

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 1 Allgemeines

### Abschnitt 1 Grundsätzliches

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

---

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

## 1 Geltungsbereich

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

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

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

(4) Wird mit den ZTV-ING eine europäische Norm (z.B. DIN EN 1991) oder ein Teil dieser Norm (z.B. DIN EN 1991-2) vereinbart, werden gleichfalls die jeweils dazugehörenden nationalen Anwendungsdokumente (NA) zum Vertragsbestandteil.

(5) *Die in den ZTV-ING genannten Normen und sonstigen Technischen Regelwerke sind im Teil 10 Abschnitt 1 zusammengestellt.*

(6) Der Teil 1 Allgemeines gilt für alle nach den ZTV-ING ausgeschriebenen Baumaßnahmen. Er wird je nach Art der Baumaßnahme ergänzt durch die Vertragsbedingungen in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9. Abweichende Regelungen in den Teilen 2 bis 9 haben Vorrang.

(7) Produkte aus anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder Ursprungswaren aus anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum, die diesem Regelwerk nicht entsprechen, werden einschließlich der im Herstellerstaat durchgeführten Prüfungen und Überwachungen als gleichwertig behandelt, wenn mit ihnen das geforderte Schutzniveau – Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit – gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

## 2 Qualitätssicherung

### 2.1 Grundsätze

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

(2) Die nachfolgenden Regelungen können in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9, z.B. aufgrund der Bestimmungen zur Umsetzung harmonisierter technischer Spezifikationen, eingeschränkt oder geändert sein.

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

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

(4) Die Prüfungen umfassen

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

(5) Die Prüfstellen und Überwachungsstellen müssen anerkannt sein.

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

### 2.2 Überwachung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile

#### 2.2.1 Allgemeines

Die Qualitätssicherung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile erfolgt durch eine Grundprüfung, Eignungsprüfung bzw. Erstprüfung und einen Übereinstimmungsnachweis. Der Übereinstimmungsnachweis erfolgt nach Maßgabe der DIN 18200.

### 2.2.2 Grundprüfung, Eignungsprüfung bzw. Erstprüfung

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

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

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

(4) Der Prüfbericht ist auf Verlangen vorzulegen.

### 2.2.3 Übereinstimmungsnachweis

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

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

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

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

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

## 2.3 Überwachung der Ausführung und Prüfung der fertigen Leistung

### 2.3.1 Allgemeines

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

(2) Die Überwachung der Ausführung besteht aus der Eigenüberwachung und – soweit in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9 vorgeschrieben – der Fremdüberwachung.

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

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

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

### 2.3.2 Eigenüberwachung

(1) Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung sind in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9 geregelt.

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

(3) Während der Bauausführung sind die Aufzeichnungen und Auswertungen auf der Baustelle vorzuhalten. Sie sind der Überwachungsstelle und auf Verlangen auch dem Auftraggeber vorzulegen. Die im Teil 1 Abschnitt 3 sowie in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9 dafür vorgesehenen Formblätter sind zu verwenden.

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

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

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

### 2.3.3 Fremdüberwachung

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

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

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

(4) Jede Baustelle ist mindestens einmal zu überwachen.

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

(6) Der Überwachungsbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:

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

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

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

— „Überwacht nach den ZTV-ING“,

- Zeichen und Anschrift der anerkannten Überwachungsstelle.

### 2.3.4 Kontrollprüfungen

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

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

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

*(4) Die Kontrollprüfungen sind in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9 angegeben.*

(5) Die Kosten der Kontrollprüfungen trägt der Auftraggeber.

### 2.3.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen

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

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

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

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

### 2.3.6 Schiedsuntersuchungen

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

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

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

## 2.4 Überwachungs- und Zutrittsrechte

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

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

## 3 Ausführung

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

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

## 4 Abrechnung

Die in der Leistungsbeschreibung vereinbarten Abrechnungsregelungen werden ggf. durch zusätzliche Regelungen in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9 ergänzt.

## 5 Abnahme und Mängelansprüche

### 5.1 Abnahme

Werden bei der Abnahme Über- bzw. Unterschreitungen der in den jeweiligen Abschnitten der Teile 2 bis 9 angegebenen Grenzwerte festgestellt, so gilt jede unzulässige Über- oder Unterschreitung jeweils als ein Mangel.

### 5.2 Mängelansprüche

Die Verjährungsfrist für die Mängelansprüche beträgt 5 Jahre.

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

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

# **ZTV-ING**

### **Teil 1 Allgemeines**

### **Abschnitt 2 Technische Bearbeitung**

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

---

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

## 1. Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

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

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Ausführungsunterlagen

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

#### (2) Aufsteller

ist das technische Büro, das die Ausführungsunterlagen bearbeitet.

#### (3) Ausbaulasten

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

#### (4) Bestandsunterlagen

dokumentieren den gesamten Bauwerksbestand mit allen Details.

#### (5) Bestandsübersichtszeichnung

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

#### (6) EDV-Berechnungen

sind programmgesteuerte Berechnungen.

#### (7) Grundsatzbesprechung

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

#### (8) Koordinator

ist ein vom Auftragnehmer zu bestimmender Ingenieur, der für die Koordination der statischen und konstruktiven Bearbeitung zuständig ist und gegenüber dem Auftraggeber für die vertrags-, sach- und termingerechte sowie vollständige Ausarbeitung der Ausführungsunterlagen verantwortlich ist.

#### (9) Prüfenieur

ist der mit der Prüfung der Ausführungsunterlagen

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

#### (10) Verfasser

ist der Ingenieur des Aufstellers, der die Ausführungsunterlagen bearbeitet.

## 2. Ausführungsunterlagen

### 2.1 Allgemeines

(1) Für die Anforderungen an die Ausführungsunterlagen gelten DIN EN 1992-2, DIN 4124, DIN EN 1537, DIN EN 12812, DIN EN 1090-2 und -3 sowie der DIN-Fachbericht „Beton“ und die in den nachfolgenden Abschnitten der Teile 2 bis 9 gestellten Anforderungen.

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

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

- Gewährleistung der gegenseitigen Abstimmung der Ausführungsunterlagen von verschiedenen Aufstellern für ein Bauteil, einen Bauabschnitt oder das ganze Bauwerk.
- Zusammenstellen der vollständigen und prüffähigen Ausführungsunterlagen für ein Bauteil, einen Bauabschnitt oder das gesamte Bauwerk, so dass die Ausführungsunterlagen ein technisch und rechnerisch geschlossenes Ganzes bilden. Entsprechendes gilt für die Vorlage von geänderten oder auszutauschenden Ausführungsunterlagen. Zu diesen Leistungen zählt auch die durchgängig gleiche Bezeichnung aller Bauteile und Konstruktionselemente in allen einzelnen Bearbeitungsschritten.
- Unterzeichnung aller Ausführungsunterlagen und Sicherstellung der Unterzeichnung durch Auftragnehmer und Aufsteller.
- Termingerechte Übergabe der vereinbarten Anzahl der Ausführungsunterlagen an den Auftraggeber. Ergänzend ist hierzu bei jeder Vorlage von Ausführungsunterlagen ein geordnetes

Verzeichnis aller eingereichten Ausführungsunterlagen fortzuschreiben und in angemessenen Zeitabständen unaufgefordert oder auf Anforderung dem Auftraggeber zu übergeben. Das Einreichdatum ist dabei zu dokumentieren. Beim Standsicherheitsnachweis sind zusätzlich die Bezeichnung gemäß Gesamtinhaltsverzeichnis nach Nr. 5.3 und Anhang A sowie die Seitenbezeichnung anzugeben.

- Bei jeder Fortschreibung des Standsicherheitsnachweises, ggf. mit Austausch- und / oder Ergänzungsseiten, die gemäß Nr. 5.3 zu bezeichnen sind, sind das zugehörige Kapitelinhaltsverzeichnis sowie das aktualisierte Gesamtinhaltsverzeichnis einzureichen.
- Sicherstellung des Zusammenwirkens des Aufstellers mit der Baustelle und den Nachunternehmern. Neben der terminlichen Anpassung der Vorlage von Ausführungsunterlagen an den Bauzeitenplan bzw. Bauablauf zählt hierzu auch die Veranlassung der Anpassung von Ausführungsunterlagen an zwingend notwendige Änderungen der Abmessungen und / oder technische Einzelheiten nach Genehmigung der Änderungen durch den Auftraggeber.

(4) Jeder Wechsel der vom Auftragnehmer bei Angebotsabgabe benannten Bearbeitungsstellen und / oder des Koordinators für die statische und konstruktive Bearbeitung oder dessen Vertreters sowie die Hinzuziehung weiterer Bearbeitungsstellen bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(5) Änderungen in Ausführungsunterlagen sind vom Auftragnehmer, Aufsteller und vom Koordinator für die statische und konstruktive Bearbeitung rechtsverbindlich zu unterschreiben.

(6) Der Auftragnehmer hat die technische Bearbeitung in Anpassung an den Bauzeitenplan – unter Berücksichtigung des Prüf- und Genehmigungsverfahrens – mit dem erforderlichen zeitlichen Vorlauf durchzuführen. Erkennt er, dass die laut Bauzeitenplan vorgesehenen Bearbeitungstermine nicht eingehalten werden können, so muss er dies dem Auftraggeber unverzüglich schriftlich mitteilen.

(7) Notwendige Leistungen für die Vertragserfüllung infolge von Änderungen des dem Vertrag zugrunde liegenden Bauwerksentwurfes, sind spätestens bei Übergabe der Ausführungsunterlagen anzuzeigen. Mit der Anzeige ist eine Aufstellung über die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen dieser Leistungen vorzulegen.

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

(9) Montage- und Arbeitshilfen an der Tragkonstruktion bedürfen der Zustimmung des Auftragge-

bers und sind in den Ausführungsunterlagen anzugeben.

## 2.2 Prüf- und Genehmigungsverfahren

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

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

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

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

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

(6) Erforderliche Standsicherheitsnachweise für die Bemessung nach besonderen Einwirkungen sind gleichzeitig mit den Standsicherheitsnachweisen für die Verkehrslasten nach DIN EN 1991-2 zur Prüfung vorzulegen.

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

## 2.3 Standsicherheitsnachweis

### 2.3.1 Allgemeines

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

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

(3) Alle Standsicherheitsnachweise sind in deutscher Sprache vorzulegen.

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

- Im Teil I nach Anhang A sind alle erforderlichen Dokumentationen, einschließlich der maßgeblichen Ergebnisse gemäß Ri-EDV-AP 2001 für die Standsicherheitsnachweise enthalten. Sie umfassen damit nur die Grundlagen, Ausgangsdaten und Ergebnisse der Berechnungen sowie ergänzende Unterlagen zur Bauausführung. Dieser Teil ist prüffähig in kürzester Fassung so aufzustellen, dass der Standsicherheitsnachweis für das Gesamtbauwerk unter Einschluss der EDV-Berechnungen und aller sonstigen technischen Unterlagen ein technisch und rechnerisch geschlossenes Ganzes bildet. Alle Ergebnisse sind übersichtlich und anschaulich in Grafiken und Tabellen zusammenzufassen (s.a. Ri-EDV-AP 2001). Für die maßgeblichen Bemessungsstellen ist zusätzlich ein ausführlicher Ausdruck der EDV-Nachweise beizufügen.
- Im Teil II nach Anhang A sind alle für die Erstellung der vollständigen Standsicherheitsnachweise notwendigen EDV-Berechnungen für die Zustandsgrößen aller Einzel-Lastfälle und zugehöriger Lastkombinationen aufzunehmen. Diese zur ordnungsgemäßen Erstellung des Standsicherheitsnachweises erforderlichen Zwischenergebnisse dienen nur dem Aufsteller und dem Prüfenieur bei Vergleichsrechnungen zur Klärung von Ursachen bei eventuell abweichenden Ergebnissen. Diese Unterlagen müssen übersichtlich und für sich prüffähig sein.

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

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

### 2.3.2 Modellstatik

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

## 2.4 Ausführungszeichnungen

### 2.4.1 Zusammenstellung der Ausführungszeichnungen

(1) Ausführungszeichnungen sind stets zu liefern für:

- die Baustelleneinrichtung,

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

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

- Bauablauf mit Darstellung der einzelnen Bauzustände,
- Abriss / Rückbau vorhandener Konstruktionen,
- Baugrube,
- Baugrubenverbau,
- Gründungen,
- Grundwasserabsenkung, Wasserhaltung,
- Ramm-, Rüttel-, Bohr- und Verpressarbeiten,
- Bodenaustausch, Baugrundverbesserung
- Trag-, Hilfs- und Schutzgerüste, Schutzeinrichtungen, Kranfundamente,
- Verankerungen, Abfang- und / oder Auswechsellvorrichtungen,
- Schalungen einschließlich Verlegung und Überhöhung,
- Hilfsmaßnahmen zum Anheben, Absenken oder Verschieben von Bauteilen oder Bauwerken,
- Bewehrungen aus Beton- und / oder Spannstahl einschließlich zugehöriger Stahllisten,
- Träger- bzw. Fertigteilverlegung,
- Betoniervorgänge (Betonierplan),
- Werkstatt- und Montagevorgänge für Stahlbauten einschließlich zugehöriger Stücklisten,
- Schweißvorgänge (Schweißfolge, Schweißnahtprüfungen, Werkstoffwahl),
- Lagerkonstruktionen einschließlich Einbauvorgang und Lagerversetzplan,
- Pressenaufstellung zum Anheben, Absenken oder Verschieben des Über- und / oder Unterbaus,
- Fahrbahnübergänge einschließlich Einbauvorgang,
- Korrosionsschutzmaßnahmen,
- Einzelheiten des Bauwerks und der Ausstattung, wie z.B. Fugen, Abdichtungen, Entwässerungen, Kappen, Schutzeinrichtungen, Leitungen, Beleuchtungen, Verblendungen, Brückenbesichtigungseinrichtungen, Lärmschutz, verbleibende Einbauteile von Bauhilfsmaßnahmen,

- Aufmaß von Imperfektionen,
- Anordnung und Lage von Messpunkten für Kontrollmessungen nach DIN 4107 und DIN 1076 und
- Ergebnisse von Messungen (z.B. Verlauf der Luftgeschwindigkeit, -feuchtigkeit, -temperatur, Verlauf der Bauwerkstemperatur, Verlauf von Setzungen, Durchfluss- sowie Wassermengen- erfassung usw.) und Probebelastungen.

### 2.4.2 Form und Inhalt

(1) Für Form und Ausführung gelten DIN EN ISO 128-20 und DIN ISO 128-24, DIN EN ISO 3766, SN EN ISO 4066, DIN ISO 6428, DIN EN ISO 7200 sowie DIN EN ISO 5457 und DIN EN ISO 3098.

(2) Die Ausführungszeichnungen müssen mikroverfilmbar sein. Hierbei gelten DIN 19052-1 bis -4 und -6 sowie DIN 19053.

(3) Die Ausführungszeichnungen müssen vollständig und in deutscher Sprache beschriftet sein. Die Schriftgröße von 3,5 mm sowie die Linienbreite der Liniengruppe 0,35 mm nach DIN ISO 128-24 dürfen nicht unterschritten werden. Die Blattgröße der Zeichnungen wird durch das Format DIN A 0 begrenzt. Am oberen Rand der Zeichnungen ist eine 50 cm lange Maßstableiste vorzusehen, sofern sie nicht bereits im Schriftfeld enthalten ist.

(4) Jede Zeichnung erhält an der rechten unteren Blattbegrenzung ein Schriftfeld nach Angabe des Auftraggebers. Eintragungen sind nur in den hierfür vorgesehenen Feldern vorzunehmen.

(5) Änderungen in Zeichnungen sind im Schriftfeld entsprechend der zeitlichen Folge mit dem Index a, b usw., mit dem Datum der Änderung sowie mit einer die Änderung betreffenden Erläuterung zu versehen.

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

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

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

(9) Vervielfältigungen sind nach DIN 824 zu falten.

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

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

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

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

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

(15) In den Bewehrungszeichnungen sind in Ergänzung zu DIN EN 1992-2 auch die Hauptschalmaße darzustellen. Die erforderliche Feuchtigkeitsklasse gemäß Teil 3 Abschnitt 1 Nr. 3.1 ist anzugeben. Die Größe von Betonieröffnungen und Rüttelgassen ist besonders hervorzuheben.

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

(17) Der Entwässerungsplan muss das gesamte Rohrnetz maßstäblich mit Gefälle und Vorflutverhältnissen darstellen. Er muss die Einzelheiten und Abmessungen wie z.B. Abläufe, Reinigungsöffnungen, Schlammfänge, Tropftüllen, Ausdehnungsvorrichtungen, konstruktive Ausbildung der Auflagerungen bzw. Aufhängungen, Befestigungselemente, Formstücke und Werkstoffangaben enthalten.

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

## 3. Vermessung

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

über Bewegungen in vertikaler und horizontaler Richtung sowie Verkantungen geben.

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

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

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

## 4. Bestandsunterlagen

### 4.1 Allgemeines

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

(2) Als Bestandsunterlagen gelten u.a. Ausführungsunterlagen, die entsprechend dem Prüf- und Genehmigungsverfahren und der Bauausführung berichtigt sind. Sie dürfen keine ungültig gewordenen Teile enthalten. Prüf- und Genehmigungsvermerke sind zu übertragen. Die Übereinstimmung mit der Ausführung ist vom Auftragnehmer auf den Vervielfältigungen zu bescheinigen. Diese Bescheinigungen sind vor der Mikroverfilmung auf die Originale zu übertragen.

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

- Inhaltsverzeichnisse für die Standsicherheitsnachweise,
- Zeichnungsverzeichnisse,
- Stahllisten einschließlich Mengenberechnung für Stahl- und Spannbetonbauwerke oder –bauteile,
- Vorspann- und Auspressprotokolle,
- Gütenachweise von Baustoffen, Abnahmezeugnisse,
- allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen bzw. europäische technische Zulassungen,
- Vermessungsergebnisse (baubegleitende und Nullmessungen),

– Bauwerksdaten und Bauwerksbuch einschließlich sämtlicher Unterlagen (Pläne in der Höhe des Formates DIN A 4),

– Bestandsübersichtszeichnung(en),

– Stücklisten einschließlich Mengen- und Beschichtungsflächenberechnung für stählerne Bauwerke oder Bauteile und

– Korrosionsschutzpläne.

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

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

### 4.2 Bestandsübersichtszeichnung

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

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

a) Lagebezeichnungen

- Nordpfeil,
- Kilometrierung der Kreuzungsstation,
- Kreuzungswinkel,
- Lage und Richtung der überbrückten Gleise, Straßen, Leitungen, Gewässer usw. und
- Namen von benachbarten Ortschaften, Benennung der Gewässer, Gleis- und / oder Straßenbezeichnungen.

b) Geometrische Verhältnisse

- Lichte Höhe, Bauhöhen, lichte Weiten, Stützweiten,
- Trassierungselemente im Grund- und Aufriss mit NHN-Achsangaben,
- Gleisabstände,
- Querprofile mit Darstellung der Lichtraumprofile einschließlich der Lage des ungünstigsten Punktes im Grund- und Aufriss unter Berücksichtigung von Durchbiegungen und Setzungen,
- Querneigungen,
- Maß zwischen Schienen- bzw. Straßenoberkante und Unterkante des Überbaus an der ungünstigsten Stelle und

- NHN-Höhen an den wichtigsten Bauwerks-  
punkten.
  - c) Baugrund und Gründungen
    - Darstellung der Baugrunduntersuchungen nach DIN 4023 einschließlich Lage der Baugrundaufschlüsse im Grundriss sowie der NHN-Höhen des angetroffenen Grundwasserspiegels mit Ablesedatum,
    - Verlauf des Geländes vor und nach Ausführung des Bauwerks,
    - bei Baugrundverbesserungen oder Bodenaustausch die ausgeführte Dicke und die Stoffe einzelner Schichten sowie deren räumliche Ausdehnung,
    - bei Flach- und Brunnengründungen die Gründungskoten und die rechnerisch größte Bodenpressung in der Aufstandsebene,
    - bei Pfahlgründungen das System, die Pfahldurchmesser oder die Querschnittsflächen, die größten und kleinsten Längen, die Neigung, die Einbindelänge in den tragfähigen Untergrund, die Höhenkoten der Unterkanten der Pfahlkopfplatten, die Pfahlbelastungen,
    - bei Spundwänden das System, die Profilbezeichnung, Verlauf der Höhenkoten der Wandkrone, die größte und kleinste Bohlenlänge, die vorhandene Einbindelänge in den tragfähigen Untergrund und
    - bei Verankerungen das System, die zulässige Tragkraft, die Höhenlage der Ankerköpfe, die Neigung sowie die größten und kleinsten Ankerlängen.
  - d) Gewässer

Fließrichtung, maßgebende Wasserstände, Querprofile, Schifffahrtsöffnungen, Ufer- und Sohlbefestigungen.
  - e) Leitungen

Kabel und Leitungen im bzw. am Bauwerk und in unmittelbarer Nähe nach Art, Lage, Abmessungen sowie Betreiber und / oder Eigentümer.
  - f) Messpunkte

Lage der verbleibenden Messpunkte im Grund- und Aufriss sowie die zugehörigen Festpunkte.
  - g) Geometrische Größen

Wesentliche geometrische Größen des Bauwerks und aller wesentlichen Konstruktionsteile.
  - h) Art der Baustoffe mit Baustoffgütern, Festigkeitsklassen und Expositionsklassen.
  - i) Bezeichnung der Spannverfahren und der zulässigen Spannkraft (getrennt nach Bauteil und Tragrichtung).
  - j) Tragfähigkeit

Verkehrslasten nach DIN EN 1991-2 und besondere Lastmodelle.
  - k) Abdichtungen, Korrosionsschutz, Beläge und Fugen nach Art und Lage.
  - l) Lager mit Lage der Pressenansatzpunkte, Gelenke, Fahrbahnübergänge, jeweils mit Angabe des Systems und des Fabrikates; Angaben über maximale und minimale Dilatationen und / oder Drehwinkel.
  - m) Entwässerungsanlagen mit Neigungsverhältnissen und Anschlüssen an bestehende Leitungen oder Vorfluter.
  - n) Absturzsicherungen.
  - o) Ausrüstungen für die Unterhaltung und Instandsetzung der Bauwerke.
  - p) Sonstige Ausrüstungen (z.B. Verkehrszeichen, Verkehrszeichenbrücken, Fahrleitungsmaste, Lärmschutzeinrichtungen, Leitwerke, Beleuchtungen).
- (3) Bestandsübersichtszeichnungen sind mittels CAD-System herzustellen und dem Auftraggeber im Original und als DXF-Datei und als Datei im PDF/A sowie im TIF-Format zu übergeben. Ansonsten gilt für die Form Nr. 2.4.2 sinngemäß. Originalzeichnungen dürfen nicht gefaltet werden und sind mit gelochten Einhängestreifen zu versehen.
- (4) Längsschnitte sind durch alle tragenden Konstruktionsteile zu führen. Widerlager und anschließende Flügel oder andere Stützbauwerke sind mit darzustellen.
- (5) Bei veränderlichen Querschnitten sind die kennzeichnenden Schnitte darzustellen.
- (6) Der Grundriss muss eine Draufsicht auf das fertige Bauwerk einschließlich der Böschungen und auf die Unterbauten enthalten.
- (7) Die Maßstäbe sind aus Tabelle 1.2.1 zu wählen.
- (8) Für den Grundriss ist derselbe Maßstab wie für die Längsschnitte zu wählen. Einzelheiten sind in geeignetem Maßstab darzustellen.

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

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

### 4.3 Überarbeitung von Bestandsunterlagen

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

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

### 5.1 Allgemeines

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

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

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

(4) Der Standsicherheitsnachweis muss sämtliche tragenden Bauteile in allen maßgebenden Bau- und Endzuständen erfassen. Wesentliche Wechselwirkungen zwischen Bauwerk, Baugrund und Hinterfüllung sind zu berücksichtigen. Hierzu gehören sämtliche Montage- und Kontrollanweisungen sowie Protokolle zur Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Werten (Ausführungsanweisungen, Mess-

programme) und die Angabe von zulässigen Toleranzen, soweit sie Auswirkungen auf die Standsicherheit haben.

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

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

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

### 5.2 Grundsatzbesprechung

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

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

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

### 5.3 Form

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

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

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

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

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

- Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip,
- Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung der EDV-Pro-

gramme durch Programmkenndaten gemäß Anhang zur Ri-EDV-AP-2001,

- Abweichungen von Regelwerken,
- Standardsachregister für alle Bauteile und
- Inhaltsverzeichnis der Bauteile nach Kapiteln gegliedert.

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

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

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

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

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

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

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

## Anhang A

### Anforderungen an die Gliederung von Standsicherheitsnachweisen

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

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

## Teil I

### Maßgebliche Ergebnisse und Dokumentation

#### 1 Allgemeines

##### 1.1 Gesamtinhaltsverzeichnis für Teil I

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

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

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

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

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

gänzende Unterlagen zum Programm ist anzugeben.

##### 1.4 Abweichungen von Regelwerken

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

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

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

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

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

#### 2 Spannbetonüberbau (Bauteil 1)

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

2.1.1 Darstellung und Beschreibung des statischen Systems

2.1.2 Eingabedaten für Rechenverfahren

2.1.3 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe

2.1.4 Detaillierte Beschreibung des Montage- und / oder Herstellungsverfahrens

2.1.5 Sonstiges

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

(2) Die Angaben zum Rechenmodell, z.B. Element-Nr., Gruppen-Nr. und Kopplungen sind vor-

zugsweise graphisch darzustellen. Die Definition von Art und Orientierung der globalen und lokalen Koordinaten für Rechen- und / oder Nachweisstellen ist anzugeben.

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

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

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

## 2.2 Einwirkungen

2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen

2.2.1.1 Ständige Einwirkungen (Eigenlast, Erdlast / -druck)

2.2.1.2 Vorspannung

2.2.1.3 Veränderliche Einwirkungen

2.2.1.3.1 Vertikale Verkehrslasten

2.2.1.3.2 Temperatureinwirkungen

2.2.1.3.3 Wahrscheinliche und mögliche Baugrundbewegungen

2.2.1.3.4 Windeinwirkungen

2.2.1.3.5 Lasten aus Bremsen und Anfahren

2.2.1.3.6 Ggf. weitere Einwirkungen gemäß DIN EN 1991

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

2.2.2 Berücksichtigte Lastkombinationen

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

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

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

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

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

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

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

## 2.3 Schnitt-, Auflager- und Weggrößen

2.3.1 Einzellastfälle (Aufstellung der einzelnen Grundlastfälle)

2.3.1.1 Ständige Einwirkungen (Eigenlast, Erdlast / -druck)

2.3.1.2 Vorspannung, Kriechen, Schwinden und Relaxation

2.3.1.2.1 Vorspannung

2.3.1.2.2 Kriechen, Schwinden und Relaxation

2.3.1.3 Verkehrslasten

2.3.1.4 Temperatureinwirkungen

2.3.1.5 wahrscheinliche und mögliche Baugrundbewegungen

2.3.1.6 Windeinwirkungen

2.3.2 Lastkombinationen

2.3.3 Einflusslinien längs und quer bzw. Einflussflächen sowie Querverteilungslinien

für verursachte Kraft- und Weggrößen in den Nachweisstellen

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

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

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

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

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

## 2.4 Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit

2.4.1 Eingabeprotokoll für die EDV-Berechnung

2.4.2 Bemessung für Biegung mit oder ohne Längskraft

2.4.3 Bemessung für Querkraft mit oder ohne Torsion

2.4.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit für das Versagen ohne Vorankündigung

2.4.5 Ermittlung der Mindestbewehrung (Robustheitsbewehrung)

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

## 2.5 Nachweise der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

2.5.1 Nachweis der Dekompression

2.5.2 Begrenzung der Rissbreiten

2.5.3 Begrenzung der Spannungen für Biegung mit Längskraft

2.5.3.1 Begrenzung der Betondruckspannungen

2.5.3.2 Begrenzung der Spannstahlspannungen

2.5.3.3 Begrenzung der Betonstahlspannungen

2.5.4 Nachweis der Verformungen

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

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

## 2.6 Ergänzende Nachweise

Als ergänzende Nachweise im Lokalsystem sind beispielsweise zu dokumentieren:

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

## 2.7 Darstellung der gewählten Bewehrungen als Skizze

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

## 2.8 Berechnung der Durchbiegungen und Lehrgerüstüberhöhung

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

## 2.9 Ausführungsanweisungen (z.B. Spannanweisungen)

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

(2) Nachweise für die Bauzustände vor und nach dem Absenken des Traggerüsts sind unter Be-

rücksichtigung der Traggerüstelastizität zu erbringen.

### 2.10 Nachweise für besondere Bauzustände

### 2.11 Besondere graphische Darstellungen

Folgende grafische Darstellungen sind aufzubereiten:

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

## 3. Lager (Bauteil 2) und Weitere

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

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

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

## Teil II

### Sonstige Ergebnisse des Standsicherheitsnachweises

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

## 1 Allgemeines

### 1.1 Gesamtinhaltsverzeichnis für Teil II

## 2 Sonstige Ergebnisse zum Standsicherheitsnachweis für einzelne Bauteile

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

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

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

## Formblatt B 1.2.1

### Schriftfelder einer Seite eines Standsicherheitsnachweises

Baumaßnahme	Bauwerksnummer (ASB)																				
Straßenbauverwaltung	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																				
Aufsteller	Datum																				
Bauteil: (z.B. Spannbetonüberbau)	Seite:																				
Kapitel / Vorgang: (z.B. 2.1 Berechnungsgrundlagen 2.1.3 Querschnittswerte)	Archiv-Nr.																				

## Formblatt B 1.2.2

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

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

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

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

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

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

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

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 1 Allgemeines

### Abschnitt 3 Prüfungen während der Ausführung

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

---

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

## 1 Allgemeines

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

## 2 Bestimmung der äußeren Bedingungen

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

- Digitalthermometer,
- Digitalhygrometer.

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

- der Luft,
- der Unterlage,
- der Stoffe

sowie die Luftfeuchte festzustellen.

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

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

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

## 3 Bestimmung der Abreißfestigkeit

### 3.1 Geräte und Hilfsmittel

Die folgenden Geräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- Transportables Zugprüfgerät mindestens der Klasse 2 nach DIN 51220, das es gestattet, die Zugspannung mit konstanter Kraftanstiegsgeschwindigkeit stoßfrei und senkrecht zur Prüffläche auf den Prüfstand zu übertra-

gen. Das Gerät muss zusammen mit dem Zugkolben kalibriert sein. Die zugehörige Betriebsanleitung und das Kalibrierdiagramm müssen auf der Baustelle vorliegen.

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

### 3.2 Durchführung

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

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

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

(4) Die Kraftanstiegsgeschwindigkeit beträgt bei Prüfungen von

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

(5) Die Temperatur der zu prüfenden Schicht muss mindestens 5°C betragen. Die Temperatur ist zu messen und zu protokollieren.

### 3.3 Auswertung

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

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

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

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

## 4 Bestimmung der Rautiefe

### 4.1 Anwendung

(1) Die Rautiefe ist nach dem Sandflächenverfahren zu bestimmen [1].

(2) Das Verfahren dient der Bestimmung der Rautiefe auf der Oberseite von horizontalen Betonunterlagen, Betonersatzsystemen und ggf. alten Oberflächenschutzsystemen.

(3) Die Prüfung ist nach der Oberflächenvorbereitung und nach erfolgtem Nachweis der Abreißfestigkeit durchzuführen.

### 4.2 Beschreibung des Verfahrens

(1) Eine definierte Sandmenge wird auf der zu prüfenden Oberfläche kreisförmig so verteilt, dass die Vertiefungen gerade gefüllt sind.

(2) Die Rautiefe ist definiert als die Höhe des gedachten zylindrischen Körpers mit dem Kreisdurchmesser und dem Sandvolumen.

### 4.3 Geräte und Hilfsmittel

Die folgenden Geräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

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

### 4.4 Durchführung

(1) Bei der Durchführung ist folgendermaßen vorzugehen:

- Das Gefäß wird mit Quarzsand gefüllt, und der Inhalt wird auf die trockene und saubere Oberfläche geschüttet.
- Der Sand wird mit der Scheibe durch spiralförmig sich erweiternde Kreisbewegungen in die Vertiefungen der Oberfläche ohne Druck eingerieben.
- Der Durchmesser des Kreises wird gemessen.

(2) Bei der Auswahl der Stellen für die Einzelprüfungen sind örtliche Unstetigkeiten nicht zu berücksichtigen.

## 4.5 Auswertung

(1) Die Messwerte und die einer Prüfung zugeordneten Flächen sind nach Größe und Lage gemäß Formblatt B 1.3.3 zu protokollieren.

(2) Die Rautiefe  $R_t$  [mm] ergibt sich mit dem Sandvolumen  $V$  [cm<sup>3</sup>] und dem Durchmesser  $d$  [cm] des etwa kreisförmig verteilten Sandes zu:

$$R_t = 40 * V / (\pi * d^2)$$

(3) Bei einer maximalen Rautiefe von 1,0 mm, 1,5 mm bzw. 2,0 mm darf der Durchmesser in Abhängigkeit vom Volumen die in der Tabelle 1.3.1 angegebenen Werte der Minstdurchmesser nicht unterschreiten.

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

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

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

## Anhang A

### Taupunkttable

Tabelle A 1.3.1: Taupunkttable

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

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



Formblatt B 1.3.2

<b>Abreißfestigkeit</b>					<b>Seite</b>										
<b>Produkt / Systembezeichnung</b>					<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>										
<b>Baumaßnahme</b>					<b>Bauwerksname</b>										
<b>Bauabschnitt</b>					<b>oben</b>										
					<b>unten</b>										
<b>Herstellungsdatum der Schichten</b>					<b>Prüfungsdatum</b>										
<b>Zugeordnete Prüfche</b>			<b>Angaben zum Prüfgerät</b>				<b>Geprüft wird</b> Betonunterlage vorbereitet <input type="checkbox"/> unvorbereitet <input type="checkbox"/> Betonersatzsystem <input type="checkbox"/> Grundierung/Versiegelung/ Kratzspachtelung <input type="checkbox"/> Oberschenschutzsystem <input type="checkbox"/> Dichtungsschicht <input type="checkbox"/> Dnnbelag <input type="checkbox"/> Haftschicht <input type="checkbox"/> Schweibahn <input type="checkbox"/> Dichtungssystem <input type="checkbox"/> Korrosionsschutzsystem <input type="checkbox"/>								
			Gerte Typ-Nr.		Messbereich								Prüfstempeldurchmesser mm		Prüfstempelfche mm <sup>2</sup>
			<b>Angaben zur Prüfung</b>												
			Bohrtiefe mm		Klebstoff		Krafteinstiegsgeschwindigkeit [N/s]		... <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/>		50 <input type="checkbox"/> 300 <input type="checkbox"/>				
Nr.	Temp. d. Schichten [°C]	Abreißkraft [N]	Abreißfestigkeit		Versagensart [% der Bruchche]										
			Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Kohsionsversagen					Adhsionsversagen					
					A	B	C	D	Y	Z	A/B	B/C	C/D	D/Y	Y/Z
<b>Unterschriften</b>											<b>Bezeichnung der Schichten</b>				
.....			.....			.....									
Prüfer/ Firma			Auftragnehmer			Auftraggeber									
											A = B = C = D = Y = Kleber Z = Stempel				

Formblatt B 1.3.3

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

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 1  
Allgemeines**

**Abschnitt 4  
Gradiente und Ebenflächigkeit  
des Überbaus**

---

Inhalt	Seite
1 <b>Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches .....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
2 <b>Gradiente und Ebenflächigkeit</b> .....	3
2.1 Bedingungen für die Sollgradienten.....	3
2.2 Ermittlung der Rohbau-Isthöhen.....	3
2.3 Bedingungen für die Ausgleichsgradienten	3
2.4 Ebenflächigkeit.....	3
2.5 Herstellen der Ausgleichsgradienten und der Ebenflächigkeit .....	3
2.6 Mangel .....	4

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Für die Erstellung der technischen Unterlagen gilt Abschnitt 2.

(2) Für die Bauausführung der Ausgleichsgradienten gelten Teil 3 bzw. Teil 4 und Teil 7.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Sollgradiente

Planmäßig vorgegebene Gradiente der fertigen Fahrbahn.

#### (2) Rohbau-Sollgradiente

Sollgradiente abzüglich Solldicke von Dichtungs-, Schutz- und Deckschicht.

#### (3) Rohbau-Istgradiente

Vorhandene Gradiente des Überbaus vor Aufbringung von ständigen Lasten (z.B. Belag, Kappen).

#### (4) Ausgleichsgradiente

Unter Berücksichtigung der Rohbau-Istgradienten bestmögliche Angleichung an die Sollgradienten

## 2 Gradiente und Ebenflächigkeit

### 2.1 Bedingungen für die Sollgradienten

Die Sollgradienten müssen unter voller ständiger Last zum Zeitpunkt  $t = \infty$  unter Berücksichtigung der noch zu erwartenden Setzungen bei einer Bauwerkstemperatur von  $10\text{ °C}$  und bei einer gleichmäßigen Temperaturverteilung im Überbau eingehalten werden

### 2.2 Ermittlung der Rohbau-Isthöhen

Die Rohbau-Isthöhen sind vom Auftragnehmer vor der Kappen- oder Gesimsherstellung durch ein Netznivellement zu ermitteln. Hierzu werden vom Auftraggeber vor Beginn der Vermessungsarbeiten die notwendigen Rastermaße festgelegt, wobei das Raster die Gradienten mit erfassen muss. Die Rasterpunkte sind vom Auftragnehmer wetterfest zu kennzeichnen.

### 2.3 Bedingungen für die Ausgleichsgradienten

(1) Bleibt die Abweichung der Rohbau-Istgradienten von der Rohbau-Sollgradienten unter

Berücksichtigung der Verformung aus noch nicht aufgetragenen Ausbaulasten sowie aus Kriechen und Schwinden in einem Abweichungsbereich, der sich aus der nachstehenden Formel errechnet, hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber eine Ausgleichsgradienten vorzuschlagen.

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

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

Es bedeuten:

$h_x$  = Ordinate des Abweichungsbereiches [cm]

$L$  = Stützweite des zugehörigen Überbaufeldes [cm]

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

(2) Die Ausgleichsgradienten müssen alle folgenden Bedingungen erfüllen:

- Sie müssen statisch und fahrdynamisch unbedenklich sein, Lichtraumprofile müssen stets freigehalten werden.

- Die einwandfreie Entwässerung muss gewährleistet sein.

- An jeder Stelle muss der Ausrundungshalbmesser mindestens 2500 m bei einer Messstrecke von 20 m betragen. Eine Aneinanderreihung von Wannen und Kuppen mit ähnlichen Abmessungen (Wellenbildung) ist nicht zulässig.

- Die Richtung des geforderten Quergefälles ist beizubehalten. Als maximale Abweichung ist  $\pm 0,2\%$  zulässig.

- Die Bauwerksanschlussbereiche sind in die Gradientenbetrachtung einzubeziehen.

(3) Die Ausgleichsgradienten müssen vor dem Aufbringen einer Abdichtung ermittelt werden.

### 2.4 Ebenflächigkeit

Die örtliche Abweichung der Rohbau-Isthöhe, bezogen auf eine Messstrecke von 4 m, darf bei Fahrbahntafeln höchstens 1 cm, bei Oberflächen der Kappen höchstens 4 mm betragen.

### 2.5 Herstellen der Ausgleichsgradienten und der Ebenflächigkeit

(1) Für das Herstellen der Ausgleichsgradienten und der Ebenflächigkeit darf nur die Schutzschicht mit herangezogen werden. Hierbei darf die Dicke der Schutzschicht in einzelnen Punkten die Grenzwerte bei Betonbrücken gemäß Teil 7 Abschnitte 1 bis 3 und bei Stahlbrücken gemäß Teil 7 Abschnitt 4 an keiner Stelle über- bzw. unterschrei-

ten. Ist die Schutzschicht Gegenstand der Leistungsbeschreibung, wird der Mehreinbau nicht vergütet. Beträgt die mittlere eingebaute Dicke weniger als die vertraglich vereinbarte, wird die Vergütung im Verhältnis der eingebauten zur vertraglichen Dicke abgemindert. Diese Regelung gilt bis zu einer mittleren Mindereinbaudicke von 0,7 cm. Darüber hinausgehende Mindereinbaudicken gelten als Mangel und bedürfen einer besonderen Regelung. Ist die Schutzschicht nicht Gegenstand der Leistungsbeschreibung, gehen alle sich aus der Ausgleichsgradienten ergebenden Mehr- und Folgekosten zu Lasten des Auftragnehmers.

(2) Sollte ein Abtrag des Betons nicht zu umgehen sein, so hat der Auftragnehmer nachzuweisen, dass nur Mehrdicken abgetragen werden und die vertraglich vorgeschriebene Betondeckung der Bewehrung gewährleistet ist. Umfang und Verfahren des Abtrags sind vorher mit dem Auftraggeber festzulegen.

(3) Anschließend sind die bearbeiteten Flächen gemäß Teil 3 Abschnitt 4 bzw. Teil 7 Abschnitte 1 bis 3 zu behandeln. Unter dem Fahrbahnbelag und den Kappen muss der Abfluss des Sickerwassers zu den Öffnungen der Abläufe und zu den Tropfützen gewährleistet sein.

(4) Wenn an fertigen Stahlbrücken eine Ausgleichsgradienten nach den Vorgaben des Absatzes (1) und von Nr. 2.3 nicht hergestellt werden kann, sind Richtarbeiten nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Auftraggebers zulässig.

(5) Das Planen und Herstellen der Ausgleichsgradienten gehört zu den Leistungen des Auftragnehmers. Die Kosten trägt der Auftragnehmer.

### **2.6 Mangel**

Lassen sich die Ausgleichsgradienten und die Ebenflächigkeit nicht mehr nach den Bedingungen der Nr. 2.3 und 2.5 herstellen, gelten diese Abweichungen als Mangel und bedürfen einer gesonderten Abwicklung.

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 2 Grundbau

## Abschnitt 1 Baugruben

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

---

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

## 1 Allgemeines

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

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

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

(4) Für Wasserhaltungsmaßnahmen gilt der Abschnitt 3.

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

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

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

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

## 2 Grundlagen

### 2.1 Vorhandene bauliche Anlagen

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

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

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

(4) Soweit Ver- und Entsorgungseinrichtungen die Baugrubengrundrissfläche durchlaufen oder im unmittelbaren Einflussbereich der Baugrubenwände und der Verankerung dieser liegen, sind vor

Baubeginn die notwendigen Maßnahmen (z.B. Umverlegungen von Leitungen, Behelfsbrücken) auszuführen.

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

### 2.2 Beweissicherung / Zustandserfassung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2.3 Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen

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

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

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

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

## 2.4 Baugrund und Standsicherheit

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

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

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

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

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

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

## 3 Geböschte Baugruben

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

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

(3) Für die Baugrubensohle gilt Nr. 5.

## 4 Baugruben mit Verbau

### 4.1 Allgemeines

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

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

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

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

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

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

### 4.2 Baugrubenwände

#### 4.2.1 Trägerbohlwände

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

(2) Die Stahlträger sind mit gleichem Abstand einzubauen.

(3) Bei konstruktiv notwendigen ungleichen Abständen der Träger sind besondere Maßnahmen

zu treffen, um ein Verdrehen der Träger infolge unterschiedlicher Belastung der Verbohlung zu vermeiden.

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

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

### 4.2.2 Stahlspundwände

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

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

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

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

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

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

### 4.2.3 Bohrpfehlwände

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

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

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

(4) Der Auftragnehmer hat vor der Herstellung überschnittener Bohrpfehlwände einen Bohr- abfolgeplan aufzustellen, der mindestens folgende Angaben enthalten muss:

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

(5) Die Bohrpfehlwände sind mit Bohrschablone herzustellen.

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

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

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

### 4.2.4 Schlitzwände

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

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

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

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

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

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

- die Bezeichnung und die Breite der Lamellen,

- die planmäßigen Einbindetiefen,
- die Reihenfolge der Herstellung,
- das vorgesehene Fugensystem und
- die Maßnahmen zur Absicherung von offenen oder noch nicht erhärteten Lamellen.

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

#### 4.2.5 Kombination von Verbauarten

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

## 5 Baugrubensohle / Planum

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

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

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

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

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

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

## 6 Verankerung, Vernagelung und Aussteifung

### 6.1 Verpressanker

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

(2) Genehmigt der Auftraggeber die Ausführung einer in der Leistungsbeschreibung nicht vorgesehenen Rückverankerung, hat der Auftragnehmer hierfür die schriftliche Zustimmung der betroffenen Grundstückseigentümer dem Auftraggeber vor Baubeginn vorzulegen.

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

### 6.2 Mikropfähle

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

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

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

### 6.3 Vernagelung

(1) Es gilt DIN EN 14490.

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

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

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

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

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

(7) Ein Mehraushub bzw. Mehrausbruch bis zu einem Einzelvolumen von  $0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2$  ist in die Leistung einzurechnen.

## 6.4 Baugrubenaussteifung

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

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

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

## 7 Baugruben im Grundwasser

### 7.1 Allgemeines

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

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

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

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

### 7.2 Restwassermengen

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

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

(3) Wird das Bauverfahren vom Auftragnehmer gewählt, sind die in der Leistungsbeschreibung bzw. in der wasserrechtlichen Genehmigung vor-

gegebene Menge des abzuleitenden Restwassers einzuhalten und dessen Beschaffenheit nachzuweisen.

## 7.3 Dichte Baugrubenwände

### 7.3.1 Allgemeines

(1) *Dichte Baugrubenwände können sowohl als Baubehelfe als auch im Ausnahmefall als Teil des endgültigen Bauwerks dienen. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

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

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

### 7.3.2 Stahlspundwände

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

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

### 7.3.3 Bohrpfahlwände

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

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

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

(4) Die Herstellung hat mit Bohrlochverrohrung zu erfolgen.

