

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Leitfaden**

**für die Behandlung von  
zeitgebundenen Kosten  
(ZGK)  
im Tunnelbau**

**Stand: 13.03.2017**

## **UAG „Kostensicherheit im Tunnelbau“ der BASt AG 2.6 Tunnelbau**

Mitglieder: Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebel, Bonn (Leiter)  
Dipl.-Ing. Ulrich Biber, Heidelberg  
Dipl.-Ing. Daniel Eickmeier, Bergisch-Gladbach  
Dr.-Ing. Stefan Franz, Berlin  
Dipl.-Ing. Jan Gramer, Bonn  
Dr.-Ing. Dieter Handke, Bochum  
Dr.-Ing. Klaus Seeger, Wiesbaden  
Dipl.-Ing. Roland Sedlmeir, München  
Dipl.-Ing. Daniel Spöndlin, Innsbruck  
Dr.-Ing. Johannes Wageneder, Wien  
Dipl.-Ing. Bodo Wieczorek, Erfurt

## Inhalt

	Seite
<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNG ..... 5</b>
<b>2</b>	<b>GELTUNGSBEREICH ..... 5</b>
<b>3</b>	<b>EINLEITUNG ..... 5</b>
<b>4</b>	<b>BEGRIFFSBESTIMMUNGEN ..... 6</b>
<b>5</b>	<b>FLEXIBLES BAUZEITENMODELL ..... 8</b>
5.1	ALLGEMEINES ..... 8
5.2	TEILBAUZEITEN ..... 9
5.2.1	<i>Teilbauzeit 1: Baubeginn bis Vortriebsbeginn</i> ..... 9
5.2.2	<i>Teilbauzeit 2: Vortriebsbeginn bis Betonierende</i> ..... 9
5.2.3	<i>Teilbauzeit 3: Betonierende bis Bauende</i> ..... 10
5.3	VORTRIEBSLEISTUNG ..... 10
5.3.1	<i>Vertragliche Grundleistung</i> ..... 10
5.3.2	<i>Besondere Leistungen</i> ..... 11
5.4	BETONIERLEISTUNG ..... 11
5.4.1	<i>Vertragliche Grundleistung</i> ..... 12
5.4.2	<i>Besondere Leistungen</i> ..... 12
<b>6</b>	<b>VERFEINERTE MODELLE ..... 13</b>
6.1	LOHNSTUNDENMODELL ..... 13
6.2	MATRIXMODELL (ÖSTERREICH) ..... 14
<b>7</b>	<b>GESTALTUNG DES BAUVERTRAGES ..... 15</b>
7.1	ZEITGEBUNDENE GEMEINKOSTENPOSITIONEN IM BAUVERTRAG ..... 15
7.1.1	<i>Grundpositionen</i> ..... 15
7.1.2	<i>Zulagepositionen</i> ..... 15
7.2	ZEITGEBUNDENE KOSTEN FÜR DAS ANGEBOT ..... 15
7.2.1	<i>Zeitgebundene Baustellengemeinkosten innerhalb von Festzeiten</i> ..... 15
7.2.2	<i>Zeitgebundene Baustellengemeinkosten innerhalb von variablen Zeiten</i> ..... 15
7.3	BIETERANGABEN ..... 16
7.3.1	<i>Bieterangaben im flexiblen Bauzeitenmodell</i> ..... 16
7.3.2	<i>Bieterangaben im Lohnstundenmodell</i> ..... 16
7.3.3	<i>Bieterangaben im Matrixmodell</i> ..... 18
<b>8</b>	<b>ABRECHNUNG ..... 19</b>
8.1	ABRECHNUNG VON PAUSCHALEN MIT FESTZEITEN ..... 19
8.2	ABRECHNUNG VON VARIABLEN ZEITEN BEI VORTRIEBSKLASSENVERSCHIEBUNG ..... 19
8.3	ABRECHNUNG VON VARIABLEN ZEITEN BEI VORTRIEBSKLASSENVERSCHIEBUNG MIT LOHNSTUNDENMODELL ..... 20
<b>9</b>	<b>HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG VON FLEXIBLEN BAUZEITMODELLEN ..... 21</b>
9.1	LEISTUNGSPOSITIONEN ..... 21
9.2	EINDEUTIGE LEISTUNGSABFRAGEN IN DER LEISTUNGSBESCHREIBUNG ..... 21
9.3	LEISTUNGSBESCHREIBUNG DER ZEITGEBUNDENEN KOSTEN ..... 21
<b>A1</b>	<b>ANHANG – TECHNISCHE REGELWERKE ..... 24</b>
<b>A2</b>	<b>ANHANG – BERECHNUNGSBEISPIELE ..... 25</b>
A2.1	GRUNDSÄTZLICHE ARBEITSSCHRITTE ..... 25
A2.2	BEISPIEL 1 – FLEXIBLES BAUZEITENMODELL AM BEISPIEL EINES „EINFACHEN“ TUNNELBAUVORHABENS ..... 26
A2.2.1	<i>Projektstruktur und Vertragsstruktur</i> ..... 26
A2.2.2	<i>Bauzeitenplanung des Auftragsgebers</i> ..... 27
A2.2.3	<i>Bieterangaben und vertragliche Vortriebsdauer SOLL (Bieterangaben werden mit Auftragserteilung verbindlicher Vertragsinhalt)</i> ..... 27
A2.2.4	<i>Beispiel für verlängerte vertraglich zu vergütende Bauzeit SOLL:</i> ..... 28

A2.2.5. Beispiel für verkürzte vertraglich zu vergütende Bauzeit SOLL‘	29
A2.3. BEISPIEL 2 – LOHNSTUNDENMODELL FÜR VERTRAGLICH ZU VERGÜTENDE BAUZEIT SOLL“ UNTER BERÜCKSICHTIGUNG SONSTIGER EINFLÜSSE	31
A2.4. BEISPIEL 3 – KOMPLEXES TUNNELPROJEKT MIT KRITISCHEM WEG	37
A2.4.1. Beispielannahmen – SOLL-Bauzeit	37
A2.4.2. Bauzeitermittlung – SOLL‘	38
A2.5. BEISPIEL 4 – MATRIXMODELL AM BEISPIEL EINES „EINFACHEN“ STOLLENBAUVORHABENS	40

## 1 Vorbemerkung

Mit diesem Leitfaden soll den Auftraggebern eine Hilfestellung zur Ausgestaltung des Bauvertrages in Bezug auf die zeitgebundenen Kosten im bergmännischen Tunnelbau an die Hand gegeben werden. Es werden Hinweise zu den Auswirkungen bei Variation der Einflussgrößen gegeben, so dass letztlich die Vergabestelle im Einzelfall geeignete Festlegungen treffen kann.

Durch die Berücksichtigung einer besonderen Regelung für die Behandlung der zeitgebundenen Kosten bereits bei der vertraglichen Gestaltung können die im Tunnelbau oftmals aus dem Baugrund herrührenden aufwendigen Vertragsanpassungen reduziert werden.

Aufgrund der Erfahrungen bei zahlreichen Projekten wird in diesem Leitfaden ein flexibles Bauzeitmodell favorisiert, bei dem alle wesentlichen Einflüsse berücksichtigt werden können. Im Einzelfall kann eine weitere Verfeinerung z. B. über ein Lohnstundenmodell sinnvoll sein, bei dem allerdings der Umfang der zu vereinbarenden Sachverhalte ansteigt. Dieses und das Matrixmodell werden im Abschnitt 6 behandelt. Das Schweizer Modell für die Vergütung der zeitgebundenen Kosten (SIA 118/198) wird hier nicht behandelt.

## 2 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden wird für die Anwendung bei Tunneln in geschlossener Bauweise gemäß ZTV-Ing Teil 5, Abschnitt 1, empfohlen.

## 3 Einleitung

Im Tunnelbau dominieren die Einflüsse des Baugrunds stärker als in jeder anderen Ingenieurdisziplin die Bemessung des Bauwerks und der Bauzustände. Dies betrifft jedoch nicht nur deren Bemessung, sondern in besonderem Maße auch den für die Herstellung benötigten Zeitbedarf. Durch die punktuelle geotechnische Erkundung und des sich daraus ergebenden Baugrundmodells, kann die tatsächliche Beschaffenheit des Baugrundes nur mit einer begrenzten Genauigkeit vorhergesagt werden.

Der im Bereich des Ausbruchquerschnitts erwartete Baugrund wird in sogenannte Vortriebsklassen (gemäß ATV DIN 18312) mit definierten Abschlagslängen und den erforderlichen Sicherungsmitteln eingestuft. So stehen für die Abrechnung der Leistung vor Baubeginn vereinbarte Vortriebsklassen zur Verfügung.

Abweichungen können sich bei der Abrechnung der Bauleistung ergeben, wenn sich die Verteilung der tatsächlich festgestellten Vortriebsklassen gegenüber der vorher prognostizierten Verteilung ändert. Die Schwierigkeit besteht darin, dass in einer Leistungsposition neben den Kosten für Material immer auch Lohnkosten, Gerätekosten und ein Zeitbedarf für die Leistungserbringung kalkuliert werden müssen, die üblicherweise aber in Dimensionen wie „Meter“ oder „Kubikmeter“, also ohne Zeitbezug abgerechnet werden. Auch eine möglicherweise technisch oder wirtschaftlich erforderliche Anpassung der Sicherungsmittel kann leicht zu einer erheblichen Änderung des Zeitbedarfs führen.

Mit diesem Leitfaden wird der Ansatz verfolgt, einen für Auftraggeber und Auftragnehmer fairen Vertrag zu erstellen, der auch bei erforderlichen Anpassungen eine transparente und faire Abwicklung ermöglicht. Die zeitgebundenen Kosten (ZGK) sind dabei soweit wie möglich von den Herstellkosten abzukoppeln und bereits mit der Angebotsabgabe transparent zu machen. Dem liegt der Grundsatz der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) zugrunde, wonach dem Auftragnehmer im Einheitspreisvertrag unabhängig von Mengenänderungen ein Anspruch auf Deckung der Baustellengemeinkosten zusteht.

Die Vorgehensweise lässt sich folgendermaßen skizzieren:

Zunächst wird durch den Auftraggeber auf Basis eines geotechnischen Berichtes und eines tunnelbautechnischen Gutachtens eine Einteilung in Vortriebsklassen und deren prognostizierte Verteilung vorgenommen. Es werden Abschlagslängen und geeignete Sicherungsmittel festgelegt. Hieraus werden die zur Herstellung notwendigen Mengen für die Leistungsbeschreibung ermittelt.

Vom Bieter bzw. späteren Auftragnehmer werden die Mengen, die Leistung und, bei Anwendung des Lohnstundenmodells, die dabei erforderlichen Lohnstunden für eine Vortriebsklasse (Ausbruch und Stützmittel) angeboten. Die Summe der die Vortriebsdauer bestimmenden Leistungen ergibt sich eine „angebotene Vortriebsdauer“, die Vertragsgegenstand wird. Je nach Modell können auch zusätzliche Zeitbedarfe für einzelne Sicherungsmittel angegeben werden, um Modifikationen im Bereich der Sicherungsmittel innerhalb der Klasse vornehmen zu können.

Verschieben sich die Anteile der unterschiedlichen Vortriebsklassen infolge der tatsächlich festgestellten Baugrundverhältnisse, ergibt sich auf Grundlage der jeweils angebotenen Vortriebszeiten rechnerisch eine neue vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer. Da die spezifischen Vortriebszeiten Gegenstand des Angebots waren, ist auch die neue Vortriebsdauer vertraglich schon vereinbart.

Darüber hinaus sind die Änderungen innerhalb der Vortriebsklassen über einen Lohnstundenvergleich feststellbar und die Auswirkungen auf die Bauzeit und Gemeinkosten berechenbar.

## **4 Begriffsbestimmungen**

### **1 Vertragsfristen**

Die Vertragsfristen werden vom Auftraggeber festgelegt und in den Vertragsunterlagen vereinbart.

### **2 Gesamtbauzeit**

Die Gesamtbauzeit entspricht der auf Basis der Vertragsunterlagen und den Bestimmungen des Bauvertrages sowie der unter Berücksichtigung eines Bauzeitmodelles errechneten Bauzeit.

Die Gesamtbauzeit setzt sich aus folgenden Teilbauzeiten (TBZ) zusammen:

- TBZ 1 – Baubeginn bis Vortriebsbeginn
- TBZ 2 – Vortriebsbeginn bis Betonierende
- TBZ 3 – Betonierende bis Bauende.

### **3 Tatsächliche Gesamtbauzeit**

Die tatsächliche Gesamtbauzeit ist die für die Errichtung des Bauwerks tatsächlich benötigte Bauzeit. Sie ist im Rahmen des Bauzeitmodells nicht abrechnungsrelevant.

### **4 Baubeginn**

Der Baubeginn bezeichnet den Beginn der Bauarbeiten vor Ort. Er muss nicht zwangsläufig mit dem vertraglichen Leistungsbeginn (Beginn der Ausführung) zusammenfallen (z. B. Planungsvorlauf).

## **5 Vertragliche Vortriebsdauer SOLL**

Die vertragliche Vortriebsdauer SOLL errechnet sich im flexiblen Bauzeitenmodell aus der prognostizierten Vortriebsklassenverteilung und den für die einzelnen Vortriebsklassen vertraglich vereinbarten Vortriebsleistungen (Regelvortrieb).

Beim Lohnstundenmodell ist die Vortriebsdauer der sonstigen Teilleistungen Vortrieb noch zu addieren.

## **6 Vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL'**

Die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL' (Soll-Strich) im flexiblen Bauzeitenmodell errechnet sich aus der tatsächlichen Vortriebsklassenverteilung und den für die einzelnen Vortriebsklassen vertraglich vereinbarten Vortriebsleistungen.

## **7 Vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL''**

Die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL'' (Soll-zwei-Strich) im Lohnstundenmodell ermittelt sich aus SOLL' und dem Lohnstundenvergleich. Es werden ausgehend von SOLL' zusätzlich die tatsächlich ausgeführten Leistungen gegenüber dem Regelvortrieb auf Basis der vereinbarten Lohnstundenansätze berücksichtigt.

## **8 Vortriebsdauer IST**

Die Vortriebsdauer IST entspricht der tatsächlich benötigten Zeit für die Vortriebsarbeiten. Sie ist im Rahmen des Bauzeitmodells nicht abrechnungsrelevant.

## **9 Vortriebsbeginn**

Der Vortriebsbeginn ist der Zeitpunkt, an dem der Vortrieb an der objektspezifisch festgelegten Stationierung gemäß Bauzeitmodell beginnt. Der tatsächliche Vortriebsbeginn kann davon abweichen.

## **10 Vortriebsende**

Das Vortriebsende ist der Zeitpunkt, an dem der Vortrieb an der objektspezifisch festgelegten Stationierung gemäß Bauzeitmodell endet. Das tatsächliche Vortriebsende kann davon abweichen.

## **11 Betonierbeginn**

Der Betonierbeginn ist der Zeitpunkt, an dem die Betonierarbeiten entsprechend den objektspezifischen Festlegungen gemäß Bauzeitmodell beginnen.

## **12 Betonierdauer**

Die Betonierdauer ist eine objektspezifisch vom Bieter angebotene und im Bauvertrag vereinbarte Zeit. Sie ist in der Regel als Festzeit in der Teilbauzeit 2 „Vortriebsbeginn bis Betonierende“ enthalten.

## **13 Betonierende**

Das Betonierende ist der Zeitpunkt, an dem die Betonierarbeiten entsprechend den objektspezifischen Festlegungen gemäß Bauzeitmodell abgeschlossen sind.

## **14 Bauende**

Das Bauende ist der Zeitpunkt der Fertigstellung des Bauwerks einschließlich Räumung der Baustelle.

## **15 Kritischer Weg**

Der kritische Weg berücksichtigt die Bauphasen und Bauzeiten, die die vertraglich zu vergütende Gesamtbauzeit bestimmen.

## **16 Lohnstunden LSt' und LSt''**

Die Lohnstunden (LSt) errechnen sich aus den Ansätzen der Bieterangaben multipliziert mit den abzurechnenden Mengen für Ausbruch und Sicherung.

LSt' berücksichtigen dabei die tatsächliche Vortriebsklassenverteilung und die Lohnstunden nach Regelvortrieb.

LSt'' erfassen darüber hinaus auch die Abweichungen gegenüber dem Regelvortrieb.

## **17 Baustellengemeinkosten (BGK)**

Als Gemeinkosten der Baustelle bezeichnet man die Kosten, die durch das Betreiben einer Baustelle entstehen, sich aber keiner Teilleistung direkt zurechnen lassen.

Die Baustellengemeinkosten gliedern sich in zeitunabhängige Baustellengemeinkosten und zeitgebundene Baustellengemeinkosten (ZGK).

