

**Bundesministerium  
für Digitales und Verkehr**

---

---

**Regelungen und Richtlinien für die  
Berechnung und Bemessung  
von Ingenieurbauten**

**BEM-ING**

**Teil 3**

**Berechnung von Straßenbrücken im Bestand  
für Schwertransporte**

**Abschnitt 2**

**Berechnungsverfahren**

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Lastannahmen</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Berechnungsstufe I: Vereinfachtes Berechnungsverfahren</b> .....	<b>4</b>
3.1 Grundsätze .....	4
3.2 Anwendungsbedingungen .....	4
3.3 Nachweisführung .....	4
3.4 Berechnungsverfahren für $S_{DIN}$ und $S_{ST}$ ..	5
3.5 Querverteilungsfaktoren .....	6
3.6 Ablauf der Vergleichsberechnung .....	7
3.7 Ausgabe der Vergleichsberechnung als Fahraufgabe .....	7
<b>4 Berechnungsstufe II: Bauwerksbezogener Schnittgrößenvergleich</b> .....	<b>7</b>
4.1 Allgemeines .....	7
4.2 Anwendungsbedingungen .....	7
4.3 Schnittgrößenermittlung und Nachweisführung .....	7
4.4 Darstellung der Ergebnisse als Fahraufgabe .....	8
<b>5 Berechnungsstufe III: Detaillierte rechnerische Nachweise</b> .....	<b>8</b>
5.1 Allgemeines .....	8
5.2 Anwendungsbedingungen .....	8
5.3 Schnittgrößenermittlung und Nachweisführung .....	8
5.4 Darstellung der Ergebnisse als Fahraufgabe .....	9
5.5 Zusätzliche Maßnahmen .....	9

## 1 Allgemeines

(1) Bei der Berechnung von Brücken für Schwertransporte ist ein dreistufiges Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung aktueller Regelwerke und Verkehrsbeanspruchungen vorgesehen.

### (2) Berechnungsstufe I

In der Berechnungsstufe I wird ein Vergleich der Schnittgrößen aus den der jeweils maßgebenden Brückeneinstufung zugeordneten Verkehrsbelastungen mit den Schnittgrößen aus den zugehörigen Lastbildern für Schwertransporte durchgeführt. Dabei werden die Schnittgrößen mit vereinfachten, auf der sicheren Seite liegenden Annahmen zum statischen System, zur Querverteilung und Verkehrslast ermittelt.

### (3) Berechnungsstufe II

In der Berechnungsstufe II wird ein bauwerksbezogener Vergleich der Schnittgrößen aus den der jeweils maßgebenden Brückeneinstufung zugeordneten Verkehrsbelastungen mit den Schnittgrößen aus den zugehörigen Lastbildern für Schwertransporte durchgeführt. Dabei werden die Schnittgrößen am diskreten Tragsystem ermittelt.

### (4) Berechnungsstufe III

In der Berechnungsstufe III wird eine Schnittgrößenermittlung am diskreten Tragsystem für alle maßgebenden Lasten und die Nachweisführung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit durchgeführt.

## 2 Lastannahmen

(1) In den Berechnungsstufen I und II sind die Verkehrsregellasten entsprechend der maßgebenden Brückeneinstufung (Verkehrsregellasten nach DIN 1072, DIN-Fachbericht 101 bzw. DIN EN 1991-2) anzusetzen, wobei in der Stufe I maximal 3 Fahrstreifen mit je 3,0 m Breite wie in Bild 3.2.1 definiert, berücksichtigt werden dürfen.

(2) Für die Berechnungsstufen I und II sind zur Berücksichtigung verschiedener Verkehrssituationen im Bild 3.2.2 Lastbilder für den Schwertransport angegeben:

- Lastbild 1: Schwertransport mit gleichzeitigem, erlaubnisfreiem Verkehr,
- Lastbild 2: Schwertransport mit Begleitfahrzeug ohne Wechselverkehrszeichenanlage (WVZ-Anlage), Abstandsregelung und gleichzeitigem, erlaubnisfreiem Verkehr,
- Lastbild 3: Schwertransport mit Begleitfahrzeug mit WVZ-Anlage, Abstandsregelung und LKW-Überhol- oder Begegnungsverbot,

- Lastbild 4: Schwertransport in Alleinfahrt mit normaler Geschwindigkeit oder in Alleinfahrt mit Schrittgeschwindigkeit.

(3) In den Berechnungsstufen II und III sind zusätzlich zu den Schwertransportlasten entsprechend Bild 3.2.2 weitere etwaige veränderliche Lasten auf den Restflächen anzusetzen.

(4) Zu den Lastbildern entsprechend Bild 3.2.2 sind folgende Regelungen zu beachten:

- a) Auf dem Fahrstreifen des Schwertransportes ist der Verkehr vor und hinter dem Schwertransport mit einer Linienlast von 15 kN/m zu berücksichtigen.
  - b) Bei gleichzeitigem, erlaubnisfreiem Verkehr unter Einsatz eines Begleitfahrzeuges kann der Fahrstreifen vor und hinter dem Schwertransport auf einer Länge von 25 m unbelastet bleiben (Lastbild 2). Der Abstand von 25 m vor dem Schwertransport ist durch den Fahrer einzuhalten. Der Abstand von 25 m hinter dem Schwertransport ist durch ein Begleitfahrzeug zu gewährleisten.
  - c) Bei Einsatz eines Begleitfahrzeuges mit WVZ-Anlage und Anzeige eines LKW-Überholverbots kann der Fahrstreifen vor und hinter dem Schwertransport auf einer Länge von 50 m unbelastet bleiben (Lastbild 3). Der Abstand von 50 m vor dem Schwertransport ist durch den Fahrer einzuhalten. Der Abstand von 50 m hinter dem Schwertransport ist durch das Begleitfahrzeug zu gewährleisten.
  - d) Bei möglichem Überhol- bzw. Begegnungsverkehr sind 44 t-Fahrzeugkombinationen anzusetzen.
  - e) Bei möglichem Begegnungsverkehr (Lastbilder 1.3 und 2.3) ist auf dem dritten Fahrstreifen ein zweites 44 t-Fahrzeug mit 70 % anzusetzen.
  - f) Wenn kein Begleitfahrzeug mit WVZ-Anlage und Anzeige eines LKW-Überholverbots eingesetzt wird, ist auf dem Fahrstreifen neben dem Schwertransportfahrstreifen eine 44 t-Fahrzeugkombination und eine Linienlast von 9 kN/m anzusetzen (Lastbilder 1 und 2).
  - g) Ist auf einzelnen Fahrstreifen LKW-Verkehr nicht zulässig (WVZ-Anlage mit LKW-Überhol- oder Begegnungsverbot), so ist eine Linienlast von 4 kN/m anzusetzen (Lastbild 3).
  - h) Die Lasten auf den Schwertransportfahrstreifen sind mit Schwingbeiwert nach DIN 1072 zu erhöhen. Bei Alleinfahrt mit Schrittgeschwindigkeit ( $v \leq 5$  km/h) darf der Schwingbeiwert mit 1,0 angenommen werden (Lastbilder 4.3, 4.4, 4.5 und 4.6).
- (5) Die Fahrzeuggesamtlänge (44 t-Fahrzeugkombination bzw. Schwertransport) ist aus der

