliche Vorkehrungen für Betriebseinrichtungen und
- messtechnische Überwachungsprogramme.

(2) Bei einer zweischaligen Konstruktion sind zusätzlich Ausführungsunterlagen zu liefern für:

- Abdichtung,
- Schalwagen und
- Innenschale.

### 4.3.3 Bauablaufplan

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.3.3.

### 4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan

Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber vor Baubeginn einen Baustelleneinrichtungsplan zur Zustimmung vorzulegen. In diesem Plan sind mindestens darzustellen:

- gesamte Baustelleneinrichtung,
- Ver- und Entsorgungsanlagen,
- Zwischenlager für Ausbruchmaterial und
- Zuwegungen und Baustraßen innerhalb sowie außerhalb der Baustelle bis zum Anschluss an das bestehende Straßennetz.

### 4.3.5 Pflichtenheft

(1) Der Auftragnehmer hat zur Darstellung der notwendigen Ausstattung und Einrichtungen der Tunnelbohrmaschine ein Pflichtenheft vor Fertigung der Maschine dem Auftraggeber zu übergeben. Es hat zur Aufgabe, die Tunnelbohrmaschine auf die Bewältigung der projektspezifischen, vorhersehbaren Betriebssituationen auszulegen und die dazugehörige Maschinen- und Verfahrenstechnik einschließlich Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen darzulegen.

(2) Im Pflichtenheft sind mindestens die nachfolgenden Komponenten zu behandeln:

- Ortsbruststützung,
- Materialförderung,
- Vorschubeinrichtung,
- Steuerung,
- Zusatzausrüstungen (Steinbrecher, Injektionen, Vorauserkundung),
- Drucklufteinrichtungen und
- übrige maschinentechnische Ausstattung.

(3) Spezielle sicherheitstechnische Auflagen für die Tunnelbohrmaschinen sind zu berücksichtigen.

### 4.3.6 Tunnelbauhandbuch

Der Auftragnehmer hat für die Ausführung vor Beginn des Tunnelvortriebs ein Tunnelbauhandbuch dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen. Das Tunnelbauhandbuch ist der Leitfaden zur sicheren Ausführung der Tunnelbaumaßnahme. Im Handbuch sind mindestens die nachfolgend aufgeführten Punkte zu behandeln:

- Baustellenorganisation,
- Baustelleneinrichtung,
- Baustellennormalbetrieb,
- Baustellensonderbetrieb,
- Arbeits- und Betriebssicherheit,
- Sicherheitskonzept einschließlich Störfallanalyse,
- Messtechnische Überwachung einschließlich Warneinrichtungen,
- Qualitätssicherungsprogramme,
- Vortriebsplan nach Nr. 6.5 und
- Notfallplan nach Nr. 6.6.

#### 4.3.7 Tübbinghandbuch

(1) Das Tübbinghandbuch ist als Qualitätssicherungselement für die Stahlbetontübbinge aufzustellen. Im Handbuch sind die nachfolgenden Punkte detailliert zu beschreiben:

- Allgemeine Beschreibung der Organisation und der Fertigungsanlage,
- Ablaufbeschreibung der Tübbingfertigung, der Tübbingausrüstung und -lagerung,
- Auflistung der verwendeten Materialien und Stoffe mit Bezeichnung und Lieferantenangabe,
- Betonherstellung mit Rezeptur, Eignungsprüfung, Eigenüberwachung und Dokumentation,
- Bewehrungskorbherstellung, -einbau mit Gewährleistung und Überprüfung der Betondeckung,
- Fertigungskontrollen mit Grundvermessung der Schalung, der Tübbinge, Schalungskontrolle und Dokumentation vor jedem Betoniervorgang,
- Nacharbeiten, Kennzeichnung und Ausrüstung der Tübbinge und
- Beschreibung von Schäden und Mängeln einschließlich Vorschlägen für deren Beseitigung.

(2) Das Tübbinghandbuch ist dem Auftraggeber vor Fertigungsbeginn vorzulegen.

#### 4.3.8 Störfallanalyse

Der Auftragnehmer hat vor Beginn des Tunnelvortriebs eine Störfallanalyse aufzustellen und dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen. Durch die Störfallanalyse sollen mögliche Störfälle beim Maschinenvortrieb identifiziert und durch entsprechende Maßnahmen vermieden werden.

## 4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen

(1) Der Auftragnehmer hat alle Genehmigungen, die aus seinem Baubetrieb resultieren, bei den zuständigen Fachbehörden einzuholen. Dies gilt auch für Arbeiten im Überdruckbereich, die Genehmigungen zu Sonderregelungen erfordern können.

(2) Zur Einhaltung der zulässigen Grenzwerte sind besondere Schutzmaßnahmen gegen Lärm- und Staubeinwirkungen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen, z. B. durch Schallschirme oder -schleusen, Schutz Tore an den Tunnelportalen sowie Anordnung von Staubfiltern.

(3) Für die Zustandserfassung und Beweissicherung von Gebäuden und sonstigen Anlagen gilt Abschnitt 1 Nr. 4.2.

(4) Erforderliche Schutzmaßnahmen an Gebäuden und Anlagen, z. B. Fundamentsicherung, Bodenstabilisierung sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

## 5 Maschinentechnik

### 5.1 Allgemeines

(1) Die Wahl der Tunnelbohrmaschine richtet sich nach den geotechnischen Verhältnissen in Verbindung mit dem Trassen- und Gradientenverlauf der aufzufahrenden Strecke.

(2) Die Regelungen zur Maschinentechnik gelten für Einsätze mit Vollschnittabbau.

### 5.2 Abbausystem

#### 5.2.1 Konzeption

(1) Die Abbauwerkzeuge müssen einen schonenden Abbau der zu erwartenden Baugrundformationen sicherstellen. Dabei ist das Durchfahren von Kunstbauten und verfestigten Böden, z. B. in den Start- und Zielbereichen, zu berücksichtigen.

(2) Es sind eine Werkzeuggüte und ein Werkzeugdesign zu wählen, die zu einer Minimierung des Verschleißes der Abbauwerkzeuge führt. Die gegenseitige Beeinflussung der unterschiedlichen Werkzeuge und der dadurch bedingte Verschleiß sind zu berücksichtigen.

(3) Das Abbausystem ist strömungsgünstig auszubilden. Eine mögliche Verklebungsfahr ist zu beachten. Gegebenenfalls sind zusätzliche Einbauten vorzusehen, z. B. Zentrumsschneider, Bedüsungen, Agitatoren.

#### 5.2.2 Lockergesteinsvortrieb

(1) Der Schneidradantrieb muss zwei Arbeitsdrehrichtungen ermöglichen, worauf der Werkzeugbesatz auszurichten ist. Es muss ein Verschieben in

Achsrichtung möglich sein. Die Drehzahl des Schneidrades muss stufenlos veränderbar sein.

(2) Je nach den geotechnischen Verhältnissen kann ein Kippen des Schneidrades erforderlich werden. Dies ist in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

### 5.2.3 Festgesteinsvortrieb

(1) Der Bohrkopf muss eine Arbeitsdrehrichtung und eine gegenläufige Drehrichtung, als passive Drehrichtung, ermöglichen. Die Drehzahl des Bohrkopfes muss mindestens in zwei Stufen veränderbar sein.

(2) Je nach den geotechnischen Verhältnissen kann ein Verschieben in Achsrichtung und ein Verkippen oder das horizontale/vertikale Verschieben des Bohrkopfes erforderlich werden. Dies ist in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

## 5.3 Schildkonstruktion

### 5.3.1 Schildmantel

Der Schildmantel ist für die maximal auftretenden Beanspruchungen auszulegen. Dabei sind auch verfahrenstechnische Einflüsse zu berücksichtigen. Hierfür ist eine Statik vorzulegen.

### 5.3.2 Schildschwanzdichtung

Die Schildschwanzdichtung muss segmentweise auswechselbar sein. Bei einfach wirkender Schildschwanzdichtung ist eine unabhängig arbeitende Notdichtung auszuführen, die gegen mechanische Beschädigungen geschützt ist. Bei Konstruktion der Schildschwanzdichtung mit Bürsten sind mindestens zwei Kammern herzustellen.

### 5.3.3 Ringspaltverpressung

(1) Der Ringspalt zwischen Tübbingaußenlaibung und umgebendem Baugrund ist kontinuierlich mit dem Vortrieb durch Verpresskanäle im Schildschwanz zu verpressen.

(2) Die Einrichtung zur Ringspaltverpressung muss eine gleichmäßige Verteilung des Verpressmörtels und ein vollständiges Verpressen durch mehrere über den Schildumfang verteilte Verpressstellen ermöglichen. Durch entsprechende Überwachungs- und Steuerungsvorrichtungen ist eine druckgesteuerte und volumenkontrollierte Verpressung sicherzustellen.

(3) Beim Festgesteinsvortrieb sind auch alternative Verfahren möglich, z. B. Verblasen mit Perlkies.

## 5.4 Vortriebspresen

Die Vortriebspresen sind so zu dimensionieren, dass die notwendigen Vortriebskräfte sowie Stütz-

druckkräfte erzeugt werden können. Anzahl und Anordnung der Vortriebspresen und die Tübbingkonstruktion sind aufeinander abzustimmen.

## 5.5 Tübbingversetzeinrichtung

(1) Für die Montage der Tübbingringe ist eine Versetzeinrichtung mit Dreh- und Fahrtrieb vorzusehen. Zur Positionierung der Tübbinge muss eine in alle Richtungen schwenkbare Einrichtung installiert werden.

(2) Die Einrichtung muss ruckfreie und ruhige Bewegungen und einen passgenauen Einbau der Tübbinge ermöglichen.

(3) Die Versetzeinrichtung muss in der Lage sein, einen Tübbingring auch im Bereich der Schildschwanzdichtung aus- und einzubauen.

## 5.6 Personen- und Materialschleusen

Bei Schildmaschinen mit Ortsbruststützung sind als Zugang in die Arbeitskammer bzw. zur Ortsbrust Personen- und Materialschleusen vorzusehen. Die Schleusen sind mit allen Installationen gemäß den sicherheitstechnischen Vorschriften auszustatten.

## 5.7 Steuer-/Kontrolleinrichtungen

(1) Es ist ein Steuerstand mit Kontroll-, Regel- und Datenerfassungssystemen für den Betrieb der Tunnelbohrmaschine einzurichten.

(2) Es muss eine Ausrüstung und ein Hydrauliksystem der Vortriebspresen vorhanden sein, das die schonende Kraftübertragung auf die Tübbinge und die differenzierte Beaufschlagung einzelner Pressen oder Pressengruppen zur Schildsteuerung gewährleistet.

(3) Es ist eine Einrichtung vorzusehen, die eine kontinuierliche Gegenüberstellung der theoretischen mit der tatsächlich abgeführten Bodenmenge ermöglicht.

(4) Es sind Einrichtungen zur Verschleißüberwachung der Abbauwerkzeuge vorzusehen.

## 5.8 Zusatzeinrichtungen

Im Bedarfsfall sind in der Leistungsbeschreibung zusätzliche Einrichtungen an der Maschine aufzuführen. Diese können u. a. sein:

- Einrichtungen für Störfälle und zum Schutz des Personals im Abbauraum, z. B. Sicherungsplatten,
- Einrichtungen, mit denen z. B. eine Voraus erkundung, Baugrundverfestigung sowie Grundwasserentspannung aus dem Schild heraus möglich ist,

- Brechereinrichtungen, um Steine und Blöcke oder unbewehrte Betonteile auf ein förderbares Maß zu zerkleinern und
- Einrichtungen zur Stützung der Ortsbrust und zur Baugrundkonditionierung.

## 5.9 Wartung und Reparatur

- (1) Die Möglichkeit des Werkzeugwechsels unter Aufrechterhaltung der Standsicherheit der Ortsbrust muss gegeben sein.
- (2) Wartungs- und Austauschmaßnahmen von Maschinenkomponenten sind im Pflichtenheft zu beschreiben (siehe Nr. 4.3.5).
- (3) Das Hauptlager der Tunnelbohrmaschine muss tunnelseitig auswechselbar sein.

## 5.10 Probetrieb

Vor Auslieferung der Maschine an die Baustelle und bei Vortriebsbeginn ist die Funktionstüchtigkeit der Hauptkomponenten der Tunnelbohrmaschine dem Auftraggeber gegenüber zu demonstrieren.

## 5.11 Sicherheitsanforderungen

Es gelten DIN EN 16191 und DIN EN 12110.

# 6 Tunnelvortrieb

## 6.1 Allgemeines

In der Leistungsbeschreibung ist die Vortriebsklasse gemäß DIN 18312 anzugeben. Darüber hinausgehende projektbezogene Untergliederungen sind in der Regel erforderlich.

## 6.2 Start- und Zielvorgänge

Zur Sicherstellung der Start- und Zielvorgänge für die Schildfahrt sind die Schächte bzw. die Baugruben den geometrischen, statischen und baubetrieblichen Anforderungen der TBM anzupassen und nachzuweisen. Es sind mindestens Angaben über die

- Schildwiege,
- Anfahrkonstruktion,
- Anfahr- und Ausfahrbrille mit Dichtungen und
- Sondermaßnahmen zur Baugrundstabilisierung

erforderlich.

## 6.3 Standsicherheit der Ortsbrust

### 6.3.1 Allgemeines

- (1) Die Standsicherheit der Ortsbrust muss während der Ausführung in jeder Phase des Baubetriebs

(Vortrieb, Stillstand für z. B. Ringbau, Inspektion und Wartung) auch bei unvorhergesehenen Ereignissen, sichergestellt sein. Soweit für die Standsicherheit erforderlich, muss die Ortsbrust in allen oder in einzelnen Phasen des Baubetriebs gestützt werden.

- (2) Die Standsicherheit der Ortsbrust ist für jeden Bauzustand rechnerisch nachzuweisen.

(3) Es sind mindestens die bodenmechanischen Kennwerte, die Bemessungswasserstände, das Berechnungsmodell und die Sicherheitsbeiwerte auf der Basis der geotechnischen Untersuchungen in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(4) Zur Beurteilung der Ortsbruststabilität sind baubegleitend der aktuelle Wasserdruck, die Suspensionsseigenschaften, die Bodenabfuhr und die Baugrundverformungen durch den Auftragnehmer zu kontrollieren. In Abhängigkeit von den gemessenen Baugrundverformungen sind die Eigenschaften des Stützmediums und der Stützdruck vortriebsbegleitend anzupassen.

(5) Um die geforderten Sicherheiten zu erfüllen, können zusätzliche bautechnische Maßnahmen erforderlich werden, wie z. B. Baugrundertüchtigung, Aufschüttung, Grundwasserabsenkung, Grundwasserentspannung, Vereisung.

### 6.3.2 Arten der Ortsbruststützung

(1) Es werden folgende Arten der Ortsbruststützung unterschieden:

- Flüssigkeitsstützung,
- Erddruckstützung und
- Druckluftstützung.

(2) Unterschiedliche Phasen des Baubetriebs, z. B. Vortrieb oder Inspektion erfordern unter Umständen unterschiedliche Arten der Stützung.

(3) Sicherungsplatten dürfen beim Standsicherheitsnachweis der Ortsbruststützung nicht berücksichtigt werden.

#### 6.3.2.1 Flüssigkeitsstützung

(1) Als Stützmedium werden in Abhängigkeit von der Kohäsion des Baugrunds Suspensionen unterschiedlicher Dichte oder Wasser verwendet. Während des Vortriebs ist die Abbaukammer stets vollständig mit Flüssigkeit gefüllt und unter definiertem Druck zu halten.

(2) Neben der vollen Flüssigkeitsstützung ist auch eine Teilstützung ggf. zusammen mit anderen Stützmedien möglich.

(3) Die innere Standsicherheit der Ortsbrust ist analog DIN 4126 nachzuweisen.

(4) Die Sicherheit gegen Instabilität der Ortsbrust ist nachzuweisen, wobei die Teilsicherheiten für Wasserdruck mit  $\gamma_G = 1,05$  und für Erddruck mit  $\gamma_G = 1,5$

anzusetzen sind. Zudem ist eine Regeltoleranz von  $\pm 10 \text{ kN/m}^2$  zu berücksichtigen.

(5) Die Sicherheit gegen Aufbruch des Überdeckungsbodens ist nachzuweisen, wobei die günstigen ständigen Einwirkungen (Erd- und Wasser-eigenlast) mit  $\gamma_{G, \text{stb}} = 0,9$  eingehen und für die Baugrundwichten die unteren Werte anzusetzen sind. Hierbei ist der unter Absatz (4) ermittelte Stützdruck zu berücksichtigen.

(6) Die Betriebszustände Teil- oder Vollabsenkung, z. B. für Werkzeugwechsel sind gesondert mit den dabei vorgesehenen Stützmedien nachzuweisen.

#### 6.3.2.2 Erddruckstützung

(1) Als stützendes Medium wird ein fließfähiger und kompressibler Erdbrei verwendet, der aus dem gelösten Boden vermischt mit zugegebenen Konditionierungsmitteln besteht und während des Vortriebs in der Abbaukammer unter definiertem Druck zu halten ist.

(2) Es gilt Nr. 6.3.2.1 entsprechend. Es ist eine Regeltoleranz von  $\pm 30 \text{ kN/m}^2$  zu berücksichtigen.

(3) *Neben der vollen Erdbreistützung ist auch eine Teilstützung mit Erdbrei ggf. zusammen mit anderen Stützmedien möglich.*

#### 6.3.2.3 Druckluftstützung

(1) *Die Stützung der Ortsbrust mit Druckluft ist nur im Ausnahmefall anzuwenden.*

(2) Bei Einstiegen mit Druckluft, z. B. für Inspektionen ist eine Membranwirkung an der Ortsbrust herbeizuführen und aufrecht zu erhalten. Bei erhöhten Druckluftverlusten sind Sondermaßnahmen einzuleiten, z. B. Verbesserung bzw. Erneuerung der Membranwirkung durch Aufsprühen von Suspension oder Überführung in den Betriebszustand Suspensionsstützung ohne/mit Ausführung einer Baugrundverbesserung.

(3) Der Luftdruck und der Luftverbrauch sind laufend zu messen und zu überwachen. Bei signifikanten Änderungen der Werte sind Sondermaßnahmen entsprechend Absatz (2) zu ergreifen oder der Einstieg ist zu beenden.

(4) Bei Stützung durch Druckluft ist die Standsicherheit der Ortsbrust entsprechend Nr. 6.3.2.1 Absatz (4) nachzuweisen. Dabei muss der Wasserdruck im tiefsten Punkt der druckluftgestützten Ortsbrust mit  $\gamma = 1,05$ -facher Sicherheit durch die entsprechende Luftdruckordinate gehalten werden.

(5) Die Sicherheit gegen Aufbruch des Überdeckungsbodens (Ausbläsersicherheit) ist nach Nr. 6.3.2.1 nachzuweisen.

(6) Bei allen Drucklufteinstiegen ist dem Auftraggeber ein Einzelnachweis vorzulegen.

## 6.4 Überwachung und Steuerung

### 6.4.1 Fahrt der Vortriebsmaschine

(1) Zur Einhaltung der vorgesehenen Trasse und Gradienten ist die Vortriebsmaschine mittels Steuersystem zu betreiben. Der Fehlerkreis um die Soll-Achse beträgt im Radius max. 100 mm (Schildfahrt-toleranz).

(2) Die Luftspaltmaße zwischen Schildschwanz und Tübbingaußenfläche sind regelmäßig aufzunehmen, zu protokollieren und damit die Zwängungsfreiheit nachzuweisen.

### 6.4.2 Datenerfassung und -protokollierung

(1) Sämtliche während der Vortriebsfahrt erfassten Vermessungs-, Vortriebs-, Verfahrens- und Maschinendaten sind „kontinuierlich“ in Abständen von max. 10 Sekunden zu protokollieren, dem Auftraggeber online zur Verfügung zu stellen und auf Datenträgern abzulegen. Die wichtigsten Daten sind grafisch darzustellen. Dazu zählen:

- Fahrt und Position der Vortriebsmaschine,
- Tübbingeinbau,
- Stützdruck, Eigenschaften des Stützmediums,
- Verpressdrücke, Bohrgutvolumen, Eigenschaften des Abraums beziehungsweise des separierten Bohrgutes,
- Anpress- und Vorschubdrücke, Pressenaus-fahrung,
- minimale und maximale Drehmomente sowie Bohrkopfstellung des Bohrkopfantriebes,
- Temperaturen und Drücke im Hauptlagerdich-tungssystem und
- Lage des Tübbingrings im Schildschwanz.

(2) Weitere Messungen während der Bauausfüh-rung sind gemäß Nr. 4.2 durchzuführen.

### 6.4.3 Vortriebsvorschauen und Vortriebsnachschaun

(1) Im Rahmen der Risikominimierung und Störfall-prävention sind wöchentliche Vortriebsvorschauen und Vortriebsnachschaun zu erstellen.

(2) Die Vortriebsvorschau dient dem frühzeitigen Erkennen von möglichem Gefährdungspotential der bevorstehenden Vortriebsstrecke und der Sensibili-sierung des Vortriebspersonals. Folgende Angaben sind mindestens aufzunehmen:

- Geologie,
- Überlagerungsverhältnisse,
- Grundwassersituation,
- Bebauungssituation/Objektunterfahrungen,



- Hinweise auf mögliche natürliche und künstliche Hindernisse,
- Hinweise auf kontaminierte Schichten,
- Zusatzvorkehrungen im Hinblick auf z. B. fließgefährdete, verklebungs- und verschleißträchtige Baugrundsichten und
- Spanne der jeweiligen maschinen- und verfahrenstechnischen Einstellparameter.

(3) Die Vortriebsnachschaу analysiert den zurückliegenden Vortriebsabschnitt mit dem Ziel der Dokumentation und Verfeinerung der Prognose.

## 6.5 Qualitätskontrolle

Zur Qualitätskontrolle des Vortriebs ist der Vortriebsplan, der sich über den gesamten Vortriebsbereich zu erstrecken hat, in das Tunnelbauhandbuch aufzunehmen. Er muss alle wesentlichen Arbeitsvorgänge und Arbeitsabläufe enthalten. Hierzu zählen:

- prognostizierte Geologie,
- Vortriebsleistung,
- mögliche Bereiche für Inspektionseinstiege,
- mögliche Bereiche für Werkzeugwechsel,
- Stützungsmaßnahmen an der Ortsbrust, erforderliche Stützdrücke für die Standsicherheit der Ortsbrust im Betriebszustand,
- Standsicherheit der Ortsbrust bei Arbeiten in der Arbeits- und Abbaukammer,
- Ringspaltverpressdruck,
- Volumenabschätzung der gewonnenen Materialien und
- maschinentechnisches Wartungsprogramm sowie Vortriebsvorschau (nach 6.4.3).

## 6.6 Notfallplan

Der Auftragnehmer hat einen Notfallplan aufzustellen, der die Sicherheitseinrichtungen beschreibt und deren regelmäßige Wartung und Überprüfung festlegt sowie die Organisation in Notfällen regelt. Der Notfallplan ist in das Tunnelbauhandbuch aufzunehmen.

# 7 Konstruktion

## 7.1 Allgemeines

- (1) Es gelten Abschnitt 1 Nrn. 5.2.5, 5.2.6 und 5.2.7.
- (2) Es sind 1- und 2-schalige Konstruktionen zu unterscheiden (siehe Bild 7.3.1 und Bild 7.3.2),
- (3) Bei Ausbildung einer zusätzlich abgedichteten oder wasserundurchlässig ausgeführten Innenschale ist Abschnitt 1 Nrn. 5 und 7 zu beachten.

(4) Zur Herstellung der Anprallwände sind die Regelungen des Abschnitts 1 Nrn. 5 und 7 sinngemäß anzuwenden.

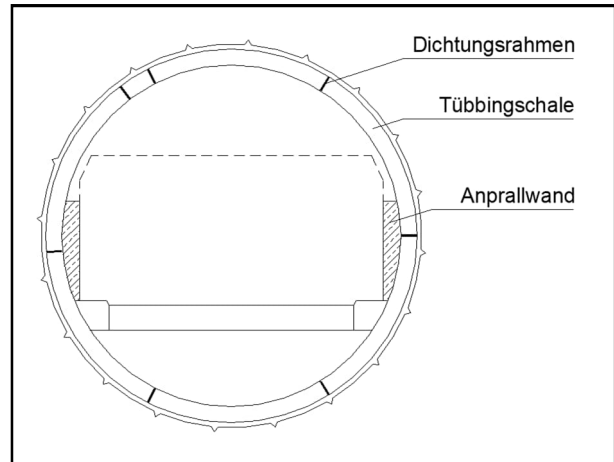


Bild 7.3.1: 1-schalige Konstruktion

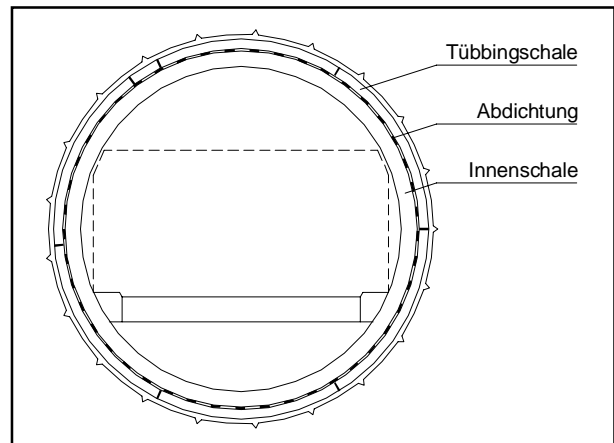


Bild 7.3.2: 2-schalige Konstruktion

## 7.2 Anforderungen an die Tübbingkonstruktion

Die Regelbauweise besteht aus Blocktübbing. Sie werden als Stahlbetonfertigteile hergestellt.

### 7.2.1 Abmessungen

Die Tübingelemente 1-schaliger Konstruktionen sind mit einer Mindestdicke von 30 cm auszuführen.

### 7.2.2 Betontechnologie

- (1) Für die Herstellung, Verarbeitung und Überwachung des Betons gilt Teil 3 Abschnitte 1 und 2.
- (2) Die Betonzusammensetzung ist auf die Verarbeitbarkeit abzustimmen. Dabei sind die Bauteilabmessungen, die Bewehrungsanordnung, das vorgesehene Betonierverfahren und die Erzielung eines dauerhaften Betons zu berücksichtigen.

(3) Alle für die Erstellung des Bauwerks vorgesehenen Betonzusammensetzungen sind dem Auftraggeber mindestens sechs Wochen vor Betonierbeginn vorzulegen.

#### 7.2.2.1 Eigenschaften

(1) Tübbinge für 1-schalige Konstruktionen sind mindestens aus Beton der Festigkeitsklasse C35/45 herzustellen.

(2) Bei 2-schaligen Konstruktionen ist für die Tübbinge mindestens eine Festigkeitsklasse C25/30 einzuhalten.

(3) Für das Anheben aus der Schalung ist eine Mindestdruckfestigkeit von 15 N/mm<sup>2</sup> einzuhalten.

#### 7.2.2.2 Temperatur

Der in die Schalung eingebrachte Beton darf eine Maximaltemperatur von 65 °C nicht überschreiten. Der Temperaturgradient zwischen Betonkern und Betonoberfläche darf 20 K nicht überschreiten. An einem Probetübbing ist der Temperaturverlauf während der Hydratation kontinuierlich zu messen und aufzuzeichnen.

### 7.2.3 Mindestbewehrung und Betondeckung

(1) Sofern die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise keine größeren Bewehrungsquerschnitte ergeben, ist für Tübbinge, die auch im Endzustand Tragfunktionen übernehmen, mindestens die folgende Oberflächenbewehrung einschließlich Stirnflächen vorzusehen:

- Betonstabstahl B500B nach DIN 488, Ø 10 mm mit einem Stababstand von 10 cm oder
- Betonstahlmatten B500A oder B500B nach DIN 488 mit einem Stababstand von 10 cm mit gleichwertigem Bewehrungsgrad.

(2) An den Oberflächen ist eine Mindestbetondeckung von 40 mm und an den Stirnflächen von 20 mm einzuhalten. Hierbei ist ein Vorhaltemaß von 5 mm zu berücksichtigen.

(3) Wird die Mindestbewehrung aus konstruktiven Gründen unterbrochen, z. B. bei Schraubentaschen oder ist der geforderte Bewehrungsabstand nicht einzuhalten, ist die Bewehrung in den Nachbarbereichen entsprechend zu verstärken.

### 7.2.4 Konstruktion im Fugenbereich

(1) Ringfugen sind eben oder mit Nut-Feder- oder Topf-Nocke-Konstruktionen auszuführen.

(2) Die Ringfuge ist so auszubilden, dass eine definierte Kraftübertragung gewährleistet ist.

(3) Außerhalb der Kraftübertragungsflächen soll der Ringfugenspalt dauerhaft 2 bis 3 mm betragen.

(4) Längsfugen sind bei einschaligen Tübbingkonstruktionen eben und bei zwei-schaligen Konstruktionen eben oder gekrümmt auszubilden.

(5) Ein zulässiger Montageversatz von 15 mm zwischen zwei Tübbingen ist zu berücksichtigen.

### 7.2.5 Toleranzen und Kontrollmessungen

#### 7.2.5.1 Toleranzen

Für das fertige Tübbingelement und den Probetübbingring sind die Toleranzen nach Tabelle 7.3.1 bzw. Bild 7.3.3 einzuhalten.

**Tabelle 7.3.1:** Herstellungstoleranzen am fertigen Tübbingelement 1-schaliger Konstruktionen

Position	Toleranzen
Fugenebenheit (Fe_RF und Fe_LF)	± 0,5 mm
Tübbingbreite (Tb)	± 0,7 mm
Tübbingdicke (Td)	± 3,0 mm
Innenradius jedes Tübbings (Ri)	± 1,5 mm
Außenradius jedes Tübbings (Ra)	± 2,0 mm
Vertikaler Abstand der vierten Tübbingecke von der Ebene, die von den drei anderen Ecken gebildet wird	± 8,0 mm
Radius der Dichtungsnutachse (Rdn)	± 1,0 mm
Dichtungsnutbreite (Dg_B)	± 0,2 mm
Dichtungsnuttiefe (Dg_T)	± 0,2 mm
Tübbingbogenwinkel	± 0,01°
Fugenverschränkung Längsfuge (Fv_LF) <sup>1)</sup>	± 0,3 mm
Winkelabweichung der Längsfuge (Fugenkonizität Längsfuge (Fk_LF)) (Tübbingbreite bis 1,50 m) <sup>2)</sup>	± 0,5 mm

<sup>1)</sup> bis zu einer Kontaktflächenhöhe von 25 cm; bei einer Kontaktflächenhöhe von 35 cm beträgt die Fugenverschränkung der Längsfuge ± 0,5 mm; Zwischenwerte sind linear zu interpolieren

<sup>2)</sup> bei einer Tübbingbreite ≥ 2,0 m beträgt die Fugenkonizität d. Längsfuge ± 0,7 mm; Zwischenwerte sind linear zu interpolieren

#### 7.2.5.2 Kontrollmessungen

(1) Die Schalformen der Tübbinge sind vor jedem Betoniervorgang auf Maßhaltigkeit zu kontrollieren.

(2) Der Tübbing ist wie folgt zu vermessen:

- Räumliche Vermessung des ersten Tübbings aus jeder Schalung und
- Vermessung eines Probetübbingringes vor Beginn der Serienfertigung aus jedem Schalungssatz.
- Die Ergebnisse sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Das Vermessungsprogramm für die Kontrolle der Maßhaltigkeit der Tübbinge ist vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber aufzustellen.

(4) Vor Beginn der Serienfertigung sind mit dem Beton, der Schalung und den Verdichtungsgeräten mindestens zwei Proberinge herzustellen, um die Eignung der Anlage nachzuweisen. Durch den Zusammenbau der übereinanderliegenden Proberinge ist die Passgenauigkeit der Fugenkonstruktionen und der Verbindungsmittel per Sichtkontrolle zu überprüfen.

#### 7.2.5.3 Oberflächenbeschaffenheit

Die Betonoberfläche der Nut zur Aufnahme des Dichtungsprofils muss eben und hohlraumfrei (Lunkerfrei) sein.

### 7.3 Ringbau

#### 7.3.1 Ringgeometrie

(1) Die Ringgeometrie ist so auszulegen, dass der Ringbau einer vorgegebenen Raumkurve (Gradienten, Trasse, Korrekturkurve) folgen kann. Hierbei dürfen keine Zwängungen, z. B. Kontakt mit dem Schild, auftreten.

(2) Längsfugen sind versetzt anzuordnen. Kreuzfugen sind zu vermeiden.

#### 7.3.2 Verbindung der Tübbingelemente

(1) Im Bauzustand ist eine Verschraubung oder anderweitige lastübertragende Verbindung (z. B. Dübel) der Tübbinge erforderlich, die für den Endzustand wieder ausgebaut wird. Die Verschraubung

muss die einzelnen Segmente gegen die Rückstellkraft des Dichtungsprofils zusammenhalten.

(2) Bei Ausbildung doppelter Dichtungsrahmen sind die Verschraubungskanäle der temporären Verschraubung nach Entfernen der Verschraubungen von der Innenseite abzudichten.

*(3) Für doppelte Dichtungsrahmen ist in der Leistungsbeschreibung die Art der Dichtigkeitsprüfungen festzulegen.*

(4) In den Anfangs- und Endbereichen des Ausbaus sowie in Sonderbereichen, z. B. Querschläge und Nischen sind dauerhafte Verschraubungen vorzusehen, wenn sie für eine statisch nachgewiesene Kraftübertragung benötigt werden. Es sind Schrauben mit der Werkstoff-Nr. 1.4529 oder 1.4547 nach DIN EN ISO 3506 sowie nach DIN EN 10088 zu verwenden.

(5) Der Fugenversatz zwischen zwei Tübbingen darf 10 mm nicht überschreiten.

#### 7.3.3 Ringspaltverpressung

(1) Zur endgültigen Bettung des Tübbingausbaus ist eine Ringspaltverpressung durchzuführen. Es gilt Nr. 5.3.3.

(2) Die Eignung des Verpressmaterials ist durch Versuche gegenüber dem Auftraggeber nachzuweisen.

*(3) Die Versuche und die Anforderungen an das Verpressmaterial sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

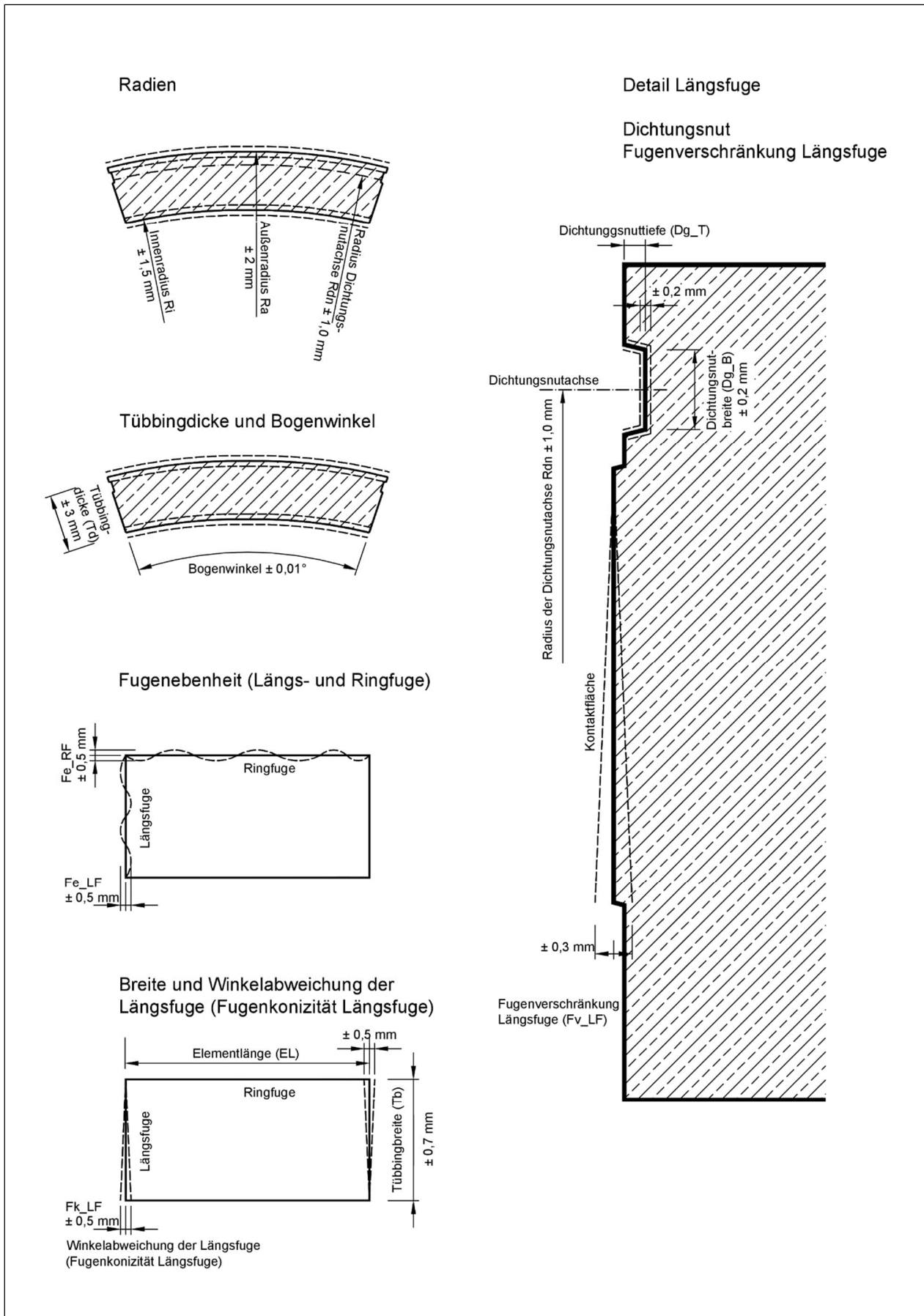


Bild 7.3.3: Toleranzen am fertigen Tübingelement 1-schaliger Konstruktionen

## 8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser

### 8.1 Allgemeines

Hinsichtlich der Dichtigkeitsanforderungen sind die Dichtigkeitsklassen gemäß Abschnitt 5 Tabelle 7.5.1 zu beachten.

### 8.2 1-schalige Konstruktionen

#### 8.2.1 Konstruktionsgrundsätze

(1) Zur Abdichtung der Längs- und Ringfuge sind Dichtungsrahmen vorzusehen.

(2) *Die Anordnung der Dichtungsrahmen kann entweder ausschließlich außenliegend oder außen- und innenliegend erfolgen.*

(3) Doppelte Dichtungsrahmen sind durch Stegprofile in der Ringfuge zu kammern. Der Anschluss zwischen Stegprofil und Dichtungsrahmen ist wasserdicht auszuführen.

(4) Es ist die Dichtigkeitsklasse 2 einzuhalten.

(5) Bei den Tübbingungen beträgt der Rechenwert für die zulässige Rissbreite 0,20 mm. In drückendem Wasser ist auf der Druckwasserseite eine Rissbreite von 0,15 mm einzuhalten.

#### 8.2.2 Anforderungen an den Dichtungsrahmen/an das Dichtungsprofil

Für den Eignungsnachweis und die Lieferung des Dichtungsrahmens/des Dichtungsprofils gelten die Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Dichtungsprofile (TL/TP DP).

### 8.3 2-schalige Konstruktionen

#### 8.3.1 Konstruktionsgrundsätze

*Es können Schutzmaßnahmen gegen Wasser durch folgende Maßnahmen getroffen werden:*

- *Abdichtung mit einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) zwischen dem Tübbingausbau und der Innenschale des Tunnels oder durch*
- *Ausführung der Innenschale als wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WUB-KO).*

#### 8.3.2 Abdichtung mit KDB

(1) Die Abdichtung mit KDB ist generell bei „chemisch stark angreifendem“ Wasser nach DIN 4030 vorzusehen. Dabei ist sinngemäß nach Abschnitt 5 zu verfahren.

(2) Es ist die Dichtigkeitsklasse 1 einzuhalten.

#### 8.3.3 Innenschale als WUB-KO

(1) Falls zwischen Außen- und Innenschale keine Dichtungsschicht angeordnet wird, d. h. die Innenschale selbst die Dichtungsfunktion übernehmen muss, ist die Innenschale als wasserundurchlässige Betonkonstruktion auszuführen. Dabei ist die Konstruktion entsprechend Abschnitt 1 Nr. 8.3 auszubilden.

(2) Es ist die Dichtigkeitsklasse 2 einzuhalten.

## 9 Tunnelentwässerung

### 9.1 Allgemeines

(1) Alle anfallenden Wässer und andere Flüssigkeiten müssen gesammelt und behandelt werden.

(2) *Vor Einleitung in einen Vorfluter ist in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad festzulegen, wie die Behandlung entsprechend den wasserrechtlichen Vorgaben erfolgt (Absetzbecken, Leichtflüssigkeitsabscheider und/ oder einer Neutralisationsanlage)*

(3) *Sammeln und Behandeln von anfallenden Wässern und anderen Flüssigkeiten ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(4) Für die Entsorgung der Wässer ist ein den örtlichen Randbedingungen entsprechendes Konzept durch den Auftragnehmer aufzustellen und dem Auftraggeber zusammen mit dem Baustelleneinrichtungsplan zu übergeben.

### 9.2 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit

(1) Die unterschiedlichen Maßnahmen der Wasserableitung bei steigendem bzw. fallendem Vortrieb sind zu beachten.

(2) *Bei 2-schaligen Konstruktionen ist in der Leistungsbeschreibung eine Grenze für die zulässige Leckwassermenge im Bauzustand anzugeben.*

(3) Während der Baudurchführung sind die Mengen der anfallenden Wässer zu protokollieren.

(4) Örtlich austretendes Wasser ist zu fassen und abzuleiten.

### 9.3 Entwässerungsanlagen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 9.3.

## 10 Baulicher Brandschutz

### 10.1 Thermische Einwirkungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.1.

## 10.2 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.2.

### 10.2.1 1-schalige Konstruktionen

(1) Bei 1-schaligen Tübbingkonstruktionen dienen die seitlich des Verkehrsraumes angeordneten Anprallwände auch als Brandschutz. Als Nennmaß ist eine Betondeckung von 6 cm vorzusehen. Es ist ein PP-Faserbeton entsprechend Teil 3 Abschnitt 1 zu verwenden.

(2) Der freiliegende Firstbereich ist mit einem Brandschutzsystemen, z. B. Platten oder Putz auszukleiden. Bei der Dimensionierung des Brandschutzsystems sind die Sog- und Druckbelastungen aus dem Straßenverkehr zu beachten.

(3) Alternativ zur Auskleidung mit Brandschutzsystemen sind auch andere Schutzsysteme zulässig, z. B. Brandschutzbeton mit PP-Fasern bei vergrößertem Maß der Betondeckung, soweit ein entsprechender Nachweis erbracht ist.

### 10.2.2 2-schalige Konstruktionen

Bei 2-schaligen Tübbingkonstruktionen sind für die Innenschale bei Einhaltung der konstruktiven Anforderungen nach Abschnitt 1 Nr. 7 keine zusätzlichen Brandschutzmaßnahmen über Abschnitt 1 Nr. 10.2 hinaus erforderlich.

## 10.3 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.3.

## 11 Innenausbau und Querschläge

### 11.1 Straßenaufbau und Sohlabdichtung

#### 11.1.1 1-schalige Konstruktionen

(1) Bei Systemen mit Sohlauffüllung gelten für die Sohlauffüllung die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB).

(2) Vor dem Einbau der Sohlauffüllung ist der Sohlbereich der Tübbingröhre mit einem Trennvlies auszukleiden.

(3) Es ist jeweils am Tiefpunkt eine geeignete Dränagemöglichkeit vorzusehen.

(4) Bei aufgeständerten Systemen ist die Fahrbahnabdichtung gemäß Teil 6 Abschnitt 1 auszuführen.

(5) Es ist eine geeignete Entwässerung auszubilden.

#### 11.1.2 2-schalige Konstruktionen

(1) Bei 2-schaligen Konstruktionen werden in der Regel Systeme mit geschlossener Sohle ausgebildet.

(2) Bei Ausbildung des Straßenaufbaus wie auf der freien Strecke, ist keine innenseitige Abdichtung der Sohle erforderlich.

## 11.2 Wand- und Deckenflächen

### 11.2.1 1-schalige Konstruktionen

(1) Als Schutz der Tübbingkonstruktion vor Fahrzeuganprall sowie zum baulichen Brandschutz sind seitlich des Verkehrsraumes Anprallwände aus Beton mit einer Beschichtung im Farbton RAL 9010 (reinweiß) zu versehen.

(2) Bei der Planung und Gestaltung der Wand- und Deckenflächen sind die Anforderungen der technischen Ausrüstung, z. B. Notrufnischen, zu berücksichtigen. Insbesondere ist auf eine ausreichende Betondicke unter Berücksichtigung der Herstelltoleranzen einschließlich der Schildfahrttoleranz und der erforderlichen Leerrohre und Nischen zu achten.

(3) Die Fugen der Anprallwände sind versetzt zu den Tübbingfugen anzuordnen.

(4) Für die Aufhängung der Anprallwände sind Bolzen oder andere Konstruktionselemente vorzusehen.

(5) Die Tübbingkonstruktion und die Anprallwände sind baulich, z. B. durch eine Noppenfolie, zu trennen.

### 11.2.2 2-schalige Konstruktionen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.2.

## 11.3 Lärmschutzbekleidungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.3.

## 11.4 Zwischendecken und Trennwände

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.4.

## 11.5 Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.5.

## **11.6 Querschläge**

*Bei der Konstruktion der Querschläge sind die betriebstechnischen Einrichtungen zu berücksichtigen.*

## **11.7 Zugänglichkeit der Konstruktion**

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.6. |

## **12 Bauwerksunterlagen und Dokumentation**

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 13. |

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 7 Tunnelbau**

## **Abschnitt 4 Betriebstechnische Ausstattung**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---



*Der Teil 7 Abschnitt 4 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesselinger Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden*

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 7 Tunnelbau**

### **Abschnitt 5 Abdichtung**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
1.3 Geltungsbereich .....	3
1.4 Anforderungen an die Beteiligten .....	3
<b>2 Anwendungskriterien .....</b>	<b>5</b>
2.1 Dichtigkeitsklassen .....	5
<b>3 Systemgrundlagen .....</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeines.....	5
3.2 Offene Bauweise .....	5
3.3 Geschlossene Bauweise.....	5
3.4 Übergänge/Anschlüsse von Abdichtungssystemen.....	5
<b>4 Abdichtungselemente und Einbauteile 7</b>	
4.1 Allgemeines.....	7
4.2 Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) .....	7
4.2.1 Allgemeines.....	7
4.2.2 Offene Bauweise .....	7
4.2.3 Geschlossene Bauweise.....	8
4.3 Schutz- und Dränschichten.....	8
4.3.1 Allgemeines.....	8
4.3.2 Offene Bauweise .....	8
4.3.3 Geschlossene Bauweise.....	8
4.4 Einbauteile .....	8
4.4.1 Befestigungselemente .....	8
4.4.2 Profilbänder.....	8
4.4.3 Entlüftungs- und Verpresseinrichtungen in der Blockfuge.....	8
4.4.4 Prüf- und Verpresssystem für Nachdichtungsarbeiten .....	8
<b>5 Ausführungstechnische Anforderungen .....</b>	<b>13</b>
5.1 Offene Bauweise .....	13
5.1.1 Verlegen der Kunststoffdichtungs- bahnen .....	13
5.1.2 Schutzschichten und Schutz- maßnahmen .....	13
5.2 Geschlossene Bauweise.....	13
5.2.1 Allgemeines.....	13
5.2.2 Einbau der bergseitigen Schutzschicht ..	13
5.2.3 Einbau der Kunststoffdichtungsbahnen ..	13
5.2.4 Fugenausbildung .....	14
5.2.5 Fügetechnik.....	14
5.2.6 Planmäßiges Verpressen in der Blockfuge.....	14
5.2.7 Nachdichtungsarbeiten .....	14
5.2.8 Einbau der luftseitigen Schutzschicht in der Sohle .....	15
5.2.9 Verlegehilfen.....	15
<b>6 Qualitätssicherung .....</b>	<b>15</b>
6.1 Erforderliche Nachweise vor Beginn der Abdichtungsarbeiten .....	15
6.2 Eigenüberwachung der Bauausführung durch den Auftragnehmer.....	15
6.2.1 Allgemeines .....	15
6.2.2 Baustoffeingangsprüfungen .....	15
6.3 Überwachung der Bauausführung des KDB-Dichtungssystems durch den Auftraggeber.....	16
6.4 Dokumentation der Ausführung.....	16
<b>7 Abrechnung und Vergütung.....</b>	<b>16</b>

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

Der Teil 7 Abschnitt 5 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Abdichtungssystem

besteht aus dichtenden und schützenden Elementen (siehe Bild 7.5.1 und Bild 7.5.2).

### (2) Abdichtung

ist eine bauliche Maßnahme zum Schutz des Bauwerks gegen das Eindringen von Bergwasser (Oberbegriff). In diesem Abschnitt wird die aus Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) gefügte wasserundurchlässige Schicht auch als Abdichtung bezeichnet.

(3) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen in Bild 7.5.1 und Bild 7.5.2.

## 1.3 Geltungsbereich

(1) Dieser Abschnitt gilt für die bautechnische Ausführung neuer sowie für die Erhaltung bestehender Straßentunnel. Es werden Abdichtungssysteme mit Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) für Straßentunnel in geschlossener und offener Bauweise behandelt. Für notwendige Abdichtungen von Trogbau-

werken mit KDB, z. B. bei starkem chemischen Betonangriff des Grundwassers, sind die Regelungen für die offene Bauweise sinngemäß anzuwenden.

(2) Für Betonkonstruktionen in Verbindung mit KDB und für wasserundurchlässige Betonkonstruktionen (WUB-KO) gelten die Abschnitte 1 und 2, soweit in diesem Abschnitt keine abweichenden Regelungen vorgegeben werden.

## 1.4 Anforderungen an die Beteiligten

(1) Mit der Herstellung von Abdichtungsmaßnahmen von Straßentunneln dürfen nur solche Personen verantwortlich betraut werden, die fundierte Fachkenntnisse und praktische Erfahrungen mit Abdichtungsarbeiten im Tunnelbau nachweisen können. Für Fachbauleiter sind mindestens fünf Jahre und für Vorarbeiter drei Jahre praktische Erfahrungen mit Abdichtungsarbeiten im Tunnelbau nachzuweisen.

(2) Die Fügearbeiten dürfen nur von Schweißern mit gültigen Prüfzeugnissen gemäß DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V., Richtlinie DVS 2212-3, ausgeführt werden.

(3) Zur Bauleitung und Arbeitsaufsicht dürfen nur Führungskräfte eingesetzt werden, die bereits bei entsprechenden Abdichtungsarbeiten nachweislich tätig waren und ausreichende Kenntnisse für die ordnungsgemäße Ausführung derartiger Arbeiten besitzen.

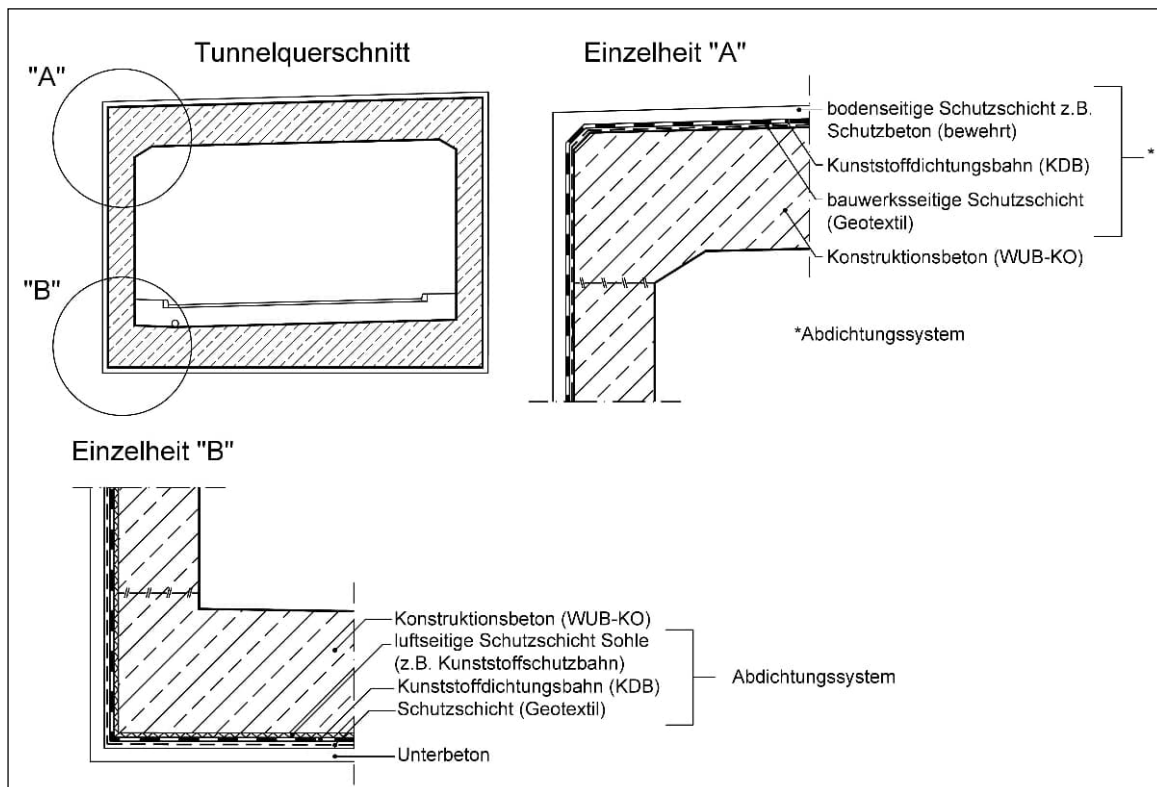
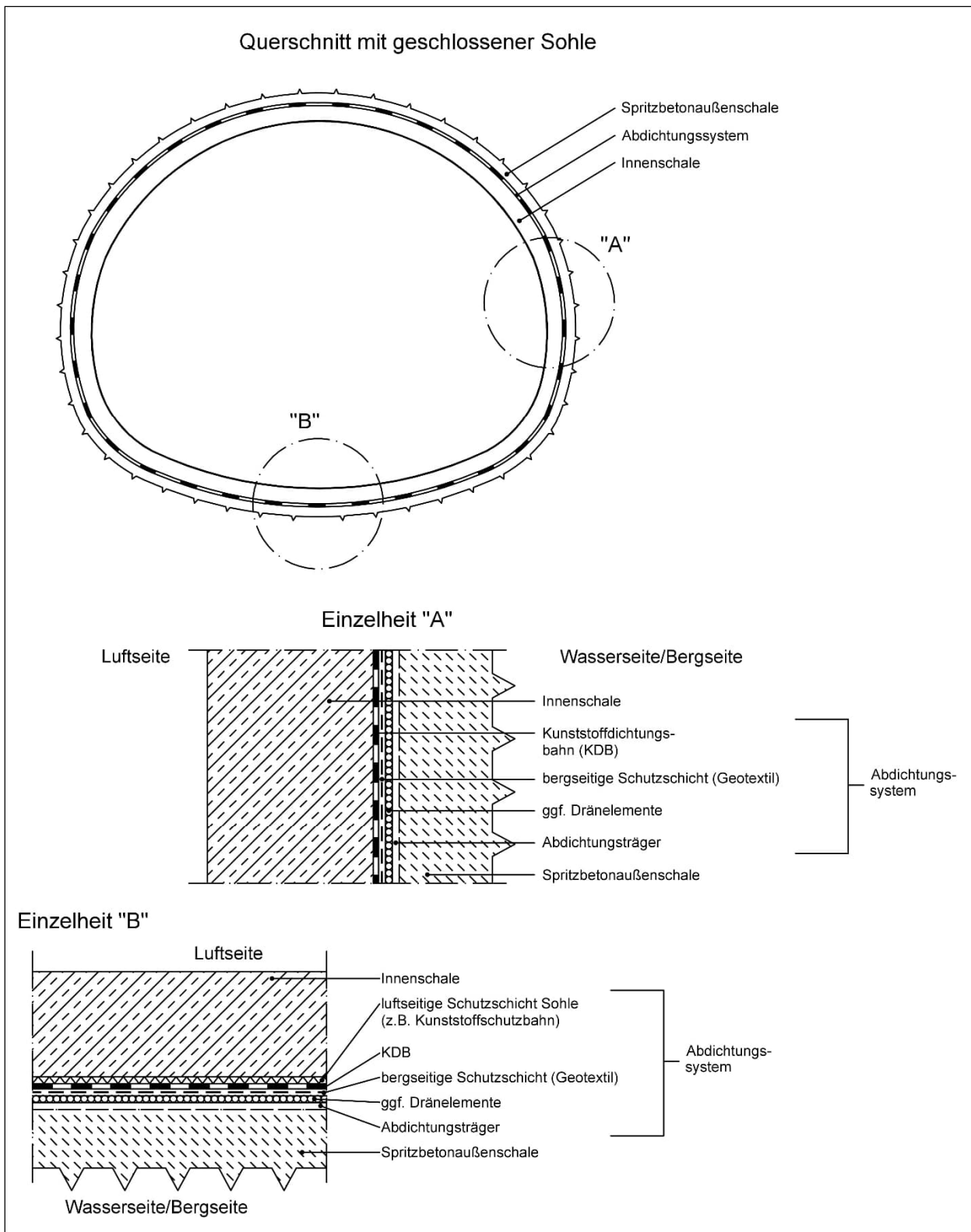


Bild 7.5.1: Begriffsbestimmungen (Beispiel: Tunnel in offener Bauweise mit KDB-Abdichtung)



**Bild 7.5.2:** Begriffsbestimmungen (Beispiel Tunnel in geschlossener Bauweise)

## 2 Anwendungskriterien

### 2.1 Dichtigkeitsklassen

(1) Hinsichtlich der Dichtigkeitsanforderungen sind die Dichtigkeitsklassen gemäß Tabelle 7.5.1 zu beachten. Die dazu erforderlichen Abdichtungssysteme sind Tabelle 7.5.2 und Tabelle 7.5.3 zu entnehmen.

