

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

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

# **ZTV-ING**

## **Teil 5 Tunnelbau**

## **Abschnitt 2 Offene Bauweise**

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

---

Inhalt	Seite		Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	4	4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen .....	9
1.1 Grundsätzliches .....	4	<b>5 Baubehelfe, Baustoffe und Bauteile</b> ...	9
1.2 Geltungsbereich .....	4	5.1 Baubehelfe .....	9
1.3 Begriffsbestimmungen .....	4	5.1.1 Baugruben .....	9
1.4 Anforderungen an die Beteiligten .....	4	5.1.2 Schalung .....	9
<b>2 Geotechnische Untersuchungen</b> .....	4	5.1.3 Traggerüste und Schalwagen .....	9
2.1 Allgemeines .....	4	5.2 Baustoffe und Bauteile .....	10
2.2 Untersuchungen in der Planungsphase .....	4	5.2.1 Konstruktionsbeton .....	10
2.2.1 Untersuchungsschritte .....	4	5.2.2 Beton für WUB-KO .....	10
2.2.2 Geotechnischer Bericht .....	4	5.2.3 Unterwasserbeton .....	10
2.3 Baubegleitende Untersuchungen .....	5	5.2.4 Füllgüter zur Beseitigung von Undichtigkeiten .....	10
2.4 Untersuchungen nach Fertigstellung .....	5	5.2.5 Dränageröhre, Entwässerungsrohre und Schlitzrinnen .....	10
<b>3 Standsicherheitsnachweise</b> .....	5	5.2.6 Befestigungsmittel und Leerrohre .....	10
3.1 Allgemeines .....	5	5.2.7 Fugeneinlagen .....	10
3.2 Einwirkungen .....	5	5.2.8 Fugenbänder .....	10
3.2.1 Ständige Lasten .....	5	5.2.9 Arbeitsfugenbleche .....	10
3.2.1.1 Eigenlasten .....	5	<b>6 Bauen im Grundwasser</b> .....	11
3.2.1.2 Erddruck .....	5	<b>7 Konstruktion und Herstellung</b> .....	11
3.2.1.3 Wasserdruck und Auftrieb .....	5	7.1 Allgemeines .....	11
3.2.2 Veränderliche Lasten .....	6	7.2 Anforderungen an die Konstruktion .....	11
3.2.2.1 Verkehrslasten .....	6	7.2.1 Abmessungen und Maßabweichungen .....	11
3.2.2.2 Temperatureinwirkungen .....	6	7.2.2 Bauliche Durchbildung .....	11
3.2.3 Sonstige Lasten .....	7	7.2.3 Blocklängen .....	11
3.3 Nachweise und Bemessung .....	7	7.2.4 Fugen .....	11
3.3.1 Allgemeines .....	7	7.2.5 Herstellung .....	11
3.3.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	7	7.3 Konstruktionen außerhalb des Grundwassers .....	11
3.3.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	7	7.4 Konstruktionen im Grundwasser als WUB-KO .....	12
3.4 Messungen während der Bauausführung .....	8	7.4.1 Allgemeines .....	12
<b>4 Baubegleitende Maßnahmen</b> .....	8	7.4.2 Konstruktive Ausbildung .....	12
4.1 Allgemeines .....	8	7.5 Konstruktionen in chemisch stark angreifender Umgebung .....	12
4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung .....	9	<b>8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser</b> ...	12
4.3 Ausführungsunterlagen .....	9	8.1 Allgemeines .....	12
4.3.1 Allgemeines .....	9	8.2 Ausführung als WUB-KO .....	12
4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen .....	9	8.3 Abdichtung mit KDB .....	12
4.3.3 Bauzeiten- und Bauablaufplan .....	9	<b>9 Tunnelentwässerung</b> .....	<u>1312</u>
4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan .....	9		

Inhalt	Seite
9.1 Allgemeines .....	<del>13</del> <sup>14</sup>
9.2 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit .....	13
9.3 Entwässerungsanlagen .....	13
9.3.1 Allgemeines .....	13
9.3.2 Bemessung der Entwässerungsanlagen	13
9.3.3 Bauliche Ausbildung der Drainageleitungen .....	13
9.3.4 Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen .....	13
9.3.5 Hebe- und Gewässerschutzanlagen ....	13
<b>10 Baulicher Brandschutz</b> .....	13
10.1 Allgemeines .....	13
10.2 Thermische Einwirkungen .....	13
10.3 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion .....	13
10.3.1 Allgemeines .....	13
10.3.2 Konstruktive Maßnahmen.....	13
10.3.3 Rechnerischer Nachweis.....	13
10.4 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau .....	14
<b>11 Innenausbau</b> .....	14
11.1 Straßenaufbau und Sohlabdichtung ...	14
11.2 Wandflächen und Deckenflächen.....	14
11.3 Lärmschutzbekleidungen.....	14
11.4 Zwischendecken und Trennwände.....	14
11.5 Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte .....	14
11.6 Zugänglichkeit der Konstruktion .....	14
<b>12 Bauwerksunterlagen und Dokumentation</b> .....	14

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 5 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Für die Planung von Straßentunneln sind die Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) zu beachten.

### 1.2 Geltungsbereich

(1) Dieser Abschnitt gilt für die bautechnische Ausführung neuer sowie für die Erhaltung bestehender Straßentunnel. Es werden Regelungen für Tunnel in offener Bauweise behandelt.

(2) Die Regelungen gelten sinngemäß auch für Trogbauwerke.

### 1.3 Begriffsbestimmungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 1.3

### 1.4 Anforderungen an die Beteiligten

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 1.4.

## 2 Geotechnische Untersuchungen

### 2.1 Allgemeines

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

(2) Die Baugrunderkundung umfasst das Beschaffen aller geologischen und geotechnischen Informationen und Kenntnisse über den Baugrund, in dem ein Tunnel geplant und gebaut wird.

(3) Der Untersuchungsaufwand für den Tunnelbau erfordert die Anwendung der geotechnischen Kategorie 3 gemäß DIN 1054. Darüber hinaus können ergänzende Untersuchungen erforderlich sein.

(4) Die Baugrunderkundung beginnt mit der Zusammenstellung und Beurteilung der regional-geologischen Informationen. Aus ihnen ergeben sich die geologischen und hydrogeologischen Grundlagen für die Festlegung der Aufschlussverfahren.

(5) Die geotechnischen Untersuchungen werden in der Regel wie folgt gegliedert:

- Untersuchungen in der Planungsphase,
- baubegleitende Untersuchungen und
- Untersuchungen nach Fertigstellung.