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

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

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

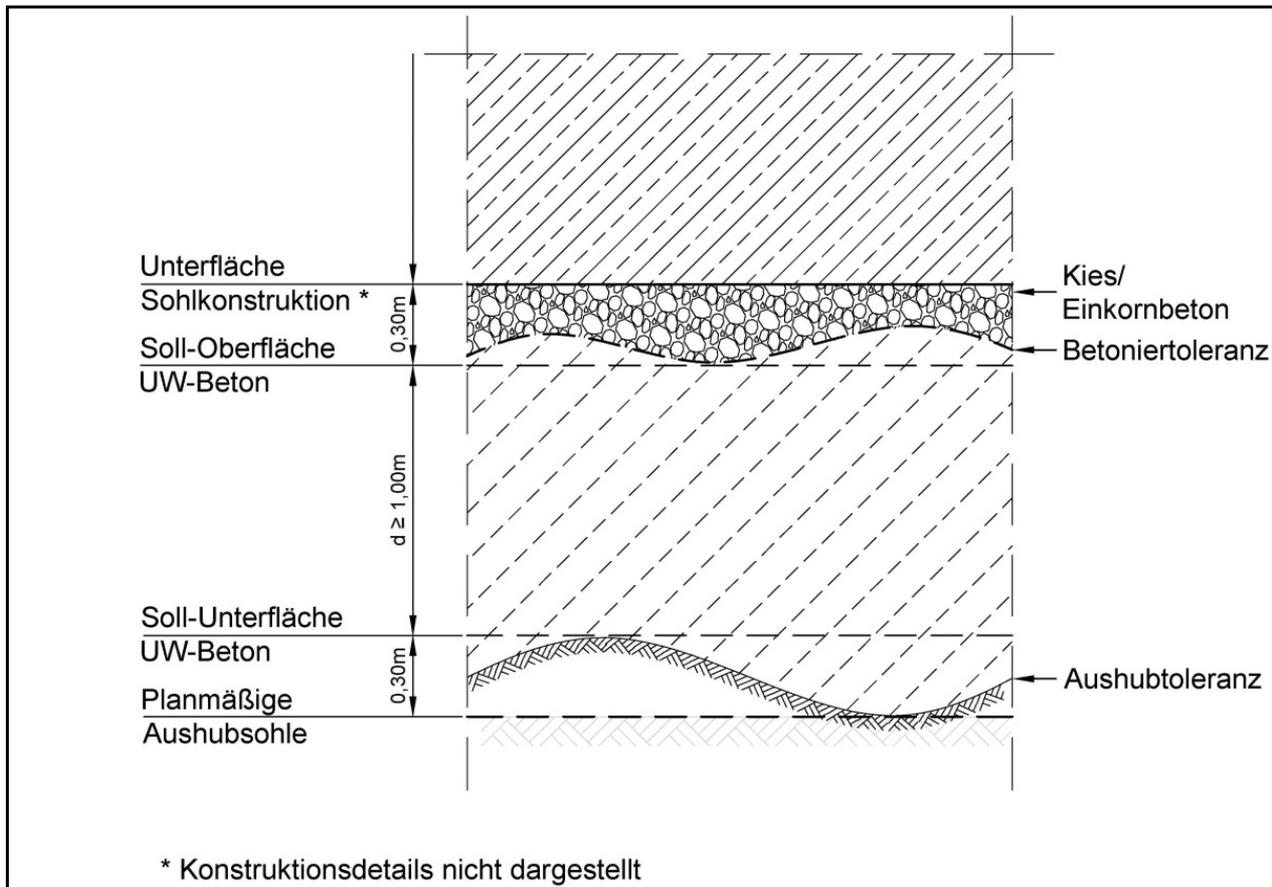


Bild 2.1.1: Darstellung der Ausführungssituation für eine Unterwasserbetonsohle

### 7.3.4 Schlitzwände

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

### 7.3.5 Dichtwände mit eingehängter Spundwand

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

## 7.4 Dichte Baugrubensohlen

### 7.4.1 Allgemeines

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

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

Das Verfahren ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

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

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

#### 7.4.2 Unterwasserbetonsohle

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

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

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

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

(5) Der Beton ist im Kontraktorverfahren einzubringen.

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

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

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

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

(10) Aufgesetzte Ankerkopfkonstruktionen sind in der Ausgleichsschicht anzuordnen.

#### 7.4.3 Tiefliegende Injektionssohle

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

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

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

(4) Die Einhaltung der in den Genehmigungen festgelegten Werte ist auf der Baustelle laufend zu überprüfen und zu dokumentieren sowie dem Auftraggeber zu übergeben.

#### 7.4.4 Hochliegende Injektionssohle

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

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

## 8 Aushub, Rückbau sowie Ver- und Hinterfüllen

### 8.1 Aushub der Baugrube

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

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

### 8.2 Rückbau der Baugrubensicherung

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

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

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

### 8.3 Verfüllen der Baugrube / des Arbeitsraumes

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

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

(3) In Verbindung mit den Verdichtungsanforderungen und den dafür benötigten Verdichtungsgeräten ist der Verdichtungserddruck nach DIN 4085 nachzuweisen. Dabei sind insbesondere die verschiedenen Bauzustände zu beachten (z.B. einseitige Verfüllung).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

## **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten ZTV-ING**

### **Teil 2 Grundbau**

### **Abschnitt 2 Gründungen**

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

---

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

## 1 Allgemeines

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

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

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

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

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

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

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

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

(9) Für die Ausführungsplanung sind der Rechengang und die zugehörigen Lastannahmen im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festzulegen.

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

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

(12) *Sind bauwerksunverträgliche Verformungsdifferenzen zwischen Gründungen nicht auszuschließen, ist eine messtechnische Kontrolle im Sinne der Beobachtungsmethode vorzusehen. Daraus zu erwartende zusätzliche Maßnahmen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

## 2 Flachgründungen

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

(2) Der Termin für die Überprüfung der Gründungssohle ist vom Auftragnehmer mindestens zwei Werktagen vorher zu benennen, damit ein Sachverständiger für Geotechnik beteiligt werden kann. Hierfür hat der Auftragnehmer nach Abstimmung mit dem Auftraggeber die notwendigen Hilfseinrichtungen und Arbeitskräfte zur Verfügung zu stellen.

(3) *Die für diese Überprüfung erforderlichen Maßnahmen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

## 3 Tiefgründungen

### 3.1 Pfahlgründungen

#### 3.1.1 Allgemeines

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

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

(3) *Die Pfahlwiderstände sind anhand von Pfahlprobelastungen oder von Probelastungen unter vergleichbaren Verhältnissen zu ermitteln, bzw. es kann auf Erfahrungswerte, z.B. der EA – Pfähle, zurückgegriffen werden, wenn über das mechanische Verhalten des Baugrundes gesicherte Erkenntnisse vorliegen. Die Art des Tragfähigkeitsnachweises ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

(4) Für Probelastungen gelten die EA – Pfähle.

(5) Einzelpfähle oder einreihige Pfahlgruppen unter Widerlagern oder Stützen mit längsfesten Lagern sind nur bei der integralen Bauweise zugelassen.

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

#### 3.1.2 Verdrängungspfähle

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

(2) Für die Bemessung der Verdrängungspfähle sind unabhängig von den tatsächlichen Abweichungen die nach DIN EN 12699 zulässigen Herstellungsabweichungen zu berücksichtigen.

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

ersetzt werden.

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

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

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

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

### 3.1.3 Bohrpfähle

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

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

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

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

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

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

1536 nachzuweisen.

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.1.4 Mikropfähle

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

### 3.2 Gründungen auf Spundwänden

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

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

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

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

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

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

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

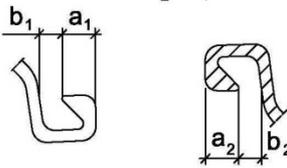
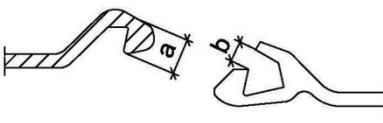
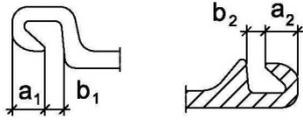
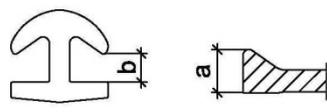
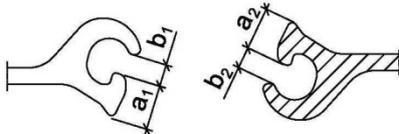
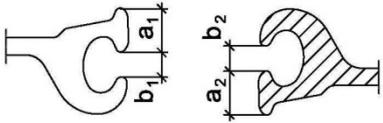
<p><b>Form 1</b>                      a = Hakenbreite                      b = Schlossöffnung                      Verhakung <math>a_1 - b_2 \geq 4</math>  <math>a_2 - b_1 \geq 4</math></p> 	<p><b>Form 2</b>                      a = Knopfbreite                      b = Schlossöffnung                      Verhakung <math>a - b \geq 4</math></p> 	<p><b>Form 3</b>                      a = Knopfbreite                      b = Schlossöffnung                      Verhakung <math>a_1 - b_2 \geq 4</math>  <math>a_2 - b_1 \geq 4</math></p> 
<p><b>Form 4</b>                      a = Keulenhöhe                      b = Schlossöffnung                      Verhakung <math>a - b \geq 4</math></p> 	<p><b>Form 5</b>                      a = Hakenbreite                      b = Schlossöffnung                      Verhakung <math>a_1 - b_2 \geq 6</math>  <math>a_2 - b_1 \geq 6</math></p> 	<p><b>Form 6</b>                      a = Daumenbreite                      b = Schlossöffnung                      Verhakung <math>a_1 - b_2 \geq 7</math>  <math>a_2 - b_1 \geq 7</math></p> 

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

## 4 Sondergründungen

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

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

## 5 Bodenersatz

### 5.1 Allgemeines

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

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

### 5.2 Bodenersatz mit nichtbindigem Boden

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

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

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

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

### 5.3 Bodenersatz mit Beton

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

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

### 5.4 Unterfangungen

Es gilt DIN 4123.

## 6 Gründung auf verbessertem / verfestigtem Baugrund

### 6.1 Allgemeines

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

### 6.2 Verdichtung

#### 6.2.1 Oberflächenverdichtung

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

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

#### 6.2.2 Tiefenverdichtung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 6.3 Verfestigung

### 6.3.1 Allgemeines

Für die Bemessung von verfestigten Bodenkörpern gilt DIN 4093.

### 6.3.2 Verfestigung durch Bindemittel

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

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

### 6.3.3 Verfestigung mittels Düsenstrahlverfahren

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

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

### 6.3.4 Verfestigung durch Injektionen und Verdichtungsinjektionen

(1) Es gilt DIN EN 12715.

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

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

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

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

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

## 7 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung

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

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

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

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

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 2 Grundbau

## Abschnitt 3 Wasserhaltung

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

---

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

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

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

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

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

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

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

der erforderlichen Anlagen.

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

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

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

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

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Für die Begriffsbestimmungen gilt das Merkblatt über Wasserhaltungen bei Baugruben.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Örtliche Verhältnisse

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

### 2.2 Baugrund und Hydrogeologie

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

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

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

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

### 2.3 Wasserrechtsverfahren

(1) *Das Wasserrechtsverfahren wird in der Regel*

vom Auftraggeber vor dem Ausschreibungsverfahren durchgeführt.

(2) Die Auflagen der wasserrechtlichen Genehmigung, z.B. genehmigte Wasserentnahmen, Wassermengenmessung, Beweissicherung, Einsatz von Beobachtungsmethoden, sind vom Auftragnehmer bei der Ausführungsplanung der Wasserhaltungen zu berücksichtigen.

## 2.4 Ausführungsplanung von Wasserhaltungen

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

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

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

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

## 2.5 Beweissicherung / Zustandserfassung

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

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

(3) Der Einsatz von Geomesssystemen zur Be-

weissicherung, Dokumentation oder als Teil einer Beobachtungsmethode ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

# 3 Wasserhaltungsverfahren

## 3.1 Allgemeines

(1) Wasserhaltungsanlagen sind gegen Funktionsausfall zu schützen.

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

## 3.2 Wasserhaltung mit Schwerkraft

### 3.2.1 Offene Wasserhaltung

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

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

### 3.2.2 Geschlossene Wasserhaltung mit Kleinbrunnen

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

### 3.2.3 Geschlossene Wasserhaltung mit Brunnen und Tauchpumpen

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

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

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

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

(5) Betriebsstörungen sind dem Auftraggeber unverzüglich mitzuteilen.

### 3.3 Wasserhaltung mit Vakuum

#### 3.3.1 Vakuumflachbrunnen

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

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

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

(4) Die Vakuumflachbrunnen sind filterstabil herzustellen.

#### 3.3.2 Vakuumhorizontalbrunnen

Es gelten die Festlegungen nach Nr. 3.3.1.

#### 3.3.3 Vakuumtiefbrunnen

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

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

### 3.4 Wasserhaltung zur Druckentlastung

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

## 4 Einleitung von Wasser

### 4.1 Allgemeines

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

### 4.2 Einleitung in Gewässer

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

### 4.3 Einleitung ins Grundwasser durch Versickerung

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

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

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

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

## 5 Rückbau von Anlagen zur Wasserhaltung

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

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

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 2 Grundbau

## Abschnitt 4 Stützkonstruktionen

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

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches .....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Grundlagen</b> .....	4
2.1 Vorhandene bauliche Anlagen.....	4
2.2 Beweissicherung / Zustandserfassung .....	4
2.3 Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen .....	4
2.4 Baugrund und Standsicherheit .....	4
<b>3 Stützbauwerke</b> .....	4
3.1 Gewichtsstützwände .....	4
3.1.1 Allgemeines .....	4
3.1.2 Gestapelte Konstruktionen .....	4
3.2 Im Boden einbindende Wände .....	4
3.2.1 Allgemeines .....	4
3.2.2 Stahlspundwände .....	4
3.2.3 Bohrpfahlwände .....	5
3.2.4 Schlitzwände.....	5
3.3 Zusammengesetzte Stützkonstruktionen..	5
3.3.1 Allgemeines .....	5
3.3.2 Bewehrte Erde .....	5
3.3.3 Geokunststoffbewehrte Stütz- konstruktionen.....	5
<b>4 Böschungssicherungen</b> .....	5
4.1 Allgemeines .....	5
4.2 Oberflächensicherungen.....	5
4.2.1 Futtermauern, Spritzbetonsicherungen ....	5
4.3 Sicherungselemente .....	6
4.3.1 Allgemeines .....	6
4.3.2 Verankerungen und Elementwände .....	6
4.3.3 Bodenvernagelungen.....	6
<b>5 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung</b> .....	6

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 2 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) *Dieser Abschnitt beschreibt ausschließlich solche Konstruktionen, welche der dauerhaften Sicherung von Geländesprüngen dienen. Temporäre Konstruktionen werden im Abschnitt 1 behandelt.*

(3) Es gelten DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054, DIN 1997-2 und DIN 4020, DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1993-2 sowie der DIN-Fachbericht „Beton“.

(4) Weiterhin gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB).

(5) Für den Beton gelten Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(6) *Für die konstruktive Ausbildung sowie die Berechnungs- und Bemessungsansätze wird auf das Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke hingewiesen.*

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

(8) Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Angaben zur Stützkonstruktion aus dem Geotechnischen Bericht gelten nur für den Ausschreibungsentwurf nur für das dort genannte Bauverfahren. Bei Änderungsvorschlägen oder Nebenangeboten ist vom Auftragnehmer die Gleichwertigkeit durch einen Sachverständigen für Geotechnik nachzuweisen.

(9) *Bei der Ausführung der Stützkonstruktionen sind tausalzhaltige Sprühnebel, aggressive Böden und Wässer, Vandalismus sowie Fahrzeuganprall und Brand zu berücksichtigen. Die entsprechenden Angaben sind die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.*

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

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Stützkonstruktionen

Sind bauliche Anlagen zur dauernden Sicherung eines Geländesprungs, einer Böschung oder eines Hanges. Stützkonstruktion ist der Oberbegriff für „Stützbauwerke“ und „Böschungssicherungen“.

### (2) Stützbauwerke

Sind Gewichtsstützwände, im Boden einbindende Wände und zusammengesetzte Stützkonstruktionen. Hierzu siehe DIN EN 1997-1:2009-09.

### (3) Böschungssicherungen

Bestehen aus einer Oberflächensicherung, Sicherungselementen oder ggf. einer Kombination von beiden.

### (4) Oberflächensicherung

Die Sicherung dient dem Schutz der ansonsten standsicheren Böschung vor Witterung und Erosion. Sie ist nicht in der Lage, außer ihrem Eigengewicht weitere waagerechte oder senkrechte Kräfte in den Baugrund zu übertragen.

### (5) Sicherungselemente

Sicherungen, die in der Lage sind, waagerechte oder senkrechte Kräfte in den Baugrund zu übertragen.

### (6) Gestapelte Konstruktionen

Sind Gewichtsstützwände. Sie bestehen aus übereinander gestapelten bzw. geschichteten Einzelementen. Sie können auf der Erdseite ohne oder mit Rückverhängung ausgeführt werden.

### (7) Elementwände

Werden in Böschungen aus vorübergehend standsicherem Boden oder Fels hergestellt, in dem der Aushub zur Tiefe und zur Breite hin abschnittsweise durchgeführt und ggf. mit Spritzbeton gesichert wird. Zur Aufnahme des Erddruckes werden rückverankerte Wandelemente aus Stahlbeton hergestellt. Je nach Anordnung der Wandelemente können aufgelöste oder geschlossene Elementwände ausgeführt werden.

### (8) Anker

Sind vorgespannte bzw. selbstspannende Elemente, die über den Verpress- bzw. Verankerungskörper Zugkräfte in den Baugrund einleiten.

### (9) Nägel

Sind nicht vorgespannte Elemente zur Bodenbewehrung, welche infolge Baugrundverformung über die gesamte Nagellänge Zugkräfte abtragen. Anstehender Boden, vermörtelte Nägel und ggf. Spritzbetonsicherung bilden dabei ein Verbundtragwerk.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Vorhandene bauliche Anlagen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 2.

### 2.2 Beweissicherung / Zustandserfassung

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 2.

### 2.3 Emissionen und sonstige Beeinträchtigungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 2.

### 2.4 Baugrund und Standsicherheit

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 2.4 (1) bis (4).

## 3 Stützbauwerke

### 3.1 Gewichtsstützwände

#### 3.1.1 Allgemeines

Betonierunterbrechungen innerhalb der Wand sind nicht zulässig. Arbeitsfugen sind nur im Übergangsbereich Fundament - Wand zugelassen.

#### 3.1.2 Gestapelte Konstruktionen

##### 3.1.2.1 Allgemeines

*Die Standsicherheit dieser Konstruktionen wird wesentlich vom Hinterfüll-, Ver- und ggf. Füllmaterial beeinflusst. Materialauswahl und Einbau sind daher besonders sorgfältig vorzunehmen. Die entsprechenden Angaben sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

##### 3.1.2.2 Gabionen, Blockschichtungen, Betonelemente

(1) Es gilt das Merkblatt über Stützkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen und Gabionen.

(2) Es sind nur Gabionen aus Drahtgitterbehältern zugelassen. Die sichtbare Höhe der Gabionenkonstruktion ist auf 6 m begrenzt.

(3) Die verwendeten Natursteinblöcke und Betonelemente müssen frost- und witterungsbeständig sein.

(4) Die Gabionenfüllung muss ein enggestuftes, Körnungsband mit möglichst hohem Steinanteil aufweisen, sowie witterungs- und frostbeständig

sein. Die Kantenlänge bzw. die Korngröße ist auf die Maschenweite der Körbe abzustimmen. Für die Prüfung der Dauerhaftigkeit des Gesteinsmaterials gilt DIN EN 13242. Die Körbe sind nach dem Grundsatz der Hohlraumminimierung zu verfüllen und sicher zu verschließen.

(5) Die Fugen der Bauelemente sind, mit Ausnahme von am Einbauort gefüllten Gabionen, versetzt anzuordnen.

(6) Die Kipp- und Gleitnachweise sind für die Sohlfuge und alle maßgebenden Lagerfugen zu führen.

(7) Die Gründung muss tragfähig und frostsicher erfolgen.

#### 3.1.2.3 Raumgitterkonstruktionen

(1) Es gilt das Merkblatt für Raumgitterkonstruktionen.

(2) Raumgitterkonstruktionen sind auf einem statisch nachgewiesenen Fundament frostsicher zu gründen.

(3) Die Betondeckung für die Fertigteilelemente beträgt  $c_{\min} = 40$  mm und  $c_{\text{nom}} = 45$  mm.

(4) Wirken Verkehrslasten auf die Raumgitterkonstruktion ein, sind die Fertigteilelemente mit einer Mindestabmessung von 20 cm und einem Mindestdurchmesser der Bewehrung von 10 mm auszuführen.

(5) Für Auswahl, Einbau und Verdichtung des Verfüll- und Hinterfüllbodens gelten die ZTV E-StB.

## 3.2 Im Boden einbindende Wände

### 3.2.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB).

*(2) Es sind Konstruktionen anzustreben, die ohne dauerhafte Abstützung (Steifen und Anker) auskommen. Sind dauerhafte Abstützungen notwendig, sind nicht vorgespannte Verankerungen zu bevorzugen.*

(3) Für verankerte Wände gilt Abschnitt 1 Nr. 6.

### 3.2.2 Stahlspundwände

(1) Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.

(2) Kanaldielen dürfen nicht eingesetzt werden.

(3) Es dürfen nur ungebrauchte Spundbohlen verwendet werden.

(4) In Abänderung der DIN EN 10248-2, Tabelle 15 gelten die in Abschnitt 2 Nr. 3 aufgeführten Verhakungsmaße.

(5) Die Spundwandschlösser können nach dem Einbringen verschweißt werden, wenn besondere Anforderungen an die statische Tragwirkung in Längsrichtung, die Qualität von Ansichtsflächen und/oder den Rückhalt von Wasser bestehen.

(6) Die Spundwände sind im Hinblick auf eine mögliche Korrosion auszulegen. Bei Korrosionsbelastung durch Luft, Boden, Grundwasser und ggf. Gewässer ist Teil 4 Abschnitt 3 anzuwenden. Für Spundwände an Wasserbauwerken sind die Korrosionsschutzanforderungen der ZTV-W LB 218 anzuwenden. Die Korrosionsschutzmaßnahmen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(7) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob die Spundwände zum Schutz vor Tausalz- und Brandeinwirkungen Vorsatzschalen erhalten sollen.

### 3.2.3 Bohrpfahlwände

(1) Es gelten Abschnitt 1 Nr. 4 und Abschnitt 2 Nr. 3.

(2) Abweichend zu Abschnitt 2 Nr. 3 können einreihige Pfahlgruppen ausgeführt werden.

### 3.2.4 Schlitzwände

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.

## 3.3 Zusammengesetzte Stützkonstruktionen

### 3.3.1 Allgemeines

(1) Es gilt DIN EN 14475.

(2) Für die Herstellung der Aufstandsfläche des bewehrten Erdkörpers gilt Abschnitt 1 Nr. 5.

### 3.3.2 Bewehrte Erde

(1) Es ist das Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern (M SASE) zu beachten.

(2) Für die Bewehrung des Füllbodens sind gerippte, nach DIN EN ISO 1461 feuerverzinkte Stahlbänder zu verwenden. Die Schichtdicke der Feuerverzinkung und die Dicke des Korrosionszuschlages sind dem M SASE zu entnehmen. Es ist eine Gebrauchsdauer von 100 Jahren zugrunde zu legen.

(3) Die Bewehrungselemente sind mit Außenhautelementen, z.B. Stahlbetonplatten, Stahlgittern oder -blechen zu verbinden.

(4) Massive Außenhautelemente sind auf einem Streifenfundament zu gründen.

(5) Für die Auswahl und den lagenweise verdichteten Einbau des Füllbodens gelten die Kriterien des M SASE.

### 3.3.3 Geokunststoffbewehrte Stützkonstruktionen

(1) Es gelten die Technischen Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaues (TL Geok E-StB).

(2) Werden Gabionen als Frontelemente verwendet, gilt für die Gabionen Nr. 3.1.2.2.

(3) Der Füllboden ist nach den Kriterien der Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen (EBGEO) auszuwählen und nach den Vorgaben der ZTV E-StB lagenweise verdichtet einzubauen.

(4) Der Einbau der Geokunststoffe ist in Übereinstimmung mit dem Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus (M Geok E) vorzunehmen.

(5) Die Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind nach den EBGEO zu führen. Verformungen vorhandener Frontelemente und deren Auswirkung auf die Konstruktion und den Baugrund sind zu berücksichtigen.

## 4 Böschungssicherungen

### 4.1 Allgemeines

Um einen Aufstau von Wasser dauerhaft zu vermeiden, ist eine wirksame Entwässerung vorzusehen.

### 4.2 Oberflächensicherungen

#### 4.2.1 Futtermauern, Spritzbetonsicherungen

(1) Diese Art der Oberflächensicherung kann zusätzlich mit Nägeln oder Ankern kombiniert werden. Die entsprechenden Anforderungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(2) Bei Futtermauern ist die Entwässerung durch trockenes Versetzen der Steine sicherzustellen. Werden Fugen vermörtelt, sind Dränmatten oder Einkornbeton in einer Mindestdicke von 15 cm und Dränrohre auszuführen. Bei Spritzbetonsicherungen sind Entwässerungsöffnungen und ggf. Entwässerungsbohrungen auszuführen.

## 4.3 Sicherungselemente

### 4.3.1 Allgemeines

(1) Bei betonangreifenden Böden und Wässern entsprechend DIN-Fachbericht „Beton“ bzw. DIN 4030-1 sind mit dem Sachverständigen für Geotechnik ggf. zusätzliche Untersuchungen und Maßnahmen für die Erstellung der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(2) Verankerte oder vernagelte Stützkonstruktionen, die in die Geotechnische Kategorie 3 nach DIN 1054 eingestuft sind, sind mit Messeinrichtungen zur Überwachung der Bauwerksdeformationen zu versehen. Die Messeinrichtungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

### 4.3.2 Verankerungen und Elementwände

(1) Für Ankersysteme gilt Abschnitt 1 Nr. 6.

(2) Die Ausführung der Ankerköpfe muss den Einsatz einer Spannpresse bei der Bauwerksprüfung ermöglichen.

### 4.3.3 Bodenvernagelungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 6.

## 5 Überwachung der Bauausführung / Qualitätssicherung

Es gelten Abschnitt 1 Nr. 9 sowie Abschnitt 2 Nr. 7.

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 3 Massivbau

### Abschnitt 1 Beton

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

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Anforderungen an die Ausgangsstoffe</b> .....	<b>3</b>
2.1 Gesteinskörnungen .....	3
2.2 Zemente .....	3
2.3 Zugabewasser .....	3
2.4 Zusatzstoffe .....	3
2.5 Zusatzmittel .....	3
<b>3 Anforderungen an die Betonzusammensetzung</b> .....	<b>3</b>
3.1 Verwendung von Gesteinskörnungen .....	3
3.2 Verwendung von Zusatzstoffen .....	4
3.3 Verwendung von Zusatzmitteln .....	4
3.4 Betontemperatur .....	5
3.5 Chloridgehalt .....	5
<b>4 Anforderungen in Abhängigkeit von Expositionsklassen</b> .....	<b>5</b>
<b>5 Anforderungen an den Frischbeton</b> .....	<b>6</b>
<b>6 Anforderungen an den Festbeton</b> .....	<b>6</b>
<b>7 Festlegung des Betons</b> .....	<b>7</b>
7.1 Beton nach Zusammensetzung .....	7
7.2 Beton nach Eigenschaften .....	7
<b>8 Lieferung von Frischbeton</b> .....	<b>7</b>
8.1 Angaben des Betonherstellers für den Verwender .....	7
8.2 Lieferschein für Transportbeton .....	7
8.3 Lieferschein für Beton von Fertigteilen .....	7
8.4 Konsistenz bei Lieferung .....	7
<b>9 Produktionslenkung</b> .....	<b>7</b>
9.1 Betonzusammensetzung und Erstprüfung .....	7
9.2 Lagerung der Baustoffe .....	8
9.3 Verfahren der Produktionslenkung .....	8
<b>10 Prüfungen von Frisch- und Festbeton</b> .....	<b>8</b>
10.1 Bestimmung des Wassergehalts von Frischbeton .....	8
10.1.1 Bestimmung des Wassergehalts durch Darren .....	8
10.1.2 Bestimmung der Kernfeuchte .....	8
10.2 Prüfung des Wassereindringwiderstands .....	9
10.3 Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands .....	9

## 1 Allgemeines

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

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

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

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

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

## 2 Anforderungen an die Ausgangsstoffe

### 2.1 Gesteinskörnungen

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

(2) Für die Gesteinskörnung gilt zusätzlich folgendes:

- Der Anteil leichtgewichtiger organischer Verunreinigungen darf für die grobe Gesteinskörnung 0,05 M.-% und für die feine Gesteinskörnung 0,25 M.-% nicht überschreiten.
- Die Kornform von groben Gesteinskörnungen muss für gebrochenes Korn mindestens der Kategorie  $Sl_{20}$  entsprechen.
- Die Kornzusammensetzung der groben Gesteinskörnung muss enggestuft sein. Korngemische und natürlich zusammengesetzte (nicht aufbereitete) Gesteinskörnungen 0/8 dürfen nicht verwendet werden.

### 2.2 Zemente

(1) Für nicht genormte Zemente ist dem Auftraggeber die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorzulegen.

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

### 2.3 Zugabewasser

Wenn die Eignung des Wassers zur Betonherstellung untersucht wurde, müssen die Ergebnisse dem Auftraggeber vorgelegt werden.

## 2.4 Zusatzstoffe

Für nicht genormte Betonzusatzstoffe ist dem Auftraggeber die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorzulegen.

## 2.5 Zusatzmittel

Für nicht genormte Zusatzmittel ist dem Auftraggeber die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorzulegen.

## 3 Anforderungen an die Betonzusammensetzung

### 3.1 Verwendung von Gesteinskörnungen

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

(2) Das Größtkorn der Gesteinskörnung ist unter Berücksichtigung der Betondeckung, der kleinsten Querschnittsabmessung und des kleinsten Abstandes der Bewehrungsstäbe auszuwählen.

(3) Alle Bauwerke im Bereich der Bundesfernstraßen sind der Feuchtigkeitsklasse WA gemäß der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie) zuzuordnen.

(4) Die Gesteinskörnung muss hinsichtlich des Frost-Tau-Widerstandes mindestens der Kategorie  $F_2$  entsprechen.

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

(6) Grobe Gesteinskörnung, deren Masseverlust bei der Prüfung gemäß DIN EN 1367-6 8 M.-% überschreitet, kann in den Expositionsklassen XF2 und XF4 nur eingesetzt werden, wenn im Betonversuch nach DIN V 18004

- die Abwitterung  $500 \text{ g/m}^2$  nicht überschreitet und
- die visuelle Prüfung der Prüfoberfläche keine Hinweise auf Verwitterung mehrerer Gesteinskörner gibt.

Die Festbetonprüfung kann mit dem Plattenverfahren oder dem CDF-Verfahren nach

DIN CEN/TS 12390-9 an gesägten Flächen durchgeführt werden.

(7) Höhere Abwitterungen als 500 g/m<sup>2</sup> können im Einzelfall dann vereinbart werden, wenn ein ausreichender Frost-Tausalz-Widerstand in Expositions-klasse XF4 durch ergänzende Untersuchungen bestätigt wird.

### 3.2 Verwendung von Zusatzstoffen

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

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

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

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

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

(6) Die Anrechnung von Flugasche in der Expositions-klasse XF2 darf bei Betonen mit CEM I und CEM II/A-Zementen erfolgen. Die Anrechnung bei

Verwendung anderer Zementarten bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(7) Die Anrechnung von Flugasche in der Expositions-klasse XF4 bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

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

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

### 3.3 Verwendung von Zusatzmitteln

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

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

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

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

Tabelle 3.1.1: Luftgehalt des Frischbetons

Größtkorn [mm]	Mittlerer Mindest-Luftgehalt <sup>1)</sup> in Vol.-% für Beton der Konsistenz		
	C1 ohne FM oder BV	C2 bzw. F2 und F3 C1 mit FM oder BV	≥ F4 <sup>3)</sup>
8	5,5	6,5 <sup>2)</sup>	6,5 <sup>2)</sup>
16	4,5	5,5 <sup>2)</sup>	5,5 <sup>2)</sup>
32	4,0	5,0 <sup>2)</sup>	5,0 <sup>2)</sup>

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

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

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

(5) Bei Verwendung von Luftporenbildern gilt das Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Für den Luftgehalt im Frischbeton unmittelbar vor dem Einbau in das Bauteil gilt Tabelle 3.1.1. Verluste von Luftporen während des Förderns, insbesondere bei Pumpförderung, sind durch entsprechende Vorhaltemaße zu berücksichtigen. Zu deren Festlegungen sind ggf. bei den ersten Betonagen zusätzliche Luftgehaltsbestimmungen nach der Pumpe vorzunehmen.

(6) Fließmittel der Wirkstoffgruppen Polycarboxylat und Polycarboxylaether dürfen nur mit den gleichen Betonausgangsstoffen, mit denen die Erstprüfung durchgeführt wurde und nur in den Beton-temperaturbereichen, die in der Erstprüfung zugrunde lagen, verwendet werden.

### 3.4 Betontemperatur

(1) Bei Tunnelinnenschalen von zweischalig ausgeführten Tunneln in geschlossener Bauweise sowie Tunnelwänden und –decken von Tunneln in offener Bauweise darf die Frischbetontemperatur an der Einbaustelle 25 °C nicht überschreiten, sofern nicht durch andere Nachweise belegt wird, dass eine höhere Frischbetontemperatur die angestrebte Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit nicht ungünstiger beeinflusst. Dies kann durch Temperatur- und Spannungsberechnungen auf Basis der tatsächlichen Bauteilgeometrie und Bauteilbedingungen oder durch Temperaturmessungen an vergleichbaren Bauteilen bzw. in der quasiadiabatischen Kalorimetrie nachgewiesen werden.

(2) Die Frischbetontemperatur darf 30 °C nicht überschreiten.

### 3.5 Chloridgehalt

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

## 4 Anforderungen in Abhängigkeit von Expositionsklassen

(1) Alle Bauwerke im Bereich der Bundesfernstraßen sind nach Nr. 3.1 Absatz (3) der Feuchtigkeitsklasse WA zuzuordnen.

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

(3) Die Grenzwerte der Betonzusammensetzung

ergeben sich aus den Expositionsklassen nach DIN-Fachbericht „Beton“.

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

(5) Abweichend von dem DIN-Fachbericht „Beton“ muss für Widerlager, Stützen, Pfeiler, Überbauten, Gründungen wie z.B. Bohrpfähle, Tunnelsohlen, Tunnelwände, Tunnelschalen, Trogsohlen und Trogwände in den Expositionsklassen XF2, XF3, XD2 oder XA2 – sofern ohne Luftporenbildner – die Mindestdruckfestigkeitsklasse C30/37 nach 28 d betragen.

(6) Abweichend vom DIN-Fachbericht „Beton“ muss für Kappen in den Expositionsklassen XF4 und XD3 die Mindestdruckfestigkeitsklasse C25/30 nach 28 d und der maximale w/z-Wert 0,50 betragen.

(7) Die Verwendung von CEM-II-M-Zementen nach DIN-Fachbericht „Beton“, Tabelle F.3.2 bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(8) Für Beton von Kappen dürfen Zemente CEM III nicht verwendet werden.

(9) Für Beton von Betonschutzwänden dürfen als Zement CEM III nur Zemente CEM III/A mit höchstens 50 M.-% Hüttensand-Massenanteil verwendet werden.

(10) Portlandpuzzolan-zement darf nur verwendet werden, wenn der Hauptbestandteil Puzzolan Trass nach DIN 51043 ist.

(11) Für die Zugabe und die Anrechnung von Flugasche und Silikastaub gilt Nr. 3.2 abweichend von dem DIN-Fachbericht „Beton“.

(12) Abweichend von dem DIN-Fachbericht „Beton“ muss der Luftgehalt im Frischbeton an der Einbaustelle die Anforderungen nach Tabelle 3.1.1 erfüllen.

(13) Für die Zuordnung von Bauteilen zu den Expositionsklassen bei Frosteinwirkung mit Tausalzeinwirkung oder bei Tausalzeinwirkung gelten die folgenden Festlegungen:

– Vorwiegend horizontale und direkt mit tausalzhaltigem Wasser oder Schnee beaufschlagte Betonflächen sind den Expositionsklassen XF4 und XD3 zuzuordnen.

– Nicht vorwiegend horizontale Betonflächen im Spritzwasserbereich sind den Expositionsklassen XF2 und XD2 zuzuordnen. Es müssen konstruktive Maßnahmen zum Ableiten von tausalzhaltigem Spritzwasser getroffen werden.

– Betonflächen, die ausschließlich durch Sprühnebel beansprucht werden, wie z.B. Überbauten oder Pfeiler und Widerlager unterhalb von hohen Talbrücken, sind den Expositionsklassen

XF2 und XD1 zuzuordnen.

- Betonschutzwände sind aufgrund der besonderen Beanspruchung durch Verkehr den Expositionsclassen XF4 und XD3 zuzuordnen.
- Gründungen sind der Expositionsklasse XD2 zuzuordnen.
- Trogsohlen, in denen die Fahrbahn auf einem Aufbau nach der Richtlinie für die Standardisierung der Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) verlegt wird, und Tunnelsohlen sind der Expositionsklasse XD2 zuzuordnen, wenn sie als weiße Wanne ausgeführt werden. Bei außenliegender Folienabdichtung sind sie der Expositionsklasse XD1 zuzuordnen.
- Tunnelinnenschalen von zweischalig ausgeführten Tunneln in geschlossener Bauweise sowie Tunnelwände und -decken von Tunneln in offener Bauweise, die nicht mit Wasserdruck beaufschlagt sind oder mit außenliegender Folie ausgeführt werden, sind den Expositionsclassen XF2 und XD1 zuzuordnen. Tunnelwände von Tunneln in offener Bauweise, die als wasserundurchlässige Betonkonstruktion ausgeführt werden, sind den Expositionsclassen XF2 und XD2 zuzuordnen.
- Die Einfahrtbereiche von Tunneln in geschlossener Bauweise und in offener Bauweise sind den Expositionsclassen XF2 und XD2 zuzuordnen.

(14) Für andere Einwirkungen aus der Umgebung gilt DIN-Fachbericht „Beton“.

(15) Bei partieller Freilegung von Gründungsbau-  
teilen muss die Frostbeanspruchung mit Expositi-  
onsklasse XF2 berücksichtigt werden.

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

## 5 Anforderungen an den Frischbeton

(1) Soll der Wassergehalt zur Bestimmung des w/z-Wertes am Frischbeton ermittelt werden, muss er durch Darren nach Nr. 10.1 bestimmt werden.

(2) Fließmittel darf grundsätzlich nur Beton der Konsistenzklasse F2 oder steifer bzw. C2 oder steifer zugegeben werden. Frischbeton der Konsistenzklasse F3 bzw. C3 darf Fließmittel nur dann zugegeben werden, wenn diese Konsistenzklasse durch verflüssigende Zusatzmittel eingestellt wurde.

(3) Betone mit sehr fließfähiger Konsistenz der Ausbreitmaßklasse F6 dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers verwendet werden.

## 6 Anforderungen an den Festbeton

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

(2) Für Bauteile, deren kleinste Abmessung mindestens 0,60 m beträgt und bei denen Zwang und Eigenspannungen aus abfließender Hydratationswärme zu berücksichtigen sind, darf in Anlehnung an die DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse im Alter von 56 d geführt werden und in den Expositionsclassen XD2, XD3, XF2, XF3 oder XA2 – sofern ohne Luftporen – die Mindestdruckfestigkeitsklasse C30/37 betragen, wenn die nachfolgenden Bedingungen erfüllt werden:

- Das über 28 d hinausgehende Prüfal-  
ter wird in der Bemessung nach DIN EN 1992-2 oder DIN EN 1994-2 berücksichtigt.
- Die Festigkeitsentwicklung  $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$  des Betons ist langsam oder sehr langsam ( $r < 0,30$ ).
- In Bauteilen der Expositionsclassen XF2 muss entweder CEM III/A oder CEM III/B oder einer der Zemente CEM I oder CEM II/A in Kombination mit Flugasche als Betonzusatzstoff verwendet werden, wobei der Mindestflugaschegehalt 20 M.-% von (z + f) beträgt. Dabei ist für die Anrechnung der Flugasche als Betonzusatzstoff Nr. 3.2 zu beachten. Der Mindestzementgehalt (z + f) muss 300 kg/m<sup>3</sup> betragen.
- In Bauteilen ohne Frostangriff mit oder ohne Tausalz muss entweder CEM III/A, CEM III/B, CEM II/B-V oder ein anderer Zement in Kombination mit Flugasche als Betonzusatzstoff verwendet werden, wobei der Mindestflugaschegehalt 20 M.-% von (z + f) beträgt. Dabei ist für die Anrechnung der Flugasche als Betonzusatzstoff Nr. 3.2 zu beachten. Der Mindestzementgehalt (z + f) muss 300 kg/m<sup>3</sup> betragen.
- Im Betonierplan nach Abschnitt 2 wird angegeben, wie das über 28 d hinausgehende Prüfal-  
ter im Hinblick auf Ausschulfristen, Nachbehandlungsdauer und Bauablauf berücksichtigt wird.
- Der Auftragnehmer fragt die Angaben zum Prüfal-  
ter des Betons sowie die Auswirkung des über 28 d hinausgehenden Prüfal-  
ters auf Bauablauf, Nachbehandlungsdauer und Dauerhaftigkeit beim Hersteller an und legt sie zusammen mit den Angaben nach Nr. 8.1, Absätze (1) und (2) mindestens zwei Wochen vor Betonierbeginn dem Auftraggeber vor.

– Auf dem Lieferschein wird gesondert angegeben, dass die Druckfestigkeitsklasse im Alter von 56 d bestimmt wird.

(3) Der Absatz (2) darf für Brückenkappen nicht angewendet werden.

## 7 Festlegung des Betons

### 7.1 Beton nach Zusammensetzung

Beton nach Zusammensetzung bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

### 7.2 Beton nach Eigenschaften

(1) Alle sichtbar bleibenden Betonoberflächen sind in Sichtbeton auszuführen (siehe Abschnitt 2).

(2) Für die Betonzusammensetzung enthält das Merkblatt Sichtbeton des Deutschen Beton- und Bau-technikverein E.V. entsprechende Empfehlungen.

## 8 Lieferung von Frischbeton

### 8.1 Angaben des Betonherstellers für den Verwender

(1) Der Auftragnehmer muss die Angaben nach dem DIN-Fachbericht „Beton“, Abschnitt 7.2 a) bis g) beim Hersteller anfragen und mindestens zwei Wochen vor dem Betonierbeginn dem Auftraggeber vorlegen.

(2) Darüber hinaus muss in besonderen Fällen (z.B. Sichtbeton, LP-Beton) der Auftragnehmer beim Hersteller folgende Angaben einholen und dem Auftraggeber mindestens zwei Wochen vor Betonierbeginn vorlegen:

– Einwaage an Zement, Wasser, Zusatzmitteln, Zusatzstoffen und Gesteinskörnungen – gesamt und getrennt nach Fraktionen – je m<sup>3</sup> Beton aus der laufenden Produktionskontrolle oder der Erstprüfung sowie

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

(3) Über einen Wechsel des Zementwerkes, der Zementart, der Festigkeitsklasse des Zementes, der Herkunft (Gewinnungsstelle) der Gesteinskörnung, der Betonzusatzmittel und/oder der Betonzusatzstoffe ist der Auftraggeber mindestens 2 Wochen vor dem Betonierbeginn schriftlich zu informieren.

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

### 8.2 Lieferschein für Transportbeton

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

(2) Die Zeilen 1 bis 12 der Tabelle 3.1.2 enthalten allgemeine Angaben, die Zeilen 13 bis 22 Angaben aus der Erstprüfung oder Produktionskontrolle und die Zeilen 23 bis 27 Einwaagen im Fahrzeug.

(3) Die Angaben in den Zeilen 23 bis 28 der Tabelle 3.1.2 dienen der Überprüfung

– der Vorgaben aus den Grenzwerten der Betonzusammensetzung bzw.

– der Angaben gemäß Nr. 8.1 (2) sowie

– der Zugabe der Gesteinskörnung in 2 bzw. 3 Kornfraktionen.

### 8.3 Lieferschein für Beton von Fertigteilen

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

### 8.4 Konsistenz bei Lieferung

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

(2) Bei Übergabe des Betons muss die Frischbetonkonsistenz:

– bei Festlegung einer Konsistenzklasse innerhalb der Grenzen der Konsistenzklasse oder

– bei Festlegung eines Zielwertes der Konsistenz innerhalb der festgelegten Grenzen

liegen.

## 9 Produktionslenkung

### 9.1 Betonzusammensetzung und Erstprüfung

(1) Die Ergebnisse der Erstprüfung sind dem Auftraggeber 2 Wochen vor Beginn der Betonierarbeiten vorzulegen. Die Erstprüfung darf bei Betonierbeginn nicht mehr als 3 Monate zurückliegen, sofern nicht eine stetige Herstellung nachgewiesen wird, die nicht länger als 3 Monate unterbrochen ist.

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

## 9.2 Lagerung der Baustoffe

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

## 9.3 Verfahren der Produktionslenkung

Der Wassergehalt der feinen Gesteinskörnung (Sand mit einem Größtkorn von weniger als 4 mm) ist kontinuierlich zu messen. Die ermittelten Wassermengen sind bei der Wasserzugabe und im Stoffraum entsprechend zu berücksichtigen.

# 10 Prüfungen von Frisch- und Festbeton

## 10.1 Bestimmung des Wassergehalts von Frischbeton

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

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

mit

w maßgebender Wassergehalt [ $\text{kg/m}^3$ ]

$w_{ges}$  Wassergehalt der Probe inklusive der Kernfeuchte [ $\text{kg/m}^3$ ]

$w_p$  Masse des Porenwassers der Gesteinskörnung des Frischbetons [ $\text{kg/m}^3$ ]

### 10.1.1 Bestimmung des Wassergehalts durch Darren

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

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

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

(4) Der Wassergehalt inklusive der Kernfeuchte in  $\text{kg/m}^3$  ( $w_{ges}$ ) wird gemäß Gleichung (1) ermittelt:

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

mit

$w_{ges}$  Wassergehalt der Probe inklusive der Kernfeuchte [ $\text{kg/m}^3$ ]

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

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

$\rho_b$  Frischbetonrohddichte [ $\text{kg/m}^3$ ]

(5) Die Kernfeuchte der Gesteinskörnung muss berücksichtigt werden.