(2) Bei der Ausführung der Abdichtung mit KDB ist die Dichtigkeitsklasse 1 einzuhalten.

(3) Es darf kein Wasser über das Prüf- und Verpresssystem, Verpressschläuche oder die Blockfugen zutreten. Bei nachweislich beschädigter KDB, z. B. bei Wasserzutritten über das Prüf- und Verpresssystem oder über die Blockfugen, ist die Dichtigkeitsklasse 1 nicht erreicht.

(4) Wird die geforderte Dichtigkeitsklasse nicht erreicht, liegt ein Mangel vor, den der Auftragnehmer auf seine Kosten zu beseitigen hat. Wird durch die Mangelbeseitigung die geforderte Dichtigkeitsklasse nicht erreicht, kann der Auftraggeber blockweise eine Minderung von bis zu 10 % der Herstellkosten für Innenschale und Abdichtung verlangen.

(5) *Für Bereiche mit besonderen Anforderungen an die Dichtigkeit ist die geforderte Dichtigkeitsklasse in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

## 3 Systemgrundlagen

### 3.1 Allgemeines

(1) Die Abdichtung darf nicht zur Abtragung von Schubkräften herangezogen werden.

(2) Die Abdichtung ist gegen Beschädigungen z. B. durch raue Kontaktflächen, Punktbelastung sowie durch Befahrung während der Einbauphase zu schützen.

(3) Die Abdichtung muss unabhängig von den angrenzenden Bauteilen durchgängig dicht sein. Sämtliche Einbauhilfsmittel, wie z. B. Befestigungselemente oder Verpressanschlüsse dürfen die Wirksamkeit der Abdichtung nicht vermindern.

### 3.2 Offene Bauweise

(1) Die Abdichtungssysteme sind in Tabelle 7.5.2 geregelt.

(2) Bei Abdichtung mit KDB gegen nicht drückendes Wasser darf die KDB nicht in waagerechten oder schwach geneigten Deckenflächen enden (Gefahr der Unterläufigkeit). Die KDB ist mittels Anschlussband oder Klemmschiene mindestens 30 cm unterhalb der Übergangskante von der waagerechten in die vertikale Fläche zu befestigen. Wenn die Tunneldecke mit einer Arbeitsfuge zur Wand hergestellt wird, muss die KDB nach unten mindestens 20 cm über die Arbeitsfuge hinausreichen.

(3) Bei Überführung von Verkehrswegen mit einer Überdeckung von weniger als 1,00 m ist für die Tunneldecke eine Abdichtung gemäß Teil 6 Abschnitte 1 bis 3 vorzusehen.

### 3.3 Geschlossene Bauweise

Die Abdichtungssysteme sind in Tabelle 7.5.3 geregelt.

### 3.4 Übergänge/Anschlüsse von Abdichtungssystemen

Der Übergang von der offenen zur geschlossenen Bauweise bzw. die Anschlüsse und Durchdringungen an andere Abdichtungssysteme sind mit Profilmändern, Los- und Festflanschkonstruktionen oder Klebeanschlüssen auszuführen.

## ZTV-ING - Teil 7 Tunnelbau - Abschnitt 5 Abdichtung

**Tabelle 7.5.1:** Dichtigkeitsklassen

Dichtigkeitsklasse	Feuchtigkeitsdefinition für die innere Leibung	Anwendungsbereich	Feuchtigkeitsmerkmal für die innere Leibung
1	vollständig trocken	Tunnel, welche mit KDB abgedichtet werden, und Bereiche, für die Dichtigkeitsklasse 2 nicht ausreichend ist (z. B. Lager-, Betriebs- und Aufenthaltsräume) <sup>1)</sup>	Die luftseitige Oberfläche der Innenschale bzw. anderer Räume darf keine Feuchtstellen aufweisen.
2	weitgehend trocken	Haupttunnel, Querschläge und Notausgänge	Die luftseitige Oberfläche der Innenschale darf nur bei höchstens 10 % der Oberfläche der einzelnen Blöcke eine schwache Durchfeuchtung aufweisen (erkennbar aufgrund von dunkler Verfärbung der Betonoberfläche). Nach Berührung von schwach durchfeuchteten Stellen mit der trockenen Hand dürfen an der Hand keine Wasserspuren erkennbar sein. Ein aufgelegtes Löschblatt oder ein saugfähiges Zeitungspapier darf sich nicht infolge Feuchtigkeitsaufnahme verfärben
3	kapillare Durchfeuchtung	Bereiche, für die nicht Dichtigkeitsklasse 2 gefordert wird (z. B. Rettungstollen und Querschläge in 1-schaliger bergm. Bauweise) <sup>1)</sup>	Die luftseitige Oberfläche der Innenschale darf nur vereinzelt und örtlich begrenzt handfeuchte Stellen aufweisen. Die Stellen dürfen höchstens 10 % der Oberfläche der einzelnen Blöcke ausmachen. Als handfeuchte Stellen sind solche anzusehen, an denen zwar eine Durchfeuchtung der luftseitigen Oberfläche zu erkennen ist und aufgelegtes Zeitungs- oder Löschpapier sich infolge Feuchtigkeitsaufnahme verfärbt, aber weder an der luftseitigen Oberfläche abrinrendes Wasser noch Tropfwasser auftritt.

<sup>1)</sup> Konkrete Festlegungen in der Leistungsbeschreibung erforderlich

**Tabelle 7.5.2:** Abdichtungssysteme von Tunnelbauwerken in offener Bauweise

Hydrostatischer Druck über Tunnelsohle [m WS]	Chemischer Betonangriff nach DIN 4030	Abdichtungsgeometrie	Dichtende Elemente des Abdichtungssystems			
			Decke / Gewölbe / Wand	Sohle (falls erforderlich)	Blockfuge	Arbeitsfuge (falls vorhanden)
ohne	chemisch schwach bis mäßig angreifend	Regenschirm	KDB 3 mm	-	-	-
	chemisch stark angreifend		WUB-KO <sup>1)</sup>		innenliegendes Fugenband	
bis ca. 25 (0,25 MPa)	chemisch schwach bis mäßig angreifend	rundum	KDB 3 mm		-	Fugenblech
	chemisch stark angreifend		WUB-KO <sup>1)</sup>		innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	Fugenblech
			WUB-KO + KDB 3 mm		innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	Fugenblech

<sup>1)</sup> siehe Abschnitt 2 „Offene Bauweise“

**Tabelle 7.5.3:** Abdichtungssysteme von Tunnelbauwerken in geschlossener Bauweise (Spritzbetonbauweise)

Hydrostatischer Druck über Tunnelsohle [m WS]	Chemischer Betonangriff nach DIN 4030	Abdichtungsgeometrie	Dichtende Elemente des Abdichtungssystems				
			Gewölbe	Sohle (falls erforderlich)	Blockfuge	Arbeitsfuge (falls vorhanden)	Sonstiges
ohne	chemisch schwach bis mäßig angreifend	Regenschirm	KDB 2 mm	-	-	-	-
			WUB-KO <sup>2)</sup>		innenliegendes Fugenband mit Stahlflaschen	Fugenblech	-
bis 30 <sup>2)</sup> (≤ 0,3 MPa)	chemisch schwach bis mäßig angreifend	rundum	KDB 2 mm		-	-	-
			KDB 3 mm		außenliegendes Schottfugenband	Verpressschlauch	Prüf- und Verpresssystem <sup>1)</sup>
	WUB-KO <sup>2)</sup>		innenliegendes Fugenband mit Stahlflaschen	Fugenblech	-		
	KDB 3 mm		außenliegendes Schottfugenband	Verpressschlauch	Prüf- und Verpresssystem <sup>1)</sup>		
> 30 bis 60 <sup>3)</sup> (> 0,3 und ≤ 0,6 MPa)	chemisch schwach bis stark angreifend		WUB-KO <sup>2)</sup> + KDB 3 mm		außenliegendes Schottfugenband (ggf. mittig geteiltes Schottfugenband und zusätzlicher Verstärkungstreifen im Fugenbereich) und innenliegendes Fugenband mit Stahlflaschen	Fugenblech	Prüf- und Verpresssystem <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> ab 10 m Wassersäule über Tunnelsohle erforderlich und darf nur nach Zustimmung des Auftraggebers verwendet werden

<sup>2)</sup> siehe Abschnitt 1, WUB-KO ohne KDB nur bis 25 m WS (0,25 MPa)

<sup>3)</sup> bei Wasserdruck > 60 m WS (0,6 MPa) sind ggf. besondere Maßnahmen zu ergreifen, die im Einzelfall festzulegen sind

## 4 Abdichtungselemente und Einbauteile

### 4.1 Allgemeines

(1) Die Werkstoffe der Abdichtungselemente und Einbauteile müssen untereinander und mit den angrenzenden Baustoffen und Bauteilen dauerhaft verträglich und ggf. schweißbar sein. Die Einbauteile dürfen weder im Einbauzustand noch im Gebrauchszustand die Funktion der Abdichtung mindern.

(2) Wenn die Abdichtungselemente und Einbauteile in Sonderfällen langfristig besonderen Beanspruchungen, z. B. hohen Temperaturen, Drücken oder starken chemischen Angriffen, ausgesetzt sind, sind im Einzelfall besondere Anforderungen an die Abdichtungselemente und Einbauteile festzulegen. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(3) Besondere Anforderungen können zur Bevorzugung eines Werkstoffs für die Abdichtungs-

elemente und Einbauteile führen: z. B. wasserrechtliche Vorgaben, Anforderungen an den Arbeitsschutz oder besondere technische oder verlegungstechnische Anforderungen an die Kunststoffdichtungsbahn. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

### 4.2 Kunststoffdichtungsbahnen (KDB)

#### 4.2.1 Allgemeines

Die KDB müssen den Anforderungen der technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfverfahren für Kunststoffdichtungsbahnen und zugehörige Profilmäntel (TL/TP KDB) genügen.

#### 4.2.2 Offene Bauweise

Die KDB müssen in der Sohle bauwerksseitig und im Wand- und Deckenbereich bodenseitig eine Signalbeschichtung aufweisen, die Beschädigungen beim Verlegen oder bei nachfolgenden Arbeiten erkennen lässt.



#### 4.2.3 Geschlossene Bauweise

Die KDB müssen auf der Tunnelinnenseite eine Signalbeschichtung aufweisen, die Beschädigungen beim Verlegen oder bei nachfolgenden Arbeiten erkennen lässt.

### 4.3 Schutz- und Dränschichten

#### 4.3.1 Allgemeines

Schutzschichten mit oder ohne Dränfunktion und Dränschichten aus Geokunststoffen müssen den Anforderungen der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Schutz- und Dränschichten aus Geokunststoffen (TL/TP SD) genügen.

#### 4.3.2 Offene Bauweise

(1) Für den jeweiligen Querschnittsbereich ist nach Tabelle 7.5.4 eine der angegebenen bodenseitigen und bauwerksseitigen Schutzschichten zu wählen.

(2) Es sind auch Kombinationen aus den genannten Schutzschichtarten möglich.

#### 4.3.3 Geschlossene Bauweise

(1) Als bergseitige Schutzschicht ohne Dränfunktion sind Geotextilien einzubauen.

(2) Als Schutz für die Sohlabdichtung sind bewehrter Schutzbeton oder Schutzschichten aus Kunststoffschutzbahnen zu verwenden.

(3) Der Schutzbeton muss mindestens 7 cm dick sein und mindestens mit einer Matte Q 131 A bewehrt sein.

(4) Die Kunststoffschutzbahnen müssen 3 mm dick und materialverträglich an die KDB anschweißbar sein.

(5) Bei Befahrung der Sohlabdichtung sowie bei konzentrierten Lasteinleitungen von mehr als 400 kN/m<sup>2</sup>, z. B. aus dem Schalwagen, muss die Schutzschicht als bewehrter Schutzbeton ausgeführt werden.

### 4.4 Einbauteile

#### 4.4.1 Befestigungselemente

(1) Die KDB darf nicht von den Befestigungssystemen durchstoßen oder beschädigt werden.

(2) Beim Einsatz von Rondellen darf der Nagel beim Einschließen das Befestigungselement nicht durchstanzen. Die Elemente sind so auszubilden, dass der Nagelkopf vertieft sitzt und das Verkanten der Unterlegscheiben verhindert wird, um eine Beschädigung der KDB zu vermeiden.

(3) Das Befestigungselement ist so auszubilden, dass eine Überbeanspruchung der KDB vermieden

wird. Bei einer Überbeanspruchung der Verbindungen KDB/Befestigungselement muss der Bruch im Befestigungselement erfolgen (Sollbruchstelle).

#### 4.4.2 Profilbänder

(1) Bei wasserdruckhaltenden KDB-Abdichtungen ist in den Blockfugen ein außenliegendes Profilband (Schottfugenband) mit den Abmessungen gemäß Bild 7.5.3 einzubauen.

(2) Die Profilbänder müssen den Anforderungen der TL/TP KDB genügen.

#### 4.4.3 Entlüftungs- und Verpress-einrichtungen in der Blockfuge

(1) Zum Entlüften und planmäßigen Verpressen im Bereich der Blockfugen sind bei wasserdruckhaltender Abdichtung beiderseits der Blockfuge jeweils mindestens sechs radial eingebaute Verpressstutzen (Schläuche oder Rohre) mit ca. 20 mm Innendurchmesser in die Zwischenräume der Sperranker zu führen (siehe Nr. 5.2.4). Die Anordnung der Entlüftungs- bzw. Verpresseinrichtungen ist Bild 7.5.4, Bild 7.5.5 und Bild 7.5.6 (jeweils Element 1) zu entnehmen. Die Verpressstutzen sind auf direktem Weg durch die Innenschale zu führen.

(2) Der zeitliche Ablauf der Verpressvorgänge ist der Tabelle 7.5.5 zu entnehmen.

#### 4.4.4 Prüf- und Verpresssystem für Nachdichtungsarbeiten

(1) Bei wasserdruckhaltenden Abdichtungen ist ein Prüf- und Verpresssystem (ehemals Prüf- und Injektionssystem genannt) vorzusehen. Die Elemente des Prüf- und Verpresssystems sind in Bild 7.5.5 (siehe Elemente 3 und 4) dargestellt und in den Absätzen (2) bis (5) näher beschrieben. Die Elemente des Prüf- und Verpresssystems sind zusätzlich zu den Öffnungen für die planmäßige Firstspaltverpressung nach Abschnitt 1 vorzusehen.

(2) Auf jeder Seite der Blockfuge sind im Firstbereich ein und im Ulmenbereich zwei radial eingebaute Verpressstutzen (Schläuche oder Rohre) mit ca. 20 mm Innendurchmesser für eine eventuell erforderliche Nachdichtung des Schottfugenbandes in den fugenfernen Sperrankerzwischenraum zu führen. Die Anordnung der Verpresseinrichtungen im Bereich der Blockfugen ist Bild 7.5.4, Bild 7.5.5 und Bild 7.5.6 (jeweils Element 3a) zu entnehmen. Die Verpressstutzen sind auf direktem Weg durch die Innenschale zu führen.

(3) Alternativ zu (2) können auch umlaufende Verpressschlauchsysteme im fugenfernen Sperrankerzwischenraum angeordnet werden (Bild 7.5.4, Bild 7.5.5 und Bild 7.5.6, jeweils Element 3b). Die Verpressschlauchlängen sind in Abhängigkeit des Verpressmaterials und des Schlauchinnendurchmessers gemäß DBV-Merkblatt Injektionsschlauchsysteme jedoch maximal auf 15 m zu begrenzen.

(4) Die durch die Schottfugenbänder begrenzten Felder sind mit radial eingebauten Verpressstutzen mit ca. 20 mm Innendurchmesser für eine eventuell erforderliche Nachdichtung auszustatten. Die Verpressstutzen sind gegen Verschließen beim Betonieren und bei der Firstspaltverpressung (siehe Abschnitt 1) zu schützen. Sie sind im Gewölbe auf direktem Weg durch die Innenschale zu führen. Die Verpressstutzen in der Sohle sind auf dem kürzesten Wege bis über den Notgehweg ins Gewölbe zu führen und dort zu verwahren. Der gegenseitige Abstand der Verpressstutzen in Längs- und Ringrichtung darf höchstens 3 m betragen. Die Anordnung der Verpresseinrichtungen im Feldbereich ist Bild 7.5.5 (siehe Element 4b) zu entnehmen.

(5) Im Bereich der Arbeitsfuge zwischen Sohle und Gewölbe sind längslaufende Verpressschlauchsysteme anzuordnen (Bild 7.5.4, Bild 7.5.5 und, Bild 7.5.6 jeweils Element 4a). Die Verpressschlauchlängen sind in Abhängigkeit des Verpressmaterials und des Schlauchinnendurchmessers gemäß DBV-Merkblatt Injektionsschlauchsysteme jedoch maximal auf 15 m zu begrenzen.

(6) Der zeitliche Ablauf der Verpressvorgänge ist der Tabelle 7.5.5 zu entnehmen

(7) Alle Entlüftungs- und Verpressschläuche des Prüf- und Verpresssystem sind so zu konstruieren, dass sie beim Einbringen des Betons nicht ihre Lage verändern, damit eine Beschädigung der KDB vermieden wird.

(8) Im Fall einer Undichtigkeit der Abdichtung muss durch das Prüf- und Verpresssystem sowohl die Möglichkeit des Wasserzutritts als auch der Verpressung gegeben sein.

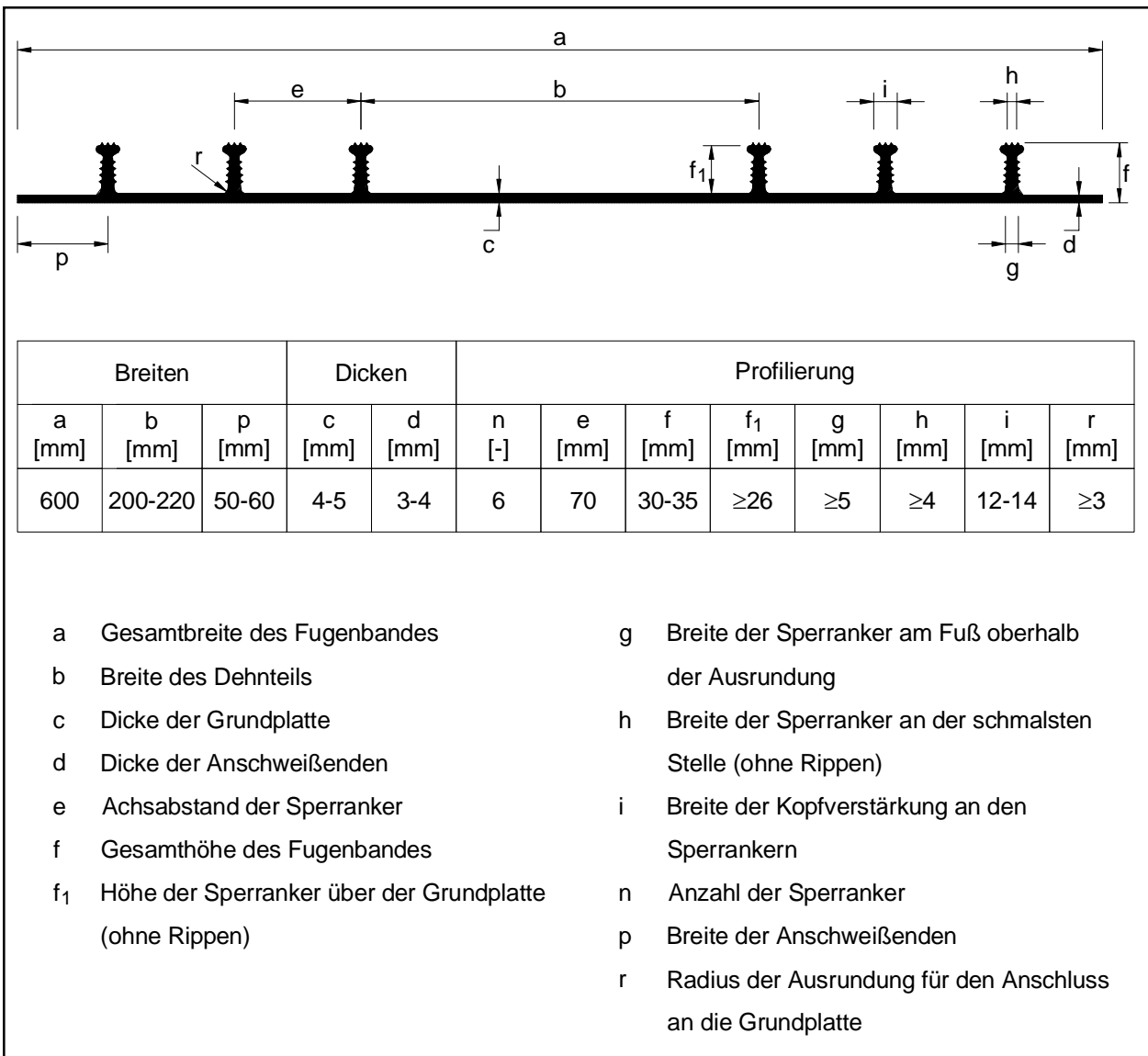
(9) Füllstoffe für die Verpressung und ihre Verwendung sind in Teil 3 Abschnitt 5 geregelt.

(10) Alle Verpressstutzen des Prüf- und Verpresssystem müssen im Endzustand dauerhaft zugänglich und nutzbar sein. Sie sind eindeutig zu kennzeichnen (z. B. farblich) und die Zuordnung muss dokumentiert sein. Die Dokumentation ist dem Auftraggeber zu übergeben.

**Tabelle 7.5.4:** Anordnung und Art der erforderlichen Schutzschichten für KDB-Abdichtungen Schutzschichtarten für Tunnel in offener Bauweise

Nr.	Querschnittsbereich	Bodenseitige Schutzschicht	Bauwerksseitige Schutzschicht
1	Sohle	- Geotextil (Vliesstoff)	- Kunststoffschutzbahn - bewehrter Schutzbeton
2	Wand	- Kunststoffschutzbahn - Schutzmauerwerk <sup>1)</sup> - Geotextil / Verbundstoff <sup>1)</sup>	- Geotextil (Vliesstoff)
3	Decke	- Kunststoffschutzbahn - Schutzbeton - Geotextil / Verbundstoff <sup>1)</sup> - mineralische Schutzschicht <sup>1)</sup>	- Geotextil (Vliesstoff)
4	Gewölbe	- Kunststoffschutzbahn - Schutzmauerwerk im Ulmenbereich <sup>1)</sup> - Geotextil / Verbundstoff <sup>1)</sup>	- Geotextil (Vliesstoff)

<sup>1)</sup> ggf. auch für Dränfunktion geeignet

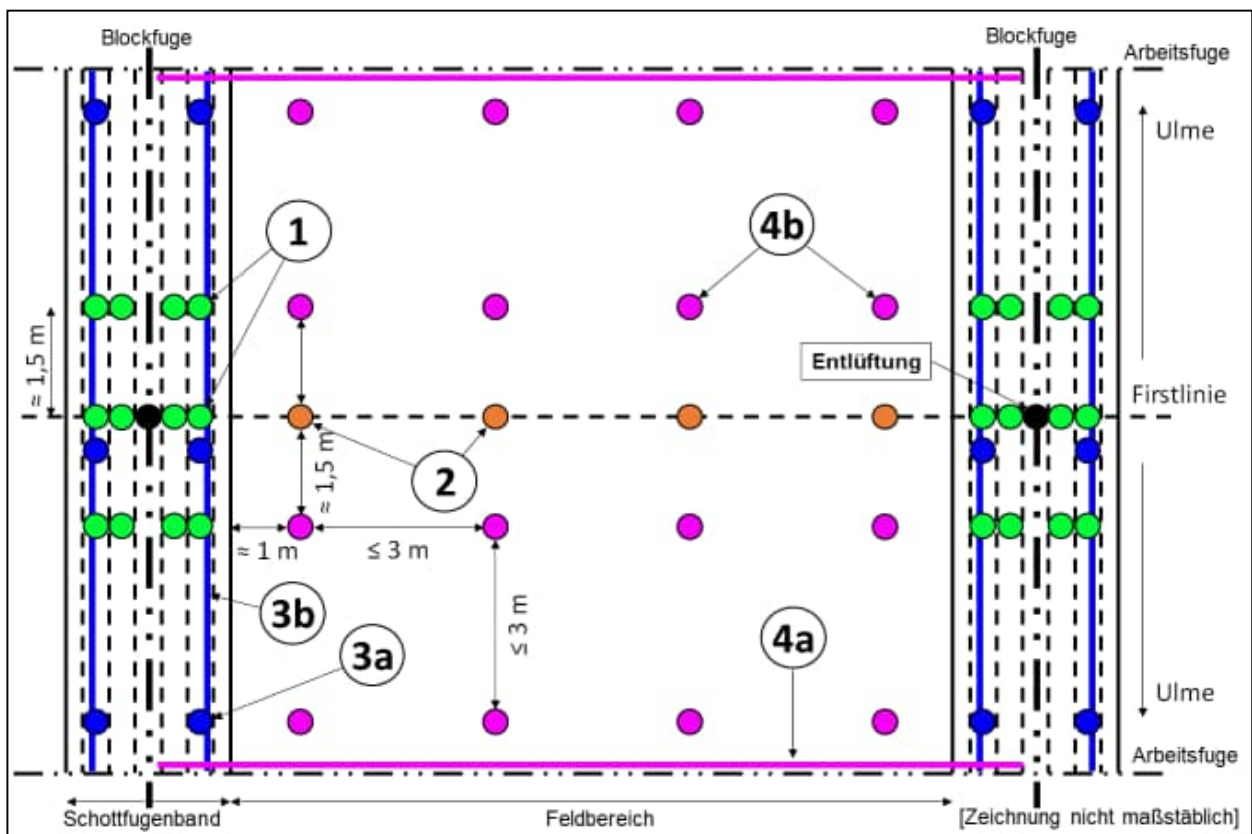


**Bild 7.5.3:** Grundabmessungen Schottfugenband, Tunnel in geschlossener Bauweise

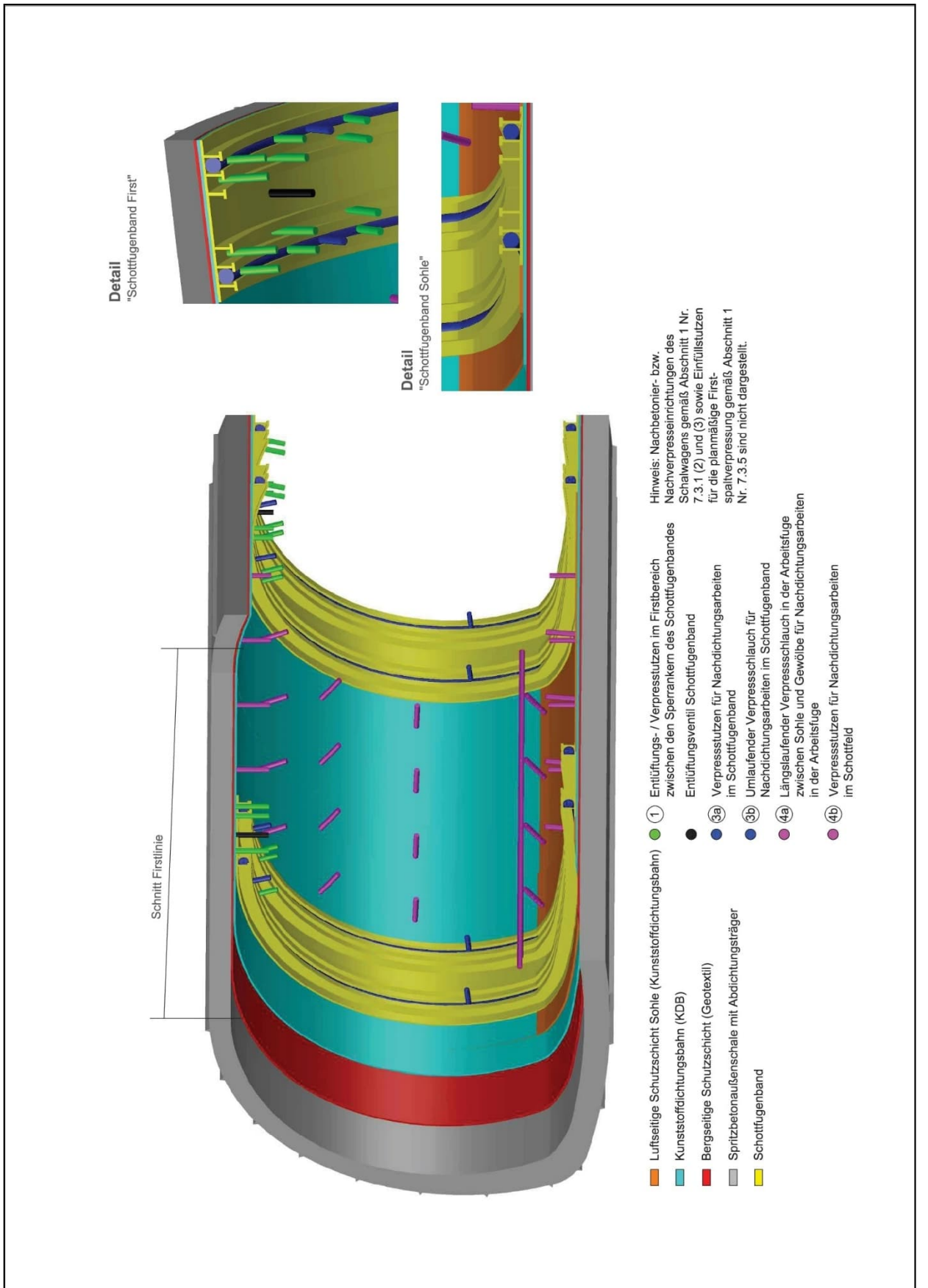
## ZTV-ING - Teil 7 Tunnelbau - Abschnitt 5 Abdichtung

**Tabelle 7.5.5:** Zeitlicher Ablauf der Verpressvorgänge

Reihenfolge	Nummerierung gemäß Bild 7.5.4	Art	Verpressvorgang/-bereich	Zeitpunkt	Anordnung der Austrittsöffnung
1		planmäßig	Firstbereich	frisch in frisch nach Betonage der Innenschale	punktuell
2	1	planmäßig	Blockfugenbereich	frisch in frisch nach Betonage der Innenschale	punktuell
3	2	planmäßig	Firstspalt und gegeben falls vorab Verfüllen von Bereichen mit großen Minderdicken	≥ 56 Tage nach Betonage, vor Wiederanstieg des Bergwassers	punktuell oder linear
4	3a & 3b	bedarfsweise	Sperrankerbereich von außenliegenden Fugenbändern und Anschlussbändern	nach Wiederanstieg des Bergwassers	punktuell oder linear
5	4a	bedarfsweise	Arbeitsfugen ohne Profilband	nach Wiederanstieg des Bergwassers	linear
6	4b	bedarfsweise	Schottfeld zwischen Blockfugen im Spalt zwischen KDB und Innenschale bei einlagiger KDB-Abdichtung	nach Wiederanstieg des Bergwassers	punktuell



**Bild 7.5.4:** Entlüftungs- und Verpressanlagen im Gewölbe, Abwicklung, Nummerierung und Farbcodierung entsprechend Bild 7.5.5



**Bild 7.5.5:** Entlüftungs- und Verpresseinrichtungen sowie Prüf- und Verpresssystem bei wasserdruckhaltender Abdichtung, Tunnel in geschlossener Bauweise (Prinzipische Skizze)

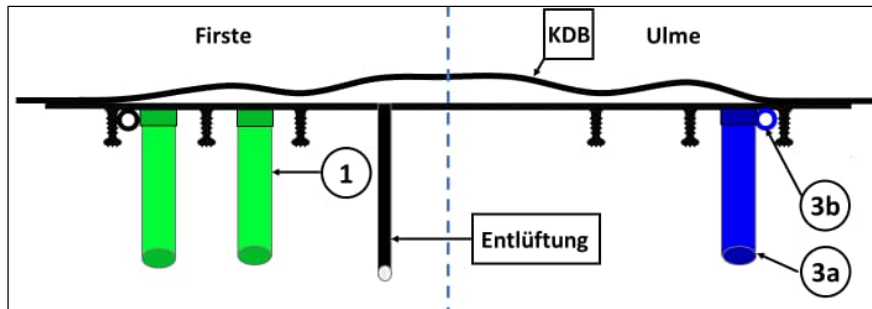


Bild 7.5.6: Entlüftungs- und Verpresseinrichtungen im Firstbereich (links) bzw. im Ulmenbereich (rechts) als Querschnitt durch das Schottfugenband, nicht maßstäblich, Nummerierung und Farbcodierung entsprechend Bild 7.5.5

## 5 Ausführungstechnische Anforderungen

### 5.1 Offene Bauweise

#### 5.1.1 Verlegen der Kunststoffdichtungsbahnen

(1) Die KDB sind lose zu verlegen und durch Schweißen zu einer Gesamfläche zu fügen. Es gilt Nr. 5.2.5.

(2) An allen Endungen der Abdichtung ist die KDB an das Anschlussband zu schweißen oder mit einer Klemmschiene zu verfahren.

#### 5.1.2 Schutzschichten und Schutzmaßnahmen

(1) Abgedichtete Flächen sind unverzüglich nach den Verlegearbeiten, spätestens aber innerhalb der Nachweiszeit (TLTP KDB Tabelle 1 lfd. Nr. 18) gegen die zu erwartenden Einwirkungen und Beanspruchungen, wie z. B. Witterungseinflüsse, zu schützen.

(2) Bei der Verfüllung der Baugrube darf die Abdichtung nicht beschädigt werden. Im Bereich bis zu 20 cm über den Schutzschichten, darf das Größtkorn des Schüttmaterials 8 mm nicht überschreiten. Es ist nach den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB) zu verfüllen.

(3) Die Bahnen der geotextilen Schutzschichten sind mindestens 10 cm zu überlappen und in ihrer Lage zu sichern.

### 5.2 Geschlossene Bauweise

#### 5.2.1 Allgemeines

(1) Es ist ein Abdichtungsträger als separate Schicht herzustellen (siehe Abschnitt 1).

(2) Die KDB sind lose zu verlegen und durch Schweißen zu einer Gesamfläche zu fügen.

(3) Bei einer Rundumabdichtung gegen drückendes Wasser mit KDB ist an jeder Blockfuge eine Abschottung vorzusehen. Hierzu sind in der Blockfuge an die KDB umlaufend außenliegende Profilbänder (Schottfugenbänder) zu schweißen, die in die Innenschale einbetoniert werden.

#### 5.2.2 Einbau der bergseitigen Schutzschicht

(1) Das Geotextil ist mit geeigneten Befestigungselementen/-mitteln zu befestigen.

(2) Die Bahnen sind mindestens 10 cm zu überlappen.

#### 5.2.3 Einbau der Kunststoffdichtungsbahnen

(1) Die KDB sind mittels Befestigungselementen so zu fixieren, dass sie einerseits beim Betonieren der Innenschale möglichst wenig auf Zug beansprucht werden, aber andererseits eine Faltenbildung vermieden wird.

(2) Nicht ausreichend feststehende Befestigungselemente müssen vor Aufschweißen der KDB entfernt und ersetzt werden.

(3) Für die Anzahl der Befestigungselemente sind folgende Mindestforderungen einzuhalten:

- Sohle: 1 Stück/m<sup>2</sup>,
- Ulmen: 2 Stück/m<sup>2</sup> und
- Firste: 3 Stück/m<sup>2</sup>.

(4) In Höhe der Arbeitsfuge sind zusätzliche Befestigungselemente in einem Abstand von  $\leq 100$  cm anzuordnen, um trotz des geringen Frischbetondrucks beim Betonieren der Sohle ein sattes Anliegen der KDB an der Außenschale zu gewährleisten.

(5) Vor dem Einbau einer Schutzschicht in der Sohle (siehe Nr. 5.2.8) darf die KDB nicht befahren werden.

(6) Die KDB ist mindestens 50 cm über Oberkante Anschlussbewehrung der Sohle zu führen, um eine gute Zugänglichkeit zum Fügen zu gewährleisten.

### 5.2.4 Fugenausbildung

(1) Bei Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser ist mittig über der Blockfuge ein mindestens 0,50 m breiter zusätzlicher Verstärkungsstreifen aus KDB oder eine Kunststoffschutzbahn in der Dicke der KDB auf der Luftseite der KDB anzuordnen und beidseitig zu schweißen. Dabei ist für eine Entlüftungsmöglichkeit zu sorgen.

(2) Bei wasserdruckhaltenden Abdichtungen ist das Schottfugenband (Bild 7.5.3) an beiden Rändern druckwasserdicht auf die KDB aufzuschweißen (siehe Nr. 5.2.5). Die Verbindung muss so fest sein, dass ein nachträgliches Ablösen des Schottfugenbandes von der KDB ausgeschlossen ist.

(3) *Sind bei Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser größere Bewegungen im Bereich der Blockfugen zu erwarten, ist der Einsatz eines Schottfugenbandes gemäß Bild 7.5.3 zu prüfen.*

(4) Im Firstbereich sind alle Zwischenräume der Stege zu entlüften (Bild 7.5.4, Bild 7.5.5 und Bild 7.5.6, jeweils Element 1).

(5) Um beim Betonieren zwischen KDB und Schottfugenband einen Lufteinschluss zu verhindern, ist eine Öffnung im Schottfugenband (Bild 7.5.4, Bild 7.5.5 und Bild 7.5.6, jeweils Element 2) vorzusehen.

(6) *Bei erwarteten Bewegungen von mehr als 5 mm zwischen den Blöcken sind besondere Maßnahmen im Bereich der Blockfuge zu ergreifen, z. B. Abpolsterung.*

### 5.2.5 Fügetechnik

(1) Die Nähte zwischen den KDB und die Nähte zwischen KDB und Profilband müssen den Anforderungen der DVS 2225-5 entsprechen. Die Fugenähte zwischen den KDB sind mit Schweißmaschinen (Heizkeilschweißverfahren) auszuführen. Die Nähte zwischen KDB und Profilband sind entweder mit Handschweißgeräten oder mit Schweißmaschinen auszuführen.

(2) Die einzelnen KDB sind mindestens 8 cm zu überlappen. Verbindungen der lose verlegten KDB sind als Überlappnaht mit Prüfkanal auszuführen.

(3) Bei T-Stößen muss die zuletzt geschweißte Naht durchgängig prüfbar sein.

(4) Kreuzstöße sind nicht zulässig.

(5) Die Breite der Einzelnähte einer Überlappnaht mit Prüfkanal muss mindestens 15 mm betragen.

(6) Der Prüfkanal der Schweißnaht zur Verbindung von zwei KDB ist in Abhängigkeit vom Material zwischen 10 mm und 20 mm breit auszuführen.

(7) Die Dichtigkeit von Überlappnähten mit Prüfkanal ist mittels Druckluft gemäß DVS 2225-5 zu prüfen.

(8) Kann die Schweißnaht zwischen den KDB an einzelnen Stellen, z. B. den Ausfahrbereich der Heizkeilschweißmaschine, an Nachbesserungen, an Anschlussarbeiten und bei kurzen Nahtlängen nicht als Überlappnaht mit Prüfkanal ausgebildet werden, ist eine Schweißung gemäß DVS 2225-5 mit Handschweißgerät zulässig. Die Dichtigkeit ist gemäß DVS 2225-2 nachzuweisen.

(9) KDB-Zuschnitte zur Nachbesserung haben mindestens 10 cm über die jeweilige Fehlstelle hinauszureichen. Die Zuschnitte sind vorzugsweise rund auszuführen (Mindestradius 25 cm), Ecken sind mit einem Radius von mindestens 25 cm auszurunden, um ein fachgerechtes Fügen zu ermöglichen. Durchgehend fehlerhafte Schweißnähte sind entweder neu zu fügen oder auf voller Länge mit einem mindestens 50 cm breiten KDB-Streifen abzudecken, der seinerseits fachgerecht anzuschweißen ist. Durchgeführte Nachbesserungen sind zu protokollieren.

(10) Wird ein weiteres Nachbessern erforderlich, so ist die KDB um bisherige Nachbesserungen herauszuschneiden.

(11) Klebeverbindungen und Quellschweißungen sind nicht zulässig.

(12) Schweißnahtverbindungen von lose verlegten KDB dürfen ohne besondere Maßnahmen nicht bei Umgebungstemperaturen unter 5 °C und nicht bei relativer Luftfeuchtigkeit über 80 % hergestellt werden.

(13) Stumpfstöße von Profilbändern sind mit dem Heizschwert unter Verwendung einer Führungsmechanik auszuführen. Nach der Fügung der Stumpfnaht, ist der entstandene Schweißwulst vorsichtig abzutragen. Der maximal zulässige Versatz der Sperrankerachsen beträgt 2 mm.

(14) Die Umgebungs- und Schweißbedingungen sind während der Ausführung zu dokumentieren.

### 5.2.6 Planmäßiges Verpressen in der Blockfuge

Die Durchführung der planmäßigen Verpressarbeiten im Zuge der Herstellung der Innenschale erfolgt nach Abschnitt 1.

### 5.2.7 Nachdichtungsarbeiten

(1) Für Nachdichtungsarbeiten zur Beseitigung von Undichtigkeiten ist bei wasserdruckhaltender Abdichtung ein Prüf- und Verpresssystem im Bereich der Blockfugen und im Feld vorgesehen (siehe Nr. 4.4.4). Das Prüf- und Verpresssystem darf nur nach Zustimmung des Auftraggebers genutzt werden. Wird im Rahmen der Mangelbeseitigung das Prüf- und Injektionssystem verwendet oder unbrauchbar gemacht, kann der Auftraggeber für den betreffenden Block eine Minderung der Herstellkosten für Innenschale und Abdichtung verlangen.

(2) Die Durchführung von ggf. erforderlichen nachdichtenden Verpressarbeiten erfolgt nach Teil 3 Abschnitt 5.

### 5.2.8 Einbau der luftseitigen Schutzschicht in der Sohle

(1) Ein Eindringen von Fremdstoffen und Beton zwischen Schutzschicht und KDB ist beim Einbau der Schutzschicht und den nachfolgenden Arbeiten auszuschließen. Dazu ist die Kunststoffschutzbahn mindestens 50 cm über die Arbeitsfuge hinaus zu führen.

(2) Die Schutzschicht muss für den Bauzustand gegen Verschiebungen gesichert sein.

### 5.2.9 Verlegehilfen

Die Verlegehilfen (Gerüste, Verlegewagen etc.) sind so auszubilden, dass sie die KDB nicht beschädigen.

## 6 Qualitätssicherung

### 6.1 Erforderliche Nachweise vor Beginn der Abdichtungsarbeiten

(1) Der Auftragnehmer muss rechtzeitig (spätestens 4 Monate) vor Beginn der Abdichtungsarbeiten dem Auftraggeber folgende Produktnachweise vorlegen:

a) Für europäisch genormte Produkte, also KDB und die geotextilen oder geotextilverwandten Schutz- und Dränschichten:

— CE-Dokumente

— Prüfberichte mit den Ergebnissen der ersten Baustoffeingangsprüfungen nach TL/TP KDB und TL/TP SD oder Prüfberichte der gültigen Eignungsprüfungen und gültigen Fremdüberwachungen der Produktion (FÜ-P) sowie gültiges Übereinstimmungszertifikat gemäß TL/TP KDB und TL/TP SD.

b) Für europäisch nicht genormte Produkte, also Profilbänder, Kunststoffschutzbahnen und nicht den Geotextilien zuzuordnende Dränschichten:

— Prüfberichte der gültigen Eignungsprüfungen und für Profilbänder auch gültigen FÜ-P sowie gültiges Übereinstimmungszertifikat gemäß TL/TP KDB und TL/TP SD

(2) Der Auftragnehmer muss außerdem die Ausführungsplanung und den QS-Plan vorlegen.

(3) Der Auftragnehmer darf erst nach Freigabe durch den Auftraggeber mit den Abdichtungsarbeiten beginnen.

## 6.2 Eigenüberwachung der Bauausführung durch den Auftragnehmer

### 6.2.1 Allgemeines

(1) Die Ausführung muss einer laufenden Eigenüberwachung unterliegen.

(2) Der Auftragnehmer muss bei der Anlieferung die Identität der Produkte hinsichtlich der in den TL/TP KDB und TL/TP SD geforderten Produkteigenschaften und -dokumente und ihre ordnungsgemäße Beschaffenheit kontrollieren.

(3) Die Übereinstimmungsnachweise sind während der Abdichtungsarbeiten nach Erfordernis anhand der Berichte über die gültigen FÜ-P zu prüfen oder durch Baustoffeingangsprüfungen für jede Lieferung zu erbringen.

(4) Alle gemäß Nr. 6.4 sowie TL/TP KDB und TL/TP SD geforderten Dokumente sind dem Auftraggeber vorzulegen.

(5) Die verlegte Abdichtung ist dahingehend zu prüfen, dass sich beim Betonieren der Innenschale bzw. beim Überschütten in der offenen Bauweise keine Falten bilden können. Die Prüfungen sind vom Auftragnehmer durchzuführen, die Ergebnisse zu protokollieren und dem Auftraggeber zu übergeben. Der Auftraggeber ist vorab über den Termin für die Durchführung der Prüfung zu unterrichten.

(6) Die Prüfung der Fügenähte zwischen KDB und zwischen KDB und Profilbändern ist vom Auftragnehmer gemeinsam mit dem Auftraggeber durchzuführen und zu protokollieren. Es gilt die DVS 2225 5. Die Protokolle sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Vor und nach dem Einbau der Bewehrung für die Innenschale ist die Abdichtung auf Beschädigungen zu überprüfen. Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber ein Protokoll zu übergeben.

(8) Planmäßige und bedarfsweise ausgeführte Verpressvorgänge sind zu protokollieren und die Protokolle dem Auftraggeber zu übergeben.

(9) Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass einzelne Bauteile für die Überprüfung fertiggestellter Teilleistungen zugänglich sind.

(10) Werden fertiggestellte Teilleistungen freigegeben, damit nachfolgende Teilleistungen ausgeführt werden können, z. B. Innenschale, gilt dies nicht als Abnahme im Sinn der VOB/B.

### 6.2.2 Baustoffeingangsprüfungen

(1) Der Auftragnehmer muss erforderliche Baustoffeingangsprüfungen bei einer für die erforderlichen Prüfungen akkreditierten und unabhängigen Konformitätsbewertungsstelle (KBS) durchführen lassen. Die Qualifizierung der KBS hat nach



ZTV-ING Teil 1 Abschnitt 1, Tabelle A 1.1.1, Zeile 1 zu erfolgen.

(2) Die Proben für die Baustoffeingangsprüfungen werden auf Veranlassung des Auftragnehmers durch den Überwacher der Bauausführung des KDB-Dichtungssystems (siehe Nr. 6.3) bzw. durch die örtliche Bauüberwachung entnommen. Die Probenahme erfolgt bei Anlieferung auf der Baustelle oder alternativ im Herstellerwerk aus der für das Projekt zur Auslieferung bereitliegenden Charge.

(3) Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber die Prüfberichte der Baustoffeingangsprüfungen vor Einbau der Produkte vorlegen und die Produkte vom Auftraggeber für den Einbau freigeben lassen.

### 6.3 Überwachung der Bauausführung des KDB-Dichtungssystems durch den Auftraggeber

*Für die Ausführung abdichtungstechnisch anspruchsvoller Tunnel, z. B. Tunnel mit wasserdruckhaltender Rundumabdichtung mit anstehendem Wasserdruck von mehr als 10 m WS, ist eine besondere Überwachung der Abdichtungsarbeiten durch eine entsprechend qualifizierte Stelle vorzusehen. Mindestanforderungen an die Qualifizierung der Stelle und die Aufgaben finden sich in den Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau (EAG-EDT) des Arbeitskreises 5.1 Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau der DGGT. Bei entsprechender Qualifikation kann die unabhängige Überwachung der Abdichtungsarbeiten auch von der örtlichen Bauüberwachung übernommen werden.*

### 6.4 Dokumentation der Ausführung

Die projektbezogene Dokumentation ist vom Auftragnehmer dem Auftraggeber fortlaufend und als Schlusssdokument zu übergeben. Sie muss mindestens nachfolgende Punkte aufweisen:

- a) Beschreibung und Erläuterung des Bauverfahrens und des Bauablaufes der Abdichtungsarbeiten,
- b) Bezeichnung der verwendeten Werkstoffe, Produkte, Einbauteile und Baubehelfe,
- c) Datenblätter der Abdichtungselemente und Beschreibung der Einbauteile,
- d) Nachweise der Eigenüberwachung der Bauausführung:
  - CE-Dokumente,
  - Ergebnisse der Eignungsprüfung und der FÜ-P bzw. der Baustoffeingangsprüfungen gemäß TL/TP KDB und TL/TP SD einschließlich Prüfberichte und Übereinstimmungszertifikaten,
  - Verlegebestandsplan (Fügenreißplan),

- Ergebnisse der Fügenahtprüfungen
  - Einbaudaten bzw. Einbauzeitraum und
  - Dokumentation der Verpresseinrichtungen, Protokolle planmäßiger und bedarfsweiser, auch nachträglicher Verpressvorgänge,
- e) Ergebnisse der Kontrollprüfungen (durch den AG zu übergeben),
  - f) Bestandsplan für das Prüf- und Verpresssystem und
  - g) Fotos wichtiger Bauzustände.

## 7 Abrechnung und Vergütung

(1) Abdichtungsträger, KDB, Dränschicht und Schutzschicht werden einzeln nach der Fläche abgerechnet. Profilbänder werden nach der Länge abgerechnet.

(2) Die Fläche wird ermittelt aus dem theoretischen äußeren Umfang der Innenschale multipliziert mit der Länge in Tunnelachse. Öffnungen, Nischen und Aussparungen mit einer bis zu 2,50 m<sup>2</sup> großen Fläche werden übermessen.

(3) Die Maßnahmen und Aufwendungen zum Herstellen der gebrauchsfertigen und funktionsfähigen Abdichtung, z. B. Verlegewagen, Verankerung der Bahnen, Schweißen der Bahnen untereinander bzw. mit den Profilbändern und Prüfung auf Dichtigkeit, werden nicht gesondert vergütet.

(4) *Profilbänder und Verstärkungstreifen sind als gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(5) Die Kosten für die Baustoffeingangsprüfungen trägt der Auftragnehmer.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 8 Weitere Bauwerke**

### **Abschnitt 1 Lärmschutzwände**

Es gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw 22). Diese kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesselinger Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 8 Weitere Bauwerke**

## **Abschnitt 2 Stützkonstruktionen**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Vorhandene bauliche Anlagen .....	3
2.2 Beweissicherung / Zustandserfassung .....	3
2.3 Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen.....	4
2.4 Baugrund und Standsicherheit.....	4
<b>3 Stützbauwerke .....</b>	<b>4</b>
3.1 Gewichtsstützwände.....	4
3.1.1 Allgemeines.....	4
3.1.2 Gestapelte Konstruktionen.....	4
3.2 Im Boden einbindende Wände.....	4
3.2.1 Allgemeines.....	4
3.2.2 Stahlspundwände .....	4
3.2.3 Bohrpfahlwände .....	5
3.2.4 Schlitzwände .....	5
3.3 Zusammengesetzte Stützkonstruktionen.	5
3.3.1 Allgemeines.....	5
3.3.2 Bewehrte Erde.....	5
3.3.3 Geokunststoffbewehrte Stützkonstruk- tionen .....	5
<b>4 Böschungssicherungen .....</b>	<b>5</b>
4.1 Allgemeines.....	5
4.2 Oberflächensicherungen.....	5
4.2.1 Futtermauern, Spritzbetonsicherungen ....	5
4.3 Sicherungselemente.....	5
4.3.1 Allgemeines.....	5
4.3.2 Verankerungen und Elementwände .....	5
4.3.3 Bodenvernagelungen.....	5
<b>5 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung .....</b>	<b>6</b>

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) *Dieser Abschnitt beschreibt ausschließlich solche Konstruktionen, welche der dauerhaften Sicherung von Geländesprüngen dienen. Temporäre Konstruktionen werden im Abschnitt 1 behandelt.*

(3) Es gelten DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054, DIN 1997-2 und DIN 4020, DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1993-2 sowie der DIN-Fachbericht „Beton“.

(4) Weiterhin gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB).

(5) Für den Beton gelten Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(6) *Für die konstruktive Ausbildung sowie die Berechnungs- und Bemessungsansätze wird auf das Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke hingewiesen.*

(7) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, in welche Geotechnische Kategorie die Stützkonstruktion einzuordnen ist.*

(8) Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Angaben zur Stützkonstruktion aus dem Geotechnischen Bericht gelten nur für den Ausschreibungsentwurf nur für das dort genannte Bauverfahren. Bei Änderungsvorschlägen oder Nebenangeboten ist vom Auftragnehmer die Gleichwertigkeit durch einen Sachverständigen für Geotechnik nachzuweisen.

(9) *Bei der Ausführung der Stützkonstruktionen sind tausalzhaltige Sprühnebel, aggressive Böden und Wässer, Vandalismus sowie Fahrzeuganprall und Brand zu berücksichtigen. Die entsprechenden Angaben sind die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

(10) Der Sachverständige für Geotechnik muss nachweislich fachkundig und erfahren auf dem Gebiet der Bodenmechanik und des Grundbaus sein.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Stützkonstruktionen

Sind bauliche Anlagen zur dauernden Sicherung eines Geländesprungs, einer Böschung oder eines Hanges. Stützkonstruktion ist der Oberbegriff für „Stützbauwerke“ und „Böschungssicherungen“.

#### (2) Stützbauwerke

Sind Gewichtsstützwände, im Boden einbindende Wände und zusammengesetzte Stützkonstruktionen. Hierzu siehe DIN EN 1997-1:2009-09.

#### (3) Böschungssicherungen

Bestehen aus einer Oberflächensicherung, Sicherungselementen oder ggf. einer Kombination von beiden.

#### (4) Oberflächensicherung

Die Sicherung dient dem Schutz der ansonsten standsicheren Böschung vor Witterung und Erosion. Sie ist nicht in der Lage, außer ihrem Eigengewicht weitere waagerechte oder senkrechte Kräfte in den Baugrund zu übertragen.

#### (5) Sicherungselemente

Sicherungen, die in der Lage sind, waagerechte oder senkrechte Kräfte in den Baugrund zu übertragen.

#### (6) Gestapelte Konstruktionen

Sind Gewichtsstützwände. Sie bestehen aus übereinander gestapelten bzw. geschichteten Einzelelementen. Sie können auf der Erdseite ohne oder mit Rückverhängung ausgeführt werden.

#### (7) Elementwände

Werden in Böschungen aus vorübergehend standicherem Boden oder Fels hergestellt, in dem der Aushub zur Tiefe und zur Breite hin abschnittsweise durchgeführt und ggf. mit Spritzbeton gesichert wird. Zur Aufnahme des Erddruckes werden rückverankerte Wandelemente aus Stahlbeton hergestellt. Je nach Anordnung der Wandelemente können aufgelöste oder geschlossene Elementwände ausgeführt werden.

#### (8) Anker

Sind vorgespannte bzw. selbstspannende Elemente, die über den Verpress- bzw. Verankerungskörper Zugkräfte in den Baugrund einleiten.