### 2.2 Untersuchungen in der Planungsphase

#### 2.2.1 Untersuchungsschritte

(1) Die Untersuchungen in der Planungsphase umfassen folgende Schritte:

- regional-geologische Untersuchungen,
- objektnahe Untersuchungen und
- Untersuchungen im Trassenbereich.

(2) Zu den regional-geologischen Untersuchungen gehört im Wesentlichen die Auswertung von geologischen, hydrogeologischen und ingenieurgeologischen Karten, von Lagerstättenaufzeichnungen, von Luftbildaufnahmen sowie von Vermessungsunterlagen. Die Auswertung vermittelt einen Einblick in die geologische Situation des weiteren Baubereiches.

(3) Zu den objektnahen Untersuchungen gehören die Aufnahme und Beurteilung aller im näheren Objektbereich zugänglichen geologischen und hydrologischen Aufschlüsse wie z.B. Einschnitte, Geländesprünge, aktuelle und fossile Rutschungen, Baugruben, vorherige Bohrungen, Steinbrüche, Erosionsrinnen, Quellen, Wasserläufe, Sumpfstellen, Versickerungsbereiche und Karsterscheinungen.

(4) Die Untersuchungen im Trassenbereich haben den Zweck, die vorliegenden geotechnischen Informationen über den unmittelbaren Trassenbereich des Tunnels und seine nähere Umgebung durch überwiegend direkte Aufschlussverfahren zu verdichten.

(5) Zu den direkten Aufschlüssen zählen im wesentlichen Druck- und Rammsondierungen, Schürfe, Kernbohrungen, bei Bedarf orientierte Bohrungen, Bohrlochsondierungen mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen, Grundwasserbohrungen und ihre Einrichtung zu Grundwassermessstellen sowie fels- und bodenphysikalische Gelände- und Laborversuche zur Kennwertermittlung für die Berechnungen. Die direkten Untersuchungsverfahren liefern Erkenntnisse, die nur für den unmittelbaren Bereich ihres Ansatzpunktes gültig sind.

(6) Um die Bereiche zwischen den Ansatzpunkten abzuklären, werden bei Bedarf indirekte Untersuchungsverfahren in das Raster der direkten Aufschlüsse eingefügt.

#### 2.2.2 Geotechnischer Bericht

(1) Im geotechnischen Bericht nach DIN 4020 werden die Ergebnisse aus den geotechnischen Untersuchungen zusammengestellt und bewertet sowie Annahmen für die Berechnung und Empfehlungen für die Ausführung dargestellt. Zur Bemessung sind die charakteristischen Werte anzugeben.

(2) Zur Festlegung der Bemessungswasserstände sind die charakteristischen Werte der Wasserstände und gegebenenfalls die zugehörigen Wasserstandsganglinien anzugeben. Auf vorhandene Grundwasserströmungen und auf mögliche Veränderungen des Grundwasserhaushalts und der Grundwasserströme während der Herstellung und der Nutzung des Tunnels ist hinzuweisen. Darüber hinaus ist die Beschaffenheit des Grundwassers anzugeben.

### 2.3 Baubegleitende Untersuchungen

(1) Die geotechnischen Annahmen sind während der Bauzeit durch baubegleitende Untersuchungen zu überprüfen. Die Durchführung der Untersuchungen ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Für Grundwasserbeobachtungen sind bei Bedarf vorhandene Aufschlussbohrungen zu Grundwasserpegeln auszubauen oder gesonderte Grundwassermessstellen einzurichten.

### 2.4 Untersuchungen nach Fertigstellung

Geotechnische Untersuchungen nach der Baufertigstellung können erforderlich werden, wenn nachträgliche Veränderungen der geologisch-hydrologischen Verhältnisse zu erwarten sind. Pegel oder sonstige Messeinrichtungen sind dann so auszubilden, dass die Funktionsfähigkeit und Zugänglichkeit auf Dauer gewährleistet sind.

## 3 Standsicherheitsnachweise

### 3.1 Allgemeines

(1) Es gelten DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1997-1:2009-09, DIN 1054 und DIN 4085.

(2) Das Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke und die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sind zu beachten.

(3) Die Standsicherheitsnachweise müssen vollständige Angaben über die Bau- und Endzustände in übersichtlicher und prüfbarer Form enthalten, und zwar insbesondere über:

- Geometrie des Bauwerks,
- Einwirkungen,
- Baustoffe / Baustoffkennwerte,
- statische Systeme und Rechenverfahren,
- Baugrund, Hinterfüllung und Überschüttung mit Ermittlung der Beanspruchungen und Verformungen,

- Bauverfahren, Betonier- und Ausrüstvorgänge unter Berücksichtigung der Verformungen,
- Standsicherheit und Überhöhung der Traggerüste sowie der Schalung,
- Beanspruchung und Verformungen der Baugrubensicherung und
- Standsicherheit und Verformungen des Bauwerks mit Einzelnachweisen für alle tragenden Teile, Bauwerksfugen und konstruktiven Details.

### 3.2 Einwirkungen

#### 3.2.1 Ständige Lasten

##### 3.2.1.1 Eigenlasten

Als Eigenlast gilt das Eigengewicht des Bauwerks einschließlich dauerhaft mit dem Bauwerk verbundener Bauteile wie Bohrpfähle und Sporne sowie der dauerhafte Innenausbau.

##### 3.2.1.2 Erddruck

Die Überschüttung, später zu erwartende Veränderungen des Geländes und Abgrabungen sind mit ihrer statischen Wirkung zu berücksichtigen.

##### 3.2.1.3 Wasserdruck und Auftrieb

(1) Als Wasserdruck sind die Lasten des ruhenden oder des strömenden Grundwassers entsprechend dem zu erwartenden ungünstigsten Grundwasserstand als Bemessungswasserstand anzusetzen. Die Änderung der Potentialverhältnisse durch Bauzustände und durch das fertige Bauwerk ist zu berücksichtigen.

(2) Der Lastfall „minimaler Grundwasserstand“ ist zu untersuchen.

(3) Für den Nachweis der Auftriebssicherheit ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben, inwieweit z.B. Einbauten, Schutzbeton sowie Überschüttung des Bauwerks anzusetzen sind.

(4) Wird der Straßenoberbau im Bauwerk durchgeführt, kann dieser bis Unterkante Deckschicht als ständige Last angesetzt werden. Für den Bauzustand ist der Lastfall „ohne Straßenoberbau“ mit dem Bemessungswasserstand für die Bauzeit nachzuweisen.

(5) Für den späteren Austausch des Straßenoberbaus ist der Lastfall „ohne Straßenoberbau“ nachzuweisen. Dieser ist als Bemessungssituation BS-A mit den Teilsicherheitsbeiwerten gemäß DIN 1054 anzusetzen.