## **18 Zeitgebundene Baustellengemeinkosten**

### **18-1 Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten**

Allgemeine zeitgebundene Gemeinkosten sind Kosten des Baustellenbetriebs wie Gehälter, unproduktive Löhne einschließlich Lohnnebenkosten, Reisekosten, sachliche Bürokosten usw., Gerätekosten der Baustelle soweit sie nicht gesondert vergütet werden, Betriebskosten für Fahrzeuge des Baustellenpersonals sowie Kosten der Baustelle für übergeordnete Anlagen wie Miete, Pacht, Gebühren, Versicherungsprämien, Beheizung, Beleuchtung, Telefon von Baubüros und Unterkünften, Kantinen, Stromerzeugungs- und Wasserversorgungsanlage etc.

### **18-2 Zeitgebundene Kosten Vortrieb**

Zeitgebundene Gemeinkosten des Vortriebs sind Sonderkosten für die Auffahrung des Tunnels wie Gerätekosten einschließlich Kosten für Abschreibung und Verzinsung sowie Instandhaltung und Reparatur der Geräte, soweit sie nicht mit den Leistungspositionen vergütet werden, zusätzliche Gehaltskosten, zusätzliche Lohnkosten etc.

### **18-3 Zeitgebundene Kosten Betonierarbeiten**

Zeitgebundene Gemeinkosten der Betonierarbeiten sind Sonderkosten für die Herstellung der Tunnelinnenschale wie Gerätekosten einschließlich Kosten für Abschreibung und Verzinsung sowie Instandhaltung und Reparatur der Geräte, soweit sie nicht mit den Leistungspositionen vergütet werden, zusätzliche Gehaltskosten, zusätzliche Lohnkosten etc.

## **5 Flexibles Bauzeitenmodell**

### **5.1 Allgemeines**

Grundprinzip eines flexiblen Bauzeitmodelles ist die Berücksichtigung von veränderten Randbedingungen gegenüber den prognostizierten Bedingungen in den Ausschreibungsunterlagen. Die Änderungen beziehen sich auf die tatsächlich während der Errichtung angebotenen geologischen Verhältnisse und den in der Folge aufzufahrenden Vortriebsklassen. Erst nach dem Auffahren der gesamten Tunnelstrecke liegt die Verteilung der aufgefahrenen Vortriebsklassen fest.

Die veränderliche Teilbauzeit umfasst daher zumindest die Vortriebsdauer und ggf. auch die Herstellungsdauer der Innenschale.

Die Gesamtbauzeit ergibt sich aus dem kritischen Weg über die veränderlichen Zeiten und die Festzeiten.



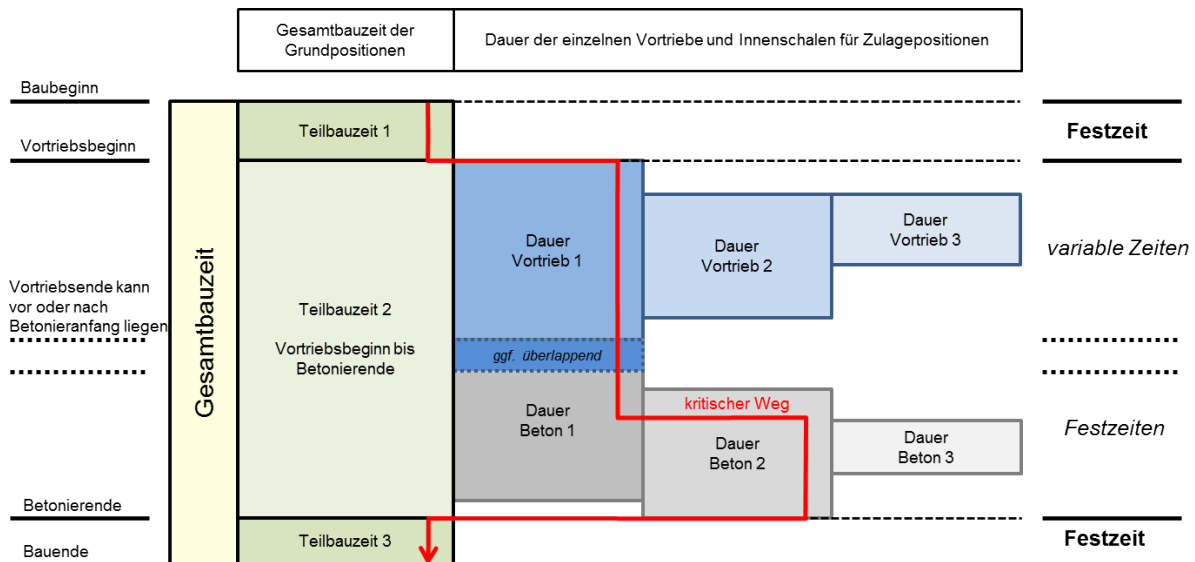


Bild 5-1: Flexibles Bauzeitmodell

Gemäß der schematischen Darstellung in Bild 5-1 müssen sich die Teilbauzeiten 1 bis 3 lückenlos zur Gesamtbauphase aufaddieren. Hierin bedeuten:

Teilbauzeit 1: für Baubeginn bis Vortriebsbeginn (Festzeit)

Teilbauzeit 2: für Vortriebsbeginn bis Betonierende (veränderlich). Die hierfür erforderliche Zeit wird über den kritischen Weg der darin enthaltenen Bautätigkeiten (z.B. Vortrieb, Betonieren) bestimmt.

Teilbauzeit 3: für Betonierende bis Bauende (Festzeit)

Die an konkrete Bautätigkeiten gebundenen Zeiten (z. B. Vortriebsdauer, Betonierdauer) können unmittelbar aneinander anschließen, sich überlappen oder durch Pufferzeiten getrennt sein.

## 5.2 Teilbauzeiten

### 5.2.1 Teilbauzeit 1: Baubeginn bis Vortriebsbeginn

Die Teilbauzeit 1 beginnt mit dem Baubeginn und endet mit dem Vortriebsbeginn. Es handelt sich hierbei um den Zeitbedarf, den der Auftragnehmer angibt, um mit dem ersten Kalottenvortrieb beginnen zu können. Die Teilbauzeit 1 umfasst insbesondere die Baustelleneinrichtung, die Baufeldfreimachung, die Herstellung von Voreinschnitten und Baugruben einschl. Baugrubensicherung sowie die Herstellung der Luftbogenstrecke. Weitere Leistungen können projektspezifisch erforderlich werden.

Die Teilbauzeit 1 ist vom Auftragnehmer als Festzeit anzubieten.

Leistungen wie Restaushub, Baugrubenherstellung für Strossen- und Sohlausbruch, die parallel zur Teilbauzeit 2 ausgeführt werden können, liegen in der Regel nicht auf dem kritischen Weg und gehen daher nicht in die Teilbauzeit 1 ein.

### 5.2.2 Teilbauzeit 2: Vortriebsbeginn bis Betonierende

Die Teilbauzeit 2 beginnt mit dem Vortriebsbeginn des ersten Kalottenvortriebs und endet mit dem Betonierende des letzten herzustellenden Tunnelabschnitts. Im Rahmen der Ermittlung dieser Teilbauzeit ist die Dauer der einzelnen Tunnelvortriebe und Betonierabschnitte anzugeben. Die Teilbauzeit 2 entspricht der Dauer des kritischen Weges über alle Vortriebs-

und Betonarbeiten und setzt sich aus dem variablen Teil der Vortriebsdauer und des Zeitbedarfs der Betonarbeiten zusammen.

Die Ermittlung der Vortriebsdauer erfolgt in der Regel über den Kalottenvortrieb, der auf dem kritischen Weg liegt. Der Nachlauf des auf dem kritischen Weg liegenden Strossen-/Sohlvortriebs kann als Festzeit oder abhängig von den Vortriebsklassen variabel vereinbart werden.

Bei der Ermittlung der Betonierdauer ist der Zeitbedarf für die Umrüstung, den Abdichtungsträger, die Abdichtung und die Bewehrung der Innenschale sowie die Nacharbeiten zu berücksichtigen. Die Betonierdauer wird in der Regel als Festzeit vereinbart. In der Teilbauzeit 2 wird nur der Anteil berücksichtigt, der auf dem kritischen Weg liegt.

Nicht auf dem kritischen Weg liegende Arbeiten wie z. B. parallel laufende Vortriebs- und Betonarbeiten werden bei der Ermittlung der Gesamtbauzeit nicht berücksichtigt. Es werden jedoch die Dauern dieser Leistungen entsprechend Kapitel 6 bei der Vergütung gesondert berücksichtigt.

Die Teilbauzeit 2 errechnet sich variabel aus den vom Auftragnehmer angebotenen Leistungsansätzen.

### **5.2.3 Teilbauzeit 3: Betonierende bis Bauende**

Die Teilbauzeit 3 beginnt mit dem Betonierende des auf dem kritischen Weg liegenden Tunnelabschnitts und endet mit dem Bauende. Es handelt sich hierbei um den Zeitbedarf, den der Auftragnehmer angibt, um den Tunnelrohbau einschließlich der vertraglich vereinbarten Außenanlagen fertigzustellen und die Baustelle zu räumen. Die Teilbauzeit 3 beinhaltet beispielsweise die Herstellung der Entwässerung, der Notgehwege, Löschwassereinrichtungen, Straßenbauarbeiten, Verfüllung der Baugruben und Herstellung der Tunnelvorfelder, Betriebsgebäude, soweit sie auf dem kritischen Weg liegen.

Die Teilbauzeit 3 ist vom Auftragnehmer als Festzeit anzubieten.

## **5.3 Vortriebsleistung**

Die Ermittlung der Vortriebsleistungen erfolgt getrennt für jede Vortriebsklasse und für jeden Tunnelquerschnitt. Die Vortriebsleistung wird in der Regel in Meter pro Kalendertag (m/KT) angegeben.

Im Bauvertrag ist festzulegen, welche Einflüsse bei der Ermittlung der Leistungsansätze in der Grundleistung berücksichtigt werden müssen und welche als besondere Leistungen gesondert anzubieten sind.

### **5.3.1 Vertragliche Grundleistung**

Die jeweils vertraglich vereinbarte Vortriebsleistung beinhaltet den Ausbruch mit der in der Vortriebsklasse festgelegten Abschlagslänge, die dort angegebenen Sicherungsmittel sowie etwaige definierte Vortriebserschwerisse.

Üblicherweise sind bei der Kalkulation der Leistungsansätze folgende Leistungen einzurechnen:

- Wechsel von Vortriebsklassen und Leistungsminderungen beim Vortrieb der Kalotte infolge der Ausführungsbedingungen der nachfolgenden Ausbruchquerschnitte
- Herstellung von Nischen und betrieblich bedingten Ausbrüchen
- Erschwerisse durch wechselnde Querschnitte (z. B. Pannenbucht)

- laufende Absteckung und Kontrolle der Hohlraumachse und deren Höhenlage während der Vortriebsarbeiten; Baustationierung einschließlich der Herstellung und Erhaltung von Festpunkten aller Art
- Behinderungen und Unterbrechungen in Folge der Vermessungsarbeiten sowie durch deren Vorarbeiten
- Profilkontrollen
- Behinderung durch geologische u.a. Dokumentationen
- Erschwernisse durch Wasseranfall bis zur Grenzwassermenge
- Behinderungen durch Nachziehen von Strosse und Sohle
- zeitbestimmende Einflüsse, die sich aus gleichzeitig auszuführenden Leistungen (z. B. Betonierarbeiten) ergeben
- Arbeitsunterbrechungen aus evtl. Dekadenpausen, Sonn- und Feiertagspausen, Weihnachtspausen etc. durch Umrechnung Arbeitstage auf Kalendertage
- Behinderung infolge geotechnischer Verformungsmessungen
- Einarbeitungszeit der Mannschaften

Folgende Kalkulationswerte pro Abschlag sind in den jeweiligen Vortriebsklassen und in Vortriebsmeter umgerechnet anzugeben:

- Mannschaftsstärke
- Gesamtlohnstunden
- Zeitansätze für die einzelnen Leistungen innerhalb der Vortriebsklasse und Gesamtvortriebsdauer.

In Abhängigkeit des gewählten Vertragsmodells sind auch die Zeitansätze für die einzelnen Sicherungsmittel anzugeben und vertraglich zu vereinbaren.

### **5.3.2 Besondere Zeitansätze**

Projektspezifisch können ergänzend zur Grundleistung Zeitansätze z. B. für folgende Leistungen ausgewiesen und bei der Vortriebsdauer berücksichtigt werden:

- Tunnelanschlag
- Vortriebserschwernisse bei fallendem Vortrieb
- Vortriebserschwernisse durch Überschreiten der Grenzwassermenge
- Mehraufwand bei Querschnittsänderungen, soweit nicht in der Grundleistung berücksichtigt
- Herstellung der Querschläge, wenn der Hauptvortrieb dadurch unterbrochen werden muss
- Verfüllen von geologisch bedingtem Mehrausbruch
- Leistungsminderungen zur Einhaltung der zulässigen Schwinggeschwindigkeiten an baulichen Anlagen durch Erschütterungen aus dem Vortrieb
- Maßnahmen in kontaminierten Bereichen
- Injektionen, soweit nicht in der Grundleistung berücksichtigt
- Einbau geotechnischer Messeinrichtungen, Erkundungsmaßnahmen
- Arbeiten im rückwärtigen Raum (z. B. Sicherungsmaßnahmen mit gewisser Entfernung zur Ortsbrust)
- Leistungsminderungen beim Durchschlag

## **5.4 Betonierleistung**

Die Ermittlung der Betonierleistung erfolgt getrennt für jeden Tunnelquerschnitt. Die Betonierleistung wird in der Regel in Meter pro Kalendertag (m/KT) angegeben und als Festzeit ausgewiesen.

Im Bauvertrag ist festzulegen, welche Einflüsse bei der Ermittlung der Leistungsansätze in der Grundleistung berücksichtigt werden müssen und welche als besondere Leistungen gesondert anzubieten sind.

#### **5.4.1 Vertragliche Grundleistung**

Die jeweils vertraglich vereinbarte Betonierleistung berücksichtigt die vertragsgemäße Durchführung der Arbeiten und sämtliche aus den Ausschreibungsunterlagen erkennbaren Gegebenheiten, Erschwernisse und Aufwendungen, für die keine Zusatzzeiten ausgewiesen werden.

Üblicherweise sind bei der Kalkulation der Leistungsansätze folgende Leistungen einzurechnen:

- Einarbeitungszeit der Mannschaft
- zeitbestimmende Einflüsse, die sich aus dem Betonieren auf Lücke ergeben
- zeitbestimmende Einflüsse, die sich aus dem vom Bieter gewählten Betonierablauf einschließlich Umstellen der Schalwagen ergeben
- zeitbestimmende Einflüsse, die sich aus der vom Bieter gewählten Ver- und Entsorgungslogistik ergeben, z. B. Transport und Einbau des Betons sowie eventuelle Kosten für Wärmebehandlung (auch Kühlung)
- zeitbestimmende Einflüsse, die sich aus gleichzeitig auszuführenden Leistungen (z. B. Vortrieb) ergeben
- zeitbestimmende Einflüsse, die sich aus den Abdichtungsarbeiten einschl. Abdichtungsträger ergeben (bei WUB-KO aus Ausgleichschicht und Gleitschicht)
- zeitbestimmende Einflüsse aus der Betonnachbehandlung
  
- alle Erschwernisse und Aufwendungen zum Schutz der Fahrsohle
- das Räumen der Sohle soweit nicht bereits im Zuge des Vortriebs erfolgt
- alle Mehraufwendungen beim Betonierablauf infolge von Mehrbeton zum Verfüllen von Mehrausbruch
- alle Mehraufwendungen beim Betonierablauf durch Wassererschwernisse, durch die Bergwasserableitung und durch die Wasserhaltung. Das Abtragen und Wegschaffen aller Maßnahmen für die temporäre Wasserableitung des Vortriebs bei der Herstellung des Sohlgewölbes (z. B. Abtragen Wassergraben, Schächte samt Deckel)
- die Stirnschalung bei den einzelnen Blockfugen
- Fugenausbildung
- Baubetrieblich (z. B. infolge Schalungssystem, Frischbetondruck) erforderliche Arbeitsfugen
- laufende Absteckung und Kontrolle der Hohlraumachse und deren Höhenlage während der Betonierarbeiten; Baustationierung einschließlich der Herstellung und Erhaltung von Festpunkten aller Art
- Behinderungen und Unterbrechungen infolge der Vermessungsarbeiten sowie durch deren Vorarbeiten
- Profilkontrollen
- sämtliche Mehraufwendungen, Erschwernisse und Behinderungen infolge des Einbaues der Bewehrung
- Reinigen und Vorbereiten der freigelegten Sohle für das Betonieren des Ortbetonsohlgewölbes bzw. des Sohlfüllbetons

#### **5.4.2 Besondere Zeitansätze**

Projektspezifisch können ergänzend zur Grundleistung Zeitansätze z. B. für folgende Leistungen ausgewiesen und bei der Betonierdauer berücksichtigt werden:

- Erschwernisse und Mehrleistungen bei Querschnittsprüngen
- Erschwernisse und Mehrleistungen bei Kreuzungsbauwerken
- Abweichende Blocklängen

## 6 Verfeinerte Modelle

Im Zuge der Bauausführung kann es mitunter zweckmäßig sein, unter Beibehaltung der Vortriebsklasse geringe Modifikationen z. B. bei der Anzahl der Stützmittel vorzunehmen. Um das in Abschnitt 5 beschriebene Flexible Bauzeitenmodell für solche Modifikationen innerhalb der Vortriebsklassen weiter zu differenzieren, können die im Folgenden beschriebenen Vertragsmodelle angewendet werden.