### 10.1.2 Bestimmung der Kernfeuchte

(1) Das Verfahren eignet sich für die Bestimmung der Kernfeuchte von dichter Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 mit Korngröße 2 mm und größer. Im Allgemeinen ist deren Kernfeuchte größer als die von Gesteinskörnung mit Korngröße kleiner 2 mm. Jede Lieferkörnung (Korngruppe) ist einzeln zu prüfen.

(2) Eine Probemenge von rund 1000 g Gesteinskörnung ist mindestens 24 h unter Wasser zu lagern. Anschließend sind die Gesteinskörner mit einem feuchten Tuch abzutupfen.

(3) Die so behandelte Gesteinskörnung ist auf ein 1-mm-Sieb mit Rand, z. B. aus dem Grundsiebsatz nach DIN EN 12620, zu schütten und durch einen Luftstrom, der z. B. mit einem Fön oder Heizlüfter erwärmt sein kann, solange von unten anzublasen, bis die Kornoberflächen augenscheinlich trocken sind. Dabei soll die Gesteinskörnung nicht erwärmt werden. Danach ist die wassergesättigte oberflächentrockene Gesteinskörnung ( $m_{gk}$ ) auf 1 g genau zu wiegen, nach dem in Nr. 10.1.1 (2) beschriebenen Verfahren zu darren und erneut auf 1 g genau zu wiegen ( $m_{gtr}$ ). Der Unterschied beider Wiegeungen ist die Porenwassermenge der oberflächentrockenen Probe einer Korngruppe.

(4) Die Kernfeuchte der Gesteinskörnung ( $w_k$ ) ist nach Gleichung (2) zu berechnen.

$$w_{k,i} = \frac{(m_{gk} - m_{gtr})}{m_{gtr}} \quad \text{Gl. (3)}$$

mit

$w_{k,i}$	Kernfeuchte der Korngruppe i [-]
$m_{gk}$	Masse der wassergesättigten und oberflächentrockenen Gesteinskörnung vor dem Darren [g]
$m_{gtr}$	Masse der getrockneten und abgekühlten Gesteinskörnung [g]

(5) Es sind je Korngruppe zwei Versuche durchzuführen. Maßgebend ist der arithmetische Mittelwert aus beiden Versuchen.

(6) Entsprechend den Anteilen der Kernfeuchte der einzelnen Korngruppen in der Gesteinskörnung des Frischbetons ist der Porenwassergehalt  $w_p$  der Gesteinskörnung nach Gleichung (3) zu berechnen.

$$w_p = \sum_{i=1}^n G_i * w_{ki} \quad \text{Gl.(4)}$$

mit

$w_p$	Masse des Porenwassers der Gesteinskörnung des Frischbetons [kg/m <sup>3</sup> ]
$w_{k,i}$	Kernfeuchte der Korngruppe i [-]
$n$	Anzahl der Korngruppen i in der Gesteinskörnung des Frischbetons
$G_i$	Masse der Korngruppe i in der Gesteinskörnung des Frischbetons [kg/m <sup>3</sup> ].

## 10.2 Prüfung des Wassereindringwiderstands

Wenn der Wassereindringwiderstand von Beton für wasserundurchlässige Betonkonstruktionen geprüft werden soll, ist die Prüfung nach Teil 5 Abschnitt 2 durchzuführen.

## 10.3 Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstands

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

(2) Die Prüfung kann nur an gesondert hergestellten Probekörpern aus dem zu überprüfenden Beton durchgeführt werden.

(3) Die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Beton der Expositionsklasse XF4 ist mit dem CDF-Verfahren nach dem Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) im Betonalter von 28 d durchzuführen. Die seitliche Abdichtung der Prüfkörper darf nur mit aluminiumbeschichteten Butylklebeband erfolgen. Als Abnahmekriterium gilt nur die Abwitterung (Mittelwert der Prüfserie:  $\leq 1500 \text{ g/m}^2$  nach 28 Frost-Tau-Wechseln und 95%-Quantil  $\leq 1800 \text{ g/m}^2$  nach 28 Frost-Tau-Wechseln).

(4) Die Prüfung darf nur von Prüfstellen durchgeführt werden, die über ausreichende Erfahrung mit dem CDF – Verfahren verfügen.

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

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

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

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

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

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

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

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 3 Massivbau

### Abschnitt 2 Bauausführung

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

---

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

## 1 Allgemeines

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

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

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

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

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

## 2 Bauliche Durchbildung

### 2.1 Mindestabmessungen für Bauteildicken

Die Mindestabmessungen für Bauteildicken sind in Tabelle 3.2.1 angegeben.

### 2.2 Öffnungen und Hohlräume

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

(2) Hohlräume müssen zugänglich und sollen begehbar sein.

(3) Verdrängungskörper sind nicht zugelassen.

## 3 Ausführungsmanagement, Dokumentation und Bauleitung

### 3.1 Überwachungsklasse

(1) Es gilt aufgrund der in der DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, Anhang NA, Tabelle

NA.1 getroffenen Zuordnung über die Überwachung der Ausführung die Überwachungsklasse 2.

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

### 3.2 Bautechnische Unterlagen

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

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

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

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

## 4 Traggerüste und Schalungen

### 4.1 Grundsätzliche Anforderungen

(1) für Traggerüste gilt Teil 6 Abschnitt 1.

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

### 4.2 Baustoffe

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

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

## ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 2 Bauausführung

**Tabelle 3.2.1:** Mindestabmessungen für Bauteildicken

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

### 4.3 Trennmittel

(1) Es dürfen nur bewährte Trennmittel (Schalungsöle usw.) verwendet werden, die keine Flecken am Beton hinterlassen. Sie dürfen sich auch nicht nachteilig auf nachfolgend vorgesehene Oberflächenschutzsysteme auf Beton oder Stahl auswirken.

(2) Damit Bewehrungsstäbe und Spannglieder nicht verunreinigt werden, ist Holzschalung mit einem Trennmittel so rechtzeitig zu behandeln, dass dieses bis zum Verlegen der Bewehrung in das Holz eingedrungen ist.

### 4.4 Bemessung und Montage von Traggerüsten

(1) Lager der Gerüste sind von sachkundigem Personal in Übereinstimmung mit den Zeichnungen und Festlegungen einzubauen. Bei der Bemessung des Gerüsts müssen auch durch Vorspannung bewirkte Verformungen und Verschiebungen berücksichtigt werden.

(2) Für etwaige erforderliche Schalungsüberhöhungen gelten die Angaben des Tragwerkplaners für Bauwerk und Gerüst.

### 4.5 Bemessung und Einbau von Schalungen

#### 4.5.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Die Anordnung der Schalungen muss den ordnungsgemäßen Einbau von Bewehrung und Spanngliedern sowie das ordnungsgemäße Verdichten des Betons ermöglichen.

(2) Betonberührte Flächen müssen sauber sein. Falls erforderlich sind Reinigungsöffnungen vorzusehen.

(3) Die Schalung muss so beschaffen sein, dass der Beton beim Ausschalen weder erschüttert noch beschädigt wird.

(4) Betonkanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

(5) Eine Verankerung der Schalung mit Rödeldraht ist nicht zugelassen. Schalungsanker, die durchgehende Hohlräume hinterlassen, dürfen bei drückendem Wasser nicht verwendet werden. Verankerungslöcher sind sorgfältig mit Feinbeton im passenden Farbton sauber begrenzt oder mit vertieft eingeklebten zementgebundenen Stopfen wasserundurchlässig zu schließen. Die vorgesehene Ausführung ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(6) Verbleibende Ankerteile müssen mindestens 4 cm unter der Betonoberfläche in kegelförmigen Aussparungen enden. Abstandhalter aus Holz sind nicht zugelassen.

(7) Vor dem Betonieren sind die Schalung und ihre Verankerung vom Auftragnehmer auf ihre Funktionsfähigkeit zu kontrollieren. Während des Betonierens sind sie ständig zu beobachten, damit bei einem etwaigen Nachgeben sofort Gegenmaßnahmen getroffen werden können.

#### 4.5.2 Schalung für sichtbar bleibende Betonflächen

(1) Bei besonderen Anforderungen an die Gestaltung ist die Anordnung und Ausbildung der Schalung an Sichtflächen (z.B. Richtung der Schalbretter, Stöße, Stoßdichtungen, Schalungsklappen und -öffnungen) schematisch darzustellen. Die Erstellung des Planes ist in diesen Fällen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Die Schalung ist bis 30 cm unter Geländeoberfläche herzustellen.

(3) Der Versatz der Stöße von Schalungselementen darf 5 mm nicht überschreiten. Die Höhe der verbleibenden Grate in der Betonoberfläche darf 5 mm nicht überschreiten.

(4) An sichtbar bleibenden Betonoberflächen sind Anker nach einem regelmäßigen Raster anzuordnen. Ihre Anzahl ist durch geeignete Ausbildung der Schalung möglichst zu beschränken.

(5) Nicht mit Kunststoff beschichtete neue Holzschalung für Sichtflächen ist vor dem ersten Gebrauch mit Zementschlämme deckend zu behandeln, zu reinigen und mindestens zweimal mit Trennmittel zu streichen oder zu spritzen.

(6) Beim Einsatz von Innenrüttlern darf die Schalhaut nicht beschädigt werden. Die Schraub- bzw. Nagelbereiche sind so auszuführen, dass ein Aufquellen der Schalhaut verhindert wird.

(7) Verleimtes Holz ist bei Brettschalung nicht zugelassen.

(8) Bei einer Brettschalung sind scharfkantige, unbeschädigte, mindestens 8 cm und höchstens 12 cm breite Bretter zu verwenden. Ungehobelte Bretter müssen mindestens 24 mm, gehobelte mindestens 22 mm dick sein. Rundungen sind mit Riemchen zu schalen. Brettstöße sind gegeneinander zu versetzen.

(9) Tafelschalung muss in dem Raster ihrer Stöße der Bauwerksform angepasst und ggf. auch in der Neigung nachgeschnitten werden. Ergänzungen der Schalung durch Brettstreifen oder Zwickel sind an Sichtflächen nicht zulässig. Als Schaltafeln dürfen nur gleichartige steife Platten, als Sichtbetonvorsatzschalung nur gleichartige dünne Platten als

Auflage auf einer steifen Unterschalung verwendet werden.

(10) In Gesimsen sind Verankerungslöcher nicht zugelassen. Für Gesimsflächen ist Schalung ohne Längsfugen zu verwenden.

(11) *Sollen Brüstungen ( $h \geq 25$  cm über Oberkante Kappe) ohne Verankerungslöcher ausgeführt werden, so ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

#### 4.5.3 Schalung für erdberührte oder nicht sichtbar bleibende Betonflächen

(1) Später hinterfüllte oder nachträglich verblendete Flächen und Innenflächen dürfen mit ungehobelten Brettern oder Schaltafeln hergestellt werden.

(2) Die Schalung ist restlos zu entfernen. Das gilt auch für Schalungen in Hohlräumen und für Schalungen aus Hartschaumstoff oder ähnlichem Material zwischen Überbauende und Kammerwand oder Schürzen.

#### 4.6 Schalungseinbauteile und eingebettete Bauteile

(1) Einbauteile müssen frei von schädlichen Verunreinigungen sein.

(2) Die Verwendung von Einbauteilen aus Leichtmetall (z. B. Aluminium) ist nicht zulässig.

#### 4.7 Entfernen von Traggerüst und Schalung

(1) Zur Festlegung des Zeitpunkts für das Entfernen von Traggerüst und Schalung kann eine Erhärtungs- oder Reifegradprüfung sinnvoll sein. Die Ergebnisse der Erhärtungs- oder Reifegradprüfung sind dem Auftraggeber fortlaufend zu übergeben.

(2) Schalung mit einspringenden Flächen ist sobald wie möglich zu entfernen, wobei die Festigkeit des Betons zu berücksichtigen ist.

### 5 Bewehren

#### 5.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Montagebewehrung darf nicht auf die statische Bewehrung angerechnet werden.

(2) Kosten für Überlängen, Muffenstöße und Schweißungen werden nicht gesondert vergütet.

(3) Beton- und Spannstahl müssen die Anforderungen von DIN EN 1992-2 erfüllen oder über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für diese Anwendung verfügen. Die Betonstähle sind in den Betonstahlverzeichnissen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aufgeführt.

(4) Für Betonstahl in Ringen gelten DIN 488-3, DIN 488-6 und DIN 488-1.

#### 5.2 Biegen der Bewehrung

(1) Die Mindestwerte der Biegerollendurchmesser nach DIN EN 1992-2 sind zu beachten.

(2) Das Biegen ist so durchzuführen, dass sich ein konstanter Krümmungshalbmesser ergibt.

#### 5.3 Schweißen von Betonstahl

(1) Es gilt DIN EN ISO 17660-1.

(2) Geschweißte Stöße dürfen nur mit dem Nennquerschnitt des kleineren gestoßenen Stabes in Rechnung gestellt werden.

(3) Heftschweißungen (Widerstandspunktschweißungen) sind nicht zulässig.

(4) Bewehrungsstäbe dürfen nicht in Krümmungen oder im Bereich von Krümmungen geschweißt werden.

(5) Schweißarbeiten innerhalb der Schalung sind nur bei Einhaltung besonderer Schutzmaßnahmen für Schalung und Bewehrung zulässig.

#### 5.4 Bewehrungsstöße

(1) Die Länge und Lage von Übergreifungsstößen müssen der Bemessung und den Bewehrungszeichnungen entsprechen. Wenn die auf die Baustelle gelieferten Stablängen den Bewehrungszeichnungen nicht entsprechen, dürfen Änderungen nur mit Genehmigung des Tragwerkplaners oder der überwachenden Stelle vorgenommen werden.

(2) Es dürfen nur solche mechanischen Verbindungsmittel, wie z.B. Muffen, verwendet werden, für die eine bauaufsichtliche Zulassung gemäß den Anwendungen von DIN EN 1992-2 bzw. DIN EN 1994-2 vorliegt.

(3) Bei übereinander liegenden Stäben von Überlappungsstößen ist die Querbewehrung (i.d.R. bügelartig ausgebildet) im Bereich der Stoßenden ( $\approx l_0/3$ ) für die Kraft aller gestoßenen Stäbe zu bemessen. Die Bügelschenkel sind mit der Verankerungslänge nach DIN EN 1992-2 oder nach den Regeln für Bügel nach DIN EN 1992-2 im Bauteilinneren zu verankern. In allen anderen Fällen gelten für die Querbewehrung die Regelungen von DIN EN 1992-2.

#### 5.5 Einbau der Bewehrung

(1) Als Abstandhalter sollen nur solche aus Beton verwendet werden. Sie müssen alkalibeständig sein und eine minimale, dem Gewicht der Bewehrung

rung angepasste punktförmige Abstützung an der Schalung aufweisen sowie an der Bewehrung befestigt sein. Anzahl, Anordnung und Art der Abstandhalter sind auf den Bewehrungszeichnungen anzugeben. Es sind mindestens vier Abstandhalter je Quadratmeter einzulegen.

(2) Eingebaute Bewehrung darf nach dem Ausrichten nur über lastverteilende Bohlen betreten werden.

(3) Die Kontrolle der Bewehrung ist mindestens drei Arbeitstage vor Beginn des Betonierens bei der Bauüberwachung des Auftraggebers zu beantragen.

(4) Treten infolge zu kurz angesetzter Fristen für die Kontrolle und Mängelbeseitigungen Verzögerungen beim Bauablauf ein, werden diese nicht für eine Fristverlängerung anerkannt. Ebenso können hieraus keine Mehrforderungen abgeleitet werden. Dies gilt auch für vorgezogene Teilkontrollen.

## 6 Vorspannen

### 6.1 Allgemeines

(1) Spannstahl und Verankerungen bzw. Spannglieder müssen durch ein Ü-Zeichen gekennzeichnet sein.

(2) Auf dem Lieferzeugnis des Spannstahles ist die Abweichung der Spannstahlquerschnitte vom Nennwert zu bescheinigen. Abweichungen von mehr als  $\pm 2\%$  vom Nennwert sind vor Beginn der Spannarbeiten dem Auftraggeber mitzuteilen und bei der Dehnwegberechnung zu berücksichtigen.

(3) *Liegt die Abweichung innerhalb der Toleranz von  $\pm 2\%$ , reicht dies als pauschale Angabe auf dem Lieferzeugnis aus.*

(4) Bevor der Verbund wirksam ist, dürfen Spannbetonkonstruktionen nicht belastet werden. Ist eine Belastung unvermeidbar (z. B. beim Absenken des Traggerüstes), ist ein genauer Riss- und Bruch-sicherheitsnachweis zu führen.

(5) Der für den Endzustand festgelegte Vorspanngrad gilt für alle Bauzustände.

### 6.2 Spanngliedunterstützungen

(1) Spanngliedstützbügel sind durch Quer- und Diagonalstäbe so auszusteifen, dass sie bei Montage der Spannglieder und beim Betonieren mit Sicherheit nicht ausweichen können. Die Durchmesser sind in Abhängigkeit von der Höhe der Bügellage nach Tabelle 3.2.2 zu wählen.

(2) Die Verbindungsmittel der Spanngliedunterstützung sind im Spannbewehrungsplan anzugeben.

Tabelle 3.2.2:Minstdurchmesser der Spanngliedstützbügel

Höhe der obersten Bügellage über Schalungsboden [m]	Minstdurchmesser der Spanngliedstützbügel [mm]
$\leq 1,0$	16
$> 1,0$	20

### 6.3 Herstellen der Spannglieder

(1) Werden Spannglieder unter Baustellenbedingungen hergestellt, ist der Spannstahl so zu liefern, dass dieser umgehend verarbeitet werden kann.

(2) Spannstähle mit leichtem Flugrost dürfen verwendet werden, wenn gleichmäßiger Rostansatz vorliegt, der sich durch Abwischen mit einem trockenen Tuch entfernen lässt. Wenn keine mit bloßem Auge erkennbaren Korrosionsnarben vorhanden sind, muss keine Entrostung durchgeführt werden.

### 6.4 Einbau der Spannglieder

(1) Je Steg ist mindestens eine Rüttellücke anzuordnen. Mehr als drei Spannglieder dürfen nicht ohne Rüttellücke nebeneinander verlegt werden. Die Breite der Rüttellücke muss mindestens 10 cm betragen. Bei Trägern mit mehr als 2 m Höhe oder bei mehrlagiger Anordnung der Spannglieder muss die Breite zusätzlich auf den Durchmesser der Fallrohre bzw. des Pumpenschlauches abgestimmt sein.

(2) Die zulässigen Toleranzen nach Tabellen 3.2.3 und 3.2.4 müssen eingehalten werden.

(3) Für die Betondeckung gilt DIN EN 1992-2.

(4) Das Mindestmaß der Betondeckung des Hüllrohres  $c_{min}$  darf nicht kleiner als 50 mm sein

(5) Die Ankerwendeln müssen zentrisch und unverschieblich befestigt sein.

(6) Für die Quervorspannung von Fahrbahnplatten sind nur Spannglieder ohne Verbund zu verwenden. Die Spannglieder sind an den Plattenenden zu verankern. Die Endverankerungen sind so auszubilden, dass ein späteres beidseitiges Nachspannen möglich ist. Teile der Verankerung dürfen nicht in den Kappenbeton eingreifen.

(7) Der Überstand des Tragwerks von der Auflagerlinie bis zu den Außenflächen der Verankerungen muss so groß gewählt werden, dass im Bereich der Auflagerlinie bereits eine gleichmäßige Eintragung der Spannkraften in den Stegen gegeben ist. Bei Wendel- oder Fächerverankerung gilt die theoretische Einleitungsstelle als Spanngliedende.

(8) Zwei Drittel der Spannglieder zur Abdeckung der maximalen Feldmomente sind über die benachbarten Auflagerlinien zu führen.

(9) Entlüftungs- bzw. Entwässerungsöffnungen sind mit geeigneten Formstücken anzuschließen.

(10) Für den kleinsten zulässigen Krümmungshalbmesser der Spannglieder im Bauwerk sind die Anforderungen gemäß DIN EN 1992-2 – jedoch mindestens der in der Zulassung angegebene Wert – einzuhalten. Bei Krümmungshalbmessern unter 10 m an den Hochpunkten darf ein maximaler Unterstützungsabstand von 80 cm nicht überschritten werden und die Hüllrohre sind in Halbschalen zu verlegen.

## 6.5 Vorspannen der Spannglieder

### 6.5.1 Allgemeines

(1) Vor Beginn des Betonierens muss der örtlichen Bauüberwachung die geprüfte und genehmigte Spannanweisung vorliegen. In der Spannanweisung muss der Wirkungsgrad der Pressen angegeben werden, wenn die Spannkraft nicht direkt am Spannkraftaufnehmer gemessen wird.

(2) Die Spannanweisung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) Spannglieder mit sofortigem Verbund
  - Spannglieder und Spanngeräte,
  - Reihenfolge, in der die einzelnen Spannglieder gespannt werden müssen,
  - Pressendruck oder Pressenkraft, die nicht überschritten werden dürfen,
  - am Ende des Spannvorgangs zu erwartende Pressendrucke oder –kräfte,
  - größte zulässige Spannung der Spannglieder und Schlupf in den Verankerungen,
  - Art und Reihenfolge, in der die einzelnen Spannglieder abzulassen sind,
  - die zum Zeitpunkt des Ablassens erforderliche Betonfestigkeit und
  - Gebrauchstauglichkeit von wiederverwendbaren Ankerteilen.
- b) Spannglieder mit nachträglichen Verbund
  - Anzahl der Stäbe oder Drähte in den einzelnen Spanngliedern,
  - Betonfestigkeit, die vor Aufbringen der Vorspannung erreicht sein muss,
  - Reihenfolge, in der die Spannglieder gespannt werden müssen und Stellen, von denen aus gespannt werden sollte,

- gegebenenfalls der Zeitpunkt des Ablassens des Traggerüstes während des Spannens,
- an der Presse zu erreichende Spannkraft,
- Spannweg gemäß Ausführungsunterlagen,
- Höchstwert des Schlupfes und,
- Anzahl, Art und Lage der Kopplungen.

(3) Die Manometer der Spannvorrichtungen müssen den Druck unmittelbar an der Presse anzeigen. Vor Beginn der Spannarbeiten sind sämtliche Spanngeräte unter Beachtung der Betriebsanleitung auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Der vorgesehene Beginn der Spannarbeiten ist der Bauüberwachung rechtzeitig mitzuteilen.

(4) Zur Vermeidung von Schwind- und Temperaturrissen ist zum frühestmöglichen Termin ein Teil der Spannkraft aufzubringen.

(5) In das Spannprotokoll sind u.a. einzutragen:

- Betonfestigkeit zum Zeitpunkt des Spannens,
- Ergebnis der Funktionsprüfung der Spanngeräte,
- Luft- und Bauwerkstemperatur,
- alle verwendeten Geräte (z.B. Spannstühle und Zusatzgeräte) einschließlich Dehnwegkorrektur entsprechend den technischen Anweisungen des Zulassungsinhabers,
- alle Merkmale der Spanngeräte (z.B. Gerätetyp, Gerätenummer, Prüfprotokoll, nutzbare Kolbenfläche),
- das am jeweiligen Spannglied eingesetzte Spanngerät,
- Zeitpunkt und Art des Absenkens der Traggerüste,
- Unregelmäßigkeiten und besondere Vorkommnisse,
- gemessener Schlupf und
- Reihenfolge, in der Spannglieder gespannt wurden.

Vorstehende Forderungen gelten auch beim Aufbringen eines Teils der Spannkraft.

(6) Das Spannprotokoll ist unmittelbar nach dem Spannen dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Überstehende Spannstahtenden dürfen erst nach Durchführung des gesamten Spannvorgangs abgetrennt werden. Das Abtrennen darf nur mittels Trennscheibe erfolgen.

(8) Die Quervorspannung im Bereich der Arbeitsfugen darf im zuerst betonierten Abschnitt auf eine Länge, die mindestens gleich der Länge der in Querrichtung auskragenden Platte ist, höchstens jedoch zur Hälfte, aufgebracht werden. Die restli-

che Quervorspannung in diesem Bereich erfolgt erst mit der Quervorspannung des nachfolgenden Abschnitts.

### 6.5.2 Spannlieder mit nachträglichem Verbund

(1) Muss infolge einer Unregelmäßigkeit (z.B. größerer Schlupf als in der Zulassung festgelegt) der Spannvorgang wiederholt werden, müssen die verwendeten Keile durch ungebrauchte ersetzt werden, falls der Zulassungsbescheid nicht ausdrücklich eine andere Regelung vorsieht.

(2) Die endgültige Vorspannung darf nur aufgebracht werden, wenn unverzüglich Zementmörtel eingepresst werden kann. Unvorhergesehene Ereignisse, die ein Einpressen verhindern, sind dem Auftraggeber sofort mitzuteilen.

(3) Maßnahmen für den Korrosionsschutz nicht verpresster Spannlieder für das Vorspannen bei Betontemperaturen unter 5°C (wie z.B. Sicherstellen einer geeigneten Bauwerkstemperatur durch Schutzmaßnahmen) sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

## 6.6 Korrosionsschutz

### 6.6.1 Allgemeines

(1) Spannlieder in Hüllrohren oder in Spannkanälen von Beton, Kopplungen und Ankerkörper müssen gegen Korrosion geschützt werden.

(2) Abweichend von DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 muss der temporäre Korrosionsschutz mit besonderen Maßnahmen sichergestellt werden, wenn die Zeitspanne zwischen Herstellung der Spannlieder (Lieferung von Fertigspannliedern auf die Baustelle oder Verrohren des Spannstahtes auf der Baustelle) und Einpressen sechs Wochen überschreitet.

(3) Wird bei Spannliedern mit sofortigem Verbund als Korrosionsschutzmaßnahme ein Schutzmittel verwendet, darf dieses den Verbund nicht beeinträchtigen und keine schädliche Wirkung auf den Stahl oder Beton haben.

(4) Bei Spannliedern mit nachträglichem Verbund ist die Zeitspanne zwischen Herstellen des Spannliedes und Einpressen des Zementmörtels eng zu begrenzen. Im Regelfall ist nach dem Vorspannen unverzüglich Zementmörtel in die Spannkanäle und Verankerungsbereiche einzupressen.

(5) Vor dem Einpressen müssen die Hüllrohre frei von Eis sein.

(6) Das Fließvermögen des Einpressmörtels nach DIN EN 447:1996-07 ist mit dem Eintauchversuch nach DIN EN 445:1996-07 zu prüfen.

### 6.6.2 Einpressarbeiten

(1) Die Arbeitsanweisung für das Einpressen ist gemäß der Richtlinie zur Überwachung des Herstellens und Einpressens von Zementmörtel in Spannkanäle des Deutschen Institutes für Bau-technik (DIBt) aufzustellen. Die Arbeitsanweisung muss vor Beginn des Spannliedeinbaus auf der Baustelle vorliegen.

(2) Vor dem Einpressen muss sichergestellt werden

- dass betriebsbereite Geräte zur Verfügung stehen (einschließlich einer Einpresspumpe auf Abruf, um Unterbrechungen des kontinuierlichen Einpressens des Mörtels zu verhindern),
- eine ununterbrochene Versorgung mit Druckwasser und Druckluft,
- ein ausreichender Vorrat aller erforderlichen Stoffe, um z.B. Überlauf zu berücksichtigen,
- dass die Spannkanäle frei sind von schädlichen Stoffen (z.B. Wasser, Eis)
- dass in Zweifelsfällen Verpressversuche an repräsentativen Spannkanälen vorab durchgeführt worden sind und
- dass der Mörtelfluss ungehindert erfolgen kann.

(3) Die Arbeitsanweisung für das Einpressen muss

- die Eigenschaften der Geräte und des Einpressmaterials,
- die Reihenfolge der Ausblas- und Waschvorgänge,
- die Reihenfolge der Verpressvorgänge und Prüfungen am Einpressmörtel (Fließvermögen, Entmischungen),
- die für jede Verpressung vorzubereitende Menge an Einpressmörtel,
- Vorkehrungen zur Reinhaltung der Spannkanäle,
- Anweisung für Störfälle und schädliche klimatische Bedingungen und
- Festlegungen für ein erforderlichenfalls zusätzliches Verpressen

enthalten.

(4) Das Fließvermögen ist ergänzend zur DIN EN 446:1996-07 mindestens bei den ersten drei ausgepressten Spannkanälen am Austrittsende zu prüfen, und das Ergebnis ist im Protokoll festzuhalten. Unterscheiden sich die Spannlieder um mehr als 100% in ihrer Länge oder in dem zu verpressenden Querschnitt, ist eine Prüfung an diesen Spannliedern im oben genannten Umfang zu wiederholen.

(5) Dem Auftraggeber sind Kopien der Überwachungskontrolle zu übergeben.

## 7 Betonieren

### 7.1 Arbeiten vor dem Betonieren

Es ist ein Betonierplan aufzustellen, der dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen ist. Der Betonierplan muss insbesondere Angaben über den Beton, die Betonierfolge, den Einbau und die Verdichtungsmaßnahmen sowie die Nachbehandlung enthalten. Die Anzahl der Erhärtungsprüfungen im Rahmen der Eigenüberwachung bei z.B. vom Auftragnehmer gewünschtem frühzeitigem Ausschalen, Vorspannen oder vorzeitiger Belastung eines Bauteiles ist vor dem Betonieren mit dem Auftraggeber festzulegen. Die Anzahl ist im Betonierplan zu vermerken.

### 7.2 Lieferung, Annahme und Transport von Beton

(1) Im Luftporenbeton muss der vereinbarte Luftporengehalt bei Übergabe vorhanden sein.

(2) Die kontinuierliche Lieferung muss gewährleistet sein.

(3) Während der Betonlieferung muss eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen Baustelle, Mischwerk und Transportfahrzeug bestehen.

(4) Für das Fördern des Betons durch Pumpen ist die Verwendung von Leichtmetallrohren (aus Aluminium) nicht zulässig.

(5) Die Förderleitung ist so zu verlegen, dass der Betonstrom innerhalb der Rohre nicht abreißt.

(6) Bei Zugabe von Fließmittel auf der Baustelle und beim Nachdosieren von Fließmittel ist die Wirksamkeit bzw. die Zulässigkeit der Nachdosierung nach Abschnitt 1 Nr. 3.3 Absatz (4) durch Bestimmung der Konsistenz vor und nach der Fließmittelzugabe zu kontrollieren und zu dokumentieren. Die Häufigkeit ist mit dem Auftraggeber abzustimmen und im Betonierplan festzulegen.

### 7.3 Einbringen und Verdichten

(1) Beim Einbringen in die Schalung, insbesondere in Stützen- und Wandschalungen, darf sich der Beton nicht entmischen. Er ist z. B. durch Fallrohre zusammenzuhalten.

(2) Die Betoniergeschwindigkeit ist auf den aufnehmbaren Schalungsdruck abzustimmen.

(3) Der Beton ist so einzubringen und zu verdichten, dass die Bewehrung dicht mit Beton umhüllt wird. Die Verdichtung muss möglichst vollständig und besonders sorgfältig in den Ecken, längs der

Schalung, in engen Bereichen, bei Einbauteilen, Fugeneinlagen und Bewehrungsanschlüssen erfolgen. Unter Umständen empfiehlt sich ein Nachverdichten des Betons.

(4) Wird keine Arbeitsfuge vorgesehen, darf beim Einbau in Lagen das Betonieren nur so lange unterbrochen werden, bis die zuletzt eingebrachte Betonschicht noch nicht erstarrt ist, so dass noch eine gute und gleichmäßige Verbindung zwischen beiden Betonschichten möglich ist. Bei Verwendung von Innenrüttlern muss die Rüttelflasche noch in die untere, bereits verdichtete Schicht eindringen.

(5) Beim Einbringen und Verdichten des Betons in der Nähe von Spanngliedern ist besonders darauf zu achten, dass diese nicht beschädigt oder in ihrer Lage verschoben werden.

### 7.4 Sichtflächen und Oberflächenbearbeitung

(1) Alle sichtbar bleibenden geschalteten Flächen sind als Sichtbeton der Sichtbetonklasse SB2 nach DBV / VDZ-Merkblatt Sichtbeton auszuführen. Abweichend zur Sichtbetonklasse SB2 gilt als Anforderungen an die Ebenheit der Betonfläche E2 anstelle der Ebenheit E1.

*(2) Bei besonderen Anforderungen an die Gestaltung der Sichtflächen ist in der Regel die Sichtbetonklasse SB3 zu vereinbaren. Dies ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(3) Es gelten zusätzlich zu (1) und (2) nachfolgende Mindestanforderungen nach (4) bis (11).

(4) Für alle sichtbar bleibenden Betonflächen gelten folgende Anforderungen:

- fluchtgerechte, einheitliche, geschlossene, ebene und porenarme Oberfläche ohne Mörtelwülste und –grate,
- kein Abmehlen oder Absanden der Oberfläche,
- einheitliche Farbtönung aller Sichtflächen einzelner Bauwerksteile,
- Maßhaltigkeit und fehlerfreie Kanten der Bauwerksteile und
- zweckmäßige, unauffällige Anordnung und einwandfreie Ausführung von Arbeitsfugen.

(5) Ausgetretener Frischmörtel ist unmittelbar nach dem Ausschalen zu entfernen.

(6) Nichtgeschaltete horizontale Flächen von Überbauten, Trögen und Kappen sind mit Oberflächenrüttlern abzuziehen.

(7) Ist steinmetzmäßiges Bearbeiten vorgesehen, muss die Betondeckung gemäß DIN EN 1992-2 bei feiner Bearbeitung um mindestens 2 cm vergrößert werden. Die Zementhaut ist vollständig zu

beseitigen, und das Grobkorn ist aufzuschlagen. Der Zeitpunkt der Bearbeitung ist auf die Erhärtung des Betons abzustimmen.

(8) Die Betonkanten einschließlich ihrer Abfasung sind vor dem steinmetzmäßigen Bearbeiten der Flächen durch Scharrierschlag zu sichern. Die Scharrierschläge sind rechtwinklig zur Oberfläche und so dicht zu setzen, dass die Zementhaut dazwischen entfernt wird.

(9) Falls ein Nacharbeiten der Betonoberfläche erforderlich wird, ist die Art der Nachbesserung im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festzulegen.

(10) Bei Spannbetonbauteilen ist ausgetretener Einpressmörtel restlos zu entfernen.

(11) Aus Betonflächen herausragende Metallstücke und Entlüftungsröhrchen sind bis 3 cm unter der Oberfläche sorgfältig zu entfernen. Die verbleibenden Öffnungen sind mit geeignetem Mörtel zu schließen. Unter Fahrbahnabdichtungen dürfen sie mit der Oberkante des Betons abschließen.

## 7.5 Nachbehandlung und Schutz

### 7.5.1 Allgemeines

(1) Der Beton ist im Zuge der Nachbehandlung durch geeignete Maßnahmen vor einem übermäßigen Verdunsten von Wasser über die Betonoberfläche zu schützen. Dabei sind schädigende Temperatur- und Windeinflüsse besonders zu berücksichtigen. Der Nachbehandlungsumfang und die Nachbehandlungsdauer sind so auszulegen, dass die Temperaturdifferenz im Bauteil möglichst gering gehalten wird.

(2) Beton ist mit den in DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, 8.5 (NA.3), genannten Verfahren nachzubehandeln. Die Ausnahme nach DIN 1045-3, 8.5 (NA.4) darf nicht angewendet werden.

### 7.5.2 Nachbehandlungsdauer

(1) Gegen Frosteinwirkungen sind Schutzmaßnahmen so lange zu treffen, bis der Beton eine Druckfestigkeit von mindestens  $f_{cm} = 5 \text{ N/mm}^2$  erreicht hat.

(2) Abweichend von DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 muss der Beton bei Umweltbedingungen, die den Expositionsklassen XC2, XC3, XC4, XF, XD oder XA entsprechen, so lange nachbehandelt werden, bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons 70% der charakteristischen Festigkeit des verwendeten Betons erreicht hat. Ohne einen genauen Nachweis sind die Werte von DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, Tabelle 5 NA zu verdoppeln. Tabelle 6 NA kommt nicht zur Anwendung.

### 7.5.3 Nachbehandlungsmittel

(1) Für geschalte Betonoberflächen sind Nachbehandlungsmittel nicht zugelassen.

(2) An horizontalen Betonoberflächen dürfen Nachbehandlungsmittel des Typs BH oder BM gemäß den Technischen Lieferbedingungen für flüssige Betonnachbehandlungsmittel (TL NBM-StB) eingesetzt werden.

(3) Nachbehandlungsmittel sind nicht zulässig in Arbeitsfugen und bei Oberflächen, die beschichtet werden sollen.

## 7.6 Anti-Graffiti-Systeme

(1) Die Art der Anti-Graffiti-Systeme (AGS), gemäß TL/TP AGS - Beton (AGS 1-1, AGS 1-2 oder AGS 2), ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Es dürfen nur AGS verwendet werden, die in der „Liste der geprüften Anti-Graffiti-Systeme (AGS)“ bei der Bundesanstalt für Straßenwesen geführt sind.

(3) Die Verjährungsfrist für Mängelansprüche beträgt für AGS 1-1 und AGS 1-2 zwei Jahre, für AGS 2 ein Jahr.

## 8 Maßtoleranzen

### 8.1 Maßabweichungen für die Tragsicherheit

(1) Mit Ausnahme der Betondeckung können in Abhängigkeit vom Nennmaß  $l$  der Abmessungen des Betonquerschnitts (Gesamtdicke eines Balkens oder einer Platte, Breite eines Balkens oder Steges, seitliche Abmessungen einer Stütze) folgende Maßabweichungen (Grenzabmaß)  $\Delta l$  als zulässig angesehen werden:

für  $l \leq 150 \text{ mm}$ :  $\Delta l = \pm 3 \text{ mm}$

für  $l = 400 \text{ mm}$ :  $\Delta l = \pm 10 \text{ mm}$

für  $l \geq 2500 \text{ mm}$ :  $\Delta l = \pm 20 \text{ mm}$

Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

(2) Für die zulässigen Maßabweichungen beim Verlegen der einzelnen Spannglieder gelten die Werte der Tabellen 3.2.3 und 3.2.4.

### 8.2 Maßabweichungen für die Betondeckung

(1) Für die Maßabweichungen der Betondeckung gilt DIN EN 1992-2.

## 9 Überwachung

### 9.1 Überwachung des Vorspannens

(1) Der Fachbauleiter hat die Verlege-, Spann- und Einpressarbeiten ständig zu überwachen. Der Aufsteller der statistischen Berechnungen muss auf Verlangen des Auftraggebers zu den Verlege- und Spannarbeiten auf der Baustelle hinzugezogen werden.

(2) Dem Auftraggeber sind Kopien der Überwachungsprotokolle zu übergeben.

(3) Die Protokolle über die Eigenüberwachung bzw. werkseigene Produktionskontrolle über Spannstaht und Zubehörteile, wie z.B. Verankerungen, sind dem Auftraggeber rechtzeitig zu übergeben. Die Protokolle über die Fremdüberwachung sind auf Anforderung vorzulegen.

### 9.2 Überwachung des Betonierens

(1) Bei Verwendung von Beton der Überwachungsklassen 2 und 3 hat der Auftragnehmer dem Auftraggeber rechtzeitig nachzuweisen, dass die Baustelle einer dafür anerkannten Überwachungsstelle gemeldet ist.

(2) Beton für die Expositionsklasse XF1 ist stets in der Überwachungsklasse 2 einzuordnen.

(3) Für jeden verwendeten Beton ist die Druckfestigkeit an mindestens drei Probekörpern zu bestimmen. Dies gilt auch für die Lieferung geringer Mengen.

(4) Wird der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse des Betons im Alter von 56 d nach Abschnitt 1 Nr. 6 Absatz (2) geführt, sind in einem separaten Dokument die Angaben darüber, wie das über 28 d hinausgehende Prüfalter in Hinblick auf Ausschallfristen, Nachbehandlungsdauer und Bauablauf berücksichtigt werden niederzuschreiben und der anerkannten Überwachungsstelle im Rahmen der Überwachung nach DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3, Anhang ND, vor Bauausführung zur Bestätigung vorzulegen. Das genehmigte Dokument ist dem Betonierplan als Anlage beizufügen und gemäß Nr. 7.1 dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen.

**Tabelle 3.2.3:** Zulässige Maßabweichungen in Richtung der Bauteilhöhe

Bauteilhöhe h [cm]	Maßabweichungen
≤ 20	± h / 40
20 < h ≤ 100	± 5 mm
> 100	± 10 mm

**Tabelle 3.2.4:** Zulässige Maßabweichung in Richtung der Bauteilbreite (rechtwinklig zur Tragrichtung)

Bauteilbreite b [cm]		Maßabweichung
Balken	≤ 20	± 5 mm
	20 < b ≤ 100	± 10 mm
Platten und Balken	> 100	± 20 mm

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 3 Massivbau

### Abschnitt 3 Bauwerksfugen

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

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen.....	3
<b>2 Arbeitsfugen</b> .....	3
2.1 Betonierfugen .....	3
2.2 Sollrissfugen (Scheinfugen) .....	3
2.3 Koppelfugen .....	3
<b>3 Bewegungsfugen</b> .....	3
<b>4 Pressfugen</b> .....	3
<b>5 Verwendung von Fugenbändern</b> .....	3
5.1 Allgemeines .....	3
5.2 Verbindungen von Fugenbändern auf der Baustelle .....	4
5.3 Gütesicherung von auf der Baustelle hergestellten Verbindungen .....	4

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

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

(2) Vor dem Aufstellen der Standsicherheitsnachweise sind dem Auftraggeber Fugenpläne einzureichen.

(3) Werden zur Ausbildung von Fugen genügend druckfeste und feuchtigkeitsunempfindliche Hartschaumeinlagen verwendet, sind diese durch widerstandsfähige Platten gegen die sich die Abstandshalter der Bewehrung ohne Eindrücke abstützen können, abzudecken. Bei Bewegungsfugen sind Schalungshilfen restlos zu entfernen.

(4) Weichfaserplatten sind als Fugeneinlagen nicht zulässig.

(5) Fugeneinlagen müssen mit den angrenzenden Fugenbändern werkstoffverträglich sein.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen der DIN 18197.

## 2 Arbeitsfugen

### 2.1 Betonierfugen

(1) Betonierfugen (Arbeitsfugen) müssen mit Schalungsfugen übereinstimmen. Für die Behandlung der Arbeitsfugen gilt DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3. Der Beton ist so aufzurauen, dass die Kuppen der groben Zuschlagskörner frei liegen. Sinngemäß gelten diese Bestimmungen auch für unplanmäßige Arbeitsfugen, die z.B. durch Witterungseinflüsse oder Geräteausfall entstehen.

(2) Nach dem Umsetzen ist der die Arbeitsfuge übergreifende Teil der Schalung so fest und dicht an den erhärteten Beton anzupressen, dass Verunreinigungen und sonstige Beeinträchtigungen der Sichtflächen vermieden werden.

### 2.2 Sollrissfugen (Scheinfugen)

(1) In Scheinfugen ist der Betonquerschnitt um mindestens ein Drittel zu schwächen. In der Fuge ist mindestens die aus Lastbeanspruchung erforderliche Bewehrung über die Fuge hinweg zu führen. Die Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite von schwindbehinderten Bauteilen endet an der Fuge.

(2) Bei schwindbehinderten Bauteilen mit Betondicken bis zu 1 m ist ein Abstand von Scheinfugen zwischen 5 m und 8 m, bei größeren Betondicken zwischen 4 m und 6 m einzuhalten. Bei nicht schwindbehinderten Bauteilen können größere Fugenabstände vorgesehen werden.

(3) Auf die Anordnung von Scheinfugen gemäß Absatz (2) darf unter der Voraussetzung, dass das Seitenverhältnis (L/H) den Wert 2,0 nicht überschreitet und dass Risse mit größerer Rissbreite als 0,20 mm nach Abschnitt 5 geschlossen werden, verzichtet werden.

(4) Als Fugeneinlagen sind feuchtigkeitsunempfindliche Einlagen zu verwenden.

### 2.3 Koppelfugen

Koppelfugen sind wie Betonierfugen zu behandeln und zusätzlich ausreichend zu verzahnen.

## 3 Bewegungsfugen

Bewegungsfugen (Raumfugen) sind mit genügend druckfesten und feuchtigkeitsunempfindlichen Einlagen herzustellen.

## 4 Pressfugen

(1) Pressfugen sind je nach Beanspruchung mit Verzahnung oder ebenflächig auszuführen.

(2) Liegen die Fugenbänder innen, sind längs der Fugenränder Leisten in die Schalung einzulegen. An der Luftseite sind Dreiecksleisten einzulegen.

## 5 Verwendung von Fugenbändern

### 5.1 Allgemeines

(1) Für die Abdichtung von Fugen in Beton gilt DIN 18197.

(2) Es sind Elastomer-Fugenbänder nach DIN 7865 zu verwenden.

(3) Innenliegende Fugenbänder sind in ihrer Lage auf die konstruktiven Erfordernisse der Bewehrungsführung abzustimmen und so zu befestigen, dass sie sich nicht verschieben können. Außenliegende Fugenbänder sind vor Beschädigungen, z.B. beim Hinterfüllen, zu schützen.

(4) Die Aufzeichnungen über die Handhabung der Fugenbänder auf der Baustelle, deren Schutz, Verarbeitung und Einbau sowie der Lage der Baustellenstöße nach DIN 18197, Anhang B, sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(5) Die Aufzeichnungen der Prüfung der Fugenbänder nach dem Ausschalen des Bauteils, das Ergebnis der Prüfung sowie ggf. getroffene Maßnahmen zur Beseitigung von Mängeln sind dem Auftraggeber zu übergeben.

## 5.2 Verbindungen von Fugenbändern auf der Baustelle

(1) Alle Anker und Rippen der Fugenbänder müssen in Anschluss- und Stoßbereichen durchlaufen und fachgerecht sowie wasserdicht gefügt werden.