#### (9) Nägel

Sind nicht vorgespannte Elemente zur Bodenbewehrung, welche infolge Baugrundverformung über die gesamte Nagellänge Zugkräfte abtragen. Anstehender Boden, vermörtelte Nägel und ggf. Spritzbetonsicherung bilden dabei ein Verbundtragwerk.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Vorhandene bauliche Anlagen

Es gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 2.

### 2.2 Beweissicherung / Zustandserfassung

Es gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 2.

## 2.3 Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen

Es gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 2.

## 2.4 Baugrund und Standsicherheit

Es gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 2.4 (1) bis (4).

# 3 Stützbauwerke

## 3.1 Gewichtsstützwände

### 3.1.1 Allgemeines

Betonierunterbrechungen innerhalb der Wand sind nicht zulässig. Arbeitsfugen sind nur im Übergangsbereich Fundament - Wand zugelassen.

### 3.1.2 Gestapelte Konstruktionen

#### 3.1.2.1 Allgemeines

*Die Standsicherheit dieser Konstruktionen wird wesentlich vom Hinterfüll-, Ver- und ggf. Füllmaterial beeinflusst. Materialauswahl und Einbau sind daher besonders sorgfältig vorzunehmen. Die entsprechenden Angaben sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

#### 3.1.2.2 Gabionen, Blockschichtungen, Betonelemente

(1) Es gilt das Merkblatt über Stützkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen und Gabionen.

(2) Es sind nur Gabionen aus Drahtgitterbehältern zugelassen. Die sichtbare Höhe der Gabionenkonstruktion ist auf 6 m begrenzt.

(3) Die verwendeten Natursteinblöcke und Betonelemente müssen frost- und witterungsbeständig sein.

(4) Die Gabionenfüllung muss ein enggestuftes, Körnungsband mit möglichst hohem Steinanteil aufweisen, sowie witterungs- und frostbeständig sein. Die Kantenlänge bzw. die Korngröße ist auf die Maschenweite der Körbe abzustimmen. Für die Prüfung der Dauerhaftigkeit des Gesteinsmaterials gilt DIN EN 13242. Die Körbe sind nach dem Grundsatz der Hohlraumminimierung zu verfüllen und sicher zu verschließen.

(5) Die Fugen der Bauelemente sind, mit Ausnahme von am Einbauort gefüllten Gabionen, versetzt anzuordnen.

(6) Die Kipp- und Gleitnachweise sind für die Sohlfuge und alle maßgebenden Lagerfugen zu führen.

(7) Die Gründung muss tragfähig und frostsicher erfolgen.

#### 3.1.2.3 Raumgitterkonstruktionen

(1) Es gilt das Merkblatt für Raumgitterkonstruktionen.

(2) Raumgitterkonstruktionen sind auf einem statisch nachgewiesenen Fundament frostsicher zu gründen.

(3) Die Betondeckung für die Fertigteilelemente beträgt  $c_{min} = 40$  mm und  $c_{nom} = 45$  mm.

(4) Wirken Verkehrslasten auf die Raumgitterkonstruktion ein, sind die Fertigteilelemente mit einer Mindestabmessung von 20 cm und einem Mindestdurchmesser der Bewehrung von 10 mm auszuführen.

(5) Für Auswahl, Einbau und Verdichtung des Verfüll- und Hinterfüllbodens gelten die ZTV E-StB.

## 3.2 Im Boden einbindende Wände

### 3.2.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB).

*(2) Es sind Konstruktionen anzustreben, die ohne dauerhafte Abstützung (Steifen und Anker) auskommen. Sind dauerhafte Abstützungen notwendig, sind nicht vorgespannte Verankerungen zu bevorzugen.*

(2) Für verankerte Wände gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 6.

### 3.2.2 Stahlspundwände

(1) Es gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 4.

(2) Kanaldielen dürfen nicht eingesetzt werden.

(3) Es dürfen nur ungebrauchte Spundbohlen verwendet werden.

(4) In Abänderung der DIN EN 10248-2, Tabelle 15 gelten die in Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 3 aufgeführten Verhakungsmaße.

*(5) Die Spundwandschlösser können nach dem Einbringen verschweißt werden, wenn besondere Anforderungen an die statische Tragwirkung in Längsrichtung, die Qualität von Ansichtsflächen und/oder den Rückhalt von Wasser bestehen.*

*(6) Die Spundwände sind im Hinblick auf eine mögliche Korrosion auszulegen. Bei Korrosionsbelastung durch Luft, Boden, Grundwasser und ggf. Gewässer ist Teil 4 Abschnitt 3 anzuwenden. Für Spundwände an Wasserbauwerken sind die Korrosionsschutzanforderungen der ZTV-W LB 218 anzuwenden. Die Korrosionsschutzmaßnahmen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

*(7) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob die Spundwände zum Schutz vor Tausalz- und Brandeinwirkungen Vorsatzschalen erhalten sollen.*

### 3.2.3 Bohrpfahlwände

- (1) Es gelten Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 4 und Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 3.
- (2) Abweichend zu Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 3 können einreihige Pfahlgruppen ausgeführt werden.

### 3.2.4 Schlitzwände

Es gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 4.

## 3.3 Zusammengesetzte Stützkonstruktionen

### 3.3.1 Allgemeines

- (1) Es gilt DIN EN 14475.
- (2) Für die Herstellung der Aufstandsfläche des bewehrten Erdkörpers gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 5.

### 3.3.2 Bewehrte Erde

- (1) Es ist das Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern (M SASE) zu beachten.
- (2) Für die Bewehrung des Füllbodens sind gerippte, nach DIN EN ISO 1461 feuerverzinkte Stahlbänder zu verwenden. Die Schichtdicke der Feuerverzinkung und die Dicke des Korrosionszuschlages sind dem M SASE zu entnehmen. Es ist eine Gebrauchsdauer von 100 Jahren zugrunde zu legen.
- (3) Die Bewehrungselemente sind mit Außenhautelementen, z.B. Stahlbetonplatten, Stahlgittern oder -blechen zu verbinden.
- (4) Massive Außenhautelemente sind auf einem Streifenfundament zu gründen.
- (5) Für die Auswahl und den lagenweise verdichteten Einbau des Füllbodens gelten die Kriterien des M SASE.

### 3.3.3 Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen

- (1) Es gelten die Technischen Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaues (TL Geok E-StB).
- (2) Werden Gabionen als Frontelemente verwendet, gilt für die Gabionen Nr. 3.1.2.2.
- (3) Der Füllboden ist nach den Kriterien der Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen (EBGEO) auszuwählen und nach den Vorgaben der ZTV E-StB lagenweise verdichtet einzubauen.
- (4) Der Einbau der Geokunststoffe ist in Übereinstimmung mit dem Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus (M Geok E) vorzunehmen.

- (5) Die Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind nach den EBGEO zu führen. Verformungen vorhandener Frontelemente und deren Auswirkung auf die Konstruktion und den Baugrund sind zu berücksichtigen.

## 4 Böschungssicherungen

### 4.1 Allgemeines

Um einen Aufstau von Wasser dauerhaft zu vermeiden, ist eine wirksame Entwässerung vorzusehen.

### 4.2 Oberflächensicherungen

#### 4.2.1 Futtermauern, Spritzbetonsicherungen

- (1) *Diese Art der Oberflächensicherung kann zusätzlich mit Nägeln oder Ankern kombiniert werden. Die entsprechenden Anforderungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*
- (2) Bei Futtermauern ist die Entwässerung durch trockenes Versetzen der Steine sicherzustellen. Werden Fugen vermörtelt, sind Dränmatten oder Einkornbeton in einer Mindestdicke von 15 cm und Dränrohre auszuführen. Bei Spritzbetonsicherungen sind Entwässerungsöffnungen und ggf. Entwässerungsbohrungen auszuführen.

### 4.3 Sicherungselemente

#### 4.3.1 Allgemeines

- (1) *Bei betonangreifenden Böden und Wässern entsprechend DIN-Fachbericht „Beton“ bzw. DIN 4030-1 sind mit dem Sachverständigen für Geotechnik ggf. zusätzliche Untersuchungen und Maßnahmen für die Erstellung der Leistungsbeschreibung festzulegen.*
- (2) *Verankerte oder vernagelte Stützkonstruktionen, die in die Geotechnische Kategorie 3 nach DIN 1054 eingestuft sind, sind mit Messeinrichtungen zur Überwachung der Bauwerksdeformationen zu versehen. Die Messeinrichtungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

#### 4.3.2 Verankerungen und Elementwände

- (1) Für Ankersysteme gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 6.
- (2) Die Ausführung der Ankerköpfe muss den Einsatz einer Spannpressen bei der Bauwerksprüfung ermöglichen.

#### 4.3.3 Bodenvernagelungen

Es gilt Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 6.



## **5 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung**

Es gelten Teil 2 Abschnitt 1 Nr. 9 sowie Teil 2 Abschnitt 2 Nr. 7. |

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 8 Weitere Bauwerke**

## **Abschnitt 3 Verkehrszeichenbrücken**

"Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden."

---

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	7.8
1.1 Grundsätzliches.....	3	8
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	9
<b>2 Baugrundsätze</b> .....	3	10
<b>3 Bau- und Werkstoffe</b> .....	4	10
<b>4 Abmessungen</b> .....	4	
<b>5 Konstruktion und Ausstattung</b> .....	4	
5.1 Allgemeines.....	4	
5.2 Baugruben, Gründungen und Betonsockel.....	5	
5.3 Fußpunktverankerungen.....	5	
5.4 Verbindung zwischen Riegel und Stiel ....	5	
5.5 Befestigungselemente .....	6	
5.6 Korrosionsschutz .....	6	
5.7 Kabelführung .....	6	
5.8 Steigleitern .....	7	
5.9 Besichtigungsstege .....	7	
<b>6 Annahmen für die Einwirkungen</b> .....	7	
6.1 Eigenlasten .....	7	
6.2 Windlasten .....	8	
6.3 Schnee- und Eislasten.....	8	
6.4 Temperaturschwankungen .....	9	
6.5 Ersatzlasten für Personen und Material... 9		
6.6 Lasten auf Geländer .....	9	
6.7 Fahrzeuganprall .....	9	
6.8 Montagelasten.....	9	
<b>7 Bemessung und Nachweise</b> .....	9	
7.1 Allgemeines.....	9	
7.2 Nachweis der Tragsicherheit für Konstruktionsteile aus Stahl, Stahlbeton und Gründung .....	9	
7.3 Nachweis der Tragsicherheit für Konstruktionsteile aus Aluminium .. <b>Fehler!</b> <b>Textmarke nicht definiert.</b>		
7.4 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....	10	
7.5 Überhöhung .....	10	
7.6 Nachweis der Betriebsfestigkeit .....	10	
7.7 Nachweis der Lagesicherheit.....	10	

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit Teil 1 Allgemeines.

(2) *Dieser Abschnitt gilt auch für die Gründungen, die Betonsockel, die Verankerungen, die Besichtigungseinrichtungen und die Befestigungselemente. Er gilt nicht für die an Verkehrszeichenbrücken (VZB) angebrachten Schilder / Zeichengeber und Beleuchtungseinrichtungen.*

(3) *Für VZB, die umgesetzt werden, ist dieser Abschnitt sinngemäß anzuwenden.*

(4) *Die konstruktiven Anforderungen dieses Abschnitts sollen auch bei entsprechenden Konstruktionen, die neben dem Verkehrsraum stehen, beachtet werden.*

(5) *Dieser Abschnitt kann auch bei einfachen handelsüblichen Masten (Auslegermaste oder Peitschenmaste), an denen nur kleine Schilder, Signalgeber oder Wechselverkehrszeichengeber über dem Verkehrsraum befestigt sind, angewendet werden. Derartige Konstruktionen sind keine Ingenieurbauwerke im Sinne der DIN 1076. Über die Abgrenzung ist ggf. im Einzelfall zu entscheiden.*

(6) VZB sind als vorwiegend nicht ruhend belastete Tragwerke einzustufen. Dies ist zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit insbesondere bei der konstruktiven Durchbildung zu berücksichtigen. Die Bemessung kann, soweit nachfolgend keine Einschränkungen enthalten sind (siehe Nr. 7.6) mit statisch wirkenden Ersatzlasten durchgeführt werden.

(7) Die Annahmen für Windlasten nach Nr. 6.2 sind für alle Schilder / Zeichengeber und Verkehrszeichenträger über oder neben dem Verkehrsraum vorzusehen, soweit hierfür statische Nachweise zu führen sind.

(8) Die Beanspruchungen infolge Lkw-Durchfahrten sind durch die Windersatzlasten abgedeckt.

(9) Die Kraglänge von Kragträgern darf 12 m nicht überschreiten.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Befestigungselemente

Bauteile zur Befestigung von Schildern / Zeichengebern und Beleuchtungseinrichtungen an Verkehrszeichenträgern.

### (2) Beleuchtungseinrichtungen

Leuchten, die Schilder anstrahlen.

### (3) Besichtigungseinrichtungen

An die Tragkonstruktionen angebaute oder in sie integrierte Steigleitern, Laufebenen, Besichtigungsstege und Geländer zum Zweck der Bauwerksüberwachung, Prüfung, Wartung und Erhaltung.

### (4) Lichtzeichen

Wechsellichtzeichen und Dauerlichtzeichen nach § 37 StVO.

### (5) Schild

Verkehrszeichen auf einem Trägerblech einschließlich der Blechaussteifung und des Randprofils.

### (6) Schilder / Zeichengeber

Sammelbegriff für Schilder, Signalgeber, innenbeleuchtete Verkehrszeichen und Wechselverkehrszeichengeber.

### (7) Signalgeber

Gerät, mit dem ein Lichtzeichen dargeboten wird.

### (8) Verkehrsraum

Raum über der befestigten Fahrbahn einschließlich der befahrbaren Entwässerungsrinnen und befestigten Seitenstreifen.

### (9) Verkehrszeichen

Verkehrszeichen nach § 39 (1) StVO.

### (10) Verkehrszeichenbrücken (VZB)

Tragkonstruktionen, an denen Schilder / Zeichengeber über dem Verkehrsraum befestigt werden. Zu den VZB zählen auch entsprechende Tragkonstruktionen mit einseitiger oder beidseitiger Auskrägung.

### (11) Verkehrszeichenträger

VZB und andere Tragkonstruktionen für Schilder / Zeichengeber.

### (12) Wechselverkehrszeichen

Verkehrszeichen, das bei Bedarf gezeigt, geändert oder aufgehoben werden kann.

### (13) Wechselverkehrszeichengeber

Gerät, mit dem ein Wechselverkehrszeichen dargeboten wird.

# 2 Baugrundsätze

(1) *In der Regel sollen Ortbetonsockel vorgesehen werden.*

(2) Zum Schutz vor Fahrzeuganprall sind bei  $v > 50$  km/h Ortbetonsockel entsprechend DIN EN 1991-1-7 mit einer Höhe von mindestens 80 cm über Fahrbahn vorzusehen, wobei deren Stirnseiten halbkreisförmig auszurunden sind.

(3) Für die VZB sind Nachweise nach Nr. 7 einschließlich der Gründungen, der Betonsockel, der

Verankerungen, der Besichtigungseinrichtungen und der Befestigungselemente zu führen. Für die Konstruktion sind Ausführungszeichnungen gemäß Teil 1 Abschnitt 2 anzufertigen.

(4) Als Werkstoff für die Tragkonstruktion ist Stahl oder Aluminium zu verwenden.

(5) Für die VZB sind Rahmenkonstruktionen mit Vollwand- oder Vierendeelträgern vorzusehen. Dabei sind Hohlprofile oder Bauteile mit Hohlquerschnitt zu verwenden. Die Ecken sind abzurunden.

(6) Die Riegel-Stiel-Verbindung ist biegesteif auszubilden. Die Schrauben der Rahmenecken sind so anzuordnen, dass sie bei den Bauwerksprüfungen zugänglich und handnah prüfbar sind. Es ist eine kerbarme Ausbildung der Konstruktion auszuführen.

(7) Riegel bzw. Kragträger sind zu überhöhen, siehe Nr. 7.5.

(8) Auf der Baustelle sind zur Montage der Tragkonstruktion Schraubenverbindungen zu verwenden.

(9) Baustellenschweißnähte sind nicht zugelassen.

### 3 Bau- und Werkstoffe

(1) Für den Beton der Fundamente bzw. den Betonsockel gelten die Anforderungen nach Teil 3 Abschnitt 1.

(2) Für den Mörtel zwischen Fußplatte und Fundament gilt Teil 6 Abschnitt 11.

(3) Für Tragkonstruktionen und Befestigungselemente aus Stahl muss die Stahlgüte entsprechend den auftretenden Beanspruchungen und Einsatzbedingungen gewählt werden. Als Mindestanforderung gilt für den Werkstoff S 235 die Stahlgüte JR, Werkstoff Nr. 1.0038, und für den Werkstoff S 355 J2 + N (für Bleche), S 355 J2 + AR (für Profile), Werkstoff Nr. 1.0577 gemäß DIN EN 10025-2.

(4) Für Rohre sind mindestens die Werkstoffe S 235 JRH, Werkstoff Nr. 1.0039 oder S 355 J2H, Werkstoff Nr. 1.0576 nach DIN EN 10210 und DIN EN 10219 zu verwenden.

(5) Für Tragkonstruktionen aus Aluminium dürfen nur folgende Werkstoffe nach DIN EN 573-3 verwendet werden:

- EN AW-6082 T6 (EN AW- $\text{AlSi1MgMn}$ ),
- EN AW-5083 H111 (EN AW- $\text{AlMg4,5Mn0,7}$ )  
und
- EN AW-5086 H 24 (EN AW- $\text{AlMg4}$ ).

(6) Für Anbauteile wie Geländer und Leitern darf auch EN AW-6060 T66 (EN AW- $\text{AlMgSi}$ ) verwendet werden.

(7) Bei Tragkonstruktionen aus Aluminium ist als Werkstoff für die Fußplatten der Stiele nur EN AW-5083 H111 nach DIN EN 573-3 zugelassen.

(8) Für Schraubverbindungen sind feuerverzinkte Schrauben der Güte 5.6 nach DIN EN ISO 898 oder Schrauben aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5 nach DIN EN ISO 3506 zu verwenden. Für die Sicherung der Schraubverbindungen gilt Teil 6 Abschnitt 11. In den biegesteifen Eckverbindungen Riegel / Stiel und an Stößen im Riegel / Stiel sind jedoch voll vorgespannte, feuerverzinkte Schraubverbindungen der Güte 10.9 nach DIN EN ISO 898 auszuführen. Für die Verankerungen am Fußpunkt sind feuerverzinkte Ankerschrauben der Güte 5.6 nach DIN EN ISO 898 zu verwenden.

## 4 Abmessungen

(1) Die Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Landstraßen (RAL) bzw. Stadtstraßen (RASt) und die Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesysteme (RPS) sind zu beachten.

(2) Bei Neubaumaßnahmen soll der lichte Abstand zum Rand der befestigten Fläche um einen Zuschlag von 10 cm zur erforderlichen lichten Weite vergrößert werden.

(3) Die lichte Durchfahrtshöhe muss mindestens 5,0 m auch gegenüber der Schildersatzfläche betragen, soweit nicht beim Auswechseln von Schildern / Zeichengebern von bestehenden VZB das vorhandene Maß beibehalten werden muss. Der Abstand ist rechnerisch zu ermitteln, dabei sind die maßgeblichen Abmessungen der tatsächlichen Schildfläche oder der Schildersatzfläche zu berücksichtigen.

## 5 Konstruktion und Ausstattung

### 5.1 Allgemeines

(1) Den Verdingungsunterlagen ist eine Entwurfszeichnung beizufügen, in der die Gründungen, die Betonsockel, die Tragkonstruktion und die Ausstattung mit den Hauptabmessungen und den Materialien dargestellt sind.

(2) Die bauliche Durchbildung der Konstruktion ist auf einfache Erhaltung und auf gute Zugänglichkeit für Bauwerksprüfungen und Erhaltungsarbeiten abzustellen.

(3) Aussteifungen und Verstärkungsteile sind möglichst nach innen zu legen. Dies gilt sinngemäß

auch für Materialdickenabstufungen. Scharfe Kanten sind zu brechen.

(4) Unterbrochene Schweißnähte sind unzulässig.

(5) Die Mindestblechdicke für die Wandbleche einer Tragkonstruktion aus Aluminium oder aus Stahl beträgt 6 mm.

(6) Für die Wandbleche einer Tragkonstruktion aus Stahl darf das Verhältnis von Einzelbeulfeldbreite zu Blechdicke zur Begrenzung der Verformung beim Verzinken höchstens 70 betragen.

(7) In Tiefpunkten sind Entwässerungsöffnungen mit 30 mm Durchmesser anzuordnen. Entwässerungsöffnungen sind gegen Vogeleinflug zu sichern.

(8) An den Enden der Riegel und Kragarme sowie bei Rahmenkonstruktionen in Feldmitte sind Entwässerungsöffnungen mit 30 mm Durchmesser anzuordnen. Schotte und Aussteifungsbleche müssen einen Wasserabfluss ermöglichen.

(9) Zum Abtropfen ist ein Stutzen mit einem Überstand von 15 mm vorzusehen.

(10) Am Fußpunkt der Stiele sind zwei einander gegenüberliegende halbkreisförmige Entwässerungsöffnungen mit  $r = 15$  mm anzuordnen. Öffnungen in der Fußplatte müssen mit einem umlaufenden Aufkantungsblech  $h = 30$  mm wasserdicht angeschweißt werden.

(11) Über allen vertikalen Öffnungen sind Abtropfbleche vorzusehen.

(12) Bei der Formgebung der Tragkonstruktion sind die Spannungsamplituden infolge Windlasten konstruktiv zu berücksichtigen. Die Formgebung muss so erfolgen, dass örtliche Spannungsspitzen gering gehalten werden. Dabei sind u.a. folgende Regeln zu beachten:

- Einspringende Ecken von Blechöffnungen sind mit einem Mindestradius von 30 mm auszurunden.
- Kehlnähte von angeschweißten Bauteilen (z.B. Schotte) sind rundum zu schweißen. Einseitige Kehlnähte sind nicht zulässig. Bei einseitiger Zugänglichkeit sind HY- bzw. HV-Nähte auszuführen.
- Eingeschweißte Schotte einschließlich Montageschotte sind nach Betriebsfestigkeitsgrundsätzen unter Vermeidung von Spannungsspitzen zu konstruieren.
- Die Zahl der Schweißnähte quer zur Spannungsrichtung ist gering zu halten.
- Einkerbungen sind auszuschleifen.

## 5.2 Baugruben, Gründungen und Betonsockel

(1) Es gelten Teil 2 Abschnitte 1 und 2 sowie Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(2) Fundamente bzw. Betonsockel sind bei ortsfesten VZB aus Ortbeton herzustellen.

(3) Der Abstand zwischen Oberkante Beton und Gelände muss an jeder Stelle mindestens 25 cm betragen.

## 5.3 Fußpunktverankerungen

(1) Es sind Ankerkonstruktionen zu verwenden, die vorgefertigt und einbetoniert werden. Die Verankerungsmuttern sind gegen Lösen durch Konterung zu sichern.

(2) *Die Schraubenverbindung kann durch eine einseitige Kappe und mit einer säurefreien Korrosionsschutzpaste geschützt werden.*

(3) Die Fuge unter der Fußplatte der Stiele ist mit einem Mörtel nach Nr. 3 kraftschlüssig und hohlraumfrei zu verfüllen (Dicke 30 bis 50 mm). Die Mörtelschicht ist ohne Überstand bis mindestens 3 cm unter Unterkante der Fußplatte abzuschrägen.

(4) Das Lochspiel der Ankerschrauben in der Fußplatte darf 2 mm nicht überschreiten oder es sind Knaggen anzuordnen.

## 5.4 Verbindung zwischen Riegel und Stiel

(1) Es sind mindestens sechs Schrauben M16 anzuordnen. Bei innenliegenden Verschraubungen sind die Öffnungen in den Schotten auf die Riegel-Stiel-Verbindungen abzustimmen.

(2) In den Schotten des Riegel-Stiel-Knotens sind Öffnungen mit einem Durchmesser von mindestens 120 mm vorzusehen.

(3) Der Riegel-Stiel-Anschluss ist so auszubilden, dass der Riegel vollflächig aufliegt. Von einer vollflächigen Verbindung kann ausgegangen werden, wenn ein Spaltmaß von 1 mm an keiner Stelle überschritten wird und das Spaltmaß über wenigstens  $2/3$  der Grundfläche kleiner als 0,5 mm ist.

(4) Riegel-Stiel-Verbindungen müssen so ausgebildet sein, dass auch unter Berücksichtigung der Toleranzen bei der Montage eine zwängungsfreie Verbindung gewährleistet wird. Die Konstruktion muss im statischen Modell realistisch abgebildet werden, so dass alle übertragbaren Kräfte und Momente in der Berechnung ermittelt und Aussagen hinsichtlich der Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit (siehe Nr. 7.6) der einzelnen Verbindungselemente gemacht werden können.

## 5.5 Befestigungselemente

(1) Die Halterungen für Schilder / Zeichengeber sind als verformungsarme Rahmenkonstruktionen auszubilden. Die Verbindung mit der Tragkonstruktion ist so zu gestalten, dass ggf. später notwendige Umbeschilderungen vorgenommen werden können, ohne die Tragkonstruktion zu ändern. Die Schilder sind gegen Abrutschen konstruktiv zu sichern.

(2) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob Spannbänder aus Stahl zugelassen werden sollen.*

(3) Die Befestigungselemente sind mit einer solchen Maßgenauigkeit herzustellen, dass das angesetzte statische System gewährleistet wird. Zur Lasteintragung zwischen Riegel und Halterung sind elastische Distanzstücke oder ein umlaufendes elastisches Distanzband anzuordnen, damit keine örtliche Überbeanspruchung von Bauteilen und keine Schädigung des Korrosionsschutzes auftreten. Sie sind gegen Herausfallen dauerhaft mechanisch zu sichern. Klebungen allein sind nicht zulässig.

(4) Alle Schrauben außer voll vorgespannten HV-Schrauben sind gegen selbständiges Lösen zu sichern, z.B. durch Konterung mit Sicherungsmutter oder durch zugelassene Sicherungssysteme. Es gilt Teil 6 Abschnitt 11.

## 5.6 Korrosionsschutz

(1) *In der Leistungsbeschreibung ist das Korrosionsschutzsystem anzugeben.*

(2) Die Beschichtungen sind vollständig im Werk aufzubringen.

(3) Die Flächen sind so auszubilden, dass Wasser ungehindert abfließen kann. Dazu sind ggf. die Schweißnähte plan zu schleifen.

(4) Die Stahlteile erhalten eine Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 unter Berücksichtigung der „DAST-Richtlinie 022 – Feuerverzinken von tragenden Stahlkonstruktionen“, siehe auch Teil 4 Abschnitt 3, und werden außen zusätzlich nach Teil 4 Abschnitt 3 beschichtet. Die Befestigungselemente erhalten mindestens eine Feuerverzinkung.

(5) Öffnungen für die Feuerverzinkung sind so anzuordnen, dass im Gebrauchszustand die Entwässerung der Tiefpunkte gemäß Nr. 5.1 gewährleistet ist.

(6) Alle Schotte und Aussteifungsbleche sind so auszuführen, dass im Zinkbad auch eine ordnungsgemäße Verzinkung der Innenseiten erfolgen kann.

(7) Alle Beschädigungen der Feuerverzinkung sind vor Aufbringung weiterer Beschichtungen bzw. vor

der Auslieferung der Konstruktion auf die Baustelle durch thermisches Spritzen von Zink nach DIN EN 22063 mit einer Sollsichtdicke von 100 µm auszubessern. Die angrenzenden Flächen sind dabei durch Abkleben zu schützen. Für die Beseitigungen von Beschädigungen der Beschichtung nach der Auslieferung auf die Baustelle ist ein System nach Teil 4 Abschnitt 3 zu wählen.

(8) Alle Schraubenverbindungen an beschichteten Teilen sind zum Schutz der Beschichtung mit Unterlegscheiben (beidseitig) auszuführen. Am Fußpunkt kann auf die Unterlegscheibe unter der Fußplatte verzichtet werden.

(9) Ist das Sweep-Strahlen zur Oberflächenvorbereitung nicht ausführbar, muss für die Beschichtung der Nachweis einer ausreichenden Haftfestigkeit auf feuerverzinkter Oberfläche erbracht werden (Eignungsprüfung nach Teil 4 Abschnitt 3). Bei Bestellungen der Stückverzinkung ist die Bezeichnung DIN EN ISO 1461 Beiblatt 1 zu verwenden.

## 5.7 Kabelführung

(1) *Es ist abzuwägen, ob für mögliche Nachrüstungen in allen Stielen und Riegeln Leerrohre einschließlich Einziehdraht für Kabel sowie Riegelöffnungen vorgesehen werden sollen. Die erforderlichen Leerrohrabmessungen und Krümmungsradien sind vorzugeben.*

(2) Sind Kabelführungen vorgesehen, gelten folgende Regelungen:

- Die Leerrohre im Fundament bzw. Betonsockel sind mindestens 50 mm über die Oberkante der Fußplatte der Tragkonstruktion zu führen.
- Die seitliche Einführung in das Fundament bzw. den Betonsockel ist wasserdicht zu schließen.
- In den Schotten und Aussteifungsblechen sind Öffnungen so vorzusehen, dass die Leerrohre ohne Knicke durchgeführt werden können.
- Am Eckpunkt zwischen Stiel und Riegel sind die Besichtigungsöffnungen so anzuordnen, dass eine ordnungsgemäße Kabeldurchführung möglich ist.
- Die Deckel der Besichtigungsöffnungen sind gegen Herabfallen mit Seilen oder Ketten zu sichern.

(3) Es sind Kabelleerrohre mit einer glatten Innenwandung zu verwenden.

(4) Für Wechselverkehrszeichen ist eine Erdung vorzusehen.

## 5.8 Steigleitern

(1) Sind Steigleitern vorgesehen, gelten folgende Regelungen:

- Die Steigleiter ist am Stiel der Tragkonstruktion fest anzubringen.
- Die Leiter ist an der der Fahrbahn abgewandten Seite oder in Fahrtrichtung hinter dem Stiel anzuordnen.
- Die Leiterholme aus Rohrprofilen müssen oben geschlossen und unten offen sein. Die lichte Weite beträgt mindestens 300 mm.
- An der Austrittsstelle auf den Besichtigungssteg sind die Leiterholme als Haltestangen mit einer Durchstiegsbreite von mindestens 500 mm bis Geländerhöhe hochzuführen, um ein sicheres Ein- und Aussteigen zu ermöglichen. Die Haltestangen sind zur Aussteifung mit dem Geländer zu verbinden.
- Der lichte Abstand zwischen Sprosse und Stiel der Tragkonstruktion muss an der engsten Stelle mindestens 150 mm betragen.
- Die Sprossen sind mit waagerechter Auftrittstiefe von mindestens 30 mm herzustellen.
- Die Sprossenabstände dürfen 280 mm nicht überschreiten. Der vertikale Abstand zwischen Austrittsstelle und oberster Sprosse darf nicht mehr als 100 mm betragen.

(2) Um unbefugtes Besteigen der VZB zu verhindern, sind geeignete Maßnahmen oder technische Vorrichtungen vorzusehen (z.B. Verschlusseinrichtungen).

(3) Um das sichere Aufstellen einer Anlegeleiter zu gewährleisten, muss die Aufstellfläche befestigt und horizontal sein. Als Aufstellwinkel sind 70° gegenüber der Horizontalen anzunehmen.

(4) Die Art der Schutzeinrichtungen (Rückenkorb, Steigschutzschienen) ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

## 5.9 Besichtigungsstege

(1) Bei Straßen mit hoher Verkehrsbelastung, erhöhter Unfallgefahr und / oder bei Richtungsfahrbahnen mit mindestens drei Fahrstreifen einschließlich Beschleunigungs- oder Verzögerungsstreifen je Richtung sollten VZB mit Besichtigungsstegen ausgestattet werden. In die Entscheidung ist die Gefahr von Vandalismus (einschließlich Graffiti) einzubeziehen.

(2) VZB für Verkehrsbeeinflussungsanlagen sind mit Besichtigungsstegen auszustatten.

(3) Bei VZB mit dünnen Riegeln bzw. bei Tragkonstruktionen mit Auskragungen können Besichtigungsstege entfallen.

(4) Die begehbare Breite des Besichtigungssteges darf 800 mm nicht unterschreiten.

(5) Die Besichtigungsstege sind mit gesicherten Gitterrosten nach DIN 24537 (Maschenweite ca. 10 x 20 [mm]), oder mit gleichwertigen Konstruktionen, wie z.B. mit gesicherten (Halteklammern) und rutschhemmenden (Bewertungsgruppe der Rutschgefahr R 12) Blechprofilrosten und mit einer 150 mm hohen umlaufenden Fußleiste zu versehen.

(6) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob der Spalt zwischen Schild / Zeichengeber und dem Besichtigungssteg bzw. dem Riegel abgedeckt werden soll.

(7) Die zulässige Belastung des Besichtigungssteges ist am Zugang deutlich erkennbar und dauerhaft anzugeben.

(8) Wenn der Riegel direkt begangen werden kann, muss ein rutschhemmender Belag aufgebracht werden.

(9) Besichtigungsstege sind so anzuordnen, dass die Befestigungselemente und die Tragkonstruktion der VZB ohne weitere Hilfsmittel zugänglich sind.

(10) Die Lauffläche ist allseitig durch Geländer zu sichern, wenn nicht durch die vorhandene Konstruktion eine gleichwertige Sicherung gegeben ist.

(11) Das Geländer ist durch zwei Zwischenholme zu unterteilen. Die Geländerhöhe über der Lauffläche beträgt 1,10 m.

## 6 Annahmen für die Einwirkungen

### 6.1 Eigenlasten

(1) Die Eigenlasten der Konstruktion sind nach DIN EN 1991-1-1 zu ermitteln. Dabei sind die Eigenlasten von elektrischen Kabeln und von Kleinteilen, z.B. an Stößen, durch Zuschläge angemessen zu berücksichtigen.

(2) Sofern sich aus den tatsächlichen Abmessungen und Belastungen keine höheren Beanspruchungen ergeben, sind die Werte der Tabelle 8.3.1 anzunehmen.



Tabelle 8.3.1: Ersatzflächen und -lasten

1		Höhe der Ersatzfläche h [m]	Ersatzlast g [kN/m <sup>2</sup> ]	Ersatzlast g [kN/m]
2	Schilder retroreflektierend  innenbeleuchtete Verkehrszeichen	5,00*)	0,4  0,5	
3	Außenbeleuchtung			0,2
4	Wechselverkehrszeichengeber	1,50	1,0	
5	Ausfahrtpfeile (VZ 333-20)	2,50	0,2	
<p>*) Der Schwerpunkt der Ersatzfläche ist 0,5 m oberhalb der Riegelachse anzusetzen.</p> <p>Die angegebenen Ersatzlasten enthalten auch die Eigenlasten der jeweiligen Befestigungselemente.</p>				

Die Ersatzfläche und die Exzentrizität sind fiktive Werte, die der Ausführungsplanung zu Grunde zu legen sind.

(3) Die Ersatzflächen für Zeile 2 der Tabelle 8.3.1 sind als durchgehendes Band über der befestigten Fahrbahn anzusetzen. Hiervon ist dann abzuweichen, wenn Teilbeschilderungen in bestimmten Nachweisfällen ungünstigere Beanspruchungen ergeben. Bei Tragkonstruktionen mit beidseitiger Auskragung gehört hierzu auch die Beschilderung nur einer Auskragung.

(4) Die horizontale und vertikale Anordnung der Schilder / Zeichengeber ist in der Leistungsbeschreibung vorzugeben.

(5) Die Breite der Ersatzfläche des Ausfahrtpfeils beträgt 5 m.

## 6.2 Windlasten

(1) Sofern sich aus den tatsächlichen Abmessungen keine höheren Beanspruchungen ergeben, sind die Ersatzflächen nach Nr. 6.1 anzusetzen.

(2) Die Windzone ist in der Leistungsbeschreibung vorzugeben (siehe [www.dibt.de](http://www.dibt.de) - Aktuelles -

Technische Baubestimmungen - Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen). Für besonders exponierte Lagen sind spezielle Windlasten anzugeben

(3) Der rechnerische horizontale Winddruck  $w$  rechtwinklig auf die Windangriffsflächen beträgt in Abhängigkeit von den Windzonen I bis IV:

– Zone IV:  $w = 3,0 \text{ kN/m}^2$

– Zone III:  $w = 2,0 \text{ kN/m}^2$

– Zone II:  $w = 1,5 \text{ kN/m}^2$

– Zone I:  $w = 1,2 \text{ kN/m}^2$

– für Kragarme in Zone I:  $w = 1,5 \text{ kN/m}^2$

(4) In dem Windlastansatz sind Formbeiwerte und Böeneinwirkung bereits berücksichtigt.

(5) In Höhenlagen von 800 m bis 1100 m über NN sind in Windzone I die Werte der Zone II anzusetzen; über 1100 m ist in Zone I nach DIN EN 1991-1-4 zu verfahren.

(6) In Stadtbereichen mit geschlossener Bebauung darf der Winddruck  $w$  um 20 % abgemindert werden. Dieses ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(7) Die rechnerische Windangriffsfläche ist die Anichtsfläche der VZB, einschließlich der Flächen nach Nr. 6.1. Konstruktionsteile im Windschatten erhalten keine Windlasten.

(8) Die Ersatzflächen sind so anzunehmen, dass sich für den jeweiligen Nachweis die ungünstigste Beanspruchung ergibt.

(9) Für bestehende Fachwerkkonstruktionen sind bei Nachrechnungen die Regelungen der DIN EN 1991-1-4 anzuwenden.

(10) Parallel zur Schilderebene ist in der Riegelachse horizontal eine Windersatzlast  $W$  anzusetzen. Sie beträgt in der Windzone I:

–  $W_I = 12 \text{ kN}$  bei VZB mit Besichtigungssteg und

–  $W_I = 8 \text{ kN}$  bei VZB ohne Besichtigungssteg.

(11) Für andere Windzonen sind die Werte der Windersatzlast proportional zu den Werten für den Winddruck  $w$  zu erhöhen.

## 6.3 Schnee- und Eislasten

(1) Schneelasten sind nach DIN EN 1991-1-3 anzusetzen. Eislasten sind nicht zu berücksichtigen.

(2) Die Schneelastzone ist in der Leistungsbeschreibung gemäß der Zuordnung der Schneelastzonen nach Verwaltungsgrenzen (siehe [www.dibt.de](http://www.dibt.de) - Aktuelles - Technische Baubestimmungen) vorzugeben.

(3) Diese Schneelast ist auch für Gitterroste und vergleichbare Konstruktionen anzunehmen.

## 6.4 Temperaturschwankungen

Es sind gleichmäßige Temperaturschwankungen von  $\pm 35$  K zu berücksichtigen.

## 6.5 Ersatzlasten für Personen und Material

Als Ersatzlasten für Personen und Material sind bei begehbaren VZB  $1,0 \text{ kN/m}^2$  oder  $3,0 \text{ kN}$  Einzellast an statisch ungünstigster Stelle anzusetzen. Roste sind für eine Einzellast von  $1,5 \text{ kN}$  verteilt auf eine Lastfläche von  $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$  bei einer zulässigen Durchbiegung von  $l/200$  auszulegen.

## 6.6 Lasten auf Geländer

Für Geländer sind waagrecht in Holmhöhe jeweils nach innen und nach außen Lasten von  $0,5 \text{ kN/m}$  anzusetzen.

## 6.7 Fahrzeuganprall

(1) Es gelten die RPS.

(2) Zur Bemessung des Stiels ist immer eine Ersatzlast von  $100 \text{ kN}$  in einer Höhe von  $1,25 \text{ m}$  über OK Straße in Rahmenebene oder rechtwinklig dazu in jeweils ungünstigster Richtung zu berücksichtigen.

## 6.8 Montagelasten

Montagelasten sind entsprechend den Montagezuständen zu berücksichtigen.

# 7 Bemessung und Nachweise

## 7.1 Allgemeines

(1) Folgende Konstruktionsteile sind nachzuweisen:

- die Tragkonstruktion einschließlich der Verbindungen und Verankerungen,
- die Befestigungselemente und Besichtigungseinrichtungen sowie ihre Lasteinleitung in die Tragkonstruktion,
- der Betonsockel und
- die Gründung.

(2) Für die Bemessung und die Nachweise der Tragkonstruktion aus Stahl und der Befestigungselemente gilt DIN EN 1993-1-1, DIN EN 1993-1-5 und DIN EN 1993-1-10 in Verbindung mit DIN EN 1090-2.

(3) Für die Tragkonstruktion aus Aluminium gilt DIN EN 1999-1-1 und DIN EN 1999-1-4 in Verbindung mit DIN EN 1090-3.

(4) Für den Nachweis der Betriebsfestigkeit der Ankerschrauben, der Riegel-Stiel-Verbindung und der Befestigungselemente ist Nr. 7.5 zu beachten.

(5) Für Gründungen und Betonsockel gelten Teil 2 Abschnitt 2 und Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(6) Bei Einwirkungskombinationen mit vollen Windlasten dürfen die halben Schneelasten angesetzt werden. Eine gleichzeitige Einwirkung von Schneelasten und Lasten nach Nr. 6.5 braucht nicht berücksichtigt zu werden.

(7) Die Einwirkungen der Ersatzlasten für Fahrzeuganprall sind in den unmittelbar betroffenen Bauteilen einschließlich der Einleitung in die unmittelbar anschließenden Bauteile (Fundament, Bohrpfehl etc.) zu verfolgen. Nachweise zur Einleitung der Lasten in den Baugrund sind nicht erforderlich.

(8) Die maßgebenden Einwirkungskombinationen bzw. Lastfälle sind jeweils getrennt für die beiden Richtungen, in Rahmenebene und senkrecht zur Rahmenebene zu bilden.

## 7.2 Nachweis der Tragfähigkeit

Zur Berechnung der Beanspruchungen aus den Einwirkungen gilt folgende Einteilung:

- |    |  |              |
|----|--|--------------|
| a) | Ständige Einwirkung                      |              |
|    | – Eigenlasten                            | nach Nr. 6.1 |
| b) | Veränderliche Einwirkungen               |              |
|    | – Windlasten                             | nach Nr. 6.2 |
|    | – Schneelasten                           | nach Nr. 6.3 |
|    | – Temperaturschwankungen                 | nach Nr. 6.4 |
|    | – Ersatzlasten für Personen und Material | nach Nr. 6.5 |
|    | – Lasten auf Geländer                    | nach Nr. 6.6 |
|    | – Montagelasten                          | nach Nr. 6.8 |

- c) Sonderlast  
 – Fahrzeuganprall nach Nr. 6.7

### 7.3 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

(1) Die Verformungen der Tragkonstruktion dürfen unter Gebrauchslasten folgende Werte nicht überschreiten:

- Stiele in Quer- und in Längsrichtung  $h_s/150$
- Riegel vertikal  $l_R/200$
- Riegel horizontal  $l_R/200$
- Kragarm vertikal (ohne Stielverformung)  $l_K/200$
- Kragarm horizontal (es sind alle Verformungsanteile zu berücksichtigen)  $l/100$

Es bedeuten:

$h_s$  Stiellänge

$l_R$  Riegellänge

$l_K$  Kragarmlänge

$$l = h_s + l_K$$

(2) Vorgespannte Stöße dürfen sich unter den Einwirkungen nicht öffnen.

(3) Wird die Tragsicherheit von Tragkonstruktionen aus Stahl nach den Verfahren elastisch-plastisch oder plastisch-plastisch nachgewiesen, ist zusätzlich die Einhaltung des Grenzzustands „Beginn des Fließens“ unter Gebrauchslasten nachzuweisen.

### 7.4 Überhöhung

Die Durchbiegung des Riegels bzw. des Kragträgers aus den vertikalen Eigenlasten nach Nr. 6.1 ist durch Überhöhung auszugleichen. Eine verbleibende Überhöhung von  $l_R/500$  bzw.  $l_K/250$  ist einzurechnen.

### 7.5 Nachweis der Betriebsfestigkeit

(1) Für Ankerschrauben (SL-Verbindungen), Riegel-Stiel-Verbindungen (SLV-Verbindungen) und Befestigungselemente ist der Nachweis der Betriebsfestigkeit zu führen. Als  $\Delta\sigma$  ist die Spannung infolge 30 % der ungünstigsten maximalen Windlasten anzusetzen. Die zulässige Spannungsschwingbreite ist der Ermüdungsfestigkeitskurve der zugehörigen Kerbgruppe bei der Spannungsspielzahl  $n = 1,5 \cdot 10^7$  zu entnehmen. Der Nachweis erfolgt nach DIN EN 1993-1-9. Der Betriebsfestigkeitsnachweis bei vorgespannten Schrauben hinsichtlich Scherbeanspruchung kann entfallen.

(2) Der Zahlenwert der Teilsicherheitsbeiwerte für die Ermüdungsbelastung  $\gamma_{FF}$  und der für die Ermüdungsfestigkeit  $\gamma_{MF}$  ist jeweils 1,00.

### 7.6 Nachweis der Lagesicherheit

(1) Der Nachweis der Lagesicherheit umfasst die Nachweise der Sicherheit nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054 gegen Gleiten und Umkippen. Die Lagesicherheit ist, sofern sie nicht zweifelsfrei feststeht, für Gründungsfugen nachzuweisen.

(2) Der Nachweis der Sicherheit gegen Abheben und Umkippen ist zusätzlich zu den Nachweisen zu führen, die in den Bemessungsnormen für den Gebrauchszustand und / oder den rechnerischen Bruchzustand gefordert sind. Er ist erbracht, wenn in den untersuchten Fugen die aufnehmbaren Schnittgrößen, ermäßigt durch Division mit den Widerstands-Teilsicherheitsbeiwerten, mindestens gleich denen sind, die sich aus den mit den Last-Teilsicherheitsbeiwerten vervielfachten Lasten ergeben.

### 7.7 Bodenpressungen

Es gilt DIN EN 1997-1 und DIN 1054. Darüber hinaus ist nachzuweisen, dass unter halben Windlasten keine klaffende Bodenfuge auftritt.

## 8 Herstellung

(1) Für die Ausführung von VZB in Stahl ist Teil 4 Abschnitt 1 und DIN EN 1090-2 zugrundezulegen.

(2) Für die Ausführung von VZB in Aluminium DIN EN 1090-3 zugrundezulegen.

(3) *In die Leistungsbeschreibung ist aufzunehmen, in welchem Umfang Sperrungen des Verkehrsweges zum Zwecke der Herstellung der VZB zugelassen werden und ob der Auftragnehmer einen Verkehrszeichenplan zu erstellen hat.*

(4) Die Verkehrssicherheit ist während der Herstellung der Gründungen bzw. der Betonsockel und während der Montage der Tragkonstruktion vom Auftragnehmer zu gewährleisten.

(5) Vom Auftragnehmer sind sämtliche Maße für Fundamente, Brückenlängen und dgl. zu überprüfen.

(6) Der Auftragnehmer hat vor der Montage der Tragkonstruktion Lage und Höhe der Ankerschrauben des Fußpunktes zur Kontrolle der Einhaltung der zulässigen Abweichungen aufzumessen und das Ergebnis dem Auftraggeber vorzulegen.

(7) Die maximalen Abweichungen der Ankerschrauben des Fußpunktes in Lage und Höhe sind durch den Auftragnehmer vorzugeben, statisch

nachzuweisen und auf der Ausführungszeichnung anzugeben.

(8) Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (ZTV-SA) sind zu beachten.

(9) Die Montage der Tragkonstruktion muss durch einen Vertreter des Herstellers überwacht werden.

## 9 Qualitätssicherung

(1) Für die Prüfungen und die Überwachung des Betons und des Betonstahles gilt Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(2) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob eine Fremdüberwachung auf der Baustelle erforderlich ist.*

(2) Der Fertigstellungstermin der Tragkonstruktion ist dem Auftraggeber so frühzeitig anzugeben, dass die Fertigungsüberwachung vor dem Aufbringen des Korrosionsschutzes vorgenommen werden kann.

(3) Für die Werkstoffe Stahl bzw. Aluminium der Tragkonstruktion ist nach DIN EN 10204 das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 oder Abnahmeprüfzeugnis 3.1 in Verbindung mit einer Materialbescheinigung einer anerkannten Stelle einschließlich Materialbe- probung erforderlich. Diese sind im Rahmen der Fertigungsüberwachung dem Auftraggeber vor Beginn der Fertigung vorzulegen.

(4) Dem Auftraggeber sind rechtzeitig die Ausführungsunterlagen gemäß Teil 1 zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen.

(5) *Für die statisch konstruktive Prüfung ist ein vom Auftraggeber zu benennender Prüfenieur zu beauftragen, soweit die Prüfung nicht vom Straßenbaulastträger selbst durchgeführt wird.*

(6) *Die fachtechnische Durchführung soll von der für den Ingenieurbau zuständigen Abteilung des Auftraggebers erfolgen.*

(7) Die Fertigungsüberwachung der Tragkonstruktion und des Korrosionsschutzes im Werk und die Überwachung der Montage werden durch eine Überwachungsstelle des Auftraggebers oder durch eine vom Auftraggeber beauftragte qualifizierte Überwachungsstelle durchgeführt.

(8) Für das Schweißen der Tragkonstruktion aus Stahl gilt die Ausführungsklasse EXC2 nach DIN EN 1090-2.

(9) Für das Schweißen der Tragkonstruktion aus Aluminium gilt die Ausführungsklasse EXC2 nach DIN EN 1090-3

(10) Die Befähigung zur Herstellung ist mit dem Angebot durch Vorlage eines gültigen EG-

Zertifikats gem. DIN EN 1090-1 für mind. Ausführungsklasse EXC2 nachzuweisen.

(11) Schweißnähte müssen grundsätzlich der Bewertungsgruppe B für Stahl nach DIN EN ISO 5817 bzw. für Aluminium DIN EN ISO 10042 entsprechen. Wenn Schweißnähte technisch nicht in Bewertungsgruppe B ausführbar sind, ist durch Einordnung in die Bewertungsgruppe C die Beanspruchung auf 75 % der zulässigen Werte zu begrenzen. Diese Einordnung bedarf der Zustimmung des Auftraggebers und muss in den Ausführungsplänen gekennzeichnet sein.

## 10 Vermessung

Die vorgegebenen Randabstände und Durchfahrts- höhen sind durch Vermessung nachzuweisen und in der Bestandsübersichtzeichnung zu dokumentieren.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 8 Weitere Bauwerke**

### **Abschnitt 4 Becken und Pumpenhäuser aus Beton**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite		Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>3</b>	6.3	Verkehrswege in Pumpenhäusern.....7
1.1 Grundsätzliches.....	3	<b>7</b>	<b>Dokumentation.....8</b>
1.2 Geltungsbereich .....	3		
1.3 Begriffsbestimmungen .....	3		
<b>2 Konstruktion</b> .....	<b>3</b>		
2.1 Bauweisen von Betonbecken.....	3		
2.2 Grundsätzliches.....	3		
2.2.1 Regenrückhaltebecken .....	3		
2.2.2 Regenwasserbehandlungsanlagen .....	3		
2.2.3 Havariebecken .....	3		
2.2.4 Pumpenhäuser .....	3		
2.3 Konstruktionsdetails .....	4		
2.3.1 Regenrückhaltebecken .....	4		
2.3.2 Havariebecken .....	4		
2.3.3 Pumpenhäuser .....	4		
2.3.4 Wände.....	4		
2.3.5 Bauwerksdecken .....	5		
2.3.6 Beckensohle.....	5		
2.3.7 Einstiegsschächte in geschlossene Becken .....	5		
2.3.8 Rohranschlüsse.....	5		
2.3.9 Sicherungsmaßnahmen.....	5		
2.3.10 Einstiegs- und Ausstiegsöffnungen .....	5		
2.4 Bemessung .....	6		
2.4.1 Festlegungen für Bemessung und Konstruktion .....	6		
2.4.2 Fugenanordnung .....	6		
2.4.3 Festlegungen von Lastansätzen für Verkehr und Temperatur.....	6		
<b>3 Baustoffe</b> .....	<b>6</b>		
<b>4 Dichtheit</b> .....	<b>7</b>		
<b>5 Ausstattung</b> .....	<b>7</b>		
5.1 Allgemeines.....	7		
5.2 Pumpwerke und Hebeanlagen.....	7		
5.3 Erdungs- bzw. Blitzschutzanlage .....	7		
<b>6 Betrieb</b> .....	<b>7</b>		
6.1 Allgemeines.....	7		
6.2 Explosionsgefährdete Bereiche .....	7		

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Für die Planung sind die Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag) und die Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung (RAS-Ew) zu beachten.

(3) Die Unfallverhütungsvorschriften bezüglich der Arbeitssicherheit (Absturzsicherung, Steighilfen, Geländer/Einfassungen etc.) sind zu beachten.

(4) Für alle behandelten Bauwerke sind geotechnische Berichte nach DIN EN 1997-2 anzufertigen. Die Geotechnische Kategorie ist zu berücksichtigen.

(5) Das ggf. vorhandene Grundwasser und der anstehende Baugrund sind auf chemisches Angriffspotential zu untersuchen.

### 1.2 Geltungsbereich

(1) Der Teil 8 Abschnitt 4 regelt bauwerksspezifische Besonderheiten von Regenwasserbehandlungs- und Regenwasserrückhalteanlagen, Havariebecken und Pumpenhäusern aus Beton im Zuge von Bundesfernstraßen. Regenwasserbehandlungsanlagen (RWBA) sind im Sinne der RAS-Ew in Absetzbecken, Regenklärbecken, und Leichtflüssigkeitsabscheider zu unterteilen. Regenwasserrückhalteanlagen (RA) im Sinne der RAS-Ew sind Regenrückhaltebecken. Diese Bauwerke sind nach DIN 1076 als „Sonstige Ingenieurbauwerke“ mit Einzelstandsicherheitsnachweis zu behandeln.

(2) Gemäß den Prüfanforderungen müssen diese wasserdicht und widerstandsfähig gegen innere und äußere schädliche Einflüsse hergestellt werden.

### 1.3 Begriffsbestimmungen

#### (1) Absetzbecken

dienen der Sedimentation von Feststoffen. Sie können geschlossen oder offen erstellt werden.

#### (2) Havariebecken

dienen in Tunnelanlagen als Rückhalteeinrichtungen für Schadflüssigkeiten (z.B. Mineralöle, Chemikalien, Löschwasser) und sonstige Wassermengen.

#### (3) Leichtflüssigkeitsabscheider

dienen der Abtrennung von Benzin und ähnlichen Flüssigkeiten vom übrigen auf der Strecke anfallenden Wasser.

#### (4) Pumpenhäuser

dienen der trockenen Aufstellung von Pumpen zum Heben von Straßenabwasser. Sie können konstruktiv ein Teil von Regenrückhaltebecken oder Betriebsgebäuden sein.

#### (5) Regenrückhaltebecken

dienen der Zwischenspeicherung und gedrosselten Abgabe von Oberflächenwasser in einen Vorfluter. Sie können geschlossen oder offen erstellt werden.

#### (6) Regenklärbecken

dienen der Trennung des Oberflächenwassers von absetzbaren und aufschwimmenden Stoffen. Sie können geschlossen oder offen erstellt werden.

## 2 Konstruktion

### 2.1 Bauweisen von Betonbecken

Die Entscheidung, ob ein Betonbecken offen oder geschlossen ausgebildet wird, richtet sich vorrangig nach dem Standort des Beckens, aber auch nach den Baugrundverhältnissen und den Geboten der Wirtschaftlichkeit. Geschlossene Becken können bei Bedarf auch überschüttet oder befahrbar ausgebildet werden.

### 2.2 Grundsätzliches

#### 2.2.1 Regenrückhaltebecken

Wesentliche Bauwerkskomponenten der Becken sind:

- Rückhalteraum,
- ein Notüberlauf und
- eine Drosseleinrichtung.

#### 2.2.2 Regenwasserbehandlungsanlagen

Bauwerkskomponenten können sein:

- Sedimentationsanlagen oder
- Leichtflüssigkeitsabscheider.

#### 2.2.3 Havariebecken

Das Volumen von Havariebecken wird nach den "Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln" (RABT) dimensioniert.

#### 2.2.4 Pumpenhäuser

Pumpenhäuser sind so zu konstruieren, dass die Pumpen trocken und dauerhaft funktionstüchtig aufgestellt werden können und im Havariefall erreichbar sind.

## 2.3 Konstruktionsdetails

### 2.3.1 Regenrückhaltebecken

(1) Der Wasserspiegel des Regenrückhaltebeckens sollte so hoch wie möglich und die Beckensohle so tief wie möglich angeordnet werden, um flache und unwirtschaftliche Bauwerke zu vermeiden.

(2) Auf einen Grundablass ist in der Regel zu verzichten.

(3) Ein Notüberlauf ist vorzusehen.