Summe der Achsabstände des Fahrzeuges zuzüglich eines Fahrzeugüberstandes von 1,50 m jeweils vor der ersten und hinter der letzten Fahrzeugachse definiert.

(6) Bei statisch unbestimmten älteren Spannbe-  
tonbrücken (i.d.R. Baujahr bis einschließlich 1980  
bzw. bis einschließlich 1985 in den neuen Bun-  
desländern), die nicht unter Berücksichtigung des  
Lastfalles „vertikaler Temperaturunterschied“ be-  
messen worden sind, ist dieser Lastfall bei der  
Vergleichsberechnung zusätzlich anzusetzen. Es  
gelten die Temperaturansätze nach DIN 1072  
(Ausgabe 1985).

### **3 Berechnungsstufe I: Vereinfachtes Berechnungsverfahren**

#### **3.1 Grundsätze**

(1) In der Berechnungsstufe I wird zum Nach-  
weis der Brückentragfähigkeit für Schwertrans-  
porte ein vereinfachter Vergleich der Schnittgrö-  
ßen aus den der jeweiligen maßgebenden Brü-  
ckenklasse zugeordneten Verkehrsbelastung  
 $S_{Norm}$  (Bild 3.2.1) mit den Schnittgrößen aus den  
zugehörigen Lastbildern für Schwertransporte  $S_{ST}$   
(Bild 3.2.2) unter Berücksichtigung der folgenden  
Grundsätze und Hinweise durchgeführt.

(2) Für die Berechnung der Schnittgrößen wer-  
den die verfügbaren Bauwerksdaten und bau-  
werksbezogenen Schwerlastparameter gemäß  
ASB-ING und sowie die Antrags-/Fahrzeugdaten  
gemäß RGST zugrunde gelegt.

(3) Der aktuelle Bauwerkszustand ist in dieser  
Berechnungsstufe zu berücksichtigen. Ist der  
Bauwerkszustand nach RI-EBW-PRÜF mit unge-  
nügend  $\geq 3,5$  oder die Schadensbewertung der  
Standicherheit mit  $s \geq 3$  bewertet, so kann das  
Bauwerk nicht Bestandteil der Berechnungsstufe  
I sein und ist im Einzelfall gesondert zu untersu-  
chen.

(4) Die Schnittgrößen (z. B. maximale Feldmo-  
mente  $\max M_i$ , minimale Stützmomente  $\min M_s$   
und maximale bzw. minimale Auflagerkräfte  $V$ )  
werden auf Grundlage der Elastizitätstheorie mit  
linearen Verfahren ohne Umlagerung an ebenen  
Stabtragwerken ermittelt.

(5) Zur Berücksichtigung der Lastverteilung in  
Brückenquerrichtung werden bei der Schnittgrö-  
ßenermittlung in Abhängigkeit von der Stützweite  
 $L$  bis zu drei Fahrstreifen mit je 3 m Breite ange-  
setzt.

(6) Die Berücksichtigung weiterer Restflächen-  
und Kappenbelastungen erfolgt sowohl auf der

Norm- als auch auf der Schwertransportseite und  
entfällt somit beim Schnittgrößenvergleich.

#### **3.2 Anwendungsbedingungen**

(1) Sofern die maximale Einzelachslast des  
Schwertransportes folgende Werte überschreitet,  
ist mindestens ein Einzelnachweis der Überbau-  
ten nach Berechnungsstufe II gem. Abs. 4 erfor-  
derlich:

- Brückenklassen 30, 30/30, 45  
und 60: 12 t
- Brückenklasse 60/30: 13 t
- Lastmodell LM 1 (DIN-Fachbericht  
101 bzw. DIN EN 1991-2): 15 t

(2) Für Bauwerke mit kleineren Brückenklassen  
ist die Berechnungsstufe im Einzelfall durch die  
Straßenbauverwaltung festzulegen.

(3) Die maximale Einzelachslast erhöht sich bei  
Bauwerken der Brückenklasse 60/30 auf 14 t,  
wenn die Einstufung aufgrund einer Nachrech-  
nung gemäß Richtlinie für die Nachrechnung von  
Straßenbrücken im Bestand erfolgt ist oder das  
Bauwerk ab 1985 fertiggestellt wurde.

(4) Die maximale Einzelachslast erhöht sich bei  
Bauwerken der Brückenklasse 60 auf 13 t, wenn  
die Einstufung aufgrund einer Nachrechnung ge-  
mäß Richtlinie für die Nachrechnung von Stra-  
ßenbrücken im Bestand erfolgt ist.

(5) Die maximale Einzelachslast erhöht sich bei  
den Brückenklassen 45 und 30/30 auf 13 t, wenn  
eine Achslast von 12 t nur bei einer einzigen  
Achse überschritten wird und die Einstufung auf-  
grund einer Nachrechnung gemäß Richtlinie für  
die Nachrechnung von Straßenbrücken im Be-  
stand erfolgt ist.