### 6.1 Lohnstundenmodell

Das Lohnstundenmodell ist ein auf das in Abschnitt 5 beschriebene Flexible Bauzeitenmodell aufbauendes Vertragsmodell, bei dem die zu vereinbarenden Leistungsansätze für den Ausbruch und zusätzlich für die einzelnen Sicherungsmittel in Form einer Aufschlüsselung in *Lohnstunden/Einheit* im Wettbewerb ermittelt werden.

Diese Lohnstundenanteile bedürfen keiner gesonderten Ermittlung, sondern werden bei der Preisbildung ohnehin erfasst und sind in der Regel in der Urkalkulation ausgewiesen. Da eine Urkalkulation jedoch nicht Vertragsbestandteil wird, ist es für die als Vergütungsgrundlage dienende Bauzeit erforderlich, die dafür notwendigen Angaben gesondert verbindlich zu vereinbaren. Dies erfolgt durch ergänzende Bieterangaben, die zu einem verbindlichen Vertragsbestandteil werden. Für die Bieterangaben müssen alle Grund- und Zusatzleistungen aufgeführt sein, mit denen bei der Bewältigung der Bauaufgabe gerechnet werden muss.

Die angebotenen Vortriebsleistungen sind für die im Leistungsverzeichnis dargestellten und im Teil Bieterangaben tabellarisch zusammengestellten Mengen gültig. Durch einen Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Sicherung wird bei einer Abweichung der tatsächlich eingebauten Sicherungsmittel von den prognostizierten Sicherungsmittelmengen der Einfluss der Änderung auf die vertraglich zu vergütende Bauzeit berücksichtigt. Dabei bleiben die Einheitspreise und die angebotenen Leistungsansätze unverändert. Weichen die in den jeweiligen Vortriebsklassen ausgeführten Mengen und/oder Leistungen vom Regelvortrieb ab, wird mit dem Lohnstundenvergleich eine Gegenüberstellung durchgeführt und der daraus resultierende Einfluss auf die zeitgebundenen Baustellengemeinkosten und die Gesamtbauzeit zusätzlich berücksichtigt.

Beim Lohnstundenvergleich werden sämtliche ausgeführte Sicherungsmaßnahmen im Vortriebsbereich aufsummiert, mit den jeweiligen Lohnstundenansätzen aus den Bieterangaben multipliziert und die daraus resultierende Lohnstundensumme mit der angebotenen Lohnstundensumme verglichen. Die daraus resultierende Korrektur der Vortriebsdauer SOLL' wird als SOLL" sowohl bei der Gesamtbauzeit als auch bei der Vergütung der zeitgebundenen Baustellengemeinkosten berücksichtigt.

Beim Lohnstundenvergleich können neben den Mengenänderungen der ausgeführten Sicherungsmittel auch sämtliche Einflüsse aus den besonderen Zeitansätze, wie z. B. geologisch bedingtem Mehrausbruch oder Überschreiten der Grenzwassermenge erfasst werden. Darüber hinaus können auch die Einflüsse erfasst werden, die sich durch Änderung der Ausbruchsgometrie (vgl. Abbildung in DIN 18 312) ergeben.

## 6.2 Matrixmodell (Österreich)

Das Matrixmodell ist hier nur der Vollständigkeit halber behandelt. Die Begrifflichkeiten der ÖNORM B 2203 weichen teilweise von den in Deutschland üblichen Bezeichnungen ab. Die Anwendung des Matrixmodells bedarf in Deutschland einer einzelvertraglichen Regelung. Hierbei sind mögliche Konflikte mit anderen Regelwerken (z. B. VOB) zu prüfen.

Das Matrixmodell gemäß ÖNORM B 2203-1 basiert auf der Definition einer Vortriebsklassenmatrix. Die Vortriebsklassenmatrix stellt einen Zusammenhang zwischen Abschlagslänge und eingebauten Sicherungsmitteln her.

Somit lässt sich jeder Vortrieb in dieser Matrix darstellen. Voraussetzung hierfür ist die Definition einer Stützmittelzahl. Diese lässt sich aus den plangemäßen bzw. tatsächlich eingebauten Stützmitteln pro Abschlag bzw. pro Laufmeter und einer definierten Querschnittsfläche berechnen. Dazu ist es erforderlich, die verschiedenen Stützmittel zueinander ins Verhältnis zu setzen, so dass jeder Stützmittelmix berücksichtigt werden kann. In der ÖNORM B 2203-1 ist dies in Tabelle 3 geregelt. Die einzelnen Bewertungsfaktoren sind mit der österreichischen Bauindustrie abgestimmt und seit Jahren in Verwendung. Ergebnis dieser Betrachtung ist die einem bestimmten Stützmittelmix zugeordnete Stützmittelzahl.

Für die Berechnung im Bauzeitmodell ist für die Ausschreibung der Stand der geologisch / geotechnischen Beurteilung bzw. die angenommene Verteilung der Vortriebsklassen zu definieren. Somit ergibt sich eine Darstellung der Vortriebsarbeiten in Tabellenform, wobei den ausgeschriebenen Vortriebsklassen eine entsprechende Länge gemäß geologisch / geotechnischer Beurteilung zugeordnet wird. Der Bieter setzt in dieser Tabelle nur die Vortriebsleistungen für die einzelnen Vortriebsklassen ein und erhält zusammen mit den Ergebnissen aus anderen Tabellen die Gesamtvortriebsdauer.

Besonderheiten im Vortrieb, die nicht ursächlich mit dem Vortrieb nach Vortriebsklassen abgehandelt werden können, lassen sich dabei in Tabellen mit Berechnung von Zusatzzeiten berücksichtigen. Dies können unter anderem Zeiten für Wassererschwernisse, Stützmittel und Sondermaßnahmen sein.

Der ÖNORM B 2203 entsprechend gilt als vereinbart, dass die vom Bieter angegebene Vortriebsleistung auch für innerhalb von definierten Schranken geänderte Stützmittelzahlen gilt, so dass geringfügige Änderungen bei den tatsächlich eingebauten Stützmitteln keine Auswirkungen auf die vereinbarte Vortriebsleistung haben.

Mit diesem Verfahren lässt sich somit jede Änderung im tatsächlichen Vortriebsgeschehen abbilden und entsprechend für die Bauabrechnung berücksichtigen. Wurde durch eine Änderung der Stützmittel eine Stützmittelzahl erreicht, die durch die ausgeschriebenen Vortriebsklassen nicht abgebildet ist, sind entsprechende Vereinbarungen für eine dieser Stützmittelzahl entsprechende Vortriebsleistung zu treffen. Auch für diese Vorgangsweise finden sich Vorgaben in der ÖNORM B 2203.

Zusätzlich zur Ermittlung der Bauzeit können über dieses Modell auch die erforderlichen Mannschaftsstunden der Vortriebsmannschaft und die zeitgebundenen Kosten für den Vortrieb abgegolten werden, so dass die gesamten Kosten des Vortriebs basierend auf Zeitangaben durch den Bieter geregelt sind.

## **7 Gestaltung des Bauvertrages**

Im Bauvertrag wird das zu vereinbarende Bauzeitmodell mit seinen Randbedingungen festgelegt. Das Bauzeitmodell ist projektspezifisch und detailliert zu beschreiben. Für den Bieter muss nachvollziehbar sein, wie sich in dem Modell die veränderlichen Zeiten berechnen.

### **7.1 Zeitgebundene Gemeinkostenpositionen im Bauvertrag**

Im Bauvertrag sollten für alle zeitgebundenen Kosten gesonderte Positionen vorgesehen werden. Für die nicht vom Vortrieb beeinflussten Bauzeiten (z. B. Baubeginn bis Vortriebsbeginn sowie Betonierende bis Bauende, Teilbauzeiten 1 sowie 3) sollten Positionen mit Festzeiten vereinbart werden. Die zeitgebundenen Kosten der vom Vortrieb beeinflussten Bauzeiten (z. B. Vortriebsbeginn bis Betonierende, Teilbauzeit 2) können i. d. R. in Grundpositionen mit Zulagepositionen aufgeteilt werden.

In einfachen Fällen kann alternativ auch nur eine Folge zeitlich gestaffelter Positionen für zeitgebundene Kosten vorgesehen werden (z. B. vor dem Vortriebsbeginn, Vortrieb, Betonieren, nach Betonierende).

#### **7.1.1 Grundpositionen**

Mit den Grundpositionen werden die allgemeinen zeitgebundenen Baustellengemeinkosten vergütet, die keiner Leistungsposition und keiner Zulageposition (s. u.) zuzuordnen sind.

Die Grundpositionen beinhalten das Vorhalten der Baustelle für die jeweiligen Teilbauzeiten. (s.Bild 5-1).

#### **7.1.2 Zulagepositionen**

Mit Zulagepositionen werden in der Teilbauzeit 2 zusätzliche, phasenbezogene zeitgebundene Kosten für Vortrieb und Betonierarbeiten erfasst.

### **7.2 Zeitgebundene Kosten für das Angebot**

#### **7.2.1 Zeitgebundene Baustellengemeinkosten innerhalb von Festzeiten**

Die zeitgebundenen Baustellengemeinkosten, die sich auf fixe Bauzeiten beziehen, also nicht der Vortriebsklassen-Prognose unterliegen, sondern ausschließlich von den angebotenen Leistungsansätzen bzw. Dauern abhängen, sollten als Pauschale ausgeschrieben werden.

#### **7.2.2 Zeitgebundene Baustellengemeinkosten innerhalb von variablen Zeiten**

Für die auf Grundlage einer vorgegebenen Prognose anzubietenden zeitgebundenen Kosten soll im Leistungsverzeichnis aus abrechnungstechnischen Gründen die Menge in 1,0 Stück (nicht pauschal) ausgeschrieben werden, um später eine Anpassung an die tatsächliche Vortriebsklassenverteilung vornehmen zu können.

Hintergrund hierfür ist, dass die je Vortriebsklasse verbindlich vereinbarten Leistungsansätze unveränderlich sein sollen, deren Auswertung über die tatsächliche Vortriebsklassenverteilung in Summe aber veränderlich ist und damit gerade nicht pauschal vergütet werden sollen.

## 7.3 Bieterangaben

Bei den vom Bieter abgefragten Leistungsansätzen und Lohnstundenansätzen zu den jeweiligen Positionen handelt es sich um Bieterangaben. Diese Erklärungen des Bieters sind Bestandteil des Angebotes und werden damit Vertragsbestandteil.

### 7.3.1 Bieterangaben im flexiblen Bauzeitenmodell

Zu jeder Vortriebsklasse ist durch den Bieter eine Vortriebsleistung (m/KT) unter Berücksichtigung der vertraglichen Grundleistung anzugeben. Weiterhin sind Zeitansätze für besondere Zeitansätze (siehe 5.3.2) anzubieten. Diese Bieterangaben erfolgen in den dafür vorgesehenen Formblättern.

### 7.3.2 Bieterangaben im Lohnstundenmodell

Zu jeder Vortriebsklasse ist durch den Bieter eine Vortriebsleistung (m/KT) und die Lohnstunden (h/Einheit) unter Berücksichtigung der vertraglichen Grundleistung anzugeben. Grundlage zur Ermittlung der Lohnstundensumme sind die Zeitansätze der Urkalkulation für die jeweilige Teilleistung innerhalb jeder Vortriebsklasse (Grundleistungen).

Neben den Lohnstundenangaben zu jeder Vortriebsklasse (h/m) sind auch die Lohnstundenansätze für die Sonstigen Leistungen Vortrieb (Injektionen, spezielle Sicherungsmittel, Erschwernisse, Entwässerungsbohrungen etc.) anzugeben und vertraglich zu vereinbaren. Diese Bieterangaben erfolgen in den dafür vorgesehenen Formblättern (Tabelle 7-1). Dieses Beispiel geht von einer Abrechnung der Leistung für den Vortrieb in Einzelpositionen aus.

Im Regelfall sollten die Stundenansätze für dieselben Stützmittel in unterschiedlichen Vortriebsklassen und Homogenbereichen nur einmal abgefragt werden, um Widersprüche zu vermeiden und die Abrechnung zu erleichtern. Dies kann durch entsprechende Automatisierung der Tabellen sichergestellt werden. Ggf. notwendige differenzierte Kalkulationen können durch den Bieter im Angebot gemittelt werden.



Tabelle 7-1: Bieterangaben im Lohnstundenmodell (Muster)

Lohnstundentabelle für Vortriebsarbeiten										
Bieterangaben		*) Nur Lohnstunde je Einheit								
wird berechnet oder von anderer Stelle übernommen										
VKL	LV-Pos.	Bezeichnung			Einheit	Menge per lfm	Lohnstunden je Einheit	Lohnstunden je lfm	Lohnstunden VKL je lfm	
<b>VKL Tunnelröhre</b>										
<b>Profil</b>										
T-K 3.1	XXXX.0325	Ausbruch T-K 3.1			m²	70,53				
	XXXX.0349	Spritzbeton	Leibung	da	15 cm	m²	20,53			
	XXXX.0365	Bewehrung	Bstm. bergseitig	-	Q188A	m²	20,53			
	XXXX.0381	Anker	SN-Anker, 160 kN	l	4,0 m	Stk.	3,88			n/lfm VKI T-K 3.1
T-K 4.2	XXXX.0326	Ausbruch T-K 4.2			m²	71,25				
	XXXX.0341	Spritzbeton	Ortsbrust		3 cm	m²	71,25			
	XXXX.0350	Spritzbeton	Leibung	da	20 cm	m²	20,50			
	XXXX.0365	Bewehrung	Bstm. bergseitig	-	Q188A	m²	20,53			
	XXXX.0381	Anker	SN-Anker, 160 kN	l	4,0 m	Stk.	2,65			
	XXXX.0385	Anker	SN-Anker, 160 kN	l	6,0 m	Stk.	2,35			
	XXXX.0362	Ausbaubögen	Typ T1	e	<=1,7 m	m	12,18			n/lfm VKI T-K 4.2
<b>Sonstige Zeitansätze</b>										
	XXXX.0760	Mehrausbruch, geologisch bedingt			m²	1,00		*)		
	XXXX.0770	Wassererschw. Kalotte; 5-20 l/s; K 3.1, K 3.2, K 4.1, K4.2			m²	1,00		*)		
	XXXX.0890	Abschlauchung DN 75			m	1,00		*)		
	XXXX.0900	Halbschale DN 150			m	1,00		*)		
	XXXX.0910	Drains treifen b=0,5m			m	1,00		*)		
	XXXX.0920	Drainagerohr D>=75mm			m	1,00		*)		
	XXXX.0412	Entwässerungsbohrung, unverroht, in Vortriebsrichtung; DU >=76; L mind. 4m			m	1,00		*)		
	XXXX.0030	Spritzbeton Mehrdicke Ortsbrust, Dicke 5cm			m²	1,00		*)		
	XXXX.0120	Spritzbeton Mehrdicke Kalotte, Strasse, Profil, Dicke 5cm			m²	1,00		*)		

Bei der Ermittlung der Gesamtbauzeit für das Angebot werden neben den Vortriebsklassen die Sonstigen Zeitansätze Vortrieb berücksichtigt, die gemäß Prognose auf dem kritischen Weg liegen (siehe Tabelle 7-2).