(4) Zur Abscheidung von Leichtflüssigkeiten und Schwimmstoffen ist in das Regenrückhaltebecken eine funktionsfähige Abscheidevorrichtung (z.B. Tauchwand) zu integrieren.

(5) Die Mindestwassertiefe sollte 2 m betragen.

(6) Ein Auffangraum von 10 bis 30 m<sup>3</sup> für Leichtflüssigkeiten ist über dem durchflossenen Raum des Beckens vorzusehen.

(7) Das erforderliche Beckenvolumen darf nicht kleiner als das notwendige Mindestvolumen von 50 m<sup>3</sup> sein.

(8) Die Mindestwanddicke beträgt 40 cm.

(9) Kontroll- und Sichtöffnungen sind nach den betrieblichen Erfordernissen anzuordnen.

(10) Eine lichte Mindesthöhe von 2,50 m in geschlossenen Bauwerken ist einzuhalten (Begehbarkeit).

(11) Ein Einstau von Decken und Unterzügen ist zu vermeiden.

(12) Der Freibord und der Abstand zu Decken muss mindestens 0,5 m betragen.

(13) Um auch schweres Gerät für die Beckenwartung einsetzen zu können, ist der Einbau wartungsfreundlicher Beckeneinstiege und Montageöffnungen vorzusehen. Größe und Anzahl der Be- und Entlüftungen sind entsprechend dem Merkblatt der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall DWA-M 176 fest zu legen.

### 2.3.2 Havariebecken

(1) Die Becken müssen gut erreichbar und leicht entleerbar sein.

(2) Sie können sowohl oberirdisch als auch unterirdisch angeordnet werden.

(3) Havariebecken werden in der Regel ohne Ablauf ausgeführt.

(4) Die Becken sind so zu gestalten, dass sie leicht und sicher zu reinigen sind.

### 2.3.3 Pumpenhäuser

(1) Muss das Wasser gehoben werden, sind Pumpen möglichst hinter dem Abscheider anzuordnen.

(2) Beim Einsatz von Kreiselpumpen ist deren Anordnung, wegen Verwirbelungen, hinter dem Abscheider zwingend erforderlich.

(3) Bei der Anordnung des Pumpenhauses ist das Überflutungsrisiko zu überprüfen.

(4) Der Pumpenzulauf ist so tief anzulegen, dass die Entleerung komplett gesichert ist und das Ansaugen von Luft vermieden wird.

(5) Pumpen sind explosionsgeschützt aufzustellen.

(6) Zur Vermeidung des Ansaugens größerer Teile in die Pumpe ist das Pumpenansaugrohr höher anzuordnen als die Sohle des Pumpensumpfes.

(7) Für eine zügige Entleerung ist die Oberseite der Bauwerkssohle zur Pumpe hin mit Gefälle herzustellen, sowie die Seitenwände im unteren Bereich mit einem Neigungswinkel von mindestens 60° zur Horizontalen.

### 2.3.4 Wände

(1) Die senkrechten Wände der Becken werden aus Stahlbeton in Ortbetonbauweise hergestellt.

(2) Eine Beschichtung oder das Ausfliesen der Betonwände ist nicht erforderlich.

(3) Offene Becken sind mit Ausstiegshilfen für Kleintiere zu versehen. Die Wände der Becken im offenen Bereich sind ca. 50 cm über OK Gelände fortzusetzen. Damit Kleintiere nicht in das Becken hineingelangen können, sind sie von außen mit einem Übersteigschutz zu versehen. Zusätzlich sind Ausstiegshilfen für Kleintiere aus dem Becken vorzusehen, sodass für die Tiere ein Erreichen des umgebenden Terrains möglich ist. Die Breite der Lauffläche sollte ca. 25 cm betragen und eine angeraute Oberfläche besitzen. Die Lauffläche sollte möglichst nicht an der sonnenbeschienenen Wand angeordnet werden und mit einem Vogelfraßschutz versehen werden.

(4) Auf die Anordnung von Fußvouten an Wänden ist zu verzichten.

(5) Ist eine Trennwand aus hydraulischen oder statischen Gründen erforderlich, so kann eine offene Durchgangsöffnung (Maße nach Unfallverhütungsvorschriften) angeordnet werden.

(6) Bei Regenrückhaltebecken mit Hochwasserüberläufen sind vor den Überläufen Tauchwände anzuordnen, deren Unterkante wenigstens 0,40 m unter der Überlaufschwelle liegen muss.

(7) Tauchwände und -schürzen, Überfallkanten, und andere Einbauteile sind in nichtrostendem Stahl Werkstoff-Nr. 1.4401, 1.4529, 1.4571 auszuführen.



### 2.3.5 Bauwerksdecken

(1) Inspektionsöffnungen müssen insbesondere den betrieblichen Belangen der Belüftung, Inspektion und Reinigung entsprechen. Ihr Querschnitt muss auf die zur Anwendung gelangenden Geräte und Hilfsmittel abgestimmt werden.

(2) Bei geschlossenen Becken unter Grünflächen ist eine Erdüberdeckung von 80 cm oder mehr anzustreben, um Anpflanzungen zu ermöglichen.

(3) Die Becken müssen mit ortsfesten Ausstiegsmöglichkeiten versehen sein, sodass alle Stellen der Beckensohle gefahrlos gewartet und gereinigt werden können.

(4) Ausstiege müssen durchgehend von der Beckensohle bis zur Beckendecke reichen.

(5) Einstiegs- und Arbeitsöffnungen müssen stets gut zugänglich und die Abdeckungen leicht zu öffnen sein. Sie müssen abschließbar und von einer Person zu öffnen sein. Zur Beseitigung von Verstopfungen am Ablauf ist über dem Ablauf eine Arbeitsöffnung anzuordnen.

(6) Geschlossene Becken sind mit ausreichend bemessenen Belichtungs- und Entlüftungsöffnungen zu versehen. Dieses kann auf natürliche Art und Weise durch Gitterrostöffnungen, Abluftkamine oder aufklappbare Belichtungsöffnungen geschehen.

(7) Die Deckenoberseite muss zur Vermeidung von stehendem Wasser mit mindestens 2% Gefälle hergestellt werden.

(8) Bei Überführung von Verkehrswegen mit einer Überdeckung von weniger als 1,00 m ist für die Oberfläche des Bauwerks eine Abdichtung gemäß Teil 6 Abschnitte 1 bis 3 und eine 10 cm starke Schutzbetonschicht vorzusehen.

### 2.3.6 Beckensohle

(1) Eine Ausführung der Beckensohle in Vakuumbeton oder ein Bearbeiten ebener Flächen mit Flügglättern schafft ausreichend glatte Oberflächen. Eine Beschichtung oder Ausfliesung der Betonsohle ist nicht erforderlich.

(2) Zur Verminderung der Schwindbehinderung ist in der Regel zwischen Beckensohle und Sauberkeitsschicht eine Gleitschicht vorzusehen, z.B. als mindestens 2-lagige Kunststoffolie (jeweils mindestens 0,2 mm) auf ebener, geglätteter Sauberkeitsschicht.

(3) Die Anforderung an die Ebenheit der Sauberkeitsschicht ist nach DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 3 vorzusehen.

(4) Trennbauwerk, Beckenüberlauf und Drosselbauwerk sind nach Möglichkeit mit der Speicherkammer zu einem Baukörper zu vereinen. Aus statischen Gründen ist dabei eine gemeinsame Gründungsebene anzustreben.

(5) Die Konstruktion ist für den Endzustand von den Baubehelfen zu trennen.

(6) Dauerhafte Verankerungen zur Auftriebssicherung der Beckensohle dürfen grundsätzlich nicht vorgesehen werden.

(7) Die Beckensohle soll zur leichteren Reinigung und Beräumung mit Gefälle angelegt werden.

### 2.3.7 Einstiegsschächte in geschlossene Becken

(1) Hinsichtlich der konstruktiven Ausbildung der Schächte wird auf das Merkblatt der Abwassertechnische Vereinigung und des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau ATV-DVWK-A 157 hingewiesen.

(2) Schächte sind in der Regel außerhalb der Fahrbahn anzuordnen. Ist es unvermeidlich einen Schacht in die Fahrbahn einzubauen, soll dieser nicht in den Rollspuren liegen.

(3) Befahrbare Schachtabdeckungen sind in der Klasse D 400 auszuführen.

### 2.3.8 Rohranschlüsse

(1) Es sind bei Rohren mit Nennweiten bis DN 1200 die Abwasserkanäle und -leitungen doppelgelenkig anzuschließen.

(2) Bei Rohren mit Nennweiten größer DN 1200 kann auf Doppelgelenkigkeit verzichtet werden.

### 2.3.9 Sicherungsmaßnahmen

(1) Bei offenen Becken in der Nähe von Straßen ist die Notwendigkeit einer Absturzsicherung für Kraftfahrzeuge nach den Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhalte-systeme (RPS) zu prüfen.

(2) Alle Becken sind mit Ausstiegshilfen zu versehen. Ausstiegshilfen können als Leiter oder als Treppe ausgebildet werden und müssen mindestens 1 m unter und 0,80 m über die Wasseroberfläche reichen.

(3) Beckenanlagen sind mit einem Zaun einzufrieden.

(4) Offene Becken sind zusätzlich mit einem Geländer zu versehen.

### 2.3.10 Einstiegs- und Ausstiegsöffnungen

(1) Die lichte Weite von Öffnungen muss mindestens 0,8 m betragen.

(2) Becken müssen in jedem für sich abgeschlossenen Beckenteil an günstigen Stellen mit fest eingebauten Notausstiegen ausgerüstet sein.

## 2.4 Bemessung

### 2.4.1 Festlegungen für Bemessung und Konstruktion

(1) Die Bemessung der tragenden Konstruktion erfolgt für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit. Die Tragfähigkeit wird neben den ständigen und vorübergehenden Einwirkungen hauptsächlich durch die Temperatureinwirkungen, aber auch durch die Bemessungssituationen im Reinigungsfall oder Instandsetzungsfall bestimmt:

- leeres Becken und volle äußere Erdanschüttung unter Berücksichtigung einer Verkehrslast infolge Reinigungsfahrzeug (Beckenreinigung) und
- volle Wasserfüllung innen und Abgrabung von mindestens 1 m Tiefe ab OK Beckenrand bzw. Beckendecke von außen.

(2) Die Sicherstellung der Auftriebssicherheit muss sowohl für den Bau- als auch für den Endzustand nachgewiesen werden.

(3) Insbesondere sind für die Ortbetonbauweise folgende Regelungen zu beachten:

- Die Regelungen aus Teil 7 Abschnitt 2 sind sinngemäß anzuwenden,
- Bemessung und Konstruktion des Bauwerkes als wasserundurchlässige Betonkonstruktion der Dichtigkeitsklasse 2 nach Teil 7 Abschnitt 2 Nr. 8,
- Bemessung und Konstruktion (Bewehrungsführung) nach DIN EN 1992-2 und Teil 7 Abschnitt 2,
- die zulässige rechnerische Rissbreite beträgt 0,20 mm und
- die Mindestdruckfestigkeitsklasse für den Konstruktionsbeton beträgt C 30/37.

### 2.4.2 Fugenanordnung

(1) *Becken sind nach Möglichkeit ohne Raum- oder Pressfugen auszuführen.*

(2) Fugenbänder von Bauwerken sind aus Elastomeren entsprechend Teil 3 Abschnitt 3 herzustellen.

(3) Sind Arbeitsfugen mit Fugenblechen erforderlich, ist für die Innenseite von Ecken des Bauwerks Folgendes zu beachten: Die Bewehrungsstäbe, die innenseitig auf das Fugenblech zulaufen, dürfen nicht abgeschnitten, sondern müssen abgebogen und verankert werden.

### 2.4.3 Festlegungen von Lastansätzen für Verkehr und Temperatur

#### 2.4.3.1 Verkehr

(1) Wird neben einem geplanten Becken ein öffentlicher Verkehrsweg angelegt, ist der für die Hinterfüllung an Brücken normative Verkehrslastansatz (DIN EN 1991-2) anzuwenden.

(2) Wird neben dem geplanten Becken lediglich eine sonstige befestigte Verkehrsfläche angelegt, ist das Tandemsystem-Fahrzeug des Fahrstreifens Nr.1 mit 780 kN Gesamtlast in ungünstiger Stellung bezogen auf eine Grundfläche von 3 m x 5 m anzusetzen (von der Lastverteilung gem. DIN EN 1991 darf Gebrauch gemacht werden).

(3) Werden keine benachbarten Verkehrsflächen hergestellt, ist mindestens die Last eines Reinigungsfahrzeugs auf der Hinterfüllung zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck sollte mindestens ein üblicher Saug-/ Spülwagen mit 30 t Gesamtgewicht bezogen auf eine Grundfläche von 3 m x 5 m zum Ansatz gebracht werden (von der Lastverteilung gem. DIN EN 1991 darf Gebrauch gemacht werden).

(4) Zusätzlich ist zu überprüfen, ob der Lastansatz von flächendeckenden 10 kN/m<sup>2</sup> (als ständige Einwirkung gemäß DIN 1054, zu Abschnitt 9.5.1 A(10)) ggf. ungünstigere Bemessungsergebnisse liefert. Der ungünstigste der beiden Lastansätze ist maßgebend.

#### 2.4.3.2 Temperatur

Für die Nachweise temperaturbedingter Zwangsbeanspruchung sind die Lastansätze gemäß Teil 7 Abschnitt 2 Nr. 3.2.6 und der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, Abschnitt 4.3.3 anzuwenden. Der ungünstigere der beiden Lastansätze ist maßgebend.

## 3 Baustoffe

(1) Für die Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons gilt Teil 3 Abschnitt 1 und Abschnitt 2.

(2) Für alle Bauteile von Becken ist ein Beton der Expositionsclassen XC4 + XF4 + XD2 + XA2 mit der Mindestdruckfestigkeitsklasse C 30/37 zu verwenden.

*(3) Sollten äußere Einwirkungen höhere Klassen erfordern, sind diese entsprechend anzuwenden.*

Zur Begrenzung der Hydratationswärme- und Festigkeitsentwicklung ist ein Beton langsamer Festigkeitsentwicklung mit  $r \leq 0,30$  zu verwenden. Der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse darf im Alter von 56 Tagen geführt werden. Dabei sind die Festlegungen von Teil 3 Abschnitt 1 Nr. 6 Abs. (2) und Teil 3 Abschnitt 2 Nr. 9.2 Abs. (4) zu beachten.

(3) Der Beton muss wasserundurchlässig sein. Bei der Prüfung der Wassereindringtiefe nach DIN EN 12390-8 darf die größte Wassereindringtiefe 30 mm nicht überschreiten.

(4) Die Anforderungen an die Betondeckung von DIN 1992-2 sind zu beachten. Danach beträgt die Mindestbetondeckung an nicht erdberührten Oberflächen  $c_{min} = 40$  mm und an erdberührten Oberflächen  $c_{min} = 50$  mm. Das Nennmaß  $c_{nom}$  beträgt an der nicht erdberührten Oberfläche  $c_{nom} = 45$  mm und an der erdberührten Oberfläche  $c_{nom} = 55$  mm der Beton. Für die durch Tausalz und andere Schadstoffe belastete Beckeninnenseite sind die Betondeckungen wie für erdberührte Bauteile zu verwenden.

(5) Alle Einbauteile müssen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 entsprechen.

## 4 Dichtheit

(1) In Wasserschutzgebieten und noch nicht förmlich festgesetzten Wassergewinnungsgebieten für die öffentliche Trinkwasserversorgung sind die jeweiligen gesetzlichen Bestimmungen und die RiSt-Wag zu beachten.

(2) Die Prüfung der Dichtheit des Beckens erfolgt nach DWA M 176 (Schächte / Kanäle nach DIN EN 1610).

(3) Die Dichtheitsprüfung beginnt frühestens 28 Tage nach Ende der Betonage.

(4) Die Standzeit des Wassers beträgt mindestens 17 Tage.

(5) Bei der Kontrolle der Dichtheit ist besonderes Augenmerk auf die Übergänge von der Bodenplatte zu den Wänden, die Arbeits- und Bewegungsfugen und die Rohrdurchführungen zu lenken.

(6) Die Dauer der Dichtigkeitsprüfung ist bei der Bauzeit zu beachten.

(7) Die Dichtigkeitsprüfungen sind von einem qualifizierten Fachbüro auszuschreiben und zu überwachen.

## 5 Ausstattung

### 5.1 Allgemeines

(1) Ausstattungsgegenstände wie Drosseleinrichtungen, Rechen, Schwimm- und Seilzugbrücken, ortsfeste Leiter, Metallroste, usw. sind nach den einschlägigen Regelwerken der DWA zu planen und einzubauen.

(2) Die gültigen Unfallverhütungsvorschriften sind zu beachten.

### 5.2 Pumpwerke und Hebeanlagen

Auf die DIN EN 752 und das ATV-DVWK-A 134 "Planung und Bau von Abwasserpumpenanlagen" wird hingewiesen.

### 5.3 Erdungs- bzw. Blitzschutzanlage

(1) Becken mit installierten Elektroanlagen (z. B. Schiebern) sind mit einer Erdung und Potentialausgleich gemäß DIN EN 62305 auszustatten. Diese wird durch einen Elektroplaner einschließlich der Elektroinstallation geplant, beim Bau überwacht und abgenommen.

(2) Bei Becken ohne Elektroinstallation ist eine Erdung grundsätzlich nicht notwendig. Hier ist im Einzelfall über eine Erdung als Blitzschutz zu entscheiden.

(3) Blitzschutz ist erforderlich, wenn das Becken aus dem Erdreich ragt und zum Beispiel ein Geländer hat.

## 6 Betrieb

### 6.1 Allgemeines

Alle Bauteile müssen für die Überwachung, handnahe Prüfung und Erhaltung zugänglich und prüfbar sein.

### 6.2 Explosionsgefährdete Bereiche

(1) Umschlossene Räume von abwassertechnischen Anlagen und oberirdische Räume von Abwasserbehandlungsanlagen müssen so gebaut und ausgerüstet sein, dass Gefahren durch gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vermieden werden.

(2) Die Vorgaben der ATEX Betriebsrichtlinie 1999/92/EG (ATmosphères Explosibles) zum Arbeitsschutz (Benennung Explosionsgefährdeter Bereiche) sind zu beachten.

(3) Aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen ist ein Explosionsschutz-Gutachten erforderlich.

### 6.3 Verkehrswege in Pumpenhäusern

(1) Zum Erreichen von Arbeitsstellen und Wartungsplätzen müssen entsprechend den betrieblichen Anforderungen Verkehrswege angelegt sein. Sie sind ausreichend zu beleuchten und müssen von Stolperstellen frei sein und auch im nassen Zustand sicher begangen werden können. Durchgänge von Verkehrswegen müssen mindestens 2 m hoch und 0,8 m breit sein. Werden sie zur Lastenbeförderung benutzt, müssen sie mindestens 1,25 m breit sein.

(2) Verkehrswege und Durchfahrten auf abwassertechnischen Anlagen müssen so angelegt sein,

*dass während des Betriebes Gefährdungen des Personals durch Fahrzeuge vermieden werden.*

## **7 Dokumentation**

(1) Für jedes Becken oder Pumpenhaus sind Bauwerksunterlagen nach DIN 1076 aufzustellen. Hierzu gehören die Bauwerksakte und das Bauwerksbuch.

*(2) Mit dem Aufstellen der Bauwerksakte ist bereits während der Bauausführung zu beginnen.*

(3) Im Bauwerksbuch sind die wichtigsten Daten des Beckens entsprechend der Anweisung Straßeninformationsbank – Teilsystem Bauwerksdaten (ASB-ING) zusammenzustellen. Hierzu gehört auch eine Bauwerksskizze mit Darstellung des Beckens im Längsschnitt und Grundriss sowie der maßgebenden Querschnitte.

(4) Das Bauwerksbuch ist zur ersten Hauptprüfung nach DIN 1076 vor Abnahme des Regenrückhalte- bzw. Havariebeckens vorzulegen.

*(5) Um einen geordneten Betrieb und die Wirksamkeit einer Behandlungsanlage sicherzustellen, ist ein an die Erfordernisse der einzelnen Anlage angepasstes Betriebsbuch nach RiStWag erforderlich.*

*(6) Ein Prüfhandbuch nach RI-EBW-PRÜF ist für geschlossene Becken, Pumpenhäuser und Leichtflüssigkeitsabscheider anzulegen. Für die Bauwerkprüfung sind besondere Prüfungsanweisungen anzugeben und Hinweise über die nach Fertigstellung durchzuführenden Kontrollmessungen aufzunehmen.*

*(7) Das Prüfhandbuch ist als Anlage zum Bauwerksbuch zu führen.*

*(8) Das Prüfhandbuch soll über die üblichen Anforderungen hinaus Vorgaben zur Prüfung von Betriebswegen, Türen, Abdeckungen und Leitern enthalten.*

*(9) Pumpenhäuser sind visuell auf Feuchtigkeit Zutritt zu prüfen. Auch unterhalb eines ggf. vorhandenen Doppelbodens.*

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

## **Teil 8 Weitere Bauwerke**

## **Abschnitt 5 Wellstahlbauwerke**

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

---

<b>Inhalt</b>	Seite	5.5	Baubegleitende Messungen und Scheitelauflast.....9
<b>1 Allgemeines.....3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>Komplettierung.....10</b>
1.1 Grundsätzliches .....3	3	6.1	Abdichtung.....10
1.2 Begriffsbestimmungen.....3	3	6.2	Einbindung der Bauwerksenden .....10
<b>2 Planung und Konstruktion.....4</b>	<b>4</b>	6.2.1	Sohlbereich .....10
2.1 Einwirkungen .....4	4	6.2.2	Böschungsbereich.....10
2.1.1 Allgemeines .....4	4	6.3	Innenausbau .....10
2.1.2 Ständige Einwirkungen.....4	4	6.4	Ausstattung .....10
2.1.3 Einwirkungen während der Bauausführung.....4	4	<b>7</b>	<b>Ausführungs- und Bestandsunterlagen.....10</b>
2.1.4 Einwirkungen infolge Verkehr .....4	4	<b>Anhang A</b>	
2.1.5 Bemessungsscheiteldruck.....4	4	<b>Entwurfsgrundlagen .....11</b>	
2.2 Bemessung.....4	4	<b>Anhang B</b>	
2.2.1 Allgemeines .....4	4	<b>Bemessung von Wellstahlbauwerken nach K. Klöppel/D. Glock.....13</b>	
2.2.2 Zuordnung der Querschnittsformen ..4	4	<b>Anhang C</b>	
2.2.3 Durchschlagen des Bauwerks-scheitels.....5	5	<b>Traglasten der Schraubenverbindungen .....21</b>	
2.2.4 Grundbruch.....5	5	<b>C 1 Grundlagen .....21</b>	
2.2.5 Bruch der Schraubenverbindung .....5	5	<b>C 2 Versuche.....21</b>	
2.2.6 Biegebruch beim Hinterfüllen.....6	6	<b>C 3 Auswertung .....22</b>	
2.2.7 Bereich der Schrägschnitte.....6	6		
2.3 Konstruktive Festlegungen .....6	6		
2.3.1 Mindestblechdicken.....6	6		
2.3.2 Verbindungen der Stahlblech-elemente.....7	7		
2.3.3 Gründung von Bogenprofilen.....7	7		
2.3.4 Mehrfachanlagen .....7	7		
2.3.5 Instandsetzung bestehender Bauwerke.....7	7		
2.3.6 Innenausbau .....7	7		
<b>3 Werkstoffe .....7</b>	<b>7</b>		
3.1 Stahlblechelemente.....7	7		
3.2 Verbindungselemente .....7	7		
<b>4 Korrosionsschutz.....8</b>	<b>8</b>		
<b>5 Einbau.....8</b>	<b>8</b>		
5.1 Allgemeines .....8	8		
5.2 Bettungs- und Frostschutzbereich ....8	8		
5.3 Böden .....8	8		
5.4 Ausführung der Erd- und Gründungsarbeiten .....8	8		

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 5 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Der Teil 8 Abschnitt 5 gilt für Wellstahlbauwerke mit Wellungen bis 200 mm Wellenlänge und 55 mm Wellentiefe (siehe Bild 8.5.1) der in Anhang A 2 dargestellten Querschnitte mit einer Spannweite  $s \leq 8$  m und einer Überdeckung  $h_{\bar{u}} \leq 15$  m.

(3) Die Mindestüberdeckung  $h_{\bar{u},min}$  beträgt über die gesamte Fahrbahnbreite  $s/6$  [m] oder 0,60 m (siehe Bild 8.5.2). Der größere Wert ist maßgebend.

(4) Der Geotechnische Bericht nach DIN 4020 ist der Leistungsbeschreibung beizufügen.

(5) Die in den Nrn. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführten Nachweise behandeln den Grenzzustand der Tragfähigkeit.

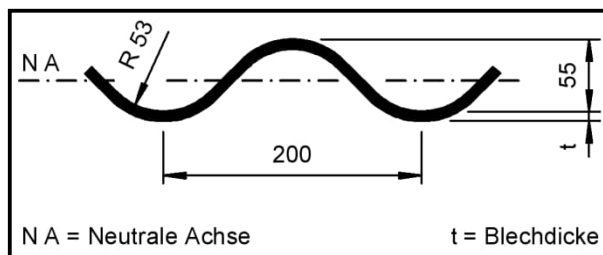


Bild 8.5.1: Schematischer Schnitt durch die Wellung des Stahlbleches; Maße in [mm]

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Wellstahlbauwerke

sind biegeeweiche, stählerne, im Boden eingebettete Bauwerke. Sie werden nur aus gewellten und beim Hersteller korrosionsgeschützten Stahlblechelementen auf der Baustelle zu verschiedenen Querschnitten in Längs- und Umfangsrichtung verschraubt und danach in verdichtungsfähigem

Boden eingebettet. Kennzeichnend für das Tragverhalten der Bauwerke ist, dass sie sich unter Belastung verformen, bis sich am Bauwerksumfang aus den Belastungen durch Boden und Verkehr und den durch die Verformung entstehenden Rückstellkräften angenähert eine in der Bauwerkswandung verlaufende Stützlinie ausgebildet hat. Das Steifigkeitsverhältnis gemäß Anhang A 1 muss  $c \leq 0,05$  betragen.

### (2) Spannweite s

Definition gemäß Anhang A 2.

### (3) Höhe h

Definition gemäß Anhang A 2.

### (4) Kreuzungswinkel $\alpha$

Definition gemäß Anhang A 4.

### (5) Bauwerksabschlusswinkel $\beta$

Definition gemäß Anhang A 4.

### (6) Überdeckung $h_{\bar{u}}$

ist der lotrechte Abstand zwischen Bauwerks-scheitel und OK Fahrbahn.

### (7) Hinterfüllen und Überschütten

bezeichnen die Erdarbeiten für das vollständige Einbetten des Wellstahlbauwerkes durch lagenweises Einbauen und Verdichten von geeignetem Boden.

### (8) Schrägschnitte

sind die offenen Enden eines Wellstahlbauwerkes, deren Schnittführung üblicherweise der geplanten Böschungsoberfläche angepasst ist.

### (9) Bettungsbereich B

Definition gemäß Bild 8.5.5.

### (10) Frostschutzbereich TF

Definition gemäß Bild 8.5.5.

### (11) Schutzbereich TV

Definition gemäß Bild 8.5.5.

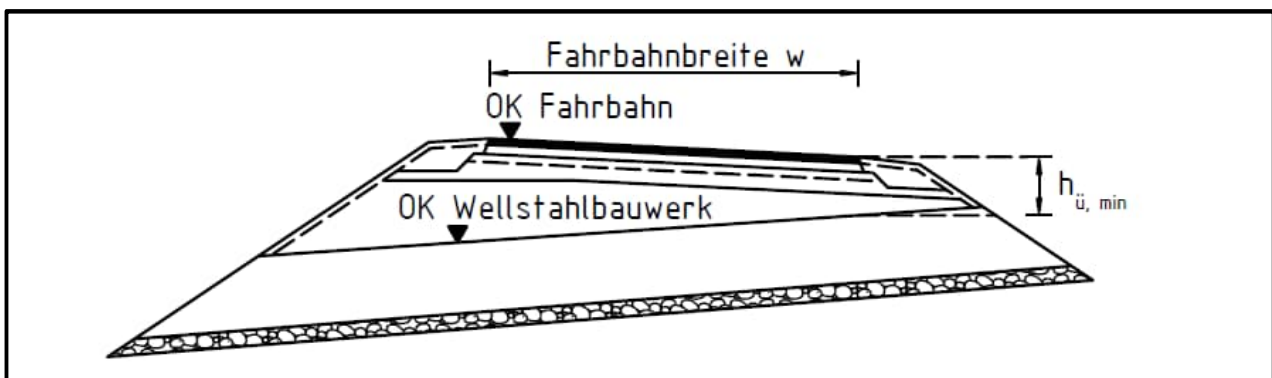


Bild 8.5.2: Mindestüberdeckung  $h_{\bar{u},min}$

## 2 Planung und Konstruktion

### 2.1 Einwirkungen

#### 2.1.1 Allgemeines

Für geotechnische Einwirkungen mit Ausnahme der Auflast aus ständig vorhandenen Bodenmassen gelten DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054.

#### 2.1.2 Ständige Einwirkungen

(1) Es gilt DIN EN 1991-1-1.

(2) Das Eigengewicht des Wellstahlbauwerkes wird vernachlässigt.

(3) Als lotrechte Last aus ständig vorhandenen Bodenmassen ist die volle Auflast

$$p_{B,k} = \gamma_{B,k} * h_{\bar{u}}$$

mit  $\gamma_{B,k} \geq 20 \text{ kN/m}^3$

anzusetzen. Auch bei hoher Überdeckung dürfen Lastabminderungen nicht berücksichtigt werden.

(4) Als Teilsicherheitsbeiwert ist  $\gamma_G = 1,35$  anzusetzen.

#### 2.1.3 Einwirkungen während der Bauausführung

(1) Es gilt DIN EN 1991-1-6.

(2) Ein Überfahren des Bauwerkes ist nur für den Einbau der gebundenen Schichten des Oberbaus bei Einhaltung der für den Endzustand statisch erforderlichen Mindestüberdeckung  $h_{\bar{u},min}$  vermindert um max. 30 cm Bearbeitungstiefe und einer Achslast von max. 120 kN durch die Bemessung abgedeckt.

(3) In allen anderen Fällen sind die vorhandene Überdeckung und die Achslasten bzw. Gewichte der realen Fahrzeuge statisch zu berücksichtigen. Die ermittelte Mindestüberdeckung darf nicht durch Fahrspurabnutzung unterschritten werden.

#### 2.1.4 Einwirkungen infolge Verkehr

(1) Es gilt DIN EN 1991-2.

(2) Die vertikalen Verkehrslasten sind nach DIN EN 1991-2 für das Lastmodell 1 anzusetzen.

(3) Die Lastausbreitung der auf OK Fahrbahn anzusetzenden Verkehrslasten erfolgt unter einem Winkel von 30 ° zur Vertikalen.

(4) Die gleichmäßig verteilten Lasten  $q_{ik}$  (UDL-System) sind quer zur Fahrtrichtung zu verteilen.

(5) Die Lasten  $Q_{ik}$  der Doppelachsen (Tandem-System TS) sind für jeden Fahrstreifen durch eine gleichmäßig verteilte Last  $q_{ieq}$  mit rechteckiger Auf-

standsfläche von 3 m Breite und 5 m Länge zu ersetzen. Diese Flächenlasten sind quer und längs zur Fahrtrichtung zu verteilen.

(6) Der Scheiteldruck  $p_{v,k}$  infolge Verkehrslasten ergibt sich aus der Überlagerung der verteilten Lasten  $q_{ik}$  und  $q_{ieq}$  und der Überlagerung der vorhandenen Fahrstreifen.

(7) Für den Nachweis des Grundbruchs im Scheiteldruckbereich sind auf OK Fahrbahn die Flächenlasten im Fahrstreifen 1 anzusetzen:

$$q_1 = q_{1k} + q_{1eq}$$

(8) Als Teilsicherheitsbeiwert ist  $\gamma_Q = 1,35$  zu verwenden.

(9) Mit diesem Lastansatz sind bei mindestens zwei Fahrstreifen für Überdeckungen  $h_{\bar{u}} \geq 1,40 \text{ m}$  die Einwirkung der Verkehrslasten nach MLC 50/50-100 (STANAG 2021) miterfasst. Für alle anderen Fälle sind gesonderte Nachweise zu führen.

#### 2.1.5 Bemessungsscheiteldruck

(1) Bei hoher Überdeckung ( $h_{\bar{u}} > 2,60 \text{ m}$ ) gilt:

$$p_{s,d} = \gamma_G * p_{B,k} + \gamma_Q * p_{v,k}$$

$$p_{s,d} = 1,35 * p_{B,k} + 1,35 * p_{v,k}$$

(2) Bei geringer Überdeckung ( $h_{\bar{u}} \leq 2,60 \text{ m}$ ) gilt:

$$p_{s,d} = 1,10 (\gamma_G * p_{B,k} + \gamma_Q * p_{v,k}),$$

$$p_{s,d} = 1,10 (1,35 * p_{B,k} + 1,35 * p_{v,k}).$$

## 2.2 Bemessung

### 2.2.1 Allgemeines

(1) Grundlage der Bemessung von Wellstahlbauwerken ist die Veröffentlichung des Institutes für Statik und Stahlbau der Technischen Hochschule Darmstadt, Heft 10, 1970, „Theoretische und experimentelle Untersuchungen zu den Traglastproblemen biegegeweicher, in die Erde eingebetteter Rohre“ von K. Klöppel und D. Glock (Klöppel/Glock).

(2) Das Bemessungsverfahren ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit für den Neubau von Wellstahlbauwerken anzuwenden. Es ist sinngemäß auch für die Instandsetzung von bestehenden Bauwerken mittels Einziehen eines Wellstahlbauwerkes anzuwenden.

### 2.2.2 Zuordnung der Querschnittsformen

(1) Die Traglastgrenzen sind unter Berücksichtigung der Querschnitte in Anhang A 2 nachzuweisen.

(2) Querschnitte, die von Kreis- und Maulprofilen abweichen, sind für die Traglastberechnung den in Tabelle 8.5.1 angegebenen Querschnittsformen nach Klöppel/Glock zuzuordnen.



**Tabelle 8.5.1:** Zuordnung abweichender Querschnitte zu den Querschnittsformen nach Klöppel/Glock

Querschnitte	Nachweise	
	Durchschlagen und Schraubenverbindung	Grund- und Biegebruch
Ellipsenprofil	K	K
Unterführungsprofil	M	K
Bogenprofil	K	M
K: Kreisprofil, M: Maulprofil		

**2.2.3 Durchschlagen des Bauwerksscheitels**

(1) Mit Hilfe von Bild B 8.5.4 in Verbindung mit Nr. B 2 ist der kritische Scheiteldruck  $p_{SD,k}$  als untere Traglastgrenze zu ermitteln.

(2) Bei hoher Überdeckung ( $h_{\ddot{u}} > 2,60$  m) gilt:  
Lastangriffsparameter  $\Psi_B = 2,36$ .

(3) Bei geringer Überdeckung ( $h_{\ddot{u}} \leq 2,60$  m) gilt:  
Lastangriffsparameter  $\Psi_B = 1,57$ .

(4) Bei  $h/s < 0,7$  ist der Teilsicherheitsbeiwert:  
 $\gamma_{M,Ep} = 1,75$ .

(5) Bei  $h/s \geq 0,7$  ist der Teilsicherheitsbeiwert:  
 $\gamma_{M,Ep} = 1,40$ .

(6) Für den Bemessungsscheiteldruck  $p_{s,d}$  ist nachzuweisen:

$$p_{s,d} \leq \frac{p_{SD,k}}{\gamma_{M,Ep}}$$

**2.2.4 Grundbruch**

**2.2.4.1 Scheitelbereich**

(1) Der Nachweis ist bei einem Verhältnis  $h_{\ddot{u}}/r_1 < 0,6$  zu führen.

(2) Der Widerstand des Wellstahlbauwerkes  $p_{otr,k}$  setzt sich aus dem Grundbruchwiderstand des Bodens  $p_{ogr,k}$  und aus dem Biege- widerstand des gewellten Stahlbleches  $\Delta p_{o,k}$  zusammen:

$$p_{otr,k} = p_{ogr,k} + \Delta p_{o,k}$$

(3) Der Grundbruchwiderstand des Bodens  $p_{ogr,k}$  ist Bild B 8.5.5 in Verbindung mit Nr. B 3 zu entnehmen. Der Biege- widerstand  $\Delta p_{o,k}$  ist Bild B 8.5.6 bzw. Bild B 8.5.7 in Verbindung mit Nr. B 3 zu entnehmen.

(4) Mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,40$  für den Widerstand des Wellstahlbauwerkes und  $\gamma_Q = 1,35$  für die veränderlichen Einwirkungen in- folge Verkehr ist nachzuweisen:

$$\gamma_Q * q_1 \leq \frac{p_{otr,k} - \gamma_{B,k} * h_{\ddot{u}}}{\gamma_{R,v}}$$

**2.2.4.2 Sohlbereich**

**2.2.4.2.1 Allgemeines**

Bei einem Verhältnis  $h/s < 0,7$  ist die Sicherheit gegen Grundbruch im Ulmenbereich und gegen Aufbruch der Sohle nachzuweisen.

**2.2.4.2.2 Grundbruch im Ulmenbereich**

(1) Die maßgebende Bodenbeanspruchung ergibt sich zu

$$p_{2,d} = p_{s,d} * \frac{r_1}{r_2}$$

(2) Der Grundbruchnachweis ist mit dem Grund- bruchwiderstand des Bodens  $p_{2Gr,k}$ , der gemäß Nr. B 4.1 zu ermitteln ist, dem zugehörigen Teil- sicherheitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,40$  und der maßgeben- den Bodenbeanspruchung  $p_{2,d}$  zu führen:

$$p_{2,d} \leq \frac{p_{2Gr,k}}{\gamma_{R,v}}$$

**2.2.4.2.3 Aufbruch der Sohle**

Mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,40$  für den Bodenwiderstand  $p_{1C,k}$  der gemäß Nr. B 4.2 zu er- mitteln ist, ist die Einhaltung der Grenzzustands- bedingung zum Bemessungsscheiteldruck  $p_{s,d}$  nachzuweisen:

$$p_{s,d} \leq \frac{p_{1C,k}}{\gamma_{R,v}}$$

**2.2.5 Bruch der Schraubenverbindung**

(1) Die für den Nachweis der Schraubenverbin- dung einwirkende Normalkraft  $N_d$  ist nach Theorie 2. Ordnung zu bestimmen. Stellvertretend hierfür darf der ungünstigste Verformungszustand kurz vor dem Durchschlagen mit dem Scheitelradius

$$R'' = \frac{N_{D,k}}{p_{SD,k}}$$

nach Bild B 8.5.8 in Verbindung mit Nr. B 5 ange- setzt werden, woraus die Bemessungskraft

$$N_{d} = p_{s,d} * R''$$

resultiert.

(2) Die Traglasten  $N_{R,k}$  mittig gedrückter Stöße sind durch Versuche gemäß Anhang C zu ermitteln und auszuwerten.

(3) Mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M2} = 1,25$  ist der Nachweis

$$N_d \leq \frac{N_{R,k}}{\gamma_{M2}}$$

zu führen.

### 2.2.6 Biegebruch beim Hinterfüllen

(1) Wenn zwischen Bauwerkswandung und Böschungsoberfläche bzw. Verbau stets ein Abstand  $a \geq h/3$  eingehalten wird (s. Bild 8.5.3), darf mit einem Erddruckbeiwert  $K = 0,40$  gerechnet werden.

(2) Mit  $K = 0,40$  ergeben sich nach Klöppel/Glock die einwirkenden, maximalen Biegemomente  $M_H$  für:

- Kreisprofile  $|M_H| = 1,20 * r_1^3$  (kNm/m) und
- Maulprofile  $|M_H| = 0,42 * r_1^3$  (kNm/m).

(3) Mit dem plastischen Moment des gewellten Stahlblechs:

$$M_{pl,k} = 1,24 * f_y * W_{el}$$

und den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_M = 1,10$  und  $\gamma_G = 1,35$  ist nachzuweisen:

$$M_H * \gamma_G \leq \frac{M_{pl,k}}{\gamma_M}$$

(4) Falls der Nachweis nicht erbracht werden kann, sind baubegleitende Messungen durchzuführen und ab einer gewissen Scheitelhebung eine Scheitelauflast aufzubringen. Scheitelhebung und -auflast sind vom Aufsteller der Tragwerksplanung vorzugeben.

(5) Kann der Abstand  $a$  zwischen Bauwerkswandung und Böschungsoberfläche nicht eingehalten werden, so ist den dann vorliegenden Grabenbedingungen durch Ansatz eines höheren Erddruckbeiwertes Rechnung zu tragen.

### 2.2.7 Bereich der Schrägschnitte

(1) Im Bereich der Schrägschnitte kann die Blechdicke ohne besonderen Nachweis beibehalten werden, wenn die Böschungsneigung nicht flacher als 1:1,5 und der Bauwerksabschlusswinkel  $\beta \geq 85^\circ$  sowie die Spannweite des Bauwerkes  $s \leq 5$  m sind.

(2) In anderen Fällen ist ein gesonderter Standsicherheitsnachweis nach Nr. B 6 zu führen.

## 2.3 Konstruktive Festlegungen

### 2.3.1 Mindestblechdicken

(1) Die Blechdicke der gewellten Stahlblechelemente setzt sich aus der statisch erforderlichen Dicke zuzüglich eines Korrosionszuschlages von 1 mm zusammen. Sie muss insgesamt mindestens 3 mm betragen.

(2) Die statischen Nachweise sind grundsätzlich mit der um den Korrosionszuschlag von 1 mm reduzierten gewählten Blechdicke zu führen. Bei den Nachweisen „Biegebruch beim Hinterfüllen“ und „Standsicherheit im Bereich der Schrägschnitte“ darf die Nennblechdicke einschließlich Korrosionszuschlag berücksichtigt werden.

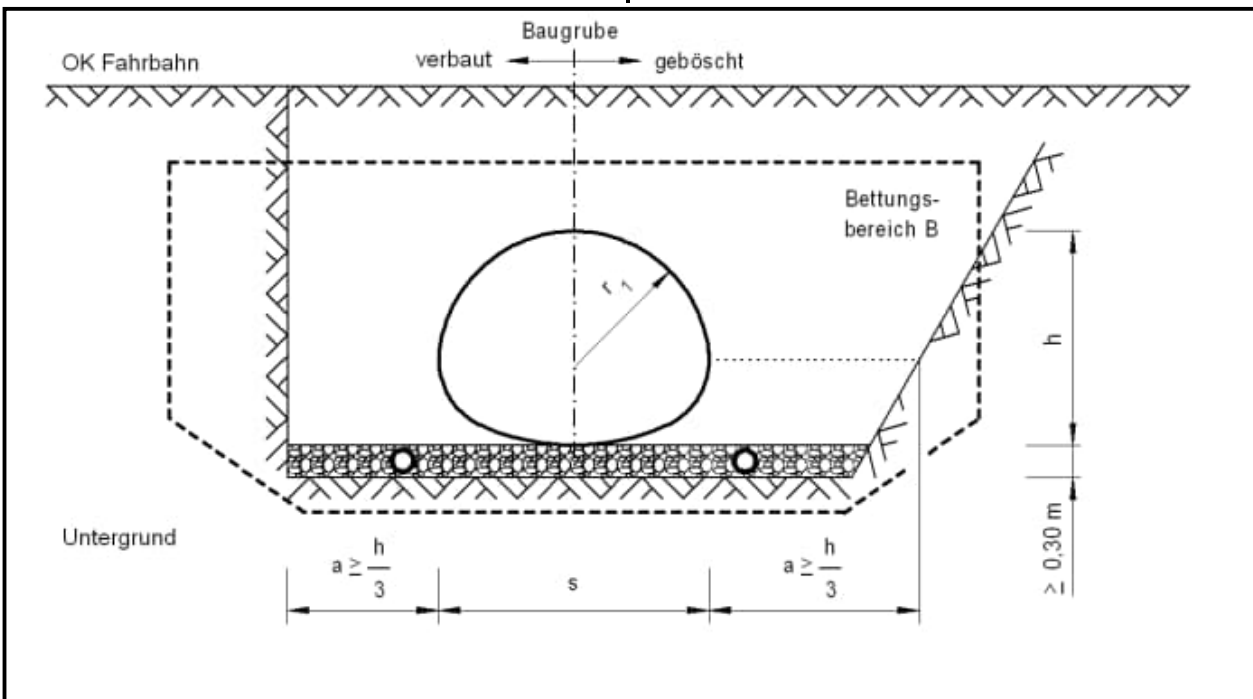


Bild 8.5.3: Mindestabstand  $a$  für den Ansatz des Erddruckbeiwertes  $K = 0,40$

### 2.3.2 Verbindungen der Stahlblechelemente

(1) Die Herstellung und die Ausführung der Schraubenverbindungen müssen den Versuchen gemäß Nr. 2.2.5 entsprechen.

(2) Die Schrauben der Längsstöße sind in zwei Reihen anzuordnen. Unter Beachtung des Nachweises „Bruch der Schraubenverbindung“ gilt:

- für den Reihenabstand  $p_1 \geq 2,0 \cdot d_0$  und
- für den Randabstand  $e_1 \geq 1,5 \cdot d_0$   
( $d_0$  = Lochdurchmesser).

(3) Bei Umfangsstößen sind

- ein Lochabstand  $p_1 \leq 250$  mm und
- ein Randabstand  $e_2 \geq 1,5 \cdot d_0$

einzuhalten.

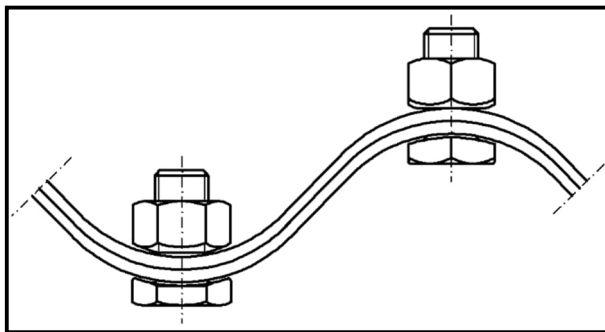
(4) Die Schraubenlöcher können durch Stanzen hergestellt werden. Für die tragende Längsver-schraubung ist ein Lochspiel von maximal 3 mm zulässig. Zur Erleichterung der Montage darf die Umfangsver-schraubung mit Langloch ausgeführt werden.

(5) Es dürfen Schrauben mit durchgehendem Ge-winde verwendet werden. Auf Unterlegscheiben kann verzichtet werden. Die Schraubenköpfe und Muttern müssen an die Form der Wellung ange-passt sein, damit ein formschlüssiger Sitz gewähr-leistet wird (s. Bild 8.5.4).

(6) Die Schaftlänge der Schrauben ist in Abhängig-keit von den Blechdicken so zu bestimmen, dass nach dem Anziehen der Mutter noch mindestens ein voller Gewindegang aus der Mutter herausragt. Die Muttern sind innen anzuordnen, um ein späteres Nachziehen zu ermöglichen.

(7) Die Überlappung der Längsstöße ist so anzu-ordnen, dass die Stahlblechelemente dachziegel-artig übereinander greifen.

(8) Wegen der hier vorliegenden Scher-Lochlei-bungs-Verbindung ist kein planmäßiges Anzieh-moment erforderlich. Aus konstruktiven Gründen ist ein Anziehmoment vom Hersteller vorzugeben.



**Bild 8.5.4:** Anpassung der Schraubenverbindung an die Wellung der Stahlblechelemente

### 2.3.3 Gründung von Bogenprofilen

(1) Bogenprofile sind auf statisch nachzuweisen-den Fundamenten frostsicher zu gründen.

(2) Die Fundamente bzw. Unterbauten sind mit Aussparungen zur Aufnahme der Stahlblech-elemente gemäß Herstellervorgabe zu versehen. Auflagerfläche und Systemlinie der Stahlblech-elemente müssen einen rechten Winkel bilden.

(3) Der Anschluss der Stahlblechelemente ist nach den Vorgaben des Herstellers vorzunehmen.

(4) Die Aussparungen sind nach Beendigung der Montage mit Vergussbeton/-mörtel zu verfüllen. Die Oberfläche ist zur Sickerwasserabführung mit einem Quergefälle zu versehen.

### 2.3.4 Mehrfachanlagen

Der Abstand zwischen den Außenseiten neben-einander liegender Wellstahlbauwerke muss  $b > s/4$  sein, mindestens jedoch  $b > 1,0$  m. Bei „s“ handelt es sich um die Spannweite des größeren zweier be-nachbarter Bauwerke.

### 2.3.5 Instandsetzung bestehender Bauwerke

Bei einer Instandsetzung durch Einziehen eines Wellstahlbauwerkes ist ein Ringraum von mindes-tens 15 cm einzuhalten. Dieser Ringraum ist mit ge-eignetem Material, z. B. Dämmen, Zementmörtel, ohne Vorspannung hohlraumfrei zu verfüllen.

### 2.3.6 Innenausbau

Die Bauwerkssohle muss tiefer als die Bachsohle liegen.

## 3 Werkstoffe

### 3.1 Stahlblechelemente

(1) Als Werkstoff für die gewellten Stahlblech-elemente ist die Stahlsorte S 235 mit Eignung zur Kaltumformung und Schmelztauchverzinkung nach DIN EN 10025 zu verwenden.

(2) *Der Einsatz eines Stahls mit höherer Festig-keitsklasse ist möglich, wenn die Bemessung unter Beachtung von Wellung, Spannweite und Über-deckung angepasst wird.*

(3) Alternativ darf als Werkstoff auch die Stahlsorte S 355 MC nach DIN EN 10149-2 mit Eignung zur Schmelztauchverzinkung verwendet werden.

(4) Es ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß DIN EN 10204 beizufügen.

### 3.2 Verbindungselemente

(1) Die Schrauben müssen den Festigkeitsklassen 8.8 bis 10.9 nach DIN EN ISO 898-1 entsprechen.

Die zugehörigen Muttern müssen den Festigkeitsklassen 8 bis 10 nach DIN EN ISO 898-2 entsprechen.

(2) Es ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß DIN EN 10204 unter Berücksichtigung der DIN EN ISO 10684 erforderlich.

## 4 Korrosionsschutz

(1) Es gilt Teil 4 Abschnitt 3.

(2) *Für verkehrsführende Bauwerke wird luftseitig ein heller Farbton empfohlen. Der Farbton ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

## 5 Einbau

### 5.1 Allgemeines

(1) Für die Ausführung von Baugruben gilt Teil 2 Abschnitt 1.

(2) Für die Gründung der Bauwerke gilt Teil 2 Abschnitt 2.

(3) Für Wasserhaltungen gilt Teil 2 Abschnitt 3.

(4) Für das Hinterfüllen und Überschütten der Bauwerke gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB).

### 5.2 Bettungs- und Frostschutzbereich

(1) Der Boden muss im Bettungsbereich B den für die Tragfähigkeit des Bauwerkes erforderlichen Bettungswiderstand besitzen und darf im Frostschutzbereich  $T_F$  auf die örtliche Frosteindringtiefe  $t_F$  (s. Bild 8.5.5), mind. jedoch auf 80 cm, nicht frostempfindlich sein.

(2) Die Anforderungen des Bettungsbereichs B sind oberhalb des Bauwerksscheitels bis zu einer Höhe  $h_r = 2,0$  m zu erfüllen (s. Bild 8.5.5). Bei  $h_{\bar{u}} < 2,0$  m ist  $h_r$  gleich  $h_{\bar{u}}$ . Die Schichten des Oberbaues einer Verkehrsfläche sind auf die Höhe  $h_r$  anrechenbar.

(3) Die Anforderungen des Bettungsbereichs B sind unterhalb der Bauwerkssohle bis zu einer Tiefe  $h_s \geq (r_1 / 2)$  zu erfüllen (s. Bild 8.5.5).

(4) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob ein Bodenaustausch vorzunehmen ist.*

(5) Der Bettungsbereich B entspricht dem Hinterfüll- und Überschüttbereich nach den ZTV E-StB.

(6) Der Frostschutzbereich  $T_F$  stellt den Entwässerungsbereich nach den ZTV E-StB dar.

### 5.3 Böden

(1) Die Böden müssen verwitterungsbeständig sein und dürfen keine quellfähigen, zerfallsempfindlichen oder bauwerksaggressiven Bestandteile enthalten.

Für den Bettungsbereich B sind nur grobkörnige Böden der Gruppen SW, SI, SE, GW, GI und GE oder gemischtkörnige Böden der Gruppen GU, GT, SU und ST nach DIN 18196 mit einem Größtkorn von 63 mm und einer Ungleichförmigkeitszahl  $U > 3$  zu verwenden. Im Rahmen einer qualifizierten Bodenverbesserung können weitere Böden verwendet werden. Es muss ein Reibungswinkel  $\varphi_k' \geq 30^\circ$  erreicht werden.

(2) Im Frostschutzbereich  $T_F$  sind nicht frostempfindliche Böden zu verwenden. Eine qualifizierte Bodenverbesserung ist nicht zulässig. Zum Schutz der Beschichtung dürfen nur ungebrochene Gesteinskörnungen verwendet werden. Ausgehend von der Bauwerkswandung ist in einer Schicht von mindestens 20 cm Dicke das Größtkorn auf 32 mm zu begrenzen.

### 5.4 Ausführung der Erd- und Gründungsarbeiten

(1) *Wahrscheinliche Setzungen sind erforderlichenfalls durch Überhöhung des Längsprofils zu berücksichtigen. Die Überhöhungswerte sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(2) Alle Erd- und Montagearbeiten sind in wasserfreien Baugruben auszuführen.

(3) Für die Montage ist zwischen Bauwerkswandung und Böschungfußpunkt bzw. Verbau ein Arbeitsraum von mindestens 0,80 m Breite freizuhalten.

(4) Unter der Bauwerkssohle ist eine nicht frostempfindliche Ausgleichsschicht von mind. 30 cm Dicke mit einem maximalen Größtkorn von 32 mm vorzusehen, die bei Felsuntergrund auf mind. 50 cm Dicke zu vergrößern ist.

(5) Für verkehrsführende Bauwerke ist bei bindigem Untergrund oder Felsuntergrund, im äußeren Bettungsbereich beidseits des Bauwerkes eine dauerhaft wirksame Dränung auszuführen (siehe Bild 8.5.5).

(6) Die Dränrohre müssen für Kontrollen und Reinigungen zugänglich sein und den Anforderungen gemäß Teil 7 Abschnitt 1, Nr. 5.2.7 entsprechen.

(7) Das Sohlbett ist ab einer Spannweite  $s \geq 5$  m nach Herstellerangabe vorzuprofilieren. Die Bauwerkswickel sind durch Stopfen und Stampfen von Hand oder durch Flaschenrüttler einwandfrei zu verfüllen. Abweichend von den ZTV E-StB ist auch Ein-

schlämmen zulässig, sofern grobkörniger Untergrund vorliegt. Die schadlose Ableitung des Wassers ist sicherzustellen.

(8) Der Boden ist gleichzeitig auf beiden Seiten des Bauwerkes in gleicher Schüttlagendicke auf der gesamten Breite der Baugrube einzubauen und zu verdichten.

(9) Gefrorener Boden, Eis und Schnee dürfen nicht eingebaut werden.

(10) Der Schutzbereich  $T_V$  (s. Bild 8.5.5) ist von Baumaschinen und Fahrzeugen freizuhalten. Hier darf kein Boden abgekippt bzw. gelagert werden. Der Boden muss vor Kopf eingebracht werden. Verdichtungsgeräte dürfen nur parallel zur Bauwerksachse fahren und im Bereich über dem Bauwerk nicht ein- und ausgeschaltet werden. Es dürfen nur Flächenrüttler mit einem Dienstgewicht von maximal 750 kg (7,5 kN) verwendet werden. Außerhalb dieses Bereiches können auch schwere Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Die Höhe der Schüttlagen darf 30 cm nicht überschreiten.

(11) Im Bereich der Schrägschnitte dürfen innerhalb des Schutzbereiches  $T_V$  nur leichte Flächenrüttler mit einem Dienstgewicht von maximal 100 kg (1 kN) eingesetzt werden. Die Höhe der Schüttlagen darf nicht größer als 20 cm sein.

(12) Im Bettungsbereich B ist nachzuweisen, dass das 10 %-Mindestquantil des Verdichtungsgrades  $D_{pr} \geq 98 \%$  beträgt. In diesem Fall darf bei der statischen Bemessung mit einem Steifemodul  $E_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^2$  gerechnet werden. Wird zusätzlich durch Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 nachgewiesen, dass der Verformungsmodul der

Erstbelastung  $E_{v1} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  beträgt, darf mit  $E_{s,k} = 40 \text{ MN/m}^2$  gerechnet werden.