### 3.2.1.4 Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen

Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen sind nach DIN EN 1992-2 zu berücksichtigen, wenn sie ungünstig wirken.

## 3.2.2 Veränderliche Lasten

### 3.2.2.1 Verkehrslasten

(1) Als Verkehrslasten aus Verkehrswegen im und über dem Tunnel sind die Lastannahmen nach DIN EN 1991-2 anzusetzen.

(2) Beträgt der Abstand zwischen Oberkante der Deckschicht und Oberkante Tunneldecke mehr als 0,80 m, kann mit Ersatzlasten anstelle einzelner Radlasten gerechnet werden.

(3) Die Verkehrslasten durch zivile oder militärische Fahrzeuge auf der Geländeoberfläche außerhalb von Verkehrswegen sind in Abstimmung mit den zuständigen Stellen festzulegen und in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(4) Außerhalb von Verkehrswegen ist eine Flächenlast von 5 kN/m<sup>2</sup> anzusetzen. Besondere Einwirkungen nach (3) sind gesondert nachzuweisen.

(5) Bei Tunneln unter schiffbaren Wasserläufen sind Wracklasten und Lasten aus Ankerwurf sowie eine Verringerung der planmäßigen Überdeckung durch Auskolkung zu berücksichtigen.

(6) Für begehbare Teile von Tunneln wie z.B. Podeste und Treppen, ist eine Verkehrslast von 5 kN/m<sup>2</sup> anzusetzen. Für Lüftungskanäle ist eine Verkehrslast von 1 kN/m<sup>2</sup> bzw. P = 1 kN (Mannlast) anzusetzen.

(7) Es ist für jeden Einzelfall zu prüfen, ob höhere Lasten wie z.B. durch Betriebszustände auftreten können. Dies gilt insbesondere für technische Betriebsräume und Zwischendecken. Die höheren Verkehrslasten sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(8) Ersatzlasten für den Anprall von Fahrzeugen sind nach DIN EN 1991-2 anzusetzen.

### 3.2.2.2 Temperatureinwirkungen

(1) Für die Temperaturen an den inneren Bauteiloberflächen sind die Werte gemäß Bild 5.2.1 den Berechnungen zugrunde zu legen, falls nicht besondere Bauwerksverhältnisse genauere Ansätze erfordern.

(2) Der Temperaturverlauf im Querschnitt kann linear angesetzt werden. Die konstante Tunnelumgebungstemperatur von 10 °C wird in einem Abstand von 2,00 m von der Innenfläche angesetzt, wenn sich das Bauteil außerhalb des Grundwas-

ser befindet. Liegt das Bauteil im Grundwasser, ist die Temperatur von 10 °C an der Außenseite des Bauteils anzusetzen.

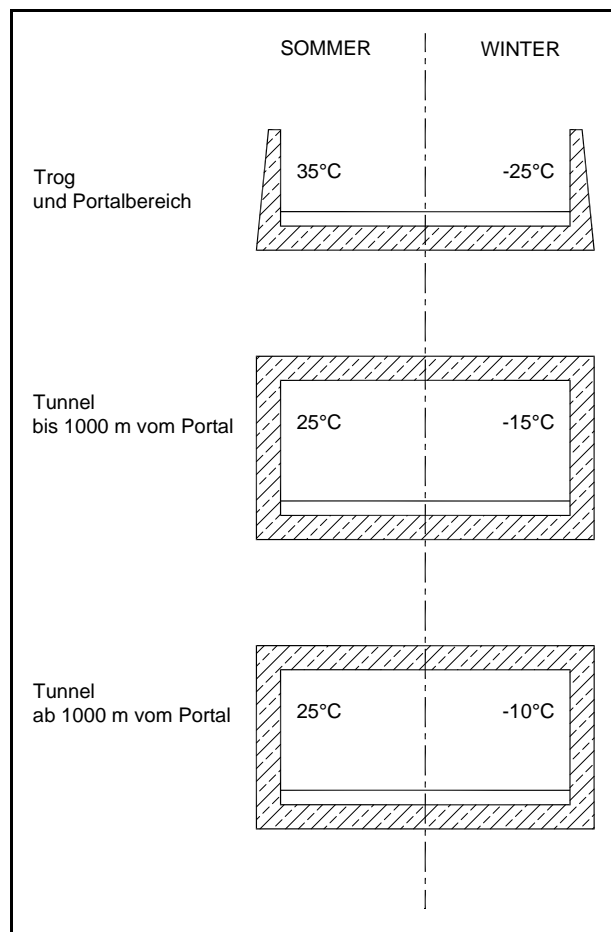


Bild 5.2.1: Temperaturen an den inneren Bauteiloberflächen bzw. Straßenoberflächen

(3) Das Bild 5.2.2 zeigt den Temperaturverlauf in einem Trog mit durchgezogenem Straßenoberbau. Für einen Tunnel gilt Bild 5.2.2 sinngemäß.

(4) Für besondere Bauwerksverhältnisse wie z.B. Tunnelbereiche oder Bauzustände ohne bzw. mit geringer Überdeckung und Bauzustände ohne Straßenoberbau sind die Temperaturen und Temperaturverläufe in Anlehnung an Bilder 5.2.1 und 5.2.2 festzulegen.

(5) Die Zwangbeanspruchung aus dem Temperaturunterschied im Querschnitt sowie aus unterschiedlichen Temperaturen in den Schwerpunkten ist nachzuweisen.

(6) Die Temperatureinwirkungen aus der Hydratation sind nachzuweisen. Hierbei sind Angaben zum zeitlichen Verlauf der Abbinde- und zur Entwicklung der Betonfestigkeit festzulegen.

(7) Wird zur Risservermeidung in Sonderfällen eine Kühlung des Betons durch innenliegende Kühlrohre

vorgesehen, sind hierfür Temperaturansätze aufzustellen und rechnerisch zu berücksichtigen.

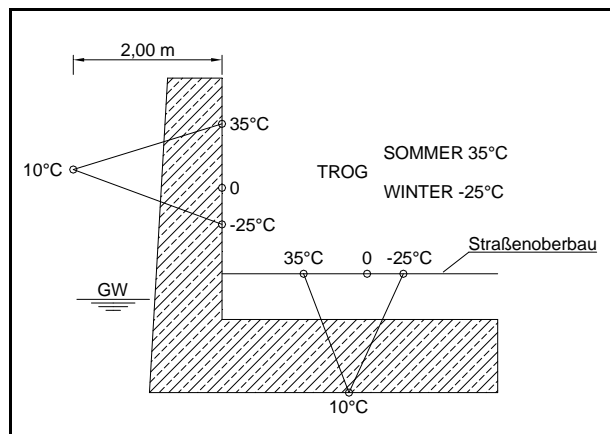


Bild 5.2.2: Temperaturverlauf im Querschnitt

### 3.2.3 Sonstige Lasten

(1) *Zusätzliche Lasten aus sonstigen beteiligten Verkehrsträgern und ggf. Lasten aus Überbauungen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(2) Zu den vorübergehenden Belastungen während der Bauzeit gehören die zeitweilig wirkende Lasten aus Baugeräten, Rüstungen, Baustoffen und Bauwerksteilen.