(6) Für Bauwerke mit besonderen Randbedin-  
gungen können in Abweichung zu (1) bis (5) Aus-  
nahmen durch die Straßenbauverwaltung festge-  
legt werden.

#### **3.3 Nachweisführung**

(1) Die Vergleichsberechnung wird grundsätz-  
lich mit folgender Formel durchgeführt:

$$\max |S_{ST}| \leq \max |S_{Norm}|$$

mit:  $S_{ST}$  - Schnittgrößen aus dem Schwer-  
transport mit dem zugehörigen  
Lastbild

$S_{Norm}$  - Schnittgrößen aus der normativen  
Verkehrsbelastung gemäß der maß-  
gebenden Brückeneinstufung

(2) Bei statisch unbestimmten älteren Spannbe-  
tonbrücken (i.d.R. Baujahr bis einschließlich 1980  
bzw. bis einschließlich 1985 in den neuen Bun-

desländern), bei denen der Lastfall Temperaturunterschied nicht berücksichtigt wurde, sind die Schnittgrößen  $S_{\text{Norm}}$  mit einem Faktor  $k_T$  abzumindern:

$$\max |S_{\text{ST}}| \leq \max |S_{\text{Norm}}| \cdot k_T$$

mit:  $k_T = 0,85$  für Endfelder und Stützenbereiche

$k_T = 0,80$  für Innenfelder

Erfolgt der Transport in Nachtfahrt, darf auf diese Abminderung verzichtet werden.

(3) Vorhandene Tragfähigkeitsreserven dürfen genutzt werden. Dazu kann der statische Auslastungsgrad (ALG) nach ASB-ING berücksichtigt werden. Näherungsweise dürfen hierfür bei der Tragfähigkeitsprüfung für Schwertransporte die Normenschnittgrößen  $S_{\text{Norm}}$  durch den statischen Auslastungsgrad (ALG) dividiert werden:

$$\max |S_{\text{ST}}| \leq \max \frac{|S_{\text{Norm}}|}{\text{ALG}}$$

Bei einem statischen Auslastungsgrad kleiner als 90 % ist dieser auf 90 % zu begrenzen. Bei einem vorhandenen Auslastungsgrad über 100 % sind besondere Betrachtungen, ggf. Untersuchungen nach Berechnungsstufe III erforderlich.

### 3.4 Berechnungsverfahren für $S_{\text{ST}}$ und $S_{\text{Norm}}$

(1) Für die Vergleichsberechnung der statischen Systeme in Längsrichtung werden unter Berücksichtigung der realen Stützweiten und der Querverteilungsfaktoren nach Abs. 3.5 folgende Festlegungen getroffen:

(2) Einfeldträger

Für die Nachweisführung der Einfeldträger sind die Feldmomente und Auflagerkräfte ( $S_{\text{ST}}$  und  $S_{\text{Norm}}$ ) am eindimensionalen Stabsystem zu ermitteln und gemäß Abs. 3.3 zu vergleichen. Bei Einfeldträgerketten ist der Schnittgrößenvergleich für jedes Feld durchzuführen.

(3) Durchlaufträger

Für die Nachweisführung der Durchlaufträger sind die Feldmomente, Stützmomente und Auflagerkräfte ( $S_{\text{ST}}$  und  $S_{\text{Norm}}$ ) am eindimensionalen Stabsystem zu ermitteln und gemäß Abs. 3.3 zu vergleichen. Bei Gerberträgern sind die Feldmomente  $E_{\text{Norm}}$  um 10 % abzumindern.

(4) Einfeldrige Rahmentragwerke

Für die Nachweisführung von einfeldrigen Rahmentragwerken sind die Eckmomente, Feldmomente und Auflagerkräfte ( $S_{\text{ST}}$  und  $S_{\text{Norm}}$ ) des Rahmenriegels zu vergleichen. Die Schnittgrößen dürfen an teileingespannten Einfeldträgern ermittelt werden. Für die Ermittlung der Eckmomente sind 75 % Einspannung anzunehmen, für die Feldmomente 50 % Einspannung. Die Einspanngrade sind für Gleichstreckenlasten zu ermitteln.

(5) Mehrfeldrahmen und aufgelöste Schrägstielrahmen

Mehrfeldrahmen und aufgelöste Schrägstielrahmen sind wie Durchlaufträger zu behandeln.

(6) Gewölbe

Für die Nachweisführung von Gewölbebrücken sind die Momente, Normalkräfte und Randspannungen ( $S_{\text{ST}}$  und  $S_{\text{Norm}}$ ) in den Viertelpunkten und im Scheitel zu vergleichen.  $S_{\text{ST}}$  und  $S_{\text{Norm}}$  dürfen an einem 1 m breiten Kreisbogensegment ermittelt werden. Die Gewölbedicke ist mit  $d = L/25$  ( $\geq 30$  cm) anzunehmen. Die Kreisbogengeometrie ist aus der Spannweite und der Stichhöhe des Gewölbes zu ermitteln.

Bei Gewölben mit Stützweiten bis einschließlich 20 m darf alternativ ein Schnittgrößenvergleich am Einfeldträger gemäß Abs. 3.4 (2) geführt werden.

In der Fahrtrichtung hintereinanderliegende Gewölbe (Gewölbereihen) sind nicht Bestandteil der Berechnungsstufe I und im Einzelfall gesondert zu untersuchen.

(7) Rohre ohne Ummantelung (z. B. Wellstahlrohre)

Für Rohre ohne Ummantelung wird ein Schnittgrößenvergleich am Einfeldträger gemäß Abs. 3.4 (2) durchgeführt.