(2) Kleber, Klebebänder und ähnliche Hilfsstoffe für das Fügen von Fugenbändern sind unzulässig.

(3) Fugenbänder sind durch Vulkanisation mit beidseitiger Laschenverstärkung zu verbinden.

(4) Die Herstellung der Verbindung erfolgt nach der Vulkanisier-Anleitung des Fugenbandherstellers, die auf der Baustelle vorhanden und für den Auftraggeber einsehbar sein muss.

(5) Die Verbindungen sind durch eine Fachkraft des Fugenbandherstellers auszuführen. Ist dies in begründeten Ausnahmefällen, die der Zustimmung des Auftraggebers bedürfen, nicht möglich, muss der Auftragnehmer den durch den Fugenbandhersteller geschulten Mitarbeiter (Fügetechniker), der die Verbindungen ausführt, schriftlich benennen. Der Schulungsnachweis des Fügetechnikers für die vorgesehene Fugenbandform (z. B. der „ESV“-Schein für Elastomer-Fugenbänder) ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(6) Für Verbindungen, die auf der Baustelle hergestellt werden, hat der Auftragnehmer im Beisein des Auftraggebers eine Probeverbindung herzustellen, die nach Nr. 5.3 durch die Bauüberwachung auf ihre fachgerechte Beschaffenheit geprüft wird. Die Ergebnisse der Prüfungen sind zu protokollieren und das Protokoll ist dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Die Aufwendungen für die Herstellung von Baustellenverbindungen sowie die Prüfung und Abnahme sind Nebenleistungen zu Lasten des Auftragnehmers, die in die entsprechenden Positionen einzurechnen sind.

## 5.3 Gütesicherung von auf der Baustelle hergestellten Verbindungen

(1) Für die Überwachung und Bewertung von Baustellenstößen ist DIN 18197, Anhang D, heranzuziehen.

(2) Die Probeverbindung nach Nr. 5.2 Absatz (6) ist auf ihre äußere und innere Beschaffenheit hin zu überprüfen.

(3) Das Elastomer der Verbindung muss bei einer Prüfung nach Augenschein eine gleichmäßige Oberfläche haben und frei von Mängeln wie Rissen, Falten und Poren sein.

(4) Zur Überprüfung der inneren Beschaffenheit ist die Probeverbindung mindestens dreimal parallel in Längsrichtung des Fugenbandes aufzuschneiden. Zeigt die Vulkanisationsstelle eine porige Struktur, Fehlstellen und/oder lassen sich die Teile der Bandage ablösen, ist die Verbindung mangelhaft.

(5) Tritt eine mangelhafte Probeverbindung auf, dürfen weitere Baustellenverbindungen erst nach Feststellung der Ursachen für die mangelhafte Probeverbindung und nach Herstellung einer einwandfreien Probeverbindung ausgeführt werden.

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

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen**

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

---

Inhalt	Seite		Seite	
<b>1 Allgemeines</b> .....	5	2.4.3	Behandlung der Bewehrung .....	12
1.1 Grundsätzliches .....	5	2.4.4	Behandlung freiliegender Einbauteile...	12
1.2 Begriffsbestimmungen .....	5	2.4.5	Behandlung von Bewegungsfugen.....	12
1.3 Anwendung .....	6	2.4.6	Behandlung von Rissen.....	12
1.3.1 Allgemeines .....	6	2.4.7	Säubern der Betonunterlage .....	14
1.3.2 Zuordnung der Bauteile .....	6	2.5	Prüfung der Abreißfestigkeit .....	14
1.3.3 Betonersatzsysteme .....	7	2.6	Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage .....	14
1.3.4 Oberflächenschutzsysteme .....	7	2.7	Abrechnung .....	14
1.4 Bestandsaufnahme .....	7	2.8	Freigabe der Betonunterlage.....	15
1.4.1 Allgemeines .....	7	<b>3 Beton</b> .....		15
1.4.2 Umfang .....	7	3.1	Allgemeines .....	15
1.4.3 Schadensbeurteilung .....	7	3.2	Anwendung.....	15
1.5 Baugrundsätze.....	7	3.3	Baugrundsätze .....	15
1.6 Baustoffe und Baustoffsysteme .....	9	3.3.1	Allgemeines .....	15
1.7 Ausführung.....	9	3.3.2	Vorbereitung der Betonunterlage .....	15
1.7.1 Allgemeines .....	9	3.4	Baustoffe und Baustoffsysteme.....	15
1.7.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal.....	9	3.5	Ausführung .....	15
1.7.3 Angaben zur Ausführung .....	10	3.5.1	Allgemeines .....	15
1.7.4 Bearbeitungsabschnitte .....	10	3.5.2	Betonunterlage .....	15
1.7.5 Äußere Bedingungen .....	10	3.5.3	Baustoffe .....	15
1.7.6 Nachbehandlung.....	10	3.5.4	Einbau.....	15
1.7.7 Dokumentation.....	10	3.5.5	Nachbehandlung .....	15
1.8 Qualitätssicherung .....	10	3.6	Qualitätssicherung.....	16
1.8.1 Erstprüfung/Eignungsprüfung/ Grundprüfung.....	10	3.6.1	Erstprüfung/Grundprüfung.....	16
1.8.2 Überwachung der Stoffherstellung .....	10	3.6.2	Überwachung der Stoffherstellung .....	16
1.8.3 Überwachung der Ausführung .....	10	3.6.3	Überwachung der Ausführung.....	16
1.8.4 Kontrollprüfungen.....	11	<b>4 Spritzbeton</b> .....		16
1.8.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen .....	11	4.1	Allgemeines .....	16
1.9 Abrechnung.....	11	4.2	Anwendung.....	16
<b>2 Vorbereitung der Betonunterlage</b> ....	11	4.3	Baugrundsätze .....	16
2.1 Allgemeines .....	11	4.4	Baustoffe und Baustoffsysteme.....	16
2.2 Anwendung.....	11	4.5	Ausführung .....	17
2.3 Baugrundsätze.....	11	4.5.1	Allgemeines .....	17
2.4 Ausführung.....	12	4.5.2	Anforderungen an das Personal.....	17
2.4.1 Allgemeines .....	12	4.5.3	Baustoffe .....	17
2.4.2 Vorbereitungsverfahren .....	12	4.5.4	Betonunterlage .....	17
		4.5.5	Einbau.....	17

	Seite		Seite
4.5.6	Nachbehandlung.....17	6.5.3	Betonunterlage .....20
4.5.7	Abreißfestigkeit .....17	6.5.4	Äußere Bedingungen .....20
4.6	Qualitätssicherung .....17	6.5.5	Konsistenz .....20
4.6.1	Eignungsprüfung.....17	6.5.6	Luftgehalt.....21
4.6.2	Überwachung des Bereitstellungs- gemisches.....17	6.5.7	Nachbehandlung .....21
4.6.3	Überwachung der Ausführung .....18	6.5.8	Trockenrohichte.....21
<b>5</b>	<b>Spritzmörtel / -beton mit Kunststoffzusatz (SPCC) .....18</b>	6.5.9	Abreißfestigkeit.....21
5.1	Allgemeines .....18	6.6	Qualitätssicherung.....21
5.2	Anwendung.....18	6.6.1	Grundprüfung .....21
5.3	Baugrundsätze.....18	6.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme.....21
5.4	Baustoffe und Baustoffsysteme .....18	6.6.3	Überwachung der Ausführung .....21
5.5	Ausführung .....18	6.6.4	Kontrollprüfungen .....21
5.5.1	Anforderungen an das Personal.....18	<b>7</b>	<b>Reaktionsharzmörtel / Reaktionsharzbeton (PC).....21</b>
5.5.2	Baustoffe.....18	7.1	Allgemeines .....21
5.5.3	Betonunterlage .....18	7.2	Anwendung.....22
5.5.4	Einbau der Bewehrung .....18	7.3	Baugrundsätze .....22
5.5.5	Schalung .....19	7.4	Baustoffe und Baustoffsysteme .....22
5.5.6	Spritzen.....19	7.5	Ausführung .....22
5.5.7	Frischmörtelrohichte .....19	7.5.1	Allgemeines .....22
5.5.8	Nachbehandlung.....19	7.5.2	Baustoffe .....22
5.5.9	Trockenrohichte .....19	7.5.3	Betonunterlage .....22
5.5.10	Abreißfestigkeit .....19	7.5.4	Äußere Bedingungen .....22
5.6	Qualitätssicherung .....19	7.5.5	Witterungsschutz.....22
5.6.1	Grundprüfung.....19	7.5.6	Trockenrohichte.....22
5.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme .....19	7.5.7	Abreißfestigkeit.....22
5.6.3	Überwachung der Ausführung .....19	7.6	Qualitätssicherung.....22
5.6.4	Kontrollprüfungen .....19	7.6.1	Grundprüfung .....22
<b>6</b>	<b>Zementmörtel / Beton mit Kunststoffzusatz (PCC).....20</b>	7.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme.....22
6.1	Allgemeines .....20	7.6.3	Überwachung der Ausführung .....22
6.2	Anwendung.....20	7.6.4	Kontrollprüfungen .....23
6.3	Baugrundsätze.....20	<b>8</b>	<b>Oberflächenschutzsysteme (OS).....23</b>
6.4	Baustoffe und Baustoffsysteme .....20	8.1	Allgemeines .....23
6.5	Ausführung .....20	8.2	Anwendung.....23
6.5.1	Allgemeines .....20	8.2.1	Allgemeines .....23
6.5.2	Baustoffe.....20	8.2.2	Auswahl .....23
		8.2.3	Farbpalette .....25

	Seite		Seite
8.3	Baustoffe und Baustoffsysteme .....	25	
8.4	Ausführung.....	25	
8.4.1	Allgemeines .....	25	
8.4.2	Baustoffe .....	25	
8.4.3	Betonunterlage.....	25	
8.4.5	Einbauteile .....	25	
8.4.6	Hydrophobierung (OS-A) .....	25	
8.4.7	Schichtdicke (OS-B bis OS-F) .....	25	
8.4.8	Abreißfestigkeit .....	26	
8.4.9	Witterungsschutz .....	26	
8.5	Qualitätssicherung .....	26	
8.5.1	Überwachung der Ausführung .....	26	
8.5.2	Kontrollprüfungen.....	27	
<b>Anhang A</b>	Bestimmung der Betonfeuchte nach der Carbid-Methode (CM-Gerät).....	28	
<b>Anhang B</b>	Bestimmung der Qualität von Hydrophobierungen .....	31	
	Formblatt B 3.4.1 Hydrophobierungsmessung.....	32	
<b>Anhang C</b>	Formblatt C 3.4.1 Ausgeführte Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen an Betonbauteilen.....	33	
<b>Anhang D</b>	Bestimmung der Schichtdicken von Oberflächenschutzsystemen .....	34	
	Formblatt D 3.4.1 Dokumentation von Verbrauchs- bzw. Einbaumengen von Oberflächenschutzsystemen (OS).....	36	
	Formblatt D 3.4.2 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) durch Differenzdickenmessung .....	37	
	Formblatt D 3.4.3 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) mit dem Keilschnittverfahren .....	38	
			Formblatt D 3.4.4 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) an Bohrkernen.....
			39
			Formblatt D 3.4.5 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) über die Verbrauchsmenge .....
			40
	<b>Anhang E</b>		Formblatt E 3.4.1 Frischmörtelrohddichte SPCC.....
			41
			Formblatt E 3.4.2 Prüfung am Frischmörtel PCC ...
			42
			Formblatt E 3.4.3 Bestimmung der Trockenrohddichte SPCC, PCC, PC .....
			43
	<b>Anhang F</b>		Hinweise zur Zertifizierung .....
			44

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 3 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Die Grenzwerte und Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probennahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten, soweit im Einzelfall keine andere Regelung getroffen ist.

(3) Die Nrn. 1 und 2 gelten für alle Arten von Betonersatz- und Oberflächenschutzsystemen. In den Nrn. 3 bis 8 werden jeweils ergänzende Angaben gemacht.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Abreißfestigkeit

Im Abreißversuch ermittelte Zugfestigkeit innerhalb der Betonunterlage, des Betonersatz- oder des Oberflächenschutzsystems bzw. Haftzugfestigkeit zwischen diesen Schichten.

### (2) Anti-Graffiti-System (AGS)

System, bestehend aus den beiden Komponenten Graffitiprofylaxe und Reinigungstechnologie.

### (3) Adhäsionsbruch

Bruch zwischen zwei Schichten.

### (4) Arbeitsfuge

Ansatzstelle durch Arbeitsunterbrechung im Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem.

### (5) Ausgleichsschicht

Schicht zur Herstellung einer ebenen und profilgerechten Oberfläche.

### (6) Beschichtung

Schicht auf der Oberfläche, die allen Unebenheiten folgt bzw. Unebenheiten weitgehend ausgleicht.

### (7) Betonersatz

Ersatz von fehlendem bzw. geschädigtem Beton.

### (8) Betonersatzsystem

Besteht aus Stoffen des Betonersatzes sowie ggf. aus der Haftbrücke, dem Korrosionsschutz und dem Feinspachtel.

### (9) Betonunterlage

Beton oder Betonersatzsysteme unter dem jeweils herzustellenden Betonersatz- oder Oberflächenschutzsystem.

### (10) Charge

In einem Arbeitsgang hergestellte Einheit.

### (11) Einbauten

Teile (z.B. Fahrbahnübergänge, Entwässerungseinrichtungen), die mit der Betonunterlage fest verbunden sind.

### (12) Feinspachtel

Dient dem Porenschluss sowie dem Glätten der Oberfläche und wird in ein bis zwei Lagen aufgebracht. Er kann Bestandteil des Betonersatz- oder des Oberflächenschutzsystems sein.

### (13) Grundierung

Ggf. erforderliche Zwischenschicht für den Einbau von Oberflächenschutzschichten.

### (14) Haftbrücke

Zwischenschicht zur Verbesserung der Haftung des Betonersatzes.

### (15) Hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht (hwO)

Für die Funktion des Oberflächenschutzsystems maßgebenden Schichten.

### (16) Hydrophobierung

Nichtfilmbildender, wasserabweisender Oberflächenschutz.

### (17) Kohäsionsbruch

Bruch innerhalb einer Schicht.

### (18) Korrosionsschutz der Bewehrung

Besteht aus mindestens zwei Grundbeschichtungen und schützt die Bewehrung vor Korrosion, wenn die Betondeckung durch den Betonersatz nicht ausreichend ist oder durch die stoffliche Zusammensetzung des Betonersatzes kein Korrosionsschutz gewährleistet ist.

### (19) Kunststoffzusatz

Zusatz in Form von Kunststoffdispersion, wasserdispergierbarem Kunststoffpulver oder wasseremulgierbarem Reaktionsharz.

### (20) Lage

Wird in einem Arbeitsgang hergestellt. Eine oder mehrere Lagen gleicher Zusammensetzung bilden eine Schicht.

### (21) Maximalschichtdicke $d_{max}$

Schichtdicke der hwO, die nicht überschritten werden darf (Anforderungen z.B. an Wasserdampfdiffusionseigenschaften).

### (22) Mindestschichtdicke $d_{min}$

Schichtdicke der hwO, die nicht unterschritten werden darf (Anforderungen z.B. an CO<sub>2</sub>-Diffusionswiderstand, Rissüberbrückungseigenschaften).

(23) **Oberflächennaher Beton**

Beton in Bereichen bis unter die Bewehrung.

(24) **Oberflächenschutz**

Maßnahmen zum Schutz der Betonoberfläche durch Hydrophobierung oder Beschichtung.

(25) **Oberflächenschutzsystem (OS-System)**

Besteht aus den Stoffen der einzelnen Schichten des Oberflächenschutzes. Es beinhaltet ggf. den Feinspachtel.

(26) **Polymer Concrete (PC)**

Mörtel/ Beton aus Gesteinskörnungen und Reaktionsharzen als Bindemittel. (Reaktionsharzmörtel/Reaktionsharzbeton).

(27) **Polymer Cement Concrete (PCC)**

Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz.

(28) **Riss**

Trennung im Betongefüge und in Fugen. Es wird zwischen oberflächennahen Rissen und Trennrissen unterschieden:

- Oberflächennahe Risse erfassen nur geringe Querschnittsteile und sind häufig netzartig ausgebildet.
- Trennrisse erfassen wesentliche Teile des Querschnitts (z.B. Zugzone, Steg) oder den Gesamtquerschnitt.

(29) **Rückseitige Durchfeuchtung**

Von der Rückseite des Bauteils zur instandzusetzenden Bauteilfläche transportiertes Wasser.

(30) **Schicht**

Besteht aus einer oder mehreren Lagen gleicher Zusammensetzung.

(31) **Sollschichtdicke  $d_s$**

Aufgrund statistischer Annahmen über den Verbrauch ermittelte Schichtdicke, die nach Ausführung im Mittel mindestens erreicht werden muss.

(32) **Sprayed Polymer Cement Concrete (SPCC)**

Im Spritzverfahren aufzubringender Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz.

(33) **Spritzwasserbereich**

Bereich, der mit Tausalzsole beaufschlagt werden kann.

(34) **Sprühnebelbereich**

Bereich, der mit Tausalzsprühnebel, jedoch nicht mit Spritzwasser, beaufschlagt werden kann.

(35) **Wirkstoffgehalt**

Wirksamer Anteil einer Hydrophobierung.

(36) **Wirkstoffmenge**

Auf die Betonunterlage aufgebrauchte Menge des wirksamen Anteils einer Hydrophobierung.

## 1.3 Anwendung

### 1.3.1 Allgemeines

(1) Dieser Abschnitt bezieht sich auf den oberflächennahen Beton. Eine weitergehende Anwendung ist möglich. Erforderlichenfalls sind gesonderte Untersuchungen, z.B. Standsicherheitsnachweise, Nachweise über den Verbund bzw. die Mitwirkung des Betonersatzes, durchzuführen.

(2) Oberflächennahe Risse sind nach Nr. 2.4.6 zu behandeln. Alle anderen Risse sind nach Abschnitt 5 zu behandeln.

(3) Bei Betonfahrbahntafeln gilt dieser Abschnitt nur für die Instandsetzung der Betonoberfläche. Zu den Abdichtungsmaßnahmen für Betonfahrbahntafeln siehe Teil 7.

(4) Die Anwendung erstreckt sich auch auf Betonbauteile, die während des Aufbringens und Erhärtens des Betonersatzsystems oder des Oberflächenschutzsystems durch Verkehr dynamisch beansprucht werden. Insbesondere bei Betonersatz aus Beton bzw. Spritzbeton können Verkehrsbeschränkungen erforderlich werden.

### 1.3.2 Zuordnung der Bauteile

(1) Die Einwirkungsbereiche werden unterschieden in Spritzwasserbereich, Sprühnebelbereich und sonstigen Bereich. Die Abgrenzung dieser Bereiche ist fließend. Bauwerksgeometrie und Lage der Bauteile zu den Fahrbahnen müssen besonders berücksichtigt werden.

(2) Zum Spritzwasserbereich zählen z.B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen und Teilbereiche von Trogwänden, Stützwänden, Widerlagerwänden, Tunnelwänden, Stützen, Pfeilern, Pylonen und Zügelgurten. Die Expositionsklasse des Spritzwasserbereichs entspricht

– XF2 in Verbindung mit XD2 und XC4 oder

– XF4 in Verbindung mit XD3 und XC4

nach DIN-Fachbericht „Beton“.

(3) Dem Sprühnebelbereich sind alle Bauteile zuzuordnen, die im Einwirkungsbereich des Tausalzsprühnebels, aber außerhalb des Spritzwasserbereiches liegen. Zum Sprühnebelbereich zählen z.B. Überbauten, Pfeiler und Widerlager auch unterhalb von hohen Talbrücken und Tunneldecken. Die Expositionsklasse des Sprühnebelbereichs entspricht XF2 in Verbindung mit XD1 und XC4 nach DIN-Fachbericht „Beton“.

(4) Bauteile, die weder im Spritzwasser- noch im Sprühnebelbereich liegen, sind dem sonstigen Bereich zuzuordnen. Die Expositionsklasse dieses Bereichs entspricht XF2 in Verbindung mit XD1 und XC3 nach DIN-Fachbericht „Beton“. Hierzu zählen z.B. Innenflächen von Hohlfeilern, Widerlagern und Hohlkästen.

### 1.3.3 Betonersatzsysteme

(1) Betonersatzsysteme dienen der Instandsetzung geschädigter Betonbauteile, zur Herstellung von Ausgleichsschichten oder zum Füllen von Fehlstellen im Beton.

(2) Der Baustoff für den Betonersatz kann bestehen aus:

- Beton,
- Spritzbeton,
- Spritzmörtel/-beton mit Kunststoffzusatz (SPCC),
- Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz (PCC) oder
- Reaktionsharzmörtel/Reaktionsharzbeton (PC).

(3) Vergussbeton und Vergussmörtel nach DAfStB-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ kommen als Betonersatzsystem nicht zur Anwendung.

### 1.3.4 Oberflächenschutzsysteme

(1) Bei der Planung von OS-Systemen ist zu beachten, dass nur eine ausreichend dichte und dicke Betondeckung, bei Neubauten nach DIN-EN 1992-2 sowie bei Erhaltungsmaßnahmen aus alkalisch wirkenden Betonersatzsystemen nach diesem Abschnitt, Gewähr für eine langfristige Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken bietet.

(2) OS-Systeme sind nicht gleichwertig gegenüber einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung, weil sie nur eine zeitlich begrenzte Wirksamkeit besitzen und der ständigen Erhaltung bedürfen.

(3) Ein Oberflächenschutz bei vorhandenen Bauwerken ist unter Berücksichtigung der Gesamtsituation eines Bauwerks vorzusehen,

- wenn die Risiken weitergehender Wasseraufnahme und Schadstoffeindringung (Karbonatisierung bzw. Chloridanreicherung) untersucht worden sind und keine anderen wirtschaftlichen Erhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden können oder
- bei bereichsweise instandgesetzten Bauteilen bzw. Bauwerken.

Ist mit dem Auftrag von Graffiti zu rechnen, ist ein Oberflächenschutz mit AGS-Eigenschaften vorzu-

sehen

(4) Bei Anwendung von OS-Systemen auf Beton mit Hinweis auf Gefährdung durch Alkali-Zuschlag-Reaktion ist darauf zu achten, dass sich die Verhältnisse im Bauteil nicht ungünstig verändern.

## 1.4 Bestandsaufnahme

### 1.4.1 Allgemeines

Zur Beurteilung des Bauwerkszustandes sind in Abhängigkeit von der Bauwerksituation die jeweils zutreffenden Kriterien, z.B. aus der Tabelle 3.4.1, heranzuziehen. Dabei sind Prüfungen, Beobachtungen und Erfahrungen so einzusetzen, dass Verkehrssicherheit, Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit beurteilt werden können. Umfang und Ausmaß der Untersuchungen richten sich nach Art und Größe der Schäden am Bauteil und nach der Bedeutung des Bauwerks.

### 1.4.2 Umfang

(1) Bei Schäden größeren Ausmaßes muss die Bestandsaufnahme mindestens umfassen:

- Art und Zweck des Bauwerks, Schäden, Baujahr, Bestandszeichnungen, zwischenzeitliche Veränderungen sowie
- Bezeichnung und Lage der betroffenen Bauteile, Bewehrung, Baustoffe, Abmessungen und Schadensbild

(2) Bei geringen Schäden reicht in der Regel ein Prüfbericht nach der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF) aus.

### 1.4.3 Schadensbeurteilung

Aufgrund der Prüfungen und des Schadensbildes sind:

- Aussagen über die Ursachen der Schäden zu treffen,
- die Notwendigkeit und die Zweckmäßigkeit einer Schutz- und Instandsetzungsmaßnahme festzustellen und
- Erfordernisse als Grundlage für ein materialspezifisches Schutz- und Instandsetzungskonzept zusammen zu stellen.

## 1.5 Baugrundsätze

(1) Vor dem Aufbringen des Betonersatz- oder OS-Systems ist die Betonunterlage nach Nr. 2 vorzubereiten.

## ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

**Tabelle 3.4.1:** Beispiele für Untersuchungsmethoden und -kriterien zur Ermittlung des Ist-Zustandes eines Bauwerks

	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
1	Umgebungs- und Nutzungsbedingungen		
1.1	Mechanische Einwirkungen (z.B. Fahrzeuganprall, Überlastung)	Inaugenscheinnahme	Bewertung im Einzelfall
1.2	Physikalische und chemische Einwirkungen (z.B. von Temperatur, Feuchtigkeit, Frost, Tausalzen, Gasen, Ölen, Fetten)	Messungen, Erkundungen	Angabe über Art und Umfang der Einwirkungen, Bewertung im Einzelfall
1.3	Einwirkung aus Betrieb (Reinigung, Wartung)	Auswertung von Protokollen, (z.B. Streckenwartung)	Häufigkeit und Art der Reinigung, Reinigungsmittel, Bewertung im Einzelfall
1.4	Zugänglichkeit	Örtlich Feststellungen	Bewertung im Einzelfall (Hinweis auf Zugänglichkeit und/oder Unzugänglichkeiten, evtl. Geräte und Beleuchtung)
2	Bauwerks- und Bauteileigenschaften		
2.1	Trag- und Verformungseigenschaften	Vermessung, Schwingungsmessungen, Nachrechnung, Probelastung	Bewertung im Einzelfall
2.2	Brückenklasse, Statische Systeme	Bauwerksbuch, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.3	Herstellungsbedingungen (z.B. Witterung, Besonderheiten)	Bautagebuch, Wetteramt, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.4	Optischer Eindruck (z.B. Abplatzung, Risse, Rostfahnen, Ausblühungen, Verschmutzungen, Absandungen)	Inaugenscheinnahme, Rissaufnahme (z.B. mit Risslupe)	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.5	Gefüge (Hohlstellen, Fehlstellen)	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, Endoskopie, Ultraschall, Radar, Impakt-Echo	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.6	Betondeckung	Magnetisches Verfahren, Wirbelstromverfahren, Radar, Anbohren	Bewertung durch Vergleich mit Teil 3 Abschnitt 1
2.7	Verformung, Zwang, Pressungen	Messungen und Berechnungen	Bewertung im Einzelfall
2.8	Entwässerung, Abdichtung, Belag, Fugen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, ggf. Öffnen und/oder Messen	Bewertung nach dem Zustand und dem Grad der Funktionsfähigkeit
2.9	Fahrbahnübergänge		
3	Baustoffeigenschaften		
3.1	Druckfestigkeit	Zerstörungsfreie Prüfung (Schmidt-Hammer). In begründeten Einzelfällen: Zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen	Nennfestigkeit, Vergleich mit geforderten Werten
3.2	Abreißfestigkeit gemäß DIN EN 1542	Geregeltes Abreißprüfgerät a) Oberfläche b) ggf. tieferliegende Schichten (Profilaufnahme)	Vergleich mit geforderten Werten. Falls nicht ausreichend, Überprüfung des Festigkeits- und Verformungsverhaltens
3.3	Korrosion der Bewehrung	Inaugenscheinnahme, Endoskopie, Potenzialmessung	Zur Bewertung sind sowohl die Absolutwerte als auch die gegenseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Baustoffeigenschaften in ihrer Gesamtheit zu berücksichtigen. Grenzwerte einzelner Baustoffeigenschaften werden daher nicht angegeben.
3.4	Karbonatisierung	Indikatorverfahren, z.B. Phenolphthalein (Bruchfläche)	
3.5	Chloridbelastung	Indikatorverfahren (Bruchfläche), chemische Analyse	

(2) Die Ebenheit der instandgesetzten Betonflächen ist den umgebenden Bereichen anzupassen.

(3) Durch die Instandsetzungs- und Schutzmaßnahmen darf die Funktionsfähigkeit von Bewegungsfugen nicht beeinträchtigt werden.

(4) Betonersatz- und OS-Systeme müssen folgende Eigenschaften haben:

- ein der Betonunterlage angepasstes Festigkeits- und Verformungsverhalten,
- einen abreiß- und scherfesten Verbund mit der Betonunterlage bzw. der Schichten untereinander (ggf. auch unter dynamischer Beanspruchung),
- keine Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit und der Dauerhaftigkeit der Betonunterlage,
- einen hinreichenden Frost- und Tausalwiderstand gemäß den Anforderungen,
- Schutz der Bewehrung gegen Korrosion (gilt nur für Betonersatzsysteme),
- Alterungs-, Volumen-, Alkali- und Wasserbeständigkeit sowie Wasserundurchlässigkeit und Wasserdampfdurchlässigkeit und ggf. Bitumenbeständigkeit,
- Verträglichkeit der verwendeten Baustoffe untereinander,
- hemmende Wirkung gegen das Eindringen von Schadgasen (z.B. CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub>),
- hinreichende Verträglichkeit mit vorhandenen Betonersatz- und OS-Systemen,
- praxisgerechte Verarbeitungszeit, breite Klimaspitze,
- baustellengerechte Verarbeitbarkeit, auch bei Arbeiten in Zwangslagen (Überkopfarbeit),
- leichte Überarbeitbarkeit,
- geringe Verschmutzungsneigung,
- ausreichende Abriebfestigkeit bei dem System OS-F.

(5) Durch Beschichtungen dürfen im Beton der zu schützenden Bauteile keine bauphysikalisch und / oder chemisch ungünstigen Verhältnisse geschaffen werden, die Folgeschäden verursachen können.

## 1.6 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Die Eignung der Baustoffe und Baustoffsysteme ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

(2) Als Zugabewasser ist Trinkwasser zu verwenden.

(3) Es dürfen nur Stoffe und Stoffsysteme verwendet werden, die in der bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geführten Zusammen-

stellung der zertifizierten Stoffe und Stoffsysteme aufgeführt sind.

(4) *Angaben über Baustoffe und Baustoffsysteme sind im Baustoff- bzw. Bieterangabenverzeichnis zu fordern.*

(5) Die Leistungserklärung gemäß BauPVO ist vorzulegen.

## 1.7 Ausführung

### 1.7.1 Allgemeines

(1) *Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen sind terminlich so einzuplanen, dass sie bei günstiger Witterung durchgeführt werden können.*

(2) *Müssen Schutz- und Instandsetzungsarbeiten bei ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt werden, sind witterungsbedingte Schutz-einrichtungen nach Teil 6 Abschnitt 3 vorzusehen.*

(3) Schutz- und Instandsetzungsarbeiten dürfen nur innerhalb materialbedingter Grenzwerte ausgeführt werden.

### 1.7.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal

(1) Die Arbeiten dürfen nur von Arbeitskolonnen ausgeführt werden, die über die erforderliche Qualifikation verfügen.

(2) Bei Arbeiten mit Kunststoffen oder kunststoffmodifizierten Baustoffen muss eine von Auftragnehmer benannte sachkundige Fachkraft, z.B. der Kolonnenführer, nachweislich eine Prüfung über den Umgang mit diesen Baustoffen erfolgreich abgelegt haben. Dies ist:

- bei inländischen Bietern durch eine Bescheinigung des Ausbildungsbeirats „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (SIVV-Schein),

- bei ausländischen Bietern durch einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis

zu belegen.

(3) Eine Nachschulung ist im Abstand von höchstens drei Jahren entsprechend den Vorgaben des Ausbildungsbeirates „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ durchzuführen.

(4) Wird als Betonersatz Spritzbeton oder Spritzbeton mit Kunststoffzusatz verwendet, sind die zusätzlichen Anforderungen an den Düsenführer nach den Nrn. 4.5.2 bzw. 5.5.1 zu beachten.

(5) Die sachkundige Fachkraft muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.

(6) Bei besonders schwierigen oder wichtigen Arbeiten kann es erforderlich sein, zusätzliche Qualifikationsnachweise für die sachkundige Fachkraft und das Personal in Form von Referenzen über entsprechende ausgeführte Arbeiten oder in Form von Nachweisen über besondere handwerkliche Schulungen zu fordern.

### 1.7.3 Angaben zur Ausführung

Die Instandsetzung mit SPCC-, PCC-, PC- und OS-Systemen muss nach den Angaben zur Ausführung im allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) bzw. gemäß DIN V 18026, Anhang A erfolgen.

### 1.7.4 Bearbeitungsabschnitte

Bearbeitungsabschnitte sind so zu wählen, dass eine mit den Angaben zur Ausführung übereinstimmende Durchführung der Arbeit sichergestellt ist.

### 1.7.5 Äußere Bedingungen

(1) Betonersatz- und OS-Systeme dürfen nur innerhalb der in den Angaben zur Ausführung und / oder DIN-Normen angegebenen Grenzwerte für Temperatur und Feuchte von Luft, Betonunterlage und Baustoff aufgebracht werden. Dies gilt auch für einzelne Arbeitsgänge zur Herstellung von Teilen der Betonersatz- und OS-Systeme.

(2) Der Auftragnehmer hat die Messwerte im Rahmen der Eigenüberwachung zu protokollieren und sie dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Zur Aufnahme der Messwerte sind vom Auftragnehmer die Geräte gemäß Teil 1 Abschnitt 3 auf der Baustelle vorzuhalten.

(4) Lufttemperatur und relative Luftfeuchte sind während der Ausführung kontinuierlich aufzuzeichnen. Die Messungen sind danach so lange fortzuführen, wie die Stoffe des Betonersatz- bzw. OS-Systems durch Witterungseinflüsse geschädigt werden können.

(5) Vor Beginn der Ausführung ist die Temperatur der Betonunterlage bzw. der bereits eingebauten Schichten des Betonersatz- bzw. OS-Systems – bei Schichtarbeit und Wetteränderung auch mehrmals täglich – zu kontrollieren.

### 1.7.6 Nachbehandlung

(1) Mit der Nachbehandlung ist so rechtzeitig zu beginnen, dass die geforderten Eigenschaften des Instandsetzungssystems uneingeschränkt erreicht werden.

(2) Sofern für die einzelnen Betonersatz- und OS-Systeme nichts Anderes geregelt ist, gelten die Angaben zur Ausführung.

(3) Nachbehandlungsmittel sind nicht zugelassen.

### 1.7.7 Dokumentation

Entsprechend der Ausführung sind das Bauwerksbuch (siehe Anhang C) und die vorhandenen Bestandsunterlagen zu aktualisieren.

## 1.8 Qualitätssicherung

### 1.8.1 Erstprüfung / Eignungsprüfung / Grundprüfung

(1) Für Beton ist eine Erstprüfung nach Abschnitt 1 durchzuführen.

(2) Für Spritzbeton ist eine Eignungsprüfung nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 durchzuführen.

(3) Für SPCC, PCC und PC ist die Grundprüfung nach den zugehörigen Technischen Lieferbedingungen (TL) und Technischen Prüfvorschriften (TP) durchzuführen.

(4) Für OS-Systeme ist eine Erstprüfung nach DIN V 18026 und ggf. nach den TP-AGS-Beton durchzuführen.

### 1.8.2 Überwachung der Stoffherstellung

Die Überwachung für die Herstellung der Stoffe für die Betonersatz- und OS-Systeme erfolgt bei

- Beton nach Abschnitt 1,
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- SPCC, PCC und PC nach den zugehörigen TL,
- OS-System nach DIN V 18026.

### 1.8.3 Überwachung der Ausführung

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

(2) Da bei kleineren Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen ggf. der Aufwand für die Eigenüberwachung nicht in einem wirtschaftlichen Verhältnis zu der auszuführenden Leistung steht, kann in solchen Fällen die Eigenüberwachung, abgestimmt auf die jeweilige Maßnahme, in der Häufigkeit bzw. in der Art der Prüfung reduziert werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(3) Für die Ausführung ist eine Fremdüberwachung vorzusehen. Der Auftragnehmer hat der fremdüberwachenden Stelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.

(4) Bei zeitlich kurzen Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen kann von einer Fremdüberwachung abgesehen werden. Dies ist in der Lei-

stungsbeschreibung vorzusehen.

#### 1.8.4 Kontrollprüfungen

Kontrollprüfungen werden vom Auftraggeber in Abhängigkeit von Bedeutung und Umfang der Baumaßnahme durchgeführt, ggf. im Zusammenhang mit der Überwachung der Ausführung.

#### 1.8.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen

Die den Ergebnissen aus zusätzlichen Kontrollprüfungen zuzuordnenden Teilflächen sind von Auftragnehmer und Auftraggeber vorher gemeinsam festzulegen. Die einer zusätzlichen Kontrollprüfung zuzuordnende Summe der Teilflächen soll nicht kleiner als 20% der Fläche sein, die der ursprünglichen Kontrollprüfung zugeordnet war.

### 1.9 Abrechnung

(1) In der Leistungsbeschreibung ist vorzusehen, ob die Abrechnung nach Einbaufläche, Gewicht, Dicke, Bestandszeichnungen und/oder örtlichen Aufmaßen erfolgen soll.

(2) Bei Abrechnung nach Fläche werden dem Aufmaß und der Abrechnung bei Maßnahmen nach den Nrn. 2 bis 7 die tatsächlich bearbeiteten Flächen mit ihren mittleren Tiefen bzw. mittleren Dicken zugrunde gelegt.

## 2 Vorbereitung der Betonunterlage

### 2.1 Allgemeines

(1) Die Betonunterlage ist so vorzubereiten, dass zwischen dem aufzubringenden Betonersatz- oder OS-System und der Betonunterlage ein fester und dauerhafter Verbund erzielt wird. Hierzu muss die Betonunterlage gleichmäßig fest und frei von trennenden Substanzen, scharfen Schalungskanten und Graten sein.

(2) Die instand zu setzenden Bereiche sind mit gerade verlaufenden Kanten zu begrenzen. Die Ausbruchufer sind bis in eine Tiefe von etwa 10 mm annähernd rechtwinklig zur Bauteiloberfläche und im weiteren Verlauf schräg unter etwa 45° auszuführen.

(3) Die Vorbereitung der Betonunterlage, auf welche die Betonersatzsysteme aufgebracht werden sollen, muss eine raue Oberfläche ergeben. Das fest eingebettete grobe Gesteinskorn muss kuppenartig frei liegen. Weitere Anforderungen sind in den Nrn. 3 bis 8 für die jeweiligen Betonersatz- und OS-Systeme aufgeführt.

(4) Die Vorbereitung der Betonunterlage für das

Aufbringen von Betonersatz- oder OS-Systemen besteht aus:

- Entfernen von Beschichtungen und Nachbehandlungsfilmern sowie von Verunreinigungen,
- Entfernen von Zementschlämmen und minderfesten Schichten,
- Abtragen von schadhaftem Beton / Betonersatz sowie ggf. Freilegen von Bewehrung,
- Entfernen von Rostprodukten an freiliegender Bewehrung und anderen Metallteilen,
- Säubern der Betonunterlage von Staub und losen Teilen,
- Entfernen von Wasser.

(5) Die vorbereiteten Bereiche müssen eine geeignete Form haben, die einen einwandfreien Einbau und eine ausreichende Verdichtung gewährleistet.

(6) Der Auftragnehmer hat durch die Wahl geeigneter Verfahren und Geräte gemäß Tabelle 3.4.2 sicherzustellen, dass durch die Vorbereitung die Eigenschaften der Betonunterlage hinsichtlich eines festen und dauerhaften Verbundes mit einem Betonersatz- oder OS-System nicht nachteilig verändert werden.

### 2.2 Anwendung

(1) Die Auswahl der geeigneten Vorbereitungsverfahren (siehe Nr. 2.4.2) richtet sich nach dem Zustand der vorhandenen Betonoberfläche und danach, wie die in den Nrn. 3 bis 8 aufgeführten Anforderungen an die Betonersatz- und OS-Systeme am besten erfüllt werden.

(2) Die Umweltverträglichkeit der gewählten Vorbereitungsverfahren einschließlich der Entsorgung von Abfällen ist zu gewährleisten.

(3) Die ordnungsgemäße Entsorgung der Abfälle ist vom Auftragnehmer nachzuweisen. Die Beseitigung hat auf eine dafür zugelassene Deponie zu erfolgen.

(4) Soll Bewehrung freigelegt werden, sind die Bearbeitungsabschnitte auch nach statischen Gesichtspunkten festzulegen.

### 2.3 Baugrundsätze

(1) Ort, Umfang und Tiefe der Abtragsflächen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers und sind durch Auftragnehmer und Auftraggeber gemeinsam festzulegen.

(2) Mit dem Abtragen des geschädigten Betons darf nur auf Anordnung des Auftraggebers begonnen werden, und dies darf nur unter seiner Überwachung erfolgen.

(3) Wird geschädigter Beton über das vertraglich festgelegte Maß hinaus abgetragen oder wird eine andere Betondeckung festgestellt, ist eine zusätzliche Beurteilung – auch in statischer Hinsicht – erforderlich.

(4) Es ist sicherzustellen, dass beim Abtragen keine Spannglieder beschädigt werden. Fehlstellen im Bereich von Spanngliedern sind dem Auftraggeber unverzüglich zu melden. Die Beschädigung von Betonstahl ist zu vermeiden.

(5) *Bei Anzeichen auf mögliche Schädigungen der Spannglieder sind eingehende Untersuchungen zu veranlassen.*

(6) Freigelegte Bewehrung darf nur mit Genehmigung des Auftraggebers entfernt werden.

(7) Die Vorbereitungsarbeiten an der Betonunterlage sind so einzuplanen und durchzuführen, dass die Schichten des Betonersatzsystems oder des OS-Systems unverzüglich nach Beendigung der Vorbereitungsarbeiten auf die tragfähige Betonunterlage aufgetragen werden können.

(8) Die Beschädigung von Anschlussbereichen ist zu vermeiden.

## 2.4 Ausführung

### 2.4.1 Allgemeines

(1) Die Zweckmäßigkeit des ausgewählten Vorbereitungsverfahrens ist zu Beginn der Ausführung an geeigneten Stellen durch die Bearbeitung von Probeflächen und bei Anwesenheit des Auftraggebers nachzuweisen, und die Abreißfestigkeit ist zu bestimmen.

(2) *Größe, Anzahl und Vergütung der Probeflächen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

### 2.4.2 Vorbereitungsverfahren

(1) Verfahren für die Vorbereitung von Betonunterlagen sind in der Tabelle 3.4.2 aufgeführt.

(2) Beim Vorbereiten der Betonunterlagen durch Fräsen darf der Abtrag je Arbeitsgang höchstens 5 mm betragen.

### 2.4.3 Behandlung der Bewehrung

(1) Kann ein hinreichend dichter Betonersatz nach Nrn. 3, 4, 5 oder 6 mit ausreichender Betondeckung bei der Instandsetzungsmaßnahme hergestellt werden, ist keine zusätzliche Korrosionsschutzmaßnahme durch Beschichten der Bewehrung vorzunehmen.

(2) Loser Rost an freiliegender oder durch Vorbereitungsarbeiten freigelegter Bewehrung ist zu

entfernen.

(3) Lässt sich ein hinreichend dichter Betonersatz mit ausreichender Betondeckung nicht herstellen, ist die Bewehrung unmittelbar nach vorausgegangener Entrostung mit einem Korrosionsschutz zu beschichten. In der Regel ist ein mineralischer Korrosionsschutz aufzubringen. Die Entrostung muss dem Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 $\frac{1}{2}$  (ggf. PSa 2 $\frac{1}{2}$ ) gemäß DIN EN ISO 12944-4 entsprechen.

(4) Bei Verwendung von Epoxidharz darf der Beton damit nicht verunreinigt werden.

(5) Der erhärtete Korrosionsschutz muss dicht sein und die Bewehrung vollständig umhüllen.

(6) Das Aufbringen der nächsten Schicht darf erst nach Aushärtung des Korrosionsschutzes erfolgen.

### 2.4.4 Behandlung freiliegender Einbauteile

*Für Einbauteile sind in der Leistungsbeschreibung ggf. besondere Regelungen vorzusehen.*

### 2.4.5 Behandlung von Bewegungsfugen

(1) An den Fugenflanken sind jegliche Verunreinigungen, schadhafter Beton und alte Fugenfüllungen restlos zu entfernen.

(2) Ist die Breite der Fuge nicht ausreichend, sind die Fugenflanken unter Beachtung der Betondeckung parallel einzuschneiden. Die Fugenbreite ist auf die zu erwartenden Bewegungen abzustimmen. Sie muss jedoch mindestens 15 mm betragen.

### 2.4.6 Behandlung von Rissen

(1) Nach der Vorbereitung ist die Betonunterlage erneut im Hinblick auf Risse zu untersuchen. Diese sind zu dokumentieren.

(2) *Einzelne oberflächennahe Risse bis ca. 0,2 mm Breite sind im Allgemeinen unbedenklich und brauchen nicht behandelt zu werden. Die Risstiefe kann, sofern sie aus den Rissursachen nicht abschätzbar ist, durch Kernbohrungen kleineren Durchmessers ermittelt werden. Geht jedoch von oberflächennahen Rissen eine weitergehende Schädigung aus (z.B. Abbrechen der Rissränder), sind die Risse nach Abschnitt 5 zu behandeln.*

(3) Risse mit mehr als 0,2 mm Breite oder solche, die größere Querschnittsteile erfassen, sind nach Abschnitt 5 zu behandeln.

(4) Werden Risse festgestellt, die die Standsicherheit des Bauwerks gefährden können, ist der Auftraggeber zu benachrichtigen.

(5) Offene Arbeitsfugen sind wie Risse zu behandeln.