Tabelle 7-2: Ermittlung der vertraglichen Vortriebsdauer Soll im Lohnstundenmodell

Kalottenvortrieb Tunnelröhre: Ermittlung der vertraglichen Vortriebsdauer												
		Bieterangaben										
		wird berechnet oder von anderer Stelle übernommen										
Regelvortrieb: Ermittlung Vortriebsdauer												
Vortriebsklasse (VKL)	Abschlagslänge bis [m]	Verteilung [m]	Leistung [m/KT]		Dauer [KT]							
T-K 3.1	3 m	300	12,00		25,00							
T-K 4.2	1,7 m	500	8,00		62,50							
Regelvortrieb: Lohnstundenermittlung												
Vortriebsklasse (VKL)	LV-Pos.	Bezeichnung				Einheit	Menge per lfm	Lohnstunden je Einheit	Lohnstunden je lfm	Lohnstunden VKL je lfm	Verteilung [m]	Summe Lohnstunden [h]
T-K 3.1	XX.XX.0325	Ausbruch T-K 3.1				m³	70,53	0,183	12,907			
	XX.XX.0349	Spritzbeton	Leibung	da	15 cm	m²	20,53	0,182	3,736			
	XX.XX.0365	Bewehrung	Bstm. bergseitig	-	Q188A	m²	20,53	0,054	1,109			
	XX.XX.0381	Anker	SN-Anker, 160 kN	I	4,0 m	Stk.	3,86	0,384	1,482	19,234	300	5.770,29
T-K 4.2	XX.XX.0326	Ausbruch T-K 4.2				m³	71,25	0,196	13,965			
	XX.XX.0341	Spritzbeton	Ortsbrust		3 cm	m²	71,25	0,031	2,209			
	XX.XX.0350	Spritzbeton	Leibung	da	20 cm	m²	20,50	0,195	3,998			
	XX.XX.0365	Bewehrung	Bstm. bergseitig	-	Q188A	m²	20,53	0,054	1,109			
	XX.XX.0381	Anker	SN-Anker, 160 kN	I	4,0 m	Stk.	2,65	0,384	1,018			
	XX.XX.0385	Anker	SN-Anker, 160 kN	I	6,0 m	Stk.	2,35	0,492	1,156			
	XX.XX.0362	Ausbaubögen	Typ T1	e	<=1,7 m	m	12,18	0,013	0,158	23,612	500	11.806,01
Sonstige Zeitansätze: Ermittlung der Dauer über Lohnstundenvergleich												
LV-Pos.	Bezeichnung				Einheit	Menge per lfm	Lohnstunden je Einheit		Verteilung [m]	Summe Lohnstunden [h]		
XX.XX.0412	Entwässerungsbohrung, unverrohrte, in Vortriebsrichtung; DU >=76; L mind. 4m				m	1,00	0,238	-	1.000,00	238,00		
Die Dauer der sonstigen Leistungen ermittelt sich wie folgt:												
	Vortriebsklasse	Summe Lohnstunden [h]		Dauer [KT]								
Regelvortrieb	T-K 3.1	5.770,293		25,00								
	T-K 4.2	11.806,005		62,50								
	Zw-Summe [h]	17.576,298 = S1		87,500 = S3								
Sonst. Leist.:	Entw. Bohrungen	238,000										
<b>Gesamtsumme Lohnstunden [h]</b>		17.814,298 = S2										
<b>Faktor S2/S1:</b>		1,014										
<b>Dauer Sonstige Leistungen [KT]: S2/S1 x S3 - S3:</b>				1,18								
<b>Vertragliche Vortriebsdauer SOLL (KT):</b>										<b>88,68</b>		

### 7.3.3 Bieterangaben im Matrixmodell

Auch im Matrixmodell werden alle wesentlichen Informationen zur Ermittlung der Bauzeit in Tabellenform abgefragt. Im Unterschied zum Lohnstundenmodell werden hier jedoch ausschließlich Leistungsansätze (ohne Lohnstundenaufschlüsselung) abgefragt.

Der Bieter setzt die Vortriebsleistungen für die einzelnen Vortriebsklassen ein und erhält zusammen mit den Ergebnissen aus weiteren Tabellen für vortriebsbeeinträchtigende Ein-

flüsse, z. B. für Zusatz- und Sondermaßnahmen, die Zeiten, die die Gesamtvortriebsdauer beeinflussen. Ebenso lassen sich Zeitangaben für Leistungen auf dem kritischen Weg definieren, die nicht mit den Vortriebsklassen berücksichtigt werden können (z. B. Festzeit für das „Anfahren“ als Zusatzzeit).

Weitere Einzelheiten finden sich in dem Beispiel im Anhang A2.5. Der hier verwendete Begriff „Zyklischer Vortrieb“ entspricht in Deutschland dem „Bergmännischen Vortrieb“.

## 8 Abrechnung

### Allgemeines

Im Leistungsverzeichnis werden die zeitgebundenen Kosten i.d.R. in „Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten“ für die Teilbauzeiten

- Teilbauzeit 1: Baubeginn bis Vortriebsbeginn
- Teilbauzeit 2: Vortriebsbeginn bis Betonierende
- Teilbauzeit 3: Betonierende bis Bauende

und in Zulagepositionen „zeitgebundene Kosten für den Vortrieb“ und „zeitgebundene Kosten für die Betonierarbeiten“ unterteilt. Dabei ist bei der Abrechnung nach Festzeiten mit unveränderlicher Pauschale und nach variablen Zeiten mit „vorläufigen Festpreisen“ gemäß Abschnitt 8.2 zu unterscheiden.

### 8.1 Abrechnung von Pauschalen mit Festzeiten

Gilt die Pauschale einer OZ „zeitgebundene Kosten“ für eine vom AN angebotene vertraglich vereinbarte Festzeit, erfolgt die Vergütung der Pauschale (€) linear durch Division der Pauschale mit der vom Auftragnehmer angegebenen vertraglich vereinbarten Festzeit (KT).

Zur Abrechnung gelangt die jeweils zum Stichtag ausgeführte Leistung.

Werden die vertraglich vereinbarten Leistungen vor Ort nicht erreicht, werden die Abschlagszahlungen der unveränderlichen Pauschale an die tatsächlich erbrachte Leistung angepasst. Dies gilt auch bei einer schnelleren Ausführung.

### 8.2 Abrechnung von variablen Zeiten bei Vortriebsklassenverschiebung

Wird beim flexiblen Bauzeitmodell ohne Lohnstundenmodell nur eine Vergütung der zeitgebundenen Kosten für eine Vortriebsklassenverschiebung vorgesehen, ist vom Bieter ein „vorläufiger Festpreis“ auf Basis der vertraglichen Vortriebsdauer SOLL anzubieten.

Im Leistungsverzeichnis wird aus abrechnungstechnischen Gründen die Menge in 1,0 Stück ausgeschrieben (nicht pauschal), um eine Anpassung an die tatsächliche Vortriebsklassenverteilung und damit an die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL' vornehmen zu können.

Dieser „vorläufige Festpreis“ für 1,0 Stück wird für die Abrechnung durch die Anzahl der im Rahmen der vertraglichen Vortriebsdauer SOLL ermittelten Kalendertage dividiert. Die daraus resultierende Verrechnungseinheit (VE) €/KT wird dann mit der vertraglich zu vergütenden Vortriebsdauer SOLL' multipliziert und damit der Abrechnungsfestpreis ermittelt.

Zur Abrechnung gelangt auch hier die jeweils zum Stichtag ausgeführte Leistung.

Überschreitet die tatsächliche Vortriebsdauer IST die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL', erfolgt für die Überschreitungszeit keine Abgeltung. Unterschreitet die tatsäch-

liche Vortriebsdauer IST die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL', steht dem Auftragnehmer die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer multipliziert mit der o.a. Verrechnungseinheit VE als Festpreis zu.

### 8.3 Abrechnung von variablen Zeiten bei Vortriebsklassenverschiebung mit Lohnstundenmodell

Die Teilbauzeit 2 „Vortriebsbeginn bis Betonierende“ sowie die Zulagepositionen Vortrieb setzen sich i. d. R. aus variablen und festen Teilzeiten zusammen, die vom Auftragnehmer zu ermitteln und anzubieten sind.

Für die ZGK ist vom Bieter ein „vorläufiger Festpreis“ für den variablen Teil anzubieten (Vortriebsdauer SOLL). Dieser berücksichtigt die der Ausschreibung zugrunde liegende Prognose der Vortriebsklassenverteilung, die je Vortriebsklasse vorgegebenen Sicherungsmittel und die prognostizierten Vordersätze für die „Sonstigen Teilleistungen Vortrieb“ sowie den als Festzeit anzugebenden Teil (z. B. Nachlauf Strosse).

- Im Leistungsverzeichnis wird aus abrechnungstechnischen Gründen die Menge in 1,0 Stück ausgeschrieben (nicht pauschal). Hierdurch ist eine Anpassung an die tatsächliche Vortriebsklassenverteilung, an die tatsächlich eingebauten Sicherungsmittel und an den tatsächlichen Leistungsumfang der „Sonstigen Teilleistungen Vortrieb“ möglich.
- Dieser „vorläufige Festpreis“ für 1,0 Stück wird für die Abrechnung durch die Anzahl der im Rahmen der vertraglichen Vortriebsdauer SOLL ermittelten Kalendertage dividiert. Die daraus resultierende Verrechnungseinheit (VE) €/KT wird dann mit der vertraglich zu vergütenden Vortriebsdauer SOLL“ multipliziert.

Die variabel zu vergütende Vortriebsdauer wird wie folgt ermittelt:

- Ermittlung der Vortriebsdauer (SOLL') und der Lohnstunden (LSt') anhand der tatsächlichen Vortriebsklassenverteilung mit den prognostizierten Sicherungsmitteln (Regelvortrieb).
- Ermittlung der Lohnstunden (LSt'') anhand der tatsächlichen Vortriebsklassenverteilung mit den tatsächlich eingebauten Sicherungsmitteln zuzüglich der Lohnstunden der tatsächlich ausgeführten Sonstigen Leistungen Vortrieb.
- Ermittlung der vertraglich zu vergütenden Vortriebsdauer SOLL“ aus dem Quotienten Summe der Lohnstunden (LSt'') geteilt durch Lohnstunden (LSt'), multipliziert mit der Vortriebsdauer (SOLL')

$$SOLL'' = \frac{LSt''}{LSt'} * SOLL'$$

Zur Abrechnung gelangt auch hier die jeweils zum Stichtag ausgeführte Leistung.

## 9 Hinweise für die Ausschreibung von flexiblen Bauzeitmodellen

Die Wahl des jeweiligen Bauzeitenmodells ist abhängig von der speziellen Tunnelbaumaßnahme zu treffen.

Einfachere Projekte (kurze Tunnel, Tunnel mit wenigen Homogenbereichen, geringe Variabilität der Vortriebsklassen usw.) sind durch ein flexibles Bauzeitenmodell (mit variabler Vortriebsklassenverteilung) geeignet und mit überschaubarem Aufwand abzubilden.

Bei komplexeren Projekten (lange Tunnel mit mehreren Vortrieben, komplexe Gebirgsverhältnisse, Prognoseunsicherheiten aus der geologisch-geotechnischen Erkundung usw.) sollte die Anwendung des Lohnstundenmodells erwogen werden.

### 9.1 Leistungspositionen

Sämtlichen Leistungspositionen, die in das Bauzeitenmodell über Leistungsansätze als variable Größe bei der Bauzeitermittlung eingehen, müssen realistische Mengenvordersätze zu Grunde liegen.

Den Leistungspositionen ZGK Vortrieb ist vorzugsweise die Leistung Kalottenvortrieb zu Grunde zu legen und ein geeignetes Nachlaufkriterium festzulegen. Fallweise können die ZGK Vortriebe weiter unterteilt werden (z. B. in Kalotte, Strosse, Sohle).

### 9.2 Eindeutige Leistungsabfragen in der Leistungsbeschreibung

Vertraglich zu vereinbaren sind i. d. R. Leistungsansätze für die jeweiligen Vortriebsklassen und beim Lohnstundenmodell für die Sicherungsmittel.

Bei den Sicherungsmitteln gelten die Leistungsansätze unabhängig vom Einsatzort (Vortriebsklasse etc.). Bei stark unterschiedlichen Verhältnissen in den prognostizierten Homogenbereichen sind ggf. die Sicherungsmittel nach Homogenbereichen zu untergliedern.

Bei der Leistungsbeschreibung ist daher (insbesondere beim Lohnstundenmodell) sicher zu stellen, dass keine doppelten Leistungsabfragen innerhalb eines Homogenbereichs erfolgen. Zu einem speziellen Sicherungsmittel beispielsweise (4 m – Anker o. ä.) darf (ebenso wie beim Preis) nur an einer Stelle ein Leistungsansatz abgefragt werden.

Bei der Verwendung von Tabellenkalkulationsprogrammen bzw. den entsprechenden Dateien muss sehr penibel darauf geachtet werden, dass die Formeln und Zellbezüge korrekt sind und dass keine Veränderungen durch den Bieter möglich sind. Einfach zu gewährleisten ist dies durch Sperren von Zellen in Tabellenkalkulationsprogrammen oder automatischer Übernahme eines Eingabewertes des Bieters oder durch die Verwendung von PDF-Formularen (keine Formeln und Zellbezüge). Werden Formeln und Zellbezüge verwendet, müssen für den Bieter die Auswirkungen seiner Eintragungen nachvollziehbar, auf z. B. die Gesamtbauzeit, sein.

### 9.3 Leistungsbeschreibung der zeitgebundenen Kosten

#### 1. Baustelleneinrichtungspositionen:

In der Regel sind Baustelleneinrichtungspositionen für

- Baustelle einrichten/räumen, allgemein
- Zulage Baustelleneinrichtung Vortrieb
- Zulage Baustelleneinrichtung Betonierarbeiten

als Pauschalen vorzusehen. Bei mehreren Angriffspunkten sind die Baustelleneinrichtungspositionen weiter zu untergliedern.

Zusätzliche Positionen können z. B. für die

- Bewetterung
- Beleuchtung
- Notstrom

vorgesehen werden.

## 2. ZGK Teilbauzeiten (Gesamtbaustelle):

Für die Vergütung der ZGK sind Positionen für

- Allgemeine ZGK Baubeginn bis Vortriebsbeginn (Psch)
- Allgemeine ZGK Vortriebsbeginn bis Betonierende (1,0 Stück)
- Allgemeine ZGK Betonierende bis Bauende (Psch)
- Zulage ZGK Vortrieb (1,0 Stück)
- Zulage ZGK Beton (Psch)

vorzusehen.

### a) allgemeine ZGK (Grundpositionen)

Es sind insbesondere zu berücksichtigen:

- Vorhalten, Unterhalten und Betreiben der allgemeine Baustelleneinrichtung einschließlich sämtlicher Mieten, Pachtzinsen und der zeitgebundenen Baustelleneinkosten insbesondere Gehälter der Angestellten, unproduktive Löhne einschl. Lohnnebenkosten, Reisekosten etc. und sonstige, zeitabhängige Kosten sowie Vermessungsleistungen
- Gerätekosten der Baustelle, soweit nicht gesondert vergütet.
- Betriebskosten für Fahrzeuge des Baustellenpersonals sowie Kosten der Baustelle für übergeordnete Anlagen wie Mieten, Pacht, Gebühren, Versicherungsprämien, Beheizung, Beleuchtung, Telefonkosten, Baubüros und Unterkünften, Stromerzeugungskosten sowie Wasserver- und -entsorgungsanlagen.

### b) ZGK Vortrieb (Zulagepositionen)

Als Zulage zur Grundposition sind für die zusätzlichen zeitgebundenen Kosten des Vortriebs insbesondere zu berücksichtigen:

- zusätzliche Gehaltskosten für Schichtingenieure und Vortriebspolierere
- Gerätekosten einschl. Kosten für Abschreibung und Verzinsung sowie für Instandhaltung und Reparatur der Geräte, soweit sie nicht mit den Leistungspositionen vergütet werden
- sonstige zeitabhängige Kosten des Vortriebs

c) ZGK Betonierarbeiten (Zulagepositionen)

Als Zulage zur Grundposition sind für die zusätzlichen zeitgebundenen Kosten für die Betonierarbeiten insbesondere zu berücksichtigen:

- zusätzliche Gehaltskosten für Schichtingenieure und Betonpoliere
- Gerätekosten einschl. Kosten für Abschreibung und Verzinsung sowie für Instandhaltung und Reparatur der Geräte, soweit sie nicht mit den Leistungspositionen vergütet werden
- sonstige zeitabhängige Kosten für Betonierarbeiten.

## **A1 Anhang – Technische Regelwerke**

- ZTV-ING Teil 5 (Tunnelbau)
- ATV DIN 18312 Untertagebauarbeiten
- ÖNorm B 2203 Teil 1
- SIA 198



## A2 Anhang – Berechnungsbeispiele

### A2.1. Grundsätzliche Arbeitsschritte

Für die Ermittlung der vertraglich zu vergütenden Bauzeit und – darauf aufbauend – die Bewertung der zugehörigen Positionen im Bauvertrag ist die zu vergütende Vortriebsdauer die relevante Einflussgröße.

Nachfolgende Arbeitsschritte sind auszuführen:

Schritt 1:

- Erfassen der aufgefahrenen Vortriebslängen je Vortriebsklasse und bei Anwendung des Lohnstundenmodells die sonstigen Teilleistungen Vortrieb
- Umrechnen der Vortriebslängen anhand der Bieterangaben in Bauzeit in Kalendertagen

Schritt 2: (nur bei Anwendung des Lohnstundenmodells)

- Umrechnung in Lohnstunden gesamt
- Erfassen der Abweichungen von den Regelleistungen der Vortriebsklassen und sonstiger Teilleistungen Vortrieb
- Umrechnen der Abweichungen und sonstigen Teilleistungen Vortrieb anhand der Bieterangaben in Lohnstunden

Schritt 3: (nur bei Anwendung des Lohnstundenmodells)

- Verhältnis bilden zwischen den Lohnstunden, die im Schritt 1 und im Schritt 2 ermittelt wurden, zu der Summe der Lohnstunden, die im Schritt 1 ermittelt wurden
- mit dem so ermittelten Faktor wird die Vortriebsdauer in Kalendertagen, die im Schritt 1 ermittelt wurde, multipliziert. Das Ergebnis ist die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer in Kalendertagen.