(3) Für Tunnel mit einem lichten Querschnitt von 50 m<sup>2</sup> und mehr sind die Bekleidungen für die Einwirkungen aus Druck und Sog mit 0,5 kN/m<sup>2</sup> zu bemessen. Bei Tunneln mit geringerem Querschnitt erhöht sich der Sog. Bei einem lichten Querschnitt von 43 m<sup>2</sup> und weniger beträgt er 0,8 kN/m<sup>2</sup>. Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

(4) Für Brandeinwirkungen gilt Nr. 10.

## 3.3 Nachweise und Bemessung

### 3.3.1 Allgemeines

(1) Für Konstruktionen, bei denen die Wechselwirkung von Bauwerk und Baugrund von Bedeutung ist wie z.B. Gewölbetunnel in offener Bauweise, sind besondere Festlegungen zur Bemessung zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 1).

(2) *Baubehelfe sind für den Endzustand in der Regel nicht zum Nachweis der Auftriebssicherheit heranzuziehen.*

### 3.3.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Bei der Bemessung der Wände des Bauwerks ist bei der Bauweise mit Arbeitsraum im Lastfall „Größter Erddruck“ der Ruhedruck anzusetzen. Bei

unnachgiebig gegründeten Bauwerken und engen Arbeitsräumen, in denen sich der verdichtete Hinterfüllboden nur wenig oder gar nicht entspannen kann, ist mit dem Verdichtungserddruck zu rechnen.

(2) Im Lastfall „Kleinster Erddruck“ ist der halbe aktive Erddruck anzusetzen.

(3) Bei der Bauweise ohne Arbeitsraum wird für die Bemessung der Wände im Lastfall „Größter Erddruck“ der Erdruhedruck und im Lastfall „Kleinster Erddruck“ der Erddruck mit Null angesetzt.

(4) Bei der Bemessung der Decken- und Sohlplatte für die maximalen Feldmomente ist als zugehöriger Erddruck auf die Wände der „Kleinste Erddruck“ anzusetzen.

(5) Die über den Tunnelquerschnitt verteilte Sohlspannung kann unter Berücksichtigung der Verträglichkeit der Verformungen von Bauwerk und Baugrund ermittelt werden. Als Mindestdruckordinate ist  $0,3 \cdot \sigma_m$  anzusetzen, wobei  $\sigma_m$  die konstant über den Querschnitt verteilte Normalspannung ist.

(6) Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind ungünstige Einwirkungen aus Temperatur mit den Kombinationsbeiwerten nach DIN EN 1990 zu multiplizieren. Dabei ist für Temperatureinwirkungen abweichend von der Tabelle A2.1 in DIN EN 1990 für  $\Psi_0 = 0,8$  anstatt  $\Psi_0 = 0,6$  anzusetzen. Abweichend von DIN EN 1990 sind die Temperatureinwirkungen mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,0$  anzusetzen.

### 3.3.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### 3.3.3.1 Allgemeines

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 3.3.4.1

#### 3.3.3.2 Rissverhalten infolge Einwirkungen aus Zwang

(1) Die aus der Längenänderung der Tunnelblöcke gegenüber dem umgebenden Boden erzeugte Reibung aus Schwinden und Temperaturschwankung ist bei der Schnittgrößenermittlung zu berücksichtigen. Hierfür gilt Heft 466 des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton.

(2) Sofern für die Zwangsbeanspruchungen des Tunnelquerschnitts aus unterschiedlichen Setzungen keine genauere Berechnung vorgesehen wird, ist:

- bei Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand II und Berücksichtigung des Schnittgrößenabbaus infolge Kriechen der Kombinationsbeiwert mit  $\psi_2 = 1,0$  oder

- bei Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand I und Berücksichtigung des Schnittgrößenabbaus infolge Kriechen der Kombinationsbeiwert mit  $\psi_2 = 0,5$

anzusetzen.

(3) Wenn die Stahlspannungen aus Temperatur (aus Temperaturunterschied  $\Delta T$  und unterschiedlichen Temperaturen in den Schwerpunkten  $\Delta T_s$ ) zum Nachweis der Rissbreite angesetzt werden müssen (siehe Nr. 3.3.3.3), können die Schnittgrößen, sofern kein genauere Nachweis geführt wird,

- bei der Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand II mit  $\psi_2 = 1,0$  oder
- bei der Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand I mit  $\psi_2 = 0,5$

ermittelt werden.

(4) Sonderlasten wie z.B. Temperaturbeanspruchungen im Brandfall, Beanspruchungen aus kurzzeitigen unplanmäßigen Überflutungen sind für die Rissbreitenbeschränkung nicht zu berücksichtigen.

### 3.3.3.3 Stahlspannung im Rissquerschnitt

(1) Die Stahlspannung im Rissquerschnitt ist mit der häufigen Lastfallkombination gemäß DIN EN 1991-2 zu ermitteln.

(2) Bei nichtlinearen Berechnungen sind die Lasten aus den Einwirkungen zu überlagern und als Kombinationslastfall auf das statische System anzusetzen.

(3) Stahlspannungen aus  $\Delta T$  und  $\Delta T_s$  sind bei der Ermittlung der Rissbreite nach Nr. 3.3.3.4 nur zu berücksichtigen, wenn  $\sigma_s$  kleiner als  $\sigma_{sr}$  ist.

Es bedeuten:

$\sigma_s$  Stahlspannung im Rissquerschnitt im Zustand II

$\sigma_{sr}$  Anrissspannung, d.h. zur Risschnittgröße gehörende Stahlspannung im Rissquerschnitt im Zustand II.

### 3.3.3.4 Ermittlung des Rechenwertes der Rissbreite

Der Rechenwert der Rissbreite ist nach DIN EN 1992-2 zu ermitteln.

### 3.3.3.5 Festlegung des Rechenwertes der zulässigen Rissbreite

(1) Der Rechenwert für die zulässige Rissbreite beträgt 0,20 mm.

(2) Bei WUB-KO in drückendem Wasser ist zusätzlich der Rechenwert für die zulässige Rissbreite auf der Druckwasserseite mit 0,15 mm anzusetzen.

### 3.3.3.6 Bewehrung aus Lastfall Zwang infolge abschnittsweiser Herstellung und Hydratationswärme

Der Nachweis der Rissbreitenbeschränkung ist nach DIN EN 1992-2 zu führen.