Tabelle 3.4.2: Verfahren für die Vorbereitung von Oberflächen

	Verfahren		Anwendungszweck					Anwendungsbereich	Anforderungen	Mindestumfang der Nachbearbeitung
	Art	Gerät, Material, Stoff	1	2	3	4	5			
1	Stemmen	Hammer von Hand	x	x	x			örtlich, für kleine Flächen	Beschädigungen des Betonstahls sind zu vermeiden; besondere Vorsicht bei Spanngliedern	Strahlen
		Meißel								
		Meißel Pressluft oder elektrisch								
		Nadelpistole	x	x			(x) g)			
2	Bürsten	rotierende Stahlbürste	x	x			(x) g)	Anwendungsbereich ist geräteabhängig		Säubern
3	Fräsen	Walzen-Fräse (z.B. Feinfräse mit 5 mm Meißelabstand oder Diamantfräse)	x	x k)	x k) l)			großflächige Abtragung auf waagerechten Oberflächen	Betonabtrag je Arbeitsgang ≤ 5 mm; höhen- gleiche Überlappungen der Fräsbahnen ≤ 5 cm; Einsatz eines elektronischen Messgerätes	Strahlen einschließlich unbehandelt verbliebener kleinerer Flächen
4	Schleifen	Schleifgerät	x	x				örtlich, für kleine Flächen		Säubern
5	Flammstrahlen	Gerät zur thermischen und mechanischen Behandlung b)	x	x				waagerechte und senkrechte Flächen	Gemäß DIN 32539, aber mit Geschwindigkeit ≥ 1,0 m/min und mechanischen Vortrieb	Säubern nach mechanischer Belastung
6	Staubfreies Strahlen	Gerät mit festen Strahlmittel bei gleichzeitigem Absaugen	x	x	(x) c)	x		geräteabhängig auf waagerechten und/oder senkrechten Flächen		
7a	Strahlen	Druckluftstrahlen mit festem Strahlmittel	x	x	(x) c)	x		waagerechte und senkrechte Flächen	Staubschutz erforderlich; Gefahrstoffverordnung beachten; Druckluft ölfrei d)	Säubern
7b		Nebelstrahlen	x	x	(x) c)	(x) h)		waagerechte und senkrechte Fläche	Staubschutz kann entfallen	Säubern
7c		Druckstrahlen mit Wasser-Sand-Gemisch und Feuchtstrahlen	x	x	(x) c)	(x) h)		waagerechte und senkrechte Flächen	Druckluft ölfrei d)	Säubern
7d		Druckwasserstrahlen (≥ 80 MPa)	x	x	(x) e)	(x) h)		waagerechte und senkrechte Flächen		Säubern
8a	Säubern	Abblasen mit Druckluft					x	vorzugsweise auf nicht waagerechten Flächen	Druckluft ölfrei d) Staubschutz erforderlich	
8b		Absaugen mit Industriesaugern					x	Regelverfahren auf großen waagerechten Flächen	Verwendete Sauger müssen Wasser und grobe Teile aufnehmen können	
8c		Wasserstrahlen, Dampfstrahlen, Heißwasserstrahlen	(x) f)				x	Entfernen von atmosphärischen Verunreinigungen auf der Betonunterlage		

**Anwendungszweck**

- 1 = Entfernen der Reste von Beschichtungen und Nachbehandlungsfilm sowie von oberflächigen Verunreinigungen
- 2 = Entfernen von Zementschlämmen und minderfesten Schichten
- 3 = Abtragen von schadhaftem Beton/Betonersatz sowie Freilegen der Bewehrung
- 4 = Entfernen von Rostprodukten an freiliegender Bewehrung und anderen Metallteilen
- 5 = Säubern der Betonunterlage von Wasser, Staub und losen Teilen

**Erläuterungen:**

- a) Gefahr der tiefergreifenden Zerstörung des Betons
- b) Die thermisch geschädigten Bereiche des Betons sind zu entfernen.

- c) Der Grad des Betonabtrags ist abhängig vom Druck und von der Art und Menge des Strahlmittels
- d) Ölfrei: Die eingesetzten Baukompressoren müssen Ölauscheider mit einem nachgewiesenen Wirkungsgrad von höchstens 0,01 ppm Restölgehalt haben.
- e) Der Grad des Betonabtrags ist druckabhängig.
- f) Die Reste von Beschichtungen können nicht immer entfernt werden.
- g) Nicht für zu beschichtende Bewehrung und andere Metallteile
- h) Ggf. trocken nachstrahlen
- k) Der Abtrag von höchstens 5 mm ist unbedingt einzuhalten, da bei größerem Abtrag eine tiefergehende Zerstörung des Betons wahrscheinlich ist.
- l) Nicht zum Freilegen der Bewehrung

### 2.4.7 Säubern der Betonunterlage

(1) Jede vorbereitete Betonunterlage ist unmittelbar vor dem Aufbringen einer nachfolgenden Lage oder Schicht von Staub und losen Teilen zu säubern. Wasser ist zu entfernen.

(2) Beim Absaugen mit Staubsaugern dürfen nur Industriesauger eingesetzt werden, die auch Flüssigkeiten und grobe Teile aufnehmen können.

(3) Beim Abblasen mit Druckluft sind nur Baukompressoren nach der Tabelle 3.4.2 zugelassen, d.h. ölfrei mit Staubschutz.

### 2.5 Prüfung der Abreißfestigkeit

(1) Die Abreißfestigkeit der Betonunterlage ist im Rahmen der Eigenüberwachung im Beisein des Auftraggebers nach Teil 1 Abschnitt 3 zu ermitteln. Die Ergebnisse sind dem Auftraggeber vorzulegen.

(2) Auf Betonfahrbahnplatten sind nach der Vorbereitung je angefangene 1.000 m<sup>2</sup> Einbaufäche neun Abreißversuche durchzuführen. Erfolgt die Vorbereitung durch Stemmen, sind je angefangene 250 m<sup>2</sup> Gesamtfläche sechs Abreißversuche durchzuführen.

(3) Auf anderen Betonunterlagen als Betonfahrbahnplatten sind nach der Vorbereitung je angefangene 500 m<sup>2</sup> Einzelfäche sechs Abreißversuche durchzuführen.

(4) Die Prüfung der Abreißfestigkeit entfällt bei:

- einer Gesamteinbaufäche von höchstens 50 m<sup>2</sup> bei Leistungen nach den Nrn. 3 bis 7, wenn sich die Gesamteinbaufäche aus mehreren Einzelfächen zusammensetzt,
- einer Gesamteinbaufäche von Beschichtungen von höchstens 250 m<sup>2</sup>,
- Hydrophobierungen.

(5) Die Abreißversuche sind gleichmäßig über die Gesamteinbaufäche zu verteilen.

(6) Die Abreißfestigkeit der Betonunterlage muss den Werten der Tabelle 3.4.3 entsprechen.

**Tabelle 3.4.3:** Geforderte Abreißfestigkeiten der Betonunterlage (Mindestwerte)

	System	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Zulässiger kleinster Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]
1	Betonersatzsysteme	1,5	1,0
2a	Oberflächenschutzsysteme *)	OS-B	0,8
2b		OS-D (System ohne Feinspachtel)	1,0
2c		OS-C, OS-D, OS-E (Systeme mit Feinspachtel)	1,3
2d		OS-F	1,5

\*) Systembezeichnung siehe Nr. 8

(7) Werden Einzelwerte unterhalb des zulässigen kleinsten Einzelwertes gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu 1 m) festzustellen, ob es sich um Ausreißer handelt. Sind die zusätzlichen Werte einwandfrei, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Sind die zusätzlichen Werte ebenfalls kleiner als der zulässige kleinste Einzelwert, ist durch ein geeignetes Flächenraster der fehlerhafte Bereich einzugrenzen.

(8) Die Bewertung der Ergebnisse hat nach Teil 1 Abschnitt 3 zu erfolgen. Der Auftraggeber entscheidet über das weitere Vorgehen.

### 2.6 Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage

(1) Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(2) Die Feuchte der Betonunterlage ist mit dem CM-Gerät (siehe Anhang A) zu bestimmen.

### 2.7 Abrechnung

(1) Für die Vorbereitung der Betonunterlage ist die Abrechnungseinheit m<sup>2</sup> vorzusehen.

(2) Für das Vorbereiten von Bewegungsfugen, offenen Arbeitsfugen und Rissen ist die Abrechnungseinheit m vorzusehen.

(3) Für einen evtl. erforderlichen Korrosionsschutz der Bewehrung und anderer Metallteile kann auch die Abrechnung auf Nachweis vorgesehen werden.

## 2.8 Freigabe der Betonunterlage

Mit dem Aufbringen des vorgesehenen Betonerersatz- oder OS-Systems darf erst nach Freigabe der vorbereiteten Fläche durch den Auftraggeber begonnen werden.

(2) Betonkanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

## 3 Beton

### 3.1 Allgemeines

Der Baustoff ist Beton nach Abschnitt 1.

### 3.5.2 Betonunterlage

Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

### 3.2 Anwendung

(1) Mit Beton können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden, sofern die Einbaudicke mindestens 5 cm beträgt.

(2) An Betonunterseiten und auf stark geneigten Flächen ist wegen der ungünstigen Einbaumöglichkeiten in der Regel der Einsatz von Betonerersatzsystemen nach Nrn. 4, 5, 6 oder 7 angebracht.

### 3.5.3 Baustoffe

Alle erforderlichen Prüfzeugnisse und Zulassungen sind rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten dem Auftraggeber vorzulegen.

### 3.3 Baugrundsätze

#### 3.3.1 Allgemeines

(1) Die Schichtdicke beträgt mindestens 5 cm.

(2) Kann durch den Betonerersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40 \text{ mm}$ ) planmäßig nicht erreicht werden, soll ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 aufgebracht werden.

### 3.5.4 Einbau

(1) Insbesondere an senkrechten und stark geneigten Flächen muss die Schalung ausgesteift und dicht sein. Die Fuge zwischen Schalung und altem Beton ist besonders abzudichten.

(2) Ob im Betonerersatz aus statischen oder konstruktiven Gründen eine zusätzliche Bewehrung und / oder Verdübelung mit dem alten Beton notwendig wird, ist im Einzelfall zu entscheiden.

(3) Es ist eine Haftbrücke aus dickflüssigem Zementmörtel, aus PCC oder aus Epoxidharz aufzubringen.

(4) Sofern die Ausbildung der freiliegenden Bewehrung den Auftrag einer Haftbrücke verhindert, ist die Betonunterlage vor dem Einbau des Betons gemäß Absatz (5) vorzunässen.

(5) Die Betonunterlage muss vor dem Aufbringen einer Haftbrücke aus Zementmörtel oder aus PCC (beginnend etwa 24 h vorher) vorgehästet werden. Sie muss zur Zeit des Aufbringens der Haftbrücke matt feucht sein.

#### 3.3.2 Vorbereitung der Betonunterlage

Die Vorbereitung der Betonunterlage erfolgt gemäß Nr. 2.

(6) Eine Haftbrücke aus Zementmörtel ist einzubürsten.

### 3.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) PCC- und Epoxidharz-Haftbrücken müssen den Technischen Lieferbedingungen für Betonerersatzsysteme aus Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz (PCC) (TL BE-PCC) entsprechen.

(2) Haftbrücken aus Zementmörtel müssen aus Wasser und zu gleichen Gewichtsteilen aus Zementen gemäß Abschnitt 1 und Sand 0/2 mm bestehen.

(7) Das Auftragen von PCC oder Epoxidharz hat nach den Angaben zur Ausführung gemäß TL BE-PCC zu erfolgen.

(8) Der Beton ist auf die noch frische Haftbrücke einzubauen, d.h. sie darf oberflächlich nicht angetrocknet sein. Die Bearbeitungsabschnitte sind entsprechend zu wählen.

### 3.5 Ausführung

#### 3.5.5 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonerersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Der Beton ist gemäß Abschnitt 2 nachzubehandeln, jedoch mindestens 5 d.

#### 3.5.1 Allgemeines

(1) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

### 3.6 Qualitätssicherung

#### 3.6.1 Erstprüfung / Grundprüfung

(1) Die Erstprüfung ist nach Abschnitt 1 durchzuführen.

(2) Die Grundprüfung für PCC- und Epoxidharz-Haftbrücken ist gemäß TL BE-PCC durchzuführen.

#### 3.6.2 Überwachung der Stoffherstellung

(1) Für Beton gilt Abschnitt 1.

(2) PCC- und Epoxidharz-Haftbrücken müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung gemäß TL BE-PCC unterliegen.

#### 3.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Für Beton gilt Abschnitt 2.

(2) Die Anzahl der Probewürfel ist in Abhängigkeit von Art und Umfang der Baumaßnahme in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(3) Die Prüfung der Konsistenz ist bei jeder Mischung bzw. Transportbetonlieferung durchzuführen.

(4) Senkrechte Flächen und Unterseiten sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

## 4 Spritzbeton

### 4.1 Allgemeines

(1) Spritzbeton ist Beton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551. Spritzmörtel nach DIN EN 14487 kommt als Betonersatzsystem nicht zur Anwendung.

(2) Bei Einsatz im Spritzwasser- und Sprühnebelbereich muss der Spritzbeton mindestens die Anforderungen der Expositionsclassen XF2 und XD2 erfüllen. Für die Wahl der Betonausgangsstoffe und Grenzwerte der Betonzusammensetzung gilt Abschnitt 1.

(3) Eine Haftbrücke ist nicht erforderlich.

### 4.2 Anwendung

(1) Spritzbeton kann als Betonersatz nach Nr. 1.3 bei allen Betonbauteilen verwendet werden, mit Ausnahme von waagerechten oder schwach geneigten Flächen, die von oben angespritzt werden müssten (z.B. Oberseiten von Fahrbahnplatten der Brücken).

(2) Bei Bauteilen, die nicht vorwiegend ruhend

beansprucht werden, sind bei der Instandsetzung Verkehrsbeschränkungen (in der Regel LKW-Fahrverbot) zu veranlassen oder es sind besondere Eignungsprüfungen durchzuführen.

### 4.3 Baugrundsätze

(1) Es können sowohl Nass- als auch Trockenspritzverfahren angewendet werden.

(2) Rückprall darf in keinem Fall als Bestandteil des Bereitstellungsgemisches wiederverwendet werden. Die ordnungsgemäße Entsorgung des Rückpralls ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

(3) Schichtdicken von Spritzbeton sind der Tabelle 3.4.4 zu entnehmen.

(4) Bei Erhöhung der Betondeckung mit Schichtdicken von mindestens 5 cm ist eine verdübelte Bewehrung anzuordnen.

(5) Es darf nur Korrosionsschutz nach den Technischen Lieferbedingungen für im Spritzverfahren aufzubringende Betonersatzsysteme aus Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz (SPCC) (TL BE-SPCC) verwendet werden.

(6) Kann durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40 \text{ mm}$ ) planmäßig nicht erreicht werden, soll ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 aufgebracht werden.

Tabelle 3.4.4: Schichtdicken von Spritzbeton

Einsatzbereich	Schichtdicke [cm]
Ersatz von fehlendem oder geschädigtem Beton	≥ 3,0
Erhöhung der Betondeckung der Bewehrung bei Bauteilen mit nicht vorwiegend ruhender Belastung (z.B. Brückenüberbauten)	≥ 5,0
Erhöhung der Betondeckung der Bewehrung bei Bauteilen mit vorwiegend ruhender Belastung (z.B. Unterbauten von Brücken, Stützwänden)	≥ 3,0

### 4.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Es ist Zement nach DIN EN 197-1 oder nach DIN 1164-10 und -11 zu verwenden, wobei die Anwendungsbereiche nach Abschnitt 1 zu beachten sind.

(2) Es ist Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 zu verwenden. Darüber hinaus gilt Abschnitt 1 Nr. 3.1. Für Schichtdicken von weniger als 5 cm ist Gesteinskörnung mit einem Größtkorn bis zu 8 mm zu

verwenden, bei Schichtdicken von mindestens 5 cm darf das Größtkorn bis zu 16 mm betragen.

(3) Die Dicke der einzelnen Spritzlagen beträgt im Allgemeinen 2 cm bis 5 cm, mindestens jedoch das 3-fache des Größtkorns.

(4) Die Verwendung von Betonzusatzstoffen und -mitteln bedarf der vorherigen Zustimmung des Auftraggebers.

### 4.5 Ausführung

#### 4.5.1 Allgemeines

(1) Spritzbeton darf nur aufgebracht werden, wenn die Temperatur der Auftragsfläche mindestens 3 °C beträgt.

(2) Sind während der Ausführung Luft- und Bauteiltemperaturen unter 3 °C zu erwarten, sind die Arbeiten einzustellen oder besondere Maßnahmen zu ergreifen, die ein Absinken der Temperaturen unter diese Grenzwerte verhindern.

(3) Werden Spritzbetonarbeiten bei heißer Witterung durchgeführt, sind Vorkehrungen zu treffen, damit die Temperatur der Betonunterlage 25 °C nicht überschreitet.

#### 4.5.2 Anforderungen an das Personal

Es dürfen nur Düsenführer eingesetzt werden, die eine Prüfung erfolgreich abgelegt haben. Als Nachweis der Qualifikation des Düsenführers gilt bei inländischen Bietern die Bescheinigung des Ausbildungsbeirats „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (sog. Düsenführerschein), bei ausländischen Bietern ein gleichwertiger Qualifikationsnachweis.

#### 4.5.3 Baustoffe

Alle erforderlichen Nachweise sind rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten dem Auftraggeber vorzulegen.

#### 4.5.4 Betonunterlage

(1) Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

(2) Die Betonunterlage ist vor dem Aufbringen des Spritzbetons gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

(3) Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass bereits vorbereitete Flächen vor Auftrag des Spritzbetons nicht wieder verunreinigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Einflüsse aus Spritzarbeiten in benachbarten Arbeitsabschnitten.

#### 4.5.5 Einbau

(1) Die Bewehrung ist so zu befestigen, dass sie ihre Lage beibehält und beim Spritzen wenig federt.

(2) Bei größeren zeitlichen Abständen zwischen den einzelnen Spritzlagen sind temporäre, in der Regel wasserzuführende, Nachbehandlungsmaßnahmen durchzuführen. Ein Helligkeitsumschlag der jeweiligen Spritzbetonoberfläche von dunkel nach hell infolge Austrocknung darf zu keinem Zeitpunkt auftreten.

#### 4.5.6 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Spritzbetonflächen sind unmittelbar nach der Herstellung gemäß Abschnitt 2 nachzubehandeln, jedoch mindestens 5 d.

#### 4.5.7 Abreißfestigkeit

(1) Die Abreißfestigkeit zwischen der Betonunterlage und dem Spritzbeton muss im Mittel mindestens 1,5 N/mm<sup>2</sup> betragen, wobei Einzelwerte von 1,0 N/mm<sup>2</sup> an keiner Stelle der Einbaufäche unterschritten werden dürfen.

(2) Werden Einzelwerte von weniger als 1,0 N/mm<sup>2</sup> gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu 1 m) festzustellen, ob es sich um einen Ausreißer handelt. Sind die zusätzlichen Werte einwandfrei, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Bleibt der Wert bestehen, ist durch ein geeignetes Flächenraster der fehlerhafte Bereich einzugrenzen.

(3) Die Bewertung der Ergebnisse hat nach Teil 1 Abschnitt 3 zu erfolgen. Der Auftraggeber entscheidet über das weitere Vorgehen.

### 4.6 Qualitätssicherung

#### 4.6.1 Eignungsprüfung

(1) Die Eignungsprüfung ist nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 durchzuführen.

(2) Bei Änderungen der Ausgangsstoffe oder der Zusammensetzung des Spritzbetons, der Spritzeinrichtung oder der maßgeblichen Baustellenverhältnisse während des Bauablaufs sind neue Eignungsprüfungen durchzuführen.

#### 4.6.2 Überwachung des Bereitstellungsgemisches

Das Bereitstellungsgemisch muss einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremd-

überwachung gemäß DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 unterliegen.

### 4.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Die Ausführung muss einer Eigen- und Fremdüberwachung gemäß DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 unterliegen.

(2) Die fertiggestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(3) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene 250 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufläche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung muss im Beisein des Auftraggebers erfolgen.

## 5 Spritzmörtel / -beton mit Kunststoffzusatz (SPCC)

### 5.1 Allgemeines

(1) SPCC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz und ggf. dem Korrosionsschutz. Eine Haftbrücke ist nicht erforderlich.

(2) Ein SPCC-Betonersatzsystem darf nur mit zugehöriger und für den vorgesehenen Verwendungszweck geeigneter Spritzanlage angewendet werden.

### 5.2 Anwendung

(1) SPCC kann als Betonersatz innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 verwendet werden, mit Ausnahme von waagerechten oder schwach geneigten Flächen, die von oben gespritzt werden müssten (z.B. Oberseiten von Fahrbahnplatten der Brücken).

(2) In speziellen Anwendungsfällen können besondere Anforderungen an das Betonersatzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarenden Prüfungen nachzuweisen ist.

### 5.3 Baugrundsätze

(1) Es können sowohl Nass- als auch Trockenspritzverfahren entsprechend der Grundprüfung nach TL BE-SPCC angewendet werden.

(2) Rückprall darf in keinem Fall als Bestandteil des Bereitstellungsgemisches wiederverwendet werden. Die ordnungsgemäße Entsorgung des Rückpralls ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

(3) Die Schichtdicke beträgt mindestens 1 cm und höchstens 5 cm.

(4) Kann durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40$  mm) planmäßig nicht erreicht werden, soll ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 aufgebracht werden.

### 5.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Die Baustoffe und Baustoffsysteme müssen den TL BE-SPCC entsprechen.

(2) Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung muss auf die erforderliche Schichtdicke abgestimmt sein und darf höchstens 1/3 der Schichtdicke und/oder höchstens 8 mm betragen.

### 5.5 Ausführung

#### 5.5.1 Anforderungen an das Personal

Es gilt Nr. 4.5.2

#### 5.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des SPCC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen.

(2) Die Gebinde müssen nach TL BE-SPCC gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden. Wenn die Flüssigkomponente beim Nassspritzverfahren nicht in ganzen Gebinden zugegeben wird, sind geeignete Dosiereinrichtungen zum Abfüllen zu verwenden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

#### 5.5.3 Betonunterlage

(1) Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

(2) Die Betonunterlage ist vor dem Aufbringen des SPCC gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

(3) Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass bereits vorbereitete Flächen vor Auftrag des SPCC nicht wieder verunreinigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Einflüsse aus Spritzarbeiten in benachbarten Arbeitsabschnitten.

#### 5.5.4 Einbau der Bewehrung

Die Bewehrung ist so zu befestigen, dass sie ihre Lage beibehält und beim Spritzen wenig federt.

### 5.5.5 Schalung

Ist eine Schalung erforderlich, muss sie so ausgebildet werden, dass sie nicht federt und sich beim Spritzen kein Rückprall innerhalb der Schalung festsetzen kann.

### 5.5.6 Spritzen

(1) Die zulässigen Längen der Förderleitungen sind den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.

(2) Die Spritzdüse ist so zu führen, dass ein gut verdichteter Mörtel / Beton mit gleichmäßigem Gefüge bei geringem Rückprall entsteht, Spritzschatten vermieden und ggf. freiliegende Stahleinlagen ausreichend umhüllt werden.

(3) Die Dicke der einzelnen Spritzlagen ist den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.

### 5.5.7 Frischmörtelrohddichte

Die Frischmörtelrohddichte darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung höchstens um  $0,07 \text{ kg/dm}^3$  über- oder unterschreiten.

### 5.5.8 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Nachbehandlung ist nach Art und Dauer entsprechend den Angaben des Stoffherstellers in den Angaben zur Ausführung unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen, mindestens jedoch 3 d, durchzuführen.

### 5.5.9 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte ist an drei Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als  $0,04 \text{ kg/dm}^3$  unterschreiten.

### 5.5.10 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 5.6 Qualitätssicherung

### 5.6.1 Grundprüfung

Die Grundprüfung ist nach TL BE-SPCC durchzuführen.

### 5.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

SPCC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung gemäß TL BE-SPCC unterlie-

gen.

### 5.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer,
- Ü-Zeichen.

(2) Die Frischmörtelrohddichte ist je angefangene  $100 \text{ m}^2$  Einbaufläche, mindestens jedoch einmal je Arbeitstag, mit an der Einbaustelle hergestellten Proben gemäß TL BE-SPCC zu ermitteln.

(3) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.

(4) Beim Nassspritzverfahren ist beim Mischen der Komponenten die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung und die gleichmäßige Förderung sind zu überprüfen.

(5) Beim Trockenspritzverfahren sind die gleichmäßige Zusammensetzung des SPCC und die Förderung zur Auftragsfläche zu überprüfen.

(6) Die fertig gestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(7) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene  $250 \text{ m}^2$  Gesamteinbaufläche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.

(8) Die Trockenrohddichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

### 5.6.4 Kontrollprüfungen

Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens  $50 \text{ m}^2$  können die Kontrollprüfungen entfallen.

## 6 Zementmörtel / Beton mit Kunststoffzusatz (PCC)

### 6.1 Allgemeines

(1) PCC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz und in der Regel aus der Haftbrücke sowie ggf. dem Korrosionsschutz und dem Feinspachtel.

(2) Als PCC-Betonersatzsysteme dürfen nur solche verwendet werden, die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind.

### 6.2 Anwendung

(1) Mit PCC-Betonersatzsystemen können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden. Der Einbau kann auch unter dynamischer Beanspruchung erfolgen.

(2) Es werden folgende Anwendungsfälle unterschieden:

- PCC I  
waagerechte und schwach geneigte Oberseiten, dynamisch beansprucht (z.B. befahrbare Flächen unter Belägen),
- PCC II  
beliebige Lage der Auftragsfläche, dynamisch (z.B. Kappen, Brückenuntersichten) oder nicht dynamisch (z.B. Stützwände, Widerlager) beansprucht.

(3) In speziellen Anwendungsfällen können besondere Anforderungen an das Betonersatzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarende Prüfungen nachzuweisen ist.

### 6.3 Baugrundsätze

(1) Die Schichtdicke beträgt mindestens 1 cm und höchstens 5 cm.

(2) In besonderen Fällen (z.B. bei tieferen Ausbruchstellen) kann die Schichtdicke bis zu 10 cm betragen.

(3) Wenn durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40$  mm) planmäßig nicht erreicht werden kann, ist ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 erforderlich.

### 6.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Die Baustoffe und Baustoffsysteme müssen den TL BE-PCC entsprechen.

(2) Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung muss auf die erforderliche Schichtdicke abgestimmt sein und darf höchstens 1/3 der Schicht-

dicke und / oder höchstens 8 mm betragen.

## 6.5 Ausführung

### 6.5.1 Allgemeines

(1) Bei Verwendung einer Haftbrücke muss der Betonersatz auf die noch frische Haftbrücke aufgetragen werden. Die Haftbrücke darf oberflächlich nicht angetrocknet sein.

(2) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(3) Kanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

(4) Die Verdichtung hat bei PCC I in der Regel mit maschinellen Verdichtungsgeräten zu erfolgen.

### 6.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des PCC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen.

(2) Die Gebinde müssen nach TL BE-PCC gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden. Wenn die Flüssigkomponente nicht in ganzen Gebinden zugegeben wird, sind geeignete Dosiereinrichtungen zum Abfüllen zu verwenden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

### 6.5.3 Betonunterlage

(1) Bei Verwendung einer Epoxidharzhaftbrücke darf die Feuchte der Betonunterlage die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(2) Bei Verwendung einer PCC-Haftbrücke ist die Betonunterlage vor dem Aufbringen der Haftbrücke gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

### 6.5.4 Äußere Bedingungen

Epoxidharzhaftbrücken dürfen nur verarbeitet werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

### 6.5.5 Konsistenz

Die Konsistenz ist nach TL BE-PCC zu ermitteln. Das Ausbreitmaß darf nicht mehr als 15 % vom

zugehörigen Bezugswert der Angaben zur Ausführung abweichen.

### 6.5.6 Luftgehalt

(1) Der Luftgehalt des Frischmörtels ist gemäß TL BE-PCC zu ermitteln.

(2) Der Luftgehalt darf nicht mehr als 2 % absolut bzw. 50 % relativ (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend) vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung abweichen.

### 6.5.7 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Nachbehandlung ist nach Art und Dauer entsprechend den Angaben des Stoffherstellers in den Angaben zur Ausführung unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen, jedoch mindestens 3 d, durchzuführen.

### 6.5.8 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte ist an drei Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als  $0,04 \text{ kg/dm}^3$  unterschreiten.

### 6.5.9 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 6.6 Qualitätssicherung

### 6.6.1 Grundprüfung

Die Grundprüfung ist nach TL BE-PCC durchzuführen.

### 6.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

PCC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung gemäß TL BE-PCC unterliegen.

### 6.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,

– Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Bei Verwendung einer Epoxidharzhaftbrücke ist vom Auftragnehmer zur Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage ein CM-Gerät mit Zubehör vorzuhalten.

(3) Vom Frischmörtel / -beton sind je Arbeitstag eine Konsistenzprüfung und eine Prüfung des Luftgehalts gemäß TL BE-PCC durchzuführen.

(4) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage und der zu verwendenden Stoffe zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.

(5) Beim Mischen der Komponenten des PCC ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu überprüfen.

(6) Die instand gesetzten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(7) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene  $250 \text{ m}^2$  Gesamteinbaufläche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.

(8) Die Trockenrohddichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

### 6.6.4 Kontrollprüfungen

Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens  $50 \text{ m}^2$  können die Kontrollprüfungen entfallen.

## 7 Reaktionsharzmörtel / Reaktionsharzbeton (PC)

### 7.1 Allgemeines

(1) PC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz, der Haftbrücke und ggf. dem Korrosionsschutz.

(2) Als PC-Betonersatzsysteme dürfen nur solche verwendet werden, die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind.

## 7.2 Anwendung

(1) PC-Betonersatzsysteme sollen nur in Ausnahmefällen und nur bei kleinen Flächen (nicht größer als etwa 1 m<sup>2</sup>) angewendet werden, wenn bei Instandsetzungsmaßnahmen hydraulisch erhärtende Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen (z.B. aus Zeitgründen und bei zu geringer Schichtdicke).

(2) Mit PC-Betonersatzsystemen können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden. Der Einbau kann auch unter dynamischer Beanspruchung erfolgen.

(3) Es werden folgende Anwendungsfälle unterschieden:

- PC I  
waagerechte und schwach geneigte Oberseiten, dynamisch beansprucht (z.B. befahrbare Flächen unter Belägen),
- PC II  
beliebige Lage der Auftragsfläche, dynamisch (z.B. Kappen, Brückenuntersichten) oder nicht dynamisch (z.B. Stützwände, Widerlager) beansprucht.

## 7.3 Baugrundsätze

PC-Betonersatzsysteme können in Schichtdicken ab 5 mm ausgeführt werden.

## 7.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Die Baustoffe und Baustoffsysteme müssen den Technischen Lieferbedingungen für Betonersatzsysteme aus Reaktionsharzmörtel / Reaktionsharzbeton (PC) (TL BE-PC) entsprechen.

(2) Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung darf höchstens 1/3 der Schichtdicke und/oder höchstens 8 mm betragen.

## 7.5 Ausführung

### 7.5.1 Allgemeines

(1) Der Betonersatz ist auf die noch frische Haftbrücke aufzubringen.

(2) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(3) Kanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

### 7.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des PC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen.

(2) Die Gebinde müssen nach TL BE-PC gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde verwendet werden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

### 7.5.3 Betonunterlage

Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

### 7.5.4 Äußere Bedingungen

PC-Betonersatzsysteme dürfen nur verarbeitet werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

### 7.5.5 Witterungsschutz

PC-Betonersatzsysteme sind gemäß den Angaben zur Ausführung ausreichend lange gegen Nässe zu schützen.

### 7.5.6 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte ist an Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke nach den TL BE-PC zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als 0,04 kg/dm<sup>3</sup> unterschreiten.

### 7.5.7 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 7.6 Qualitätssicherung

### 7.6.1 Grundprüfung

Die Grundprüfung ist nach TL BE-PC durchzuführen.

### 7.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

PC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung gemäß TL BE-PC unterliegen.

### 7.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage und der zu verwendenden Stoffe zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.

(3) Beim Mischen der Komponenten des PC ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu überprüfen.

(4) Die instand gesetzten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(5) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene 50 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufläche mittels drei gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.

(6) Die Trockenrohddichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

#### 7.6.4 Kontrollprüfungen

Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens 10 m<sup>2</sup> können die Kontrollprüfungen entfallen.

## 8 Oberflächenschutzsysteme (OS)

### 8.1 Allgemeines

(1) Es werden folgende Arten von OS-Systemen unterschieden:

- Hydrophobierung (OS-A) und
- Beschichtungen (OS-B bis OS-F).

(2) Wegen der zeitlich begrenzten Wirksamkeit von OS-Systemen können diese nicht als gleichwertig gegenüber einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung angesehen werden.

(3) Anhang F enthält Hinweise zur Zertifizierung der Baustoffe und Baustoffsysteme.

### 8.2 Anwendung

#### 8.2.1 Allgemeines

(1) Es dürfen nur die in Tabelle 3.4.5 beschriebenen OS-Systeme für die jeweils zugeordneten Anwendungsbereiche verwendet werden.

(2) Ist mit einer Feuchteanreicherung hinter einer vorgesehenen Beschichtung zu rechnen, ist durch gesonderte Untersuchungen festzustellen, ob der Einsatz eines OS-Systems sinnvoll ist.

#### 8.2.2 Auswahl

(1) Bei der Auswahl von OS-Systemen sind insbesondere folgende Kriterien zu beachten:

- Funktion des Bauteils,
- Einwirkungsbereich von Tausalzen,
- mechanische Beanspruchung,
- Wasserdampfdurchlässigkeit,
- Rissüberbrückung,
- ggf. erforderliche AGS-Eigenschaften.

(2) Bei der Auswahl von OS-Systemen ist folgendes zu beachten:

a) Für Brückenuntersichten sind in der Regel Systeme OS-D bis OS-F nicht zu verwenden, da durch rissüberbrückende Beschichtungen die Kontrolle vorhandener Risse (Hinweise auf Schädigungen) nur eingeschränkt möglich ist.

b) Folgende OS-Systeme sind für den vorbeugenden Oberflächenschutz bevorzugt anzuwenden:

- Hydrophobierung (OS-A) oder
- Beschichtung (OS-B oder OS-C).

(3) Systeme mit ausreichender Wasserdampfdurchlässigkeit sind zu bevorzugen.

(4) Bauteile dürfen nicht allseitig mit Systemen beschichtet werden, die keine ausreichende Wasserdampfdurchlässigkeit aufweisen.

(5) In der Leistungsbeschreibung sind anzugeben:

- Systembezeichnung nach Tabelle 3.4.5,
- Einwirkungsbereich von Tausalzen (nur bei Systemen OS-C und OS-D) nach Nr. 1.3.2,
- Nachweis der Anforderung an Funktionalität für Anti-Graffiti-System.

Tabelle 3.4.5: Oberflächenschutzsysteme

Systembezeichnung	OS-A (OS 1) <sup>1)</sup>	OS-B (OS 2) <sup>1)</sup>	OS-C (OS 4) <sup>1)</sup>	OS-D I (OS 5b) <sup>1)</sup> OS-D II (OS 5a) <sup>1)</sup>	OS-E (OS 9) <sup>1)</sup>	OS-F (OS 11) <sup>1)</sup>
Kurzbeschreibung	Hydrophobierung	Beschichtung für nicht begehbare und befahrbare Flächen	Beschichtung mit erhöhter Dichtigkeit für nicht begehbare und befahrbare Flächen	Beschichtung mit mindestens geringer Rissüberbrückungsfähigkeit <sup>1)</sup> für nicht begehbare und befahrbare Flächen	Beschichtung mit erhöhter Rissüberbrückungsfähigkeit für nicht begehbare Flächen	Beschichtung mit erhöhter Rissüberbrückungsfähigkeit für begehbare und befahrbare Flächen
Anwendungsbereiche	Bedingter Feuchteschutz bei freibewitterten Betonflächen, z.B. Brücken-kappen	Freibewitterte Betonflächen mit ausreichendem Wasserabfluss	Freibewitterte Betonflächen	Freibewitterte Betonflächen. Geeignet für Bauteile mit oberflächennahen Rissen <sup>1)</sup>	Freibewitterte Betonflächen. Geeignet für Bauteile mit oberflächennahen Rissen und/oder Trennrissen	Freibewitterte Betonflächen. Geeignet für Bauteile mit oberflächennahen Rissen und/oder Trennrissen und planmäßiger mechanischer Beanspruchung <sup>2)</sup>
Bindemittelgruppen der hwO	Silan Siloxan	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Wasseremulgierte Epoxidharze Für Hydrophobierung Silan/Siloxan		I. Polymer/Zement-Gemisch II. Polymerdispersion	Polyurethan 2-K Polymethylmethacrylat mod. Epoxidharze Polymerdispersion	Polyurethan, 2-K Polymethylmethacrylat, mod. Epoxidharze, jeweils Aufbau a) oder b)
Aufbau	Hydrophobierung Keine filmbildenden Formulierung gen zulässig	1. Hydrophobierung 2. Ggf. Grundierung 3. Mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)	1. Feinspachtel <sup>3)</sup> 2. Ggf. Grundierung Mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)	I. 1. Ggf. Feinspachtel <sup>3)</sup> 2. Mind. zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) <sup>4)</sup> II. 1. Feinspachtel <sup>3)</sup> 2. I.d.R. Grundierung 3. Mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO) 4. Ggf. Deckschicht	1. Feinspachtel <sup>3)</sup> 2. I.d.R. Grundierung 3. Mind. zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) <sup>4)</sup> 4. Ggf. Deckschicht	a) 1. Grundierung 2. Elastische füllstofffreie Oberflächenschutzschicht, nicht abgestreut (hwO) 3. Verschleißfeste, gleichmäßig gefüllte Deckschicht <sup>5)</sup> , abgestreut (hwO) 4. Ggf. Deckversiegelung <sup>6)</sup> b) 1. Grundierung 2. Verschleißfeste, gleichmäßig gefüllte Oberflächenschutzschicht <sup>5)</sup> , abgestreut (hwO) 3. Deckversiegelung 4. Ggf. Abstreuerung und zweite Deckversiegelung

<sup>1)</sup> Mit entsprechendem Nachweis auch für Bauwerke mit Trennrissen.

<sup>2)</sup> Bei starkem innerstädtischen Fußgängerverkehr bestehen erhöhte Anforderungen an den Verschleiß (ggf. Abstreuerung aus Korund oder Chromerzschlacke erforderlich)

<sup>3)</sup> Dispersionsspachtel u.a. erfordern eine gesondert zu vereinbarende Prüfung.

<sup>4)</sup> Bei Spritzauftrag mehrlagig auch in einem Arbeitsgang

<sup>5)</sup> Nur durch Abstreuen gefüllte Schicht ist nur bei gelegentlichem Begang zulässig

<sup>6)</sup> Systeme mit Deckversiegelung sind ohne Versiegelung komplett zu prüfen, Griffigkeit, Verschleiß und Rissüberdeckung zusätzlich mit Versiegelung

<sup>7)</sup> Bezeichnung der OS-Systeme gemäß DATSb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

### 8.2.3 Farbpalette

(1) Für pigmentierte Beschichtungen sind nur anorganische Pigmente zu verwenden.

(2) Für die letzte Schicht von pigmentierten Beschichtungen sind nur folgende Farbtöne zu verwenden:

- RAL 1024 (ockergelb),
- RAL 3009 (oxidrot),
- RAL 6011 (resedagrün),
- RAL 7023 (betongrau),
- RAL 7032 (kieselgrau),
- RAL 9010 (reinweiß).

### 8.3 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Für OS-Systeme dürfen nur Baustoffe und Baustoffsysteme verwendet werden, die das CE-Zeichen gemäß DIN EN 1504-2 und ein Ü-Zeichen gemäß DIN V 18026 tragen.

(2) Hinweise zur Zertifizierung werden in Anhang F gegeben.

## 8.4 Ausführung

### 8.4.1 Allgemeines

(1) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber den Beginn und die Fertigstellung jedes Auftrags einer Hydrophobierung sowie jeder Lage einer Beschichtung anzuzeigen. Der Auftraggeber behält sich das Recht vor, jede Lage oder Schicht einzeln freizugeben.

(2) Sollen vor Beginn der Ausführung von OS-Systemen am Bauwerk, neben den in Nr. 8.4.6 geforderten, Vergleichsflächen angelegt werden (insbesondere bei OS-Systemen ohne Feinspachtel), ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

### 8.4.2 Baustoffe

(1) Der Auftragnehmer muss für alle Stoffe vor deren Applikation auf der Baustelle dem Auftraggeber ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen. Der Prüfumfang ist in der DIN V 18026 festgelegt. An der Liefercharge sind die Prüfungen A bis D durchzuführen. Die Anforderungen sind in der DIN V 18026 festgelegt.

(2) Das Abnahmeprüfzeugnis ist von einem von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten auszustellen und muss von einer anerkannten Prüfstelle bestätigt werden.

(3) Werden mehrere Chargen für den vorgesehenen Zweck gefertigt, sind die Prüfungen für das

Abnahmeprüfzeugnis an Proben aus jeder zweiten Charge durchzuführen.

(4) Bei einer Beschichtungsfläche von weniger als 5000 m<sup>2</sup> kann auf ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 verzichtet werden.

### 8.4.3 Betonunterlage

(1) Die Oberflächenbeschaffenheit der Betonunterlage muss das Aufbringen einer geschlossenen annähernd gleichmäßigen und fest haftenden Schicht ermöglichen.

(2) Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(3) Sind zum Aufbringen des OS-Systems Anforderungen an die Rautiefe gestellt, ist die Rautiefe bei waagerechten Oberseiten nach Teil 1 Abschnitt 3 zu bestimmen, bei senkrechten Flächen und Unterseiten z.B. durch Vergleichsmuster.

### 8.4.4 Äußere Bedingungen

(1) OS-Systeme dürfen nur aufgebracht werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

(2) Bei flüssigen Hydrophobierungen darf die Temperatur der Betonunterlage 8 °C nicht unterschreiten und 25 °C nicht überschreiten.

### 8.4.5 Einbauteile

Einbauteile (z.B. Fugenbänder, Fugenverguss) dürfen nicht durch Bestandteile der OS-Systeme beschädigt oder in ihren Eigenschaften verändert werden.

### 8.4.6 Hydrophobierung (OS-A)

(1) Flüssige Hydrophobierungen sind flutend, in der Regel in mehreren Arbeitsgängen, aufzubringen.

(2) Für Bauwerke mit einer Beschichtungsfläche von mindestens 500 m<sup>2</sup> sind vor der Hydrophobierung am Bauwerk in Abstimmung mit dem Auftraggeber Vergleichsflächen festzulegen und im Beisein des Auftraggebers zu hydrophobieren. Die Qualität der Hydrophobierung ist zu prüfen.

(3) An den hydrophobierten Vergleichsflächen kann die Qualität der Hydrophobierungen entsprechend Anhang B bestimmt werden.

### 8.4.7 Schichtdicke (OS-B bis OS-F)

(1) Die Mindestschichtdicke  $d_{\min}$  und die Maximal-

schichtdicke  $d_{max}$  der hwO werden je nach System nach DIN V 18026 angegeben.

(2) Um die Mindestschichtdicke sicher zu erzielen, sind für die Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften und Verarbeitungsverfahren Materialzuschläge notwendig.

(3) Bei Bestimmung der Schichtdicke durch Messung ist die Mindestschichtdicke der hwO bei 95 % der Messwerte zu erreichen. 5 % der Messwerte dürfen Minderdicken von bis zu  $0,7 d_{min}$  aufweisen. Die Maximalschichtdicke darf an keiner Stelle überschritten werden.

(4) Die bei der Messung entstandenen Fehlstellen sind zu überarbeiten.

(5) Bei der Bestimmung der Schichtdicke über den Verbrauch darf die ermittelte Schichtdicke  $d$  nicht kleiner als die Sollschichtdicke  $d_s$  und nicht größer als die Maximalschichtdicke  $d_{max}$  sein. Die Sollschichtdicke  $d_s$  ergibt sich aus der Summe von Mindestschichtdicke  $d_{min}$  und Schichtdickenzuschlag  $d_z$ . Für  $d_z$  sind pauschal  $60 \mu m$  anzusetzen.

#### 8.4.8 Abreißfestigkeit

(1) Die Abreißfestigkeit des OS-Systems muss Tabelle 3.4.6 entsprechen.

(2) Bei OS-Systemen mit Feinspachtel ist der Feinspachtel zusätzlich zu prüfen, und es sind die Werte der Tabelle 3.4.6 einzuhalten.

Tabelle 3.4.6: Abreißfestigkeiten (Mindestwerte)

System	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Kleinster Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]
OS-A	-	-
OS-B bis OS-D	0,8	0,5
OS-E	1,0	0,6
OS-F	1,5	1,0
Feinspachtel	1,3	0,8

#### 8.4.9 Witterungsschutz

OS-Systeme sind gemäß den Angaben zur Ausführung ausreichend lang gegen ungünstige Witterungseinflüsse zu schützen.

### 8.5 Qualitätssicherung

#### 8.5.1 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Aufbringen des OS-Systems ist an den gelieferten Stoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3

folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Müssen zur Herstellung des OS-Systems Komponenten auf der Baustelle gemischt werden, ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu prüfen.

(3) Der Verbrauch an Stoffen zur Herstellung von OS-Systemen ist für jeden Arbeitsabschnitt und jede Schicht gemäß Formblatt D 3.4.1 zu protokollieren.

(4) Die Prüfung der Schichtdicke ist im Beisein des Auftraggebers zum jeweils frühestmöglichen Zeitpunkt durchzuführen.

(5) Bei dem System OS-B und ggf. OS-C ist die Dicke der hwO je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch je abgeschlossener Tagesleistung, über die entsprechende Verbrauchsmenge nach Anhang D zu bestimmen. Die mittlere Auftragsschichtdicke muss gleich oder größer als die Sollschichtdicke sein.

(6) Die Dicke der hwO der Systeme OS-D bis OS-F ist je angefangene  $350 m^2$ , mindestens jedoch je abgeschlossene Tagesleistung, durch Messen der Schichtdicke an mindestens 40 gleichmäßig über die Fläche verteilten Stellen (bei Bohrkernentnahme an jeweils fünf Stellen von acht Bohrkernen) nach Anhang D zu ermitteln.

(7) Bei dem System OS-C ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen ob die Schichtdicke durch Messen (wie bei den Systemen OS-D bis OS-F) oder über die Verbrauchsmenge (wie bei dem System OS-B) zu prüfen ist. Das Verfahren zur Bestimmung der Schichtdicke der Systeme OS-D bis OS-F ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(8) Bei Hydrophobierungen ist für Beschichtungsflächen von mindestens  $500 m^2$  in Abstimmung mit dem Auftraggeber je angefangene  $100 m^2$  behandelte Fläche nach Ablauf der in den Angaben zur Ausführung angegebenen Wartezeit die Qualität der Hydrophobierung im Beisein des Auftraggebers an einer Messfläche zu prüfen. Messergebnisse sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(9) Die Prüfung der Qualität der Hydrophobierung kann nach Anhang B erfolgen. An der Messfläche sollte der Mittelwert der Messungen unter den gleichen Messbedingungen den auf der Vergleichsfläche gemessenen Wert um nicht mehr als 25 % überschreiten.