Schritt 4:

- Übertragen der vertraglich zu vergütenden Vortriebsdauer in Kalendertagen in die zu vergütenden Bauphasen gemäß LV-Struktur
- Ermittlung des Wertes/Menge der Pauschalen (aus abrechnungstechnischen/programmtechnischen Gründen wird die Mengeneinheit dieser Positionen in „Stück“ festgelegt)

## A2.2. Beispiel 1 – flexibles Bauzeitenmodell am Beispiel eines „einfachen“ Tunnelbauvorhabens

### A2.2.1. Projektstruktur und Vertragsstruktur

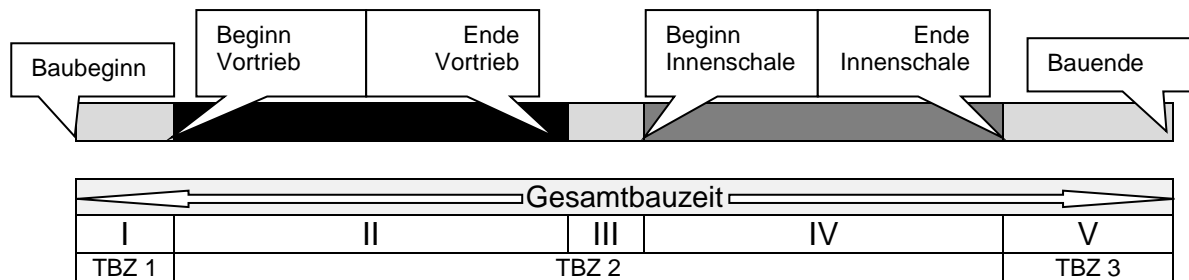


Bild A2-1: Kritischer Weg bei einem „einfachen“ Tunnelprojekt, aufeinanderfolgende Bauphasen

Die Gesamtbauzeit aus dem vereinfachten Beispiel aus Bild A2-1 setzt sich aus Teilbauzeiten zusammen, die wie folgt charakterisiert sind:

#### Teilbauzeit 1 (TBZ 1):

Bauphase I von Baubeginn bis Vortriebsbeginn  
= Einrichten der Baustelle - vom AN angebotene Festzeit

#### Teilbauzeit 2 (TBZ 2):

Bauphase II von Vortriebsbeginn bis Vortriebsende  
= Dauer des Vortriebes - veränderliche Zeit

Bauphase III von Vortriebsende bis Betonierbeginn  
= Umrüsten - vom AN angebotene Festzeit

Bauphase IV von Betonierbeginn bis Betonierende  
= Dauer des Betonierens - vom AN angebotene Festzeit

#### Teilbauzeit 3 (TBZ 3):

Bauphase V von Betonierende bis Bauende  
= Restleistung und Räumung - vom AN angebotene Festzeit

In das Leistungsverzeichnis des Bauvertrages werden folgende Leistungspositionen aufgenommen:

Tabelle A2-1: Aufteilung der ZGK in LV-Positionen

Pos. XX.XX.0010	<b>Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten</b> für den Zeitraum von Baubeginn bis Vortriebsbeginn	psch.
Pos. XX.XX.0020	<b>Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten</b> für den Zeitraum von Vortriebsbeginn bis Betonierende	1,0 Stk.
Pos. XX.XX.0030	<b>Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten</b> für den Zeitraum von Betonierende bis Bauende	psch.
Pos. XX.XX.0040	Zulage zu Position XX.XX.0020, <b>zeitgebundene Kosten</b> für den Zeitraum von Vortriebsbeginn bis Vortriebsende	1,0 Stk.
Pos. XX.XX.0050	Zulage zu Position XX.XX.0020, <b>zeitgebundene Kosten</b> für den Zeitraum von Vortriebsende bis Betonierbeginn	psch.
Pos. XX.XX.0060	Zulage zu Position XX.XX.0020, <b>zeitgebundene Kosten</b> für den Zeitraum von Betonierbeginn bis Betonierende	psch.

### A2.2.2. Bauzeitenplanung des Auftraggebers

- Tunnellänge gesamt	800 m
- Bergmännischer Vortrieb	
- Vortriebsklassen und -verteilung nach Prognose:	VKL Kalotte 3.1 - 300 m VKL Kalotte 4.2 - 500 m
- Vortriebsdauer prognostiziert	100 Tage
- Betonierdauer prognostiziert	100 Tage
- Baubeginn bis Vortriebsbeginn	max. 40 Tage
- Betonierende bis Bauende	max. 60 Tage
- Gesamtbauzeit	max. 300 Tage

### A2.2.3. Bieterangaben und vertragliche Vortriebsdauer SOLL

(Bieterangaben werden mit Auftragserteilung verbindlicher Vertragsinhalt)

- Leistung in der Vortriebsklasse	VKL Kalotte 3.1	12 m/Tag
	VKL Kalotte 4.2	8 m/Tag
- Baustelle einrichten	40 Tage	
- Baustelle umrüsten	20 Tage	
- Betonierdauer	80 Tage	
- Restleistungen, Räumen	30 Tage	

Die Dauer des Vortriebs würde sich damit ergeben (**Schritt 1**):

Vortriebsklasse Kalotte 3.1: 300 m / 12 m/d	=	25,0 Tage
Vortriebsklasse Kalotte 4.2: 500 m / 8 m/d	=	62,5 Tage
Vertragliche Vortriebsdauer SOLL	=	87,5 Tage

Die Arbeitsschritte 2 und 3 entfallen, weil in diesem Beispiel keine Abweichungen von den Regelleistungen oder sonstige Einflüsse zu berücksichtigen sind.

Mit den Vorgaben des Auftraggebers und den Bieterangaben des AN sind damit folgende Bauzeiten verbindlich vereinbart (**Schritt 4**):

Tabelle A2-2: Zuordnung der Bauphasen gem. Bieterangabe zu LV-Positionen

Pos. XX.XX.0010	<b>Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten</b> für den Zeitraum von Baubeginn bis Vortriebsbeginn	psch. mit 40 Tagen
Pos. XX.XX.0020	<b>Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten</b> für den Zeitraum von Vortriebsbeginn bis Betonierende	1,0 Stk. mit 87,5 + 20 + 80 Tagen
Pos. XX.XX.0030	<b>Allgemeine zeitgebundene Baustellengemeinkosten</b> für den Zeitraum von Betonierende bis Bauende	psch. mit 30 Tagen
Pos. XX.XX.0040	Zulage zu Position XX.XX.0020, <b>zeitgebundene Kosten</b> für den Zeitraum von Vortriebsbeginn bis Vortriebsende	1,0 Stk. mit 87,5 Tagen
Pos. XX.XX.0050	Zulage zu Position XX.XX.0020, <b>zeitgebundene Kosten</b> für den Zeitraum von Vortriebsende bis Betonierbeginn	psch. mit 20 Tagen
Pos. XX.XX.0060	Zulage zu Position XX.XX.0020, <b>zeitgebundene Kosten</b> für den Zeitraum von Betonierbeginn bis Betonierende	psch. mit 80 Tagen

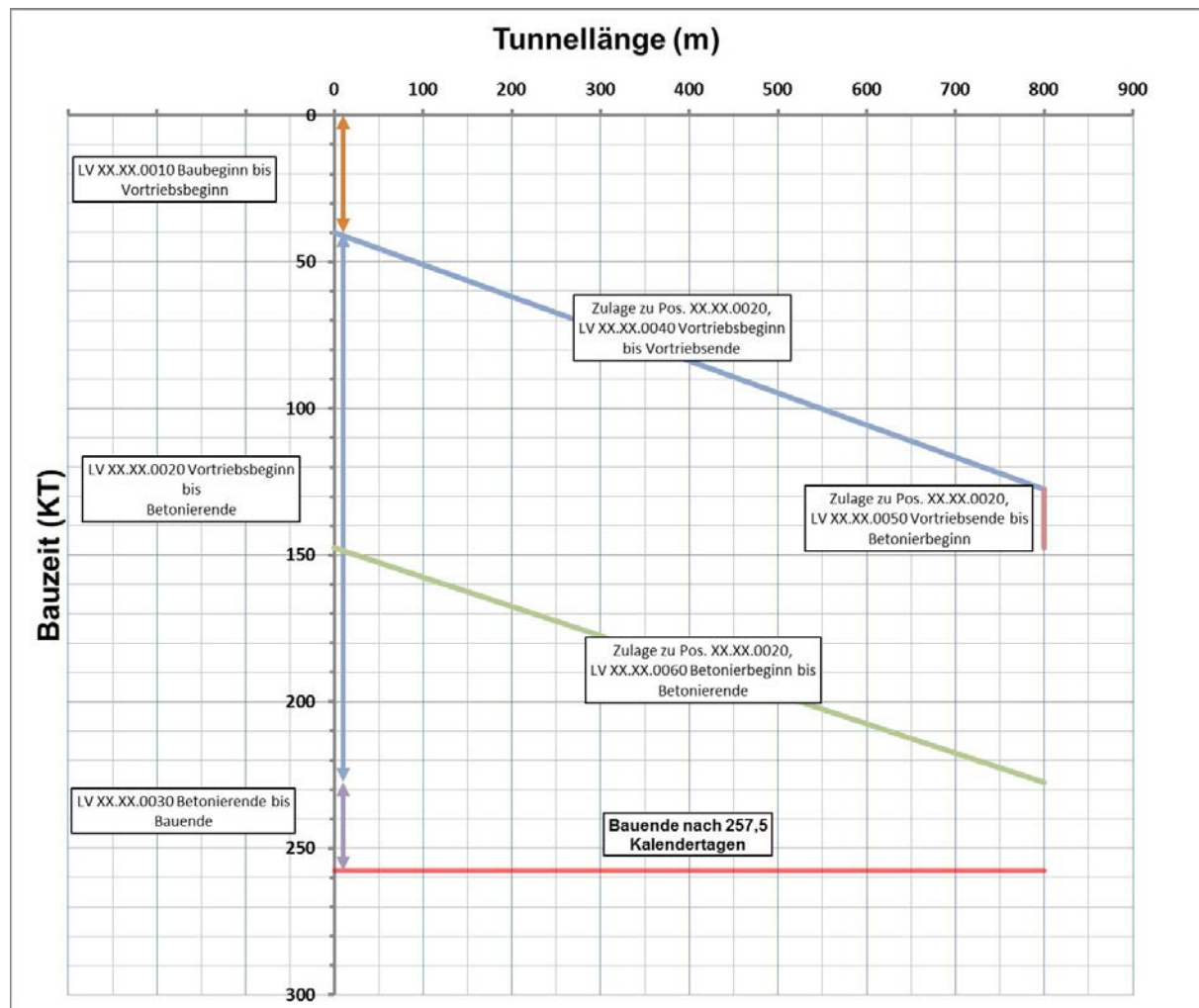


Bild A2-2: Weg-Zeit-Diagramm für SOLL-Bauzeit

#### A2.2.4. Beispiel für verlängerte vertraglich zu vergütende Bauzeit SOLL:

Annahme: Anstelle der prognostizierten Verteilung der Vortriebsklassen werden im Laufe des Vortriebs insgesamt in der VKL K 3.1 nur 150 m, in der VKL K 4.2 aber 650 m aufgefahren.

Für die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer in Pos. 0040 ergibt sich jetzt (**Schritt 1**):  
 $(150 \text{ m} / 12 \text{ m/d}) + (650 \text{ m} / 8 \text{ m/d}) = 93,75 \text{ Tage}$

Mit der prognostizierten Verteilung der Vortriebsklassen und den vom Bieter angebotenen Leistungen in den Vortriebsklassen war eine zu vergütende Vortriebsdauer von 87,5 Tagen in Aussicht gestellt. Mit der eingetretenen Verschiebung der Vortriebsklassen verlängert sich die zu vergütende Vortriebsdauer um 6,25 Tage.

Um 6,25 Tage verlängern sich (**Schritt 4**)

- die Position 0020 und damit die vertraglich zu vergütende Gesamtbauzeit als Summe der Pos. 0010, 0020, 0030 auf 263,75 Tage
- die Zulageposition 0040

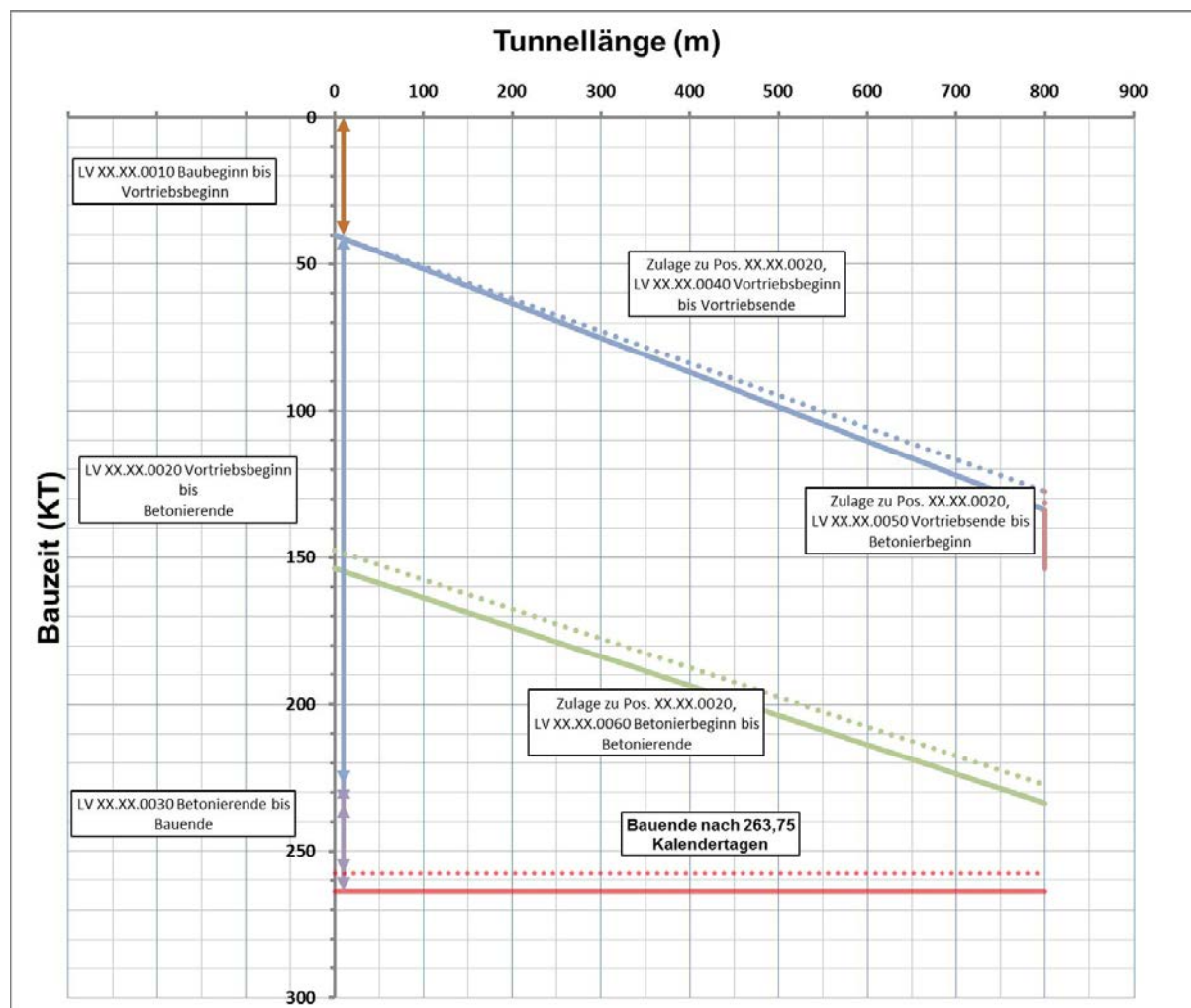


Bild A2-3: Weg-Zeit-Diagramm für SOLL-Bauzeit (punktirt) und längere SOLL'-Bauzeit

Für die Abrechnung unter den Vertragspositionen ergibt sich (**noch Schritt 4**):

Pos. 0010	Festzeit	=	psch.
Pos. 0020	193,75 Tage / 187,50 Tage	=	1,033 Stk.
Pos. 0030	Festzeit	=	psch.
Pos. 0040	Zulage zu Pos. 0020		
	93,75 Tage/87,50 Tage	=	1,071 Stk.
Pos. 0050	Festzeit, Zulage zu Pos. 0020	=	psch.
Pos. 0060	Festzeit, Zulage zu Pos. 0040	=	psch.