(13) Sollen höhere Werte für den Reibungswinkel ( $\varphi_{k'} > 30^\circ$ ) und/oder den Steifemodul ( $E_{s,k} > 40 \text{ MN/m}^2$ ) angesetzt werden, muss nachgewiesen werden, dass diese mit dem Boden und dem Einbauverfahren erreicht werden.

### 5.5 Baubegleitende Messungen und Scheitelauflast

(1) Während des Einbaus ist bis zum Erreichen der Mindestüberdeckung  $h_{ü,min}$  die Verformung des Bauwerkes laufend zu überwachen.

(2) Zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit dürfen die einbaubedingten Verschiebungen in jeder Richtung  $0,015 \cdot s$  nicht überschreiten. Die Messungen sind bei Bauwerken mit Spannweiten  $s > 5 \text{ m}$  vom Auftragnehmer zu protokollieren. Eine Durchschrift der Protokolle ist dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Zusätzlich ist bei Bauwerken mit Spannweiten  $s > 5 \text{ m}$  sicherzustellen, dass Zusammenbau, Hinterfüllen und Überschütten bis zum Erreichen der Mindestüberdeckung  $h_{ü,min}$  von einem fachkundigen Vertreter des Herstellers ständig überwacht werden.

(4) Kann der Nachweis „Biegebruch bei Hinterfüllen“ nicht erfüllt werden, ist ab einer gewissen Scheitelhebung eine Scheitelauflast aufzubringen. Die zulässige Scheitelhebung und die erforderliche Scheitelauflast sind vom fachkundigen Vertreter des Herstellers vor Ort in Abstimmung mit dem Auftraggeber vorzugeben.

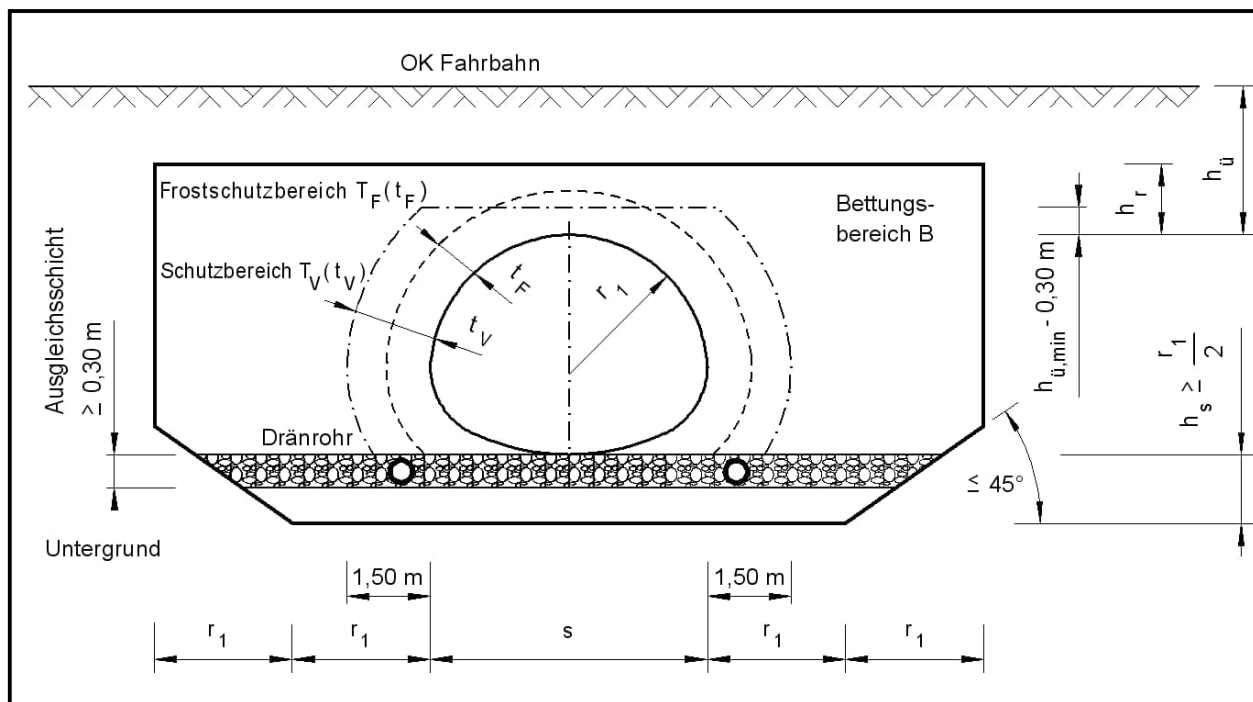


Bild 8.5.5: Darstellung der Einbaubereiche

## 6 Komplettierung

### 6.1 Abdichtung

(1) Ist bei verkehrsführenden Bauwerken eine Abdichtung mit Kunststoffdichtungsbahnen vorgesehen, sind die Anforderungen in der Leistungsbeschreibung vorzugeben.

(2) Bei Wellstahlbauwerken mit planmäßiger Wasserführung oder anderen nicht begehbaren Bauwerken erübrigt sich eine Abdichtung.

(3) In Abhängigkeit von der Einbaulage der Kunststoffdichtungsbahnen zum Bauwerk sind textile oder mineralische Stütz- bzw. Schutzschichten auszuführen.

(4) Die Verlegung der Kunststoffdichtungsbahnen ist nach den Vorgaben des Herstellers vorzunehmen.

(5) Die Standsicherheit der Böschung ist unter Berücksichtigung des Reibungsverhaltens des Abdichtungssystems nachzuweisen.

### 6.2 Einbindung der Bauwerksenden

#### 6.2.1 Sohlbereich

Bei Wellstahlbauwerken mit planmäßiger Wasserführung ist an beiden Enden bis in frostfreie Tiefe ein Kolkenschutz zur Unterläufigkeitssicherung vorzusehen.

#### 6.2.2 Böschungsbereich

(1) Als Abschluss im Böschungsbereich ist im Regelfall der Böschungsschrägschnitt in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(2) Sofern die geometrischen Voraussetzungen der Nr. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** eingehalten sind, kann die Einfassung, z. B. aus Naturstein, rein konstruktiv vorgenommen werden. Aus Gründen der Verkehrssicherheit ist eine Einfassung aus Steinen zu verankern.

(3) Für den im Ausnahmefall vorgesehenen vertikalen Bauwerksabschluss ist eine selbsttragende Stirnwand vorzusehen.

### 6.3 Innenausbau

(1) Bei Wellstahlbauwerken mit planmäßiger Wasserführung sind Schäden am Korrosionsschutz durch Geschiebeführung durch geeigneten Innenausbau auszuschließen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass Bauwerk und Innenausbau sich unabhängig voneinander verformen können.

(2) Die Ausführung des Innenausbaus sollte in der Regel erst nach vollständiger Überschüttung vorgenommen werden. Der Zeitpunkt ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

### 6.4 Ausstattung

(1) Zur Notwendigkeit von geeigneten Absturzsicherungen, wie z. B. Rohrgeländern, wird auf RE-ING Teil 2 Abschnitt 3 Nr. 2 verwiesen.

(2) Zur Sicherstellung der Zugänglichkeit, z. B. durch Böschungstreppe, wird auf RE-ING Teil 2 Abschnitt 3 Nr. 3 verwiesen.

## 7 Ausführungs- und Bestandsunterlagen

(1) Ausführungs- und Bestandszeichnungen müssen über den Teil 1 Abschnitt 2 hinaus folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Böden,
- erforderlicher Steifemodul  $E_{s,k}$  und erforderlicher Reibungswinkel  $\varphi_{k'}$ ,
- Bereich, in dem diese einzuhalten sind und
- hierzu erforderliche Proctordichte.

(2) Ausführungszeichnungen müssen zusätzlich eine Einbauvorschrift des Herstellers der Stahlblechelemente beinhalten.

## Anhang A

### Entwurfsgrundlagen

#### A 1 Steifigkeitsverhältnis

Das Steifigkeitsverhältnis muss

$$c = \frac{E \cdot I}{k_{s,k} \cdot r_1^4} \leq 0,05$$

betragen.

Es bedeuten:

$E$  = Elastizitätsmodul des Stahls [MN/m<sup>2</sup>],

$I$  = Trägheitsmoment des gewellten Stahlbleches [m<sup>4</sup>/m],

$r_1$  = Scheitelradius [m],

$k_{s,k}$  = charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B:

$$k_{s,k} = 0,5 \cdot \frac{E_{s,k}}{r_1} \quad [\text{MN/m}^3]$$

mit

$E_{s,k}$  = charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B [MN/m<sup>2</sup>].

#### A 2 Querschnittskenngrößen

##### A 2.1.1 Allgemeines

Alle Maßangaben beziehen sich auf die neutrale Achse (s. Bild 8.5.1).

##### A 2.2 Kreisprofil

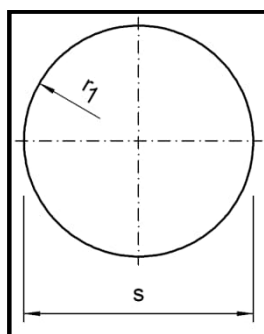


Bild A 8.5.1: Querschnitt Kreisprofil

##### A 2.3 Maulprofil ( $\alpha_1 \leq 180^\circ$ )

Folgende Grenzwerte müssen eingehalten werden:

$$\frac{r_3}{r_1} \leq 3,5 \quad \text{und} \quad \frac{r_2}{r_1} \geq 0,2$$

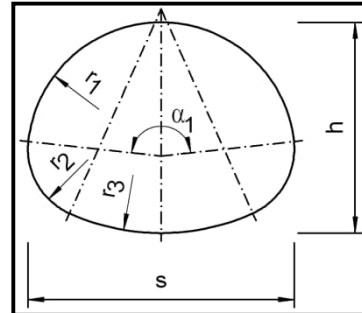


Bild A 8.5.2: Querschnitt Maulprofil

##### A 2.4 Unterführungsprofil ( $\alpha_1 > 180^\circ$ )

Folgende Grenzwerte müssen eingehalten werden:

$$\frac{r_3}{r_1} \leq 3,5 \quad \text{und} \quad \frac{r_2}{r_1} \geq 0,2$$

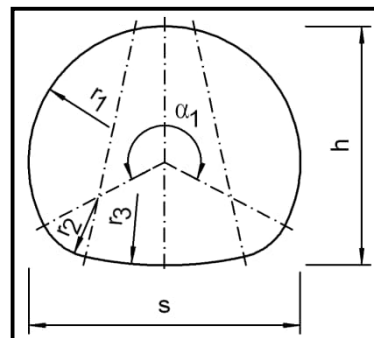


Bild A 8.5.3: Querschnitt Unterführungsprofil

##### A 2.5 Ellipsenprofil

(1) Folgender Verhältniswert muss eingehalten werden:

$$\frac{h-s}{h+s} \leq 0,10$$

(2) Für die statische Berechnung ist als Scheitelradius

$$r_1 = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

einzusetzen.

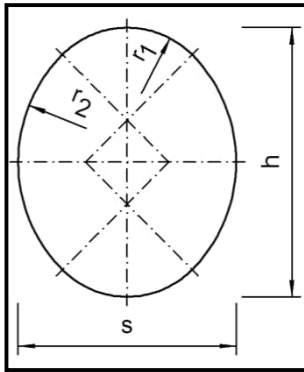


Bild A 8.5.4: Querschnitt Ellipsenprofil

## A 2.6 Bogenprofil ( $\alpha_1 \geq 150^\circ$ )

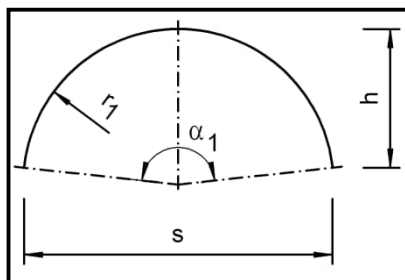


Bild A 8.5.5: Querschnitt Bogenprofil

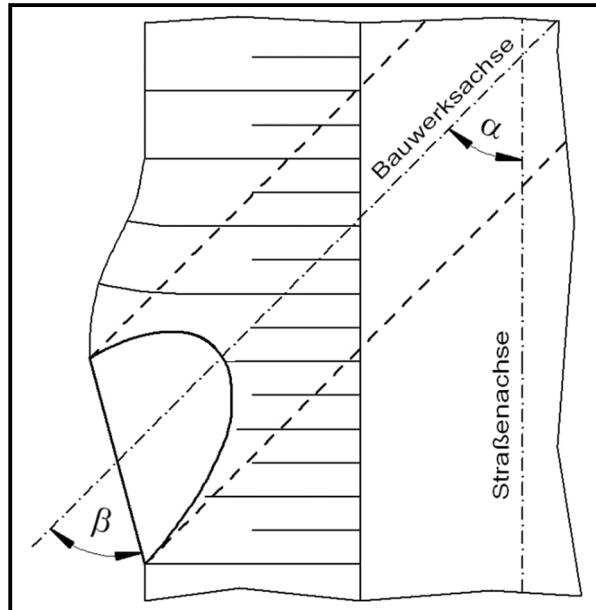


Bild A 8.5.6: Kreuzungswinkel  $\alpha$  und Bauwerksabschlusswinkel  $\beta$

## A 3 Lichtraumabmessungen

Wegen möglicher Verformungen und Ausführungsungenauigkeiten sind die Lichtraumabmessungen um mindestens  $0,03 \cdot s$  zu vergrößern.

## A 4 Kreuzungs- und Bauwerksabschlusswinkel

- (1) Generell sind rechteckige Kreuzungen mit  $\alpha = \beta = 90^\circ$  zu bevorzugen.
- (2) Für den Regelfall  $\alpha = \beta$  ergibt sich eine ebene Böschungsoberfläche.
- (3) Für  $\alpha \neq \beta$  ist die Böschung zu modellieren (s. Bild A 8.5.6).
- (4) Der Bauwerksabschlusswinkel darf zwischen  $60^\circ \leq \beta \leq 120^\circ$  und der Kreuzungswinkel zwischen  $45^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$  liegen.



## Anhang B

### Bemessung von Wellstahlbauwerken nach K. Klöppel/D. Glock

#### B 1 Allgemeines

(1) Die Bilder des Anhangs B sind Entwicklungen aus den Tafeln der Veröffentlichung des Institutes für Statik und Stahlbau der Technischen Hochschule Darmstadt, Heft 10, 1970, „Theoretische und experimentelle Untersuchungen zu den Traglastproblemen biegeweicher, in die Erde eingebetteter Rohre“ von K. Klöppel und D. Glock.

(2) Die Zuordnung der hier abgebildeten Bilder zur Veröffentlichung von K. Klöppel und D. Glock stellt sich gemäß Tabelle B 8.5.1 dar.

**Tabelle B 8.5.1:** Zuordnung der Bilder im Anhang B zur Veröffentlichung Klöppel/Glock

Anhang B	Klöppel / Glock
Bild B 8.5.4: kritischer Scheiteldruck für das Durchschlagen von Kreis- und Maulprofilen	Tafeln 53, 55, 57 und 59 (S. 291, 293, 295 und 297)
Bild B 8.5.5: Grundbruchwiderstand des Bodens im Scheitelbereich	Tafeln 28 bis 35 (S. 348-355)
Bild B 8.5.6: Biege­widerstand von Kreisprofilen	Tafeln 28 bis 31 (S. 348-351)
Bild B 8.5.7: Biege­widerstand von Maulprofilen	Tafeln 32 bis 35 (S. 352-355)
Bild B 8.5.8: Kritische Normalkraft für Kreis- und Maulprofile	Tafeln 54,56,58 und 60 (S. 292, 294, 296, 298)

#### B 2 Durchschlagen des Bauwerksscheitels

(1) Der kritische Scheiteldruck  $p_{SD,k}$  für das Durchschlagen des Bauwerksscheitels wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$\frac{p_{SD,k}}{k_{s,k} * r_1} = f \left( \frac{EI}{k_{s,k} * r_1^4} \right)$$

mit

$EI$  Biegesteifigkeit des gewellten Stahlbleches (MNm<sup>2</sup>/m),

$k_{s,k}$  charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B gemäß Bild 8.5.5:

$$k_{s,k} = 0,5 \cdot \frac{E_{s,k}}{r_1} \text{ (MN/m}^3\text{)}$$

mit

$E_{s,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B gemäß Bild B 8.5.4 (MN/m<sup>2</sup>),

$r_1$  Scheitelradius (m).

(2) Der kritische Scheiteldruck ist gemäß Bild B 8.5.4 zu ermitteln.

#### B 3 Grundbruch im Scheitelbereich

(1) Der Grundbruchwiderstand  $p_{ogr,k}$  wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$p_{ogr,k} = f (r_1, \varphi_k', h_{\ddot{u}})$$

mit

$r_1$  Scheitelradius (m),

$\varphi_k'$  charakteristischer Wert des effektiven Reibungswinkels im Scheitelbereich (°),

$h_{\ddot{u}}$  Überdeckung (m).

(2) Der Grundbruchwiderstand des Bodens im Scheitelbereich ist gemäß Bild B 8.5.5 zu ermitteln.

(3) Der Biege­widerstand  $\Delta p_{o,k}$  des gewellten Stahlbleches wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$\Delta p_{o,k} = f (r_1, t)$$

mit

$r_1$  Scheitelradius (m),

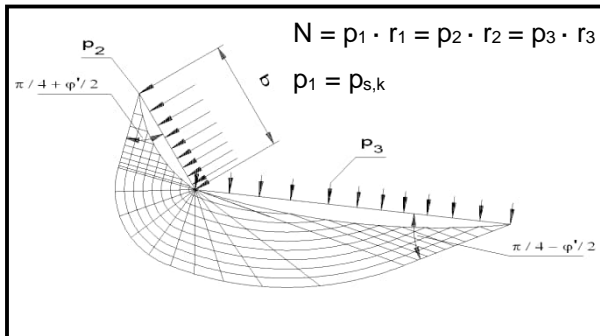
$t$  Blechdicke (mm).

(4) Für Kreisprofile ist der Biege­widerstand gemäß Bild B 8.5.6 zu ermitteln.

Für Maulprofile ist der Biege­widerstand gemäß Bild B 8.5.7 zu ermitteln.

## B 4 Grundbruch im Sohlbereich

### B 4.1 Grundbruch im Ulmenbereich



**Bild B 8.5.1:** Schematische Darstellung von Belastung und Bruchfigur beim Grundbruch im Ulmenbereich

(1) Der Grundbruchwiderstand des Bodens ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$p_{2Gr,k} = c_k' * N_c + p_3 * N_d + \gamma_{B,k} * b * N_b$$

mit

$c_k'$  charakteristischer Wert der effektiven Kohäsion im Ulmenbereich (kN/m<sup>2</sup>),

$p_3$  charakteristische Druckbeanspruchung im Sohlbereich (kN/m<sup>2</sup>) gemäß Bild B 8.5.1,

$\gamma_{B,k}$  charakteristischer Wert der Wichte im Ulmenbereich (kN/m<sup>3</sup>),

$b$  druckbeanspruchter Ulmenbereich:

$$b = 1,15 * r_2$$

mit

$r_2$  Eckradius (m),

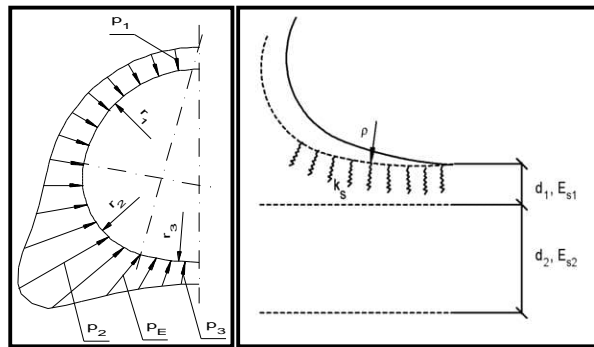
$N_c, N_d, N_b$  Tragfähigkeitsbeiwerte ( - ) gem. Tabelle B 8.5.2.

(2) Bei Verwendung grob- und gemischtkörniger Böden gemäß Nr. 5.3 ist  $c_k' = 0$ .

**Tabelle B 8.5.2:** Tragfähigkeitsbeiwerte in Abhängigkeit des Reibungswinkels des Bodens im Ulmenbereich

Reibungswinkel (°) $\phi_k'$	Tragfähigkeitsbeiwerte (-)		
	$N_c$	$N_d$	$N_b$
30,0	77,19	45,57	10,00
32,5	103,41	66,88	15,00
35,0	141,38	100,02	23,00

### B 4.2 Aufbruch der Sohle



**Bild B 8.5.2:** Schematische Darstellung von Spannungen und Bettung beim Aufbruch der Sohle

Der Bodenwiderstand ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$p_{1C,k} = 0,375 * k_{s,k} * \frac{r_1 * r_2}{r_3}$$

mit

$r_1$  Scheitelradius (m),

$r_2$  Eckradius (m),

$r_3$  Bodenradius (m),

$k_{s,k}$  charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B gemäß Bild B 8.5.4 (MN/m<sup>3</sup>)

$$k_{s,k} = \frac{E_{s1,k}}{2 * r_1} * \frac{1 + \frac{E_{s2,k} * d_2}{E_{s1,k} * d_1}}{1 + \frac{d_2}{d_1}}$$

mit

$E_{s1,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B (s. Bild B 8.5.5 und Bild B 8.5.2) (MN/m<sup>2</sup>),

$d_1$  Schichtdicke des Bettungsbereiches B (s. Bild B 8.5.5 und Bild B 8.5.2) (m),

$E_{s2,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls des wenig tragfähigen Bodens unterhalb des Bettungsbereiches B (s. Bild B 8.5.5 und Bild B 8.5.2) (MN/m<sup>2</sup>),

$d_2$  Schichtdicke des wenig tragfähigen Bodens unterhalb des Bettungsbereiches B (s. Bild B 8.5.5 und Bild B 8.5.2) (m).

## B 5 Bruch der Schraubenverbindung

(1) Die einwirkende kritische Normalkraft  $N_{D,k}$  (kurz vor dem Durchschlagen des Scheitels) wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$\frac{N_{D,k}}{k_{s,k} * r_1^2} = f \left( \frac{EI}{k_{s,k} * r_1^4} \right)$$

mit

$EI$  Biegesteifigkeit des gewellten Stahlblechs (MNm<sup>2</sup>/m),

$k_{s,k}$  charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B

$$k_{s,k} = 0,5 * \frac{E_{s,k}}{r_1} \text{ (MN/m}^3\text{)}$$

mit

$E_{s,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B (s. Bild 8.5.5) (MN/m<sup>2</sup>),

$r_1$  Scheitelradius (m).

(2) Die einwirkende kritische Normalkraft ist gemäß Bild B 8.5.8 zu ermitteln.

## B 6 Bereich der Schrägschnitte

(1) Die Standsicherheit im Bereich der Schrägschnitte ist bei Einhaltung nachfolgender Gleichung gegeben. Es handelt sich hierbei um eine empirisch abgeleitete Gleichung, die nicht einheitenkonform ist. Die aufgeführten Kenngrößen sind ausschließlich in den dargestellten Einheiten zu verwenden.

$$\frac{M_{pl} * L_s + b * F_{pl} * r_1^3}{a * L_s * r_1^3} \geq 2,0$$

mit

$M_{pl}$  plastisches Moment des Querschnittes in Umfangsrichtung (Mpm/m),

$F_{pl}$  beim Plastifizieren in Bauwerkslängsrichtung aufnehmbare maximale Normalkraft des Querschnittes (Mp/m),

$a$  profilabhängiger Parameter (-),

$b$  profilabhängiger Parameter (-),

$r_1$  Scheitelradius (m),

$L_s$  größte Schrägschnitlänge (s. Bild B 8.5.3) (m).

$$L_s = \frac{(h-x) * m}{\sin \beta} + \frac{s}{2} \cdot \tan(|90^\circ - \beta|)$$

mit

$h$  Querschnittshöhe (m),

$s$  Spannweite des Querschnitts (m),

$x$  vertikale Schnittansatzhöhe (m),

$m$  Steigung der Böschung, senkrecht zur Achse der überführten Straße (-),

$\beta$  Bauwerksabschlusswinkel (°).

(2) Bei der Berechnung der Schrägschnitlänge ist ggf. auch ein Gefälle des Wellstahlbauwerks in Achsrichtung zu berücksichtigen.

(3) Die Werte für  $M_{pl}$ ,  $F_{pl}$ ,  $a$  und  $b$  sind den Tabelle B 8.5.3 und Tabelle B 8.5.4 zu entnehmen.

Tabelle B 8.5.3: Profilabhängige Parameter a und b

a	b	Querschnitte	für K = 0,33 $\gamma_{B,k} = 20 \text{ kN/m}^3$
0,0777	0,9	für Bogenprofile	
0,1257	1,53	für Maulprofile	
0,157	1,92	für Unterführungsprofile	
0,195	2,36	für Kreis- und Ellipsenprofile	

Tabelle B 8.5.4: Plastische Schnittgrößen  $M_{pl}$  und  $F_{pl}$  der Wellung 200 x 55 mm, S235

t (mm)	$M_{pl}^*$ (Mpm/m)	$F_{pl}^*$ (Mp/m)
2,00	0,92	0,57
3,00	1,36	1,28
4,00	1,80	2,28
5,00	2,22	3,56
6,00	2,64	5,13
7,00	3,06	6,98
8,00	3,47	9,12

\* Vergrößerung der Werte um den Faktor 1,5 bei S355 möglich

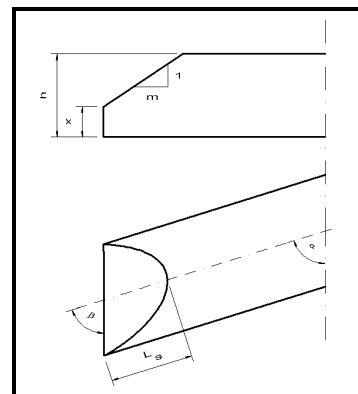


Bild B 8.5.3: Geometrie am Schrägschnitt in Ansicht und Grundriss

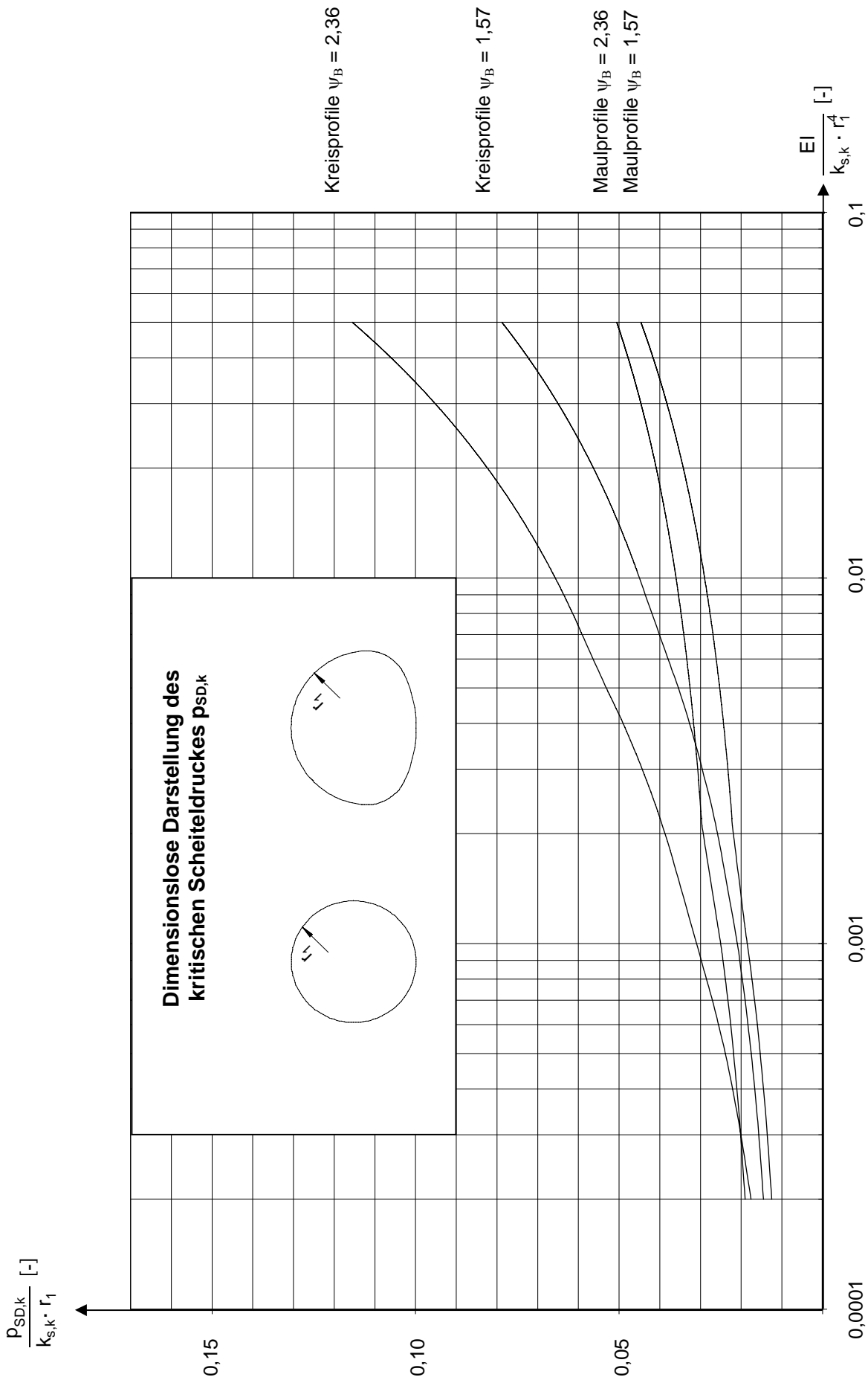


Bild B 8.5.4: Kritischer Scheiteldruck für das Durchschlagen von Kreis- und Maulprofile

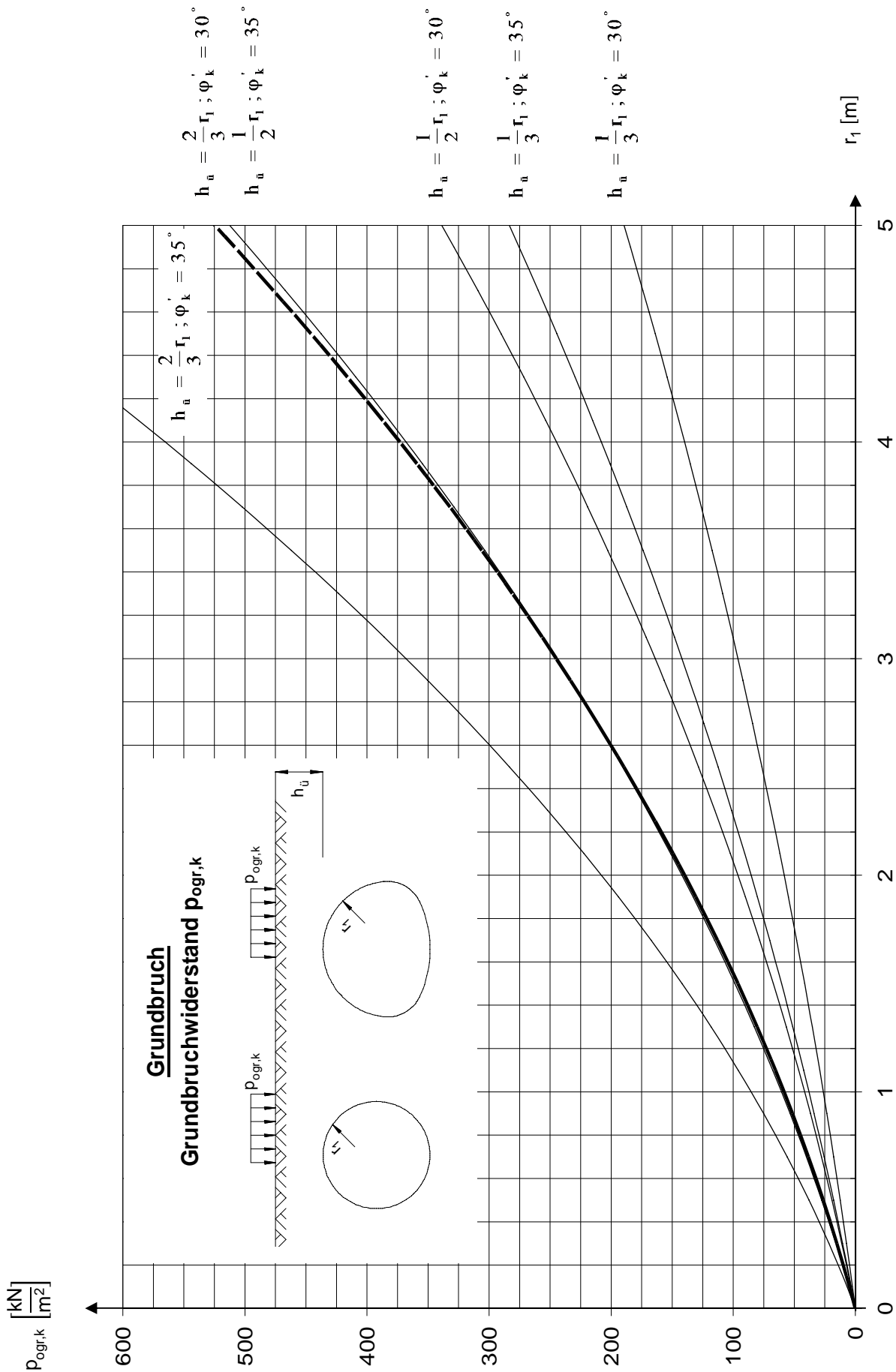


Bild B 8.5.5: Grundbruchwiderstand des Bodens im Scheitelbereich

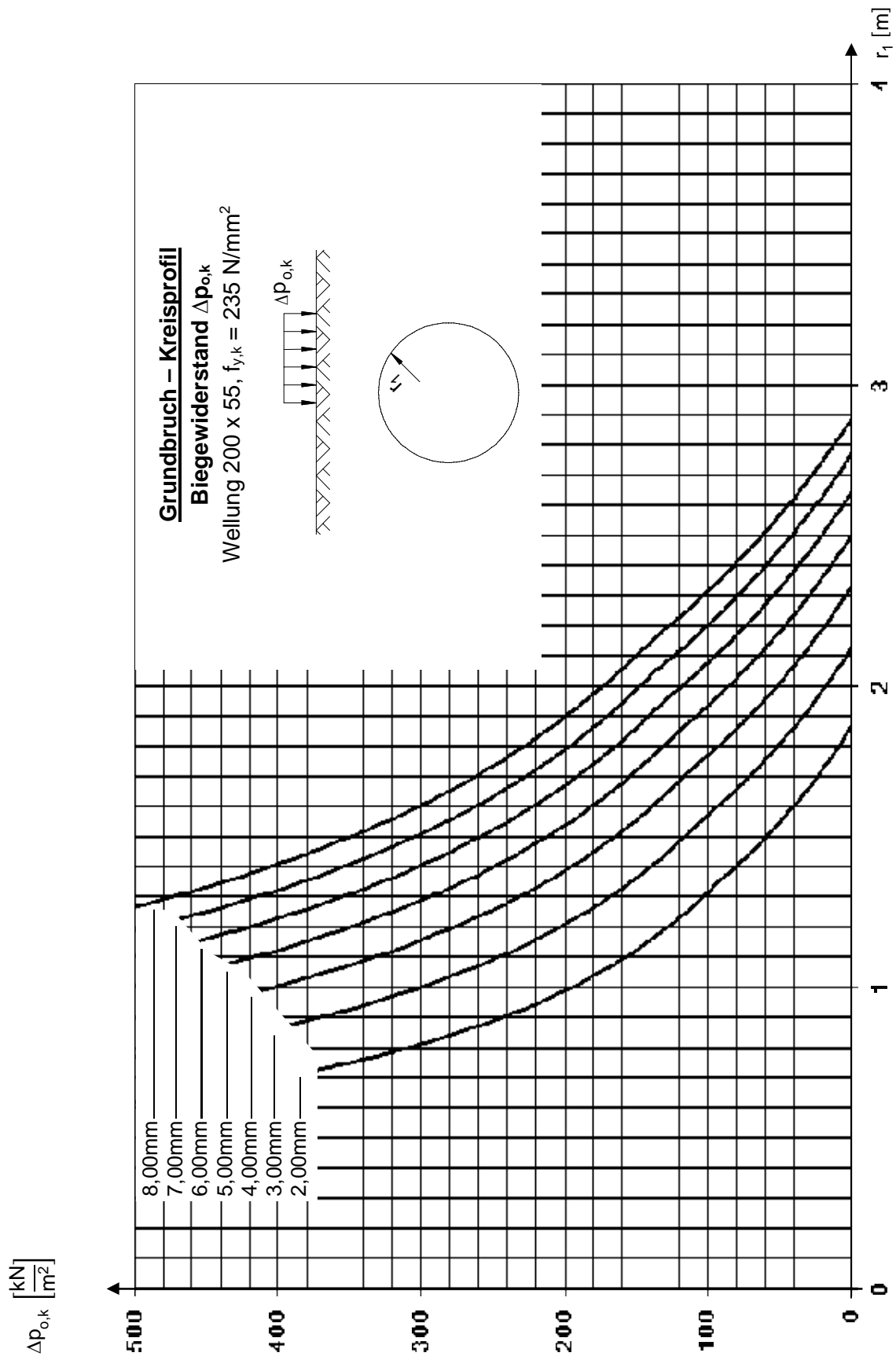


Bild B 8.5.6: Biege widerstand von Kreisprofilen

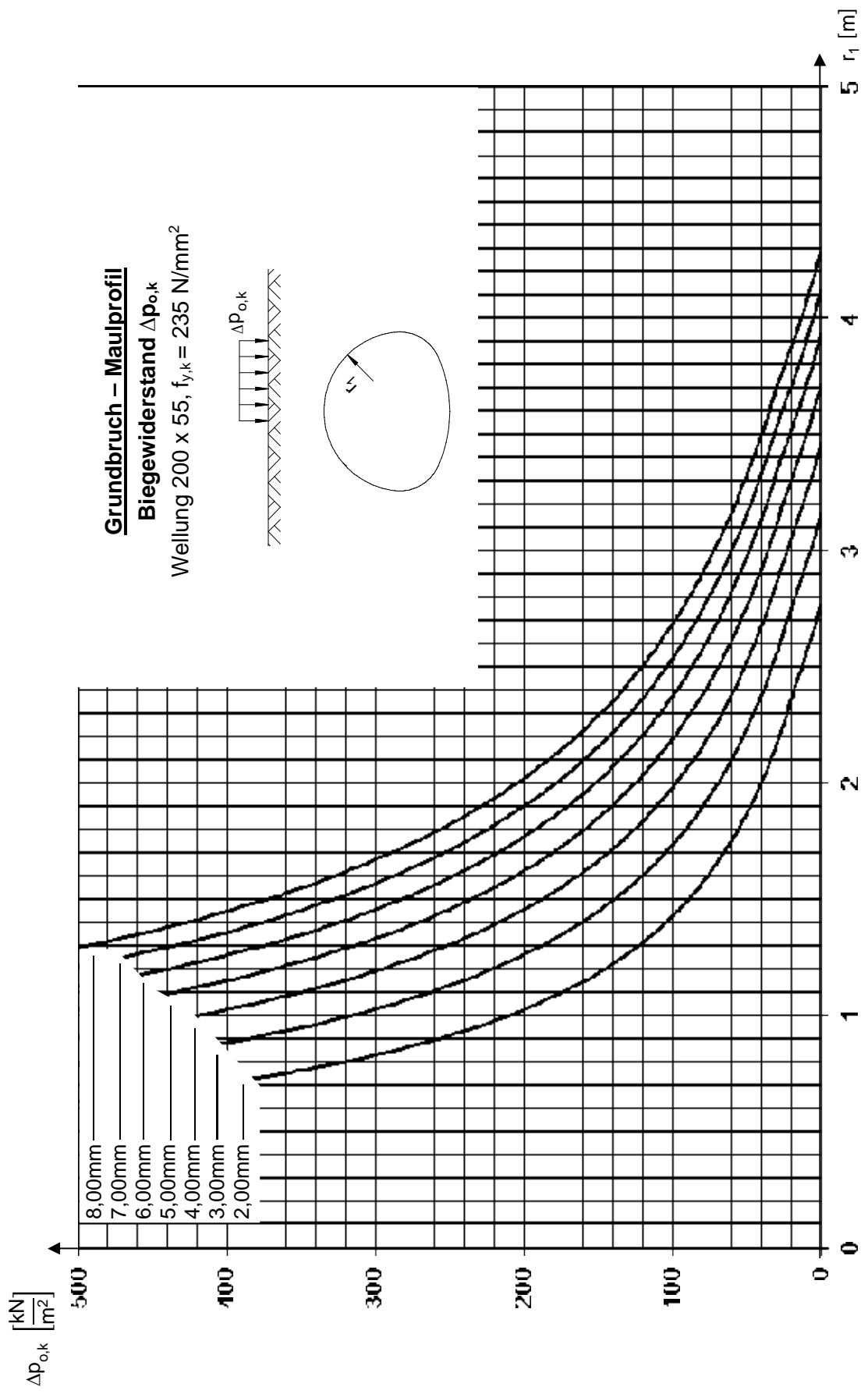
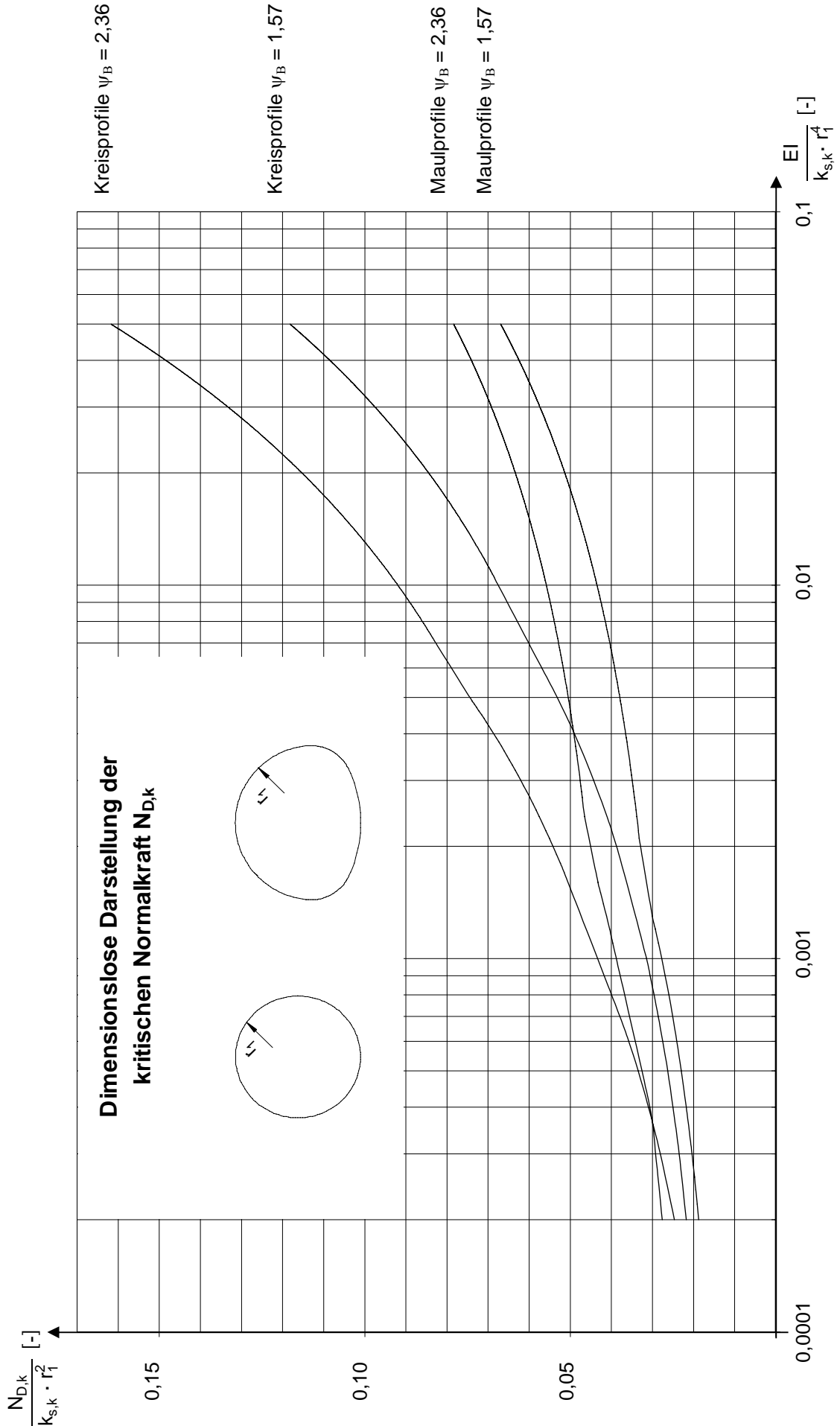


Bild B 8.5.7: Biege widerstand von Maulprofilen



**Bild B 8.5.8:** Kritische Normalkraft für Kreis- und Maulprofile



## Anhang C

### Traglasten der Schraubenverbindungen

#### C 1 Grundlagen

(1) Die Traglasten  $N_{R,k}$  mittig gedrückter Stöße sind durch Versuche einer Konformitätsbewertungsstelle (KBS) zu ermitteln und auszuwerten.

(2) Die Anerkennung bzw. Akkreditierung der KBS hat nach Teil 1 Abschnitt 1, Tabelle A 1.1.1, Zeile 4-1b oder Zeile 4-2b zu erfolgen. Für die genannten Zeilen in der Tabelle A 1.1.1 gilt ebenfalls die dortige Fußnote 4.

#### C 2 Versuche

(1) Zur Ermittlung der Traglasten sind Druckversuche an feuerverzinkten Versuchskörpern durchzuführen, die ansonsten in Art und Ausführung sowohl den Anforderungen der ZTV-ING entsprechen als auch die vom Hersteller angebotenen verschiedenen Variationen der Schraubenverbindungen repräsentieren.

(2) Für jede mögliche Blechdicke sind jeweils mindestens 3 Versuche (Serie) erforderlich. Erforderlichenfalls sind dabei folgende Kenngrößen zu variieren:

- die Stahlsorte (S 235, S 355 MC),
- die Schraubengüte (8.8, 10.9) und
- das Loch- oder Schraubenbild (1-, 1,5- oder 2-fach gemäß Bildern C 8.5.1 bis C 8.5.3).

(3) Für eine 1-fache Schraubenverbindung müssen 5 Schrauben, für eine 1,5-fache 7 Schrauben und eine 2-fache 10 Schrauben unter Berücksichtigung von Nr. 2.3.2 eingebaut sein (gemäß Bildern C 8.5.1 bis C 8.5.3; dargestellt sind jeweils Versuchskörper mit  $L < 1$  m). Die Schrauben sind gemäß Herstellervorgabe anzuziehen (vgl. Nr. 2.3.2 Absatz (8)).

(4) Folgende Kenngrößen der Schraubenverbindung sind zu dokumentieren:

- der Lochdurchmesser,
- die Schraubengröße,
- die Schraubenfestigkeit,
- die Schraubenform und
- das Anziehmoment.

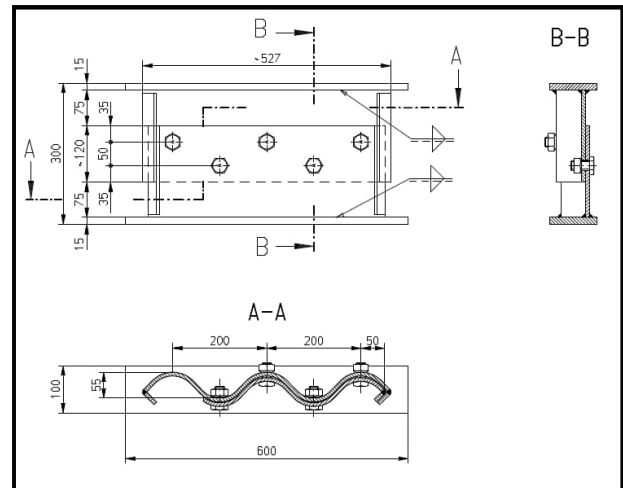


Bild C 8.5.1: Versuchskörper für 10 Schrauben/m (1-fach)

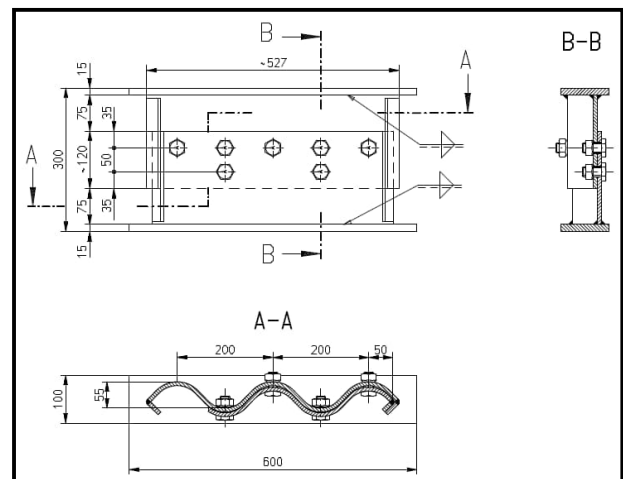


Bild C 8.5.2: Versuchskörper für 15 Schrauben/m (1,5-fach)

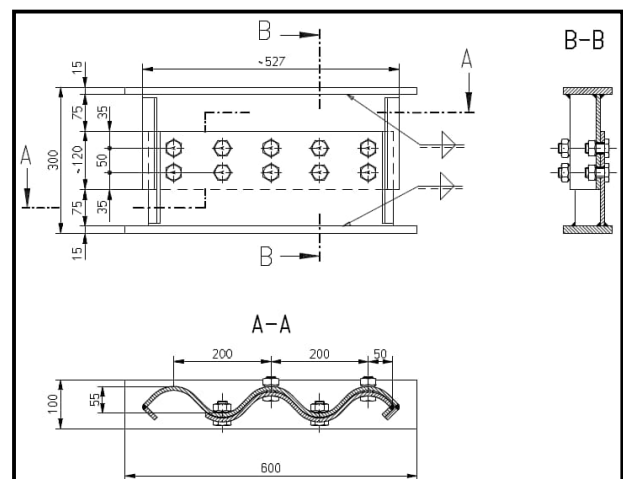


Bild C 8.5.3: Versuchskörper für 20 Schrauben/m (2-fach)

(5) Zur Vermeidung von unerwünschtem Stabilitätsversagen sind an den Rändern der Versuchskörper Randaussteifungen anzuordnen (vgl. Bilder C 8.5.1 bis C 8.5.3). Die Randstife, gleicher Stahlsorte und Blechdicke wie das zu prüfende Wellstahlblech, ist mit einer Breite von 25 mm an beiden Rändern am Wendepunkt der Wellung rechtwinklig

anzuschweißen (vgl. Schnitt A-A in den Bildern C 8.5.1 bis C 8.5.3). Für die Schrauben und das Stahlblech ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 vorzulegen und dem Prüf- bzw. Auswertebereich beizufügen.

(6) Die freie Verschieblichkeit der Wellstahlbleche gegeneinander ist bei gelöster Schraubenverbindung sicherzustellen.

(7) Zur Kräfteinleitung sind jeweils eine Kopf- und eine Fußplatte an die Wellstahlbleche, wie in den Bildern C 8.5.1 bis C 8.5.3 dargestellt, anzuschweißen. Die so hergestellten Prüfkörper sind anschließend in einer Druckprüfmaschine zentrisch bis zum Bruch zu belasten (vgl. Bild C 8.5.4).

(8) Neben den so ermittelten Traglasten sind über die übliche Versuchsdokumentation hinaus für jeden durchgeführten Versuch noch folgende Kennwerte zu ermitteln:

- die beobachtete Versagensform „Lochleibung“ oder „Abscheren“,
- die Ist-Blechdicke durch Messung und
- die charakteristischen Werkstoffkennwerte der Wellstahlbleche durch Zugversuche, insbesondere die Streckgrenze  $R_{eH}$  und die Zugfestigkeit  $R_m$ .

(9) Für die Schrauben ist die Festigkeit durch Härteprüfungen nach DIN EN ISO 898-1 zu belegen.

### C 3 Auswertung

(1) Die Auswertung der Versuche ist nach DIN EN 1990 Anhang D.7 „Statistische Bestimmung einer einzelnen Eigenschaft“ vorzunehmen. Die in Nr. 2.2.5 **Fehler! Es wurde kein Textmarkenname vergeben.** vorgenommene Festlegung des Teilsicherheitsbeiwertes  $\gamma_{M2} = 1,25$  für den Tragsicherheitsnachweis der Schraubenverbindung bedingt

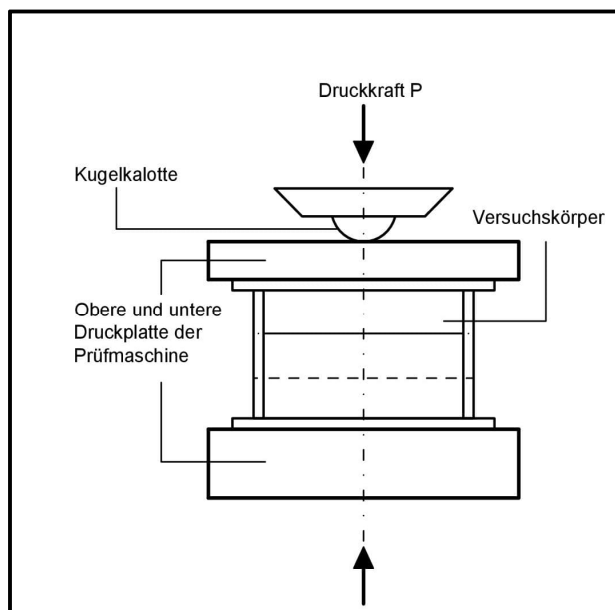


Bild C 8.5.4: Vereinfachter Versuchsaufbau

eine Auswertung nach DIN EN 1990 Anhang D 7.2 „Bestimmung des Bemessungswertes über den charakteristischen Wert“.

(2) Mit der statistischen Auswertung sind mindestens die folgenden Nenn- und Mindestkennwerte der maßgebenden Einflussparameter zu normieren:

Blechdicke:

$$\alpha_t = \frac{t_{\text{Nenn}}}{t_{\text{Ist}}}$$

mit

$\alpha_t$  Normierungsfaktor für die Blechdicke (-),

$t_{\text{Nenn}}$  Nennblechdicke gemäß Liefernorm (mm),

$t_{\text{Ist}}$  gemessene Ist-Blechdicke im Versuch (mm).

Nennfestigkeit des Bleches:

$$\alpha_f = \frac{f_{u,\text{Nenn}}}{f_{u,\text{Ist}}}$$

mit

$\alpha_f$  Normierungsfaktor für die Zugfestigkeit (-),

$f_{u,\text{Nenn}}$  Nennwert der Zugfestigkeit gemäß Liefernorm (N/mm<sup>2</sup>),

$f_{u,\text{Ist}}$  gemessene Zugfestigkeit im Zugversuch (N/mm<sup>2</sup>).

(3) Die charakteristische Tragfähigkeit einer Schraubenverbindung  $R_{S,k}$  ist hierbei als 5 %-Fraktilwert mit 75 %-igem Konfidenzintervall unter Annahme einer Normal- oder log-Normalverteilung definiert:

$$R_{S,k} = m_s - k_n \cdot s_s$$

mit

$R_{S,k}$  charakteristischer Wert der Schraubentragfähigkeit (kN),

$m_s$  normierter Mittelwert der gemessenen Schraubentragfähigkeit

$$m_s = m_k \cdot \alpha_t \cdot \alpha_f \cdot \dots \cdot \alpha_i,$$

$m_k$  Mittelwert der gemessenen Schraubentragfähigkeit,

$k_n$  Fraktilenwert zur Bestimmung des charakteristischen Wertes (5 %-Fraktile) nach DIN EN 1990 Anhang D, Tabelle D.1 (-),

$s_s$  Standardabweichung der Schraubentragfähigkeit (-),

$n$  Anzahl der Versuche,  $n \geq 3$ .