(10) Die Prüfung der Abreißfestigkeit des Feinspachtels ist im Beisein des Auftraggebers je angefangene 350 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufläche an einem Satz aus drei gleichmäßig über die Einbaufläche verteilten Stellen nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen.

### **8.5.2 Kontrollprüfungen**

Die Prüfung der fertigen Beschichtungen erfolgt nach Augenschein. Werden Abreißprüfungen durchgeführt, sind je angefangene 350 m<sup>2</sup> beschichteter Fläche an drei gleichmäßig über die Einbaufläche verteilten Stellen Einzelprüfungen der Abreißfestigkeit des fertigen OS-Systems nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen.

## Anhang A

### Bestimmung der Betonfeuchte nach der Carbid-Methode (CM-Gerät)

#### A 1 Beschreibung des Verfahrens

(1) Betonstücke werden in einer Mörserschale zerkleinert, abgesiebt und abgewogen. Die Einwaage wird zusammen mit einer definierten Menge Calciumcarbid (Glasampulle mit 5 g) in eine Druckflasche gegeben. Zusätzlich eingefüllte Stahlkugeln bewirken nach mehrmaligem, kräftigem Schütteln der Druckflasche die Zerstörung der Glasampulle. Die Vermischung von Prüfgut und Calciumcarbid ermöglicht die chemische Reaktion zwischen dem im Prüfgut vorhandenen Wasser und dem Calciumcarbid, so dass sich Acetylgas bildet. Der entstehende Gasdruck ist abhängig vom Feuchtegehalt des Probenmaterials und wird am Manometer abgelesen.

(2) Der dem abgelesenen Druck zuzuordnende Feuchtegehalt in Gew.-% ist aus den Tabellen A 3.4.2 bis A 3.4.4 zu entnehmen.

(3) Die Werte aus den Tabellen A 3.4.2 bis A 3.4.4 sind in Verbindung mit Druckflaschen zu verwenden, bei denen der Volumeninhalt 1 Liter entspricht. Bei Verwendung von Druckflaschen mit einem abweichenden Volumeninhalt ist das abweichende Druckverhältnis zu berücksichtigen.

#### A 2 Geräte und Hilfsmittel

Folgende Geräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- CM-Druckflasche mit Manometer,
- Elektronische Waage (Wägegenauigkeit 0,1 g),
- Analysensieb mit 2 mm Maschenweite (DIN ISO 565),
- Mörserschale (mit Manschette gegen Wegspringen des Prüfgutes),
- Stahlkugeln, Calciumcarbid-Ampullen, Stoppuhr,
- Hammer und Meißel und
- sonstiges Zubehör.

#### A 3 Durchführung

Die einzelnen Arbeitsschritte sind:

- Mit Hammer und Meißel Bruchstücke aus dem zu untersuchenden Beton bis zu einer Tiefe von ca. 2 cm lösen (ca. 100 bis 150 g, vgl. Tabelle A 3.4.1).
- Mit Hammer die Bruchstücke in der Mörserschale zerkleinern (dabei einzelne Gesteinskörner nicht zerschlagen).
- Probenmaterial über Analysensieb absieben.
- Erforderliche Einwaage (siehe Tabelle A 3.4.1) auf der elektronischen Waage abwiegen.
- Zuerst Stahlkugeln, dann die Einwaage verlustfrei in die Druckflasche geben.
- Unter leichter Neigung der Druckflasche eine Ampulle Calciumcarbid vorsichtig in die Flasche gleiten lassen.
- Deckel mit Manometer auf die Flasche setzen und mit Spannhebeln verschließen. Diese Vorgänge sind zur Vermeidung von Feuchteveränderungen zügig durchzuführen!
- Glasampulle durch kräftiges kreisendes Schütteln (mind. 1 min) der Druckflasche zertrümmern.
- Das kräftige kreisende Schütteln ist alle 5 min bis zur Endablesung zu wiederholen.
- Aus den Tabellen A 3.4.2 bis A 3.4.4 den zum abgelesenen Druck zugeordneten Feuchtegehalt in Abhängigkeit von Einwaage und Größtkorn ermitteln.
- Nach Versuche Druckflasche vorsichtig öffnen (Achtung Druck!) und Acetylgas entweichen lassen (Achtung! Kein offenes Feuer!).
- Inhalt vorsichtig ausschütten (Achtung! Ätzkalk und Glassplitter!) und Flasche mit trockener Flaschenbürste säubern.
- Stahlkugeln mit trockenem Tuch reinigen. Deckel mit Manometer an der Unterseite (Gummidichtung) säubern.

Tabelle A 3.4.1: Erforderliche Einwaage

Geschätzter Feuchtegehalt [Gew.-%]	Erforderliche Einwaage [g]	
	Größtkorn Bis 4 mm	Größtkorn > 4 mm
1,0 bis 2,5	50	50
3,0 bis 5,0	20	20
5,5 bis 7,0	20	10
>7,0	10	10

## **A 4 Besondere Fehlerquellen**

- Es können folgende Fehler auftreten:
- Temperatur der Druckflasche weicht stark von der Umgebungstemperatur ab.
- Druckflasche ist nicht gasdicht verschlossen (z.B. beschädigte Dichtung, Materialreste unter der Gummidichtung).
- Calciumcarbid-Ampulle bereits vor dem Einbringen undicht (hellbraune Verfärbung).

**Tabelle A 3.4.2:**  
Druck bei Größtkorn bis 4 mm

Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 50 g			Feuchtegehalt [Gew.-%]
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	—	0,330	1,0
—	—	0,495	1,5
—	—	0,655	2,0
—	—	0,820	2,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 20 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	0,380	0,390	3,0
—	0,500	0,510	3,5
—	0,615	0,625	4,0
—	0,735	0,745	4,5
—	0,855	0,865	5,0
—	0,970	0,980	5,5
—	1,090	1,100	6,0
—	1,325	1,335	7,0
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 10 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
0,825	0,830	0,895	8,0

**Tabelle A 3.4.3:**  
Druck bei Größtkorn bis 8 mm

Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 50 g			Feuchtegehalt [Gew.-%]
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	—	0,335	1,0
—	—	0,510	1,5
—	—	0,685	2,0
—	—	0,860	2,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 20 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	0,405	0,415	3,0
—	0,550	0,560	3,5
—	0,690	0,700	4,0
—	0,835	0,845	4,5
—	0,975	0,985	5,0
—	1,120	1,130	5,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 10 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
0,475	0,480	0,485	5,5
0,530	0,535	0,540	6,0

**Tabelle A 3.4.4:**  
Druck bei Größtkorn größer 8 mm

Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 50 g			Feuchtegehalt [Gew.-%]
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	—	0,340	1,0
—	—	0,605	1,5
—	—	0,870	2,0
—	—	1,130	2,5
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 20 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
—	0,580	0,585	3,0
—	0,750	0,755	3,5
—	0,915	0,925	4,0
—	1,085	1,095	4,5
—	1,255	1,270	5,0
Druck <sup>1)</sup> [bar] bei Einwaage 10 g			
nach 15 min	nach 20 min	nach 25 min	
0,715	0,725	0,730	5,5
0,845	0,850	0,855	6,0

<sup>1)</sup> 1 bar entspricht 100 kPa

## Anhang B

### Bestimmung der Qualität von Hydrophobierungen

#### B 1 Anwendung

Das Verfahren kann an waagerechten, geneigten und vertikalen Flächen angewendet werden.

#### B 2 Beschreibung des Verfahrens

(1) Dem Messverfahren liegt das physikalische Prinzip des Stromtransports in elektrolytischen Lösungen zugrunde.

(2) Zur Messung werden spezielle Messgeber auf der Betonoberfläche angebracht, die unter definierten Bedingungen Elektrolytflüssigkeit (in der Regel Kalkwasser) an den Beton abgeben. Die Art der Geber und ihre Anbringung richtet sich nach der Lage der Betonfläche im Raum (Oberseite, Unterseite, vertikale Fläche).

(3) Durchbricht die Elektrolytflüssigkeit die hydrophobierte Schicht des Betons, fließt ein Strom, der mit dem Messgerät aufgenommen wird. Die aufgenommenen Messwerte hängen nur von der Größe und Anzahl der in der hydrophobierten Zone im Bereich der Messflächen enthaltenen Fehlstellen ab. Messwerte sowie Lage und Form der ggf. zusätzlich ermittelten Messwert-Zeit-Kurve sind charakteristisch für die Hydrophobierungsqualität.

#### B 3 Hydrophobierungsprüfgerät

(1) Zum Hydrophobierungsprüfgerät gehören jeweils mindestens vier Messgeber für waagerechte und vertikale Flächen sowie sonstiges Zubehör zur Reinigung der Betonoberfläche, zum Anbringen der Geber und zur Durchführung der Messungen.

(2) Bezugsquellen für das Gerät können bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) erfragt werden.

#### B 4 Durchführung

Die Prüfung hat mit jeweils vier Gebern auf einer vorbereiteten Messfläche von 40 x 40 [cm] und entsprechend der Betriebsanleitung für das Hydrophobierungsprüfgerät zu erfolgen. Dabei ist insbesondere zu beachten:

- Reinigung der Betonoberfläche im Bereich der Messfläche mit einer Waschlösung etwa innerhalb einer Minute. Danach sofortiges und sorgfältiges Abspülen der Waschlösung und Abtrocknen mit Zellstoff.
- Ausreichendes Füllen der Geber mit Elektrolytflüssigkeit, Kontrolle der Messkette und korrektes Aufsetzen bzw. Anbringen der Geber.
- Durchführung der Messung. Während der Messung dürfen die Geber weder angefasst noch bewegt werden. Die Ablesung der Messwerte hat nach 15 bzw. 60 min zu erfolgen. Die Messdaten sind auf dem beigefügten Formblatt B 3.4.1 zu protokollieren.
- Die Einzelmesswerte werden nach 15 min abgelesen, und es wird der Mittelwert berechnet. Überschreitet der Mittelwert nicht den Grenzwert für 15 min, ist die Messung abgeschlossen.
- Wird der Grenzwert für 15 min überschritten, sind die Messwerte nach 60 min aufzunehmen und es ist der Mittelwert zu berechnen.

#### B 5 Auswertung

(1) Die Messungen sind auf dem Formblatt B 3.4.1 auszuwerten. Dazu sind die je Messfläche aufgenommenen vier Messwerte der Einzelmessungen (dimensionslos) sowie der daraus berechnete Mittelwert einzutragen.

(2) Der berechnete Mittelwert ist dem einzuhaltenden Grenzwert gegenüberzustellen.

(3) Der einzuhaltende Grenzwert nach 15 min ist:

- 150 bei waagerechter Lage der Geber (rechteckige Geber) oder
- 300 bei senkrechter Lage der Geber (runde Geber).

(4) Überschreitet der berechnete Mittelwert den Grenzwert nach 15 min nicht, ist die Messung abgeschlossen und die ausreichende Qualität der Hydrophobierung nachgewiesen.

(5) Wird der Grenzwert überschritten, sind die Messwerte 60 min nach Beginn der Messung aufzunehmen. Der einzuhaltende Grenzwert nach 60 min ist:

- 230 bei waagerechter Lage der Geber (rechteckige Geber) oder
- 460 bei senkrechter Lage der Geber (runde Geber).

(6) Überschreitet der berechnete Mittelwert den Grenzwert nach 60 min nicht, ist die ausreichende Qualität der Hydrophobierung nachgewiesen.

Formblatt B 3.4.1

<b>Hydrophobierungsmessung</b>		Seite	
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)	
Bauabschnitt			
Auftraggeber		Bauwerksname	
Auftragnehmer		oben unten	
Betoniert am..... (nur Jahr und Monat) Hydrophobiert am .....mit .....(Produkt) geprüft am..... durch .....Fa. .... Geberlage    senkrecht <input type="checkbox"/> waagerecht <input type="checkbox"/> Elektrolyt. Kalklauge <input type="checkbox"/> Sonstiges <input type="checkbox"/> Wetterlage In der letzten Woche vor der Prüfung .....im allgemeinen trocken <input type="checkbox"/> feucht <input type="checkbox"/> .....°C Wetter bei der Prüfung .....    im allgemeinen feucht <input type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> .....°C Betonoberfläche    rau <input type="checkbox"/> eben <input type="checkbox"/> offenporig <input type="checkbox"/> dicht <input type="checkbox"/> Lage Messort 1 ..... Lage Messort 2 ..... Lage Messort 3 ..... Lage Messort 4 .....			
<b>Messort 1</b>		<b>Messort 2</b>	
Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....		Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....	
Messwert nach 15 min ...../...../...../.....		Messwert nach 15 min ...../...../...../.....	
Mittelwert nach 15 min .....		Mittelwert nach 15 min .....	
Messwert nach 60 min ...../...../...../.....		Messwert nach 60 min ...../...../...../.....	
Mittelwert nach 60 min .....		Mittelwert nach 60 min .....	
bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
<b>Messort 3</b>		<b>Messort 4</b>	
Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....		Kontrollwert vor .....nach der Prüfung.....	
Messwert nach 15 min ...../...../...../.....		Messwert nach 15 min ...../...../...../.....	
Mittelwert nach 15 min .....		Mittelwert nach 15 min .....	
Messwert nach 60 min ...../...../...../.....		Messwert nach 60 min ...../...../...../.....	
Mittelwert nach 60 min .....		Mittelwert nach 60 min .....	
bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		bestanden ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	
<b>Forderung aus 8.5.1 (9)</b>		<b>Beispiel</b>	
Mittelwert Vergleichsfläche .....		Mittelwert Vergleichsfläche	= 180
Zuschlag 25% .....		Zuschlag 25%	= 45
Bezugswert (Mittelwert der Messfläche) .....		Bezugswert (Mittelwert der Messfläche)	≤ 225



## Anhang D

### Bestimmung der Schichtdicken von Oberflächenschutzsystemen

#### D 1 Anwendung

(1) Die nachfolgend beschriebenen Verfahren dienen der Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten (hwO) der Systeme OS-B bis OS-F gemäß Tabelle 3.4.5.

(2) Die Angaben beziehen sich immer auf die Trockenschichtdicke der hwO. Die Kontrolle der Schichtdicken auf der Baustelle erfolgt je nach System entweder nach Verbrauch oder durch direkte Messung.

#### D 2 Bestimmung der Trockenschichtdicke durch Messung

##### D 2.1 Allgemeines

(1) Die Messung der Trockenschichtdicke bedingt eine örtlich begrenzte Zerstörung der Oberflächenschutzschicht. Es können folgende Verfahren angewendet werden:

- Differenzdickenmessung in Anlehnung an DIN 50933,
- Keilschnitt-Verfahren nach DIN 50986,
- Messung an Bohrkernen.

(2) Die Mindest- bzw. Maximalschichtdicken der hwO ergeben sich für jedes OS-System nach unterschiedlichen Kriterien. Die Dicken sind im Rahmen der Grundprüfung von der Prüfstelle festzulegen.

##### D 2.2 Differenzdickenmessung

(1) Die Messung erfolgt durch Durchstechen der Oberflächenschutzschicht mit einer Messsonde.

(2) Das Messverfahren muss eine Messgenauigkeit von 10 µm erlauben. Geeignet ist z.B. ein im Bild D 3.4.1 dargestelltes Schichtdickenprüfgerät.

(3) Das Gerät ist vor jeder Messreihe auf einer ebenen Glasplatte zu justieren. Die Messung ist senkrecht zur Beschichtungsoberfläche durchzuführen. Mit hervorstehender Nadelspitze ist das Gerät mit mäßigem Druck in die Oberflächenschutzschicht bis zu einem spürbaren Widerstand einzustecken. Anschließend wird die kreisförmige Aufstandsfläche des Gerätes vorsichtig auf die

Oberflächenschutzschicht gesetzt und die Schichtdicke an der Messuhr abgelesen.

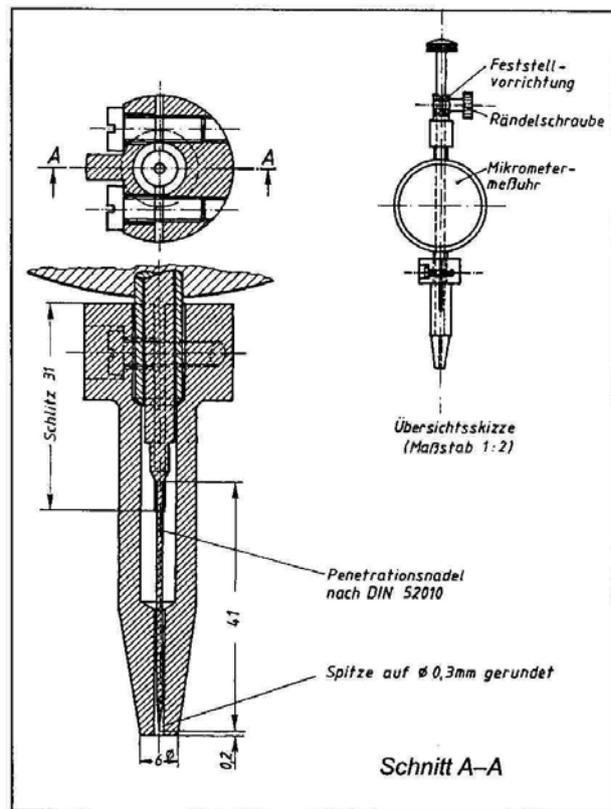


Bild D 3.4.1: Schichtdickenprüfgerät der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

##### D 2.3 Keilschnitt-Verfahren

Die Oberflächenschutzschicht wird mit einer Schneidvorrichtung unter einem vorgegebenen Winkel eingeschnitten, die Projektion der Schnittflanke mit einem Messmikroskop gemessen und die Schichtdicke trigonometrisch berechnet. Die Durchführung erfolgt nach DIN 50986.

##### D 2.4 Messung an Bohrkernen

Die Messung an Bohrkernen erfolgen an 8 gleichmäßig über die Fläche entnommenen Bohrkernen (Durchmesser höchstens 50 mm). Durch den Bohrvorgang örtlich eingetretene Veränderungen der Schichtdicke sind zu beachten und ggf. durch geeignete Maßnahmen zu entfernen. Die Schichtdicke wird an fünf gleichmäßig verteilten Stellen mit Hilfe einer Messlupe oder eines Messmikroskops bestimmt.

##### D 2.5 Auswertung

Jede Prüfung ist entsprechend Formblatt D 3.4.2, Formblatt D 3.4.3 bzw. Formblatt D 3.4.4 auszuwerten.

## **D 3 Bestimmung der Schichtdicke über die Verbrauchsmenge**

### **D 3.1 Beschreibung und Durchführung des Verfahrens**

(1) Über die Verbrauchsmenge kann nur eine über die Fläche gemittelte Schichtdicke bestimmt werden. Aussagen über die Gleichmäßigkeit der Schichtdicke sind nicht möglich.

(2) Zu ermitteln ist die zu einer bestimmten Fläche  $A$  [m<sup>2</sup>] (z.B. Tagesleistung) zugehörige Verbrauchsmenge  $M_v$  [kg]. Mit den in den Angaben zur Ausführung enthaltenen Angaben über die Dichte des flüssigen Stoffes  $\rho_{fl}$  [g/cm<sup>3</sup>] und dem Festkörpervolumen  $FV$  [%] ergibt sich die mittlere Auftragsschichtdicke  $d$  [µm] zu

$$d = \frac{M_v * FV * 10}{\rho_{fl} * A} \text{ [µm]}.$$

### **D 3.2 Auswertung**

(1) Jede Prüfung ist entsprechend Formblatt D 3.4.5 auszuwerten.

(2) Die Sollschichtdicke ergibt sich aus:

$$d_s = d_{min} + d_z \text{ [µm]}.$$

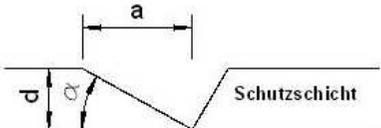
Für  $d_z$  sind pauschal 60 µm einzusetzen.





Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) durch Differenzdickenmessung				Seite										
Bauwerksnummer (ASB)		Baumaßnahme												
Bauabschnitt		Bauteil												
Auftragnehmer		Auftraggeber												
<b>Oberflächenschutzsystem</b>  <b>OS-</b>	Mindestschichtdicke $d_{min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$ $0,7 \cdot d_{min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$ Maximalschichtdicke $d_{max} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$		Messwerte und Auswertung											
			Mess- stellen	Schicht- dicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				Mess- stellen	Schicht- dicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>			
		a			b	c	d	a			b	c	d	
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)	Lage der einzelnen Messstellen je Prüfung		1					21						
			2					22						
			3					23						
			4					24						
			5					25						
			6					26						
			7					27						
			8					28						
			9					29						
			10					30						
			11					31						
			12					32						
			13					33						
			14					34						
			15					35						
			16					36						
			17					37						
			18					38						
			19					39						
			20					40						
			Summe (1-20)						Summe (21-40)					
Prüfung Nr.  Prüfungsdatum  Fertigstellungsdatum des Prüfgutes			Name des Prüfgutes		Beauftragte Firma									
Unterschriften														
----- Prüfer			----- Auftragnehmer		----- Auftraggeber									
							<sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$ b: $d_{min} > d \geq 0,7 \cdot d_{min}$ c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$ d: $d > d_{max}$				Soll Gesamtsumme $a \geq 38$ Gesamtsumme $b \leq 2$ Gesamtsumme $c = 0$ Gesamtsumme $d = 0$			

## Formblatt D 3.4.3

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) mit dem Keilschnittverfahren						Seite																					
Bauwerksnummer (ASB)			Baumaßnahme																								
Bauabschnitt			Bauteil																								
Auftragnehmer			Auftraggeber																								
Oberflächenschutzsystem <b>OS-</b>			Mindestschichtdicke $d_{\min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$		Messwerte und Auswertung																						
			$0,7 \cdot d_{\min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$		Messstellen	Schichtdicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				Messstellen	Schichtdicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>														
			Maximalschichtdicke $d_{\max} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$				a	b	c	d			a	b	c	d											
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)			Lage der einzelnen Messstellen je Prüfung siehe Formblatt 3.4.2			1					21																
Größe der zugeordneten Prüffläche			 <table border="1" data-bbox="1030 622 1232 798"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th><math>\tan \alpha</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>45°</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>26,6°</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>21,8°</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>5,7°</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>4,3°</td> <td>0,075</td> </tr> </tbody> </table> <p> <math>d = a \cdot \tan \alpha</math>            a Projektion der Schnittkante  <math>\alpha</math> Schnittwinkel         </p> <p>Eine Prüfung je angefangenen 350 m<sup>2</sup> mindestens jedoch je Tagesleistung</p>			$\alpha$	$\tan \alpha$	45°	1	26,6°	0,5	21,8°	0,4	5,7°	0,1	4,3°	0,075	2					22				
$\alpha$	$\tan \alpha$																										
45°	1																										
26,6°	0,5																										
21,8°	0,4																										
5,7°	0,1																										
4,3°	0,075																										
Länge l	m		3						23																		
Breite b	m		4						24																		
Fläche	m <sup>2</sup>		5						25																		
Prüfgerät			6						26																		
Prüfung Nr.	Name des Prüfgutes	Beauftragte Firma	7						27																		
Prüfungsdatum			8						28																		
Fertigstellungsdatum des Prüfgutes			9						29																		
Unterschriften			10						30																		
			11						31																		
			12						32																		
			13						33																		
			14						34																		
			15						35																		
			16						36																		
			17						37																		
			18						38																		
			19						39																		
			20						40																		
			Summe (1-20)							Summe (21-40)																	
			<sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen a: $d_{\max} \geq d \geq d_{\min}$ b: $d_{\min} > d \geq 0,7 \cdot d_{\min}$ c: $d < 0,7 \cdot d_{\min}$ d: $d > d_{\max}$				Soll Gesamtsumme a $\geq 38$ Gesamtsumme b $\leq 2$ Gesamtsumme c = 0 Gesamtsumme d = 0																				
	Prüfer	Auftragnehmer	Auftraggeber																								

<b>Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) an Bohrkernen</b>				Seite																																																																
Bauwerksnummer (ASB)		Baumaßnahme																																																																		
Bauabschnitt		Bauteil																																																																		
Auftragnehmer		Auftraggeber																																																																		
<b>Oberflächenschutzsystem</b>  <b>OS-</b>	Mindestschichtdicke $d_{min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$		Messwerte und Auswertung																																																																	
	$0,7 \cdot d_{min} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$		Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				Messstellen	Schichtdicke d [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>																																																									
Maximalschichtdicke $d_{max} =$ <input type="text"/> $\mu\text{m}$		a			b	c	d	a			b	c	d																																																							
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggfs. in Zeichnung eintragen)	Lage der einzelnen Bohrkern je Prüfung				<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern I</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern I	1						2						3						4						5					<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern V</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern V	1						2						3						4						5				
Bohrkern I	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Bohrkern V	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Größe der zugeordneten Prüffläche Länge l <input type="text"/> m Breite b <input type="text"/> m Fläche <input type="text"/> m <sup>2</sup>	Je Bohrkern fünf Messungen gleichmäßig verteilt an der Mantelfläche Eine Prüfung je angefangene 350 m <sup>2</sup> mindestens jedoch je Tagesleistung		<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern II</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern II	1						2						3						4						5					<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern VI</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern VI	1						2						3						4						5						
Bohrkern II	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Bohrkern VI	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Prüfgerät	Name des Prüfgutes		Beauftragte Firma		<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern III</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern III	1						2						3						4						5					<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern VII</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern VII	1						2						3						4						5				
Bohrkern III	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Bohrkern VII	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Prüfung Nr. Prüfungsdatum Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Name des Prüfgutes		Beauftragte Firma		<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern IV</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern IV	1						2						3						4						5					<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bohrkern VIII</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		Bohrkern VIII	1						2						3						4						5				
Bohrkern IV	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Bohrkern VIII	1																																																																			
	2																																																																			
	3																																																																			
	4																																																																			
	5																																																																			
Unterschriften			<sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">a: <math>d_{max} \geq d \geq d_{min}</math></td> <td style="width: 50%; border: none;">Soll <math>\sum a \geq 38</math></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">b: <math>d \geq 0,7 \cdot d_{min}</math></td> <td style="border: none;"><math>\sum b \leq 2</math></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">c: <math>d &lt; 0,7 \cdot d_{min}</math></td> <td style="border: none;"><math>\sum c = 0</math></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">d: <math>d &gt; d_{max}</math></td> <td style="border: none;"><math>\sum d = 0</math></td> </tr> </table>				a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$	Soll $\sum a \geq 38$	b: $d \geq 0,7 \cdot d_{min}$	$\sum b \leq 2$	c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$	$\sum c = 0$	d: $d > d_{max}$	$\sum d = 0$																																																						
a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$	Soll $\sum a \geq 38$																																																																			
b: $d \geq 0,7 \cdot d_{min}$	$\sum b \leq 2$																																																																			
c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$	$\sum c = 0$																																																																			
d: $d > d_{max}$	$\sum d = 0$																																																																			
----- Prüfer	----- Auftragnehmer	----- Auftraggeber																																																																		

Formblatt D 3.4.5

<b>Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) über die Verbrauchsmenge</b>					Seite																																																
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>			<b>Baumaßnahme</b>																																																		
<b>Bauabschnitt</b>			<b>Bauteil</b>																																																		
<b>Auftragnehmer</b>			<b>Auftraggeber</b>																																																		
Oberflächenschutzsystem  <b>OS-</b>	Mindestschichtdicke $d_{min} =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span> Maximalschichtdicke $d_{max} =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span>  (Sofern die Angaben zur Ausführung keine Angaben zum Zuschlag $d_z$ enthalten, ist $d_z = 60 \mu\text{m}$ anzusetzen.)		Sollschichtdicke  $d_s = d_{min} + d_z =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span> $d_z = 60$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span>																																																		
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggf. in Zeichnung eintragen)	Festkörpervolumen $FV =$ <span style="float: right;">%</span> Dichte des flüssigen Stoffes $\rho_{fl} =$ <span style="float: right;"><math>\text{g/cm}^3</math></span> (entsprechend Angaben zur Ausführung)		$\frac{FV \cdot 10}{\rho_{fl}} =$		Eine Prüfung je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch je Tagesleistung																																																
	$d = \frac{M_v \cdot FV \cdot 10}{A \cdot \rho_{fl}} \quad [\mu\text{m}] \geq d_s$ $M_v$ Verbrauchsmenge [kg] $A$ zugehörige Fläche [m <sup>2</sup> ]		Mittlere Auftragsschichtdicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]																																																		
Größe und Daten der zugeordneten Prüfflächen																																																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Prüfung Nr.</th> <th>Länge [m]</th> <th>Breite [m]</th> <th>Fläche [m<sup>2</sup>]</th> <th>Fertigstellungsdatum des Prüfgutes</th> <th>Prüfdatum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Prüfung Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfdatum	1						2						3						4						5						6						7					
Prüfung Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfdatum																																																
1																																																					
2																																																					
3																																																					
4																																																					
5																																																					
6																																																					
7																																																					
			Name des Prüfgutes		Beauftragte Firma																																																
Unterschriften																																																					
..... Prüfer		..... Auftragnehmer		..... Auftraggeber																																																	

**Formblatt E 3.4.1**

<b>Frischmörtelrohddichte SPCC</b>							Seite		
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>				<b>Baumaßnahme</b>					
<b>Bauabschnitt</b>				<b>Bauteil</b>					
<b>Auftragnehmer</b>				<b>Auftraggeber</b>					
Prüfgut	Prüfdatum zugeordnete Fläche								
Hersteller	Durchführung an gespritzten Proben; Spritzpfanne 46 cm * 46 cm * 4 cm								
Chargen-Nr.	Häufigkeit: mindestens 1x je Arbeitstag; 1 x je angefangene 100 m <sup>2</sup> Über- oder Unterschreitung des Bezugwertes der Angaben zur Ausführung höchstens 0,07 kg/dm <sup>3</sup>								
Prüfdatum	Mischung Nr.	Gewicht Spritzpfanne		Volumen [dm <sup>3</sup> ]	Mörtelgewicht [kg]	Rohddichte [kg/dm <sup>3</sup> ]			
		leer [kg]	voll [kg]			Ist	Soll	Abweichungen	zulässig ± 0,07 kg/dm <sup>3</sup>
	1								
	2								
	3								
	Soll ± 0,07 kg/dm <sup>3</sup>								
Unterschriften									
----- Prüfer			----- Auftragnehmer			----- Auftraggeber			

## Formblatt E 3.4.2

Prüfung am Frischmörtel PCC								Seite					
Bauwerksnummer (ASB)				Baumaßnahme									
Bauabschnitt				Bauteil									
Auftragnehmer				Auftraggeber									
PCC		Prüfdatum											
Material		Mischungsverhältnis Trockenkomponente : Wasser = 1 : _ _ _											
		Mischdauer _ _ _ sec											
Hersteller		Konsistenz		Ausbreitmaß mit Hubtisch gemäß DIN 18555; Ausbreittisch nach DIN EN 1015-3 (Glasplatte d = 30 cm) 15 Hubschläge Häufigkeit: 1 x je Arbeitstag; Abweichungen vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung höchstens 15%									
Chargen-Nr.		Luftgehalt		Messung nach dem Druckausgleichsverfahren nach DIN 18555 (LP-Topf); Prüfgerät mit Druckkammer und 1 dm <sup>3</sup> Probenbehälter; Verdichtung im Vibrationsverfahren; Häufigkeit: 1x je Arbeitstag Abweichungen vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung höchstens 2% absolut bzw. 50% relativ									
Prüfdatum		Mischung Nr.		Konsistenz [mm]				Luftgehalt [Vol.-%]					
				Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	zulässig ≤ 15%	Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	zulässig ≤ 2% abs. / ≤ 50% rel.		
zugeordnete Fläche		1											
		2											
		3											
Unterschriften		-----				-----				-----			
		Prüfer				Auftragnehmer				Auftraggeber			

<sup>1)</sup> Sollwert gemäß Angaben zur Ausführung

## Formblatt E 3.4.3

Bestimmung der Trockenrohddichte SPCC, PCC, PC							Seite
Bauwerksnummer (ASB)			Baumaßnahme				
Bauabschnitt			Bauteil				
Auftragnehmer			Auftraggeber				
SPCC, PCC, PC	Prüfdatum						
Prüfgut	Bemerkungen						
Hersteller Chargen-Nr.	Mörteltemperatur / Untergrundtemperatur						
zugeordnete Fläche	Prüfung an SPCC, PCC, PC Durchführung nach DIN 52170 $r_t = m_t / V$ Trocknung bei 110°C bis zur Gewichtskonstanz, Volumenbestimmung durch Tauchwägung Proben: Scheiben aus Bohrkernen der Abreißprüfung, Durchmesser = 50 mm, Dicke mindestens 15 mm Häufigkeit: 1x je Satz Abreißprüfung, mindestens 3x je Bauwerk Unterschreitung des Bezugswertes aus den Angaben zur Ausführung höchstens 0,04 kg/dm <sup>3</sup>						
Prüfdatum	Mischung Nr.	Volumen [dm <sup>3</sup> ]	Masse [kg]	Trockenrohddichte [kg/dm <sup>3</sup> ]			
				Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	Unterschreitung ≤ 0,04 kg/dm <sup>3</sup>
SPCC	1						
PCC	2						
PC	3						
Nicht betroffene Produkte streichen							
Unterschriften							
-----		-----		-----			
Prüfer		Auftragnehmer		Auftraggeber			

<sup>1)</sup> Sollwert gemäß Angaben zur Ausführung



## Anhang F

### Hinweise zur Zertifizierung

#### F 1 Allgemeines

##### F 1.1 Zusammensetzung der Stoffe

- (1) Alle Stoffe müssen mindestens 6 Monate lagerfähig sein.
- (2) Die vom Hersteller angegebene Sollfüllmenge darf um nicht mehr als 3 % über- oder unterschritten werden.

##### F 1.2 Lieferform und Verpackung

- (1) Alle Stoffe sind werksmäßig abgepackt und in eindeutig gekennzeichneten Verpackungseinheiten zu liefern.
- (2) Die Stoffe müssen so verpackt sein, dass schädigende äußere Einflüsse bis zur Verarbeitung verhindert werden.
- (3) Die Lieferung muss in aufeinander abgestimmten Gebinden erfolgen, deren Inhalt in einem Arbeitsgang gemischt werden kann.
- (4) Großgebinde dürfen verwendet werden, wenn mit einer Dosiereinrichtung die Entnahme aufeinander abgestimmter Teilmengen sicher gestellt ist.

##### F 1.3 Angaben auf der Verpackung bzw. dem Beipackzettel

Auf der Verpackung ist anzugeben:

- Bezeichnung des Schutz- und Instandsetzungssystems nach diesem Abschnitt,
- Handelsname des Schutz- und Instandsetzungssystems und seiner Komponenten,
- Name und Anschrift des Herstellers,
- Angabe des Herstellerwerkes,
- Chargennummer, Herstellungsdatum und Lagerungsdauer oder Verfallsdatum,
- CE-Kennzeichnung sowie Übereinstimmungszeichen
- Hinweis auf Lagerungsbedingungen,
- Sollfüllmenge in kg bzw. l,
- bei mehrkomponentigen Stoffen, Angabe der zugehörigen Komponente(n) und des Mischungsverhältnisses (ggf. min / max Flüssigkeitszugabemenge),
- besondere Verarbeitungsbedingungen,

- Grenztemperaturen und ggf. Grenzfeuchte für die Verarbeitung und
- Gefahrenkennzeichnung gemäß Sicherheitsdatenblatt.

#### F 2 Oberflächenschutzsysteme

##### F 2.1 Zusammensetzung der Stoffe

- (1) Siehe F 1.1
- (2) Es sind nur anorganische Pigmente zu verwenden.
- (3) Für den Feinspachtel und OS-D I müssen Zement nach DIN EN 197 und Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 verwendet werden.
- (4) Verschleißschichten von OS-F-Systemen müssen geeignete Füllstoffe und anorganische Abstreumaterialien enthalten.

##### F 2.2 Lieferform und Verpackung

Siehe F 1.2

##### F 2.3 Angaben auf der Verpackung bzw. dem Beipackzettel

Die Stoffe sind durch die Angaben in F 1.3 sowie nachstehende Angaben auf der Verpackung zu kennzeichnen:

- CE-Kennzeichnung (nach DIN EN 1504-2) sowie Übereinstimmungszeichen (nach DIN V 18026),
- Hinweis auf die Angaben zur Ausführung,
- zu verwendende Feinspachtel und
- Größtkorn bei OS-D.

##### F 2.4 Prüfungen

- (1) Soll der Feinspachtel im Verbund mit einem PCC verwendet werden, ist zusätzlich die Verbundkörperprüfung auf Abreißfestigkeit nach Temperatur-Wechsel-Beanspruchung durchzuführen.
- (2) Abweichend von DIN V 18026 hat die Applikation bei  $T_{\min} = 8 \text{ °C}$  für die Prüfungen der Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung im Vergleich zur unbehandelten Probe zu erfolgen und anschließend sind nach der Applikation der letzten Lage / Schicht die Probekörper 2 d bei  $T_{\min} = 8 \text{ °C}$  und anschließend 12 d im Laborklima vor der Witterungsprüfung zu lagern.

(3) Die Prüfung erfolgt jeweils für das System mit dem Farbton RAL 7032 – kieselgrau.

(4) Systeme mit Deckversiegelung sind ohne Versiegelung zu prüfen. Griffigkeit, Verschleiß und Rissüberbrückung sind zusätzlich mit Versiegelung zu prüfen.

(5) Wenn ein OS-B bis OS-E zusätzlich die Anforderung der TL AGS – Beton hinsichtlich der Funktionalität erfüllen soll, ist wie folgt zu verfahren: Die Funktionalität wird an den Prüfkörpern gemäß DIN EN 13687-1 und -2 nach 12-monatiger Freibewitterung und vor der Bestimmung der Temperaturwechselverträglichkeit bestimmt. Für die Anforderungen an die Abreißfestigkeiten gelten die Anforderungen der Tabelle 3.4.6; OS-A müssen vollständig den TL AGS – Beton entsprechen.

(6) Die Prüfung der Funktionalität für AGS ist von einer anerkannten Prüfstelle durchzuführen.

### **F 2.5 Aufnahme in die Zusammenstellung der zertifizierten Oberflächenschutzsysteme**

(1) Zur Aufnahme in die bei der BAST zu führende „Zusammenstellung der zertifizierten Oberflächenschutzsysteme“ ist vom Hersteller:

- eine Kopie des Übereinstimmungszertifikates, gemäß DIN V 18026,
- die ausgefüllte Anlage A, gemäß DIN V 18026,
- die ausgefüllte Anlage B, gemäß DIN V 18026 und
- die Leistungserklärung gemäß BauPVO

einzureichen.

(2) In der „Zusammenstellung der zertifizierten Oberflächenschutzsysteme“ kann ein OS-System mit dem Zusatz „Nachweis der Anforderung an Funktionalität für Anti-Graffiti-Systeme gemäß TL AGS – Beton erbracht“ versehen werden, wenn vom Hersteller der Prüfbericht nach den TP AGS – Beton eingereicht wird.

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

# **ZTV-ING**

### **Teil 3 Massivbau**

### **Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen**

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

---

Inhalt	Seite	Seite	
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	8.2 Anwendung .....	10
1.1 Grundsätzliches .....	3	8.3 Polyurethan .....	11
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	8.4 Ausführung .....	11
<b>2 Bauprodukte und Bauarten</b> .....	4	8.5 Prüfungen .....	11
2.1 Baugrundsätze .....	4	<b>9 Tränkung (T)</b> .....	11
2.2 Rissfüllstoff .....	4	9.1 Allgemeines .....	11
2.3 Ausführung .....	5	9.2 Anwendung .....	11
2.3.1 Allgemeines .....	5	9.3 Ausführung .....	112
2.3.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal .....	5	9.4 Prüfungen .....	12
2.3.3 Angaben zur Ausführung .....	5	<b>Anhang A</b> Erläuterungen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen .....	13
2.3.4 Grundsätzliches zur Ausführung von Injektionsarbeiten .....	5	<b>Anhang B</b> Formblatt B 3.5.1 Sammelblatt Abschlussbericht .....	19
2.3.5 Abschlussbericht .....	6	Formblatt B 3.5.2 Allgemeine Angaben .....	20
<b>3 Qualitätssicherung</b> .....	6	Formblatt B 3.5.3 Tagesprotokoll .....	21
3.1 Allgemeines .....	6	Formblatt B 3.5.4 Riss-Protokoll-Nr. ....	22
3.2 Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile ...	6	<b>Anhang C</b> Formblatt C 3.5.1 Ausgeführte Füllungen von Rissen in Betonbauteilen (Anlage zum Bauwerksbuch) .....	23
3.3 Überwachung der Ausführung .....	6	<b>Anhang D</b> Anordnung von Packern .....	24
3.3.1 Eigenüberwachung .....	6	<b>Anhang E</b> Hinweise zur Zertifizierung .....	25
3.3.2 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle .....	7		
3.3.3 Kontrollprüfungen .....	8		
<b>4 Abrechnung</b> .....	8		
<b>5 Abnahme</b> .....	8		
<b>6 Injektion mit Epoxidharz (EP-I)</b> .....	8		
6.1 Allgemeines .....	8		
6.2 Anwendung .....	8		
6.3 Ausführung .....	9		
6.4 Prüfungen .....	9		
<b>7 Injektion mit Zementleim (ZL-I) oder Zementsuspension (ZS-I)</b> .....	9		
7.1 Allgemeines .....	9		
7.2 Anwendung .....	9		
7.3 Zementleim und Zementsuspension .....	10		
7.4 Ausführung .....	10		
7.5 Prüfungen .....	10		
<b>8 Injektion mit Polyurethan (PUR-I)</b> .....	10		
8.1 Allgemeines .....	10		

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 3 Abschnitt 5 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) *Oberflächennahe, vor allem netzartige, größere Flächen erfassende Risse, können bei Rissbreiten bis ca. 0,2 mm auch nach Teil 3, Abschnitt 4 behandelt werden.*

(3) *Dieser Abschnitt kann je nach Stoff spezifischen Anwendungsbedingungen auch für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen angewendet werden, die während der Ausführung der Arbeiten aus Verkehr dynamisch beansprucht werden. Im Einzelfall können Verkehrsbeschränkungen erforderlich sein.*

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Arbeitsabschnitt

In einem Arbeitsabschnitt wird eine gleichartige Arbeit von einer Kolonne nach gleicher Vorgehensweise ohne nennenswerte Unterbrechung durchgeführt.

#### (2) Angaben zur Ausführung

Verbindliche Anweisung für die Ausführung der Arbeiten gemäß der DIN V 18028, Anhang A.

#### (3) Begrenzt dehnfähige Verbindung/Füllung

Ist eine dehnfähige Verbindung deren Verformungseigenschaften vom Rissfüllstoff bestimmt werden.

#### (4) Einkomponentige Injektion

Der aus den Komponenten fertig gemischte Rissfüllstoff wird vom Injektionsgerät unter Druck zum Packer gefördert.

#### (5) Feinstzement

Zement hergestellt mit 95 % Korngrößenanteilen  $\leq 16 \mu\text{m}$ .

#### (6) Füllart

Es wird zwischen Injektion (I) und Tränkung (T) unterschieden.

#### (7) Rissfüllstoff (Füllgut)

Stoffgemisch zum Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen, in der Regel bestehend aus:

- Epoxidharz (EP)
  - Komponente A: Harz
  - Komponente B: Härter
- Zementleim (ZL)
  - Komponente A: Zement, Zusatzstoffe
  - Komponente B: Wasser, ggf. demineralisiert, ggf. Zusatzmittel

Komponente C: ggf. weitere Zusatzmittel

- Zementsuspension (ZS)
  - Komponente A: Feinstzement, Zusatzstoffe
  - Komponente B: Wasser, ggf. demineralisiert, ggf. Zusatzmittel
  - Komponente C: ggf. weitere Zusatzmittel

- Polyurethan (PUR)
  - Komponente A: polyolhaltig
  - Komponente B: isocyanathaltig

#### (8) Hohlräume

Verursacht durch mangelhafte Verdichtung, Entmischung (Grobkornanreicherungen) und/oder Auswaschungen im Betongefüge.

#### (9) Injektion (I)

Füllen von Rissen und Hohlräumen unter Druck über Packer.

#### (10) Injektionsdruck

Nennwert des Förderdrucks, mit dem der Rissfüllstoff zum Packer gefördert wird.

#### (11) Injektionsgerät

Gerät zum Füllen von Rissen. Für eine einkomponentige Injektion besteht es aus Druckerzeuger, Materialbehälter, Transportschlauch und Anschlussstück zum Packer. Für eine zweikomponentige Injektion kommen Dosier- und Mischeinrichtung hinzu.

#### (12) Injektionsschlauch

Mit Austrittsöffnungen versehener Schlauch, der der Förderung und Injektion von Rissfüllstoff in Arbeitsfugen dient.

#### (13) Injektionsverfahren

Umfasst

- Injektionsgerät,
- ggf. Anlage(n) zur Herstellung des Rissfüllstoffes als Stoffgemisch,
- Packer, ggf. Injektionsschlauch,
- ggf. Verdämmung.

#### (14) Kraftschlüssige Verbindung/Füllung

Eine zug- und druckfeste Verbindung mit vom Rissfüllstoff abhängigen Festigkeitseigenschaften.

#### (15) Packer

Übergangsstück zwischen Injektionsgerät und Bauteil, befestigt auf der Bauteiloberfläche (Klebpacker) oder in Bohrlöchern (Bohrpacker), mit Ventil versehen.

#### (16) Riss, Rissarten

Trennung im Betongefüge und in Fugen. Es wird zwischen oberflächennahen Rissen und Trennrissen unterschieden:

- Oberflächennahe Risse erfassen nur geringe

Querschnittsteile und sind häufig netzartig ausgebildet.