#### A2.2.5. Beispiel für verkürzte vertraglich zu vergütende Bauzeit SOLL':

Wird der Anteil der „günstigen“ Vortriebsklasse, hier der Vortriebsklasse K 3.1 hingegen größer, als in der Prognose angenommen, verringert sich die zu vergütende Bauzeit gegenüber der prognostizierten Bauzeit:

Annahme: Anstelle der prognostizierten Verteilung der Vortriebsklassen werden im Laufe des Vortriebs insgesamt in der VKL K 3.1 550 m, in der VKL K 4.2 nur 250 m aufgefahren.

Für die vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer in Pos. 0040 ergibt sich jetzt (**Schritt 1**):

$$(550 \text{ m} / 12 \text{ m/d}) + (250 \text{ m} / 8 \text{ m/d}) = 77,08 \text{ Tage}$$

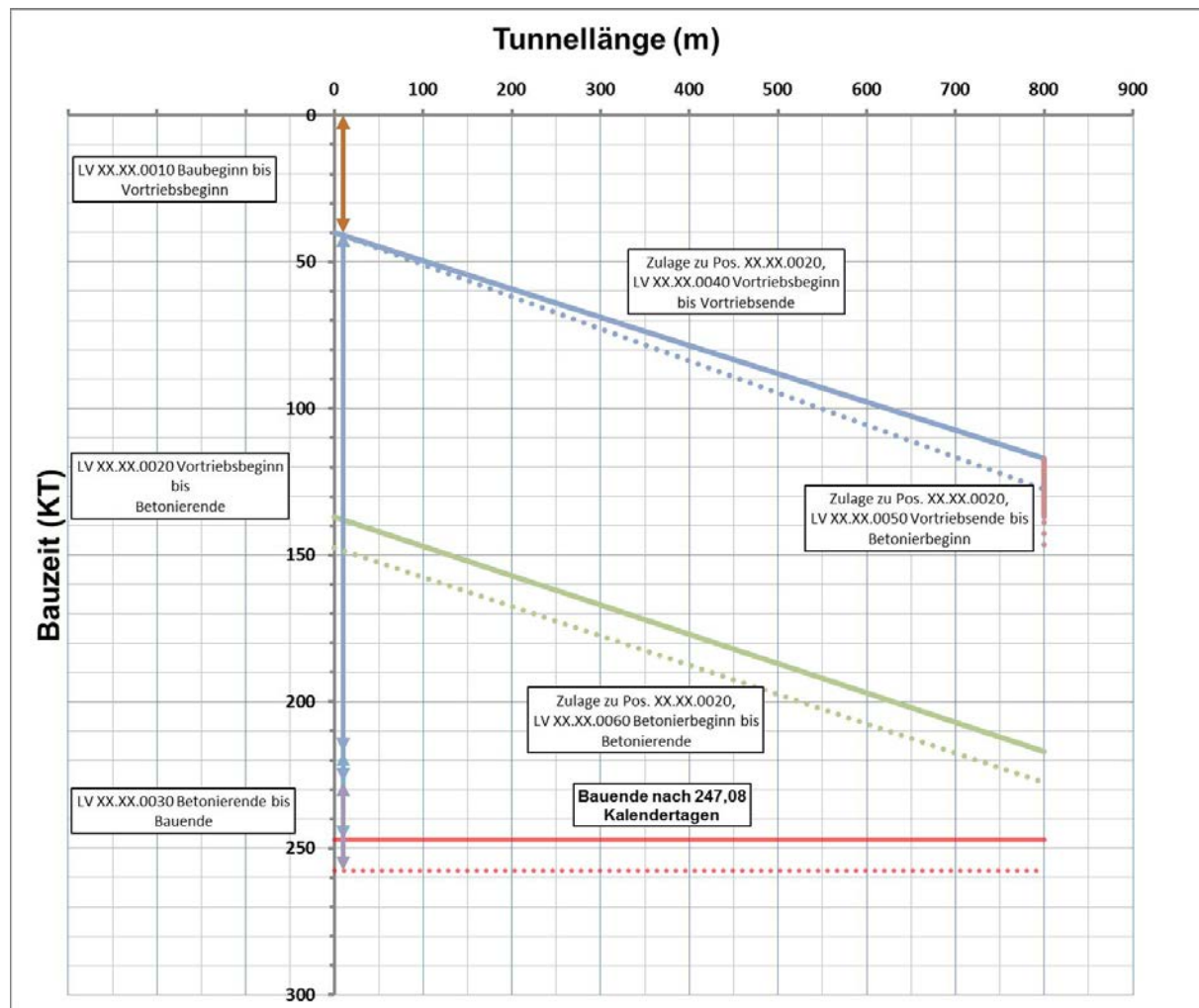


Bild A2-4: Weg-Zeit-Diagramm für SOLL-Bauzeit (punktirt) und kürzere SOLL'-Bauzeit

Das sind 10,42 Tage weniger vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer.

Um 10,42 Tage verkürzen sich (**Schritt 4**):

- die Position 0020 und damit die vertraglich zu vergütende Gesamtbauzeit als Summe der Pos. 0010, 0020, 0030 auf 247,08 Tage
- die Zulageposition 0040

Für die Abrechnung unter den Vertragspositionen ergibt sich jetzt (**noch Schritt 4**):

Pos. 0010	Festzeit	=	psch.
Pos. 0020	177,08 Tage / 187,50 Tage	=	0,944 Stk.
Pos. 0030	Festzeit	=	psch.
Pos. 0040	Zulage zu Pos. 0020		
	77,08 Tage / 87,50 Tage	=	0,881 Stk.
Pos. 0050	Festzeit, Zulage zu Pos. 0020	=	psch.
Pos. 0060	Festzeit, Zulage zu Pos. 0020	=	psch.

### A2.3. Beispiel 2 – Lohnstundenmodell für vertraglich zu vergütende Bauzeit SOLL“ unter Berücksichtigung sonstiger Einflüsse

Eine Veränderung der Verteilung der Vortriebsklassen gegenüber der Prognose wie im Beispiel 1 ist praktisch die Regel. Darüber hinaus gibt es aber ebenso regelmäßig Anpassungen des Leistungsumfanges innerhalb der Vortriebsklassen. Zudem können Leistungen erforderlich werden, die nicht innerhalb eines Vortriebszyklus‘ erbracht werden müssen, die aber den Vortriebszyklus stören bis unterbrechen, z. B. Erkundungsbohrungen im Vortriebsbereich u. ä..

Derartige Leistungen wirken sich auf die Vortriebsdauer und damit auf die zu vergütende Bauzeit aus, wenn sie zum Beispiel unmittelbar im Vortriebsbereich oder direkt an der Ortsbrust ausgeführt werden müssen. Sobald der Vortrieb wegen einer derartigen Leistung nicht mehr gemäß Planung ablaufen kann, wird die Bauzeit beeinflusst. Dies kann im Lohnstundenmodell adäquat berücksichtigt werden.

Das Lohnstundenmodell erfasst die Auswirkungen einer notwendigen Anpassung gegenüber der Planung durch die Berücksichtigung der entsprechenden Zeitanteile. Dazu sind zusätzlich zu den Vortriebsleistungen Angaben zu den Lohnstunden der einzelnen Teilleistungen erforderlich:

- zu sämtlichen Teilleistungen, die in Vortriebsklassen enthalten sind und deren Summe („Komplettleistung“ pro lfm);
- zu Leistungen, die nicht in Vortriebsklassen enthalten sind, aber deren Ausführung den Vortrieb zeitlich beeinflussen würde.

Damit wird vom AG zusätzlich klar eingegrenzt, welche Leistungen zu einer definierten Vortriebsklasse gehören. Das kann als planerische Darstellung oder in Textform erfolgen.

Für die nachfolgenden Beispiele wird angenommen, dass im Bauvertrag für die Vortriebsklassen K 3.1 und K 4.2 folgende Vorgaben für die Bieterangaben vom AG beschrieben sind:

Tabelle A2-3: geplante Sicherungsmittel je Vortriebsklasse (Beispiel)

Teil- quer- schnitt	Teilleistung	Einheit	VKL K 3.1	VKL K 4.2
			Innenschale 40 cm	Innenschale 40 cm
			Menge pro m	Menge pro m
Kalotte	Ausbruch (td+ü 3 cm)	m <sup>3</sup>	70,53	/
	Ausbruch (td+ü 5 cm)	m <sup>3</sup>	/	71,25
	Ortsbrustversiegelung 3 cm	m <sup>2</sup>	/	71,25
	Spritzbeton 15 cm	m <sup>2</sup>	20,53	/
	Spritzbeton 20 cm	m <sup>2</sup>	/	20,53
	Ausbaubogen Typ1, e≤1,70m	m	/	12,18
	Betonstahlmatten Q188A	m <sup>2</sup>	20,53	20,53
	Anker l=4m, SN, 160 kN	Stück	3,86	2,65
	Anker l=6m, SN, 160 kN	Stück	/	2,35

Zusätzlich wären in den Bieterangaben z. B. noch folgende Angaben zu den Lohnstundenansätzen erforderlich (Lohnstundenangaben hier nur beispielhaft gewählt; Positionen nicht vollständig; siehe Abschnitt 7.3.2):

Tabelle A2-4: angenommene Bieterangaben zu Lohnstunden

LV-Pos.	Beschreibung	ME	Lohn-h/ ME
Summe K3.1	Vortriebsklasse K 3.1 (Summe aller Teilleistungen)	m	19,234
Summe K4.2	Vortriebsklasse K 4.2 (Summe aller Teilleistungen)	m	23,612
...	...	...	...
XX.05.0325	Ausbruch VKL K 3.1	m <sup>3</sup>	0,183
XX.05.0326	Ausbruch VKL K 4.2	m <sup>3</sup>	0,196
...	...	...	...
XX.05.0341	Ortsbrustversiegelung 3 cm	m <sup>2</sup>	0,031
...	...	...	...
XX.05.0349	Spritzbeton 15 cm, Kalotte oder Strosse	m <sup>2</sup>	0,182
XX.05.0350	Spritzbeton 20 cm, Kalotte oder Strosse	m <sup>2</sup>	0,195
...	...	...	...
XX.05.0362	Ausbaubogen Typ 1	m	0,013
...	...	...	...
XX.05.0365	Betonstahlmatten Q188A	m <sup>2</sup>	0,054
...	...	...	...
XX.05.0381	Anker l=4m, SN, 160 KN	Stück	0,384
XX.05.0385	Anker l=6m, SN, 160 KN	Stück	0,492
...	...	...	...
XX.05.0412	Entwässerungsbohrung, unverrohrt, in Vortriebsrichtung; DU ≥ 76; L mind. 4 m	m	0,238

Im Folgenden wird die Abrechnungsmethodik beschrieben, wie Anpassungen in den auszuführenden Leistungen bei der Ermittlung der zu vergütenden Bauzeit berücksichtigt werden.



Im Beispiel wird folgende Ausführung unterstellt:

- VKL K 4.2 ist wegen ungünstiger Kluffverschnidungen und latent vorhandener Nachbruchneigung auf 650 m Länge ausgeführt (analog Beispiel 1).
- Gleichzeitig gilt dort als nachgewiesen, dass die Ortsbrust nur stabil ist, wenn das Bergwasser im Einflussbereich vorausseilend entlastet wird. Deshalb sind auf größerer Vortriebslänge von der Ortsbrust aus Entwässerungsbohrungen erforderlich.
- Die nachgewiesenen Verformungen liegen innerhalb der prognostizierten Bandbreite. Die in der Klasse vorgesehenen 6m-Anker können daher durch 4m-Anker ersetzt werden.

In Beispiel 1 wurde ermittelt, wie sich die zu vergütende Bauzeit entwickelt, wenn bei den getroffenen Annahmen keine weiteren Einflüsse zu berücksichtigen sind. Ohne eine Beeinflussung war die zu vergütende Bauzeit allein über den Leistungsansatz möglich.

				Dauer in Tagen
VKL K 3.1	150 m	/ 12 m/KT	=	12,50 KT
VKL K 4.2	650 m	/ 8 m/KT	=	81,25 KT
Vortrieb gesamt ohne Einfluss = SOLL'				= 93,75 KT

Sind weitere Einflüsse zu berücksichtigen, werden die angebotenen Lohnstunden zur Bewertung des Ausgleichs der zeitlichen Aufwendung erforderlich und mit hinzugezogen (**Schritt 1** der nachfolgenden Tabelle A2-5).

In dem abzurechnenden Tunnelabschnitt werden insgesamt in der VKL K 4.2 1400 Stück Anker 6 m durch 1400 Stück Anker 4 m ersetzt. Gesamt werden dabei im Vortrieb 2500 m Entwässerungsbohrungen ausgeführt (**Schritt 2** der nachfolgenden Tabelle A2-5).

Im Lohnstundenausgleich sind demnach für die geänderten Maßnahmen auch die geänderten Lohnstundenanteile zu berücksichtigen (Lohnstundenannahmen aus Tabelle A2-4, noch **Schritt 2** der nachfolgenden Tabelle A2-5).

Tabelle A2-5: Lohnstundenerfassung für Lohnstundenausgleich von Tm 0,00 bis Tm 800,00

LV-Pos.	Beschreibung	aus Bieterrangaben		Schritt 1 - Ermittlung der Lohnstunden für die ausgeführten Längen je Vortriebsklassen (Regelvortrieb)				Schritt 2 - Ermittlung der Lohnstunden für die ausgeführte Mengen mit Abweichungen vom Regelvortrieb					
		auszuführende Menge pro m (gem. Matrix Vortriebsklassen)	ME	Lohn-h / ME	auszuführende Menge für den Abrechnungsabschnitt von Tm 0,00 bis Tm 800,00	Lohnstunden Soll für den Abrechnungsabschnitt von Tm 0,00 bis Tm 800,00	tatsächlich ausgeführte Menge für den Abrechnungsabschnitt von Tm 0,00 bis Tm 800,00	Lohnstunden Ist für den Abrechnungsabschnitt von Tm 0,00 bis Tm 800,00					
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)
	im Abrechnungsabschnitt von Tm 0,00 bis Tm 800,00 wurde je VKL ausgeführt:	VKL K3.1	VKL K4.2			150,000	650,000	150,000	650,000	150,000	650,000	150,000	650,000
						(c) x 150	(d) x 650	(g) x (f)	(h) x (f)	nach Vortriebsdokumentation	(i) x (f)	(k) x (f)	(l) x (f)
XX.05.0325	Ausbruch VKL K 3.1	70,53		m³	0,183	10.579,500		1.936,05		10.579,50		1.936,05	
XX.05.0326	Ausbruch VKL K 4.2		71,25	m³	0,196		46.312,500		9.077,25		46.312,50		9.077,25
XX.05.0341	Ortsbrustversiegelung 3 cm		71,25	m²	0,031		46.312,500		1.435,69		46.312,50		1.435,69
XX.05.0349	Spritzbeton 15 cm, Kalotte oder Strosse	20,53		m²	0,182	3.079,500		560,47		3.079,50		560,47	
XX.05.0350	Spritzbeton 20 cm, Kalotte oder Strosse		20,53	m²	0,195		13.344,500		2.602,18		13.344,50		2.602,18
XX.05.0362	Ausbaubogen Typ 1		12,18	m	0,013		7.917,000		102,92		7.917,00		102,92
XX.05.0365	Betonstahlmatten Q188A	20,53		m²	0,054	3.079,500	13.344,500	166,29	720,60	3.079,50	13.344,50	166,29	720,60
XX.05.0381	Anker l=4m, SN, 160 KN	3,86		Stück	0,384	579,000	1.722,500	222,34	661,44	579,00	3.122,00	222,34	1.198,85
XX.05.0385	Anker l=6m, SN, 160 KN		2,35	Stück	0,492		1.527,500		751,53		128,00		62,98
XX.05.0412	Entwässerungsbohrung, unverroht, in Vortriebsrichtung; DU ≥ 76; L mind. 4 m			m	0,238						2.500,00		595,00
	vereinfacht kann Soll an Stelle der Ermittlung über die Spalten (g) bis (j) auch über die angegebene Lohnstundensumme pro m ermittelt werden: 150 m x 19,234 h/m + 650 m x 23,612 h/m = 18.232,9 h (Differenz durch Rundung)												
						Lohnstunden LSt' je VKL	Lohnstunden LSt' je VKL	2.885,15	15.351,61	Lohnstunden LSt' je VKL	Lohnstunden LSt' je VKL	2.885,15	15.795,46
						Lohnstunden LSt'	Lohnstunden LSt'	18.236,76	18.236,76	Lohnstunden LSt'	Lohnstunden LSt'	18.680,61	18.680,61
						LSt'' / LSt'	LSt'' / LSt'	18.680,61 / 18.236,76	18.680,61 / 18.236,76	1,024			

Schritt 3 - Verhältnis der Lohnstunden mit Abweichungen vom Regelvortrieb zu den Lohnstunden nach Regelvortrieb

Die zu vergütende Vortriebsdauer in Tagen ändert sich in dem Verhältnis der Lohnstunden mit ändernden Einflüssen zu den Lohnstunden ohne ändernde Einflüsse (**Schritt 3**):

$$\begin{aligned}
 \text{SOLL}'' &= \text{Soll}' \times (\text{LSt}'' / \text{LSt}') \\
 &= 93,75 \text{ KT} \times (18.680,61 / 18.236,76) \\
 &= 93,75 \text{ KT} \times 1,024
 \end{aligned}$$

$$\text{SOLL}'' = 96,03 \text{ KT}$$

Gegenüber der vertraglichen Vortriebsdauer SOLL von 88,68 Tagen (aus Abschnitt 7.3.2, Tabelle 7-2) wirken sich die tatsächliche Verteilung der Vortriebsklassen und die darüber hinaus angepassten Maßnahmen in der Art aus, dass die zeitgebundenen Kosten für den Vortrieb für 96,03 Tage, also 7,35 Tage länger als prognostiziert, zu vergüten sind.