## 3.4 Messungen während der Bauausführung

(1) Die Dimensionierung eines Rechteckquerschnittes erfordert in der Regel keine ergänzenden Überprüfungen auf der Grundlage von Messungen.

(2) Messprogramme sind ggf. für folgende Fälle aufzustellen und in der Leistungsbeschreibung vorzusehen:

- für die Grundwasserbeobachtung und für begleitende Setzungsmessungen,
- zur Überprüfung der Rechenansätze für Baugrubenwände bzw. bei Baugrubensicherungen, die mittels der Beobachtungsmethode dimensioniert werden,
- für Verformungsmessungen bei seitlich gebetteten Gewölbeprofilen,
- für die Beobachtung naher Bebauung und die Überwachung von Baugrubenwänden im Bereich naher Bebauung,
- für Messungen an Ankern und Pfählen, die über die erforderlichen Eignungs- und Abnahmeprüfungen hinausgehen und
- für Messungen des Temperaturverlaufs in der Wand bei Innenkühlung zur Überprüfung der Ansätze.

## 4 Baubegleitende Maßnahmen

### 4.1 Allgemeines

An die Vorbereitung und den Betrieb einer Tunnelbaustelle sind die gleichen Anforderungen wie bei jeder anderen Baumaßnahme des Konstruktiven Ingenieurbaus zu stellen. Diese betreffen u.a. Vorkehrungen zur Vermeidung von Schäden an benachbarter Bebauung, Auflagen zur Reduzierung der Beeinträchtigungen von Anliegern und besondere Maßnahmen zum Schutz des auf der Baustelle eingesetzten Personals.



## 4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.2.

## 4.3 Ausführungsunterlagen

### 4.3.1 Allgemeines

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.3.1.

### 4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen

Ergänzend zu den Unterlagen nach Teil 1 sind mindestens folgende Ausführungsunterlagen zu liefern:

- Pläne zu Baubehelfen,
- Pläne für die Blockeinteilung,
- Abdichtungspläne einschließlich Fugenkonstruktion, Injektionseinrichtungen und Verwahr Dosen,
- Schalwagenplan mit Angaben der Arbeitsfugen,
- Pläne für Regel- und Sonderquerschnitte wie z.B. Betriebsräume, Haltebuchten und Portalbereiche sowie
- Pläne über bauliche Vorkehrungen für Betriebseinrichtungen.

### 4.3.3 Bauablaufplan

(1) Zusammen mit dem Angebot ist ein Bauablaufplan abzugeben. Dieser Plan muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Art und zeitliche Reihenfolge der Bauarbeiten innerhalb der vom Auftraggeber gesetzten Fristen,
- Dauer der einzelnen Arbeitsschritte,
- Angaben über die Bauleistungen sowie den Ort der jeweiligen Leistung,
- Anzahl der vorgesehenen Arbeitskräfte und Geräte und
- Finanzbedarf im Verlauf der Bauzeit.

(2) Der Bauablaufplan ist gemäß dem aktuellen Bauablauf fortzuschreiben.

### 4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan

Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber vor Baubeginn einen Baustelleneinrichtungsplan zur Zustimmung vorzulegen. In diesem Plan sind mindestens darzustellen:

- die gesamte Baustelleneinrichtung wie Lager, Werkstätten, Unterkünfte, sanitäre Anlagen,

- die Baustellenver- und entsorgungsanlagen einschließlich Absetzbecken und ggf. Neutralisationsanlage sowie Anlagen zur Wasserhaltung,
- Zwischenlager für Aushubmaterial sowie ggf. Aufbereitungs- und/oder Betonmischanlage und
- Zuwegungen und Baustraßen innerhalb sowie außerhalb der Baustelle bis zum Anschluss an das bestehende Straßennetz.

## 4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.4.

## 5 Baubehelfe, Baustoffe und Bauteile

### 5.1 Baubehelfe

#### 5.1.1 Baugruben

Für die Planung und Ausführung von Baugruben gilt Teil 2 Abschnitt 1.

#### 5.1.2 Schalung

(1) Die Schalung kann bei Radien von mehr als 500 m entlang der Tunnelachse polygonzugartig, d.h. je Blocklänge gerade, ausgebildet werden. Dies gilt nicht für die Gesimsschalung. Die Einhaltung des Lichtraums an jeder Stelle ist hierbei sicherzustellen.

(2) Die Regelungen der Nrn. 7.2.1 und 7.4.2. sind zu beachten.

#### 5.1.3 Traggerüste und Schalwagen

(1) Traggerüste und Schalwagen sind verformungsarm auszubilden. Schalwagen sind als Stahlkonstruktion auszuführen.

(2) Traggerüste und Schalwagen sind mit Spindeln oder hydraulischen Pressen auszurüsten. Für den Betoniervorgang müssen diese Vorrichtungen mechanisch blockierbar sein.

(3) Zur Kontrolle der Verformungen und Setzungen während des Betoniervorgangs sind leicht zugängliche Messpunkte in ausreichender Anzahl vorzusehen.

(4) Die Ausführungsunterlagen (Standstabilitätsnachweise, Ausführungspläne) für Schalwagen müssen folgende ergänzende Angaben enthalten:

- Art, Anzahl, Anordnung und Leistung der Rüttler sowie
- Anordnung der Messpunkte.

(5) Für Gewölbequerschnitte gilt Abschnitt 1.

## 5.2 Baustoffe und Bauteile

### 5.2.1 Konstruktionsbeton

#### 5.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Für die Herstellung, Verarbeitung und Überwachung des Betons gilt Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(2) Zur Verminderung der Zwangsbeanspruchungen ist die Betonzusammensetzung so zu wählen, dass die für das Ausschalen notwendige Frühfestigkeit (Ausschalfestigkeit) sicher erreicht, aber nicht wesentlich überschritten wird.

(3) Abhängig von der Jahreszeit sind den Witterungsbedingungen entsprechende Betonzusammensetzungen vorzuhalten. Die Betonzusammensetzung ist so zu wählen, dass beim Abbindevorgang eine möglichst niedrige Temperaturentwicklung im Bauteil erzielt wird.

(4) Alle für die Erstellung des Bauwerks vorgesehenen Betonzusammensetzungen sind dem Auftraggeber spätestens sechs Wochen vor Betonierbeginn vorzulegen.

(5) Zur Verbesserung des baulichen Brandschutzes sind die Wände und Decke sowie ggf. vorzusehende Zwischendecken des Tunnels mit Polypropylen-Faserbeton (PP-Faserbeton) entsprechend Abschnitt 1 Anhang B auszuführen.