- Trennrisse erfassen wesentliche Teile des Querschnitts (z.B. Zugzone, Steg) oder den Gesamtquerschnitt.

#### (17) Rissbreite

Abstand der Rissufer senkrecht zum Rissverlauf.

#### (18) Rissbreitenänderung

Die Rissbreiten können sich über die Zeit ändern. Wiederkehrende Änderungen können

- kurzzeitig (z.B. infolge von Verkehrslasten),
- täglich (z.B. infolge von Sonneneinstrahlung),
- langfristig (z.B. jahreszeitlich meteorologisch bedingt)

auftreten.

#### (19) Rissflanken

Die Begrenzungsflächen des Risses.

#### (20) Rissufer

Die Schnittlinie von Bauteiloberfläche und der Rissflanke.

#### (21) Rissursachen

Beanspruchungen aus Lasten, Zwang und/oder Eigenspannungen, welche zur Überschreitung der örtlichen Zugfestigkeit des Betons führen.

#### (22) Tränkung (T)

Füllen von Rissen ohne Druck.

#### (23) Verdämmung

Abdichtung von Rissen auf der vorbereiteten Bauteiloberfläche, die das Auslaufen von Rissfüllstoff verhindert.

#### (24) Zustand von Rissen/Rissufern/Rissflanken

Angaben über Feuchte, Verschmutzungen und/oder Aussinterungen im Riss.

#### (25) Zweikomponentige Injektion

Die Einzelkomponenten des Rissfüllstoffes werden in einem an den Packer unmittelbar angeschlossenen Mischkopf gemischt.

## 2 Bauprodukte und Bauarten

### 2.1 Baugrundsätze

(1) Die Füllart und der verwendete Rissfüllstoff sind abhängig von Mindestrissbreiten auf der Bauteiloberfläche. Beim Füllen von Hohlräumen gilt diese Bedingung sinngemäß.

(2) Eine Injektion von Hohlräumen setzt für den Rissfüllstoff die Durchgängigkeit des Schadensbe-

reichs im Betongefüge voraus.

(3) Durch Tränkung können mit geeignetem Rissfüllstoff Risse in oberflächennahen Bereichen gefüllt werden. Mit dieser Füllart lassen sich Risse auf waagerechten bzw. wenig geneigten Flächen von oben schließen.

(4) Der Einsatz von Injektionsschläuchen ist eine Vorsorgemaßnahme. Sie ersetzt in keinem Fall die fachgerechte Ausbildung von Arbeitsfugen und/oder Anordnung von Fugendichtungsbändern oder -blechen. Der Injektions Schlauch darf als vorbeugende Maßnahme nur zur Behebung etwaiger Mängel in kritischen Betonierbereichen vorgesehen werden. Der Rissfüllstoff wird im Regelfall erst bei einer auftretenden Undichtheit injiziert.

(5) Der Injektions Schlauch ist Bestandteil des Injektionsverfahrens. Es dürfen nur Injektionsschläuche verwendet werden, deren Eignung durch eine hierfür anerkannte Prüfstelle nachgewiesen ist.

(6) Zur Abdichtung von Arbeitsfugen mit Injektionsschläuchen dürfen nur die Rissfüllstoffe EP, PUR und ZS eingesetzt werden.

(7) Injektionen von undichten Press- bzw. Blockfugen sind Sondermaßnahmen und bedürfen der besonderen Planung.

### 2.2 Rissfüllstoff

(1) Es dürfen nur Rissfüllstoffe und zugehörige Injektionssysteme nach Nrn. 6 bis 9 verwendet werden, die der DIN V 18028 entsprechen und die in der von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) geführten Zusammenstellung der zertifizierten Rissfüllstoffe und zugehörigen Injektionsverfahren enthalten sind.

(2) Der Auftragnehmer muss für alle Stoffe vor deren Applikation auf der Baustelle dem Auftraggeber ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen. Der Prüfumfang und die Anforderungen sind in der DIN V 18028 festgelegt. Die zulässigen Abweichungen sind in der DIN V 18028, festgelegt.

(3) Das Abnahmeprüfzeugnis ist von einem von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten auszustellen und muss von einer anerkannten Prüfstelle bestätigt werden.

(4) Werden mehrere Chargen für den vorgesehenen Zweck gefertigt, sind die Prüfungen für das Abnahmeprüfzeugnis an Proben aus jeder zweiten Charge durchzuführen.

(5) Die Leistungserklärung gemäß BauPVO ist vorzulegen.

(6) Für Bauwerke mit einer Risslänge unter 1000 m kann auf ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 verzichtet werden.

(7) Angaben über Baustoffe sowie über Hilfsstoffe

und Hilfsmittel sind im Baustoff- bzw. Bieterangabenverzeichnis zu fordern.

## 2.3 Ausführung

### 2.3.1 Allgemeines

(1) Vor Beginn der Bauausführung hat der Auftragnehmer das ausführende und überwachende Fachpersonal in die Angaben zur Ausführung einzuweisen.

(2) Bei der Vorbereitung der Betonunterlage für das Verdämmen und die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes von oberflächennahem beschädigtem Beton gelten die Regelungen im Abschnitt 4.

(3) *Der Feuchtezustand ist gemäß Tabelle A 3.5.1 zu benennen und hinsichtlich des zulässigen Anwendungsbereiches gemäß Tabelle A 3.5.2 unmittelbar vor der Ausführung zu überprüfen.*

(4) *Müssen die Arbeiten bei ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt werden, sind Schutzeinrichtungen gemäß Teil 6 Abschnitt 3 vorzusehen.*

(5) Die Injektionsstelle muss zugänglich sein.

(6) Das Füllen von Rissen und Hohlräumen darf nur innerhalb Rissfüllstoff spezifischer Anwendungsbedingungen ausgeführt werden, deren Einhaltung durch Messungen zu kontrollieren ist.

### 2.3.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal

(1) Bei Arbeiten mit Kunststoffen oder Kunststoff modifizierten Baustoffen muss eine vom Auftragnehmer benannte, sachkundige Fachkraft z.B. der Kolonnenführer nachweislich eine Prüfung über den Umgang mit diesen Baustoffen erfolgreich abgelegt haben. Dies ist:

- bei inländischen Bietern durch eine Bescheinigung des Ausbildungsbeirats „Schutz und Instandsetzung im Betonbau“ beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (SIVV-Schein)
- bei ausländischen Bietern durch einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis

zu belegen.

(2) Ein Nachweis der Einweisung in das angewendete Injektionsverfahren ist vorzulegen.

(3) Die sachkundige Fachkraft muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.

(4) *Bei besonders schwierigen oder für die Dauerhaftigkeit des Bauteils wichtigen Arbeiten, insbesondere bei Spannbetonbauwerken und statisch relevanten Arbeiten, kann es erforderlich sein,*

*zusätzliche Qualifikationsnachweise für die sachkundige Fachkraft und weiteres Personal in Form von Referenzen über entsprechende ausgeführte Arbeiten oder in Form von Nachweisen über besondere fachgewerkliche Schulungen zu fordern. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

### 2.3.3 Angaben zur Ausführung

Das Füllen von Rissen und Hohlräumen muss nach den Angaben zur Ausführung gemäß DIN V 18028 erfolgen.

### 2.3.4 Grundsätzliches zur Ausführung von Injektionsarbeiten

(1) Das Füllen von Rissen ist so durchzuführen, dass das Entweichen von Wasser und/oder Luft im Zuge der Injektion sichergestellt ist.

(2) Die Anordnung von Packern richtet sich nach Anhang D. Größere Abstände als nach Anhang D sind nicht zulässig.

(3) An dickeren Bauteilen mit wesentlich größeren erforderlichen Wirkungszonen der Packer, als es dem Grenzwert gemäß Anhang D entspricht, ist bei Verwendung der Klebepacker nur Rissfüllstoff mit einer den längeren erforderlichen Injektionszeiten entsprechenden Temperatur abhängigen Verarbeitbarkeitsdauer einzusetzen. Ggf. sind bauwerksspezifische Eignungsprüfungen durchzuführen.

(4) Die Anordnung von Packern zum Füllen von Hohlräumen richtet sich nach der Geometrie der Schadstelle. Sie kann in Anlehnung an Anhang D festgelegt werden. Bei Gefügeschäden mit nicht bestimmbarer Verteilung im Beton sind die Packer in einem der Schadensart entsprechend gewählten Raster anzuordnen.

(5) Bei der Verwendung von Bohrpäckern ist sicherzustellen, dass tragende Bewehrung durch die Herstellung von Bohrlöchern nicht beschädigt wird. Bei Injektion von dickwandigen Bauteilen über Bohrpacker sind diese in Bohrlöchern zu befestigen, die die Rissflanke, von der Bauteiloberfläche gemessen, in unterschiedlichen Tiefen kreuzen. Die Anordnung der Bohrpacker richtet sich dann sinngemäß nach Anhang D. Falls Bohrkanaldurchmesser abweichend von der Eignungsprüfung eingesetzt werden sollen, sind bauwerksspezifische Eignungsnachweise zu erbringen. Bei Bohrlöchern ist die Durchgängigkeit des Bohrlochs ggf. durch Reinigungsmaßnahmen sicherzustellen.

(6) Bohrpacker sind zu entfernen.

(7) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob Bohrpacker, bei denen ein Teil im Bauwerk verbleib, verwendet werden sollen..*

(8) Verbleibende Teile von Bohrpäckern müssen aus nichtrostenden Werkstoffen bestehen. Diese

Anforderung gilt auch für Klebepacker, sofern sie nach Abschluss der Arbeiten auf der Bauteiloberfläche verbleiben sollen.

(9) Falls eine Verdämmung auf der Bauteiloberfläche vorgesehen ist, muss sie so sorgfältig erfolgen, dass die Injektion ohne Unterbrechungen infolge von Leckagen durchgeführt werden kann. Geeignete schnellhärtende Reparaturmaterialien für Leckstellen müssen stets vorgehalten werden.

(10) *Eine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Bauteiloberfläche ist, sofern erforderlich, in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(11) Der Injektionsdruck ist Rissfüllstoff spezifisch und Füllart spezifisch gemäß den Angaben zur Ausführung zu begrenzen.

(12) Bei einkomponentigen Injektionen dürfen Teilmengen aus einem Gebinde nicht verwendet werden. Gemischte Gebindeinhalte dürfen zur Injektion und Nachinjektion nur innerhalb der temperaturbedingten Gebindeverarbeitbarkeitsdauer eingesetzt werden. Eine Beeinflussung der Gebindeverarbeitbarkeitsdauer durch Kühlung ist bei hohen Lufttemperaturen zulässig.

(13) Innerhalb einer für den verwendeten Rissfüllstoff in den Angaben zur Ausführung angegebenen Verarbeitbarkeitsdauer ist über alle vorhandenen Packer eine Nachinjektion vorzunehmen.

(14) Die Verlegung des Injektionsschlauches erfolgt gemäß den Angaben zur Ausführung.

### 2.3.5 Abschlussbericht

(1) Nach Abschluss der Arbeiten hat der Auftragnehmer einen Abschlussbericht gemäß Formblatt B 3.5.1 zu erstellen. Dieser muss mindestens

- eine Übersicht über Füllart, Rissfüllstoffdaten, Gesamtverbrauch,
- die Ergebnisse der Eigenüberwachungs- und ggf. Kontrollprüfungen sowie
- Angaben zur Ausführung umfassen.

(2) Soweit vom Auftraggeber, in Abhängigkeit vom Umfang der Arbeiten und von der Bedeutung des Füllens für das Bauwerk, nicht auf eine Erfassung ausdrücklich verzichtet wurde, ist in dem Abschlussbericht Folgendes aufzunehmen:

- Darstellung der gefüllten Risse und Bauteilabschnitte mit Angabe des Fülldatums und Verbrauchsmengen,
- Übersicht über die Witterungsverhältnisse und Bauwerkstemperaturen, ggf. Zusammenstellung der täglichen max. und min. Temperaturen, Angaben zur Wetterlage,
- Bericht(e) der Überwachung der Ausführung durch eine anerkannte Überwachungsstelle,
- falls erforderlich, Angaben zum Verkehr,

- besondere Vorkommnisse.

## 3 Qualitätssicherung

### 3.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt und in DIN V 18028 angegebenen Grenzwerte und Toleranzen beinhalten sowohl die Streuungen bei der Probenahme und die Vertrauensbereiche der Prüfverfahren als auch die arbeitsbedingten Ungleichmäßigkeiten, soweit im Einzelfall keine andere Regelung getroffen ist.

### 3.2 Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile

(1) Der Übereinstimmungsnachweis erfolgt gemäß DIN V 18028.

(2) Das Übereinstimmungszertifikat wird gemäß DIN V 18028 ausgestellt. Die Ausstellung erfolgt durch eine von der BASt anerkannte Zertifizierungsstelle.

(3) *Hinweise zur Zertifizierung werden im Anhang E gegeben.*

### 3.3 Überwachung der Ausführung

#### 3.3.1 Eigenüberwachung

(1) Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung der Ausführung regelt Tabelle 3.5.1.

(2) Zur Aufnahme aller im Rahmen der Eigenüberwachung zu erfassenden Messwerte sind die erforderlichen Geräte vom Auftragnehmer auf der Baustelle vorzuhalten. Hierzu gehört insbesondere ein Digital-Thermometer.

(3) Je nach Umfang der Arbeiten und Bedeutung des Füllens der Risse für das Bauwerk ist in die Aufzeichnungen gemäß Teil 1 Abschnitt 1 die Menge und die Chargennummer des tatsächlich in die Risse und Hohlräume gefüllten Rissfüllstoffes sowie ggf. die Zuordnung der Chargennummer zum jeweiligen Riss oder zum Bauteilabschnitt, aufzunehmen.

(4) Über die Arbeiten hat der Auftragnehmer im Rahmen seiner Eigenüberwachung täglich Aufzeichnungen und Protokolle unter Verwendung der Formblätter nach Anhang B anzufertigen, die ggf. durch Fotografien zu ergänzen sind. Alle Aufzeichnungen und Protokolle sind für den Auftragnehmer von der sachkundigen Fachkraft nach Nr. 2.3.2 zu unterzeichnen.

(5) *Da bei kleineren Injektionsarbeiten der Aufwand für die Eigenüberwachungen ggf. nicht im wirtschaftlichen Verhältnis zu der auszuführenden Leistung steht, können die Eigenüberwachungs-*

prüfungen, abgestimmt auf die jeweilige Maßnahme, in der Häufigkeit bzw. in der Art der Prüfungen, reduziert werden. Die reduzierten Eigenüberwachungsprüfungen sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

vorzusehen. Der Auftragnehmer hat der fremdüberwachenden Stelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.

**3.3.2 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle**

Für die Ausführung ist eine Fremdüberwachung |

**Tabelle 3.5.1:** Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachung der Ausführung

Prüfungen		Anforderungen	Häufigkeit
Gegenstand, Vorgang	Einzelheiten		
Rissfüllstoff Verdämmstoffe Packer	Lieferung	DIN V 18028	jede Lieferung bzw. jede Verpackungseinheit
Hilfsstoffe Hilfsmittel	Lagerung	Bedingungen gemäß den Angaben zur Ausführung bzw. sonstigen Vorschriften	nach jeder Lieferung bzw. nach Festlegung
Bautechnische Unterlagen	Angaben zur Ausführung	liegt vor	vor Beginn der Arbeiten
	Protokolle, Art der Aufzeichnung	Leistungsbeschreibung	
Technische Ausrüstung	Vollständigkeit	gemäß Angaben zur Ausführung	vor Beginn der Arbeiten, dann nach Angaben zur Ausführung
	Funktionskontrolle		
Vorbereitung der Ausführung	Risszonen	gemäß Angaben zur Ausführung	bei jedem Riss
	Packer, Abstand		
	Verdämmung		
Ausführungsbedingungen	Rissmerkmale	Einhaltung der Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen	nach Bedarf
	Witterungsbedingungen	gemäß Angaben zur Ausführung	mehrmals täglich
	Bauteiltemperaturen		bei jedem Riss
Füllen	Durchführung		kontinuierlich
Aufzeichnung	Protokolle und Berichte gemäß Anhang B	vollständig und nachvollziehbar	nach Abschluss der Arbeiten

### 3.3.3 Kontrollprüfungen

(1) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der

- Vollständigkeit,
- Flüssigkeitsdichtheit und
- Kraftschlüssigkeit

der Füllung.

(2) Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkern mit einem Füllgrad von mindestens 80 % gefüllt sind. Dies wird an Schnittflächen von in Scheiben geschnittenen Bohrkernen oder an in der Rissebene gespaltenen Bohrkernen sichtbar gemacht. Systembedingte Poren sind hierbei als gefüllt zu werten.

(3) Die Flüssigkeitsdichtheit von gefüllten Rissen und Hohlräumen kann optisch festgestellt werden.

(4) Die Kraftschlüssigkeit der Füllung kann bei Rissen, die vorher nennenswerte Rissbreitenänderungen aufwiesen, durch Wegänderungsmessung nach Aushärten des Rissfüllstoffes zerstörungsfrei festgestellt werden. Die zu wählende Messmethode ist in Tabelle A 3.5.3 beschrieben. Der Messzeitraum ist abhängig von der Art der Rissbreitenänderungen.

(5) Die Kraftschlüssigkeit der Füllung ist nachgewiesen, wenn im Bereich der gefüllten Risse keine Wegänderungen auftreten, die die Dehnfähigkeit des Betons überschreiten. In nicht einsehbaren Bereichen kann ein Nachweis erforderlich werden. Die Verformungseigenschaften des gerissenen oder ungerissenen Betons sind dabei zu beachten. Zu dieser Feststellung ist u. U. eine Vergleichsmessung am ursprünglich ungerissenen Beton erforderlich.

(6) Zerstörende Prüfungen sollten nur in Ausnahmefällen vorgesehen werden.

(7) Die Vollständigkeit der Füllung und Qualität des Rissfüllstoffes im Beton können nur durch Entnahme von Bohrkernen festgestellt werden. Eine solche Kontrollprüfung sollte daher nur in begründeten Fällen (z.B. bei Unregelmäßigkeiten während der Ausführung oder bei wiederholt festgestellten Undichtheiten, bei optisch von außen erkennbaren Mängeln in der Füllung oder bei fehlender Kraftschlüssigkeit) durchgeführt werden.

(8) Die Bohrkern mit Durchmessern von 50 mm oder kleiner sind aus charakteristischen Bereichen der gefüllten Risse zu entnehmen. Ihre Anzahl und Länge richten sich nach dem Umfang der Maßnahme und der Bedeutung der Erfüllung der vertraglich zugesicherten Eigenschaften der Füllung für das Bauwerk oder Bauteil (z.B. nach dem Ausmaß der Undichtheiten).

## 4 Abrechnung

(1) Beim Füllen von Hohlräumen ist die Abrechnung in getrennten Positionen für die Injektion (z.B. Anordnung, Anzahl und Länge der Bohrlöcher; mit und ohne Verdämmung; Instandsetzung der Betonoberfläche usw.) und für die injizierte Rissfüllstoffmenge vorzunehmen.

(2) Sofern keine andere Regelung getroffen wurde, ist die für den einzelnen Riss gemessene größte Rissbreite der Abrechnung des gesamten Risses zugrunde zu legen.

## 5 Abnahme

(1) Unterliegen die behandelten Flächen einer direkten Verkehrsbelastung, ist der Zustand der Oberfläche vor der Belastung zu dokumentieren.

(2) Für nur aufwändig zugängliche Bereiche sind in der Leistungsbeschreibung Regelungen über Teilabnahmen vorzusehen.

## 6 Injektion mit Epoxidharz (EP-I)

### 6.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion mit EP zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen dürfen nur kalthärtende, zweikomponentige und lösemittelfreie Harze, die in der Zusammenstellung der zertifizierten Epoxidharze und Injektionsverfahren enthalten sind, eingesetzt werden.

(2) Die Festigkeitseigenschaften der durch EP-I hergestellten Verbindungen werden durch den Bauwerksbeton bestimmt (siehe Nr. A 1.3).

### 6.2 Anwendung

(1) Die EP-I ist bei Trennrissen und bei oberflächennahen Rissen geeignet, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die folgenden Anforderungen sind unabhängig voneinander einzuhalten:

- Die Mindest-Rissbreite beträgt 0,10 mm.
- Für kurzzeitige Rissbreitenänderungen sind  $\Delta w \leq 0,10 \cdot w$  bzw.  $\Delta w \leq 0,03$  mm einzuhalten. Der kleinere Wert ist maßgebend.
- Die zulässigen täglichen Rissbreitenänderungen sind abhängig von der Festigkeitsentwicklung des Epoxidharzes. Die täglichen Rissbreitenänderungen sind nicht begrenzt, wenn die Festigkeitsentwicklung innerhalb von 10 h 3,0 MPa überschreitet und eine Nachinjektion bei der größten Rissbreite erfolgt.

(2) Bei der Anwendung von EP-I müssen alle Risse ab einer Rissbreite von 0,05 mm voll gefüllt sein.

(3) Für Risse, die in wesentlichen Bereichen des Rissverlaufes eine Rissbreite unter 0,10 mm haben, ist die Wirksamkeit von EP-I durch eine Erstprüfung nicht nachgewiesen.

(4) Nach Aushärtung von Epoxidharz sind wiederholte Füllungen nicht mehr erfolgreich möglich.

(5) Für Risse in Arbeitsfugen siehe Nr. A 2 Absatz (4).

(6) Wegen der vergleichsweise geringen Steifigkeit von EP soll EP-I bei Hohlräumen im Beton nur dann eingesetzt werden, wenn diese klein sind. Die Stoff spezifischen Anwendungsbedingungen für Risse sind sinngemäß einzuhalten.

### 6.3 Ausführung

(1) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 8 °C.

(3) Allseitig zugängliche Risse sind allseitig zu verdämmen. Der Riss ist mit Packern zu bestücken und zu injizieren. Bei Bauwerken mit kurzzeitigen oder täglichen Rissbreitenänderungen muss die Verdämmung mit einem hierfür in den Angaben zur Ausführung vorgesehenen Stoff erfolgen.

(4) Treten bei EP-I nennenswerte Unterbrechungen auf, die auf ein vom Auftragnehmer zu vertretendes Versagen der Verdämmung zurückzuführen sind, kann der Auftraggeber weitere Injektionsarbeiten bis zur Beseitigung der Ursachen untersagen. Die Folgekosten trägt der Auftragnehmer.

(5) Soll auf eine Verdämmung verzichtet werden, ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(6) Bei größeren täglichen Rissbreitenänderungen (Überschreitung der für kurzzeitige Rissbreitenänderungen angegebenen Anforderungen nach Nr. 6.2) ist der Injektionszeitpunkt so zu wählen, dass eine Nachinjektion bei den größten Rissbreiten erfolgen kann (siehe Nr. A 2).

### 6.4 Prüfungen

(1) Die Erstprüfungen müssen gemäß der DIN V 18028 erfolgen. Die Ergebnisse der Erstprüfung sind anzugeben.

(2) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Kraftschlüssigkeit und der Vollständigkeit (Füllgrad) der Füllung.

## 7 Injektion mit Zementleim (ZL-I) oder Zementsuspension (ZS-I)

### 7.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion mit ZL und ZS zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen dürfen nur Füllgutgemische verwendet werden, die in der Zusammenstellung der zertifizierten Zementleime bzw. Zementsuspensionen und Injektionsverfahren enthalten sind.

(2) Die Festigkeit der durch ZL-I und ZS-I hergestellten Verbindungen wird in der Regel durch die Festigkeit der Zementleime oder -suspensionen bestimmt (siehe Nr. A 1.3). Die Festigkeitseigenschaften der ZL oder ZS sind der jeweiligen Anwendung entsprechend zu fordern.

### 7.2 Anwendung

(1) Die ZL-I ist ausschließlich geeignet bei Trennrissen. ZS-I ist geeignet bei Trennrissen und oberflächennahen Rissen, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen für ZL oder ZS zum Füllen von Rissen gemäß der DIN V 18028 und die folgenden Anforderungen sind während der Ausführung zu prüfen und einzuhalten:

- Die Mindest-Rissbreite auf der Bauteiloberfläche beträgt bei ZL-I 0,80 mm und bei ZS-I 0,25 mm.
- Bei der Anwendung von ZL-I müssen Bereiche des Rissverlaufes ab einer Rissbreite im Gefüge (an der Risswurzel) von 0,20 mm, bei einer Anwendung von ZS-I ab einer Rissbreite von 0,05 mm gemäß der DIN V 18028 voll gefüllt sein.

(2) Für Risse, die in wesentlichen Bereichen des Rissverlaufes bei ZL-I eine Rissbreite unter 0,80 mm und bei ZS-I unter 0,25 mm haben, ist die Wirksamkeit durch eine Erstprüfung nicht nachgewiesen. Bei einer besonders sorgfältigen Vorbehandlung der Risse (mit Vornässung) und einer besonders sorgfältigen Injektion können auch Risse ab einer Rissbreite von 0,20 mm mit ZS-I voll gefüllt werden.

(3) Nach vorangegangenen Füllungen mit Kunststoffen in Rissen und Hohlräumen ist ZL-I oder ZS-I nicht zulässig.

(4) Eine Wiederholung der Füllung mit ZL-I oder ZS-I als Bindemittel ist möglich.

(5) Die ZL-I oder ZS-I kann bei kurzzeitigen Rissbreitenänderungen und während der Erhärtungsphase bei täglichen Rissbreitenänderungen nicht eingesetzt werden.

(6) Bei Anwendung von ZL-I und ZS-I zum Füllen von durchgängigen Hohlräumen gelten die Füll-

grenzen für die Hohlraumabmessungen gemäß Absatz (1) sinngemäß.

### 7.3 Zementleim und Zementsuspension

(1) Die ZL und ZS müssen außer den in Nr. A 3.1 genannten die folgenden Eigenschaften aufweisen:

– den Anwendungsbedingungen entsprechende Mahlfineinheit und Kornverteilung des Zements und aller verwendeten wasserunlöslichen Zusatzstoffe und Zusatzmittel,

– Unempfindlichkeit gegenüber dem Feuchtezustand der Rissflanke und des Betongefüges.

(2) Zur Herstellung von ZL und ZS müssen Rührwerke eingesetzt werden, die das zur Erzielung der geforderten Mischungsstabilität notwendige Aufschließen aller Bestandteile gewährleisten.

(3) Die Injektionsfähigkeit des Zementleims bzw. der Zementsuspension während der Verarbeitbarkeitsdauer muss durch geeignete Maßnahmen (Umwälzen, Filtern, Begrenzen der Zementleim- bzw. der Feinstzementsuspensions-Temperatur) in entsprechenden Anlagen oder im Injektionsgerät, aufrecht erhalten werden.

### 7.4 Ausführung

(1) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 5 °C.

(3) *Bei Injektionen von Hohlräumen kann eine vollflächige Verdämmung des Bauteils, z.B. durch Spritzmörtel bzw. -beton oder Spritzmörtel bzw. -beton mit Kunststoffzusatz gemäß Teil 3 Abschnitt 4 erforderlich sein.*

(4) Die Injektion erfolgt über Klebe- oder Bohrpacker. Diese müssen so ausgebildet sein, dass eine Entmischung von ZL oder ZS während der Injektion nicht eintritt und dass deren Austreten nach Abschluss der Arbeiten verhindert wird.

(5) *Herkömmliche Packer mit Kugelrückschlagventil erfüllen die vorgenannten Bedingungen in der Regel nicht.*

(6) Bei der Anwendung der ZL-I und ZS-I sind trockene Risse gemäß den Angaben zur Ausführung vorzubehandeln. Bei der Ausführung einer Hohlrauminjektion muss Wasser aus einer unmittelbar vorher durchgeführten Vornässung der Risse entweichen sein.

### 7.5 Prüfungen

(1) Die Erstprüfungen müssen gemäß DIN V 18028 erfolgen. Die Ergebnisse sind anzugeben.

(2) *Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Vollständigkeit (Füllgrad) und der Kraftschlüssigkeit der Füllung.*

## 8 Injektion mit Polyurethan (PUR-I)

### 8.1 Allgemeines

(1) Zur Injektion mit PUR zum begrenzt dehnfähigen Verbinden von Rissflanken und zum abdichtenden Füllen von Hohlräumen dürfen nur zweikomponentige PUR, die in der Zusammenstellung der zertifizierten Polyurethane und Injektionsverfahren enthalten sind, eingesetzt werden.

(2) *Zur vorübergehenden Verminderung einer unter Druck stehenden Wasserzufuhr gemäß Tabelle A 3.5.2 kann der Einsatz von einem schnellschäumenden PUR (SPUR) erforderlich werden.*

(3) *Das zum Injektionsverfahren gehörende SPUR ist kein dehnfähiger Rissfüllstoff und hat auch keine dauerhaft abdichtende Wirkung.*

### 8.2 Anwendung

(1) Die PUR-I ist ausschließlich geeignet bei Trennrissen, wobei der Rissverlauf beliebig sein kann. Die Polyurethane spezifischen Anwendungsbedingungen zum Füllen von Rissen gemäß der DIN V 18028 und die Anforderungen sind während der Ausführung gemäß Nr. 2.3.1 zu prüfen und einzuhalten.

(2) Die Dehnfähigkeit des im Riss ausgehärteten PUR muss bei Rissbreiten zwischen 0,30 mm und 0,50 mm mindestens 5,0 % und bei Rissbreiten über 0,50 mm mindestens 10,0 % betragen. Dies gilt bei mittleren Bauwerkstemperaturen von ca. 15 °C.

(3) *Die Dehnfähigkeit von PUR ist begrenzt. Die Rissfüllstoff abhängigen Dehnfähigkeiten sind in den Angaben zur Ausführung enthalten. Sie sind bei niedrigeren Bauwerkstemperaturen deutlich geringer.*

(4) *Für Rissbreiten unter 0,30 mm sind die zugehörigen Dehnfähigkeiten in der Erstprüfung des Injektionsverfahrens nicht nachgewiesen.*

(5) *Aus kurzzeitigen oder langzeitigen Rissbreitenänderungen ergeben sich keine Anforderungen. Eine wiederholte Injektion der Risse ist mit PUR möglich.*

### 8.3 Polyurethan

(1) Das PUR muss außer den in Nr. A 3.1 genannten die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Bereits bei geringem Wasserzutritt zum noch nicht reagierten Harzgemisch soll eine Porenbildung mit einer Zellwandstruktur entstehen, welche die Dichtheitskriterien erfüllt.
- Keine Versprödung bei Wasserzutritt vor oder nach Ablauf der Reaktion.
- Ausreichende Haftfestigkeit an Rissflanken mit beliebigen Feuchtigkeitszuständen.
- Ausreichende Dehnfähigkeit zwischen den Rissflanken.
- Keine aus dem ausgehärteten Harz entweichenden Bestandteile, z.B. Weichmacher.

(2) Das SPUR muss zur vorübergehenden Verminderung der Wasserzufuhr bei unter Druck wasserführenden Rissen außer den in Nr. A 3.1 genannten Eigenschaften die folgenden aufweisen:

- Sehr kurze Reaktionszeiten bei Wasserzutritt.
- Feinzellige Schaumbildung mit starker Volumenvergrößerung.

### 8.4 Ausführung

(1) Die PUR-I ist zur Erleichterung der optischen Füllkontrolle i. d. R. ohne Verdämmung über Bohrpacker auszuführen. Ein etwaiges Verdämmen ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen..

(2) Risse und Hohlräume sind vollständig zu füllen. Sie müssen gegen Flüssigkeiten dicht sein. Wegen der begrenzten Dehnfähigkeit von PUR sind die Injektionsarbeiten unter Beachtung der Polyurethan abhängigen Temperaturgrenzen zum Zeitpunkt der größten Rissbreiten auszuführen (siehe Nr. A 1.4).

(3) Die niedrigste Anwendungstemperatur beträgt 6 °C. Eine niedrigere Anwendungstemperatur ist ggf. gemäß den Angaben zur Ausführung möglich.

(4) Das Injektionsgerät muss die in Nr. A 3.2 definierten Eigenschaften haben und für die einfache Verarbeitung der erforderlichen Harzmengen geeignet sein. Wird PUR-I einkomponentig ausgeführt, ist der Zutritt von Luftfeuchte zum fertiggemischtem PUR während der Verarbeitung wirksam zu verhindern.

(5) Wird bei unter Druck wasserführenden Rissen eine vorangehende Füllung mit SPUR gemäß Nr. 8.3 erforderlich, ist diese auf die zur Herabsetzung des Wasserzutritts erforderlichen Rissabschnitte zu begrenzen, um mit PUR optimale Füllgrade zu erreichen.

(6) Eine Vorinjektion mit SPUR ist nur auf begründete Ausnahmefälle zu begrenzen. Der Einsatz von SPUR ist nur im hinteren Drittel des Bauteilquer-

schnitts zulässig. Die PUR-I hat unmittelbar anschließend über zusätzliche Bohrpacker zu erfolgen.

(7) Bei größeren erforderlichen Harzmengen können mit Zustimmung des Auftraggebers Geräte für die zweikomponentige Injektion eingesetzt werden, die dokumentieren, dass das Mischungsverhältnis der Einzelkomponenten bei verschiedenen Witterungsverhältnissen gewährleistet ist.

(8) Für eine erneute Injektion von undicht gewordenen Rissen und Hohlräumen sind neue Bohrpacker zu setzen.

### 8.5 Prüfungen

(1) Die Erstprüfungen müssen gemäß der DIN V 18028 erfolgen. Die Ergebnisse der Erstprüfung sind anzugeben.

(2) Die Kontrollprüfungen dienen der Feststellung der Vollständigkeit (Füllgrad) und der Flüssigkeitsdichtheit der Füllung.

## 9 Tränkung (T)

### 9.1 Allgemeines

Zur Tränkung von Rissen mit EP dürfen nur EP nach Nr. 6 eingesetzt werden. Zur Tränkung von Rissen mit ZL oder ZS dürfen nur die ZL oder ZS nach Nr. 7 eingesetzt werden.

### 9.2 Anwendung

(1) Es gelten folgende Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen:

- Die Tränkung darf nur von oben auf annähernd horizontalen Flächen erfolgen.
- Die Mindestrissbreite beträgt bei der EP-T ca. 0,20 mm, bei der ZS-T ca. 0,40 mm und bei der ZL-T ca. 0,80 mm.
- Eine wiederholte Tränkung ist nicht zulässig.

(2) Durch Tränkung können nur oberflächennahe Bereiche von Rissen gefüllt werden. Die ursprüngliche Tragfähigkeit des ungerissenen Querschnitts wird daher nur teilweise wiederhergestellt, was bei der Beurteilung einer erneuten Rissbildung zu berücksichtigen ist. Aus gleichem Grunde stellt die Tränkung bereits bei geringen Rissbreitenänderungen in der Regel keine geeignete Maßnahme dar.

(3) Zum Tränken in Abhängigkeit vom Feuchtezustand siehe Tabellen A 3.5.1 und A 3.5.2.

### 9.3 Ausführung

(1) Die Risse müssen mindestens bis zu einer Tiefe von 5 mm bzw. bis zur 15-fachen Rissbreite (der kleinere Wert ist maßgebend) getränkt sein.

(2) Die niedrigste Anwendungstemperatur für EP-T beträgt 8 °C und für ZL-T bzw. ZS-T 5 °C.

(3) Risse sind vor der Tränkung mit geeigneten Verfahren (z.B. Industriesaugern) zu säubern.

(4) *Das Säubern ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(5) Zur Erzielung der erforderlichen Fülltiefe muss innerhalb der von der Bauwerkstemperatur abhängigen Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes für eine ausreichende Zufuhr des Rissfüllstoffes zum Riss gesorgt werden. Auf die Möglichkeit einer Entlüftung des Risses ist zu achten.

(6) *Bei breiteren Rissen können auf der Bauteiloberfläche parallel zum Rissverlauf Maßnahmen zur Erzielung eines ständigen Rissfüllstoffvorrates getroffen werden (z.B. Risse entsprechend dem Rissverlauf nachschneiden). Die Einzelheiten der Ausführung der EP-T, ZL-T und ZS-T und die Maßnahmen zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Bauteiloberfläche sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(7) Bei der Anwendung der ZL-T und ZS-T sind trockene Risse gemäß den Angaben zur Ausführung vorzubehandeln. Bei der Ausführung einer Hohlraumfüllung muss Wasser aus einer unmittelbar vorher durchgeführten Vornässung der Risse entweichen sein.

### 9.4 Prüfungen

(1) *Umfang und Häufigkeit der Fremdüberwachung der Ausführung sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) *Im Rahmen einer Kontrollprüfung kann die Fülltiefe zuverlässig nur durch zerstörende Prüfungen festgestellt werden und ist daher auf begründete Fälle zu beschränken.*

## Anhang A

### Erläuterungen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen

#### A 1 Bestandsaufnahme

##### A 1.1 Allgemeines

- (1) Risse sind zu erfassen und zu dokumentieren.
- (2) Unter Einbeziehung der wahrscheinlichen Rissursachen sind besonders die zum Zeitpunkt der Ausführung zu erwartenden Rissbreitenänderungen und zugehörigen Bauwerkstemperaturen abzuschätzen.

##### A 1.2 Umfang

- (1) Umfang der Untersuchungen und Art der Dokumentation richten sich nach Rissbild und Bedeutung der Risse für das Bauwerk.
- (2) Bei Rissbildungen geringeren Ausmaßes reicht in der Regel ein Prüfbericht nach DIN 1076 aus.
- (3) Bei Rissbildungen größeren Ausmaßes oder bei Rissen mit erheblicher Bedeutung für Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit oder Dauerhaftigkeit des Bauwerks oder Bauteils, z.B. bei Überbauten von Spannbetonbrücken, muss die Bestandsaufnahme alle relevanten Merkmale von Tabelle A 3.5.3 umfassen. Darüber hinaus kann die Erfassung von weiteren Einzelheiten, z.B. besonderen, lagebedingten Witterungseinflüssen, Angaben zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsentwicklung, erforderlich sein.
- (4) Hohlräume im Beton können gemäß Teil 3 Abschnitt 4 erfasst und dokumentiert werden. Zur Beschränkung von Kernbohrungen auf ein Mindestmaß an Kerndurchmesser wird auf die Möglichkeit von endoskopischen Untersuchungen in Bohrlöchern kleineren Durchmessers hingewiesen. Art und Umfang der Untersuchungen sollten sich nach den Anwendungszielen der Füllung gemäß Nr. A 2 richten.

##### A 1.3 Rissursachen

- (1) Eine sachgerechte Entscheidung über Instandsetzungsmaßnahmen setzt die Kenntnis der Schadensursachen voraus. Für das Füllen von Rissen ist in Abhängigkeit vom Verfahren im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit der Maßnahme Folgendes zu beachten:

- EP-T, ZL-T, ZS-T

Diese Verfahren gewährleisten im Allgemeinen kein vollständiges Füllen der Risse, so dass

bereits wesentlich geringere Beanspruchungen als diejenigen, die zur Rissbildung geführt haben zum erneuten Aufreißen des Querschnitts führen.

- EP-I

Auch einwandfrei injizierte Tragwerksabschnitte können nur Beanspruchungen bis in die Größenordnung der ursprünglich rissverursachenden Beanspruchungen ertragen. Beim Füllen von gerissenen Arbeitsfugen muss stets von einer geringeren Zugfestigkeit des instandgesetzten gegenüber dem ungestörten Querschnittsbereich ausgegangen werden. Die Auswirkungen von noch zu erwartenden Beanspruchungen müssen in Kenntnis dieser Eigenschaften beurteilt werden.

- PUR-I

Die begrenzte Dehnfähigkeit der mit PUR gefüllten Risse ist abhängig von der Rissbreite und Bauteiltemperatur. Die in Nr. 8.2 enthaltenen Angaben sind Mindestanforderungen; die aktuellen Dehnfähigkeiten sind den Angaben zur Ausführung zu entnehmen. Noch zu erwartende Rissbreitenänderungen müssen dementsprechend sorgfältig abgeschätzt werden.

- ZL-I, ZS-I

Während die Zugfestigkeit von Verbindungen, die mit EP-I hergestellt werden, vorwiegend durch die Qualität des Bauwerksbetons bestimmt wird, hängt diese bei Injektion mit Zementleim und Zementsuspension in der Regel maßgebend von den Eigenschaften des Rissfüllstoffes ab; diese sind für den jeweiligen Anwendungsfall den Angaben zur Ausführung der einzelnen Verfahren zu entnehmen.

- (2) Falls vorangegangene Maßnahmen nicht zum Erfolg geführt haben, ist zu prüfen, auf welche Ursachen dies zurückzuführen ist.

- (3) Konnten die Rissfüllstoff spezifischen Anwendungsbedingungen nicht eingehalten werden, sind gleichartige neue Maßnahmen nur in besonderen Fällen angebracht. So kann eine Wiederholung von PUR-I zur Erreichung besserer Füllgrade begründet sein; durch eine erneute Injektion mit ZS können schließlich auch bei nochmaligem Aufreißen der gefüllten Risse so geringe Rissbreiten erzielt werden, dass sie den Anforderungen an den Korrosionsschutz der Bewehrung und auch an überwiegende Dichtigkeit des Bauteils (Selbstheilen der Risse mit geringer Breite) genügen.

- (4) Als wiederkehrende Rissursachen sind solche Einwirkungen auf das Bauteil zu betrachten, die zur erneuten Überschreitung der Zugfestigkeit des Betons in der Umgebung kraftschlüssig injizierter Risse führen

### A 1.4 Messung von Rissbreiten und Rissbreitenänderungen

(1) Rissbreiten sollten mit einer Genauigkeit von 0,10 mm angegeben werden. Hierzu genügt es in der Regel, einen optischen Vergleich der Rissbreite mit der Breite einer kalibrierten Linie, z.B. eines Linienbreitenmaßstabs, durchzuführen. Die Benutzung einer Risslupe setzt bei Betonbauteilen Erfahrung voraus.

(2) Die zu Rissbreitenänderungen gehörenden Wegänderungen lassen sich u.a. mit folgenden Methoden erfassen:

– Risslupe

Auf der gut vorbereiteten Betonoberfläche dünn aufgestrichene Gipsmarken bilden nach dem Reißen sehr glatte Risse, deren Breite mit der Risslupe gut ablesbar ist. Durch mehrfache Ablesungen mit einer Genauigkeit von 0,01 mm lassen sich langsame Rissbreitenänderungen u.U. auch langfristig verfolgen.

– Labormethoden

Diese auf mechanischem oder elektrischem Prinzip beruhenden Methoden können nur von entsprechend geschultem und erfahrenem Personal angewandt werden. Hierbei können auch sehr kurzzeitig eintretende Änderungen mit einer Genauigkeit von 0,001 mm registriert werden.

(3) Bei Überbauten von Massivbrücken entstehen tägliche Rissbreitenänderungen, u.a. in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung. Größte Änderungen sind bei Sonnenschein in den Sommermonaten zu erwarten, nicht jedoch bei starker Bewölkung und hohen Lufttemperaturen. Bei statisch unbestimmten Systemen tritt das tägliche Minimum der Rissbreite von 7 bis 9 Uhr und das Maximum von 19 bis 21 Uhr auf. Beim Maximum der Rissbreite verursacht auch der Verkehr die Extremwerte der kurzzeitigen Rissbreitenänderungen.

(4) Risse in Bauwerken mit behinderter Verformung (z.B. Tunnelbauwerke) haben ihre maximale Rissbreite in der kalten Jahreszeit bei niedrigen Temperaturen.

### A 1.5 Bohrkernentnahmen

An Bohrkernen lassen sich Rissart, Zustand der Risse und der Rissflanken sowie vorangegangene Maßnahmen feststellen. Ihre Entnahme stellt stets eine Störung dar und sollte daher auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Eine Bohrkernentnahme kann häufig durch Betrachtung aller einwirkenden Einflüsse ersetzt werden.

### A 1.6 Schadensbeurteilung

(1) Der Einfluss von Rissen in Betonbauteilen auf Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit ist auf der Grundlage von Beobachtungen, Prüfungen, statischen Berechnungen und Erfahrungen zu beurteilen. Aufgrund dieser Beurteilung, zusammen mit den aus den Bauwerksakten und dem Bauwerksbuch hervorgehenden Angaben und Daten, ist über die Ursache der Rissbildungen, die Notwendigkeit, die Ziele und die Art des Füllens von Rissen gemäß Tabelle A 3.5.1 und ggf. über das Risiko des Entstehens neuer Risse eine Aussage zu treffen. Für die Ausführung der Arbeiten sind ggf. besondere Hinweise zu geben.

(2) Eine Bewertung der Risse kann nach der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF) durchgeführt werden.

(3) Für die Beurteilung von Hohlräumen im Beton und deren Bedeutung für das Bauwerk gelten auch die Hinweise in Abschnitt 4.

(4) Bei der Erfassung von Rissmerkmalen ist mit besonderer Sorgfalt zu verfahren, um eine qualifizierte Beurteilung der Notwendigkeit und der Art des Füllens vornehmen zu können.

(5) Die wichtigsten Rissmerkmale (Rissbreite und Rissbreitenänderungen) sind bei Bauwerken im Freien witterungsbedingten Änderungen unterworfen. Die Erfassung dieser Merkmale muss daher mindestens mit der Angabe folgender weiterer Daten verbunden sein:

– Datum, Uhrzeit,

– Witterungsbedingungen, d.h. Lufttemperatur, Bewölkung, Regen, auch an den Vortagen,

– Bauteiltemperatur im maßgebenden, d.h. die Rissmerkmale beeinflussenden Bereich (Die Temperatur ist vor Beginn der Injektionsarbeiten nicht nur auf der Bauteiloberfläche, sondern auch im Bauteilinneren etwa 4 cm unter der Bauteiloberfläche zu messen.).

(6) Bei der Beobachtung von Tagesrissbreitenänderungen müssen die entsprechenden Angaben mehrmals täglich erfasst werden. Bei verkehrsbedingten Rissbreitenänderungen kann eine Charakterisierung des Verkehrs zur besseren Bewertung der Ergebnisse erforderlich sein. Die Messzeiträume sollten so gewählt werden, dass aus den Ergebnissen ausreichende Rückschlüsse auf die kurzzeitigen und täglichen Rissbreitenänderungen zum Zeitpunkt der vorgesehenen Füllung möglich sind.