Um 7,35 Tage verlängern sich (**Schritt 4**):

- die Position 0020 und damit die vertraglich zu vergütende Gesamtbauzeit als Summe der Pos. 0010, 0020, 0030 auf 266,03 Tage
- die Zulageposition 0040

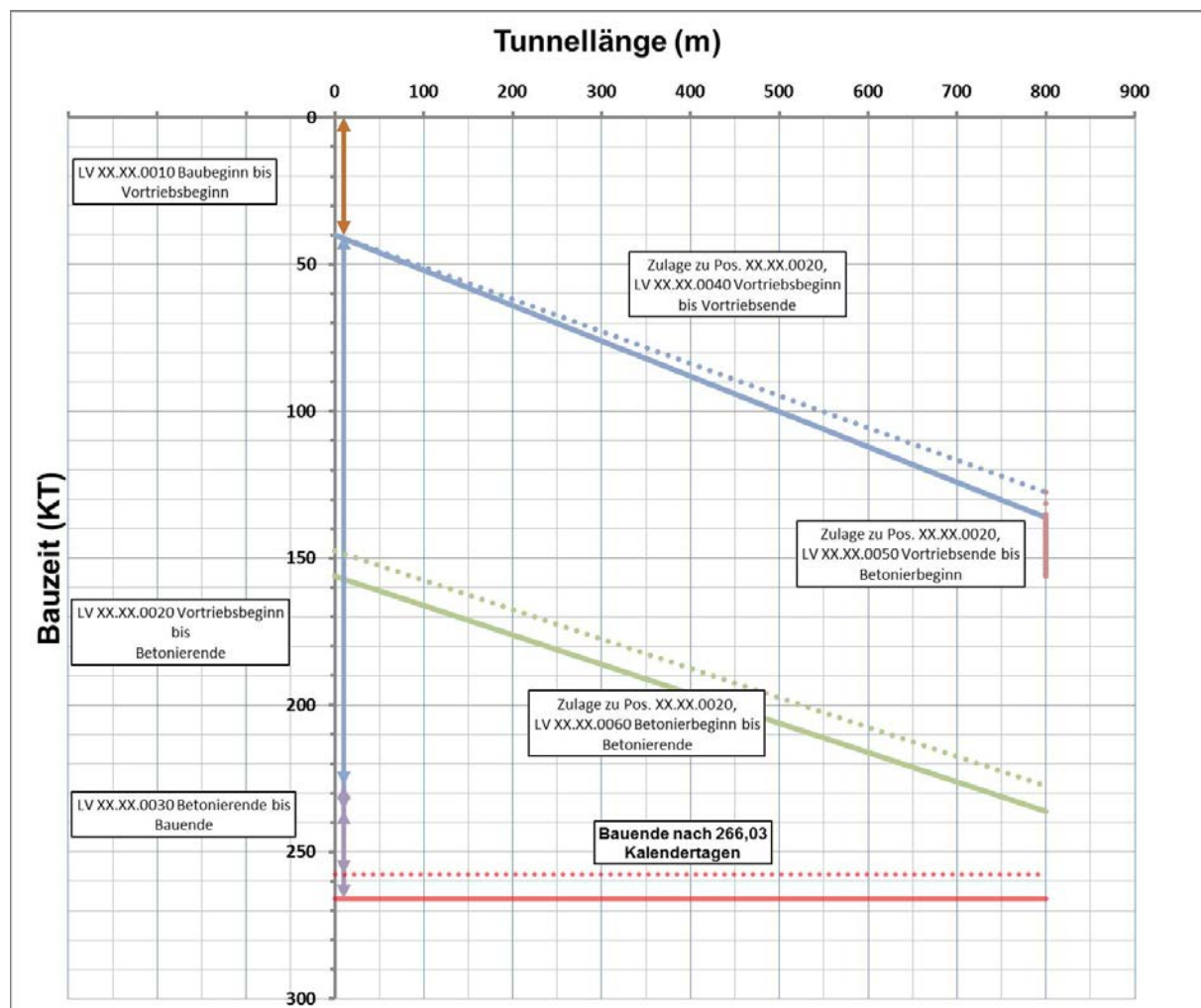


Bild A2-5: Weg-Zeit-Diagramm für einseitigen SOLL-Bauzeit (punktiert) und längere SOLL''-Bauzeit

Für die Abrechnung unter den Vertragspositionen ergibt sich (**noch Schritt 4**):

Pos. 0010	Festzeit (40 KT)	=	psch
Pos. 0020	196,03 (KT) / 188,68 (KT)	=	1,039 Stück
Pos. 0030	Festzeit (30 KT)	=	psch
Pos. 0040	Zulage zu Pos. 0020		
	96,03 Tage / 88,68 Tage	=	1,083 Stück
Pos. 0050	Festzeit (20 KT), Zulage zu Pos. 0020	=	psch
Pos. 0060	Zulage zu Pos. 0020 (80 KT)		
	(keine Änderung der Innenschale)	=	psch

## A2.4. Beispiel 3 – komplexes Tunnelprojekt mit kritischem Weg

### A2.4.1. Beispielannahmen – SOLL-Bauzeit

Angenommen wird die Realisierung eines längeren 1-röhrigen Tunnels, bei dem 2 Vortriebe in entgegengesetzter Richtung von einer Station innerhalb des Tunnels in Richtung der Portale Nord und Süd vorgetrieben werden müssen.

Die Vortriebe starten in einem Einschnitt / einer Start-Baugrube, in der später in offener Bauweise die Innenschale ergänzt wird. Die bergmännischen Innenschalen hingegen werden von den Portalen aus in Richtung Tunnelmitte hergestellt.

Bauwerksangaben:

Tunnellänge gesamt	4.300 m
Länge Einschnitt	120 m
Vortrieb Süd	2.380 m
Vortrieb Nord	1.800 m

Vom Auftraggeber vorgegebene Festzeiten:

– Herstellen des Einschnittes mit den Anschlagwänden Süd und Nord		90 d
– Beginn Vortrieb Richtung Süd	nach	60 d
– Beginn Vortrieb Richtung Nord	nach	90 d
– Innenschale vom Südportal		250 d
– Innenschale vom Nordportal		210 d

Für die variablen Bauphasen werden vom Bieter folgende Zeiten und Lohnstunden angeboten:

	angebotene (Soll-) Dauer in Tagen	Lohnstunden
– Vortrieb in Richtung Süd „Soll“	360 d	59.500 h
– von Durchschlag Kalotte Süd bis Beginn Innenschale Süd	30 d als Festzeit	
– Vortrieb in Richtung Nord „Soll“	280 d	45.000 h
– von Durchschlag Kalotte Nord bis Beginn Innenschale Nord	20 d als Festzeit	
– Innenschale in offener Bauweise im Einschnitt	50 d als Festzeit	
– vom Ende des zuletzt fertigen Abschnittes der Innenschale bis zum Bauende (Rohbau)	35 d als Festzeit	

Die Innenschale im Einschnitt in offener Bauweise wird zu einem vom Bieter gewählten Zeitpunkt hergestellt. Sie muss fertig sein, wenn die erste bergmännische Innenschale in dem Anschnitt ankommt.

Bei der Ermittlung der vertraglichen Vortriebsdauer SOLL werden keine variablen Ausbaumaßnahmen berücksichtigt.

Für die SOLL-Bauzeit ergibt sich damit der kritische Weg über den Vortrieb in Richtung Süd:

– Baubeginn bis Vortriebsbeginn Süd	60 d
– Vortrieb Süd	360 d

- von Kalottendurchschlag Süd bis Betonierbeginn Süd	30 d
- Innenschale Süd	250 d
- Ende Innenschale Süd bis Bauende (Rohbau)	35 d
Soll-Bauzeit gesamt	735 d

#### A2.4.2. Bauzeitermittlung – SOLL'

- hier dargestellt nach Vortriebsende für die Gesamtmaßnahme
- die gleichen Arbeitsschritte gelten auch bei Ermittlung von Teilabschnitten oder Teilzeiten (monatsweise usw.)

##### 1.) theoretische Vortriebsdauer und SOLL' und Lohnstunden LSt' (Schritt 1)

Ermittelt aus Bieterangaben und der aufgefahrenen Tunnellänge mit der tatsächlich aufgefahrenen Verteilung der Vortriebsklassen:

Vortrieb Süd - theoretische Vortriebsdauer	SOLL' Süd =	247,12 KT
Lohnstunden	LSt' Süd =	58.546,50 h
Vortrieb Nord - theoretische Vortriebsdauer	SOLL' Nord =	274,80 KT
Lohnstunden	LSt' Nord =	48.734,30 h

##### 2.) tatsächlicher Lohnstundenerlös (Schritt 2)

Ermittelt aus Bieterangaben, der aufgefahrenen Tunnellänge mit der tatsächlich aufgefahrenen Verteilung der Vortriebsklassen und unter Berücksichtigung sämtlicher abweichend vom Regelvortrieb ausgeführter Leistungen:

Vortrieb Süd - tatsächliche Lohnstunden	LSt" Süd =	58.198,60 h
Vortrieb Nord - tatsächliche Lohnstunden	LSt" Nord =	51.553,76 h

##### 3.) vertraglich zu vergütende Vortriebsdauer SOLL" (Schritt 3)

###### Vortrieb Süd

$$\begin{aligned}
 SOLL'' \text{ Süd} &= SOLL' \text{ Süd} \times (LSt'' \text{ Süd} / LSt' \text{ Süd}) \\
 &= 247,12 \text{ KT} \times (58.198,60 \text{ h} / 58.546,50 \text{ h}) \\
 SOLL'' \text{ Süd} &= \mathbf{245,65 \text{ KT}}
 \end{aligned}$$

###### Vortrieb Nord

$$\begin{aligned}
 SOLL'' \text{ Nord} &= SOLL' \text{ Nord} \times (LSt'' \text{ Nord} / LSt' \text{ Nord}) \\
 &= 274,80 \text{ KT} \times (51.553,76 \text{ h} / 48.734,30 \text{ h}) \\
 SOLL'' \text{ Nord} &= \mathbf{290,70 \text{ KT}}
 \end{aligned}$$

##### 4.) Vergleich/Kontrolle kritischer Weg (noch Schritt 3)

	<u>Süd</u>	<u>Nord</u>
Baubeginn bis Vortriebsbeginn	60,00 KT	90,00 KT
Vortrieb	245,65 KT	290,70 KT
Kalottendurchschlag bis Betonierbeginn	30,00 KT	20,00 KT
Innenschale	250,00 KT	210,00 KT
Ende Innenschale bis Bauende (Rohbau)	35,00 KT	35,00 KT
Bauzeit SOLL" gesamt	620,65 KT	645,70 KT

**Fazit:** Insgesamt ist die zu vergütende Bauzeit kürzer als die prognostizierte Bauzeit.  
 Der kritische Weg ändert sich gegenüber der Prognose.  
 Für die Gesamtbauzeit hat sich der Vortrieb Nord als bestimmend herausgestellt.

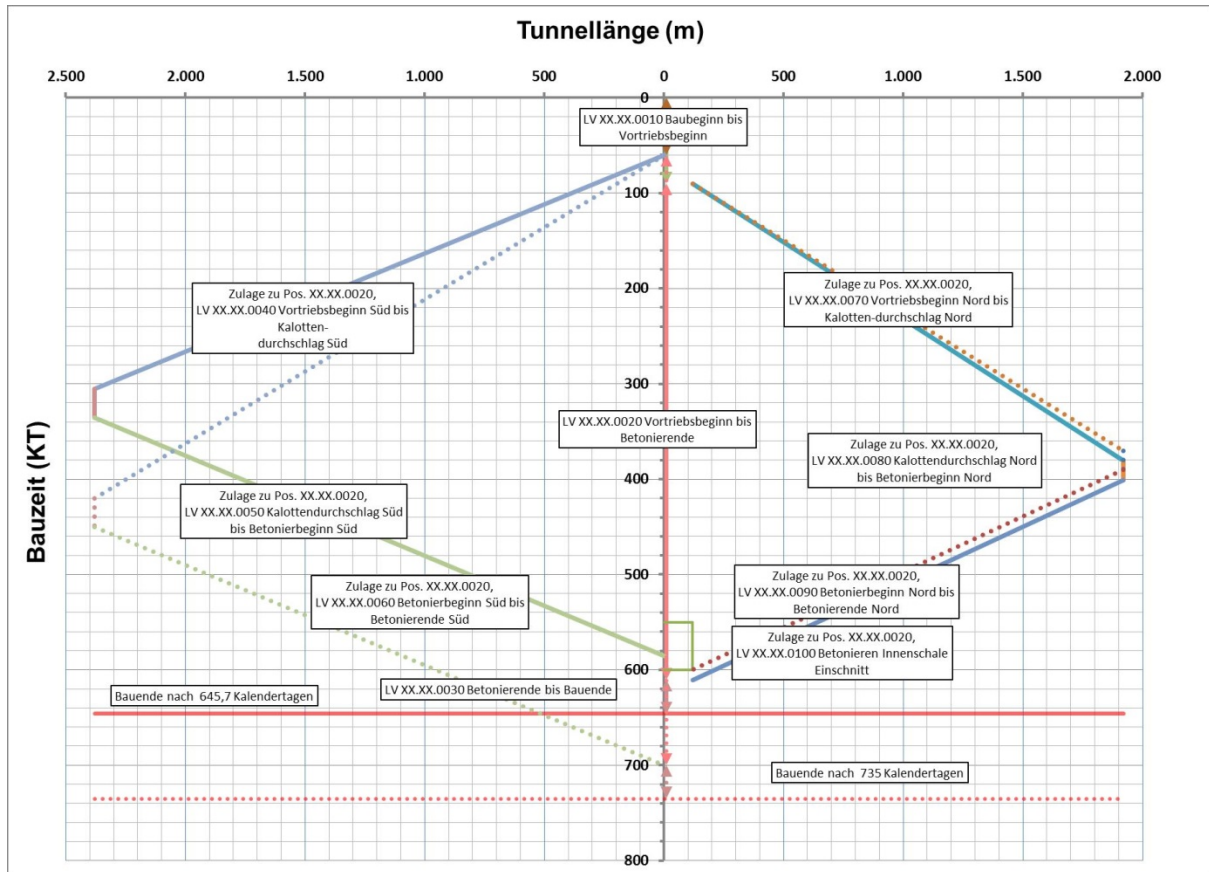


Bild A2-6: Weg-Zeit-Diagramm für zweiseitigen Vortrieb: SOLL-Bauzeit (punktiert) und kürzere SOLL'-Bauzeit

### 5.) Übertrag in die abzurechnenden Mengenvordersätze (Schritt 4)

Weiter analog Beispiel 1 mit der Umrechnung der vorläufigen Festpreise gemäß LV-Struktur!