**Tabelle C 8.5.1:** Fraktilewert  $k_n$  nach DIN EN 1990 Anhang D, Variationskoeffizient bekannt, Normalverteilung (Auszug)

n	3	4	5	6	8	10	20
$k_n$	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68

(4) Bei der Anwendung der Vorgaben dieses Anhanges sind für die Auswertung folgende Regelungen zu beachten:

- Bei der Bestimmung von  $k_n$  gemäß Tabelle C 8.5.1 kann der Variationskoeffizient  $V_x$  als bekannt vorausgesetzt werden,
- $\min V_x \geq 5 \%$  und
- die obere Tragfähigkeit der Schraubenverbindung wird durch das rechnerische Abscheren der Schrauben gemäß DIN EN 1993-1-8 begrenzt:

$$F_{v,Rk} = \alpha_v * f_{ub} * A$$

mit

$F_{v,Rk}$  rechnerische charakteristische Beanspruchbarkeit der Schraube auf Abscheren (kN),

$\alpha_v$  Abscherbeiwert ( - )

$\alpha_v = 0,6$  für die Festigkeitsklasse 8.8,

$\alpha_v = 0,5$  für die Festigkeitsklasse 10.9,

jeweils mit Gewinde in der Scherfuge,

$f_{ub}$  Zugfestigkeit der Schraube (N/mm<sup>2</sup>)

$f_{ub} = 800$  N/mm<sup>2</sup> für die Festigkeitsklasse 8.8,

$f_{ub} = 1000$  N/mm<sup>2</sup> für die Festigkeitsklasse 10.9,

A Spannungsquerschnittsfläche der Schraube (cm<sup>2</sup>),

wenn das Gewinde in der Scherfuge liegt:  
A = 2,45 cm<sup>2</sup> für M20.

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 8 Weitere Bauwerke**

### **Abschnitt 6 Bewegliche Brücken**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

---

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>4</b>	
1.1 Grundsätzliches.....	4	
1.2 Begriffsbestimmungen .....	4	
<b>2 Brückentypen .....</b>	<b>5</b>	
2.1 Klappbrücke .....	5	
2.1.1 Klappbrücke ohne Gegengewicht .....	5	
2.1.2 Klappbrücke mit tiefliegendem Gegengewicht .....	5	
2.1.3 Waagebalkenklappbrücke.....	5	
2.1.4 Roll-Klappbrücke .....	5	
2.1.5 Ausführungsarten von Überbauten .....	5	
2.2 Drehbrücke.....	6	
2.3 Hubbrücke.....	6	
<b>3 Baugrundsätze .....</b>	<b>8</b>	
<b>4 Betriebsanforderungen .....</b>	<b>8</b>	
4.1 Bewegungsvorgang.....	8	
4.2 Witterungsbedingungen .....	9	
4.3 Betriebsarten.....	9	
4.4 Bedienung der Brücke .....	9	
4.5 Brückenwärter .....	9	
4.6 Bedienstände und Betriebsräume .....	9	
4.7 Zugänglichkeit .....	9	
4.8 Redundanz.....	9	
<b>5 Technische Unterlagen .....</b>	<b>10</b>	
5.1 Allgemeines.....	10	
5.2 Beweglicher Überbau .....	10	
5.3 Maschinenbau .....	10	
5.4 Antrieb.....	10	
5.5 Elektrotechnik und Steuerung .....	11	
5.6 Verkehrssicherungsanlagen.....	11	
5.7 Brückenbeleuchtung.....	11	
5.8 Technische Gebäudeausrüstung .....	11	
5.9 Bestandsunterlagen.....	11	
<b>6 Werkstoffe und Bauteile.....</b>	<b>12</b>	
6.1 Allgemeines.....	12	
6.2 Stahlkonstruktionen .....	13	
6.3 Maschinenkonstruktionen .....	13	
6.4 Elektrische Ausrüstung .....	13	
6.4.1 Elektrische Betriebsmittel.....	13	
6.4.2 Kabel- und Leitungsführung .....	13	
6.5 Beschichtungen .....	13	
6.6 Vergussmörtel .....	13	
<b>7 Betriebsstoffe.....</b>	<b>13</b>	
7.1 Hydrauliköl für Antriebe.....	13	
7.2 Schmierstoffe für Lager und mechanische Antriebe .....	13	
<b>8 Nachweise für die Tragkonstruktion... 13</b>		
8.1 Allgemeines .....	13	
8.2 Ständige Einwirkungen .....	14	
8.3 Veränderliche Einwirkungen in der Verkehrs- und Endlage .....	14	
8.4 Einwirkungen im Bewegungszustand ....	14	
8.4.1 Ständige Einwirkungen im Bewegungszustand.....	14	
8.4.2 Veränderliche Einwirkungen im Bewegungszustand.....	15	
8.4.3 Außergewöhnliche Einwirkungen .....	16	
8.4.4 Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände .....	16	
8.4.5 Nachweis der Tragfähigkeit.....	16	
8.4.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit.....	16	
<b>9 Nachweise für die Maschinenkonstruktion .....</b>	<b>16</b>	
9.1 Einwirkungen .....	16	
9.2 Antriebsleistung .....	18	
9.3 Betriebsdrücke ölhydraulischer Antriebe.....	18	
9.4 Nachweis der Tragfähigkeit.....	18	
9.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit.....	18	
<b>10 Berechnung und Konstruktion.....</b>	<b>18</b>	
10.1 Beweglicher Überbau.....	18	
10.1.1 Fahrbahnübergänge .....	18	
10.1.2 Gewichtsausgleich .....	18	
10.1.3 Tariergewichte .....	18	
10.2 Maschinenbau .....	19	
10.2.1 Rauheiten .....	19	
10.2.2 Gelenklager .....	19	
10.2.3 Puffer.....	19	
10.2.4 Verriegelungen .....	19	

	Seite
10.3	Antriebstechnik..... 19
10.3.1	Antriebsmotoren ..... 19
10.3.2	Seiltriebe, Seilrollen und Seiltrommeln... 20
10.4	Elektrotechnik und Steuerung..... 20
<b>11</b>	<b>Prüfung der technischen Unterlagen.. 20</b>
11.1	Allgemeines..... 20
11.2	Bautechnische Prüfung des beweglichen Überbaus ..... 20
11.3	Prüfung der technischen Ausrüstung ..... 20
11.4	Prüfung der Risikobeurteilung..... 20
<b>12</b>	<b>Baudurchführung ..... 21</b>
12.1	Bauleitung ..... 21
12.2	Messungen..... 21
12.3	Montage ..... 21
12.4	Bauvertrag..... 21
12.5	Inbetriebsetzung..... 21
12.6	Probetrieb..... 21
12.7	Funktionsprüfung..... 21
12.8	Erste Hauptprüfung ..... 22
12.9	Abnahmen..... 22
<b>13</b>	<b>Betriebshandbuch, Wartung, Einweisung, Prüfung ..... 22</b>
<b>14</b>	<b>Mängelansprüche ..... 22</b>
<b>Anhang A</b>	<b>Windstärkenskala nach Beaufort ..... 23</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Hinweise zur Antriebstechnik, Elektrotechnik und Steuerung ..... 24</b>
<b>Anhang C</b>	<b>Hinweise zu Verkehrssicherungs- anlagen, Beleuchtung und Bedienung..... 29</b>
<b>Anhang D</b>	<b>Ersatzteile ..... 31</b>

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 6 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) *An der Planung und Ausführung beweglicher Brücken sind außer den Ingenieuren des Bauingenieurwesens auch die des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und ggf. der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) zu beteiligen.*

(3) *Es ist ein Brandschutzkonzept aufzustellen.*

(4) *Bereits in der Planungsphase ist eine Risikobeurteilung nach der „Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (EG-Maschinenrichtlinie)“ (MRL) zu erstellen.*

(5) In der Ausführungsphase ist die Risikobeurteilung durch den Auftragnehmer fortzuschreiben. Dazu sind u.a. die folgenden Unterlagen vorzulegen:

- Gefahrenanalyse,
- fortgeschriebene Risikobeurteilung,
- Technische Dokumentation,
- Bedienungsanleitung.

(6) Das CE-Zeichen für die Brückenanlage ist durch den Hersteller zu vergeben. Der Hersteller im Sinne der Maschinenrichtlinie ist der Auftragnehmer.

(7) *Anderslautende Zuständigkeiten sind im Bauvertrag anzugeben.*

(8) *Die beweglichen Teile der Brücke, die Antriebselemente und die Steuerungstechnik sind im Sinne der Maschinenrichtlinie unter dem Begriff Maschine zu subsumieren.*

(9) *Für die Leistungen*

- *Schulung des Bedienpersonals,*
- *Schulung des Wartungspersonals und*
- *Ersatzteillisten*

*sind gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(10) *Für Bedienstände und Betriebsgebäude sowie die technische Gebäudeausrüstung sind die jeweiligen Vorschriften zu beachten, z.B. Arbeitsstättenverordnung, Brandschutzverordnung, Energieeinsparverordnung usw. Die Ver- und Entsorgung, die Zuwegung sowie die Rettungswege usw. müssen gegeben sein.*

(11) Die Regelungen für Ingenieurbauten sind grundsätzlich auch auf den beweglichen Überbau anzuwenden.

(12) Für die Verkehrs- und Endlage einer beweglichen Brücke gelten ergänzend die DIN EN 1990, DIN EN 1991, DIN EN 1992-2 und DIN EN 1993-2.

(13) Die Regelungen zum Maschinenbau sind auch auf Lagerungen und Verriegelungen der beweglichen Brücke oder von Brückenteilen anzuwenden. Die Beanspruchungen der Verankerungen der maschinellen Ausrüstung sind als Bestandteile des Maschinenbaus vorzugeben. Die Nachweisführung der Verankerungen erfolgt im Rahmen der bautechnischen Nachweise.

(14) Die Regelungen zur Antriebstechnik sind auf mechanische und hydraulische Komponenten anzuwenden, welche zum Betrieb des beweglichen Überbaus erforderlich sind.

(15) Die Regelungen zur Elektrotechnik und Steuerung, Verkehrssicherungsanlagen und Brückenbeleuchtung sind auf die Komponenten anzuwenden, welche zum Betrieb des beweglichen Überbaus erforderlich sind.

(16) Die Regelungen zur TGA sind für die Bedienstände und Betriebsräume anzuwenden.

*(17) Die Mindestanforderungen für die Wartungsanweisung sind in der Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Automatikbetrieb

Die Steuerung des Betriebs erfolgt über SPS in einem automatischen Ablauf unter Einhaltung der Sicherheitsketten.

### (2) Bedienungsanleitung

Sie beschreibt den korrekten Umgang mit der Anlage und ist durch den Auftragnehmer in Kurz- und Langform zu erstellen.

### (3) Bedienungsanweisung

Sie regelt die Anwendung der Bedienungsanleitung und ist durch den Betreiber zu erstellen.

### (4) Betriebshalt

Kontrollierte Beendigung der Bewegung.

### (5) Bewegliche Brücke

Kreuzungsbauwerk zur Überführung eines Verkehrsweges (Straße, Weg, Eisenbahnstrecke) mit einem beweglichen Überbau, durch den der Verkehr auf der Wasserstraße freigegeben oder gesperrt wird.

### (6) Beweglicher Überbau

Umfasst sind alle beweglichen Teile der Brücke.

### (7) Endlage

Die Brücke ist vollständig geöffnet, d.h. für die Wasserstraße freigegeben.

**(8) Feste Bauteile**

Umfasst sind alle festen Teile der Brücke, wie z.B. Gründungskörper, Widerlager, Brückenpfeiler (Unterbau) und feste Überbauten. Dazu gehören auch Gebäude für Bedienstände und Betriebsräume.

**(9) Halbautomatikbetrieb**

Die Steuerung des Betriebs erfolgt in Einzelschritten, die Sicherheitsketten sind einzuhalten.

**(10) Handbetrieb**

Der Betrieb erfolgt mittels mechanischer, elektrischer oder hydraulischer Einrichtungen über Sichtkontrolle (Handpumpe, Notablassen, Handkurbel, Schalter).

**(11) Lager**

Sie bestehen aus dem Lagerkörper, den unmittelbar am Lagerkörper befindlichen Stahlteilen, abdichten und abdeckenden Bauteilen sowie allen für die Wartung und Inspektion erforderlichen Bauteilen wie z.B. Schmierleitungen und Abdrückschrauben.

**(12) Notbedienung**

Um die kurzfristige Verfügbarkeit der Anlage bei Ausfall des Steuerungssystems zu gewährleisten, ist eine Notbedienung vorzusehen.

**(13) Not-Halt**

Kontrollierte Beendigung der Bewegung durch Betätigung des Not-Halt-Tasters.

**(14) Not-Aus**

Unkontrollierte Beendigung der Bewegung durch Unterbrechung der Stromversorgung, siehe auch 8.4.3 (5).

**(15) Maschinenbau**

Umfasst sind alle Bauteile, die zur Lagerung, Bewegung und Sicherung der Brücke erforderlich sind.

**(16) SPS-Programm**

Das Programm über Steuerungsabläufe in der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) umfasst Automatikbetrieb, Halbautomatikbetrieb und Wartungsbetrieb.

**(17) Technische Ausrüstung**

Die Gesamtheit aller am Bewegungsvorgang beteiligten technischen Komponenten. Diese bestehen aus Komponenten des Maschinenbaus, der Antriebstechnik sowie der Elektrotechnik und der Steuerung. Dazu gehören auch Verkehrssicherungsanlagen und die Brückenbeleuchtung.

**(18) Verkehrslage**

Die Brücke ist geschlossen, d.h. für den überführten Verkehr freigegeben.

**(19) Wartungsanweisung**

Anweisung, in der die regelmäßig wiederkehrenden Handlungen zur Pflege und Kontrolle der beweglichen Brücke insbesondere auch zum Ersatz der Verschleißteile erläutert sind.

**(20) Wartungsbetrieb / Reparaturbetrieb**

Die Steuerung des Betriebs erfolgt in Einzelschritten gemäß dem Ablaufdiagramm für den Halbautomatikbetrieb. Die Einzelschritte sind unter Beachtung der Vorgaben gemäß Bedienungsanleitung nach Quittierung überbrückbar.

**2 Brückentypen**

**2.1 Klappbrücke**

*Der bewegliche Überbau wird zur Freigabe der Wasserstraße um eine horizontale Achse gedreht.*

**2.1.1 Klappbrücke ohne Gegengewicht**

*Es ist kein Gegengewicht zur Reduzierung der Antriebskräfte vorhanden.*

**2.1.2 Klappbrücke mit tiefliegendem Gegengewicht**

*Das Gegengewicht ermöglicht geringere Antriebskräfte (siehe Bild 8.6.1).*

**2.1.3 Waagebalkenklappbrücke**

*Die Antriebskräfte werden durch das am Waagebalken befindliche Gegengewicht reduziert. Der Waagebalken ist mit der Brückenklappe über Zugstangen verbunden (siehe Bild 8.6.2).*

**2.1.4 Roll-Klappbrücke**

*Zur Öffnung wird die Brückenkonstruktion auf einer Rollbahn bewegt (siehe Bild 8.6.3).*

**2.1.5 Ausführungsarten von Überbauten**

*Folgende Ausführungsarten sind zu unterscheiden:*

- *einteilig (Es befinden sich alle Fahrbahnen auf einem beweglichen Überbau.),*
- *zweiteilig (Für jede Fahrbahn ist ein beweglicher Überbau vorhanden.),*
- *einflügelig (Der bewegliche Überbau besteht aus einem Flügel.) und*
- *zweiflügelig (Der bewegliche Überbau besteht aus zwei Flügeln, die in der Verkehrslage in der Regel in der Mitte verbunden sind. Die Verbindung kann zur Übertragung von Querkräften und Momenten oder nur zur Übertragung von Querkräften ausgebildet werden.).*



## 2.2 Drehbrücke

(1) Der bewegliche Überbau wird zur Freigabe der Wasserstraße um eine vertikale Achse gedreht (siehe Bild 8.6.4).

(2) Folgende Ausführungsarten sind zu unterscheiden:

- symmetrisch (Es werden eine oder zwei Durchfahrtsöffnungen freigegeben.) und
- asymmetrisch (Es wird eine Durchfahrtsöffnung freigegeben.).

## 2.3 Hubbrücke

Der bewegliche Überbau wird zur Freigabe des Schiffsverkehrs an Hubtürmen vertikal angehoben (siehe Bild 8.6.5)

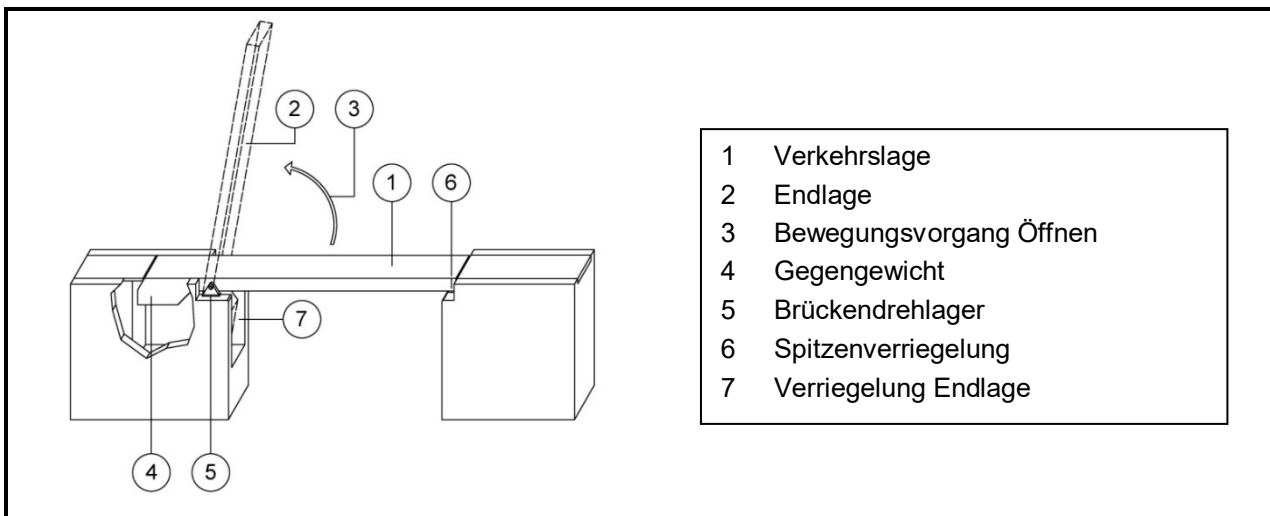


Bild 8.6.1: Klappbrücke mit tief liegendem Gegengewicht

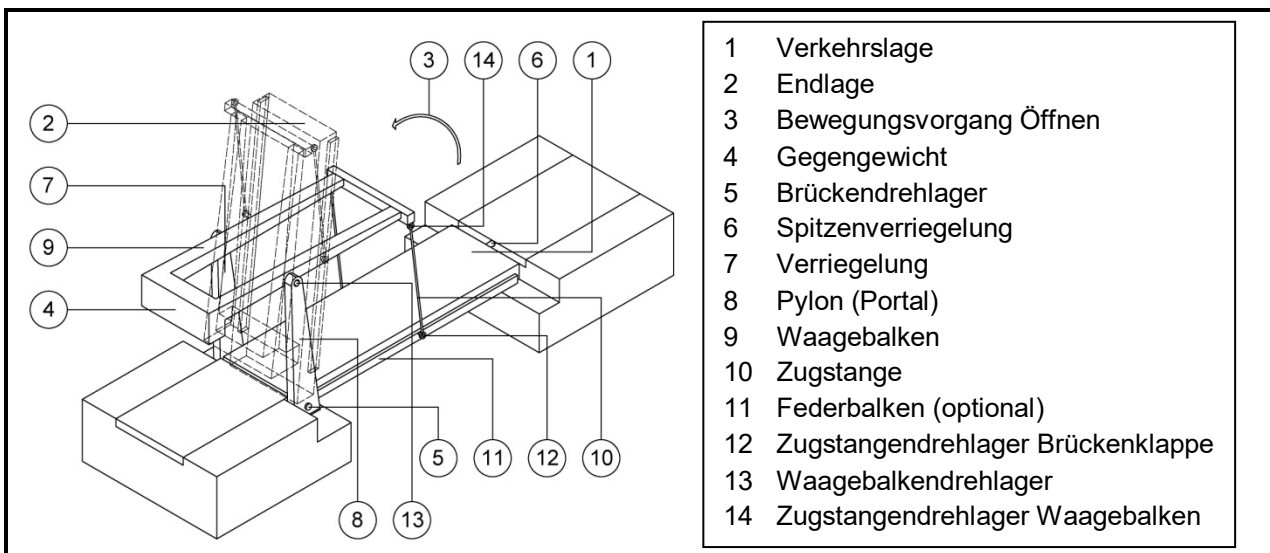


Bild 8.6.2: Waagebalkenklappbrücke

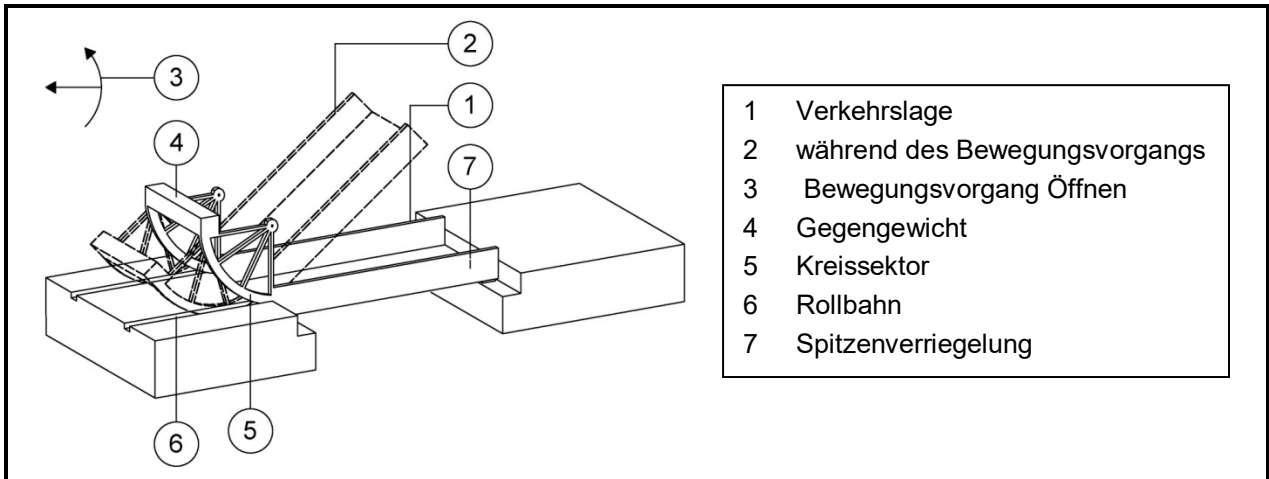


Bild 8.6.3: Roll-Klappbrücke (Scherzerbrücke)

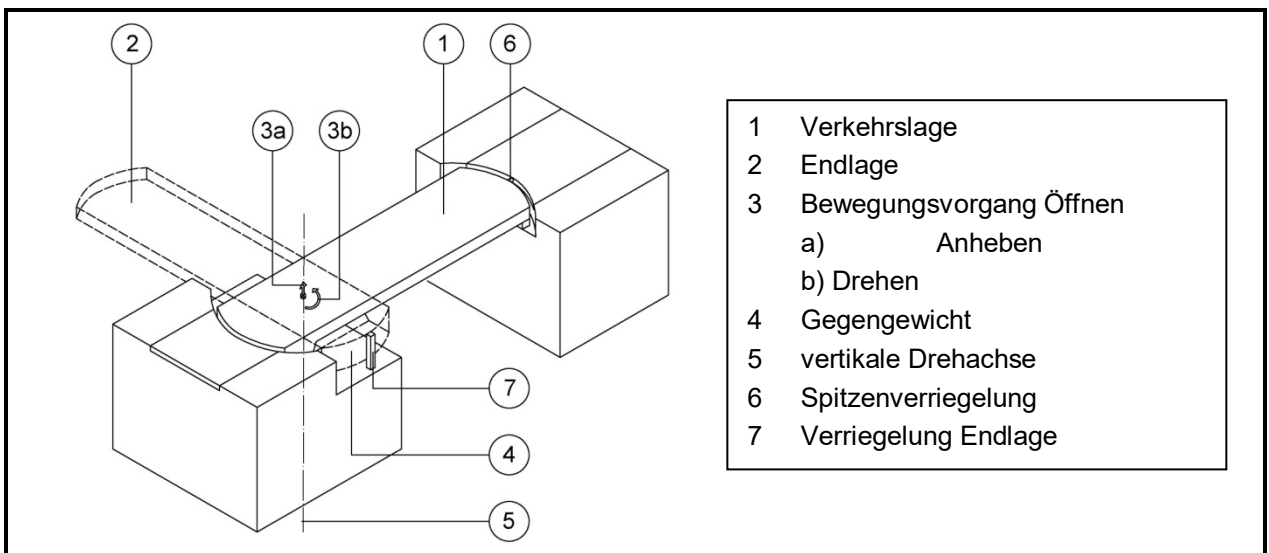


Bild 8.6.4: Drehbrücke (asymmetrisch)

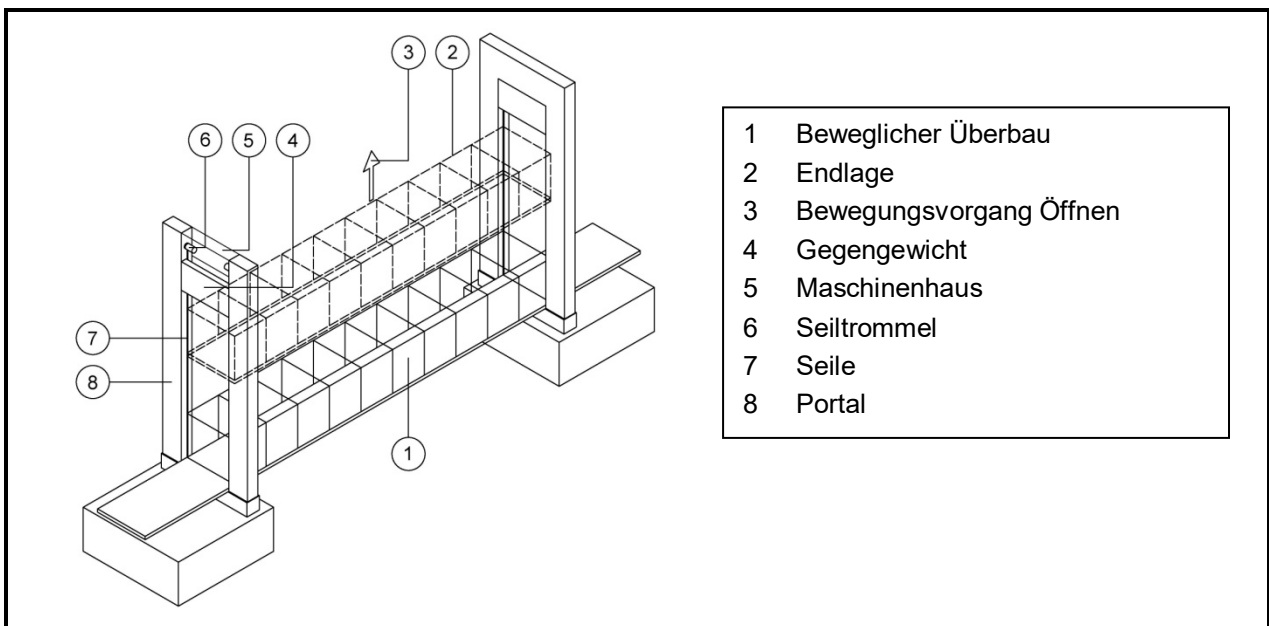


Bild 8.6.5: Hubbrücke

### 3 Baugrundsätze

(1) Bei der Wahl des Brückentyps müssen das Lichtraumprofil und die zu erwartenden Baugrundbewegungen berücksichtigt werden.

(2) Das Lichtraumprofil der geöffneten Brücke ergibt sich grundsätzlich aus dem für die Wasserstraße erforderlichen Lichtraumprofil. Liegt dieses nicht vor, ergibt es sich aus den Anforderungen der Schifffahrt. Bei dieser Ermittlung sind ferner:

- Krängungs- und Trimmwinkel (Abweichung von der Lotrechten) der Schiffe von jeweils 5°,
- die größte seitliche Verschiebung der Leiteinrichtungen, die sich aus der Bemessung aus Schiffsanprall ergibt,
- die elastischen Verschiebungen der Brückenkonstruktion aus Eigengewicht und Wind im Betrieb,
- ein Sicherheitsabstand von 30 cm sowie
- der Gefährdungsraum der Wasserstraße zu berücksichtigen.

(3) Bei Bedienung der Brücke aus einem bauwerksnahen Bedienstand ist dieser so anzuordnen, dass alle Bewegungsvorgänge vom Brückenwärter möglichst direkt beobachtet werden können.

(4) Um der Forderung nach möglichst geringen zu bewegendenden Massen gerecht zu werden, ist der bewegliche Teil der Brücke in der Regel als Stahlkonstruktion auszuführen.

(5) Bei Ausführung von Fahrbahntafeln mit Dünnelbelag muss die Deckblechdicke mindestens 16 mm betragen.

(6) Antriebsart und Verriegelungen sind auch unter Beachtung der zu erwartenden Relativverschiebungen der Bauwerksteile festzulegen. In der Regel ist für die Endlage im Wartungs- bzw. Reparaturbetrieb eine mechanische Verriegelung vorzusehen.

(7) Die Antriebselemente dürfen nicht durch Fahrzeugüberfahrt beansprucht werden.

(8) Alle Lager und Gelenke sind unter Beachtung von Nutzungsdauer, Wartung und Auswechselbarkeit auszubilden. An den Drehlagern sind Nachschmiereinrichtungen vorzusehen. Die Notlauf Eigenschaften dieser Lager sind durch Herstellerangaben zu belegen. Ein Auswechseln der Lager und Gelenke muss möglich sein.

(9) Es ist ein mit dem Auftraggeber abgestimmtes Demontagekonzept für den beweglichen Überbau aufzustellen.

(10) Für die Demontage von Zugstangen sind Anschlagvorrichtungen vorzusehen.

(11) Die Brücke ist in der Verkehrs- und Endlage zu sichern. In der Verkehrslage ist eine Lagesicherung

anzuordnen, wenn die Mindestauflagerkräfte unterschritten werden. In der Endlage ist die Lagesicherung über den Antrieb ausreichend, wenn die Lage überwacht wird.

(12) Die Entwässerung ist so zu gestalten, dass sich auch in den tief gelegenen Räumen kein Wasser sammeln kann.

(13) Die Zugänglichkeit ist entsprechend der „Richtlinie für bauliche Durchbildung und Ausstattung von Brücken zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung“ sicherzustellen.

(14) Es sind die Auswirkungen des Ausfalls einzelner Teile des beweglichen Überbaus und der technischen Ausrüstung nachzuweisen. Teile, deren Ausfall zu unkontrollierbaren Vorgängen führen kann, sind doppelt anzuordnen (siehe auch 4.8).

(15) Zur Brückenbeleuchtung gehören die im Brückenbereich befindliche Straßen- und Wegebeleuchtung, die Dalbenbeleuchtung und die für die Schifffahrt erforderlichen Brückenstrahlungen.

(16) Weitere Beleuchtung bedarf einer gesonderten Regelung. Diese ist in der Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(17) In der Planungsphase ist die Vorrangigkeit der sich kreuzenden Verkehrswege festzulegen.

(18) Alle Kabel, Leitungen und Schläuche in frei zugänglichen Bereichen sind vor Manipulation oder Sabotage zu schützen.

(19) Die Anzahl der täglich zu erwartenden Öffnungen ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(20) Als zulässige Höchstgeschwindigkeit für den Straßenverkehr sind grundsätzlich 50 km/h anzusetzen. Bei höheren Geschwindigkeiten sind Schutzeinrichtungen vorzusehen. Die Regelungen der RPS sind zu berücksichtigen.

## 4 Betriebsanforderungen

### 4.1 Bewegungsvorgang

(1) Die Aktionszeit eines beweglichen Überbaus umfasst die Dauer

- des Öffnungsvorganges,
- der Benutzung der freigegebenen Wasserstraße und
- des Schließvorganges.

(2) Der Öffnungsvorgang beginnt mit der Verkehrssperrung des überführten Verkehrsweges und endet mit der Freigabe der Wasserstraße.

(3) Der Schließvorgang beginnt mit der Sperrung der Wasserstraße und endet mit der Freigabe des überführten Verkehrsweges.

(4) Die Zeit zum Öffnen oder Schließen (ohne Verkehrssperrung und Freigabe) der Brücke sollte im Automatikbetrieb nicht mehr als 90 s betragen. Die Zeit ist in Abhängigkeit der Bauwerksabmessungen, der zu bewegenden Massen, Witterungsbedingungen und sinnvoller Antriebsleistungen festzulegen.

#### 4.2 Witterungsbedingungen

(1) Die für den Betrieb der Wasserstraße gültigen Regelungen gelten auch für die bewegliche Brücke.

(2) Das Öffnen oder Schließen der Brücke sollte nur bis Windstärke 9 (s. Anhang A) erfolgen.

(3) Die Temperaturbereiche der DIN EN 1991-1-5 für die Lastannahmen gelten auch für den beweglichen Überbau.

(4) Die Temperaturbereiche für die Technische Ausrüstung sind DIN 19704 zu entnehmen.

(5) Abweichende Regelungen sind im Bauvertrag zu vereinbaren.

(6) Schnee und Eis auf dem beweglichen Überbau sind für Belastung und Betrieb zu berücksichtigen, sofern keine Sonderregelungen (Räumung, Gitterroste usw.) getroffen werden.

#### 4.3 Betriebsarten

Die Betriebsarten sind zu unterscheiden nach:

— der Anzahl der Antriebe (ein Antrieb, mehrere Antriebe mit Berücksichtigung des Schräg- bzw. Ungleichlaufs),

— der Steuerung des Bewegungsablaufes (Automatik-, Halbautomatik-, Hand- und Wartungsbetrieb).

#### 4.4 Bedienung der Brücke

(1) Für die Bedienung der Brücke und Eingriffe in die Steuerung sind mindestens die Zugriffsebenen:

- Automatikbetrieb / Halbautomatikbetrieb,
- Handbetrieb / Wartung und
- Änderung der Parameter bzw. des Steuerungsprogramms

vorzusehen.

(2) Der gesamte Bedienungsablauf ist in Einzelschritten anzugeben. Zusammenhängend oder einzeln ablaufende Schritte dürfen nur durch Aktivierung und Bestätigung des Einzelschrittes eingeleitet werden.

(3) Die Brückenfernsteuerung bedarf einer gesonderten Regelung.

#### 4.5 Brückenwärter

Die Aufgaben des Brückenwärters sind in der Bedienungsanweisung verbindlich anzugeben. Vom

Brückenwärter darüber hinaus zu erledigende Wartungsarbeiten müssen in der Wartungsanweisung festgelegt werden.

#### 4.6 Bedienstände und Betriebsräume

(1) Der Bewegungsvorgang muss von einem witterungsgeschützt angeordneten Bedienstand aus gesteuert und überwacht werden.

(2) Weitere Anschlussmöglichkeiten für mobile Steuereinheiten, vorzugsweise für Wartungsarbeiten, sollten auf beiden Seiten der Wasserstraße und im Betriebsraum angeordnet werden.

(3) Die visuelle Überwachung der Verkehrswege und der Brückenbewegung ist durch die Lage der Bedienstände und ggf. durch Überwachungseinrichtungen wie Kameras oder Spiegel zu gewährleisten.

(4) Die Betriebsräume enthalten maschinelle und elektrische Einrichtungen und einen Zusatzbedienstand.

(5) Alle Bedienstände und Betriebsräume sind mit Not-Halt-Tastern zu versehen. Bedienstände und Betriebsräume müssen untereinander über Sprechanlagen oder durch geeignete Kommunikationseinrichtungen erreichbar sein.

(6) In den Bedienständen und Betriebsräumen sind bei Neubauten Doppelböden zur Aufnahme von Kabeln und Leitungen vorzusehen, deren Höhe mindestens 30 cm beträgt.

(7) Es ist die Arbeitsstättenverordnung zu beachten.

(8) Bedienstände / Betriebsräume sind vor unbefugtem Bedienen und Betreten zu schützen.

#### 4.7 Zugänglichkeit

(1) Zu allen für den Bewegungsvorgang erforderlichen Bauteilen und Ausrüstungsgegenständen ist die Zugänglichkeit durch Podeste und Laufstege zu ermöglichen.

(2) Die Besichtigungsstege sind mit gesicherten Gitterrosten nach DIN 24537, z.B. Maschenweite ca. 10 x 20 [mm] oder mit gleichwertigen Konstruktionen, z.B. mit gesicherten und rutschhemmenden Blechprofilrosten oder GFK-Gitterroste (Bewertungsgruppe der Rutschgefahr R12) zu versehen.

(3) Alle begehbaren Bereiche müssen mit Beleuchtung ausgestattet sein.

#### 4.8 Redundanz

(1) Bei der Steuerung des Bewegungsvorganges durch Brückenwärter sind Teile, die häufig ausfallen können und deren Austauschzeit für den Betrieb der

Brücke nicht akzeptabel ist, z.B. Endlagensensoren oder Endschalter, doppelt anzuordnen.

(2) Bei einer Fernsteuerung gelten höhere Anforderungen.

## 5 Technische Unterlagen

### 5.1 Allgemeines

(1) Die Technischen Unterlagen müssen alle Details enthalten, die für Herstellung, Montage und Demontage, Betrieb und Instandhaltung der beweglichen Brücke erforderlich sind. Hierzu gehören u.a.:

- Nachweise / Berechnungen,
- Ausführungspläne,
- Stücklisten,
- Bau- und Funktionsbeschreibungen,
- Bedienungsanleitungen in Kurz- und in ausführlicher Form,
- Technische Datenblätter,
- Wartungs- und Inspektionsanleitungen,
- Montageanweisung,
- Demontageanweisung,
- Korrosionsschutzangaben und
- Risikobeurteilung nach MRL.

(2) Der in Teil 1 Abschnitt 2 geforderte Koordinator hat zusätzlich die Erstellung der Technischen Unterlagen für die in den Nrn. 5.1 bis 5.9 genannten Gewerke zu koordinieren.

(3) Der Planlauf und die Genehmigungsschritte werden durch den Auftraggeber festgelegt.

### 5.2 Beweglicher Überbau

Neben den in Nr. 5.1 genannten Unterlagen sind folgende Unterlagen zusätzlich zu liefern u.a.:

- Form- und Lagetoleranzen,
- Anzugsmomente,
- Anordnung und Konstruktion von Komponenten des Maschinenbaus, der Antriebstechnik sowie der Elektrotechnik und Steuerung,
- Montagehilfsmittel und Konstruktionen zum Austausch von Komponenten des Maschinenbaus und der Antriebstechnik,
- Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204,
- Schweißnahtangaben,
- Angaben zur Zugänglichkeit,
- Angaben zu den maßgeblichen Nutzungsbedingungen und

- Angaben zur mechanischen Bearbeitung (Passungen, Rauheiten, Toleranzen).

### 5.3 Maschinenbau

Neben den in Nr. 5.1 genannten Unterlagen sind u.a. folgende Unterlagen zusätzlich zu liefern:

- Form- und Lagetoleranzen,
- Montagehilfsmittel,
- Ersatzteillisten,
- Angaben zur mechanischen Bearbeitung (Passungen, Rauheiten, Toleranzen),
- Anzugsmomente,
- Schweißnahtangaben,
- Protokolle zur Inbetriebsetzung, Probebetrieb und Funktionsprüfung sowie
- Auflistung der Verschleißteile.

### 5.4 Antrieb

(1) Neben den in Nr. 5.1 genannten Unterlagen sind u.a. folgende Unterlagen zusätzlich zu liefern:

- Kraft-Weg-Diagramme,
- Leistungsermittlung,
- Form- und Lagetoleranzen,
- Montagehilfsmittel,
- Ersatzteillisten,
- Angaben zur mechanischen Bearbeitung (Passungen, Rauheiten, Toleranzen),
- Anzugsmomente,
- Schweißnahtangaben,
- Antriebsschema,
- Übersicht Antriebsanordnung,
- Auflistung der Verschleißteile und
- Protokolle zur Inbetriebsetzung, Probebetrieb und Funktionsprüfung.

(2) Für hydraulische Antriebe sind zusätzlich zu liefern:

- Hydraulische Berechnungen,
- Volumenstrom-Weg-Diagramme,
- Hydraulikschaltpläne,
- Verlegepläne der Hydraulikleitungen,
- Tank- und Aggregatzeichnung,
- Zylinder- und Ventilblockzeichnungen und
- detaillierte Funktions- und Ablaufbeschreibung.

## 5.5 Elektrotechnik und Steuerung

(1) Neben den in Nr. 5.1 genannten Unterlagen sind u.a. folgende Unterlagen für die Elektrotechnik zusätzlich zu liefern:

- Aufstellung einer Leistungsbilanz,
- Berechnung der Kabel- u. Leitungsquerschnitte, Netzberechnung
- Installations-, Schalt-, Stromlauf- und Klemmpläne einschließlich Kabelverzeichnissen und Geräterücklisten für Elektroarbeiten,
- Pläne zu Erdung und Potenzialausgleich, Blitzschutzkonzept (innerer und äußerer Blitzschutz)
- Bedienungsanleitung und
- Technische Dokumentation nach DIN EN 60204-1 / VDE 0113 Teil 1.

(2) Für die Steuerung sind mindestens die folgenden technischen Unterlagen zu liefern:

- Funktionsplan (FUP) nach DIN EN 60848,
- Funktionsbeschreibung, Programmablaufplan mit Querverweisen und Liste der einstellbaren Werte,
- Bedienungsanleitung mit Monitorbildern für die Zugriffsebenen,
- Stör- und Fehlerlisten,
- Ablaufprotokolle über Funktionsprüfungen, Probetrieb und technische Abnahmen,
- die den Prozessablauf und die Steuerungsabläufe verarbeitenden Programme,
- Nachweis über die Erfüllung der Forderungen aus der Risikobeurteilung sowie
- Validierung und Verifikation der Steuerungstechnischen Anlage (Hard- und Software gemäß MRL); sie sind bis zum Probetrieb vorzulegen.

(3) Die den Prozessablauf und die Steuerungsabläufe verarbeitenden Programme sind zur Dokumentation zu übergeben.

(4) *Art und Umfang von Simulationen sind gegebenenfalls in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

## 5.6 Verkehrssicherungsanlagen

(1) Unter Verkehrssicherungsanlagen von beweglichen Brücken sind Straßenverkehrszeichen, Schranken, Signalanlagen und Dalbenkennzeichnungen zu verstehen, nicht jedoch Leitwerke. Weiterhin gehören dazu die Windmessanlage und Überwachungseinrichtungen wie Kameras und Spiegel.

(2) *Hinweise zu Verkehrssicherungsanlagen enthält der Anhang C.*

(3) Technische Unterlagen für die Verkehrssicherungsanlagen sind nach den Vorschriften des Auftraggebers und des Baulastträgers der Wasserstraße zu liefern. Dazu gehören neben den in Nr. 5.1 genannten Unterlagen mindestens:

- Berechnungen zur Standsicherheit und Nutzungsdauer mit Datenblättern und Prüfbescheinigungen,
- Dokumentation der durch die Brückensteuerung zu berücksichtigenden Programme und
- Ersatzteillisten.

## 5.7 Brückenbeleuchtung

Die folgenden technischen Unterlagen sind neben den in Nr. 5.1 genannten Unterlagen für die Brückenbeleuchtung zu liefern:

- Beleuchtungsstärkeberechnungen und Leuchtdichtenberechnung,
- Berechnungen zur Standsicherheit, auch für Zustände während des Bewegungsvorgangs und
- Ersatzteillisten.

## 5.8 Technische Gebäudeausrüstung

(1) Unter der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) von beweglichen Brücken sind u.a. die Haustechnik, die Gebäudeautomation, der Brandschutz und Lufttechnische-, Abwasser-, Wasser- und Wärmerversorgungsanlagen zu verstehen.

(2) Technische Unterlagen für die TGA sind nach Nr. 5.1 zu liefern.

## 5.9 Bestandsunterlagen

(1) Neben den überarbeiteten (gleichgestellten) Fertigungsunterlagen mit der tatsächlich ausgeführten Leistung einschl. aller vor Ort vorgenommenen Änderungen sind auch mindestens folgende Dokumente als Bestandsunterlagen zu erstellen:

- Prüfprotokoll der Erstprüfung aller ausgeführten Geräte, Baugruppen, Anlagenteile gem. VDE, DGUV Vorschrift 3,
- Kurzbeschreibung der elektrotechnischen Anlage, Bedienungsanleitungen, Betriebs- und Wartungsanleitungen, Reparaturanleitungen, Funktionsbeschreibungen, Kurzanleitung für die Bedienung jeder Bedienstelle,
- SPS-Programm mit Symbolik auf CD/DVD,
- Datenblätter aller eingesetzten Geräte (sowie Gerätehandbücher und Montageanleitungen, Parameterlisten),
- Inbetriebsetzungsprotokoll,
- Protokoll Probetrieb,

- Abnahmeprotokolle,
- Protokolle der Erdungsmessungen,
- Protokoll der Isolationsmessungen,
- Protokoll der Schleifen-Widerstands-Messungen,
- Qualitätszertifikate, Prüfzeugnisse, Schweißnahtprüfungen,
- Bestätigung der Ausführung gemäß VDE und DGUV Vorschrift 3,
- Ersatzteillisten und
- eine komplette Softwaredokumentation.

(2) Zu den Bestandsunterlagen gehören auch die Datenblätter und die Messprotokolle. Zu den Datenblättern und den Messprotokollen ist jeweils ein Inhaltsverzeichnis zu erstellen. Bei dem Inhaltsverzeichnis der Datenblätter ist neben der Bestellnummer auch der Hersteller mit Adresse und Telefonnummer anzugeben.

## 6 Werkstoffe und Bauteile

### 6.1 Allgemeines

(1) Für das Grundmaterial aller tragenden Stahl-, Maschinen- und Antriebsbauteile sind ausschließlich Werkstoffe mit dem Abnahmeprüfzeugnis 3.2

nach DIN EN 10204 zu verwenden. Für die Verbindungsmittel aller tragenden Stahl-, Maschinen- und Antriebsbauteile sind Werkstoffe mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 oder 3.2 nach DIN EN 10204 zu verwenden.

(2) Für die Toleranzen im Stahlbau gilt die Toleranzklasse 2 nach DIN EN 1090-2.

(3) Toleranzen für den Maschinenbau gelten in Anlehnung an die Toleranzklasse 2 nach DIN 19704-2.

(4) *Veränderte Toleranzen sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

(5) Tragende Stahl-, Maschinen- und Antriebsbauteile sind z.B.:

- Achsen und Wellen,
- Bolzen,
- Lagerböcke,
- Zahnräder,
- Triebstöcke,
- Laufrollen,
- Rohrleitungen,
- Kolbenstangen und -rohre sowie
- Flansch

**Tabelle 8.6.1:** Für nicht rostende Stähle festgelegte charakteristische Wert

Nr.	Kurzname nach DIN EN 10088-1 bis DIN EN 10088-3	Werkstoff Nr.	Erzeugnis-	0,2 %	Zugfestig-	Härte	Elastizi-	Schub-	Tempera-
			dicke	Dehn-	keit				
			t	grenze	f <sub>uk</sub>	E	G	aturdehn-	
	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[HBS]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	zahl		
1	X17CrNi16-2	1.4057	160 <sup>3)</sup>	600 <sup>3)</sup>	800 <sup>3)</sup>	295 <sup>4)</sup>	215 000	83000	10,0
	z.B. für Bolzen								
2	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	75 <sup>1)</sup>	460 <sup>1)</sup>	640 <sup>1)</sup>	270 <sup>2)</sup>	200 000	77 000	13,0
			160 <sup>2)</sup>	450 <sup>2)</sup>	650 <sup>2)</sup>				
3	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	75 <sup>1)</sup>	220 <sup>1)</sup>	520 <sup>1)</sup>	215 <sup>2)</sup>	200 000	77 000	16,5
	z.B. für Rohrleitungen, Kabelpitschen		250 <sup>2)</sup>	200 <sup>2)</sup>	500 <sup>2)</sup>				

<sup>1)</sup>Warmgewalzte Bleche und Bandstähle

<sup>2)</sup> Halbzeug, Stäbe und Profile

<sup>3)</sup> Halbzeug, Stäbe und Profile, vergütet (QT 800)

<sup>4)</sup> Halbzeug, Stäbe und Profile, geblüht

Tabelle 8.6.2: Für nicht rostende Schrauben festgelegte charakteristische Werte

Stahlsorte und Werkstoffnummer nach DIN EN ISO 3506	Festigkeitsklasse	Gewinde	Streckgrenze $f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Zugfestigkeit $f_{ubk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A4 1.4404, 1.4429	50	≤ M39	210	500
	70	≤ M20	450	700
	80	≤ M20	600	800

## 6.2 Stahlkonstruktionen

(1) Für nicht rostende Stähle sind die in den Tabelle 8.6.1 und Tabelle 8.6.2 genannten Werkstoffe oder gleichwertige Werkstoffe zu verwenden.

(2) *Im Bauvertrag ist zu vereinbaren, ob bei luftdicht geschweißten Konstruktionen eine Dichtheitsprüfung durchzuführen ist.*

(3) *Zugangsmöglichkeiten für Bauwerksprüfungen aus besonderem Anlass sind zu regeln.*

## 6.3 Maschinenkonstruktionen

(1) Für die Werkstoffe der Maschinenteile sind die Werkstoffkonstanten und die Kennwerte der Festigkeitseigenschaften aus den Werkstoffnormen für nicht rostende Stähle, z.B. aus Tabelle 1 und 2 der DIN 19704-1 zu entnehmen. Bei nicht genormten Werkstoffen sind diese Angaben durch die Fremdüberwachung zu bescheinigen.

(2) Die Abhängigkeit der Werkstoffeigenschaften von der Bauteildicke sowie der Beeinflussung durch eine Wärmebehandlung oder durch die Umweltemperaturen am Einsatzort sind zu berücksichtigen.

## 6.4 Elektrische Ausrüstung

### 6.4.1 Elektrische Betriebsmittel

Die elektrischen Betriebsmittel müssen den bei beweglichen Brücken vorherrschenden Betriebsbedingungen, z.B. erhöhten mechanischen Beanspruchungen, Witterungs- und Umwelteinflüssen, elektromagnetischen Feldern und Blitz, genügen (DIN VDE 0100-510). Sie sind mit mindestens IP54 zu schützen (DIN EN 60529; VDE 0470-1).

### 6.4.2 Kabel- und Leitungsführung

(1) Die Verlegesysteme müssen den Betriebsbedingungen dauerhaft genügen.

(2) In Innenräumen ist für Bauteile aus Stahl zur Befestigung von Kabeln und Leitungen als Korrosionsschutz mindestens eine Feuerverzinkung vorzusehen.

## 6.5 Beschichtungen

(1) Der Korrosionsschutz ist nach Teil 4 Abschnitt 3 auszuführen.

(2) Für reaktionsharzgebundene Dünnbeläge gilt Teil 6 Abschnitt 5.

## 6.6 Vergussmörtel

Es gilt Teil 6 Abschnitt 11.

## 7 Betriebsstoffe

### 7.1 Hydrauliköl für Antriebe

(1) Das verwendete Hydrauliköl muss mindestens WGK 1 gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) entsprechen.

(2) Die Inhaltsstoffe des Hydrauliköls, die Grenzwertangaben der Fließgeschwindigkeiten und die Temperaturen sind vom Auftragnehmer anzugeben.

(3) Die Verträglichkeit des Hydrauliköls muss für alle kontaktgefährdeten Bauteile und Betriebsmittel gegeben sein.

### 7.2 Schmierstoffe für Lager und mechanische Antriebe

(1) Die verwendeten Schmierstoffe müssen mindestens WGK 1 nach VwVwS entsprechen.

(2) Die Eignung der Schmierstoffe ist vom Auftragnehmer durch Prüfzeugnisse nachzuweisen.

## 8 Nachweise für die Tragkonstruktion

### 8.1 Allgemeines

Soweit hier nicht anders festgelegt, gelten für alle nicht beweglichen und beweglichen Brückenteile in ihren Verkehrs- und verriegelten Endlagen die Festlegungen in DIN EN 1991-1 und DIN EN 1991-2.



## 8.2 Ständige Einwirkungen

(1) Ständige Einwirkungen bestehen aus dem Eigengewicht des Tragwerks und den Ausbaulasten. Zu den Ausbaulasten gehören z.B.

- Treppen, Podeste und Laufstege,
- Fahrbahnbeläge,
- Entwässerungseinrichtungen,
- Schutzeinrichtungen, Beschilderungen, Beleuchtung,
- maschinelle, antriebstechnische und elektrische Ausrüstung einschließlich aller Leitungen und Kabel,
- ständig vorhandene Betriebsmittel (z.B. Hydrauliköl, Kühlmittel, Löschwasser) und
- ständig vorhandene Ballast- und Tariergewichte.

(2) Die Eigenlasten und ihre Schwerpunkte sind aus den Ausführungsplänen und den Stücklisten zu ermitteln und zu dokumentieren.

(3) *Bei Instandsetzungen / Umbauten ist die Ermittlung der Eigenlasten und ihrer Schwerpunkte sowie deren Auswirkungen auf die Lager- und Antriebskräfte fortzuschreiben.*

(4) Bei beweglichen Brücken sind keine zusätzlichen Lasten für den Mehreinbau von Fahrbahnbelag oder zum Ausgleich von Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Eigenlast anzusetzen.

## 8.3 Veränderliche Einwirkungen in der Verkehrs- und Endlage

(1) Betriebliche Ausstattungen (Treppen, Podeste und Laufstege) sind wie eine Gewichtslast wirkend für eine vertikal wirkende Einzellast von 3 kN in ungünstigster Stellung oder eine Flächenlast von 2,5 kN/m<sup>2</sup> auszulegen. Geländer für betriebliche Ausstattungen sind für eine horizontal wirkende Linienlast von mindestens ± 0,5 kN/m in Oberkante Geländer zu bemessen.

(2) *Müssen Podeste vorübergehend größere Lasten aufnehmen, sind sie entsprechend auszulegen.*

(3) In der verriegelten Endlage ist eine Abminderung der Windlasten nach DIN EN 1991-1-4/NA.N.2.3 zulässig.

(4) Für Temperatureinwirkungen gilt DIN EN 1991-1-5.

(5) Für stählerne Brücken sind dementsprechend als Eingangswert für den konstanten Temperaturanteil  $T_{\min} = -27^{\circ}\text{C}$  und  $T_{\max} = +53^{\circ}\text{C}$  anzusetzen.

(6) Für die Ermittlung der Dehnwege von Schienenübergängen bei Eisenbahnbrücken sind die charakteristischen Werte mit einem konstanten

Temperaturanteil von  $-30^{\circ}\text{C}$  und  $+60^{\circ}\text{C}$  gemäß RiL 824 zu berücksichtigen.

(7) Der vertikal linear veränderliche Anteil bei stählernen Brücken ist mit  $\Delta T_{\text{Mheat}} = 18 \text{ K}$  und  $\Delta T_{\text{Mcool}} = 13 \text{ K}$  anzunehmen. Der Beiwert  $k_{\text{sur}}$  für oben wärmer als unten bei einem Dünnbelag von 10 mm beträgt 1,5 und für unten wärmer als oben 0,7 (gilt auch für den Bewegungszustand).

(8) Der horizontale Temperaturunterschied ist in der Regel mit 5 K zwischen den äußeren Rändern der Brücke unabhängig von der Brückenbreite anzusetzen. In Abhängigkeit von der Ausrichtung (Sonneneinstrahlung), der Bauart, z.B. Trog- oder Deckbrücke, ein- oder zweiflügelig und den Betriebsanforderungen ist der Wert auf maximal 20 K zu erhöhen (gilt auch für den Bewegungszustand).

(9) *Der Eisdruck auf die Gründungsbauwerke ist in Abstimmung mit der zuständigen Wasser- und Schifffahrtsverwaltung für die Verkehrslage und verriegelte Endlage anzusetzen. Werden keine Angaben festgelegt, gilt die DIN 19704. In der Leistungsbeschreibung sind die Einwirkungen auf die festen Bauwerke anzugeben.*

## 8.4 Einwirkungen im Bewegungszustand

### 8.4.1 Ständige Einwirkungen im Bewegungszustand

(1) Für den Bewegungszustand und die nicht verriegelte Endlage sind die nachfolgenden zusätzlichen Einwirkungen und Bemessungsregeln zu berücksichtigen:

- Herstellungs- und Montageungenauigkeiten,
- Verschiebungen und Verdrehungen der Gründungsbauwerke,
- Einwirkungen aus Auftrieb, z.B. bei Eintauchen des Gegengewichtes in das zu überbrückende Gewässer und
- auf das Tragwerk wirkende Einwirkungen aus Antrieben (siehe Nr. 9.1).

(2) Die Massenkräfte infolge Beschleunigung und Verzögerung bewegter Tragwerksteile müssen berücksichtigt werden. Ist der Betragswert kleiner als 0,2 m/s<sup>2</sup>, bezogen auf den Schwerpunkt des betrachteten Tragwerksteils, dürfen die daraus folgenden Einwirkungen vernachlässigt werden. Der Bewegungsablauf ist so zu gestalten, dass an keiner Stelle der Betragswert 0,5 m/s<sup>2</sup> überschritten wird.