(8) Bogen mit abgehängter Fahrbahn (Stabbogentragwerke)

Für die Nachweisführung von Stabbogentragwerken sind die Auflagerkräfte, die Bogenmomente und -normalkräfte an den Knotenpunkten der Hänger, die Hängernormalkräfte sowie die Stütz- und Feldmomente des Versteifungsträgers (Fahrbahn) an einem ebenen Stabwerksystem zu ermitteln und zu vergleichen. Hierfür sind folgende Systemsteifigkeiten anzusetzen:

Bogen:  $I_c = 1,00$   $A_c = 1,00$   
M + N (Schnittgrößenvergleich)

Fahrbahn:  $I_c = 1,00$   $A_c = 1,00$   
M (Momentenvergleich)

Hänger:  $I_c = 0,002$   $A_c = 0,10$   
N (Normalkraftvergleich)

(9) Bogen mit aufgeständerter Fahrbahn

Für die Nachweisführung von Bögen mit aufgeständerter Fahrbahn sind die Auflagerkräfte des Bogens, die Bogenmomente und -normalkräfte an den Knotenpunkten der Ständer, die Ständernormalkräfte sowie die Stütz- und Feldmomente der Fahrbahn an einem ebenen Stabwerksystem zu ermitteln und zu vergleichen. Hierfür sind folgende Systemsteifigkeiten anzusetzen:

Bogen:  $I_c = 1,00$   $A_c = 1,00$   
M + N (Schnittgrößenvergleich)

Fahrbahn:  $I_c = 0,30$   $A_c = 1,50$   
M (Momentenvergleich)

**BEM-ING - Teil 3 Berechnung von Straßenbrücken im Bestand für Schwertransporte -  
Abschnitt 2 Berechnungsverfahren**

Ständer:  $l_c = 0,015$   $A_c = 0,15$   
N (Normalkraftvergleich)

(10) Bewegliche Brücken, Behelfsbrücken und Trogbrücken

Die Nachweisführung erfolgt entsprechend dem statischen System in Brückenlängsrichtung gemäß Abs. 3.4 (2) bzw. (3).

(11) Tunnelbauwerke

Wird ein Tunnelbauwerk von einer oberliegenden Straße gekreuzt, kann die zu befahrende Tunneldecke in diesem Bereich als Brücke betrachtet werden. Quer zur Fahrtrichtung gelagerte Tunnelsohlen sind nicht Bestandteil der Berechnungsstufe I und im Einzelfall gesondert zu untersuchen.

(12) Schrägseil- und Hängebrücken

Schrägseil- und Hängebrücken sind nicht Bestandteil der Berechnungsstufe I und im Einzelfall gesondert zu untersuchen.

(13) Die Fahrten der Schwertransporte parallel zu Auflagerlinien der Bauwerke sind nicht Bestandteil der Berechnungsstufe I und im Einzelfall gesondert zu untersuchen.

(14) Statische Ersatzsysteme

Für Bauwerke nach Abs. (6), Satz 6 (Gewölbereihen) und (11) bis (13) sowie weitere Bauwerkstypen können durch die Straßenbauverwaltung angemessene statische Ersatzsysteme definiert werden. Diese statischen Ersatzsysteme können dann wieder Bestandteil der Berechnungsstufe I sein.

### 3.5 Querverteilungsfaktoren

(1) Für die Schnittgrößenermittlung sind in Tabelle 3.2.1 Querverteilungsfaktoren festgelegt. Die Querverteilungsfaktoren sind abhängig von der Bauwerksart, der Stützweite sowie dem statischen System in Längs- und Querrichtung.

(2) Die angegebenen Querverteilungsfaktoren sind fahrstreifenbezogen auf 100 % normierte Werte.

(3) Für den am stärksten belasteten Fahrstreifen (Hauptspur nach DIN 1072 bzw. Fahrstreifen 1 nach DIN-Fachbericht 101 / DIN EN 1991-2 und Fahrstreifen des Schwertransportes) gelten die jeweils größten Querverteilungswerte.

**Tabelle 3.2.1: Querverteilung in Prozent für Fahrstreifen 1, 2 und 3**

		Randfahrt, Lastbilder 1 bis 3			Mittenfahrt, Lastbild 4				
		$L \leq 7,5$ m	$7,5 < L \leq 15$ m	$L > 15$ m	$L \leq 7,5$ m	$7,5 < L \leq 15$ m	$L > 15$ m		
Nr.	Stützweite								
	Anzahl der angesetzten Fahrstreifen	2	2	3	2	2	3		
1	Platte (querbiegesteif)	DIN	100-50	100-70	100-70-40	100-50	100-75	75-100-75	
		ST	100-50	100-70	100-70-40	100	100	100	
2	2-stegiger Plattenbalken und Trogbrücken	DIN	100-50	100-70	100-70-40	100-50	100-70	100-70-40	
		ST	100-50	100-70	100-70-40	70*1,2	70*1,2	70*1,2	
3	n-stegiger Plattenbalken ( $n \geq 3$ )	Feldmoment, Auflagerkräfte	DIN	100-50	100-70	100-70-40	100-50	100-75	75-100-75
			ST	100-50	100-70	100-70-40	100	100	100
	Stützmoment	DIN	100-50	100-70	100-70-40	100-50	100-75	75-100-75	
		ST	100*1,2-50	100*1,2-70	100*1,2-70-40	100*1,1	100*1,1	100*1,1	
		Erhöhung um 20 % nur für Lastbild 3							
4	Zellenkasten, Torsionssteifer Balken	DIN	100-50	100-70	100-70-40	100-50	100-100	100-100-100	
		ST	100-50	100-70	100-70-40	100	100	100	
5	Alle andere Bauwerksarten	DIN	100-50	100-65	100-65	100-50	100-65	100-65	
		ST	100-50	100-65	100-65	100	100	100	

(4) Für zweistegige Plattenbalken-/Trogbrücken werden bei Alleinfahrt in Fahrbahnmitte (Lastbild 4) die Schnittgrößen infolge des Schwertransportes um 20 % erhöht, um die Abweichungen zwischen idealer symmetrischer und tatsächlicher Lasteinleitung auszugleichen.

(5) Der Einfluss des Schwertransportes auf die Stützmomente bei drei- und mehrstegigen Plattenbalken wird im Lastbild 3 um 20 % erhöht und im Lastbild 4 um 10 % erhöht.

(6) Für Gewölbe, Behelfsbrücken und bewegliche Brücken dürfen unabhängig von der vorhandenen Fahrbahnbreite maximal 2 Fahrstreifen je 3,0 m Breite angesetzt werden.

(7) Bei fehlender Angabe zur Bauwerksart oder zur Anzahl der Fahrstreifen sind die Querverteilungsfaktoren gemäß Tabelle 3.2.1, Nr. 5 anzusetzen.