## A2.5. Beispiel 4 – Matrixmodell am Beispiel eines „einfachen“ Stollenbauvorhabens

Das Matrixmodell (in Anlehnung an die ÖNORM B 2203-1) basiert auf der Definition einer Vortriebsklassenmatrix. Die Vortriebsklassenmatrix stellt einen Zusammenhang zwischen Abschlagslänge und eingebauten Stützmitteln her:

ERSTE ORDNUNGSZAH	ABSCHLAGSLÄNGE BIS		ZWEITE ORDNUNGSZAH										
	KALOTTE oder KALOTTE+ STROSSE	STROSSE	STÜTZMITTELZAHL										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	keine Vorgabe	ist projektbezogen festzulegen											
2	4,0 m												
3	3,0 m												
4	2,2 m												
5	1,7 m												
6	1,3 m												
7	1,0 m												
8	0,8 m												
9	0,6 m												

Bild A2-7: Vortriebsklassenmatrix gemäß ÖNORM B2203-1

Gemäß obiger Darstellung lässt sich somit jeder Vortrieb in dieser Matrix darstellen. Voraussetzung hierfür ist die Definition einer Stützmittelzahl. Diese lässt sich aus den plangemäßen bzw. tatsächlich eingebauten Stützmitteln pro Abschlag bzw. pro Laufmeter und einer definierten Querschnittsfläche berechnen. Dazu ist erforderlich, die verschiedenen Stützmittel zueinander ins Verhältnis zu setzen, sodass jeder Stützmittelmix berücksichtigt werden kann. In der ÖNORM B 2203-1 ist dies in Tabelle 3 geregelt. Die einzelnen Bewertungsfaktoren sind mit der Bauindustrie abgestimmt und seit Jahren in Verwendung. Beispielhaft sind nachstehend die Bewertungsfaktoren für verschiedenen Anker angeführt:

Stützmittel und Zusatzmaßnahmen		Bewertungsfaktor je Mengeneinheit	Mengen- einheit	Bemer- kungen
Anker	Swellex oder gleichwertiges	0,8	m	
	SN Mörtelanker	1,1	m	
	Selbstbohranker	1,7	m	
	Verpressrohranker	2,0	m	
	vorgespannte Mörtelanker	2,5	m	

Bild A2-8: Bewertungsfaktoren für Stützmittel gemäß ÖNORM B2203-1

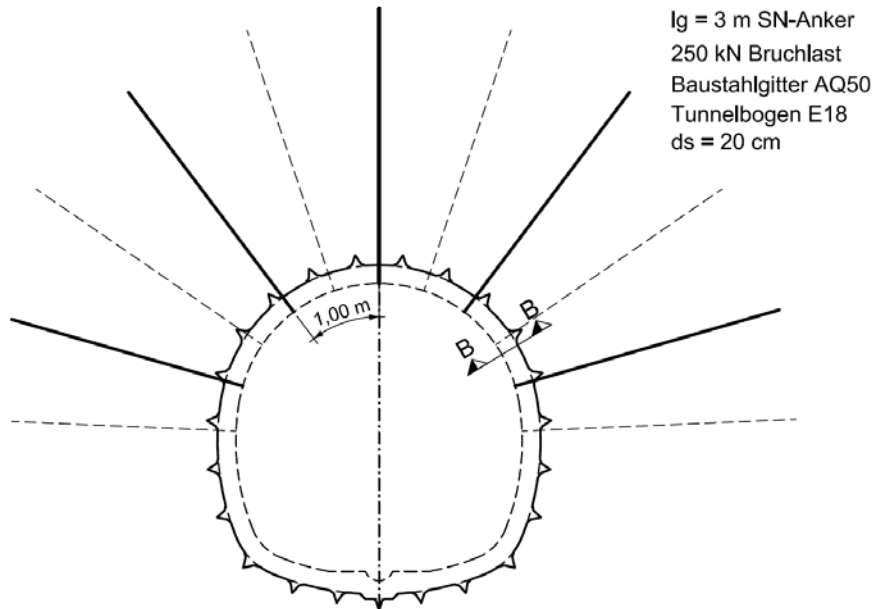
Nachstehend folgt ein einfaches Beispiel zur Ermittlung der Stützmittelzahl für einen Stollen-vortrieb im Vollausbuch:



# VORTRIEBSKLASSE 7/15,69

## Querschnitt

M 1:50



VORTRIEBSKLASSE 7/15,52 Firste (F), Ulme (U), Sohle (S)						Abschlagslänge: 0,81 - 1,00 m		
						Übermass $u_m$ : 10 cm		
						Linie 1a-F: 5,21 m		
						Linie 1a-U: 3,56 m		
						Linie 1a-S: 2,21 m		
						Ausbruch Linie 2: 11,69 m <sup>3</sup> / lfm		
Einbauort	spätester Einbau	Stützmittel / Abschlag				Menge / lfm	Bew.- Faktor	Teilzahl
F,U	sofort nach Abschlag	Spritzbeton		20 cm		1,75 m <sup>3</sup>	20,0	35,08
S	innerhalb von 10m hinter Ortsbrust	Spritzbeton		20 cm		0,44 m <sup>3</sup>	20,0	8,84
OB	sofort nach Abschlag	Spritzbeton	Ortsbrustversiegelung	5 cm		0,58 m <sup>3</sup>	14,0	8,18
F,U	sofort nach Abschlag	Anker	SN-Anker 250kN	5,50 Stk	a' 3 m	16,50 m	1,1	18,15
F,U	sofort nach Abschlag	BST-Gitter	AQ50 bergseitig	1 Lage		8,77 m <sup>2</sup>	1,0	8,77
			AQ50 hohlraumseitig	1 Lage		8,77 m <sup>2</sup>	1,5	13,155
S	innerhalb von 10m hinter Ortsbrust	BST-Gitter	AQ50 bergseitig	1 Lage		2,21 m <sup>2</sup>	1,0	2,21
F,U	sofort nach Abschlag	Bogen	Tunnelbögen E18	1,00 Stk	a' 8,77 m	8,77 m	2,0	17,54
F	vor Abschlag	Spieß	Spieße ø26, unvermörtelt	10,00 Stk	a' 2 m	20,00 m	0,9	18
<b>Summe</b>								129,93
<b>Stützmittelzahl</b>						Bewertungsfläche:	8,28 m <sup>2</sup>	15,69
							Untergrenze	14,39
							Obergrenze	16,99

Für die Berechnung im Bauzeitmodell wird der Stand der geologisch / geotechnischen Beurteilung bzw. die angenommene Verteilung der Vortriebsklassen wie folgt definiert:

zyklischer Vortrieb		Stollen			
Ermittlung der Gesamtvortriebsdauer					
	A	B	C	D	E
Zeilen-Nr.	Vortriebsklasse	Verteilung	Leistungs- angabe netto	Prognostizierte Dauern	
		[ m ]	[ m / KT ]	[ KT ]	
1					
2	VKL 3 / 8,22 Anhydrit	198,00	5,50	36,00	
3	VKL 4 / 4,87 / Flysch	30,00	6,50	4,62	
4	VKL 5 / 6,41 / Flysch	61,00	6,00	10,17	
5	VKL 6 / 11,90 / Flysch	192,00	5,00	38,40	
6	VKL 7 / 15,69 >/ Flysch	71,00	4,00	17,75	
7					
8	VKL-K 3 / 2,82 / Kalk	116,00	8,00	14,50	
9	VKL-K 4 / 4,87 / Kalk	73,00	6,00	12,17	
10	VKL-K 5 / 6,41 / Kalk	141,00	5,00	28,20	
11	VKL-K 6 / 11,90 / Kalk	164,00	4,50	36,44	
12					
13					
14	Vortriebsunterbrechung gemäß ÖN B2203-1 Pkt. 3.47			14,00	
15	Zusatzzeiten aus Wasserschwernis		ZZWEZYST	3,31	aus Tabelle WEZYST
16	Zusatzzeiten		ZZZYST	22,58	aus Tabelle ZZZYST
17	ZVZYSTn	1 046,00		238,13	netto Vortriebsdauer
18	Vortriebsstillliegen > 168 h gemäß ÖNORM B2203-1 Pkt 3.46				
19	STSVZYST			10,00	
	Stillliegezeiten Abgang	Anzahl	Dauer je Ereignis	Gesamt Dauer	
		[ STK ]	[ KT / STK ]	[ KT ]	
20	Barbarafeier	1,00	1,00	1,00	
21	Weihnachtsabgang	1,00	7,00	7,00	
22	Osterabgang	0,00	0,00	0,00	
23	STAVZYST			8,00	
24	ZVZYSTb			256,13	brutto Vortriebsdauer
	Brutto Vortriebsleistung [lfm/KT * 30]			122,51	[m/Mon]

<span style="background-color: yellow;"> </span>	Bieterangabe
<span style="background-color: lightgreen;"> </span>	Übernahme
<span style="background-color: lightblue;"> </span>	Berechnung
<span style="color: red;">12</span>	Vorgabe

Besonderheiten im Vortrieb, die nicht ursächlich mit dem Vortrieb nach Vortriebsklassen abgehandelt werden können, lassen sich in Tabellen mit Zusatzzeiten berücksichtigen:

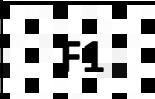
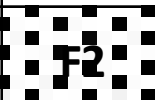





zyklischer Vortrieb		Stollen				
Zusatzzeiten - Zuschläge/Festzeiten						
	A	B			C	D
Zeilen-Nr.	Zuschläge Festzeiten für nachstehende Maßnahmen	Anzahl / Menge [ STK ]	min [ KT ]	max [ KT ]	zusätzlicher Zeitaufwand je Ereignis [ KT / STK ]	Dauern [ KT ]
1	Festzeit für das Anfahren	1,00	keine	keine	1,50	1,50
2	Festzeit für das Einarbeiten Vortrieb	1,00	keine	keine	2,00	2,00
3						
	Zusatzzeiten	Anzahl [ STK ]	min [ min ]	max [ min ]	zusätzlicher Zeitaufwand je Ereignis [ min / STK ]	Dauern [ KT ]
4	Zusatzzeit für das Umrüsten des Vortriebes bei mixed face Bedingungen [STK]	5,00	5,00	30,00	20,00	0,07
5	Zusatzzeit für das Auffahren der Abdichtungsmanschetten einschließlich Abbruch bestehender Stützmaßnahmen vor und nach der Anhydritstrecke [STK]	2,00	keine	keine	1,00	2,00
6	Zusatzzeit für Sprengerschwernis	1,00	keine	keine		10,00
	A	B			C	D
Zeilen-Nr.	Zusatzzeiten für Vorausbohrungen, Zusatz- und Sondermaßnahmen	Menge	min [ min/EH ]	max [ min/EH ]	Bieter-angabe [ min / EH ]	Dauern [ KT ]
7	Bohrungen für Vorauserkundung (auch Methangas) [m]	800,00	3,00	10,00	7,00	3,889
8	SPC Mehrdicke AS, 5 cm [m2]	25,00	0,50	5,00	4,00	0,069
9	zus.stabf.Betonstahl, BSt550, 8-12mm [TO]	0,50	20,00	120,00	90,00	0,031
10	zus.Bewehrungsm., M550, <5 kg/m2 [TO]	0,50	15,00	100,00	90,00	0,031
11	Selbstbohranker, BL500 kN, 3 m **) [STK]	5,00	9,00	15,00	15,00	0,052
12	Selbstbohranker, BL500 kN, 4 m **) [STK]	5,00	13,00	20,00	15,00	0,052
13	Selbstbohranker, BL500 kN, 6 m **) [STK]	5,00	13,00	25,00	20,00	0,069
14	Bohrungen für Injektion Dichtmanschetten [m]	96,00	0,50	10,00	10,00	0,667
15	Injektion [kg]	5 000,00	0,00	1,00	0,50	1,736
16						
17	Verfüllen Mehrausbruch über Grenzlinie "A" mit Mörtel [m3]	75,00	5,00	12,00	8,00	0,42
	**) inklusive Rüstzeit/Anker					
18	ZZZYST					22,58
	Bieterangabe					
	Übernahme					
	Berechnung					
12	Vorgabe					

Für die Ermittlung des Einflusses der Wassererschwerisse auf die Vortriebsleistung werden durch die Planung lfm vorgegeben, in denen mit Wassererschweris entsprechender Er-

schwernisklassen zu rechnen ist. Bei der Ermittlung der erforderlichen Zusatzzeit werden automatisch die Bieterangaben der Vortriebsleistung berücksichtigt.

zyklischer Vortrieb		Stollen															
Zusatzzeiten - Wassererschwernisse																	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
VKL 4 / 4,87		Erschwernisklasse 4 sehr ungünstig										Σ					
Wasser-spende (l/s)		lfm	lfm/KT	KT	min	max									ZUS.	KT	[KT]
			aus Tab. ZY ST	a2	b2	c2	Angabe	d2	$e2=a2^2 \cdot (1/(1-d2)-1)$	f = e1 + e2							
1	1 < x ≤ 2	5,0	6,50	0,77	5%	15%		5%	0,04	0,04							
2	2 < x ≤ 5		6,50	0,00	10%	20%		10%	0,00	0,00							
3	5 < x ≤ 10		6,50	0,00	15%	30%		15%	0,00	0,00							
												0,04 KT					
VKL 5 / 6,41		Erschwernisklasse 4 sehr ungünstig										Σ					
Wasser-spende (l/s)		lfm	lfm/KT	KT	min	max									ZUS.	KT	[KT]
			aus Tab. ZY ST	a2	b2	c2	Angabe	d2	$e2=a2^2 \cdot (1/(1-d2)-1)$	f = e1 + e2							
5	1 < x ≤ 2	5,0	6,00	0,83	5%	15%		5%	0,04	0,04							
6	2 < x ≤ 5	5,0	6,00	0,83	10%	20%		10%	0,09	0,09							
7	5 < x ≤ 10		6,00	0,00	15%	30%		15%	0,00	0,00							
												0,14 KT					
VKL-K 5 / 6,41		Erschwernisklasse 4 sehr ungünstig										Σ					
Wasser-spende (l/s)		lfm	lfm/KT	KT	min	max									ZUS.	KT	[KT]
			aus Tab. ZY ST	a2	b2	c2	Angabe	d2	$e2=a2^2 \cdot (1/(1-d2)-1)$	f = e1 + e2							
25	1 < x ≤ 2	10,0	5,00	2,00	5%	15%		5%	0,11	0,11							
26	2 < x ≤ 5	10,0	5,00	2,00	10%	20%		10%	0,22	0,22							
27	5 < x ≤ 10	10,0	5,00	2,00	15%	30%		15%	0,35	0,35							
												0,68 KT					
VKL-K 6 / 11,90		Erschwernisklasse 4 sehr ungünstig										Σ					
Wasser-spende (l/s)		lfm	lfm/KT	KT	min	max									ZUS.	KT	[KT]
			aus Tab. ZY ST	a2	b2	c2	Angabe	d2	$e2=a2^2 \cdot (1/(1-d2)-1)$	f = e1 + e2							
29	1 < x ≤ 2	10,0	4,50	2,22	5%	15%		5%	0,12	0,12							
30	2 < x ≤ 5	10,0	4,50	2,22	10%	20%		10%	0,25	0,25							
31	5 < x ≤ 10	15,0	4,50	3,33	15%	30%		15%	0,59	0,59							
												0,95 KT					
<div style="display: flex; gap: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px dashed black;"></div> Bieterangabe                 <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: green; border: 1px dashed black;"></div> Übernahme                 <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: blue; border: 1px dashed black;"></div> Berechnung                 <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px dashed black; margin-left: 10px;"></div> 12 Vorgabe             </div>																	
zyklischer Vortrieb		Stollen										0					
Zusatzzeiten - Wassererschwernisse																	
VKL 4 / 4,87												0,04 KT					
VKL 5 / 6,41												0,14 KT					
VKL 6 / 11,90												0,22 KT					
VKL 7 / 15,69												0,63 KT					
VKL-K 3 / 2,82												0,17 KT					
VKL-K 4 / 4,87												0,48 KT					
VKL-K 5 / 6,41												0,68 KT					
VKL-K 6 / 11,90												0,95 KT					
ZZWEZYST												3,31 KT					

Aus diesen Detailangaben der Bieter lässt sich die Gesamtbauzeit ermitteln. Dabei können auch Zeitangaben verwendet werden, bei denen durch den Ausschreibenden bestimmte Ober- und Untergrenzen vorgegeben sind und die durch den Bieter nicht verschoben werden können (in nachstehender Tabelle z.B. in Zeilen 1 u. 5):

Ermittlung GESAMTBAUZEIT						
<b>die Gesamtbauzeit ZERNE darf die pönalisierte Gesamtbauzeit gemäß Position 00 01 00D154 nicht überschreiten</b>						
	A	B	C	D	E	F
Zeilen-Nr.	Bezeichnung	Beschreibung	Prognostizierte Dauern [ KT ]	Bieterangabe	Vorgabe Dauern [KT]	
					MIN	MAX
1	 F1	Baubeginn bis frühester Beginn Vortrieb	30,00	40,00	14,00	30,00
2	ZV	Gesamtvortriebsdauer	238,13	aus Tabelle ZYST Zeile (7) Spalte [C]		
3	ZB	Zeitdauer Ende Vortrieb bis Betonierende	58,00	aus Tabelle ZB Zeile (8) Spalte [C]		
4	V	Zeitdauer Baubetrieb von Ende F1 bis Ende Betonieren	296,13	Summe aus Zeile [2] + Zeile [3] Spalte [C]		
5	 F2	Zeitdauer Ende Betonieren bis Bauende	40,00	40,00	14,00	60,00
6	ZERNE	Gesamtbauzeit F1+VG+F2 Gesamtbauzeit brutto einschließlich Stillliegezeiten	366,13	<b>pönalisierte Dauer eingehalten</b>		
7	<b>vorgegebene Dauer pönalisiert</b>		<b>420,00</b>			
	 Bieterangabe					
	 Übernahme					
	 Berechnung					
	 12 Vorgabe					
	 Bestandteile des kritischen Weges					

Da dieses Tabellenwerk vernetzt ist, lassen sich die vertraglichen Zeiten bei Veränderung von Vorgaben wie z. B. der Verteilung der Vortriebsklassen sofort wieder neu berechnen. Mit der Anwendung eines solchen Bauzeitmodells können somit auch während der Bauausführung Auswirkungen von Änderungen nachverfolgt werden.