(3) Zweiseitig angetriebene bewegliche Brücken sind für ungleiche Einwirkung aus dem Antrieb auszulegen (Schräglauf). Dabei ist zu unterscheiden zwischen

- den unvermeidbaren Weg- oder Kraftabweichungen, die sich aus den von den Überwachungseinrichtungen (Weg- oder Kraftmessung) maximal tolerierten Abweichungen ergeben und
- dem Ausfall eines Antriebselementes mit Berücksichtigung der Bewegungswiderstände des ausgefallenen Antriebes.

(4) Einwirkungen aus Reibung sind gemäß DIN 19704-1 zu berücksichtigen.

### 8.4.2 Veränderliche Einwirkungen im Bewegungszustand

(1) Für den sich im Bewegungsvorgang befindenden Überbau müssen höchstzulässige Windgeschwindigkeiten angegeben werden, siehe auch Nr. 4.2 Absatz (2). Die Windgeschwindigkeiten sind in der Nähe der beweglichen Brücke zu messen. Die maßgebende Windstärkenskala nach Beaufort zeigt Anhang A.

(2) Der Staudruck ermittelt sich über die Beziehung

$$q = v^2 / 1600$$

mit

q: Staudruck in kN/m<sup>2</sup> und

v: Windgeschwindigkeit in m/s.

Der Formbeiwert ist mit

$$c_f = 1,6$$

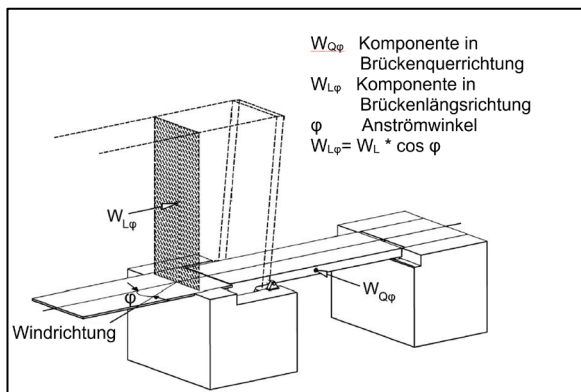
anzunehmen.

Die sich ergebende Windlast aus

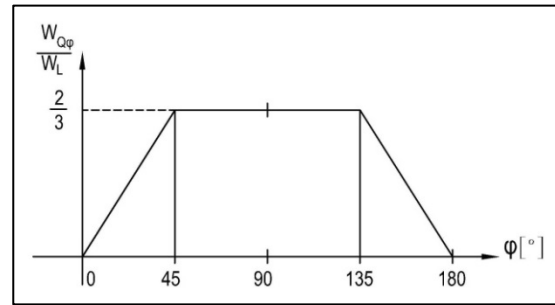
$$w = c_f * q$$

ist waagrecht wirkend anzunehmen.

(3) Bei Klappbrücken ist für die Windlast  $W_{Q\varphi}$  aus Anströmung in Brückenquerrichtung mindestens  $2/3$  der Windlast  $W_L$  aus Anströmung in Brückenlängsrichtung (Anströmwinkel  $\varphi = 0$ , siehe Bild 8.6.6) anzusetzen. Es sind alle Windrichtungen zu untersuchen. Dabei darf gemäß Bild 8.6.7 interpoliert werden.



**Bild 8.6.6:** Anströmwinkel und Windlast-Komponenten bei Klappbrücken



**Bild 8.6.7:** Windlastkomponente  $W_{Q\varphi}$

(4) Bei Drehbrücken ist der Wind rechtwinklig zur Drehachse auf die Windangriffsfläche je eines Kragarms anzusetzen.

(5) Ferner ist gleichzeitig eine lotrecht wirkende Windlast von  $\pm 0,2$  kN/m<sup>2</sup> auf die Projektion der Klappenfläche anzusetzen. Für Dreh- und Hubbrücken gelten die Annahmen entsprechend. Dies gilt auch für die Verkehrslage und verriegelte Endlage.

(6) Entlastende Windlasten dürfen nicht berücksichtigt werden.

(7) Die aus Anfahren an einen Puffer herrührenden Einwirkungen (Rückstellkräfte) und die in der Endlage auftretenden Rückstellkräfte aus Puffern sind zu berücksichtigen.

(8) In der Leistungsbeschreibung sind Mindestauflagerkräfte unter Beachtung der Einwirkungen aus lotrechter Windlast und dynamischer Einwirkung des Verkehrs anzugeben.

(9) Bei Klappbrücken kann die Mindestauflagerkraft aus der anteiligen zweifachen Einwirkung der lotrechten Windlast ermittelt werden.

(10) Die Mindestauflagerkräfte sind durch Messungen nach Nr. 12.2 nachzuweisen.

(11) Rückstellkräfte aus Zentriervorrichtungen sind zu berücksichtigen.

(12) Einwirkungen aus Schnee sind in der Regel mit einer lotrecht wirkenden Last von  $0,2$  kN/m<sup>2</sup> anzusetzen. Diese Last beinhaltet auch eine anzusetzende Eislast.

(13) Sofern aufgrund der Lage des Bauwerks oder der Betriebsbedingungen mit höheren Einwirkungen zu rechnen ist, ist die Last zu erhöhen und in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

### 8.4.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

(1) Einwirkungen aus dem Blockieren von Gelenken der Antriebstechnik, z.B. Drehgelenke, Verriegelungsbolzen, Zentriereinrichtungen sind mit den vom Hersteller angegebenen Höchstwerten zu berücksichtigen.

(2) Einwirkungen aus Reibung an statischen und nur selten bewegten kinematischen Gelenken sind zu berücksichtigen (bei statischen Gelenken treten Drehungen nur infolge von elastischen und temperaturbedingten Formänderungen auf, z.B. Federbalken-Lager).

(3) Bewegungsbehinderungen durch Hindernisse oder Verklemmungen sind in der Größe zu berücksichtigen, wie sie durch Überwachungseinrichtungen, z.B. Drucküberwachungen der Antriebstechnik begrenzt werden.

(4) *Einwirkungen aus Schiffsverkehr sind in Abstimmung mit der zuständigen Wasser- und Schifffahrtsverwaltung gemäß DIN EN 1991-1-7 zu berücksichtigen. Die Bemessung des Überbaus auf Schiffsstoß ist jedoch nicht erforderlich, wenn im geschlossenen Zustand kein Schiffsverkehr unter der Brücke durch Binnenschiffe bzw. Seeschiffe stattfindet (gilt auch für die Verkehrslage). In der Leistungsbeschreibung sind die Einwirkungen aus Schiffsanprall anzugeben.*

(5) Die beim Not-Aus auftretenden Beanspruchungen sind bei hydraulischen Antrieben durch die Einstellung der Druckbegrenzungsventile, bei mechanischen Antrieben durch die Einstellung der Bremsen oder andere geeignete Maßnahmen zu begrenzen.

### 8.4.4 Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände

Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände sind in den Technischen Unterlagen ausführlich zu beschreiben und rechnerisch zu berücksichtigen. Es sind alle auftretenden Beanspruchungen, realen Auflagerbedingungen und evtl. vorhandene Abspannungen zu berücksichtigen.

### 8.4.5 Nachweis der Tragfähigkeit

(1) Die Bemessungswerte der Einwirkungen sind gemäß Tabelle 8.6.3 unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  und Kombinationsbeiwerte  $\psi$  zu ermitteln.

(2) Für Stahl beträgt der Teilsicherheitsbeiwert der Widerstandsgröße  $\gamma_M = 1,1$ . Für Anschlüsse gilt DIN EN 1993-2.

(3) Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise sind mit den angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch zu führen.

(4) Der Betriebsfestigkeitsnachweis ist unter Beachtung der Angaben in Tabelle 8.6.3, Spalte 1a zu führen.

(5) Massenkräfte, die in der Nutzungsdauer mit weniger als  $2 \cdot 10^4$  Lastwechseln auftreten, brauchen beim Betriebsfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt zu werden.

### 8.4.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_F = 1,0$  und  $\gamma_M = 1,0$  sowie den Kombinationsbeiwerten  $\psi = 1,0$  zu führen.

## 9 Nachweise für die Maschinenkonstruktion

### 9.1 Einwirkungen

(1) Für die Beanspruchung der Maschinenbauteile gelten dieselben Einwirkungen und Einwirkungskombinationen wie für die Tragkonstruktion (siehe Tabelle 8.6.3).

(2) Die sich durch die Antriebe ergebenden größtmöglichen Beanspruchungen sind zu berücksichtigen.

(3) Die Einwirkungen der Antriebe sind durch die größtmögliche Kraftübertragung des Antriebes selbst oder durch deren kontrollierte Begrenzung gegeben. Eine mögliche Rückwirkung der größtmöglichen Kraftübertragung ist zu berücksichtigen. Diese sind über die im Kraftfluss befindlichen Maschinen- und Stahlbauteile hinweg über die Verankerungselemente bis in den Massivbau hinein weiter zu verfolgen.

## ZTV-ING - Teil 8 Weitere Bauwerke - Abschnitt 6 Bewegliche Brücken

**Tabelle 8.6.3:** Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationen für den Nachweis der Tragfähigkeit der Stahlkonstruktionen für Bewegungszustände und nicht verriegelte Endlage

Einwirkungsart	Einwirkung	Nummer	$\psi \rightarrow$	ständig		vo- rüber- gehend	außergewöhnlich		Montage			
				1,0		0,9	0,8		0,75	1,0	0,8	
				$\gamma_F \downarrow$	1a <sup>3)</sup> 3)	1b <sup>4)</sup>	2 <sup>4)</sup>	3a <sup>4)</sup>	3b <sup>4)</sup>	4 <sup>4)</sup>	5a <sup>4)</sup>	5b <sup>4)</sup>
ständig	Konstruktionsgewicht	8.2 (1)	1,35	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
	Ausbaulasten			+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	Herstellungs- und Montagegenauigkeiten	8.4.1 (1)	1,35	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
	Form- und Lageänderungen	8.4.1 (4)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			
	Massenkräfte aus planmäßigen Bewegungsvorgängen	8.4.1 (2)		+/-	⊕	⊕		⊕				
	Auftrieb	8.4.1 (1)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			
	Antriebskräfte	8.4.1 (1)		+/-	⊕	⊕	⊕					
	Schräglauf	8.4.1 (3)		+/-	⊕	⊕	⊕		⊕			
	Reibung Puffer Zentrierung	8.4.1 (4) 8.4.2 (7) 8.4.2 (11)		+/-	⊕	⊕		⊕	⊕			
	Verkehrseinwirkungen auf Treppen, Podesten und Laufstegen	8.3 (1)				⊕	⊕	⊕	⊕			
veränderlich	Wind	8.4.2 (1) – (6)		1,35	+/- <sup>2)</sup>		⊕	⊕	⊕			⊕
	Temperatur	8.3 (4)-(8)					⊕	⊕	⊕	⊕		
	Schnee, Eis	8.4.2 (12)				⊕	⊕	⊕	⊕			
	Eisdruck	8.3 (9)				⊕	⊕	⊕	⊕			
	Nicht-ständige dynamische Einwirkungen, <sup>1)</sup>	8.4.5 (5)				⊕						
	Erhöhte Lagerreibung	8.4.3 (1)-(2)					⊕					
außergewöhnlich	Bewegungsbehinderungen, Einzylinderbetrieb*)	8.4.3 (3) 8.4.1 (4)	1,35					⊕				
	Schiffsstoß	8.4.3 (4)							⊕			
	Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände	8.4.4								⊕	⊕	
Montage			1,35									

<sup>1)</sup> für Lastspielzahlen  $n < 2 \cdot 10^4$

<sup>2)</sup> schädigungsgleiches Einstufenkollektiv mit 1/3 der Windlast im Betrieb

<sup>3)</sup> Nachweis der Betriebsfestigkeit:

(+): Einwirkung stets vorhanden mit dem betragsmäßig größten Wert

(+/-): Wechsel zwischen den Extremwerten

<sup>4)</sup> Die jeweils in den Spalten mit (⊕) gekennzeichneten Einwirkungen sind zu kombinieren (Verknüpfung durch und bzw. oder)

<sup>\*</sup>) siehe 9.1 (5)

(4) Massenkräfte sind aus den tatsächlich durch die Antriebe bewirkten Bewegungsvorgängen zu ermitteln. Dies gilt auch für die Vorgänge Betriebs-halt, Not-Halt und Not-Aus (siehe Nr. 1.2 Absätze (15) bis (17)).

(5) Der Störfall, z.B. der Ausfall eines Zylinders bei zwei vorhandenen Zylindern, ist zu berücksichtigen.

## 9.2 Antriebsleistung

(1) Die erforderliche Antriebsleistung ist aus den maßgebenden Kombinationen der Einwirkungen unter Berücksichtigung der erforderlichen Bewegungszeiten zu ermitteln.

(2) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob Handantriebe vorzusehen sind.

(3) Handantriebe sind so auszulegen, dass die Dauerleistung 80 Nm/s nicht überschritten wird. Die Handkraft sollte hierbei etwa 80 bis 100 N je Person betragen. Sie darf 250 N nicht überschreiten.

## 9.3 Betriebsdrücke ölhydraulischer Antriebe

Die Betriebsdrücke sind nach DIN 19704-1 zu ermitteln.

## 9.4 Nachweis der Tragfähigkeit

(1) Der Nachweis der Tragfähigkeit ist mit den Einwirkungen nach Nr. 9.1 unter Beachtung der Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  gemäß Tabelle 8.6.4 zu führen.

**Tabelle 8.6.4:** Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  für die Einwirkungen auf die Maschinenkonstruktionen der Antriebe

Nr.	Einwirkung	$\gamma_F$
1	Antriebsmomente bei mechanischen Antrieben, durch Zusatzeinrichtungen begrenzt	1,35
2	Bremsmoment im Betrieb, Betriebshalt	1,35
3	Rechnerischer Betriebsdruck im Hydrauliksystem im Betriebsfall, bezogen auf die Einstellwerte der Druckbegrenzungsventile DV1 und DV2	1,35
4	Antriebsmomente bei Ersatz- und Handantrieben	1,35
5	Bremsmoment bei Not-Halt	1,2
6	Bremsmoment bei Not-Aus	1,1
7	Motorkippmoment	1,1
8	Maximaler Betriebsdruck im Hydrauliksystem im Störfall, bezogen auf den Einstellwert des Druckbegrenzungsventile DV1 und DV2	1,1

(2) Der Teilsicherheitsbeiwert der Widerstandsgrößen beträgt  $\gamma_M = 1,1$ . Werden keine Gebrauchstauglichkeitsnachweise geführt, ist für die Ermittlung der Widerstandsgrößen der Maschinenbauteile der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,5$  anzusetzen.

(3) Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise sind nach DIN 19704-1 zu führen.

(4) Der Betriebsfestigkeitsnachweis ist nach DIN 19704-1 zu führen.

## 9.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeitsnachweise (z.B. Verformungsbeschränkungen hinsichtlich Nutzungsdauer und Verschleiß) sind mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_F = 1,0$  und  $\gamma_M = 1,0$  sowie den Kombinationsbeiwerten  $\psi = 1,0$  zu führen.

## 10 Berechnung und Konstruktion

### 10.1 Beweglicher Überbau

#### 10.1.1 Fahrbahnübergänge

(1) Für Fahrbahnübergänge sind die in Tabelle 8.6.5 angegebenen Spaltmaße einzuhalten.

(2) Ab einem Spaltmaß  $e_3 > 70$  mm ist grundsätzlich ein Schleppblech anzuordnen.

#### 10.1.2 Gewichtsausgleich

(1) Zur Entlastung der Antriebe für den Bewegungsvorgang können Gegengewichte angeordnet werden.

(2) Bei den Gegengewichten ist für die Zeit nach der Verkehrsübergabe die Möglichkeit vorzusehen, dass zum Gewichtsausgleich Raum in einer Größe von mindestens 10 % des Gegengewichtes vorhanden ist. Die Größe ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

#### 10.1.3 Tariergewichte

(1) Es sind Möglichkeiten zur Anordnung von Tariergewichten zu berücksichtigen.

(2) Bei Klappbrücken ist die Anordnung von Tariergewichten auch an der Klappenspitze vorzusehen.

Tabelle 8.6.5: Spaltmaße in [mm] für Fahrbahnübergänge

Draufsicht	Gerader Abschluss		Fingerübergang	
		$e_1$	$e_2$	$e_3$
Fahrbahn	$\leq 10$	$\leq 20$	$\leq 70$	$\leq 10$
Geh- und Radweg			$\leq 40$	

## 10.2 Maschinenbau

### 10.2.1 Rauheiten

- (1) Die Rauheiten sind nach DIN EN ISO 1302 zu ermitteln.
- (2) Die in Tabelle 8.6.6 angegebenen Rauheitswerte dürfen nicht überschritten werden.

### 10.2.2 Gelenklager

- (1) Die Schmierung der Lager ist für eine mittlere Nutzungsdauer von 35 Jahren sicherzustellen.
- (2) Wartungsfreie Lager im Sinne des Maschinenbaues sind mit Nachschmiermöglichkeiten auszustatten.
- (3) Lager sind mindestens nach Bild 8.6.8 abzudichten.
- (4) Die mittleren Flächenpressungen im Lagermetall sind bei zu erwartenden Außermittigkeiten auf 30% der nominalen maximalen Belastbarkeit zu begrenzen.

### 10.2.3 Puffer

Puffer dürfen mit Ausnahme von Rückstellkräften keine planmäßigen Einwirkungen aus Verkehr aufnehmen.

### 10.2.4 Verriegelungen

- (1) Verriegelungen sollen ohne Zwang ein- und ausgefahren werden können.
- (2) Die Stellung des Riegels muss in den Kontrollständen angezeigt werden.

Tabelle 8.6.6: Größtwerte der Rauheiten

Oberfläche	Mittenrauheiten	Gemittelte Rautiefe
	$R_a$ [ $\mu\text{m}$ ]	$R_z$ [ $\mu\text{m}$ ]
Bolzen, Achsen	0,8	10
Bohrungen	3,2	25
Planflächen für Lagerdeckel	3,2	25
Anlegeflächen von Dichtungen	3,2	25
Schleifflächen von Dichtungen	0,8	10
Sonstige bearbeitete Flächen	12,5	40

## 10.3 Antriebstechnik

### 10.3.1 Antriebsmotoren

- (1) Die Antriebsmotoren sind für einen S4-Betrieb nach VDE 0520 und dass aus den Beanspruchungen ermittelte 1,2-fache Drehmoment auszuliegen.
- (2) Hinweise zur Antriebstechnik enthält der Anhang B.
- (3) Der Leistungsbereich ist hinsichtlich der Dauerhaftigkeit, Wirtschaftlichkeit und Ersatzteilbeschaffung in der Entwurfsphase anzugeben.

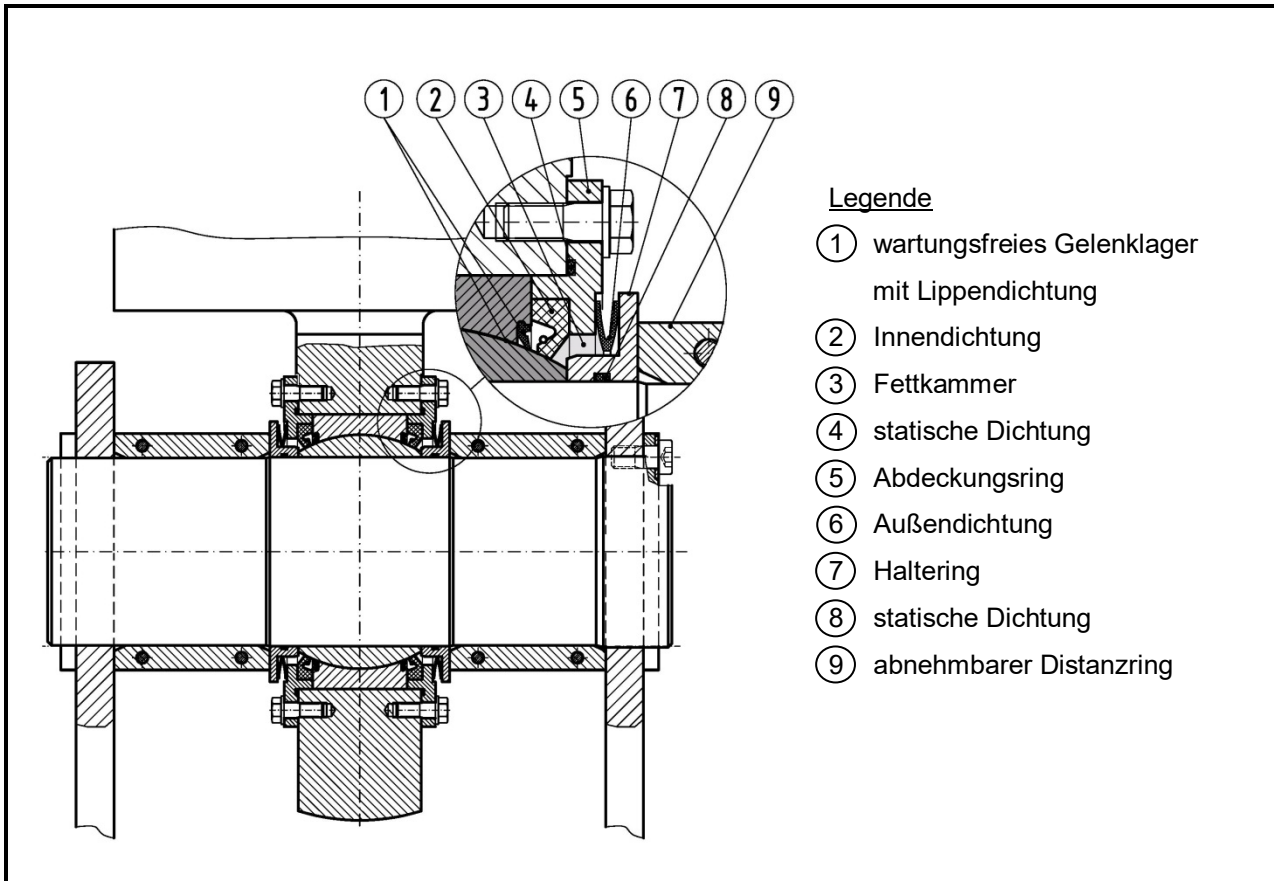


Bild 8.6.8: Lagerdichtungen

**10.3.2 Seiltriebe, Seilrollen und Seiltrommeln**

(1) Die Berechnung der Seiltriebe einschließlich der Seile, Seilrollen und Seiltrommeln sind gemäß DIN 19704-1 auszuführen.

(2) Das Verhältnis von Rollen- bzw. Trommeldurchmesser D zu Seilnennendurchmesser d darf die in Tabelle 8.6.7 angegebenen Werte nicht unterschreiten.

Tabelle 8.6.7: Durchmesserhältnisse für Seiltriebe

	Durchmesser Verhältnis D/d
Seilrollen	≥ 40
Seiltrommeln	≥ 32

**10.4 Elektrotechnik und Steuerung**

(1) Für die Steuerung und Überwachung von beweglichen Brücken ist ein offenes nicht firmenspezifisches Bussystem zu verwenden.

(2) Hinweise zur Elektrotechnik und Steuerung enthält der Anhang B.

(3) Es sind Standardschnittstellen zu verwenden und in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

**11 Prüfung der technischen Unterlagen**

**11.1 Allgemeines**

Die Prüfung der Anschluss- und Verbindungsstrukturen ist zwischen dem Prüfenieur für Baustatik und dem Sachverständigen für die technische Ausrüstung abzustimmen (siehe Nr. 1.1 Grundsätzliches).

**11.2 Bautechnische Prüfung des beweglichen Überbaus**

Der Prüfenieur für die statisch-konstruktive Prüfung der beweglichen Brücke hat auch die Nachweise für die Verkehrs- und Endlagen zu prüfen.

**11.3 Prüfung der technischen Ausrüstung**

Der Sachverständige für die technische Ausrüstung prüft die Unterlagen des Maschinenbaus, der Antriebstechnik sowie der Elektrotechnik und Steuerung.

**11.4 Prüfung der Risikobeurteilung**

Die Prüfung / Anerkennung der Risikobeurteilung muss vom Auftraggeber geregelt werden.

## 12 Baudurchführung

### 12.1 Bauleitung

(1) Der Auftragnehmer hat zusätzlich für die technische Ausrüstung Fachbauleiter zu benennen und zu koordinieren.

(2) Es sind untereinander abgestimmte Terminpläne für Brückenbau, Maschinenbau, Antrieb, Elektrotechnik und Steuerung vorzulegen, aus denen die Termine der Planung, Fertigung, Montage und Inbetriebnahme hervorgehen.

### 12.2 Messungen

(1) In Ergänzung zu Teil 1 Abschnitt 1 sind die Brückendrehachsen und Eingriffe der mechanischen Antriebe zu vermessen.

(2) Hydraulische Drücke, Wege und die Stromaufnahme sind kontinuierlich über den gesamten Bewegungsvorgang aufzuzeichnen.

(3) Die Eigengewichte und Schwerpunkte des beweglichen Überbaus sind zu bestimmen.

(4) Die aus Eigenlasten und ihren Schwerpunkten folgenden Antriebs-, Auflager- und Verriegelungskräfte sind durch Messungen am fertigen Bauwerk zu bestätigen.

(5) Rechnerisch ermittelte Massenkräfte müssen durch Messungen am ausgeführten Bauwerk bestätigt werden.

### 12.3 Montage

(1) Der Auftragnehmer hat die Fachmontageleiter für die technische Ausrüstung zu benennen und zu koordinieren.

(2) Es sind Anweisungen für den Ein- und Ausbau wichtiger Bauteile insbesondere der Brückenklaufe, der Lager, Antriebe, Verriegelungen etc. vorzulegen. Dazu sind Kranaufstellflächen zu berücksichtigen.

### 12.4 Bauvertrag

(1) Die folgenden Punkte sind u. a. in der Leistungsbeschreibung anzugeben:

- Inbetriebsetzung,
- Probetrieb (ggf. vorangehend Offline Simulation),

— Funktionsprüfung,

— Abnahme und

— Inbetriebnahme.

(2) Die vorzeitige Inbetriebnahme bedarf einer Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

### 12.5 Inbetriebsetzung

(1) Voraussetzung für den Probetrieb ist die vollständig abgeschlossene Inbetriebsetzung. Sollte eine vollständige Inbetriebsetzung aller Komponenten der technischen Ausrüstung nicht möglich sein, ist die Mindestvoraussetzung für den Probetrieb die erfolgreiche Inbetriebsetzung aller wesentlichen Sicherheitskomponenten, u. a. Not-Halt, Endschalter.

(2) Der Abschluss der Inbetriebsetzung ist durch den Auftragnehmer durch ein ausgefülltes Inbetriebsetzungsprotokoll nachzuweisen und beim Auftraggeber vorzulegen.

### 12.6 Probetrieb

(1) Der Probetrieb dient zur Erprobung der technischen Ausrüstung. Dazu gehört auch die Simulation des Ausfalls von sicherheitsrelevanten Komponenten.

(2) Die technischen Unterlagen für den Probetrieb sind dem Auftraggeber mindestens vier Wochen vor Beginn des Probetriebes zur Prüfung und Genehmigung einzureichen.

(3) Für den Probetrieb ist eine Dauer von mindestens 2 Wochen vorzusehen.

(4) Der Probetrieb ist unter Verantwortung des Auftragnehmers im Beisein des Auftraggebers durchzuführen.

(5) Das für den Probetrieb vom Auftragnehmer zu stellende Personal sowie die notwendigen Geräte, Betriebsstoffe und die Stromversorgung werden nicht gesondert vergütet.

### 12.7 Funktionsprüfung

(1) Die Funktionsprüfung dient dem Nachweis der Funktionsfähigkeit nach Abschluss des Probetriebes.

(2) Die Überwachung der Funktionsprüfung ist vom Sachverständigen für die technische Ausrüstung durchzuführen.

(3) Die technischen Unterlagen für die Funktionsprüfung sind dem Auftraggeber mindestens vier Wochen vor Beginn der Funktionsprüfung zur Genehmigung einzureichen.



(4) Vor Überprüfung der maschinen- und steuerungstechnischen Funktionalität der Brücke ist dem Auftraggeber ein Prüfprogramm vorzulegen.

(5) Das für die Funktionsprüfung vom Auftragnehmer zu stellende Personal sowie die notwendigen Geräte, Betriebsstoffe und die Stromversorgung werden nicht gesondert vergütet.

### 12.8 Erste Hauptprüfung

(1) 12 Werktage vor der ersten Hauptprüfung sind die notwendigen Bestandsunterlagen (siehe Nr. 5 Absatz (9)) vom Auftragnehmer an den Auftraggeber zu übergeben.

(2) Für die erste Hauptprüfung sind die erforderlichen Zugangsmöglichkeiten einschließlich der erforderlichen Technik vorzuhalten.

(3) *Die erste Hauptprüfung kann baubegleitend vorgesehen werden.*

(4) *Die erste Hauptprüfung soll umfassen:*

- Hauptprüfung der Brückenbauteile nach DIN 1076,
- Prüfbericht Maschinenbau und Antriebstechnik,
- Prüfbericht Elektrotechnik und Steuerung einschließlich Verkehrssicherungsanlagen.

### 12.9 Abnahmen

(1) Die vorzeitige Nutzung der Brücke in den verriegelten Verkehrs- und Endlagen gilt nicht als Abnahme im Sinne der VOB/B.

(2) *Vor jeder Verkehrsfreigabe muss eine dokumentierte Aussage, z.B. zumindest teilweise H1-Prüfung vom verantwortlichen Baubevollmächtigten des Bauherrn zur Betriebs-, Verkehrs- und Standortsicherheit erfolgen.*

(3) Vor der Abnahme sind die notwendigen Freigabebescheinigungen für die technische Ausrüstung einschließlich der technischen Gebäudeausrüstung vom Auftragnehmer an den Auftraggeber zu übergeben.

(4) 12 Werktage vor Abnahme sind dem Auftraggeber die Protokolle über den Probetrieb und die Funktionsprüfungen vorzulegen.

## 13 Betriebshandbuch, Wartung, Einweisung, Prüfung

(1) Das Betriebshandbuch ist vom Auftragnehmer aufzustellen.

(2) In dem Betriebshandbuch sind sämtliche Betriebsarten gemäß Nr. 1.2 Begriffsbestimmungen mit den möglichen Einzelschritten zu beschreiben und die zugehörigen Bedienungsflächen abzubilden.

(3) Alle erforderlichen Wartungsarbeiten und -zyklen sind im Betriebshandbuch anzugeben.

(4) Art und Umfang des Ersatzes von Verschleißteilen sowie die dazu benötigten besonderen Werkzeuge sind im Betriebshandbuch anzugeben (siehe Anhang D).

(5) Im Betriebshandbuch ist die mittlere Nutzungsdauer der technischen Ausrüstung anzugeben.

(6) Handlungsanleitungen zur Beseitigung möglicher Störungen sind im Betriebshandbuch textlich und symbolisch ausführlich zu beschreiben.

*(7) In der Leistungsbeschreibung ist der Abschluss eines Wartungsvertrages mindestens für die Dauer der Verjährungsfrist der Mängelansprüche vorzusehen.*

(8) Die Einweisung der Brückenwärter / des Wartungspersonals ist vom Auftragnehmer vorzunehmen. Über die erfolgreiche Teilnahme ist eine Bescheinigung auszustellen.

(9) Die Wartungsanleitungen insbesondere die Be- und Entladeintervalle der Unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) sind im Betriebshandbuch zu berücksichtigen.

*(10) Es ist anzustreben, die Einzelprüfungen der Gewerke Maschinenbau, Antriebstechnik, Elektrotechnik und Steuerung mit der Hauptprüfung zu synchronisieren.*

## 14 Mängelansprüche

(1) Bei Übertragung der Wartung für maschinelle sowie elektrotechnische / elektronische Anlagen oder Teilen davon an den Auftragnehmer für die Dauer der Verjährungsfrist gilt Teil 1 Abschnitt 1.

*(2) Wenn der Auftraggeber sich entschieden hat, dem Auftragnehmer die Wartung für die Dauer der Verjährungsfrist nicht zu übertragen, sollen, abweichend von Teil 1 Abschnitt 1, für maschinelle sowie elektrotechnische / elektronische Anlagen oder Teilen davon, bei denen die Wartung Einfluss auf die Sicherheit und Funktionsfähigkeit hat, die Zeiten nach Tabelle 8.6.8 in der Leistungsbeschreibung zu Grunde gelegt werden.*

**Tabelle 8.6.8:** Verjährungsfristen für Mängelansprüche bei Nichtübertragung der Wartung an den Hersteller

zwei Jahre für	drei Jahre für
USV-Anlage, Steuer- / Regelungsanlagen, Sensoren, Lichtzeichen, Wechselverkehrszeichen, Kameras, Sprechanlage	Puffer, Verriegelungen, Niederhalter, Antriebspumpen, Verkabelungen, Schrankenanlagen Leuchten.

## Anhang A

### Windstärkenskala nach Beaufort

Tabelle A 8.6.1: Windstärkenskala nach Beaufort

Windstärke	Bezeichnung des Windes	Windgeschwindigkeit [m/s]	Auswirkung des Windes
0	Windstille	0 – 0,2	Rauch steigt senkrecht empor
1	leiser Zug	0,3 - 1,5	Windrichtung an leicht gekräuseltem Rauch erkennbar
2	leichter Zug	1,6 - 3,3	Wind bewegt Blätter, Luftzug im Gesicht spürbar
3	schwache Brise	3,4 - 5,4	Wind bewegt dünne Zweige, leichte Flagge wird gestreckt
4	mäßige Brise	5,5 - 7,9	Wind bewegt kleinere Äste, weht Staub und Papierfetzen auf
5	frischer Wind	8,0 - 10,7	Wind bewegt kleine Bäume, Schaumkämme auf Binnenseen
6	starker Wind	10,8 - 13,8	Wind bewegt starke Äste, pfeift an Telegrafendrähten
7	steifer Wind	13,9 - 17,1	Wind bewegt mittelgroße Bäume, behindert beim Gehen
8	stürmischer Wind	17,2 - 20,7	Wind bricht Zweige, erschwert das Gehen
9	Sturm	20,8 - 24,4	Sturm verursacht an Häusern kleinere Schäden
10	starker, voller Sturm	24,5 - 28,4	Sturm entwurzelt Bäume
11	schwerer, heftiger Sturm	28,5 - 32,6	Schwere Sturmschäden
12	Orkan	32,7 - 36,9	Verwüstung, schwerste Schäden; an Land selten
13	Wirbelstürme	37,0 - 41,4	Nur auf dem Meer und an Küsten; Verheerende Zerstörungen
14		41,5 - 46,1	
15		46,2 - 50,9	
16		51,0 - 56,0	
17		56,0 – 61,2	

## Anhang B

### Hinweise zur Antriebstechnik, Elektrotechnik und Steuerung

#### B 1 Antriebstechnik

##### B 1.1 Hydraulischer Antrieb

Die Anlage sollte so ausgelegt werden, dass die durch die Verbraucher verursachten Druckverluste höchstens 25 % des Betriebsdrucks betragen.

##### B 1.2 Elektro-Mechanischer Antrieb

Die Vorbemessung von geradzahnten Stirnrädern ohne Profilverschiebung kann nach folgenden Formeln durchgeführt werden:

Zahnfußspannung  $\sigma_F$ :

$$\frac{\sigma_F}{\sigma_{F \text{ lim}}} = f \frac{F_t}{(b \cdot m)} \cdot \frac{1}{\sigma_{F \text{ lim}}} \leq 1$$

Flankenpressung  $\sigma_H$ :

$$\frac{\sigma_H}{\sigma_{H \text{ lim}}} = \frac{h}{\sigma_{H \text{ lim}}} \sqrt{\frac{E \cdot F_t}{b \cdot d} \cdot \frac{u+1}{u}} \leq 1$$

$$\text{mit } E = \frac{2 \cdot E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}$$

Es bedeuten:

$E_1$	Elastizitätsmodul des Ritzels
$E_2$	Elastizitätsmodul des Großrades
$F_t$	max. Umfangskraft aus äußerer Belastung
$b$	Zahnbreite des Großrades
$m$	Modul
$d$	Teilkreisdurchmesser Ritzel
$u$	Zähnezahlverhältnis
$\sigma_{F \text{ lim}}$	Zahnfußdauerfestigkeit
$\sigma_{H \text{ lim}}$	Grübchendauerfestigkeit
$f$	Beiwert $f = 11$ für das Ritzel, $f = 10$ für das Rad

Die Beiwerte  $f$  und  $h$  ergeben sich unter folgenden Voraussetzungen:

$\eta = 0,96$  Wirkungsgrad je Getriebestufe

$K_A = 1,5$  Anwendungsfaktor

$K_V \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} = 1,2$

Dynamikfaktor  $K_V$

Stirnradfaktor  $K_{H\alpha}$

Breitenfaktor  $K_{H\beta}$

für Zahnfußtragfähigkeit

$K_V \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} = 1,2$

Dynamikfaktor  $K_V$

Stirnradfaktor  $K_{F\alpha}$

Breitenfaktor  $K_{F\beta}$

für Zahnflankentragfähigkeit

$Y_{FA} \cdot F_{SA} = 4,5$  für das Ritzel

$Y_{FA} \cdot F_{SA} = 5$  für das Großrad

Formfaktor  $Y_{FA}$

Spannungsfaktor  $F_{SA}$

$Y_\varepsilon = 0,8$

Überdeckungsfaktor

$Y_X \cdot Y_a \cdot Y_{Rrel} \cdot Y_{\delta rel} \cdot Y_{ST} = 1,2$

Größenfaktor  $Y_X$

Wechselfaktor  $Y_a = 0,5$

Oberflächenfaktor  $Y_{Rrel}$

Stützziffer  $Y_{\delta rel}$

Spannungskorrekturfaktor  $Y_{ST}$

$Z_H \cdot Z_E \cdot Z_\varepsilon = 430 \text{ N}^{1/2} / \text{mm}$

Zonenfaktor  $Z_H$

Elastizitätsfaktor  $Z_E$

Überdeckungsfaktor  $Z_\varepsilon$

$Z_L \cdot Z_V \cdot Z_R \cdot Z_W \cdot Z_X = 1,2$

Schmierstofffaktor  $Z_L$

Geschwindigkeitsfaktor  $Z_V$

Rauheitsfaktor  $Z_R$

Werkstoffpaarungsfaktor  $Z_W$

Größenfaktor  $Z_X$

$Y_{NT} = Z_{NT} = 1$

Lebensdauerfaktoren

$S_H = 0,8$

Sicherheit gegen Grübchenbildung

$S_F = 2,0$

Sicherheit gegen Zahnbruch

## B 2 Elektrotechnik und Steuerung

### B 2.1 Allgemeines

(1) Die Stromversorgung muss eine hohe Verfügbarkeit sicherstellen.

(2) Mit dem Stromlieferanten sind die Blindstromkompensation und die Vertragsbedingungen der Stromlieferung zu klären. Mit dem Netzbetreiber sind die folgenden Bedingungen in der Planungsphase zu klären:

- Art der Einspeisung,
- Übergabestellen,
- technische Anschlussbedingungen,
- Gestaltung, Einrichtung und Erhaltung der Anschlussanlagen und
- Vertragsbedingungen der Stromlieferung und der Blindstromkompensation.

(3) Die Anschlussleistung ergibt sich aus der Leistungsbilanz. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in der Regel nicht alle elektrischen Verbraucher gleichzeitig betrieben werden.

### B 2.2 Einspeisung

(1) Die Einspeisung hat bis zu einem Strombedarf von 200 A aus dem Niederspannungsnetz und bei größerem Strombedarf aus dem Mittelspannungsnetz zu erfolgen.

(2) Die Versorgung mit Niederspannung kann durch eine Stickleitung erfolgen. Bei Ausfall dieser Leitung ist die Stromversorgung durch:

- ein Notstromaggregat oder
- einen Anschluss mit Umschaltmöglichkeit für eine externe Stromersatzversorgung oder
- einen Handantrieb, ggf. unterstützt durch ein batteriebetriebenes Gerät

sicherzustellen.

(3) Die Versorgung mit Mittelspannung sollte durch eine Ringleitung erfolgen. Bei Ausfall dieser Leitung ist die Stromversorgung durch einen Anschluss mit Umschaltmöglichkeit für eine externe Stromersatzversorgung oder einen Handantrieb, ggf. unterstützt durch ein batteriebetriebenes Gerät sicherzustellen.

(4) Einspeisungs- und Verbrauchsgrößen sind aufzuzeichnen.

(5) Die Funktion der Verkehrssicherungsanlagen ist durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung mit Batterien sicherzustellen. Sie ist bei einem fest installierten Notstromaggregat für 1 h und sonst für 8 h auszulegen. Es sind onlineunterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) einzusetzen, die

bei Stromausfall die Versorgung der kritischen Verbraucher (s. (9) ohne Umschaltlücken versorgen. Prozessleit- und SPS-Systeme sind vor dem Leerlaufen des Akkus in einen gesicherten Zustand herunterzufahren und Betriebszustände abzuspeichern.

(6) Die Leistung der USV muss mindestens 2000 VA betragen und über eine Kurzschlussleistung verfügen, die eine sichere Auslösung der höchsten Verbraucherabsicherung gewährleistet, ohne dass die übrigen Verbraucher beeinflusst werden.

(7) Die USV braucht nicht für einen Halblast-Parallelbetrieb ausgelegt zu werden.

(8) Als Batterien sind wartungsfreie wieder aufladbare Akkumulatoren nach DIN EN 60896-11 zu verwenden. Sie müssen eine Brauchbarkeitsdauer von mindestens 10 Jahren, bezogen auf eine 80 %ige Restkapazität, aufweisen. Ihre Haltbarkeit muss mindestens 450 Ladezyklen betragen.

(9) Die USV-Anlage muss für den Leistungsbedarf der folgenden Verbraucher ausgelegt werden:

- Prozessleitsystem,
- Notbeleuchtung, mindestens eine Leuchte je Raum,
- Verkehrssicherungsanlagen, z.B. Rotlicht und Schrankenbaubeleuchtung,
- Kommunikations- und Messeinrichtungen sowie
- Automatisierungsgeräte.

(10) Die Kompensation ist in Abstimmung mit und nach den Anforderungen des Energieversorgungsunternehmens (EVU) auszulegen. Die technischen Anschlussbestimmungen (TAB) des Energieversorgers sind zu beachten.

### B 2.3 Erdung, Blitzschutz und Potentialausgleich

(1) Die Brückenanlage ist nach VDE 0185 gegen Blitzeinschläge zu sichern. Hierzu gehören der Grobschutz (Typ 1) für die Sicherung der Einspeisung und der Mittelschutz (Typ 2) für die Steuerung.

(2) Damit keine Überspannungen in die Schaltanlage eingetragen werden können, sind Kabel und Leitungen von im Freien angeordneten Bauteilen in ihrer unmittelbaren Nähe, z.B. im Sammelmelkasten und in einem besonderen Abschnitt des Schaltschranks gegen Überspannung zu sichern. Diese Absicherung kann entfallen, wenn die zu schützenden Bauteile durch geerdete Abdeckungen (Blitzschutz) geschützt sind.

(3) Die Überspannungsableiter sind in den Stromlaufplänen zu verzeichnen.

(4) Erdung und Potentialausgleiche sind an allen Lagern und Gelenken sowie den Brückenpfeilern

anzuordnen. Die Maßnahmen, einschließlich der Blitzschutzmaßnahmen, sind in einem Erdungsplan festzuhalten.

(5) Geländer, Lichtmaste, Lager, Gelenke und andere Einbauteile sind in Anlehnung an die Zeichnungen für Ingenieurbauten zu erten.

### B 2.4 Kabel und Leitungen

(1) Für die Verlegung im Erdreich und zur Übertragung von mehr als 1 kW Leistung sind Kabel zu verwenden.

(2) Freiliegende Leitungen müssen beständig sein gegen UV-Bestrahlung, Lösungsmittel und Tausalz.

(3) Die Kabel müssen vom Typ NYY sein. Für die Anlagen der Haustechnik dürfen in Innenbereichen NYM-Leitungen verwendet werden, sofern der Geräteanschluss keine höherwertige Verkabelung bzw. Leitungsverlegung erfordert.

(4) Signalkabel müssen vom Typ A2Y sein.

(5) Steuerleitungen sind mit einem Polyurethan-Mantelwerkstoff zu isolieren. Die Adern von Leitungen müssen nummeriert werden.

(6) Alle Adern, einschließlich der nicht genutzten Adern, müssen Klemmen zugeführt werden.

(7) Alle Kabelverschraubungen sind mindestens in der Schutzart IP 65 und mit integrierter Zugentlastung auszuführen.

(8) Öffnungen für Kabeldurchführungen in Geschossdecken und raumabschließenden Wänden sind widerstandsfähig gegen Brandeinwirkung mindestens entsprechend der Feuerwiderstandsklasse des Gebäudeelementes zu verschließen. Diese Verschlüsse müssen auch für nachträgliche Kabelverlegungen geeignet sein.

(9) Kabel und Leitungen sind gegen mechanische Beschädigung zu schützen.

(10) An Einführungen in Gebäuden und an Dehnfugen sind Kabel und Leitungen so zu verlegen, dass sie Setzungen und Verschiebungen schadlos folgen können.

(11) Kabeleinführungen in Gebäuden sind wasserdicht herzustellen.

### B 2.5 Elektrische Ausrüstung

(1) Es sind zwei die Brückenbewegung überwachende Messsysteme anzuordnen:

- Messsystem 1 für die Steuerung des Brückenantriebes einschließlich Endlagenschalter zum Abschalten der Antriebe und
- Messsystem 2 für die Signalisierung der Brückenlagen, geöffnet bzw. geschlossen, unter Einbeziehung von Verriegelungen (ausgenom-

men Ampeln und Schranken). Die Signalisierung muss mit Sensoren erfolgen, die unabhängig vom Messsystem 1 sind.

(2) Das Messsystem 1 ist stets redundant auszulegen. Die Komponenten des Messsystems 2 dürfen 1-fach ausgelegt werden, wenn das Bewegen des Brückenteiles über die planmäßige End- bzw. Verkehrslage nicht zu Sach- oder Personenschäden führen kann und dies im Rahmen der Gefahrenanalyse für ausreichend befunden worden ist.

(3) Die Forderung nach redundanter Auslegung bezieht sich auf alle Komponenten der Messsysteme.

(4) End- und Positionsmelder müssen über eine Öffner- und Schließerfunktion verfügen und auf Plausibilität überwacht werden. Gleichwertige sichere Systeme sind zulässig.

(5) Die Stop-Kategorien werden wie folgt definiert:

- die Stop-Kategorie 0 umfasst alle Zustände, die als Not-Aus bezeichnet werden,
- die Stop-Kategorie 1 umfasst alle Zustände, die als Not-Halt bezeichnet werden und
- die Stop-Kategorie 2 umfasst alle Zustände der planmäßigen Betriebshalte.

(6) Not-Halt-Taster sind in allen Bedienständen, Betriebsräumen und an Orten, an denen eine Gefährdung von Personen auftreten kann, anzuordnen.

(7) Unterbrechungen des Bewegungsvorganges dürfen nicht zu ungewollten Bewegungen der Brücke oder zum Ausfall einer Sicherheitskette führen. Das erneute Starten des Bewegungsvorganges nach einer Unterbrechung darf nur erfolgen, wenn das Vorhandensein der Startbedingungen durch das Steuerungsprogramm bestätigt worden ist. Das erneute Starten des Bewegungsvorganges muss in diesem Fall durch den Bediener erfolgen.

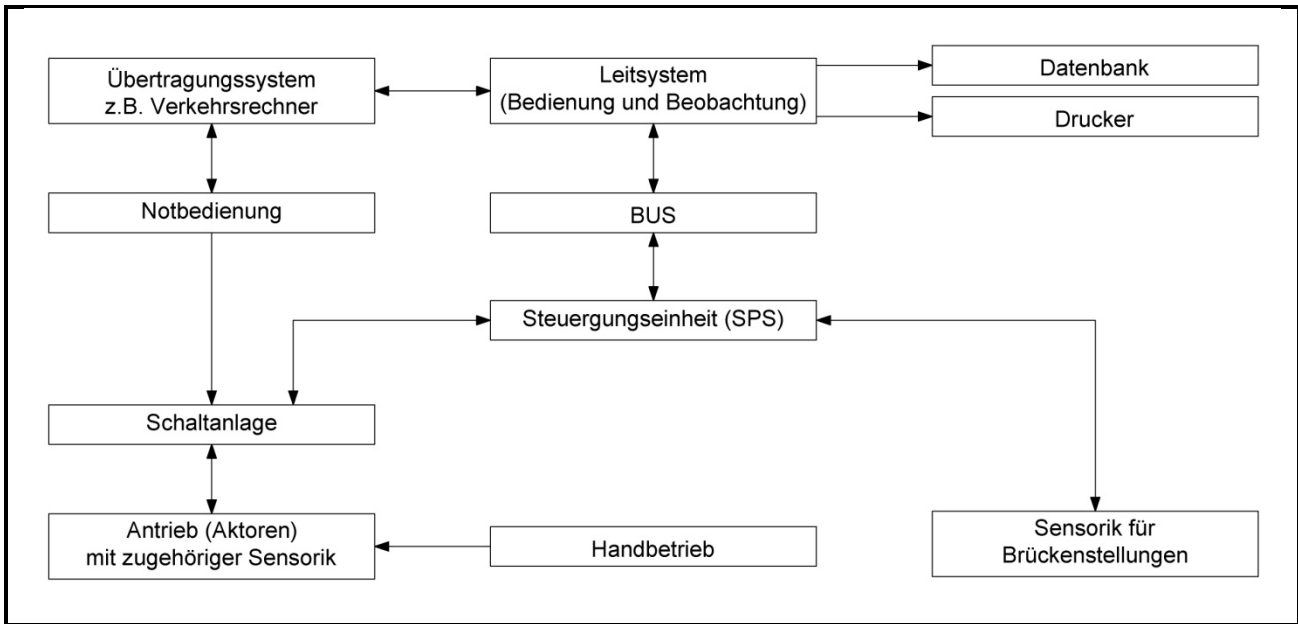
(8) Bei einer Abweichung der Brückenbewegung von den Sollwerten muss die Bewegung automatisch korrigiert oder zum Stillstand gebracht werden.

(9) Die zulässige Abweichung von der planmäßigen Brückenbewegung ist systemabhängig festzulegen.

(10) Bremsen sind so auszulegen, dass sie stets durch Unterbrechungen der Stromversorgung wirksam werden. Die für das Lösen und das Einfallen der Bremsen notwendigen Kontakte der Stromversorgung sind zur Absicherung gegen Verschweißen der Kontakte stets zweifach, in Reihe geschaltet, auszulegen.

## B 2.6 Steuerung

- (1) Die hauptsächlichen Abfolgen von Steuerungsschritten sind als Diagramm des Steuerungsablaufes an den Bedienständen anzuordnen. Der normale Ablauf des Steuerungsablaufs (Automatikbetrieb) soll als Blockdiagramm dargestellt werden und an den Bedienständen vorliegen
- (2) Die für den Bewegungsablauf maßgebenden Parameter der Prozessleitung sind dem Programm der SPS in einer Parameterliste voranzustellen.
- (3) Es sind alle Prozessdaten zu erfassen.
- (4) Weitere Messwerte sind vom Auftraggeber festzulegen.
- (5) Die zu erfassenden Daten müssen gespeichert werden. Die Löschung dieser Daten darf nur nach den Angaben der Wartungsanweisung vorgenommen werden.
- (6) Es kann die Möglichkeit zum Anschluss an eine Fernbedienung ohne Erweiterung der bestehenden Anlage (z.B. kein neuer Prozessor) vorgesehen werden.
- (7) Für die Steuerung und Überwachung von Beweglichen Brücken gilt beispielhaft in Abhängigkeit von der Brückengröße das in Bild B 8.6.1 dargestellte Funktionsschema. Für die Steuerung gelten sinngemäß die Regeln der Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT). Dabei ist zu beachten, dass bei beweglichen Brücken im Allgemeinen nur ein Leitsystem und eine Steuerungseinheit erforderlich sind.
- (8) Der Eingriff in die Prozesssteuerung darf nur durch Sachkundige erfolgen.
- (9) Bei einem Ringspeicher muss vor dem ersten Überschreiben des Speichers eine Meldung zur Information an den Bediener ausgegeben werden, so dass das Sichern des Speichers noch rechtzeitig erfolgen kann. Für diesen Fall ist ein Merker in der Steuerung vorzusehen, der vor dem nächsten Überschreiben warnt (Merker zu einem Datum, Speicherinhalt beim Auslesen bleibt bestehen), so dass der Auftraggeber immer rechtzeitig den Speicher auslesen kann, um eine Historie anzulegen. Eine Schnittstelle zum Auslesen der Daten ist vorzusehen.
- (10) Bagatellstörungen sind Störungen, deren Umgehung mit vertretbarem Aufwand durch die Brückenwärter organisiert werden kann (z.B. Nichtschließen einer Schranke wird ersetzt durch Aufstellung einer temporären Absperrung).
- (11) Bagatellstörungen dürfen nach Beseitigung des daraus folgenden gefährlichen Zustandes durch Quittieren dieser Störung umgangen werden, so dass die nächsten Schritte der Steuerung eingeleitet werden können.
- (12) Die durch Quittierung zu überbrückenden Störungen sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber festzulegen.
- (13) Die der Sicherheit dienenden Stromkreise sind nach DIN EN 60204-1 auszuführen. Dazu gehören u.a.:
- Rotlichtsignale
  - Endlagenmeldungen und
  - Halteeinrichtungen, die bei Betätigung von Not-Aus oder Not-Halt, oder Betriebshalt die Stellung des beweglichen Brückenteils sichern.
- (14) Die Funktionen Not-Halt und Betriebshalt einschl. Kontaktvervielfachungen und Kontaktübergaben der Endlagen an nicht zum Brückenantrieb gehörende Steuerungssysteme sind mit Geräten gemäß DIN EN 62061 in SIL 3 (Safety Integrity Level) bzw. nach DIN EN ISO 13849-1 in der PLe (Performance Level, e = niedrigste Ausfallwahrscheinlichkeit) zu realisieren.
- (15) Die Kontakte sind unabhängig von der Datenübertragung durch BUS-Systeme vorzusehen.
- (16) Es dürfen zu keinem Zeitpunkt mehrere Betriebsorte gleichzeitig aktiv sein. Das Umschalten der Betriebsorte darf nur vom aktiven Betriebsort erfolgen. Der aktive Betriebsort muss an allen Betriebsorten angezeigt werden.



**Bild B 8.6.1:** Funktionsschema für die Steuerung und Überwachung von beweglichen Brücken (Prozesssteuerung)

## Anhang C

### Hinweise zu Verkehrssicherungsanlagen, Beleuchtung und Bedienung

#### C1 Verkehrssicherungsanlagen

(1) Für alle beweglichen Brücken ist eine verkehrstechnische Mindestausstattung in Abhängigkeit der verkehrlichen, baulichen und örtlichen Gegebenheiten vorzusehen, die mit der örtlich zuständigen Straßenverkehrsbehörde abzustimmen ist. Sie besteht aus einer stationären Beschilderung vor und hinter dem beweglichen Überbau mit den Verkehrszeichen (s. Bild C 8.6.1)

- Geschwindigkeitsbeschränkung (Z 274 StVO) im Bedarfsfall,
- Überholverbot (Z 276 StVO),
- Ende der Streckenverbote (Z 282 StVO),
- Lichtzeichenanlage (Z 131 StVO) (siehe oberhalb Ampelwarnschild 200 m: gelbes Blinklicht)
- zweifeldrigen Wechsellichtzeichen (WLZ) Rot / Gelb auf Höhe der Sperrschranken,
- gelbem Blinklicht, das bei Aktivierung der WLZ eingeschaltet wird,
- Wechselverkehrszeichen (WVZ) (Z 274-53 StVO) und
- Sperrschranken.

(2) Bei einer örtlich oder verkehrlich bedingten besonderen Gefahrenlage im Zusammenhang mit einer „beweglichen Brücke“ ist ein Gefahrzeichen gemäß § 39 Abs. 8 StVO und zugehöriger VwV-StVO anzuordnen.

(3) Der Brückenwärter muss den Verkehrsraum zwischen den Sperrschranken lückenlos einsehen können. Bei eingeschränkter Sichtweite sind Kamerasysteme einzusetzen. Bei Dunkelheit bzw. schlechten Sichtverhältnissen ist der Verkehrsraum im Bereich der Sperrschranken zu beleuchten.