#### 5.2.1.2 Erstprüfungen

(1) Die Ergebnisse der Erstprüfungen sind dem Auftraggeber spätestens sechs Wochen vor Betonierbeginn vorzulegen.

(2) Spätestens mit der Vorlage der Ergebnisse aus den Erstprüfungen sind auch die Transportdauer des Betons, die Art des Beförderns und Einbringens sowie die vorgesehene Verdichtungsart und die zu erwartende Wärmeentwicklung anzugeben.

(3) Die Druckfestigkeiten sind zum angestrebten Ausschalzeitpunkt und nach 28 d an jeweils drei Betonprobewürfeln nachzuweisen.

(4) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob nach 56 d die Druckfestigkeit ebenfalls an drei Betonprobewürfeln nachzuweisen ist.*

#### 5.2.1.3 Überwachung des Betonierens

Die für den Ausschalzeitpunkt festgelegte Mindestbetondruckfestigkeit ist vor jedem Ausschalen nachzuweisen.

### 5.2.2 Beton für WUB-KO

(1) Die Wassereindringtiefe darf höchstens 30 mm betragen. Der Wassereindringwiderstand ist nach DIN EN 12390-8 zu bestimmen.

(2) Das Größtkorn ist auf 16 mm zu begrenzen.

(3) Wasserabweisende Dichtungsmittel sind nicht zulässig.

(4) Auf eine sorgfältige Nachbehandlung ist besonderer Wert zu legen. Das Konzept über die Art und den Umfang der Nachbehandlung des Betons ist dem Auftraggeber spätestens sechs Wochen vor Beginn der Betonierarbeiten vorzulegen.

(5) Die Frischbetontemperaturen und die Konsistenz sind je Lieferfahrzeug zu bestimmen und zu protokollieren.

### 5.2.3 Unterwasserbeton

Es gilt der DIN-Fachbericht „Beton“.

### 5.2.4 Füllgüter zur Beseitigung von Undichtigkeiten

Es gilt Teil 3 Abschnitt 5.

### 5.2.5 Dränagerohre, Entwässerungsrohre und Schlitzrinnen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 5.2.5.

### 5.2.6 Befestigungsmittel und Leerrohre

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 5.2.6 bzw. 5.2.7.

### 5.2.7 Fugeneinlagen

Verbleibende Fugeneinlagen müssen formstabil und feuchtigkeitsunempfindlich sein und der Baustoffklasse A nach DIN 4102 entsprechen. Werden kunstharzgebundene Mineralfaserplatten verwendet, gilt DIN 18165-1.

### 5.2.8 Fugenbänder

Die Fugenabdichtung der Blockfugen erfolgt mit innenliegenden Fugenbändern nach Teil 3 Abschnitt 3.

### 5.2.9 Arbeitsfugenbleche

Die Arbeitsfugenbleche müssen mindestens 300 mm breit, 2 mm dick und ungefettet sein sowie der Materialgüte S 235 JR entsprechen. Diese Fugenbleche sind untereinander durchgehend und mit

den Stahllaschen des innenliegenden Elastomerfugenbandes zu verschweißen.

## 6 Bauen im Grundwasser

(1) Es gilt Teil 2 Abschnitt 1.

(2) *Wird eine dichte Baugrubenwand Teil des endgültigen Bauwerks, ist in der Regel eine Vorsatzschale vorzusehen.*

## 7 Konstruktion und Herstellung

### 7.1 Allgemeines

(1) *Tunnel in offener Bauweise können sowohl als Rechteck- als auch als Gewölbequerschnitte, ein- oder mehrzellig, ausgeführt werden. Sie sind in der Regel überschüttet.*

(2) *Sie können als WUB-KO (Regelbauweise) oder als Betonkonstruktionen mit Abdichtung ausgeführt werden. Die jeweils erforderliche Schutzmaßnahme kann Tabelle 5.5.2 entnommen werden.*

(3) *Ggf. sind auf der Decke Maßnahmen gegen Durchwurzelung und Tausalzbeanspruchung vorzusehen.*

### 7.2 Anforderungen an die Konstruktion

#### 7.2.1 Abmessungen und Maßabweichungen

(1) Das vorgesehene Lichtraumprofil ist einzuhalten. Maßabweichungen dürfen das Lichtraumprofil nicht einschränken.

(2) Unebenheiten der Innenflächen bis  $\pm 2$  cm, bezogen auf 10 m Länge, sind zulässig.

(3) Der Versatz an den Blockfugen darf 1 cm nicht übersteigen.

#### 7.2.2 Bauliche Durchbildung

(1) *Die Konstruktion ist in der Regel für den Endzustand von den Baubehelfen zu trennen.*

(2) *Dauerhafte Verankerungen zur Auftriebssicherung der Bauwerkssohle dürfen grundsätzlich nicht vorgesehen werden.*

(3) Wird das Bauwerk im Ausnahmefall direkt gegen die Baugrubenwand betoniert, gilt Teil 2 Abschnitt 1.

(4) Bei Tunneln mit Rechteckquerschnitten ist zur Ableitung von Oberflächenwasser die Oberfläche der Tunneldecke einseitig geneigt oder als Dach-

profil auszubilden. Bei Tunneldecken, die ständig im Grundwasser liegen, kann dies entfallen.

(5) Die Tunnelsohle ist zur Ableitung von Sickerwasser mit einem Quergefälle von mindestens 2 % auszubilden.

#### 7.2.3 Blocklängen

*Die Blocklängen sind abhängig vom Grundrissradius und der Querschnittsgröße des Bauwerks. Sie liegen zwischen 7,50 m und 12,50 m. Bei Ausführung als WUB-KO dürfen sie 10 m nicht überschreiten. Bei Trogbauwerken sollen die Fugenabstände der Wände auf 7,50 m begrenzt werden, der Fugenabstand der Trogsohle kann dann auf 15 m erhöht werden.*

#### 7.2.4 Fugen

(1) *Blockfugen sind in der Sohle als Raum- oder Pressfugen, in Wänden und Decken in der Regel als Raumbfugen vorzusehen. Sie sind ggf. verdübelt oder verzahnt vorzusehen.*

(2) Bei Blockfugen ist ein innenliegendes Fugenband einzubauen.

(3) Raumbfugen sind mit einer Fugeneinlage nach Nr. 5.2.7 auszubilden und luftseitig mit Fugenabschlussbändern zu versehen.

(4) Baustellenstöße der Fugenbänder sind auf ein Minimum zu begrenzen und bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers.

#### 7.2.5 Herstellung

(1) Das Einbringen des Betons in einem Betonierabschnitt muss kontinuierlich und ohne schädliche Unterbrechung erfolgen. Der Beton darf aus dem Fördergerät nicht höher als 1 m frei fallend eingebracht werden. Bei größeren Einbringhöhen sind Hosenrohre mit Einfülltrichtern zu verwenden.