### **3.6 Ablauf der Vergleichsberechnung**

(1) Die Vergleichsberechnung beginnt immer mit dem Lastbild 1 gemäß Bild 3.2.2. Sollte der Nachweis gemäß Abs. 3.3 nicht erfüllt werden, können die Lasten auf der Brücke bei der Schwertransportfahrt schrittweise durch Anwendung der Lastbilder 2 bis 4 reduziert werden.

(2) Um das gleiche Sicherheitsniveau in der Vergleichsberechnung zu gewährleisten, sind die Lasten des Lastmodells LM 1 nach DIN EN 1991-2 mit einem Faktor im Verhältnis der Teilsicherheitsbeiwerte von  $1,35/1,5 = 0,9$  zu reduzieren. Das Tandemsystem für den dritten Fahrstreifen wird zu Null gesetzt, damit die Belastung aus dem dritten Fahrstreifen beim LM 1 nach DIN EN 1991-2 unabhängig von der Bauwerksart nicht zu hoch angesetzt und somit eine Überbeanspruchung am Bauwerk ausgeschlossen wird.

### **3.7 Ausgabe der Vergleichsberechnung als Fahrauflage**

(1) Wird der Nachweis gemäß Abs. 3.3 erfüllt, ist das zuletzt gerechnete Lastbild in entsprechenden Fahrauflagen umzusetzen.

(2) Wird der Nachweis auch unter Lastbild 4 nicht erfüllt, ist als Ergebnis der Vergleichsberechnung ein Fahrverbot auszugeben.

## **4 Berechnungsstufe II: Bauwerksbezogener Schnittgrößenvergleich**

### **4.1 Allgemeines**

(1) In Berechnungsstufe II sind bauwerksbezogene Schnittgrößenvergleiche zwischen den Schnittgrößen aus den Schwertransportlasten und den Schnittgrößen aus den Verkehrsregellasten entsprechend der aktuellen Brückeneinstufung gemäß DIN 1072, DIN-Fachbericht 101 bzw. DIN EN 1991-2 zu führen.

(2) Um das gleiche Sicherheitsniveau in der Vergleichsberechnung zu gewährleisten, sind die Lasten des Lastmodells LM 1 nach DIN EN 1991-2 mit einem Faktor im Verhältnis der Teilsicherheitsbeiwerte von  $1,35/1,5 = 0,9$  zu reduzieren.

(3) Der aktuelle Bauwerkszustand ist in dieser Berechnungsstufe zu berücksichtigen.

(4) Jeder Einzelnachweis ist nur für die im Antrag gestellten Schwertransporte gültig. Bei Schwertransporten mit identischen maßgebenden Randbedingungen in Bezug auf das zu betrachtende Brückenbauwerk dürfen die Unterlagen wieder herangezogen werden, sofern die Anwendbarkeit für den neu zu beurteilenden Schwertransport sowohl durch den Aufsteller als auch durch den Prüferingenieur unter Berücksichtigung des aktuellen Bauwerkszustandes bestätigt wird.

### **4.2 Anwendungsbedingungen**

(1) Die Berechnungsstufe II ist nur zulässig für Brückenbauwerke, die nach DIN-Fachbericht 101, DIN-EN 1991-2 oder gemäß Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand nachgerechnet und eingestuft wurden.

(2) Die Berechnungsstufe II darf auch angewendet werden bei

- Betonbrücken, die nach dem Normungsstand DIN 1045:1978-12 bzw. DIN 4227-1:1979-12 oder später berechnet und bemessen wurden;
- Stahl- und Stahlverbundbrücken ab Baujahr 1978, bei denen die Beulsicherheit der Tragelemente nach DAST-Richtlinie 012 berücksichtigt wurde.

(3) Die Berechnungsstufe II ist nur zulässig und der bauwerksbezogene Schnittgrößenvergleich darf auf die Überbauten beschränkt bleiben, wenn die maximalen Einzelachslasten des Schwertransportes folgende Werte nicht überschreiten:

- Brückenklassen 30 und 30/30: 13 t
- Brückenklasse 45: 15 t
- Brückenklassen 60, 60/30 und LM1 (DIN-Fachbericht 101 bzw. DIN EN 1991-2): 20 t

(4) Die unter (3) genannten Achslastwerte gelten nur für Achsabstände  $\geq 1,50$  m. Bei kleineren Achsabständen sind die genannten maximalen Einzelachslasten im Verhältnis vorhandener Achsabstand /  $1,50$  m zu reduzieren, jedoch nicht auf einen Wert unter 12 t.

(5) Bei Bauwerken mit besonderen Randbedingungen können durch die Straßenbauverwaltungen abweichende Regelungen zu (1) bis (3) festgelegt werden.

### **4.3 Schnittgrößenermittlung und Nachweisführung**

(1) Die Schnittgrößen sind am Gesamtsystem in Längs- und Querrichtung linear-elastisch unter Beachtung einer Lastquerverteilung für Zustand I zu ermitteln. Umlagerungen sind nicht zulässig. Die Querverteilung ist unter Berücksichtigung der

elastischen Nachgiebigkeit des Tragsystems realistisch anzusetzen.

(2) Für die Ermittlung der Biegemomente der Fahrbahnplatte in Querrichtung ist die elastische Einspannung in die Hauptträger zu berücksichtigen. Die Torsionssteifigkeit der Hauptträger ist mindestens in Anlehnung an DIN 1075:1981-04, Abs. 2.2.2 anzusetzen. Die Aufnahme der Torsionsmomente durch die Hauptträger ist nachzuweisen.

(3) Die Verkehrslast aus Schwertransport ist stets mit einem Schwingbeiwert  $\varphi \geq 1,0$  nach DIN 1072:1985-12 zu multiplizieren, sofern die Schwertransportüberfahrt schneller als mit Schrittempo ( $v > 5$  km/h) durchgeführt wird. Bei Überfahrt im Schrittempo ( $v \leq 5$  km/h) darf der Schwingbeiwert mit  $\varphi = 1,0$  angenommen werden. Interpolation ist nicht zulässig.