(4) Auf Höhe der Sperrschranken sind Lautsprecher anzuordnen, welche die Information der Verkehrsteilnehmer über Durchsagen gewährleisten. Die Lautsprecher sollen sowohl einzeln als auch gruppenweise betrieben werden können.

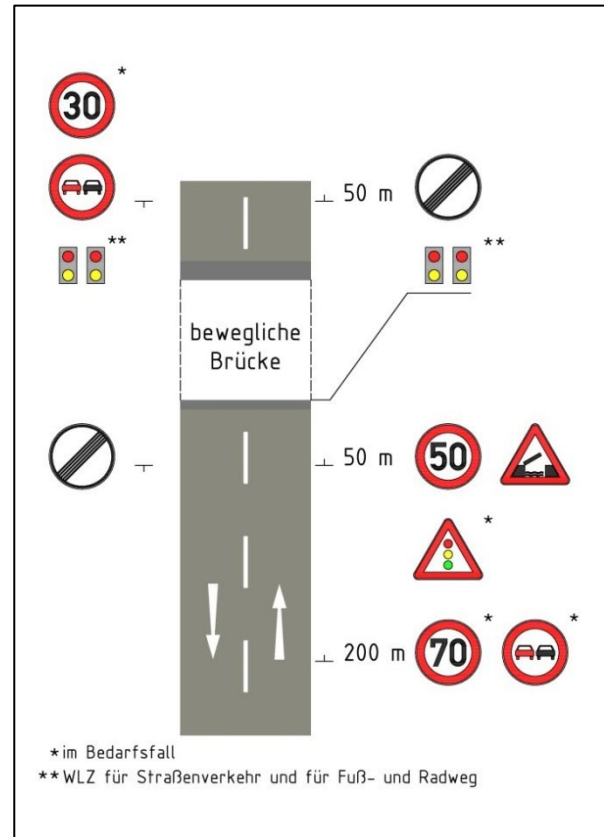


Bild C 8.6.1: Verkehrszeichen – Systemskizze (ohne Schiffsahrtssignale)

(5) Die Sperrschranken bei Geh- und Radwegen sind zur Verkürzung der Räumzeiten, unter Berücksichtigung der baulichen und örtlichen Gegebenheiten, so dicht wie möglich zum beweglichen Überbau anzuordnen.

(6) Sperrschranken sind jeweils für den ungünstigsten Lastfall für vertikale oder horizontale Holmlasten von 0,5 kN/m zu bemessen.

(7) Sperrschranken sind unter Beachtung des seitlichen Sicherheitsraumes anzuordnen. Wartungsarbeiten müssen ohne Behinderung des Verkehrs möglich sein. Die Schrankenbäume sind mit fünf roten Baumleuchten auszustatten. In Höhe der Sperrschranken sind akustische Signalgeber anzuordnen. Die Schrankenbäume dürfen sich bei Störungen (z.B. Stromausfall, Wind) nicht selbstständig bewegen. Eine Notbedienung der Sperrschranken muss möglich sein. Bei Rad- und Fußgängerverkehr sind die Schrankenbäume mit Behang auszustatten. Die elektrische Steuerung ist nach EN IEC 62061 in SIL bzw. nach DIN EN ISO 13849-1 in PL entsprechend zu realisieren und anhand der durchzuführenden Risiko-beurteilung festzulegen. DIN EN 12453 und DIN EN 12445 sind zu beachten.

(8) Die Beschilderung der Wasserstraße einschließlich Radarerkennung ist in Abstimmung mit der Wasserstraßenverwaltung anzuordnen.



## **C2 Brückenbeleuchtung**

(1) Bewegliche Brücken sind im Straßenbereich zu beleuchten. Die Anforderungen der DIN 13201-1 sind einzuhalten.

(2) Dies gilt insbesondere für Adaptationsstrecken und Haltesichtweiten.

(3) Es sind die für kreuzende Verkehrswege geltenden Bestimmungen sinngemäß anzuwenden.

## **C3 Bedienung**

Die Brückenwärter sind für jedes Bauwerk namentlich zu benennen. Die Befähigung für die verlangten Tätigkeiten kann nur durch eine vom Betreiber der Brückenanlage festgelegte Ausbildung erlangt werden.

## Anhang D

### Ersatzteile

(1) Art und Umfang von Ersatzteilen sowie die dazu benötigten besonderen Werkzeuge sind anzugeben.

(2) Die in Tabelle 8.6.1 angegebene mittlere Nutzungsdauer der Technischen Ausrüstung ist zu berücksichtigen.

**Tabelle D 8.6.1:** Technische Ausrüstung und mittlere Nutzungsdauer

Jahre	10	20	35
<b>Gewerke</b>			
<b>Maschinenbau</b>			
* Gelenklager			X
* Puffer		X	
* Zentrierung			X
* Verriegelung		X	
* Niederhalter		X	
<b>Antriebstechnik</b>			
* Antriebsmotoren			X
* Antriebspumpe		X	
* Hydraulischer Antrieb			X
* Elektro-Mech. Antrieb			X
<b>Elektrotechnik und Steuerung</b>			
* Einspeisung			X
* USV-Anlage	X		
* Verkabelung		X	
* Steuer-/Regelungsanlage	X		
* Sensoren	X		
<b>Verkehrssicherungsanlagen</b>			
* Lichtzeichen	X		
* Wechselverkehrszeichen	X		
* Schrankenanlagen		X	
* Kameras	X		
* Sprechanlage	X		
<b>Brückenbeleuchtung</b>			
* Leuchten		X	
* Vorschaltgeräte	X		

# **Bundesministerium für Digitales und Verkehr**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten**

# **ZTV-ING**

### **Teil 9 Anhang**

#### **Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke**

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Normen 1).....</b>	<b>3</b>
<b>2 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien</b>	<b>20</b>
<b>3 Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften .....</b>	<b>21</b>
<b>4 Sonstige Technische Regelwerke.....</b>	<b>23</b>
<b>5 Bezugsquellen .....</b>	<b>27</b>

## 1 Normen <sup>1)</sup>

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 124	Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Baugrundsätze, Prüfungen, Kennzeichnung, Güteüberwachung	7-1, 6-10
DIN EN ISO 128-20	Technische Zeichnungen; Allgemeine Grundlagen der Darstellung – Teil 20: Linien Grundregeln	1-2
DIN ISO 128-24	Technische Zeichnungen – Allgemeine Grundlagen der Darstellung – Teil 24: Linien in Zeichnungen der mechanischen Technik	1-2
DIN EN 197-1	Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement	3-1
DIN EN 197-4	Zement – Teil 4: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Hochofenzement mit niedriger Anfangsfestigkeit	3-1
DIN EN 197-5	Zement – Teil 5: Portlandkompositzement CEM II/C-M und Kompositzement CEM VI	3-1
DIN EN 206-1	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität	3-1
DIN EN 295	Steinzeugrohre und Formstücke sowie Rohrverbindungen für Abwasserleitungen und -kanäle	7-1
DIN EN 445	Einspressmörtel für Spannglieder – Prüfverfahren	3-2
DIN EN 446	Einpressmörtel für Spannglieder – Einpressverfahren	3-2
DIN EN 447	Einpressmörtel für Spannglieder – Anforderungen für üblichen Einpressmörtel	3-2
DIN 459	Baustoffmaschinen – Mischer für Beton und Mörtel	4-3
DIN 488	Betonstahl	7-1, 7-3
DIN 488-1	Betonstahl – Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung	3-2, 4-2, 6-6
DIN 488-3	Betonstahl – Teil 3: Betonstahl in Ringen, Bewehrungsdraht	3-2
DIN 488-6	Betonstahl – Teil 6: Übereinstimmungsnachweis	3-2
DIN ISO 565	Analysesiebe; Metalldrahtgewebe, Lochbleche und galvanische Lochbleche; Nennöffnungsweiten	3-4
DIN EN 573-3	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug – Teil 3: Chemische Zusammensetzung	6-9, 8-3
DIN EN 573-4	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug – Teil 4: Erzeugnisformen	7-4
DIN EN 752	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement	8-4
DIN EN 755-2	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile – Teil 2: Mechanische Eigenschaften	6-9
DIN 824	Technische Zeichnungen; Faltung auf Ablageformat	1-2

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 877	Rohre und Formstücke aus Gusseisen, deren Verbindungen und Zubehör zur Entwässerung von Gebäuden – Anforderungen, Prüfverfahren und Qualitätssicherung	4-3
DIN EN ISO 898	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl	8-3
DIN EN ISO 898-1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen – Regelgewinde und Feingewinde	8-5
DIN EN ISO 898-2	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl – Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen – Regelgewinde und Feingewinde	8-5
DIN EN 934-2	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 2: Betonzusatzmittel; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung	3-1
DIN EN 934-4	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 4: Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung	3-1
DIN EN 998-2	Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauer- mörtel; Deutsche Fassung EN 998-2	3-7
DIN EN 1008	Zugabewasser für Beton – Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton	3-1
DIN EN 1015-3	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel mit Ausbreittisch	3-4
DIN 1045-2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität	3-1
DIN 1045-3	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670	3-2, 3-3, 6-11
DIN 1045-4	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen	3-1
DIN 1054	Baugrund; Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1	2-1, 2-2, 2-3, 5-2, 7-1, 7-2, 7-3, 8-2, 8-3, 8-4, 8-5
DIN 1076	Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung	1-1, 1-2, 3-4, 3-5, 4-3, 4-4, 7-1, 8-3, 8-4, 8-6,
DIN EN 1090	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken	4-1, 5-1, 6-6, 6-11
DIN EN 1090-1	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile	4-1, 6-9
DIN EN 1090-2	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken	1-2, 4-1, 4-2, 4-3, 6-6, 6-8, 6-9, 6-10, 6-11, 8-3, 8-6

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 1090-3	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken	1-2, 6-9, 8-3
DIN EN 1097-6	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme	3-1
DIN EN 1109	Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen für Dachabdichtungen – Bestimmung des Kaltbiegeverhaltens	6-1
DIN EN 1110	Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen für Dachabdichtungen – Bestimmung der Wärmestandfestigkeit bei erhöhter Temperatur	6-1
DIN EN 1123	Rohre und Formstücke aus längsnahtgeschweißtem, feuerverzinktem Stahlrohr mit Steckmuffe für Abwasserleitungen	7-1
DIN 1164-10	Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften	3-1
DIN 1164-11	Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 11: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit verkürztem Erstarren	3-1, 3-4
DIN V 1201	Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton für Abwasserleitungen und -kanäle – Typ 1 und Typ 2 – Anforderungen, Prüfung und Bewertung der Konformität	7-1
DIN 1229	Einheitsgewichte für Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen	6-10, 7-1,
DIN EN 1253	Abläufe für Gebäude	6-10
DIN EN ISO 1302	Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation	8-6
DIN EN 1317-1	Rückhaltesysteme an Straßen – Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren	6-9
DIN EN 1317-2	Rückhaltesysteme an Straßen – Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen und Fahrzeugbrüstungen	6-9
DIN EN 1317-3	Rückhaltesysteme an Straßen – Teil 3: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anpralldämpfer	6-9
DIN V ENV 1317-4	Rückhaltesysteme an Straßen – Teil 4: Leistungsklassen, Abnahmekriterien und Anprallprüfungen für Übergangskonstruktionen von Schutzeinrichtungen	6-9
DIN EN 1317-5	Rückhaltesysteme an Straßen – Teil 5: Anforderungen an die Produkte, Konformitätsverfahren und -bewertung für Fahrzeugrückhaltesysteme	6-9
DIN EN 1337	Lager im Bauwesen	6-8
DIN EN 1337-1	Lager im Bauwesen – Teil 1: Allgemeine Regelungen	4-3, 6-8
DIN EN 1337-2	Lager im Bauwesen – Teil 2: Gleitteile	6-8
DIN EN 1337-3	Lager im Bauwesen – Teil 3: Elastomerlager	6-8
DIN EN 1337-5	Lager im Bauwesen – Teil 5: Topflager	6-8

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 1337-7	Lager im Bauwesen – Teil 7: Kalotten- und Zylinderlager mit PTFE	6-8
DIN EN 1337-8	Lager im Bauwesen – Teil 8: Führungslager und Festhaltekonstruktionen	6-8
DIN EN 1367-6	Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 6: Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel in der Gegenwart von Salz (NaCl)	3-1
DIN EN 1396	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Bandbeschichtete Bleche und Bänder für allgemeine Anwendungen – Spezifikationen	6-9
DIN EN 1401-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem	7-1
DIN EN 1427	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Erweichungspunktes – Ring- und Kugel-Verfahren	6-1, 6-2
DIN EN 1433	Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen – Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Beurteilung der Konformität	7-1
DIN EN 1435	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen	4-1
DIN 1451-4	Schriften; Serifenlose Linear-Antiqua; Schablonenschrift für Gravieren und andere Verfahren	6-8
DIN EN ISO 1461	Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen	4-3, 4-5, 6-9, 8-2, 8-3
DIN EN 1504	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität	3-4
DIN EN 1504-5	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 5: Injektion von Betonbauteilen	3-5
DIN EN 1536	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle	2-1, 2-2
DIN EN 1537	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker	1-2, 2-1, 7-1
DIN EN 1538	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Schlitzwände	2-1, 8-2
DIN EN 1561	Gießereiwesen – Gusseisen mit Lamellengraphit	6-10
DIN EN 1563	Gießereiwesen – Gusseisen mit Kugelgraphit	6-10
DIN EN 1610	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen	6-10, 8-4
DIN EN 1542	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch	1-3, 3-4
DIN EN 1706	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gussstücke – Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften	7-4



## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 1848-1	Abdichtungsbahnen – Bestimmung der Länge, Breite und Geradheit – Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen	6-1
DIN EN 1849-1	Abdichtungsbahnen – Bestimmung der Dicke und flächenbezogenen Masse – Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen	6-1
DIN EN 1852-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen (PP) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem	7-1
DIN 1910-3	Schweißen, Teil 3: Schweißen von Kunststoffen; Verfahren	3-3
DIN 1961	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen	1-1, 4-3, 6-5, 7-5
DIN EN 1990	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung	1-2, 2-1, 2-2, 6-6, 6-8, 8-5, 7-1, 7-2, 8-6
DIN EN 1991	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke	1-2, 2-2, 6-6, 8-4, 8-6
DIN EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	8-3, 8-6, 8-5
DIN EN 1991-1-3	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten	5-1, 5-3, 8-3
DIN EN 1991-1-4	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten	5-3, 8-3, 8-6
DIN EN 1991-1-5	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen	8-6
DIN EN 1991-1-6	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	8-5
DIN EN 1991-1-7	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen	8-6
DIN EN 1991-2	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken	1-2, 2-1, 2-2, 4-1, 7-1, 7-2, 7-3, 6-6, 6-8, 6-9, 8-2, 8-4, 8-5, 8-6
DIN EN 1992	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken	2-2, 3-1, 6-6
DIN EN 1992-1-1	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau	2-1, 3-2
DIN EN 1992-1-2	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall	2-1, 7-2
DIN EN 1992-2	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln	1-2, 2-2, 3-1, 3-2, 4-2, 7-1, 7-2, 7-3, 6-8, 6-9, 6-11, 8-2, 8-4, 8-6
DIN EN 1993	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten	2-2, 4-1, 6-6

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 1993-1	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1 bis Teil 1-12	2-1, 4-1
DIN EN 1993-1-1	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau	4-1, 5-1, 6-9
DIN EN 1993-1-5	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile	8-3
DIN EN 1993-1-8	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen	6-6, 6-9
DIN EN 1993-1-9	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung	8-3
DIN EN 1993-1-10	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung	6-6, 6-8, 8-3
DIN EN 1993-1-11	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-11: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit Zuggliedern aus Stahl	4-4
DIN EN 1993-2	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 2: Stahlbrücken	4-1, 6-6, 6-7, 6-8, 6-9, 6-10, 6-11, 8-2, 8-6
DIN EN 1994	Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton	6-6
DIN EN 1993-5	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 5: Pfähle und Spundwände	2-1, 2-2
DIN EN 1994-2	Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton – Teil 2: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für Brücken	3-2, 4-2, 6-8, 6-9
DIN EN 1995-1-1	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau	2-1
DIN EN 1995-1-2	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall	2-1
DIN 1996-13	Prüfung von Asphalt; Eindringversuch mit ebenem Stempel	6-1
DIN EN 1997-1	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln	5-1, 8-3
DIN EN 1997-1	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Ausgabe 2009-09	2-1, 2-2, 2-3, 7-1, 7-2, 7-3, 8-2, 8-5
DIN EN 1997-2	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds	2-1, 2-2, 2-3, 7-1, 7-2, 8,2, 8-4
DIN EN 1998	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben	1-2
DIN EN 1999-1-1	Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	6-9, 8-3
DIN EN 1999-1-4	Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln	8-3

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN ISO 2063	Thermisches Spritzen – Metallische und andere anorganische Schichten – Zink, Aluminium und ihre Legierungen	4-3, 4-5
DIN EN ISO 2063-1	Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen – Teil 1: Bauteilgestaltung und Qualitätsanforderungen für Korrosionsschutzsysteme	4-3
DIN EN ISO 2063-2	Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen – Teil 2: Ausführung von Korrosionsschutzsystemen	4-3
DIN EN ISO 2178	Nichtmetallische Überzüge auf magnetischen Grundmetallen – Messen der Schichtdicke – Magnetverfahren	4-5
DIN EN ISO 2409	Lacke und Anstrichstoffe – Gitterschnittprüfung	4-3
DIN EN ISO 2431	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Auslaufzeit mit Auslaufbechern	4-3
DIN EN ISO 2808	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Schichtdicke	4-3, 4-5
DIN EN ISO 2813	Beschichtungsstoffe – Bestimmung des Reflektometerwertes von Beschichtungen (außer Metallic-Beschichtungen) unter 20°, 60° und 85°	7-1
DIN EN ISO 3098	Technische Produktdokumentation – Schriften	1-2
DIN EN ISO 3451-1	Kunststoffe – Bestimmung der Asche – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3451-1:2008)	6-1
DIN EN ISO 3506	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nicht rostenden Stählen	3-7, 4-1, 7-1, 7-3, 6-9, 6-10, 6-11, 8-3, 8-6
DIN EN ISO 3506-1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nicht rostenden Stählen – Teil 1: Schrauben	6-6
DIN EN ISO 3766	Zeichnungen für das Bauwesen – Vereinfachte Darstellung von Bewehrungen	1-2
DIN EN ISO 4017	Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf – Produktklassen A und B	6-9
DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke; Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2	2-1, 2-2, 2-3, 5-1, 7-1, 7-2, 8-2, 8-5
DIN 4023	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen	1-2
DIN 4030	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase	7-1, 7-2, 7-3, 7-5
DIN 4030-1	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte	8-2
DIN EN ISO 4032	Sechskantmuttern, Typ 1 – Produktklassen A und B	6-9
SN EN ISO 4066	Zeichnungen für das Bauwesen – Stabliste	1-2
DIN 4084	Baugrund; Gelände- und Böschungsbruchberechnungen	2-1
DIN 4085	Baugrund; Berechnung des Erddrucks	2-1, 7-2
DIN 4093	Bemessung von verfestigten Bodenkörpern – Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren	2-1, 2-2
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen	7-1, 7-2, 8-4
DIN 4102-2	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen	3-1

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN 4102-12	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen; Anforderungen und Prüfungen	7-4
DIN 4107	Geotechnische Messungen	1-2
DIN 4113-1/A1	Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung mit Änderung A1	7-4
DIN 4123	Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude	2-1, 2-2
DIN 4124	Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumweiten	1-2, 2-1
DIN 4126	Nachweis der Standsicherheit von Schlitzwänden	2-1, 7-3
DIN 4127	Erd- und Grundbau; Prüfverfahren für Stützflüssigkeiten im Schlitzwandbau und für deren Ausgangsstoffe	2-1
DIN 4141-13	Lager im Bauwesen – Teil 13: Führungslager und Festhalterkonstruktionen – Bemessung und Herstellung	6-8
DIN 4150-1	Erschütterungen im Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen	2-1
DIN 4150-2	Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	2-1
DIN 4150-3	Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen	2-1
DIN 4235	Verdichten von Beton durch Rütteln	7-1
DIN 4262-1	Rohre und Formstücke für die unterirdische Entwässerung im Verkehrswege- und Tiefbau – Teil 1: Rohre, Formstücke und deren Verbindungen aus PVC-U, PP und PE	7-1
DIN 4421	Traggerüste; Berechnung, Konstruktion und Ausführung	1-2
DIN EN ISO 4624	Beschichtungsstoffe – Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit	4-3
DIN EN ISO 5457	Technische Produktdokumentation – Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken	1-2
DIN EN ISO 5817	Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten	4-1, 8-3
DIN EN ISO 4762	Zylinderschrauben mit Innensechskant	6-8
DIN 5401	Wälzlager – Kugeln für Wälzlager und allgemeinen Industriebedarf	6-2, 6-5
DIN ISO 6428	Technische Zeichnungen – Anforderungen für die Mikroverfilmung	1-2
DIN EN ISO 7040	Sechskantmuttern mit Klemmteil [mit nichtmetallischem Einsatz] – Festigkeitsklassen 5, 8 und 10	6-11
DIN EN ISO 7042	Hohe Sechskantmuttern mit Klemmteil [Ganzmetallmuttern] – Festigkeitsklassen 5, 8, 10 und 12	6-11
DIN EN ISO 7090	Flache Scheiben mit Fase – Normale Reihe, Produktklasse A	6-9
DIN EN ISO 7719	Sechskantmuttern mit Klemmteil [Ganzmetallmuttern] – Festigkeitsklassen 5, 8, und 10	6-11

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN 7865-1	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 1: Form und Maße	3-3
DIN 7865-2	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 2: Werkstoff-Anforderungen und Prüfung	3-3
DIN 8061	Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid – Allgemeine Qualitätsanforderungen	7-1
DIN 8062	Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U, PVC-H) – Maße	7-1
DIN 8074	Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Maße	7-1
DIN 8075	Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen	7-1
DIN 8077	Rohre aus Polypropylen (PP) - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT – Maße	7-1
DIN 8078	Rohre aus Polypropylen (PP) - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung	7-1
DIN EN ISO 8501-1	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen	4-3
DIN EN ISO 8502-3	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 3: Beurteilung von Staub auf für das Beschichten vorbereiteten Stahloberflächen (Klebeband-Verfahren)	4-3
DIN EN ISO 8502-4	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 4: Anleitung zum Abschätzen der Wahrscheinlichkeit von Taubildung vor dem Beschichten	4-3
DIN EN ISO 8502-5	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit – Teil 5: Messung von Chloriden auf vorbereiteten Stahloberflächen (Verfahren zum Ionennachweis mit Prüfröhrchen)	4-3
DIN EN ISO 8503-1	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen – Teil 1: Anforderungen und Begriffe für ISO-Rauheitsvergleichsmuster zur Beurteilung gestrahlter Oberflächen	4-3
DIN EN ISO 8503-2	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen – Teil 2: Verfahren zur Prüfung der Rauheit von gestrahltem Stahl; Vergleichsmusterverfahren	4-3
DIN EN ISO 9609-1	Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen – Teil 1: Stähle	4-1
DIN EN ISO 9712	Zerstörungsfreie Prüfung – Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung	4-1

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen	6-6, 6-9, 6-10, 6-11, 7-1, 8-5
DIN EN 10025-1	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen	4-1
DIN EN 10025-2	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle	4-1, 8-3
DIN EN 10025-3	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle	4-1
DIN EN 10025-4	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle	4-1
DIN EN 10025-5	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 5: Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle	4-1
DIN EN ISO 10042	Schweißen – Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten	8-3
DIN EN 10088	Nichtrostende Stähle	4-3, 7-1, 7-3, 6-6, 6-7, 6-9, 6-10, 6-11
DIN EN 10088-1	Nichtrostende Stähle – Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle	3-7, 8-6
DIN EN 10088-2	Nichtrostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung	3-7, 6-1, 8-6
DIN EN 10088-3	Nichtrostende Stähle – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht und Profile für allgemeine Verwendung	3-7, 8-6
DIN EN 10149-2	Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte Stähle	8-5
DIN EN 10204	Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen	3-4, 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 7-4, 6-6, 6-9, 8-3, 8-5, 8-6
DIN EN 10210	Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen	4-1, 8-3
DIN EN 10219	Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen	4-1, 8-3
DIN EN 10220	Nahtlose und geschweißte Stahlrohre; Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse	6-9
DIN EN 10248-1	Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen	2-1, 2-2
DIN EN 10248-2	Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen – Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen	2-1, 2-2, 8-2
DIN EN ISO 10511	Niedrige Sechskantmuttern mit Klemmteil [mit nichtmetallischem Einsatz]	6-11
DIN EN ISO 10684	Verbindungselemente – Feuerverzinkung	4-3, 6-9, 8-5

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN ISO 11124	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Anforderungen an metallische Strahlmittel	4-3
DIN EN ISO 11126	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Anforderungen an nichtmetallische Strahlmittel	4-3, 6-4, 6-5
DIN EN ISO 11998	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Nassabriebbeständigkeit und der Reinigungsfähigkeit von Beschichtungen	7-1
DIN EN 12063	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Spundwandkonstruktionen	2-1, 2-2
DIN EN 12110	Tunnelbaumaschinen – Druckluftschleusen – Sicherheits-technische Anforderungen	7-3
DIN EN 12311-1	Abdichtungsbahnen – Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen; Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens	6-1
DIN EN 12350-7	Prüfung von Frischbeton – Teil 7: Luftgehalt – Druckverfahren	7-1
DIN EN 12385-4	Drahtseile aus Stahldraht – Sicherheit – Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke	6-9
DIN EN 12390-2	Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen	3-1
DIN EN 12390-6	Prüfung von Festbeton – Teil 6: Spaltzugfestigkeit von Probekörpern	3-1
DIN EN 12390-8	Prüfung von Festbeton – Teil 8: Wassereindringtiefe unter Druck	3-1, 8-4
DIN CEN/TS 12390-9	Prüfung von Festbeton – Teil 9: Frost- und Frost-Tausalzwiderstand – Abwitterung	3-1
DIN EN 12390-13	Prüfung von Festbeton – Teil 13: Bestimmung des Elastizitätsmoduls unter Druckbelastung (Sekantenmodul)	4-2
DIN EN 12445	Tore – Nutzungssicherheit kraftbetätigter Tore – Prüfverfahren	8-6
DIN EN 12453	Tore – Nutzungssicherheit kraftbetätigter Tore – Anforderungen und Prüfverfahren	8-6
DIN EN 12487	Korrosionsschutz von Metallen – Gespülte und no-rinse Chromatierüberzüge auf Aluminium und Aluminiumlegierungen	6-9
DIN EN 12591	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an Straßenbaubitumen	6-4
DIN EN 12593	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Brechpunktes nach Fraaß	6-1, 6-2
DIN EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton	3-1
DIN EN 12666	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polyethylen (PE)	7-1
DIN EN 12697-1	Abdichtungsbahnen – Teil 1: Bitumenbahnen für Dachabdichtungen; Bestimmung des Zug-Dehnungsverhaltens	6-1
DIN EN 12699	Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle	2-2
DIN EN 12715	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Injektionen	2-2

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 12716	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Düsenstrahlverfahren (Hochdruckinjektion, Hochdruckbodenvermörtelung, Jetting)	2-2
DIN EN 12794	Betonfertigteile – Gründungspfähle	2-2
DIN EN 12811-1	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Teil 1: Arbeitsgerüste – Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung	4-1
DIN EN 12811-2	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Teil 2: Informationen zu den Werkstoffen	4-1
DIN EN 12811-3	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke - Teil 3: Versuche zum Tragverhalten	5-1
DIN EN 12812	Traggerüste – Anforderungen, Bemessung und Entwurf; Deutsche Fassung EN 12812:2008	1-2, 7-1, 5-1
DIN EN ISO 12944	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme	4-3
DIN EN ISO 12944-2	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen	4-3, 4-5
DIN EN ISO 12944-3	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung	4-1, 4-5, 6-9
DIN EN ISO 12944-4	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung	3-4, 4-5, 6-1, 6-2, 6-4, 6-5
DIN EN ISO 12944-5	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 5: Beschichtungssysteme	4-3
DIN EN ISO 12944-6	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen	6-9
DIN EN ISO 12944-7	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten	4-3, 4-5
DIN EN 13055-1	Leichtzuschläge – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel	3-1
DIN EN 13162	Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation	7-2
DIN 13201-1	Straßenbeleuchtung – Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen	8-6
DIN EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Straßenbau	8-2
DIN EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten	7-1
DIN EN 13596	Abdichtungsbahnen – Abdichtungssysteme auf Beton für Brücken und andere Verkehrsflächen – Bestimmung der Abreißfestigkeit	6-1
DIN EN 13632	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Visualisierung der Polymerverteilung in polymermodifiziertem Bitumen	6-1



## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 13670	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung	3-2, 3-3, 6-11
DIN EN 13782	Fliegende Bauten – Zelte – Sicherheit	5-3
DIN EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze	8-6
DIN EN ISO 13918	Schweißen – Bolzen und Keramikringe für das Lichtbogenbolzenschweißen	4-2
DIN EN 14199	Ausführungen von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)	2-1, 2-2
DIN EN 14475	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Bewehrte Schüttkörper	8-2
DIN EN 14487	Spritzbeton	3-4, 7-1
DIN EN 14487-1	Spritzbeton – Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität	2-1
DIN EN 14487-2	Spritzbeton – Teil 2: Ausführung	2-1
DIN EN 14490	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bodenvernagelung	2-1
DIN EN ISO 14555	Schweißen – Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen	4-2
DIN EN 14695	Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen mit Trägereinlage für Abdichtungen von Betonbrücken und andere Verkehrsflächen aus Beton – Definitionen und Eigenschaften	6-1
DIN EN ISO 14713-1	Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit	4-3
DIN EN ISO 14713-2	Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 2: Feuerverzinken	6-9
DIN EN ISO 14731	Schweißaufsicht – Aufgaben und Verantwortung	2-2, 4-1, 6-6
DIN EN ISO 14732	Schweißpersonal – Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen	4-1, 4-2
DIN EN 14889-2	Fasern für Beton – Teil 2: Polymerfasern – Begriffe, Festlegungen und Konformität	3-1, 7-1
DIN EN ISO 15609	Anforderungen und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe	4-1
DIN EN ISO 16191	Tunnelbaumaschine – Sicherheitstechnische Anforderungen	7-3
DIN EN ISO 16276-1	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Beurteilung der Adhäsion/Kohäsion (Haftfestigkeit) einer Beschichtung und Kriterien für deren Annahme – Teil 1: Abreißversuch	4-3
DIN EN ISO 16276-2	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Beurteilung der Adhäsion/Kohäsion (Haftfestigkeit) einer Beschichtung und Kriterien für deren Annahme – Teil 2: Gitterschnitt- und Kreuzschnittprüfung	4-3

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN 16868-1	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) – Teil 1: Gewickelt, gefüllt; Maße	6-10
DIN 16868-2	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) – Teil 2: Gewickelt, gefüllt; Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung	6-10
DIN 16869-1	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt – Teil 1: Maße	6-10
DIN 16869-2	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt – Teil 2: Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung	6-10
DIN 16874	Rohre aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für die erdverlegte Telekommunikation – Maße und technische Lieferbedingungen	7-1
DIN 16876	Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für erdverlegte Kabelschutzrohrleitungen – Maße und technische Lieferbedingungen	7-1
DIN 17611	Anodisch oxidierte Erzeugnisse aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen – Technische Lieferbedingungen	7-4, 6-9
DIN EN ISO 17635	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe	4-1
DIN EN ISO 17660	Schweißen – Schweißen von Betonstahl	6-6
DIN V 18004	Anwendungen von Bauprodukten in Bauwerken – Prüfverfahren für Gesteinskörnungen nach DIN V 20000-103 und DIN V 20000-104	3-1
DIN 18134	Baugrund – Versuche und Versuchsgeräte – Plattendruckversuch	8-5
DIN SPEC 18140	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle	2-1, 2-2
DIN 18192	Verfestigtes Polyestervlies als Einlage für Bitumen- und Polymerbitumenbahnen – Begriff, Bezeichnung, Anforderungen, Prüfung	6-1
DIN 18196	Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke	8-5
DIN 18197	Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern	3-3
DIN 18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte; Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten	1-1, 6-4
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau – Bauwerke	8-4
DIN 18218	Frischbetondruck auf lotrechten Schalungen	7-1
DIN 18299	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen	1-1
DIN 18312	VOB Vergabe – und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Untertagebauarbeiten	7-1, 7-3
DIN 18335	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Stahlbauarbeiten	4-1

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN 18459	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Abbruch- und Rückbauarbeiten	3-6
DIN SPEC 18537	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1537:2001-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker	2-1, 2-2
DIN SPEC 18539	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)	2-1, 2-2
DIN 18551	Spritzbeton – Nationale Anwendungsregeln zur Reihe DIN EN 14487 und Regeln für die Bemessung von Spritzbetonkonstruktionen	2-1, 3-4, 7-1
DIN 18555	Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln	3-4
DIN V 18580	Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften	3-7
DIN 19052-1	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 1: Mikrofilm 35 mm, Maße	1-2
DIN 19052-2	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 2: Mikrofilm 35 mm, Aufnahmetechnik	1-2
DIN 19052-3	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 3: Mikrofilm 35 mm, Verkleinerungs- und Vergrößerungsfaktoren	1-2
DIN 19052-4	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 4: Aufnahme in Teilen auf Mikrofilm 35 mm	1-2
DIN 19052-6	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 6: Mikrofilm 35 mm, Mindestanforderungen an Vergrößerungen	1-2
DIN 19053	Mikrofilmkarte für Film 35 mm	1-2
DIN 19522	Gusseiserne Abflussrohre und Formstücke ohne Muffe (SML)	6-10, 7-1,
DIN 19537	Rohre, Formstücke und Schächte aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für Abwasserkanäle und -leitungen; Fertigschächte; Maße, Technische Lieferbedingungen	7-1
DIN 19580	Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen – Dauerhaftigkeit, Einheitsgewicht und Bewertung der Konformität	7-1
DIN 19704	Stahlwasserbauten	8-6
DIN 19704-1	Stahlwasserbauten – Teil 1: Berechnungsgrundlagen	8-6
DIN 19704-2	Stahlwasserbauten – Teil 2: Bauliche Durchbildung und Herstellung	8-6
DIN V 20000-104	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 104: Leichte Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1	3-4
DIN/TS 20000-202	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 202: Anwendungsdokument für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung als Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken	6-1
DIN 21521-1	Gebirgsanker für den Bergbau und den Tunnelbau; Begriffe	7-1
DIN 21521-2	Gebirgsanker für den Bergbau und den Tunnelbau: Allgemeine Anforderungen für Gebirgsanker aus Stahl; Prüfungen, Prüfverfahren	7-1

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN 21530	Ausbau für den Bergbau	7-1
DIN EN 22063	Metallische und andere anorganische Schichten – Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen	4-3, 8-3
DIN 24537	Roste als Bodenbelag	8-3, 8-6
DIN EN ISO 24624	Lacke und Anstrichstoffe; Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfähigkeit	6-4, 6-5
DIN 30673-3	Umhüllung von Rohren aus duktilem Gusseisen – Teil 3: Zink-Überzug mit Deckbeschichtung	4-3
DIN 32539	Flammstrahlen von Stahl- und Betonoberflächen	3-4, 4-3
DIN SPEC PAS 35236	Qualifizierung von Schweißaufsichtspersonal	4-1
DIN 40050	Straßenfahrzeuge: IP-Schutzarten; Schutz gegen Fremdkörper, Wasser und Berühren; Elektrische Ausrüstung	7-4
DIN 50014	Normalklimate für Vorbehandlung und/oder Prüfung – Festlegungen	3-1
DIN 50933	Messung von Schichtdicken – Messung der Dicke von Schichten durch Differenzmessung mit einem Taster	3-4
DIN 50939	Korrosionsschutz – Chromatieren von Aluminium – Verfahrensgrundsätze und Prüfverfahren	4-3, 7-4
DIN 50982-3	Messung von Schichtdicken – Allgemeine Arbeitsgrundlagen; Auswahl der Verfahren und Durchführung der Messung	6-4, 6-5
DIN 50986	Messung von Schichtdicken – Keilschnitt-Verfahren zur Messung der Dicke von Anstrichen und ähnlichen Schichten	3-4, 4-3
DIN 51043	Trass – Anforderungen, Prüfung	3-1
DIN 51220	Werkstoffprüfmaschinen – Allgemeines zu Anforderungen an Werkstoffprüfmaschinen und zu deren Prüfung und Kalibrierung	1-3
DIN 52170	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton	3-4
DIN 55634	Beschichtungsstoffe und Überzüge – Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen aus Stahl	4-3
DIN 55670	Beschichtungsstoffe – Prüfung von Beschichtungen auf Poren und Risse mit Hochspannung	6-1
DIN/TR 55684	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen – Prüfung von Oberflächen auf visuell nicht feststellbare Verunreinigungen vor dem Beschichten	4-3
DIN EN 60204-1	VDE 0113-1; Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1 modifiziert)	8-6
DIN EN 60529	VDE 0470-1; Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529 + A1)	8-6
DIN EN 60695-2-11	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht; Prüfungen mit dem Glühdraht zur Endzündbarkeit von Enderzeugnissen (IEC 60695-2-11)	7-4
DIN EN 60695-11-10/A1	VDE 0471-11-10, Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal (IEC 60695-11-10 + A1)	7-4

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 60695-11-20/A1	VDE 0471-11-20, Prüfungen zur Beurteilung der Brand gefahr – Teil 11-20: Prüfflammen – Prüfverfahren mit einer 500-W-Prüfflamme (IEC 60695-11-20 + A1)	7-4
DIN EN 60848	GRAF CET – Spezifikationsprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung (IEC 60848)	8-6
DIN EN 60896-11	Ortsfeste Blei-Akkumulatoren – Teil 11: Geschlossene Batterien; Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (IEC 60896-11)	8-6
DIN EN 62061	VDE 0113-50; Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061)	8-6
DIN EN 62305	Blitzschutz	8-4
DIN 67524-2	Beleuchtung von Straßentunnels und Unterführungen – Teil 2: Berechnung und Messung	7-4
DIN VDE 0100-510	VDE 0100.510; Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen (IEC 60364-5-51 modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-51	8-6
EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau	8-2
EN 14695	Flexible sheets for waterproofing – Reinforced bitumen sheets for waterproofing of concrete bridge decks and other trafficked areas of concrete – Definitions and characteristics	6-1
prEN 14490	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Bodenvernagelung	2-1
ISO 3231	Lacke und Anstrichstoffe; Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchte, Schwefeldioxid enthaltende Atmosphären	6-9
ISO 8501-1	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen; Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach gänzlichem Entfernen vorhandener Beschichtungen	6-5
ISO 9969	Rohre aus Thermoplasten; Bestimmung der Ringsteifigkeit	7-1

## 2 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
ZTV Asphalt-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt [FGSV-Nr. 799] <sup>4)</sup>	6-1, 6-2, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7
ZTV BEA-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweisen [FGSV-Nr. 798] <sup>4)</sup>	6-1
ZTV-Lsw	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen <sup>3), 4)</sup>	8-1
	Merkblatt über Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen <sup>4)</sup>	8-1
ZTV-W (LB 218)	Zusätzliche Technische Vorschriften – Wasserbau für Korrosionsschutz im Stahlwasserbau <sup>17)</sup>	4-3, 8-2
ZTV-SA	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten von Arbeitsstellen an Straßen <sup>3), 4)</sup>	5-1, 8-3
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau <sup>4)</sup>	2-1, 2-2, 7-3, 7-5, 8-2, 8-5,
ZTV-BEL-B 3	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton – Teil 3: Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff <sup>4)</sup>	6-3
ZTV Fug-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen [FGSV-Nr. 987/1] <sup>4)</sup>	6-1, 6-2, 6-4
ZTV-SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau <sup>4)</sup>	7-1
ZTV Beton-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton <sup>4)</sup>	6-2
ZTV-FRS	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme <sup>4)</sup>	6-9

### 3 Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
TL AGS-Beton	Technische Lieferbedingungen für Anti-Graffiti-Systeme auf Beton <sup>22)</sup>	3-2
TP AGS-Beton	Technische Prüfvorschriften für Anti-Graffiti-Systeme auf Beton <sup>22)</sup>	3-2
TL/TP DP	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Dichtungsprofile <sup>22)</sup>	7-3
TL/TP KDB	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Kunststoffdichtungsbahnen und zugehörige Profilbänder <sup>22)</sup>	7-5
TL/TP SD	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Schutz- und Dränschichten aus Geokunststoffen <sup>22)</sup>	7-5
TL BEL-B-1	Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus einer Polymerbitumen-Schweißbahn zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton [FGSV-Nr. 783/2/3] <sup>4)</sup>	6-1
TP BEL-B-1	Technische Prüfvorschriften für die Dichtungsschicht aus einer Polymerbitumen-Schweißbahn zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton [FGSV-Nr. 783/2/3] <sup>4)</sup>	6-1, 6-7
TL BEL-B 2	Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton <sup>4)</sup>	6-2
TP BEL-B 2	Technische Prüfvorschriften für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton <sup>4)</sup>	6-2
TL BEL-B 3	Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton aus Flüssigkunststoff <sup>4)</sup>	6-3
TP BEL-B 3	Technische Prüfvorschriften für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton aus Flüssigkunststoff <sup>4)</sup>	6-3
TL BEL-EP	Technische Lieferbedingungen für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton [FGSV-Nr. 778/1] <sup>4)</sup>	6-1, 5-2, 6-7
TP BEL-EP	Technische Prüfvorschriften für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton [FGSV-Nr. 778/2] <sup>4)</sup>	6-1, 6-2
TL BEL-ST	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe der Dichtungssysteme für Brückenbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	4-3, 6-4
TP BEL-ST	Technische Prüfvorschriften für die Prüfung der Dichtungssysteme für Brückenbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	6-4
TL RHD-ST	Technische Lieferbedingungen für die Baustoffe der reaktionsharzgebundenen Dünnbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	4-3, 6-5
TP RHD-ST	Technische Prüfvorschriften für die Prüfung der reaktionsharzgebundenen Dünnbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	6-5
TL/TP FÜ	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Fahrbahnübergänge aus Stahl und aus Elastomer von Straßen- und Wegbrücken <sup>22)</sup>	6-6

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
TL BEL-FÜ	Technische Lieferbedingungen für die Baustoffe zur Herstellung von Fahrbahnübergängen aus Asphalt <sup>4)</sup>	6-7
TP BEL-FÜ	Technische Prüfvorschriften für die Baustoffe zur Herstellung von Fahrbahnübergängen aus Asphalt <sup>4)</sup>	6-7
TL-KOR-Stahlbauten	Technische Lieferbedingungen für Beschichtungsmaterialien für den Korrosionsschutz von Stahlbauten <sup>3)</sup>	4-3
TP-KOR-Stahlbauten	Technische Prüfvorschriften für Beschichtungsmaterialien für den Korrosionsschutz von Stahlbauten <sup>3)</sup>	4-3
TL/TP VVS	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfbedingungen für vollverschlossene Brückenseile	4-4, 4-5
TLKOR-VVS	Technische Lieferbedingungen für Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe für den Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen	4-3, 4-5
TP KOR-VVS	Technische Prüfbedingungen für Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe für den Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen	4-3, 4-5
TL/TP TTT	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Türen und Tore in Straßentunneln	7-1
TL Asphalt-StB	Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen <sup>4)</sup>	6-1
TL Bitumen-StB	Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen <sup>4)</sup>	6-1
TL Fug-StB	Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen <sup>4)</sup>	6-1, 6-2, 6-4
TL Min-StB	Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau <sup>4)</sup>	6-5
TL Gestein-StB	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau <sup>4)</sup>	6-1, 6-2, 6-4, 6-7
TL Geok E-StB	Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaues <sup>4)</sup>	8-2
TL NBM-StB	Technische Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel <sup>4)</sup>	3-2
TLP FRS	Technische Liefer- und Prüfbedingungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme <sup>4)</sup>	6-9
TL 918 300	Technische Lieferbedingungen Anstrich und ähnliches Beschichtungsmaterial vorwiegend für Stahlbauten (nicht mehr verfügbar)	4-3
RG Min-StB	Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau <sup>4)</sup>	6-5
TP Asphalt-StB, Teil 20	Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 20: Eindringtiefe an Gussasphaltwürfeln <sup>4)</sup>	6-1
TP Asphalt-StB, Teil 25 A 1	Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 25 A 1: Dynamischer Stempeleindringversuch an Gussasphalt bei Wärme <sup>4)</sup>	6-1
TP Asphalt-StB, Teil 25 B 1	Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 25 A 1: Einaxialer Druck-Schwellversuch – Bestimmung des Verformungsverhaltens von Walzasphalt bei Wärme <sup>4)</sup>	6-1
TP Asphalt-StB, Teil 46 A	Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 46A: Kälteeigenschaften: Einaxialer Zugversuch und Abkühlversuch <sup>4)</sup>	6-1



## 4 Sonstige Technische Regelwerke

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
DIN-Fachbericht 100	DIN-Fachbericht „Beton“ <sup>1)</sup>	1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-4, 7-1, 7-2, 6-11, 8-2, 8-6
RABT	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln <sup>4)</sup>	7-4, 8-4, 8-6
RE-ING	Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauten <sup>22)</sup>	8-5
BEM-ING, Teil 2	Regelungen und Richtlinien für die Berechnung und Bemessung von Ingenieurbauten (BEM-ING) – Teil 2: Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand <sup>22)</sup>	3-6
RPS	Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesysteme <sup>4)</sup>	6-9, 8-3, 8-4
RAA	Richtlinien für die Anlage von Autobahnen <sup>4)</sup>	6-9, 8-3
RAL	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen <sup>4)</sup>	6-9, 8-3
RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen <sup>4)</sup>	6-9, 8-3
RStO	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen <sup>4)</sup>	6-1, 6-2
RI-BWD-TU	Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln <sup>22)</sup>	7-1, 7-2
RI-EBW-PRÜF	Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 <sup>22)</sup>	3-4, 6-6, 8-4
RI-ERH-KOR	Richtlinien für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten <sup>22)</sup>	4-3
RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßen; Teil Entwässerung <sup>4)</sup>	6-10, 8-4
RI-EDV-AP	Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise <sup>7)</sup>	1-2
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten <sup>4)</sup>	7-1, 7-2, 8-4
RiZ-ING	Richtzeichnungen für Ingenieurbauten <sup>22)</sup>	6-2, 6-9, 6-10, 8-6
ASB-ING	Anweisung Straßeninformationsbank – Teilsystem Bauwerksdaten <sup>22)</sup>	7-1
	Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke <sup>4)</sup>	2-1, 2-2, 7-2, 8-2
EAB	Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ <sup>21)</sup>	2-1, 2-2, 7-2, 8-2
DWA-A 138	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser <sup>20)</sup>	2-3
VA 918 490	Verfahrensanleitung „Zertifizierung von Schweißzusätzen und Schweißhilfsstoffen für das Verbindungs- und Auftragschweißen an metallischen Werkstoffen durch DB Systemtechnik“	4-1
DWA-M 176	Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung <sup>20)</sup>	8-4
ATV-DVWK-A 134	Planung und Bau von Abwasserpumpenanlagen <sup>20)</sup>	8-4
ATV-DVWK-A 157	Bauwerke der Kanalisation <sup>20)</sup>	8-4

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
EA-Pfähle	Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ <sup>21)</sup>	2-2
EBGEO	Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen <sup>21)</sup>	8-2
	Merkblatt „Sichtbeton“ des Deutschen Beton- und Bau- technik-Verein e. V. (DBV)	3-2
	Merkblatt "Stahlfaserbeton" des Deutschen Beton- und Bau- technik-Verein e. V. (DBV) <sup>23)</sup>	7-1
MES 93	Merkblatt zur Entnahme repräsentativer Strahlschutt- proben <sup>16)</sup>	4-3
MFB 14	Merkblatt Frischbetonprüfungen – Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton (DBV) <sup>23)</sup>	3-1
M-Geok E	Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erd- bau des Straßenbaues <sup>4)</sup>	8-2
	DAfStb-Richtlinie: Vorbeugende Maßnahmen gegen schädi- gende Alkalireaktion im Beton <sup>9)</sup>	3-1
	DAfStb: „Regelungen zur Vermeidung von Schäden durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion in Beton“ <sup>13)</sup>	3-1
	DAfStb-Richtlinie: Massige Bauteile aus Beton <sup>9)</sup>	3-1
	DAfStb-Richtlinie: Schutz und Instandsetzung von Betonbau- teilen <sup>9)</sup>	8-6
	DAfStb-Richtlinie: Herstellung und Verwendung von zement- gebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel <sup>9)</sup>	6-8, 6-11
	Richtlinie zur Überwachung des Herstellers und Einpressens von Zementmörtel in Spannkäme: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) <sup>10)</sup>	3-2
Heft B73	Brand- und Abplatzverhalten von Faserbeton in Straßen- tunneln (Schriftenreihe der BAST) <sup>18)</sup>	3-1
	Empfehlungen zur Berechnung von Tunneln im Locker- gestein der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) <sup>5)</sup>	7-3
Heft 466	Grundlagen und Bemessungshilfen für die Rißbreiten- beschränkung im Stahlbeton und Spannbeton sowie Kom- mentare, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton <sup>9)</sup>	7-2
EBV	Gründruck Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke“; Österreichische Bautech- nik Vereinigung (ÖBV) <sup>26)</sup>	3-1
EAG-EDT	Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) <sup>5)</sup>	7-5
DAST-Ri 006	Richtlinien für das Überschweißen von Fertigungsbeschich- tungen im Stahlbau <sup>6)</sup>	4-3
DAST-Ri 007	Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Bau- stähle; Deutscher Ausschuss für Stahlbau <sup>6)</sup>	4-1
MFB	BAW-Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ <sup>11)</sup>	3-1, 6-11
DAST-Ri 012	Beulsicherheitsnachweis für Platten; Deutscher Ausschuss für Stahlbau <sup>6)</sup>	8-3
DAST-Ri 022	Feuerverzinken von tragenden Stahlkonstruktionen <sup>6)</sup>	4-1, 8-3

## ZTV-ING - Teil 9 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
DASSt-Ri 026	Ermüdungsbemessung bei Anwendung höherfrequenter Hämmerverfahren	4-1
Ril 804	Richtlinie 804 - Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten <sup>15)</sup>	3-2
DV 807	Technische Vorschrift für den Schutz von Stahlbauwerken (RoSt) (nicht mehr verfügbar)	4-3
DBS 918 002-02	Technische Lieferbedingungen: Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen für den Eisenbahnbrückenbau <sup>2)</sup>	4-1, 6-8
DBS 918 084	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe von Schottertrogbeschichtungen (Blatt 84) <sup>2)</sup>	4-3
	Merkblatt für die Wasserhaltungen bei Baugruben <sup>5)</sup>	2-3
	Merkblatt über Stützkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen und Gabionen <sup>4)</sup>	8-2
	Merkblatt für Raumgitterkonstruktionen <sup>4)</sup>	8-2
Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau <sup>4)</sup>		2-2
M-SASE	Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern <sup>4)</sup>	8-2
DVS 2212-1	Prüfung von Kunststoffschweißern – Prüfgruppe I und II <sup>14)</sup>	4-4
DVS 2212-3	Prüfung von Kunststoffschweißern – Prüfgruppe III - Bahnen im Erd- und Wasserbau <sup>14)</sup>	7-5
DVS 2225-2	Schweißen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen – Baustellenprüfungen <sup>14)</sup>	7-5
DVS 2225-5	Schweißen von Dichtungsbahnen aus thermoplastischen Kunststoffen im Tunnelbau <sup>14)</sup>	7-5
M SNAR	Verbände-Richtlinie Korrosionsschutz von Stahlbauten; Duplexsysteme; Feuerverzinkung plus Beschichtung; Auswahl, Ausführung, Anwendung <sup>19)</sup>	4-3
	Merkblatt für Schichtenverbund, Nähte, Anschlüsse und Randausbildung von Verkehrsflächen aus Asphalt <sup>4)</sup>	6-2
RILEM Recommendation „CDF-Test-Prüfverfahren des Frost-Tau-Widerstand von Beton – Prüfung mit Taumittel-Lösung (CDF)“; Betonwerk und Fertigteiltechnik, Heft 3, 1997, S. 100–105		3-2
GSB AL 631	Internationale Qualitätsrichtlinien für die Beschichtung von Bauteilen aus Aluminium <sup>25)</sup>	4-3, 6-9
BGR 500	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., DGUV Regel 100-500: Betreiben von Arbeitsmitteln	4-3
EU-BauPVO	EU-Bauproduktenverordnung	6-8
E GA	Empfehlungen für den Bau von Asphaltsschichten aus Gussasphalt <sup>4)</sup>	6-1
E KvB	Empfehlungen zur Klassifikation von viskositätsveränderten Bindemitteln <sup>4)</sup>	6-1
H AI ABi	Hinweise für die Planung und Ausführung von alternativen Asphaltbinderschichten <sup>4)</sup>	6-1
MTA	Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt <sup>4)</sup>	6-1

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
SIA 281/2	Dichtungsbahnen und flüssig aufgebraute Abdichtungen – Schälzugprüfungen	6-1
ATEX-Betriebsrichtlinie	Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können. <sup>27)</sup>	8-4
STANAG 2021	NATO-Standardisierungsübereinkommen Nr. 2021 „Klassifizierung von Brücken, Fähren, Flößen und Fahrzeugen“ (Originaltitel: NATO Standardization Agreement (STANAG) Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles)	8-5
EABT-80/100	Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h <sup>4)</sup>	7-1, 7-2
M TA	Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt <sup>4)</sup>	7-1
	DGZfP-Merkblatt B04 – Ultraschallverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen <sup>28)</sup>	7-1
	DGZfP-Merkblatt B10 – Merkblatt über das Radarverfahren zur Zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen <sup>28)</sup>	7-1
	DGZfP-Merkblatt B11 – [7] Merkblatt über die Anwendung des Impakt-Echo-Verfahrens zur zerstörungsfreien Prüfung von Betonbauteilen	7-1
	Empfehlungen zur Auswahl von Tunnelbohrmaschinen <sup>24)</sup>	7-3
	Empfehlungen für statische Berechnungen von Schildvortriebsmaschinen <sup>24)</sup>	7-3
	Empfehlungen für den Entwurf, die Herstellung und den Einbau von Tübbingringen <sup>24)</sup>	7-3
	Empfehlungen zu Stützdruckberechnungen für Schildvortriebe im Lockergestein <sup>24)</sup>	7-3
	Empfehlung für Dichtungsrahmen in Tübbingauskleidungen <sup>29)</sup>	7-3

## 5 Bezugsquellen

- 1) Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
- 2) DB Systemtechnik, Normenmanagement, Ruschestraße 104, 10365 Berlin
- 3) Verkehrsblatt-Verlag, Schleefstraße 14, 44287 Dortmund
- 4) FGSV Verlag GmbH, Wesselingener Straße 17, 50999 Köln
- 5) Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Gutenbergstraße 43, 45128 Essen
- 6) Stahlbau-Verlagsgesellschaft mbH, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
- 7) Bundesvereinigung der Prüfengeure für Baustatik, Jungfernstieg 42, 20354 Hamburg
- 8) Lammerich-Design und Typo-Druck, Irmtrudisstraße 1B, 53111 Bonn
- 9) Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
- 10) Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Kolonnenstraße 30 L, 10829 Berlin
- 11) Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe oder [www.baw.de](http://www.baw.de)
- 12) Gütegemeinschaft für Stückbeschichtung von Bauteilen e.V. (GSB), Franziskanergasse 6, 73525 Schwäbisch Gmünd
- 13) <https://www.dafstb.de/stellungnahmen.html>
- 14) Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren, DVS-Verlag GmbH, Postfach 10 19 65, 40010 Düsseldorf
- 15) Deutsche Bahn AG, TZF 62, Richelstraße 3, 80634 München
- 16) Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bürgermeister Smidt-Straße 74, 27568 Bremerhaven
- 17) Drucksachenstelle der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Am Waterlooplatz 5, 30169 Hannover
- 18) Bundesanstalt für Straßenwesen, Postfach 10 01 50, 51401 Bergisch Gladbach
- 19) Institut für angewandtes Feuerverzinken GmbH, Sohnstraße 70, 40237 Düsseldorf
- 20) Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef
- 21) Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Rotherstraße 21, 10245 Berlin
- 22) Internet-Seite der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
- 23) Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V., Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin
- 24) Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V., Mathias-Brüggen-Straße 41, 50827 Köln
- 25) GSB International e.V., Am Bonnhof 5, 40474 Düsseldorf
- 26) Österreichische Bautechnik Vereinigung, Karlgasse 5, 1040 Wien
- 27) EU Server, frei zugänglich
- 28) Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Max-Planck-Straße 6, 12489 Berlin
- 29) Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen – STUVA – e. V., Mathias-Brüggen-Straße 41, 50827 Köln