(2) Das Nennmaß der Betondeckung der Stahleinlagen beträgt innen und außen  $c_{nom} = 60$  mm. Das Mindestmaß beträgt  $c_{min} = 50$  mm.

(3) Alle Risse mit Rissbreiten von mehr als 0,20 mm sowie alle wasserführenden Risse sind nach Teil 3 Abschnitt 5 zu füllen. Diese Leistungen werden nicht gesondert vergütet.

### 7.3 Konstruktionen außerhalb des Grundwassers

(1) Für Decken im Sickerwasserbereich, die als WUB-KO ausgebildet werden, gilt Nr. 7.4.

(2) *Die Anordnung ggf. vorgesehener Arbeitsfugen ist anzugeben.*

(3) Sind Arbeitsfugen zwischen Sohle und dem aufgehenden Bauteil vorgesehen, sind diese unterhalb der Oberkante der Notgehwege und mindestens 10 cm oberhalb der Sohle bzw. des Fundamentes anzuordnen.

(4) Die Mindestbewehrung beträgt je Seite und Richtung 0,15 % des Betonquerschnitts, jedoch nicht mehr als 9 cm<sup>2</sup>/m je Seite und Richtung (längs und quer).

## 7.4 Konstruktionen im Grundwasser als WUB-KO

### 7.4.1 Allgemeines

*Die Aggressivität des Grundwassers ist zu berücksichtigen. Anstehendes Wasser darf höchstens „chemisch mäßig angreifend“ nach DIN 4030 sein.*

### 7.4.2 Konstruktive Ausbildung

(1) *Zur Verminderung der Schwindbehinderung ist in der Regel zwischen Bauwerkssohle und Sauberkeitsschicht eine Gleitschicht vorzusehen, z.B. als mindestens 2-lagige Kunststoffolie (jeweils mindestens 1,0 mm) auf ebener, glatt abgezogener Sauberkeitsschicht.*

(2) Rohr- und Kabeldurchführungen nach außen sind mittels einbetonierter Einbauteile mit Dichtkragen wasserdicht herzustellen.

(3) Schalungsanker müssen so beschaffen sein, dass eine ausreichende Sicherheit gegen Umläufigkeit gewährleistet ist.

(4) Alle Einbauteile müssen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 entsprechen.

(5) Für Bauwerke bzw. Bauteile in der Ausbildung als WUB-KO beträgt die Mindestbewehrung je Seite und Richtung 0,20 % des Betonquerschnitts, jedoch nicht mehr als 12 cm<sup>2</sup>/m je Seite und Richtung (längs und quer).

(6) Das innenliegende Blockfugenband ist mit beidseitig anvulkanisierten Stahllaschen und Injektionsmöglichkeiten zu versehen. Die Verpressstellen sind so anzuordnen, dass sie auch nach dem Innenausbau leicht zugänglich sind. Die Injektionsmöglichkeiten sind nur bei Undichtigkeiten zu verpressen. Das Injektionsmaterial und die Injektion werden nicht gesondert vergütet.

(7) Die Fugenbandbreite einschließlich der Stahllaschen muss mindestens 400 mm betragen.

(8) Werden Arbeitsfugen vorgesehen, sind sie mit Fugenblechen auszuführen. Die Fugenbleche sind mit den Stahllaschen des innenliegenden Fugen-

bandes wasserdicht zu einem geschlossenen Abdichtungssystem zu verschweißen.

(9) Der Kreuzungspunkt der Fugenbänder mit Arbeitsfugenblechen ist werkstattmäßig herzustellen.

## 7.5 Konstruktionen in chemisch stark angreifender Umgebung

*Bei chemisch stark angreifender Umgebung nach DIN 4030 infolge von Sicker- oder Druckwasser sind Konstruktionen mit Abdichtung mit einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) vorzusehen.*

## 8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser

### 8.1 Allgemeines

(1) Es gilt der DIN-Fachbericht „Beton“.

(2) Für die Abdichtung von Tunnelbauwerken mit KDB gilt Abschnitt 5.

(3) Die Abdichtungssysteme sind in Tabelle 5.5.2 geregelt.

(4) Bei Überführung von Verkehrswegen mit einer Überdeckung von weniger als 1,00 m ist für die Oberfläche der Tunneldecke eine Abdichtung gemäß Teil 7 Abschnitte 1 bis 3 vorzusehen.

(5) Hinsichtlich der Dichtigkeitsanforderungen sind die Dichtigkeitsklassen gemäß Tabelle 5.5.1 zu beachten.

### 8.2 Ausführung als WUB-KO

(1) *Tunnel in offener Bauweise werden in der Regel als WUB-KO ohne äußere Abdichtung ausgeführt (siehe Nr. 7.4).*

(2) Bei Ausführung als WUB-KO ist Dichtigkeitsklasse 2 einzuhalten.

### 8.3 Abdichtung mit KDB

(1) Bei Ausführung der Abdichtung mit KDB ist die Dichtigkeitsklasse 1 einzuhalten. Die dazu erforderlichen Maßnahmen sind Tabelle 5.5.2 zu entnehmen.

(2) Abstandhalter sind so auszubilden, dass die Abdichtung weder im Bau- noch im Endzustand verletzt werden kann.

## 9 Tunnelentwässerung

### 9.1 Allgemeines

(1) *Es ist grundsätzlich zwischen der Wasserableitung während der Bauzeit und der Entwässerung nach Fertigstellung des Bauwerks zu unterscheiden.*

(2) Für die Planung und Ausführung von Dränagesystemen ist die Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU) zu beachten.

### 9.2 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit

(1) Es gilt Teil 2 Abschnitt 3.

### 9.3 Entwässerungsanlagen

#### 9.3.1 Allgemeines

(1) *Folgende Wässer und andere Flüssigkeiten sind nach Herstellen des Tunnels über die Entwässerung abzuleiten:*

- Niederschlagswasser,
- Waschwasser,
- Löschwasser und
- andere Flüssigkeiten wie z.B. Mineralöle und Chemikalien, die aus dem Transportgut von Fahrzeugen stammen.

#### 9.3.2 Bemessung der Entwässerungsanlagen

(2) *Gradiente, Querneigung und Fläche der Fahrbahn bestimmen maßgebend die Bemessung der Entwässerungsanlagen. Zusätzlich sind die in den RABT angegebenen Bemessungsgrößen zu berücksichtigen.*

(3) Sämtliche Entwässerungsanlagen sind im Einzelnen aufgrund einer hydraulischen Berechnung zu dimensionieren.