(4) Um eine mögliche Abweichung der vorgegebenen Fahrspur zu berücksichtigen, ist bei der Ermittlung der Schnittgrößen infolge Schwertransport eine zusätzliche Exzentrizität von 5 % der Fahrbahnbreite, aufgerundet auf volle Dezimeter, mindestens jedoch 0,50 m anzusetzen.

(5) Werden bei der Berechnung mit dem Schwertransport keine Verkehrslasten auf den Restflächen angesetzt, sind die Restflächen bei der Überfahrt von allen Einwirkungen wie z. B. aus Fußgänger-/Radverkehr, Schnee und Baustelleneinrichtungen freizuhalten. Eine entsprechende Fahrauflage ist anzuordnen.

(6) Wird die Bestandsstatik für die Berechnung herangezogen, ist diese auf Plausibilität zu überprüfen. Bei unklaren oder fehlerhaften Angaben in der Bestandsstatik ist ein Vergleich der Schnittgrößen für die entsprechenden Einwirkungen bzw. Lastfälle unter Berücksichtigung der dem heutigen Stand der Technik entsprechenden System- und Steifigkeitsannahmen durchzuführen.

(7) Bei der Schnittgrößenermittlung ein- oder mehrzelliger Kastenträger ist die Profilverformung zu berücksichtigen.

(8) Die Vergleichsberechnung wird grundsätzlich mit folgender Formel durchgeführt:

$$\max |S_{ST}| \leq \eta * \max |S_{Norm}|$$

mit:  $S_{ST}$  - Schnittgrößen aus dem Schwertransport mit dem zugehörigen Lastbild

$S_{Norm}$  - Schnittgrößen aus der normativen Verkehrsbelastung gemäß der maßgebenden Brückeneinstufung

$\eta$  = 0,95 (Faktor zur Wahrung der Dauerhaftigkeit)

(9) Bei statisch unbestimmten älteren Spannbe-  
tonbrücken (i.d.R. Baujahr bis einschließlich 1980

bzw. bis einschließlich 1985 in den neuen Bundesländern), bei denen der Lastfall Temperaturunterschied nicht berücksichtigt wurde, sind die Schnittgrößen  $S_{Norm}$  mit einem Faktor  $k_T$  abzumindern:

$$\max |S_{ST}| \leq \max |S_{Norm}| \cdot k_T$$

mit:  $k_T = 0,85$  für Endfelder und Stützenbereiche

$k_T = 0,80$  für Innenfelder

Erfolgt der Transport in Nachtfahrt, darf auf diese Abminderung verzichtet werden.

#### **4.4 Darstellung der Ergebnisse als Fahrauflage**

(1) Eine übersichtliche Zusammenfassung der Ergebnisse mit Angabe der Ausnutzung der maßgebenden Querschnitte bzw. des maßgebenden Bauteils ist beizufügen.

(2) Eine Zusammenstellung aller notwendigen Fahrauflagen sowie eine skizzenhafte Darstellung der festgelegten Fahrspur für den Schwertransport mit Angabe einer eindeutigen, erkennbaren Bezugskante in Fahrtrichtung (z. B. linker oder rechter Schrammbord etc.) sind beizulegen.

### **5 Berechnungsstufe III: Detaillierte rechnerische Nachweise**

#### **5.1 Allgemeines**

(1) Die Befahrbarkeitsprüfung für Schwertransportfahrten nach Berechnungsstufe III umfasst eine Schnittgrößenermittlung am diskreten Tragsystem für alle maßgebenden Lasten und die Nachweisführung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.

(2) Es gelten die Anforderungen nach Abs. 4.1 (3) und (4).

#### **5.2 Anwendungsbedingungen**

(1) Die Berechnungsstufe III umfasst die Berechnung für das gesamte Bauwerk. Dazu zählen neben den Überbauten insbesondere auch Lager und Unterbauten einschließlich Gründungen.

#### **5.3 Schnittgrößenermittlung und Nachweisführung**

(1) Es gelten die Anforderungen nach Abs. 4.3 (1) bis (7).

(2) Brücken, die nach alter Normung (Globalsicherheitskonzept) berechnet, bemessen und kon-



struiert wurden, können im Globalsicherheitskonzept mit dem Normungsstand 2003 nachgewiesen werden. Der Schwertransport ist als „Hauptlast“ nach DIN 1072 zu betrachten.

(3) Bei Brücken, die nach dem Teilsicherheitskonzept entsprechend DIN-Fachbericht bzw. DIN EN 1990 bemessen wurden, sind die Nachweise gemäß DIN-Fachbericht bzw. DIN EN 1990 durchzuführen. Für Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit nach DIN-Fachbericht bzw. DIN EN 1990 ist der Schwertransport als charakteristische Verkehrseinwirkung anzusetzen.

Für Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit nach DIN-Fachbericht bzw. DIN EN 1990 ist der Kombinationsfaktor  $\psi$  für den Schwertransport mit  $\psi_0 = \psi_1 = \psi_1' = \psi_2 = 1,0$  anzusetzen.

(4) Beim Nachweis der Dekompression in Längsrichtung ist ein zweistufiges Vorgehen mit folgenden Modifikationen möglich:

1. Nachweisführung unter Einhaltung einer zulässigen Zugspannung im Beton in Höhe von  $\alpha_{ct} * f_{ctk;0,05} = 0,85 * f_{ctk;0,05}$  am Querschnittsrand.
2. Soweit erforderlich dürfen zusätzlich die Beiwerte zur Berücksichtigung der Streuung der Vorspannkräfte  $r_{inf} = 0,95$  und  $r_{sup} = 1,00$  abweichend zu DIN EN 1992 oder DIN FB 102 gewählt werden.

Voraussetzungen für diese Modifikationen sind, dass:

- das Bauwerk keine Koppelfugen und keine Risse senkrecht zur Biegebewehrung aufweist.
- der Schwertransport bei Überfahrten in Alleinfahrt und in Schrittgeschwindigkeit durchgeführt wird.
- die Restflächen und Kappen bei der Überfahrt von allen Einwirkungen (z. B. aus Fußgänger-/Radverkehr, Schnee und Baustelleneinrichtungen) freigehalten werden.