(4) *Die Bemessung der Gewässerschutzanlagen (Regenrückhaltebecken, Leichtflüssigkeitsabscheider usw.) erfolgt in Anlehnung an die Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten (RiStWag) in Verbindung mit dem vorgesehenen Entsorgungskonzept.*

#### 9.3.3 Bauliche Ausbildung der Dränageleitungen

Bei Tunnelquerschnitten mit geschlossener Sohle ist zur Ableitung eventuell anfallender Sickerwässer eine Dränageleitung mit einem Mindestdurchmesser von DN 150 im Tiefpunkt der Sohle vorzusehen

#### 9.3.4 Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen

(1) Es gilt Abschnitt 1 Nr. 9.3.4.

(2) *Die Entwässerung der Tunnelrampen und Trogbauwerke erfolgt in der Regel über Einzelabläufe. Auf den Tunnel zufließende Wässer sowie ggf. andere Flüssigkeiten sind möglichst vor dem Tunnelportal abzufangen, einem Rückhaltebecken zuzuleiten und gemäß Abschnitt 1 zu behandeln.*

(3) *Wird das anfallende Oberflächenwasser aus dem Rampenbereich in die Tunnellängsentwässerung eingeleitet, sind die Abläufe über einen Siphon oder Schacht mit Tauchwand anzuschließen.*

#### 9.3.5 Hebe- und Gewässerschutzanlagen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 9.3.5.

## 10 Baulicher Brandschutz

### 10.1 Allgemeines

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.1.

### 10.2 Thermische Einwirkungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.2.

### 10.3 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion

#### 10.3.1 Allgemeines

(1) Der erforderliche bauliche Brandschutz von Tunneln mit Rechteckquerschnitt ist gemäß den nachfolgenden Absätzen und mit Hilfe rechnerischer Nachweisverfahren sicherzustellen.

(2) Für Gewölbequerschnitte gilt Abschnitt 1.

#### 10.3.2 Konstruktive Maßnahmen

*Die konstruktiven Maßnahmen sind darauf abzustellen, dass die tragende Bewehrung im Brandfall nicht über 300 °C erwärmt wird. Dies wird durch Einhaltung einer ausreichenden Betondeckung und Herstellung der Tunnelwände und -decke sowie Zwischendecken aus PP-Faserbeton gemäß Abschnitt 1 Anhang B sichergestellt. Die Maßnahmen für den baulichen Brandschutz bei Instandsetzungsmaßnahmen sind im Einzelfall festzulegen.*

#### 10.3.3 Rechnerischer Nachweis

(1) Für ein- und mehrzellige Rahmen mit Bauteildicken größer 0,6 m und Stützweiten bis 16 m darf ein vereinfachter rechnerischer Nachweis des Lastfalls Brand über einen Ersatztemperaturgradienten

geführt werden. Dabei ist ein bauteildickenabhängiger, linearer Temperaturgradient in Wand und Decke bei voller Steifigkeit des Betonquerschnitts in Zustand I anzusetzen und der Nachweis der Tragfähigkeit für die Kombination für außergewöhnliche Bemessungssituationen gemäß DIN EN 1990 zu führen. Bei einer Bauteildicke von 60 cm ist ein linearer Temperaturgradient von 55 K und bei einer Bauteildicke von mindestens 150 cm ein linearer Temperaturgradient von 25 K anzusetzen. Für Bauteildicken zwischen 60 cm und 150 cm ist linear zu interpolieren.

(2) Der erforderliche Bewehrungsquerschnitt und die erforderliche Bewehrungsführung aus der Bemessung für Gebrauchslasten nach DIN EN 1992-2 sind zu überprüfen und ggf. anzupassen.

(3) Ergibt sich aus dem vereinfachten Nachweis ein wesentlich höherer Bewehrungsgrad als für die Lastfälle im Gebrauchszustand erforderlich, ist ein genauerer rechnerischer Nachweis nach Absatz (4) durchzuführen.

(4) Bei abweichenden Randbedingungen, z.B. keine Verwendung von PP-Faserbeton oder Bauteildicken kleiner 60 cm oder Stützweiten größer 16 m oder verlängerte Temperatur-Zeit-Kurve der Brandbelastung ist ein genauerer rechnerischer Nachweis des Brandfalls auf Grundlage des „Allgemeinen Rechenverfahrens“ nach DIN EN 1992-1-2 unter Berücksichtigung möglicher Betonabplatzungen in Abhängigkeit der vorhandenen bzw. vorgesehenen Brandschutzmaßnahmen zu führen. Zusätzlich ist ein rechnerischer Nachweis nach dem Brand unter Berücksichtigung der nichtreversiblen Festigkeitsminderungen des Stahlbetons durch die Brandeinwirkung zu führen. Beide Nachweise sind für die außergewöhnliche Bemessungssituation gemäß DIN EN 1992-1-2 zu führen. Für eine länger andauernde Instandsetzungsphase nach dem Brand ist das Sicherheitsniveau für den Bauzustand (Bemessungssituation BS-T) unter Berücksichtigung des tatsächlichen Schadensbildes nachzuweisen. Ggf. sind zum Erreichen dieses Sicherheitsniveaus zusätzliche temporäre Stützungsmaßnahmen erforderlich.

(5) *Ein Leitfaden mit einer Musterstatik zum rechnerischen Nachweis des Brandfalls befindet sich auf der Internetseite der Bundesanstalt für Straßenwesen.*

#### 10.4 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.4.

### 11 Innenausbau

#### 11.1 Straßenaufbau und Sohlabdichtung

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.1.

#### 11.2 Wandflächen und Deckenflächen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.2.

#### 11.3 Lärmschutzbekleidungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.3.

#### 11.4 Zwischendecken und Trennwände

Zwischendecken sind als beidseitig gelenkig gelagerte Einfeldplatten auszuführen. Bis zu einer lichten Weite von 8 m müssen sie eine Mindestdicke von 25 cm aufweisen. Ab einer lichten Weite von 13 m ist eine Mindestdicke von 40 cm vorzusehen. Zwischenwerte sind zu interpolieren. Bei Fertigstellung des Bauwerkes ist ein planmäßiger Stich von 10 cm gegenüber den Auflagerpunkten zu gewährleisten. Trennwände sind mindestens 20 cm dick auszuführen. Die Zwischendecken und Trennwände sind denselben Expositionsclassen zuzuordnen wie Tunnelwände und -decken.

#### 11.5 Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.5. Bei Trogbauwerken ist der Notgehweg von der Fahrbahn durchgängig mit einem Bordstein mit einer Höhe von 7 cm abzugrenzen.

#### 11.6 Zugänglichkeit der Konstruktion

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.6.

### 12 Bauwerksunterlagen und Dokumentation

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 13.