(5) Der Nachweis der Beschränkung der Rissbreite ist mit 100 % Verkehrslast und einer maximalen Rissbreite von  $w_{cal}=0,2$  mm zu führen.

## **5.4 Darstellung der Ergebnisse als Fahrauflage**

Es gelten die Anforderungen nach Abs. 4.4.

## **5.5 Zusätzliche Maßnahmen**

(1) Zur Gewährleistung der Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit der Brücke können unter Berücksichtigung des aktuellen Bauwerkszustands zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden, die die Straßenbauverwaltung<sup>1</sup> im Einzelfall anordnet. Zusätzliche Maßnahmen sind:

- a) Sonderprüfung am Bauwerk gemäß DIN 1076, Abs. 5.4 in Abstimmung mit der zuständigen Straßenbauverwaltung unmittelbar vor und nach der Überfahrt:  
Der Prüfbefund der ersten Sonderprüfung ist vor der Überfahrt der Straßenbauverwaltung zu übergeben.
- b) Monitoring am befahrenen Überbau während der Überfahrt:  
Art und Umfang (z. B. Kraftmessung, Verformungsmessung etc.) sind mit dem Aufsteller der Vergleichsberechnung für den Schwertransport und der Straßenbauverwaltung abzustimmen. Die Messanlage ist redundant auszulegen und zu dokumentieren. Die Messdaten sind während der Überfahrt kontinuierlich aufzuzeichnen.

(2) Alle erforderlichen Leistungen für die zusätzlichen Maßnahmen sind durch den Antragsteller im Einvernehmen mit der Straßenbauverwaltung zu erbringen. Alle mit den zusätzlichen Maßnahmen verbundenen Kosten trägt nicht die Straßenbauverwaltung.

(3) Werden bei der ersten Sonderprüfung Schäden erkannt, die die Standsicherheit, Dauerhaftigkeit oder Verkehrssicherheit gefährden und bei denen durch den geplanten Schwertransport eine Schadenserweiterung nicht auszuschließen ist, darf die Schwertransportüberfahrt nicht durchgeführt werden.

(4) Die Sonderprüfungen sind gemäß RI-EBW-PRÜF zu dokumentieren. Die Dokumentation der Sonderprüfungen und der Monitoringmessungen ist der Straßenbauverwaltung spätestens 10 Werktagen nach der Durchführung der Transportfahrt vorzulegen. Werden hierbei Brückenschäden festgestellt, ist die Straßenbauverwaltung umgehend zu informieren.

---

<sup>1</sup> Straßenbauverwaltung steht vereinfachend als die für das Bauwerk verantwortliche Stelle (z. B. DB AG, Die Autobahn GmbH des Bundes, Dritte)

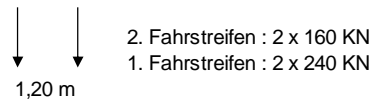
## BEM-ING - Teil 3 Berechnung von Straßenbrücken im Bestand für Schwertransporte - Abschnitt 2 Berechnungsverfahren

### Lastannahmen nach DIN-Fachbericht 101 Lastmodell LM 1

2,5 kN/m <sup>2</sup>		
2,5 kN/m <sup>2</sup>	□ □	2,5 kN/m <sup>2</sup>
9,0 kN/m <sup>2</sup>	□ □	9,0 kN/m <sup>2</sup>

Tandemachsen

### Tandemachse nach DIN-Fachbericht 101

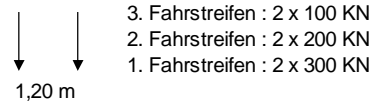


### Lastannahmen nach DIN-EN 1991-2 Lastmodell LM 1

3,0 kN/m <sup>2</sup>		
6,0 kN/m <sup>2</sup>	□ □	6,0 kN/m <sup>2</sup>
12,0 kN/m <sup>2</sup>	□ □	12,0 kN/m <sup>2</sup>

Tandemachsen

### Tandemachse nach DIN-EN 1991-2



### Lastansätze für Lastmodell LM 1 nach DIN EN 1991-2 bei Vergleichsrechnung in Stufe I und II:

- Tandemlasten und Flächenlasten mit Faktor 0,90 multiplizieren.  
(0,9 = 1,35/1,5 = Teilsicherheitsbeiwerte DIN EN/DIN FB)
- Tandemlast auf dritter Fahrspur = 0

2,7 kN/m <sup>2</sup>		
5,4 kN/m <sup>2</sup>	□ □	5,4 kN/m <sup>2</sup>
10,8 kN/m <sup>2</sup>	□ □	10,8 kN/m <sup>2</sup>

Tandemachsen



### Lastannahmen nach DIN 1072

Brückenklasse 60/30 und 30/30

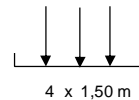
3 kN/m <sup>2</sup>		
3 kN/m <sup>2</sup>	SLW 30	3 kN/m <sup>2</sup>
5 kN/m <sup>2</sup>	SLW	5 kN/m <sup>2</sup>

6 m

3 m  
3 m  
3 m

SLW 60 (45, 30, 24)

3 x 200 (150, 100, 80) kN



Brückenklasse 60, 45, 30 und 24

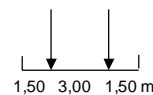
3 kN/m <sup>2</sup>		
3 kN/m <sup>2</sup>		
5 kN/m <sup>2</sup>	SLW	5 kN/m <sup>2</sup>

6 m

3 m  
3 m  
3 m

LKW 16

60 100 kN



Brückenklasse 16/16

3 kN/m <sup>2</sup>		
3 kN/m <sup>2</sup>	LKW 16	3 kN/m <sup>2</sup>
5 kN/m <sup>2</sup>	LKW 16	5 kN/m <sup>2</sup>

6 m

3 m  
3 m  
3 m

Brückenklasse 16

3 kN/m <sup>2</sup>		
3 kN/m <sup>2</sup>		
5 kN/m <sup>2</sup>	LKW 16	5 kN/m <sup>2</sup>

6 m

3 m  
3 m  
3 m

Bei den Bauwerken mit Brückenklasse 30/30 und 30 ist eine Einzelachslast von 130 kN, bei Brückenklasse 16/16 eine Einzelachslast von 110 kN zu berücksichtigen.

Bei den Lastannahmen nach DIN 1072 wird in der Hauptspur ein Schwingbeiwert angesetzt.

**Bild 3.2.1: Lastbilder für die Berechnung von Schwertransporten - Lastannahmen für den Regelverkehr**

# BEM-ING - Teil 3 Berechnung von Straßenbrücken im Bestand für Schwertransporte - Abschnitt 2 Berechnungsverfahren

Abkürzungen: FS = Fahrstreifen, FR = Fahrtrichtung, GR = Gegenrichtung

## LASTBILD 1 (2023): Gleichzeitiger, erlaubnisfreier Verkehr

**LB 1.1:** Ansatz 3 Fahrstreifen; FS 1, FS 2 und FS 3 in FR

FS 3	9 kN/m		
FS 2	9 kN/m	440 kN Fzk	9 kN/m
FS 1	15 kN/m	Schwertransport	15 kN/m

**LB 1.2:** Ansatz ≤ 2 Fahrstreifen; FS 1 und FS 2 in FR oder FS 1 in FR sowie FS 2 in GR

	9 kN/m			
	9 kN/m	440 kN Fzk	9 kN/m	FS 2
	15 kN/m	Schwertransport	15 kN/m	FS 1

**LB 1.3:** Ansatz 3 Fahrstreifen; FS 1 und FS 2 in FR sowie FS 3 in GR oder FS 1 in FR sowie FS 2 und FS 3 in GR

FS 3	9 kN/m	0,7 x 440 kN Fzk	9 kN/m
FS 2	9 kN/m	440 kN Fzk	9 kN/m
FS 1	15 kN/m	Schwertransport	15 kN/m

## LASTBILD 2 (2023): Gleichzeitiger, erlaubnisfreier Verkehr mit Begleitfahrzeug ohne WVZ-Anlage

**LB 2.1:** Ansatz 3 Fahrstreifen; FS 1, FS 2 und FS 3 in FR

FS 3	9 kN/m		
FS 2	9 kN/m	440 kN Fzk	9 kN/m
FS 1	15 kN/m   25 m	Schwertransport	25 m   15 kN/m

**LB 2.2:** Ansatz ≤ 2 Fahrstreifen; FS 1 und FS 2 in FR oder FS 1 in FR sowie FS 2 in GR

	9 kN/m			
	9 kN/m	440 kN Fzk	9 kN/m	FS 2
	15 kN/m   25 m	Schwertransport	25 m   15 kN/m	FS 1

**LB 2.3:** Ansatz 3 Fahrstreifen; FS 1 und FS 2 in FR sowie FS 3 in GR oder FS 1 in FR sowie FS 2 und FS 3 in GR

FS 3	9 kN/m	0,7 x 440 kN Fzk	9 kN/m
FS 2	9 kN/m	440 kN Fzk	9 kN/m
FS 1	15 kN/m   25 m	Schwertransport	25 m   15 kN/m

## LASTBILD 3 (2023): Fahrten mit WVZ-Anlage und LKW-Überhol- oder Begegnungsverbot

**LB 3.1:** Ansatz 3 Fahrstreifen; FS 1, FS 2 und FS 3 in FR

FS 3	4 kN/m		
FS 2	4 kN/m		
FS 1	15 kN/m   50 m	Schwertransport	50 m   15 kN/m

**LB 3.2:** Ansatz ≤ 2 Fahrstreifen; FS 1 und FS 2 in FR oder FS 1 in FR sowie FS 2 in GR

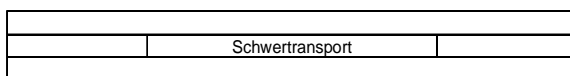
	4 kN/m			
	4 kN/m			FS 2
	15 kN/m   50 m	Schwertransport	50 m   15 kN/m	FS 1

**LB 3.3:** Ansatz 3 Fahrstreifen; FS 1 und FS 2 in FR sowie FS 3 in GR oder FS 1 in FR sowie FS 2 und FS 3 in GR

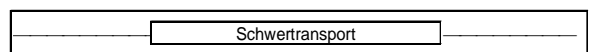
FS 3	9 kN/m	440 kN Fzk	9 kN/m
FS 2	4 kN/m		
FS 1	15 kN/m   50 m	Schwertransport	50 m   15 kN/m

## LASTBILD 4 (2023): Alleinfahrt

**LB 4.1:** Ansatz 3 Fahrstreifen; Schwertransport allein in Fahrbahnmitte in FR sowie alle weiteren Verkehre auf dem Überbau ausgeschlossen



**LB 4.2:** Ansatz ≤ 2 Fahrstreifen; Schwertransport allein in Fahrbahnmitte in FR sowie alle weiteren Verkehre auf dem Überbau ausgeschlossen



**LB 4.3:** wie LB 4.1 mit Schwingbeiwert = 1,0

**LB 4.5:** wie LB 4.3 mit Nachtfahrt

**LB 4.4:** wie LB 4.2 mit Schwingbeiwert = 1,0

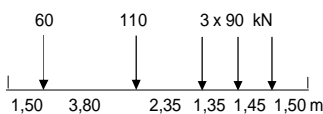
**LB 4.6:** wie LB 4.4 mit Nachtfahrt

Bei allen Fahrstreifen werden 3 m Breite berücksichtigt.

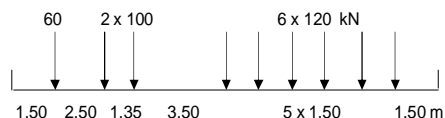
In den Fahrstreifen mit dem Schwertransport wird ein Schwingbeiwert nach DIN 1072, Ausgabe Dezember 1985, Abs. 3.3.4 angesetzt.

(Ausnahmen Lastbild 4.3, 4.4, 4.5 und 4.6)

### 44 t Fahrzeug ( 440 kN Fzk)



### Schwertransport (z.B. 98 t mit 9 Achsen)



**Bild 3.2.2: Lastbilder für die Berechnung von Schwertransporten – Lastannahmen für den Schwertransport und Fahrzeuglänge**