## A 2 Anwendung

(1) Das Füllen von Rissen ist vorzusehen, wenn eines oder mehrere der folgenden Ziele erreicht werden müssen:

- Hemmen oder Verhindern des Zutritts von korrosionsfördernden Stoffen in Betonbauteile durch Risse (Schließen).
- Beseitigen von rissebedingten Undichtheiten des Betonbauteils (Abdichten).
- Herstellen einer zug- und druckfesten Verbindung beider Rissflanken (kraftschlüssige Verbindung).
- Herstellen einer begrenzt dehnfähigen Verbindung beider Rissflanken (begrenzt dehnfähige Verbindung).

(2) Kraftschlüssiges und dehnfähiges Verbinden der Rissflanken beinhaltet das Schließen und Abdichten der Risse.

(3) Das Herstellen einer kraftschlüssigen Verbindung und einer begrenzt dehnfähigen Verbindung schließen sich im allgemeinen gegenseitig aus. Festigkeit und Dehnfähigkeit der Verbindungen sind Rissfüllstoff abhängig.

(4) Das Erreichen eines oder mehrerer Ziele kann durch Beton- oder Rissfüllstoff schädigende oder die Haftfestigkeit mindernde Einlagerungen im Riss, einschließlich selten zu erwartender Aussinterungen an den Rissflanken, teilweise oder vollständig verhindert werden.

(5) Für vergleichbare Anwendungsziele kann das Füllen im Bereich von Hohlräumen vorgesehen werden.

(7) Die Anwendungsbereiche der einzelnen Rissfüllstoffe und Füllarten richten sich nach dem Feuchtezustand der Risse und den Rissbreiten auf der Bauteiloberfläche. Für die zur Kennzeichnung des Feuchtezustandes verwendeten Begriffe gelten die Merkmale nach Tabelle A 3.5.1.

(8) Die in Tabelle A 3.5.2 definierten Anwendungsbereiche gelten sinngemäß für Injektionen von Hohlräumen im Beton.

## A 3 Füllen von Rissen

### A 3.1 Rissfüllstoff

Der Rissfüllstoff soll folgende Eigenschaften haben:

- füllartangepasste Viskosität,
- gute Verarbeitbarkeit innerhalb füllartabhängig definierter Grenzen,
- ausreichende Mischungsstabilität,
- geringer reaktionsbedingter Volumenschwund,

- ausreichende Haftfestigkeit am Betongefüge (Rissflanke),
- ausreichende Eigenfestigkeit,
- hohe Alterungsbeständigkeit,
- nicht korrosionsfördernd,
- Verträglichkeit mit allen Stoffen, mit denen es in Berührung kommt.

### A 3.2 Injektionsgerät

(1) Injektionsgeräte für einkomponentige und für zweikomponentige Injektionen sollen folgende Eigenschaften haben:

- einfache Bedienung, einfache Überprüfbarkeit der Funktionsfähigkeit,
- geringe Störanfälligkeit,
- regelbarer bzw. begrenzbarer Druck im von der Füllart abhängigen Arbeitsbereich des Injektionsgerätes,
- einfache Reinigung und Wartung.

(2) Injektionsgeräte für zweikomponentige Injektionen müssen zusätzlich folgende Eigenschaften haben:

- hohe Dosiergenauigkeit bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen,
- geringe Anfälligkeit gegen fehlerhafte Bedienung (Verstellung des Dosierverhältnisses, Zuschaltung von Reinigungsmitteln usw.).

### A 3.3 Injektionsschlauch

Der Injektionsschlauch soll folgende Eigenschaften haben:

- ausreichender Querschnitt und Durchlässigkeit des Injektionskanals und der Austrittsöffnungen nach dem Betonieren,
- Verhinderung des Eindringens von Zementleim beim Betoniervorgang oder von zurückdrückendem Rissfüllstoffes nach der Injektion,
- Austritt des Rissfüllstoffes aus dem Schlauch im einbetonierten Zustand bereits bei geringem Druck,
- Sicherstellung der Nachinjizierbarkeit innerhalb der Verarbeitbarkeitsdauer des Rissfüllstoffes,
- Robustheit der Schläuche und des Befestigungssystems beim Einbau des Schlauches sowie beim Einbau des Konstruktionsbetons,
- Aufschwimmsicherheit beim Betonieren.

## A 4 Füllen von Hohlräumen

Für das Füllen von Hohlräumen ist in Abhängigkeit vom Verfahren im Hinblick auf die erreichbaren Anwendungsziele Folgendes zu beachten:

– EP-I

Diese Methode ist nur geeignet zum Füllen von trockenen Hohlräumen mit kleinem Volumen in der Größenordnung von weniger als  $100 \text{ cm}^3$ . Die im Gefüge hergestellte Verbindung wird zwar kraftschlüssig, die Maßnahme dient jedoch wegen des geringen E-Moduls von EP nicht der Verfestigung. In diesem Sinne können mit EP-I auch nur lokale Verbundstörungen behoben werden.

– PUR-I

Falls die Standsicherheit durch die Hohlräume im Beton nicht beeinträchtigt ist, können diese in der Regel durch Rasterinjektion abdichtend mit PUR gefüllt werden.

– ZL-I, ZS-I

Hohlräume und haufwerkporiges Betongefüge können mit ZL und ZS bei beliebigen Feuchtezuständen verfestigend gefüllt werden. Die Wahl des Rissfüllstoffes richtet sich nach der Struktur der Hohlräume im Betongefüge unter Beachtung des unterschiedlichen Eindringvermögens von ZL und ZS. Für die obere Grenze der zu füllenden Hohlräume sind unter Berücksichtigung der Druckfestigkeit des Rissfüllstoffes die Belange der Standsicherheit maßgebend.

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen – Anhang A**

**Tabelle A 3.5.1:** Feuchtezustand von Rissen, Rissufern und Rissflanken

	Begriff	Merkmal
1	trocken <sup>1)</sup>	– Wasserzutritt nicht möglich, – Beeinflussung des Rissbereiches durch Wasser nicht feststellbar, – Wasserzutritt möglich, jedoch seit ausreichend langer Zeit ausschließbar, – Rissufer/-flanken optisch feststellbar trocken. <sup>2)</sup>
2	feucht	– Farbtonveränderung im Rissbereich durch Wasser, jedoch kein Wasseraustritt, – Anzeichen von Wasseraustritt in der unmittelbar zurückliegenden Zeit (z. B. Aussinterungen, Kalkfahnen), – Rissufer/-flanken optisch feststellbar feucht oder mattfeucht. <sup>2)</sup>
3	„drucklos“ wasserführend	– Wasser in feinen Tröpfchen im Rissbereich erkennbar, – Wasser perlt aus dem Riss.
4	unter Druck wasserführend	– Zusammenhängender Wasserfilm tritt aus dem Riss aus.

<sup>1)</sup> Beton mit umgebungsbedingter Ausgleichsfeuchte

<sup>2)</sup> Beurteilung der Rissflanken an Trockenbohrkernen

**Tabelle A 3.5.2:** Anwendungsbereiche der Rissfüllstoffe und Füllarten

	Anwendungsziel	Feuchtezustand von Rissen, Rissufern und Rissflanken			
		trocken <sup>1)</sup>	feucht	„drucklos“	unter Druck <sup>2)</sup>
1	schließen	EP-I PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I
2	abdichten	EP-I PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I	PUR-I ZL-I ZS-I
3	kraftschlüssig verbinden	EP-I ZL-I ZS-I	ZL-I ZS-I	ZL-I ZS-I	ZL-I ZS-I
4	begrenzt dehnfähig verbinden	PUR-I	PUR-I	PUR-I	PUR-I

<sup>1)</sup> Bei der Anwendung der ZL-I, ZS-I, ZL-T und ZS-T sind trockene Risse gemäß den Angaben zur Ausführung vorzubehandeln.

<sup>2)</sup> Zusammen mit Maßnahmen zur Druckminderung, z.B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung und rückwärtiges Abdichten.

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang A**

**Tabelle A 3.5.3:** Erfassung von Rissmerkmalen

	Merkmal	Erfassungs- bzw. Untersuchungsmethode	Dokumentation der Ergebnisse	
1	Rissart	Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme <sup>1)</sup>	Unterscheidung gemäß Definition	
2	Rissverlauf	Inaugenscheinnahme	Zeichnerische Darstellung, ggf. pauschale Angaben (z.B. Biegerisse in Abständen von ..... , Netzrisse mit Maschenweite von ..... )	
3	Rissbreite	Linienstärkenmaßstab, Risslupe (Genauigkeit 0,05 mm)	Angaben mit Datum, ggf. Messort bei Rissbreiten-änderungen nach Zeilen 4.1 und 4.2 auch mit Uhrzeit und Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur <sup>3)</sup>	
4.1	Rissbreiten-änderung	kurzzeitig	Wegänderungen, z.B. mit Wegaufnehmer	Höchständerung mit Datum, Uhrzeit und Witterungsbedingungen
4.2		täglich	Wegänderungen, z.B. mit Messuhr, Setzdehnungsmesser, Wegaufnehmer	Änderungen zwischen Morgen- und Abendmesswert mit einem Zeitabstand von ca. 12 h, mit Datum, Witterungsbedingungen und Bauteiltemperatur
4.3		langzeitig	Kleben von (ggf. kalibrierten) Marken, Setzdehnungsmessung	Änderungen in großen Zeitabständen (u.U. mehrere Monate) mit Angabe des Datums und der Witterungsbedingungen, ggf. Bauteiltemperatur <sup>3)</sup>
5	Rissursache(n)	Inaugenscheinnahme, Erkundungen einschl. Herstellungsbedingungen, Verwertung der Ergebnisse von Zeile 1 bis 4, ggf. Berechnungen	Unterscheidung gemäß Definition, ggf. Abschätzung der Wahrscheinlichkeit wiederkehrender Rissursachen	
6	Zustand der Risse bzw. der Rissflanken	Inaugenscheinnahme, ggf. Bohrkernentnahme <sup>1) 2)</sup>	Angaben gemäß Definition in Tabelle A 3.5.1	
7	Vorangegangene Maßnahmen	Bauwerksbuch, Erkundungen	Angaben über frühere Maßnahmen, z.B. Füllen der Risse	

<sup>1)</sup> Bohrkernentnahme nur in Ausnahmefällen und mit geringem Durchmesser (50 mm)

<sup>2)</sup> Ermittlung des Feuchtegehaltes durch Inaugenscheinnahme oder mit Labormethoden

<sup>3)</sup> Angabe der Bauteiltemperatur ist notwendig, sofern die Witterungsbedingungen keine Rückschlüsse zulassen (z.B. Straßentunnel o. ä.)



**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang D**

**Formblatt B 3.5.2**

<b>Allgemeine Angaben</b>	Seite								
Baumaßnahme	Bauwerksnummer (ASB)								
Bauabschnitt	<table border="1" style="width:100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>								
Auftraggeber	Bauwerksname								
Auftragnehmer	oben								
	unten								
Füllart <input type="checkbox"/> EP-I <input type="checkbox"/> PUR-I <input type="checkbox"/> ZL-I <input type="checkbox"/> ZS-I <input type="checkbox"/> EP-T <input type="checkbox"/> ZL-T <input type="checkbox"/> ZS-T									
Ausführendes Unternehmen Bauleiter ..... sachkundige Fachkraft z.B. Kolonnenführer ..... Einweisung des Personals am ..... durch ..... Angaben zur Ausführung <input type="checkbox"/> nach DIN 18028 <input type="checkbox"/> nach Vereinbarung									
Unterlagen <input type="checkbox"/> Auszug Bauwerksprüfung <input type="checkbox"/> Angaben zu <input type="checkbox"/> Rissart <input type="checkbox"/> Beschreibung der Rissverläufe <input type="checkbox"/> Rissbreiten <input type="checkbox"/> Rissbreitenänderung    ( <input type="checkbox"/> kurzzeitig <input type="checkbox"/> vorangegangene Maßnahmen <input type="checkbox"/> Darstellung der Rissverläufe <input type="checkbox"/> Zustand der Risse <input type="checkbox"/> täglich <input type="checkbox"/> langfristig <input type="checkbox"/> Zugänglich									
Besonders vereinbarte Ausführungsbedingungen (Nr. 2.3.1)									
Eigenüberwachung Durchführung durch ..... Messort(e) ..... Geräte <input type="checkbox"/> Thermometer <input type="checkbox"/> Ausrüstung gemäß Angaben zur Ausführung vollständig <input type="checkbox"/> Hygrothermograph <input type="checkbox"/> Lagerung der Stoffe gemäß Angaben zur Ausführung									
Fremdüberwachung Überwachende Stelle ..... Vertrag von ..... Baustelle der fremdüberwachenden Stelle gemeldet am ..... Baustellenbesuch in der Leistungsbeschreibung vorgesehen <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Bestätigung liegt vor <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein									
Rissfüllstoff Bezeichnung ..... Lieferwerk / Abfüller .....									
Injektionsgerät <input type="checkbox"/> einkomponentig <input type="checkbox"/> zweikomponentig Packer <input type="checkbox"/> geklebt <input type="checkbox"/> gebohrt <input type="checkbox"/> Ventil Injektion <input type="checkbox"/> einseitig <input type="checkbox"/> beidseitig									
Verdämmung <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> einseitig <input type="checkbox"/> beidseitig <input type="checkbox"/> verbleibend <input type="checkbox"/> teilweise zu entfernen <input type="checkbox"/> vollständig zu entfernen <input type="checkbox"/> Instandsetzung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>									
Stoff ..... Reperaturstoff für Verdämmung ..... .....									
Datum .....    Unterschrift .....    gesehen ..... <span style="float: right; font-size: small;">(Auftraggeber)</span>									





**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 5 Füllen von Rissen und Hohlräumen in  
Betonbauteilen - Anhang C**

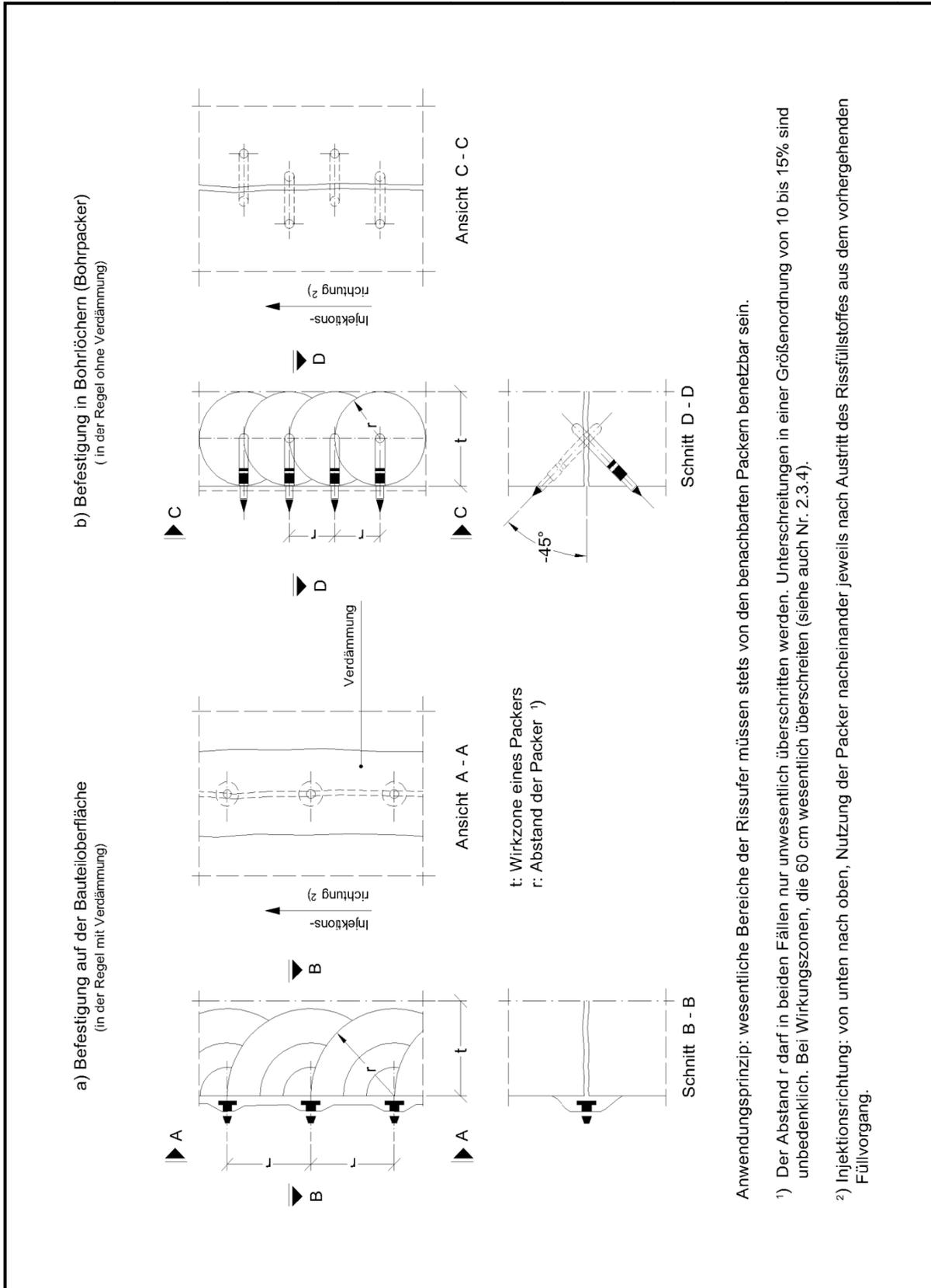
**Formblatt C 3.5.1 (Anlage zum Bauwerksbuch)**

<b>Ausgeführte Füllungen von Rissen in Betonbauteilen</b>		Seite									
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)									
Bauabschnitt		<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>									
Auftraggeber		Bauwerksname									
Auftragnehmer		oben									
		unten									
Bauteil(e)											
Schaden Schadensursache											
Füllart	<input type="checkbox"/> Injektion <input type="checkbox"/> Kraftschlüssige Verbindung <input type="checkbox"/> begrenzt dehnfähige Verbindung <input type="checkbox"/> einkomponentig <input type="checkbox"/> zweikomponentig  <input type="checkbox"/> Tränkung	<input type="checkbox"/> Injektion <input type="checkbox"/> Kraftschlüssige Verbindung <input type="checkbox"/> begrenzt dehnfähige Verbindung <input type="checkbox"/> einkomponentig <input type="checkbox"/> zweikomponentig  <input type="checkbox"/> Tränkung									
Injektionsgerät											
Rissfüllstoff	Bezeichnung (Produktname) <sup>1)</sup> Chargen-Nr. Hersteller / Abfüller										
Verdämmung	<input type="checkbox"/> verbleibend <input type="checkbox"/> teilweise entfernt <input type="checkbox"/> vollständig entfernt <input type="checkbox"/> Oberfläche nachgearbeitet	<input type="checkbox"/> verbleibend <input type="checkbox"/> teilweise entfernt <input type="checkbox"/> vollständig entfernt <input type="checkbox"/> Oberfläche nachgearbeitet									
Besonderheiten bei der Ausführung											
Weitere Instandsetzungs- maßnahmen											
Ausführungszeit											
Kosten											
A b n a h m e ..... Ablauf der Gewährleistung ..... Anlagen ..... Fotos..... Pläne .....  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>..... Aufgestellt</span> <span>..... Datum</span> <span>..... Unterschrift</span> </div>											

<sup>1)</sup> Produktname gemäß DIN V 18028

## Anhang D

### Anordnung von Packern



## Anhang E

### Hinweise zur Zertifizierung

#### E 1 Allgemeines

##### E 1.1 Zusammensetzung der Rissfüllstoffe

(1) Alle Stoffe müssen mindestens 6 Monate lagerfähig sein.

(2) Die vom Hersteller angegebene Sollfüllmenge darf um nicht mehr als 3 % über- oder unterschritten werden.

##### E 1.2 Lieferform und Verpackung

(1) Alle Stoffe sind werkmäßig abgepackt und in eindeutig gekennzeichneten Verpackungseinheiten zu liefern.

(2) Die Stoffe müssen so verpackt sein, dass schädigende äußere Einflüsse bis zur Verarbeitung verhindert werden.

(3) Die Lieferung muss in aufeinander abgestimmten Gebinden erfolgen, deren Inhalt in einem Arbeitsgang gemischt werden kann.

(4) Großgebinde dürfen verwendet werden, wenn mit einer Dosiereinrichtung die Entnahme aufeinander abgestimmter Teilmengen sicher gestellt ist.

##### E 1.3 Angaben auf der Verpackung bzw. dem Beipackzettel

Auf der Verpackung ist anzugeben:

- Bezeichnung des Rissfüllstoffes und des Injektionsverfahrens nach diesem Abschnitt,
- Handelsname des Rissfüllstoffes und seiner Komponenten,
- Name und Anschrift des Herstellers,
- Angabe des Herstellerwerkes,
- Chargennummer, Herstellungsdatum und Lagerungsdauer oder Verfallsdatum,
- CE-Kennzeichnung (nach DIN EN 1504-5) sowie Übereinstimmungszeichen (nach DIN V 18028),
- Hinweis auf Lagerungsbedingungen,
- Sollfüllmenge in kg bzw. l,
- bei mehrkomponentigen Stoffen Angabe der zugehörigen Komponente(n) und des Mischungsverhältnisses,

- besondere Verarbeitungsbedingungen,
- Grenztemperaturen und ggf. Grenzfeuchte für die Verarbeitung und
- Gefahrenkennzeichnung gemäß Sicherheitsdatenblatt.

##### E 1.4 Identitätsanforderungen

Anzahl der Proben für die Einwaage am Gebinde je Prüfung für die werkseigene Produktionskontrolle legt der Zertifizierer fest.

##### E 1.5 Aufnahme in die „Zusammenstellung der zertifizierten Rissfüllstoffe mit Injektionsverfahren“

Zur Aufnahme in die bei der BAST geführte „Zusammenstellung der zertifizierten Stoffe und Stoffsysteme mit zugehörigen Injektionsverfahren“ ist vom Hersteller:

- eine Kopie des Übereinstimmungszertifikates,
- die ausgefüllte Anlage A, gemäß DIN V 18028,
- die ausgefüllte Anlage B, gemäß DIN V 18028 und
- die Leistungserklärung gemäß BauPVO einzureichen.

## E 2 Epoxidharz

### E 2.1 Lieferform und Verpackung

(1) Siehe E 1.2

(2) Für einkomponentige Injektion sind nur Originalgebinde mit ca. 1 kg Inhalt zulässig.

(3) Die Mischgenauigkeit beträgt 4 %.

### E 2.2 Injektionsverfahren

Die Prüfergebnisse der Erstprüfung des Injektionsverfahrens müssen an jedem Prüfkörper folgenden Anforderungen genügen:

- Die Anzahl der während der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten in der Verdämmung darf die Anzahl der zu füllenden Risse nicht überschreiten.
- Beim Überlastungsversuch darf nicht mehr als ein injizierter Riss aufreißen.

## E 3 Polyurethan

### E 3.1 Lieferform und Verpackung

(1) Siehe E 1.2

(2) Für einkomponentige Injektion sind Originalgebinde in der Größe zulässig, die in der Erstprüfung des Injektionsverfahrens verwendet wurden. Für weitere Gebindegrößen sind zusätzliche Nachweise erforderlich.

(3) Die maximal zulässige Temperatur abhängige Verarbeitbarkeitsdauer von PUR bei einkomponentiger Injektion wird nach Prüfung der Angaben des Herstellers von der Prüfstelle des Injektionsverfahrens festgelegt.

### E 3.2 Injektionsverfahren

Die Prüfergebnisse der Prüfung des Injektionsverfahrens gemäß DIN V 18028 müssen folgenden Anforderungen genügen:

- PUR  
Die Dichtheit der Balken 1 und 2 innerhalb der Dehnungsgrenzen gemäß Prüfmart 1 für die gefüllten Rissbereiche,
- SPUR  
Vorübergehendes Stoppen des Wasserzutritts.

## E 4 Zementleime und Zementsuspensionen

### E 4.1 Lieferform und Verpackung

(1) Siehe E 1.2

(2) Pulver- und Flüssigkomponente sind werksmäßig abgepackt zu liefern. Die Gebindegrößen sind auf das Mischungsverhältnis und die Anlagengröße zur Herstellung und Aufbereitung des Rissfüllstoffes als Stoffgemisch abzustimmen.

### E 4.2 Injektionsverfahren

(1) Die Ergebnisse der Prüfung des Injektionsverfahrens (nach der Prüfmart 2) gemäß DIN V 18028 müssen 14 d nach der Injektion folgenden Anforderungen genügen:

- Die Anzahl der während der Durchführung der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten in der Verdämmung darf die Anzahl der zu füllenden Risse nicht überschreiten.
- Die zum Aufreißen eines injizierten Risses aufzubringende Kraft muss größer sein als die Injektionslast.
- Bei der Anwendung von ZL-I müssen Rissbereiche (Risswurzel) bis zu einer Rissbreite von mindestens 0,20 mm voll gefüllt sein, bei der Anwendung ZS-I Rissbreiten von mindestens 0,05 mm.

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 3 Massivbau

### Abschnitt 6 Mauerwerk

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

---

Inhalt	Seite
1	<b>Allgemeines</b> ..... 3
2	<b>Mauerwerk aus künstlichen Steinen</b> .. 3
3	<b>Mauerwerk aus Natursteinen</b> ..... 3
3.1	Material ..... 3
3.2	Abmessungen ..... 3
3.3	Steinbearbeitung..... 3
3.3.1	Allgemeines ..... 3
3.3.2	Bruchrau ..... 4
3.3.3	Bossiert ..... 4
3.3.4	Gespitzt..... 4
3.3.5	Scharriert ..... 4
3.3.6	Gebeilt oder geflächt..... 4
3.4	Fugeneinteilung ..... 4
3.5	Versetzen..... 4
3.6	Verfugen ..... 5
4	<b>Anti-Graffiti-Systeme</b> ..... 5

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 3 Abschnitt 6 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Die verwendeten Steine müssen verwitterungsbeständig sein. Auf Verlangen hat der Auftragnehmer Steinmuster mit Zeugnissen einer anerkannten Prüfstelle vorzulegen. Der Auftraggeber behält sich eine Zwischenabnahme der Steine im Steinbruch, im Werk oder an der Verwendungsstelle vor.

(3) Der Mauerwerks-, Versetz- und / oder Steinschnittplan einschließlich Fugenausbildung ist vom Auftragnehmer, der die Unterkonstruktion herstellt, gleichzeitig mit den zugeordneten Schalungszeichnungen vorzulegen.

(4) Mörtel und Steine sind so aufeinander abzustimmen, dass Ausblühungen verhindert werden. Ggf. sind dem Mörtel entsprechende Zusatzmittel beizugeben.

(5) Sichtbare Flächen sind vor Verunreinigungen (z.B. beim Betonieren benachbarter Bauteile) zu schützen.

(6) Verblendmauerwerk ist mit dem Konstruktionsbeton durch Hammerkopfkanker und einbetonierte Ankerschienen mit europäisch technischer Zulassung (ETA) zu verbinden. Hierbei sind mindestens acht Anker je m<sup>2</sup> bei einem Schienenabstand von 50 cm anzuordnen. Sämtliche Verankerungsteile müssen aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorten Werkstoff-Nr. 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2) bzw. Werkstoff-Nr. 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2) nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 bestehen.

## 2 Mauerwerk aus künstlichen Steinen

(1) Steine müssen maßhaltig sein und dürfen weder Risse noch beschädigte Kanten aufweisen. Für Bauwerksecken sind Formsteine zu verwenden. Die Ecksteine von Ziegelmauerwerk sind bei nicht rechtwinkligen Bauwerksecken dem vorhandenen Winkel entsprechend zu schneiden. Spitze Kanten mit dem Winkel  $\leq 80^\circ$  sind mit 5 cm Kantenlänge zu brechen. Die Steine sind vollfugig mit jeweils gleicher Fugendicke und -breite zu vermauern. Mörtelzusatzmittel bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Bei Verblendmauerwerk ist ein mindestens 3 cm breiter Zwischenraum zwischen Mauerwerk und Konstruktion herzustellen und in jeder Schicht mit Mauermörtel nach DIN EN 998-2 in Verbindung mit der Restnorm DIN V 18580 oder in Verbindung mit DIN V 20000-412 sorgfältig auszufüllen.

(2) Werden Fugen ausgekratzt, sind sie mit Mörtel nach dem Farbmuster, dem der Auftraggeber zugestimmt hat, zu verfugen und zu glätten.

## 3 Mauerwerk aus Natursteinen

### 3.1 Material

(1) Werden in der Leistungsbeschreibung verschiedene Farben gefordert, so sind die Anteile der Farbarten in den Steinschnittplänen darzustellen und dem Auftraggeber zur Zustimmung vorzulegen. In der Regel muss bei einem Mauerwerk dieselbe Gesteinsart verwendet werden.

(2) Schadhafte Steine dürfen nicht eingebaut werden. Für Deckschichten und Abdeckplatten ist besonders ausgesuchtes Material zu verwenden.

### 3.2 Abmessungen

(1) An Brücken müssen Ecksteine von Widerlagern und Pfeilerköpfen in der Mehrzahl über zwei Schichten des anschließenden Mauerwerks durchbinden. Die Länge der Steine muss mindestens das Eineinhalbfache der Steinhöhe, überwiegend jedoch das Zwei- bis Vierfache betragen. Ecksteine müssen nach jeder Seite der Ecke eine Länge von mindestens der eineinhalbfachen Höhe haben.

(2) Wird das Mauerwerk im Verbund mit dem Beton ausgeführt, so ist für die Läufer eine Tiefe von 18 bis 25 cm, für die Binder eine Einbindetiefe von 40 bis 45 cm vorzusehen. Der Anteil der Binder soll etwa 30 % der Steine betragen.

(3) Gewölbesteine müssen Keilform entsprechend der radialen Lage der Stoßfugen haben. Bei Gewölbesteinen sind Unterwinkelungen an den Lager- und Stoßfugenflächen nicht erlaubt. Ferner dürfen für eine Tiefe von 10 cm, gerechnet ab Vorderkante des Steines, keine größeren Erhöhungen als 5 mm auftreten. Obere und untere Leibung müssen in der planmäßigen Krümmung an der Sichtfläche des Bogens verlaufen.

### 3.3 Steinbearbeitung

#### 3.3.1 Allgemeines

(1) Die Kanten der Steine müssen am Haupt voll sein. Keilansätze, Bohrlöcher oder deren Spuren dürfen an den Sichtflächen nicht in Erscheinung treten. Auch soll der Einsatz der Bearbeitungswerkzeuge möglichst nicht erkennbar sein.

(2) Lager- und Stoßflächen sind so zu bearbeiten, dass die Steine mit einer Fugendicke und -breite

von 1,5 cm versetzt werden können. Die Lagerflächen müssen parallel zueinander und in Richtung der Gesteinsschichtung angelegt werden. Die Lager- und Stoßflächen sind auf 8 bis 10 cm Tiefe eben zu bearbeiten. Gesägte Lager- und Rückflächen sind durch Spitzhiebe aufzurauen.

(3) Bei Brücken sowie an betonten Ecken von Stützwänden sollen Schichtsteine und Ecksteine einen aus größerer Entfernung erkennbaren Bearbeitungsunterschied zeigen. Dabei kommen für das Schichtenmauerwerk gröbere Bearbeitungsarten wie bruchrauh, bossiert und gespitzt in Betracht. Ecksteine erhalten dann eine verfeinerte Sichtflächenbearbeitung, z.B. scharriert, gesägt und gebeilt. Die Leibungsfläche von Gewölbesteinen ist mit Rücksicht auf das Versetzen auf dem Traggerüst zu stocken oder fein zu spitzen.

### 3.3.2 Bruchrau

Kanten, welche die Ansichtsflächen der Steine begrenzen, müssen geradlinig sein (Ausnahme vgl. Nr. 3.2 Absatz (3)) und in einer Ebene liegen. Erhebungen in der Ansichtsfläche dürfen höchstens 3 cm über, Vertiefungen höchstens 1 cm unter der Ebene der Umrandungskanten liegen.

### 3.3.3 Bossiert

Bossierte Steine sollen bruchraue Spaltflächen und bis etwa 30 % der Sichtfläche natürliche Bossen haben. Sie dürfen über die Ebene der Umrandungskanten nicht mehr als 1/10 der Steinhöhe, jedoch nicht mehr als 5 cm vorspringen. Mulden dürfen nicht hinter der Ebene der Umrandungskanten zurückliegen.

### 3.3.4 Gespitzt

Gespitzte Flächen dürfen stellenweise noch die durch das Spalten entstandene Oberflächenbeschaffenheit zeigen. Strichartig verlaufende Spitzhiebe sind nicht zulässig. Die Kanten dürfen keine ausgesprungenen Stellen haben.

### 3.3.5 Scharriert

An senkrechten und überstehenden Flächen soll der Scharrierschlag senkrecht, sonst jedoch innerhalb einer Steinfläche in einer Richtung verlaufen.

### 3.3.6 Gebeilt oder geflächt

Bei gebeilten Flächen sollen die Hiebe in einer Richtung verlaufen.

## 3.4 Fugeneinteilung

(1) Die Lagerfugen verlaufen im Allgemeinen waagrecht, bei Gewölbesteinen radial, bei bergseitigen Stützwänden bis höchstens 8 % Längsneigung parallel zur Trassenneigung, sofern nicht Muster- bzw. Richtzeichnungen oder besondere Angaben in der Leistungsbeschreibung maßgebend sind.

(2) Unmittelbar übereinander liegende, gleichhohe Schichten sind zu vermeiden. Wechselsteine müssen zwei Schichten erfassen.

(3) Keilschichten zur oberen Begrenzung schräg abschließender Sichtflächen müssen an der schwächeren Stelle mindestens 2/3 der niedrigsten Schichthöhe aufweisen. Die Stoßfugen sind unregelmäßig gegeneinander zu versetzen. Sie müssen rechtwinklig auf den Lagerfugen stehen und in übereinanderliegenden Schichten einen Abstand haben, der mindestens der Schichthöhe entspricht. Dehnungsfugen des Bauwerks sind auch im Bereich der Werksteinverkleidung geradlinig anzulegen.

(4) Lagerfugen müssen bei Trennfugen und Verschneidung zweier Mauerflächen in gleicher Höhe durchlaufen.

(5) Sofern bei Stützwänden an steilen Straßen die Anordnung rechtwinklig zur Straßenneigung gestellter Dehnfugen im Beton nicht mehr zweckmäßig erscheint, können diese auch lotgerecht ausgeführt werden. Das Mauerwerk muss dann im Bereich der Dehnungsfugen auf ca. 1,30 m Breite in reinem Kalkmörtel aus hydraulischem Kalk gemauert werden, ohne dass die Dehnungsfuge des Betons auch durch die Verblendung hindurchzugehen braucht. Die Verankerungen der Verblendung sind außerhalb des mit Kalkmörtel gemauerten Teils anzuordnen.

## 3.5 Versetzen

(1) Die Steine sind mit gleichbleibender Fugendicke und -breite in Zementmörtel zu versetzen. Läufer und Binder müssen regelmäßig auf das Mauerwerk verteilt werden. Natursteinmauerwerk muss mindestens bis 30 cm unter Gelände reichen. Bei Verblendmauerwerk ist der Zwischenraum zwischen Naturstein und Konstruktion mit Mauermörtel nach DIN EN 998-2 in Verbindung mit der Restnorm DIN V 18580 oder in Verbindung mit DIN V 20000-412 sorgfältig auszufüllen.

(2) Bei längeren Arbeitsunterbrechungen muss die Oberfläche des Mauerwerks abgedeckt und gegen Witterungseinflüsse geschützt werden. Dies gilt auch für frisches Mauerwerk oder frischen Hintermauerungsбетон. Mauerwerk in direktem Verbund darf nicht mehr als 3 bis 4 Steinschichten über den

Hintermauerungsбетон hochgeführt werden. Es ist, wenn nötig, gegen horizontales Verschieben ohne gesonderte Vergütung zu sichern. Wenn Binder, z.B. im Bereich von Auflagerbänken, nicht eingebaut werden können, sind auf 1 m<sup>2</sup> Mauerwerk in den Lagerfugen mindestens 4 beidseitig mit Rundhaken versehene Rundstahlanker mit einem Stabdurchmesser von 6 mm einzulegen, die mindestens 15 cm in den Beton einbinden.

(3) Gewölbesteine sind zunächst trocken auf dem Traggerüst zu versetzen und gegeneinander mit Hartholz zu verkeilen. An den äußeren Fugenrändern sind 2 cm dicke Holzleisten einzulegen. Erst nach voller Belastung des Traggerüsts sind die Fugen satt auszustopfen und die Keile wieder zu ziehen. Die Randleisten werden vor dem Verfugen entfernt. Die Aufmauerung über Gewölben darf erst nach dem Absenken des Traggerüsts vorgenommen werden.

### 3.6 Verfugen

(1) Bei Schichtenmauerwerk sind alle Fugen in den Sichtflächen 4 cm tief auszukratzen sowie mit Mörtel nach DIN EN 998-2 in Verbindung mit der Restnorm DIN V 18580 oder in Verbindung mit DIN V 20000-412 und einem Farbmuster, dem der Auftraggeber zugestimmt hat, sorgfältig zu verfugen. Der Fugenmörtel soll in getrocknetem Zustand im Allgemeinen heller sein als die Steine. Zum Einfärben sind Zugaben von Kalk (Kalk-Zement-Mörtel), sonst nur zementechte Farben zu verwenden.

(2) Der Fugenmörtel ist kräftig in die Fuge einzudrücken. Anschließend ist der überschüssige Mörtel im Allgemeinen mit einem Holzspan abzustreifen, so dass die Fugensichtfläche rau bleibt. Ein Fugeisen darf zum Glätten der Fugensichtflächen nur mit Zustimmung des Auftraggebers verwendet werden.

## 4 Anti-Graffiti-Systeme

(1) *Die Art der Anti-Graffiti-Systeme (AGS) gemäß TL/TP AGS – Beton (AGS 1-2 oder AGS 2), ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(2) Es dürfen nur AGS verwendet werden, die in der „Liste der geprüften Anti-Graffiti-Systeme (AGS)“ bei der Bundesanstalt für Straßenwesen geführt sind.

(3) Die Verjährungsfrist für Mängelansprüche beträgt für AGS 1-2 zwei Jahre und für AGS 2 ein Jahr.

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau

### Abschnitt 1 Stahlbau

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

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Werkstoffe .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Konstruktion .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Schweißverbindungen .....</b>	<b>5</b>
<b>5 Fertigung .....</b>	<b>6</b>
<b>6 Montage.....</b>	<b>7</b>
<b>7 Traggerüste und Baubehelfe.....</b>	<b>7</b>
<b>8 Dokumentation .....</b>	<b>7</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 4 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Dieser Abschnitt gilt für Stahlbauten und für Stahlbauteile des Stahlverbundbaus.

(3) Für den Brückenbau gilt DIN EN 1993-2 und für den sonstigen konstruktiven Ingenieurbau DIN EN 1993-1 mit den entsprechenden Teilen. Für wetterfeste (WT-) Stähle gilt die Richtlinie 007 des Deutschen Ausschuss für Stahlbau (DAST-Ri 007) und für schmelztauchverzinkte Bauteile DAST-Ri 022.

(4) Für die Ausführung gilt DIN EN 1090. Für tragende Bauteile von Brücken gilt Ausführungsklasse EXC 3 sowohl für die Werkstatt als auch für die Baustelle. Für sonstige Bauteile gilt Ausführungsklasse EXC 2.

(5) Sämtliche Stahlbauarbeiten im Werk und auf der Baustelle dürfen nur von Firmen ausgeführt werden, die über eine gültige Bescheinigung nach DIN EN 1090 (Schweißzertifikat und EG-Zertifikat) in der jeweils erforderlichen Ausführungsklasse verfügen. Für Bauteile der Ausführungsklasse EXC 3 muss die Schweißaufsichtsperson über umfassende technische Kenntnisse (C) nach EN ISO 14731 verfügen.

(6) *Für die Bemessung der Unterbauten und Lager kann eine vorgezogene Berechnung der Auflagerkräfte und der Lagerwege vereinbart werden, wobei für die Lasten aus Konstruktionseigengewicht eine Schwankung von  $\pm 10\%$  zu berücksichtigen ist. Hierfür ist eine angemessene Frist anzusetzen. Die Ergebnisse der vorgezogenen Berechnung dürfen gegenüber der endgültigen Berechnung nur für den Lastfall Konstruktionseigengewicht bis zu  $10\%$  abweichen. Außerdem sind die Höhenlage der Unterkante der Lagerkonstruktion sowie die Lastangriffspunkte und -richtungen anzugeben.*

(7) *Bei der Ausschreibung ist ein angemessener Zuschlag für den möglichen Unterschied zwischen Netto- und Abrechnungsgewicht zu berücksichtigen.*

(8) *Für die Abrechnung können andere Methoden als in VOB Teil C (DIN 18335) beschrieben z.B. die Nettoflächenmethode in den Vertragsunterlagen vereinbart werden.*

(9) *Beim Bauwerksentwurf ist zu untersuchen, ob Unterschiede zwischen Bauzustand und Endzustand bestehen, die Auswirkungen auf den Materialaufwand haben. Ein erforderlicher Mehraufwand ist bei der Ausschreibung zu berücksichtigen. Die Stahlmassenermittlung muss unter Berücksichtigung der Bauzustände erfolgen.*

(10) Es gelten die weiteren Anforderungen entsprechend Tabelle 4.1.1.

Tabelle 4.1.1: Anforderungen Anhang A DIN EN 1090-2

	erf. Zusatzangaben	Empfehlung
5.6.3	Umfassende Details für den Einsatz von Isolierelementen	incl. Unterlegscheiben
5.6.4	Festigkeitsklassen von Schrauben und Muttern und Oberflächenbehandlungszustände bei Garnituren für planmäßig vorgespannte Schraubenverbindungen	Es dürfen nur feuerverzinkte HV-Verbindungen mit beidseitigen Unterlegscheiben verwendet werden.
8.4	Bereich von Kontaktflächen in planmäßig vorgespannten Verbindungen	Beschichtung gemäß Abschnitt 3
9.4.1	Bezugstemperatur für das Ausrichten und Vermessen des Stahltragwerks	Die Bezugstemperatur beträgt $10^{\circ}\text{C}$ .

## 2 Werkstoffe

(1) Es gelten DIN EN 10025-1 bis -5, DIN EN 10210 und DIN EN 10219.

(2) Es dürfen nur Stähle der Festigkeitsklassen S235, S355 und S460 verwendet werden.

(3) Als Hohlprofile für tragende Bauteile sind nur warmgefertigte Hohlprofile gemäß DIN EN 10210 zu verwenden. Hohlprofile mit einer Wanddicke von  $\geq 30$  mm sind nur im Lieferzustand NH oder NLH, normalisierend geglüht, erlaubt.

(4) Für Baustahl mit Blechdicken bis 80 mm sind die Nennwerte für Streckgrenze und Zugfestigkeit gemäß Tabelle 3.1 von DIN EN 1993-1-1 anzusetzen. Für größere Blechdicken sind die Werte der jeweiligen Produktnorm zu entnehmen.

(5) Für tragende Bauteile von Brücken dürfen Stähle der Gütegruppen JR und J0 nicht verwendet werden.

(6) Für tragende Bauteile von Brücken gelten die technischen Lieferbedingungen der Deutschen Bahn, Deutsche Bahn Standard (DBS) 918 002-02 unter Beachtung der nachfolgenden Regeln (7) bis (9).

(7) Für tragende Bauteile von Brücken sind vom Auftragnehmer Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 nach DIN EN 10204 vorzulegen. Der Abnahmebeauftragte des Bestellers gemäß DIN EN 10204 muss eine vom Auftraggeber anerkannte Prüfstelle sein.

(8) Sofern sich aus der Materialverwendung weitere technisch notwendige Materialeigenschaften, wie z.B. verbesserte Eigenschaften in Dickenrichtung (Z-Güte), Eignung zum Schmelztauchverzincken, Kaltverformbarkeit oder der Nachweis von Zugfestigkeit und Kerbschlagarbeit auch in Querrichtung ergeben, sind diese Eigenschaften in den Abnahmeprüfzeugnissen anzugeben.

(9) Das Prüfprogramm für die Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 ist dem Auftraggeber vor der Materialbestellung vorzulegen.

(10) *Mit Zustimmung des Auftraggebers ist in Ausnahmefällen bei kleinen Mengen (z.B. bei Instandsetzungen und kleinen Fußgängerbrücken) ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 mit zusätzlicher Materialbeprobung ausreichend. Die zusätzliche Materialbeprobung muss alle für ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 erforderlichen Prüfungen umfassen. Prüfungen für bereits im Abnahmeprüfzeugnis 3.1 angegebene Eigenschaften sind zu wiederholen. Die Prüfungen dürfen nur durch eine vom Auftraggeber anerkannte Prüfstelle durchgeführt werden.*

(11) Für sekundäre Konstruktionselemente von Brücken und andere konstruktive Ingenieurbauten sind die Prüfzeugnisse gemäß DIN EN 1090-2 erforderlich.

(12) Die Abnahmeprüfzeugnisse sind dem Auftraggeber vor Beginn der Fertigung vorzulegen.

(13) Die Aufwendungen für die Abnahmeprüfzeugnisse einschließlich der erforderlichen Werkstoffprüfungen gehören zur Leistung des Auftragnehmers und werden nicht gesondert vergütet.

(14) Die Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 und 3.2 für tragende Bauteile müssen die folgenden Angaben enthalten (siehe auch DBS 918 002):

- Bezeichnung / Titel z.B. Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204,
- Aussteller des Zeugnisses,
- Besteller,
- Hersteller mit Angabe des Walzwerkes,
- Erzeugnis,
- Werkstoff (Stahlsorte),
- Norm mit Ausgabedatum,
- Schmelznummer,
- Probennummer,
- Lieferzustand,
- Abmessungen des Walzproduktes,
- Maßprüfung und Sichtkontrolle für äußere Beschaffenheit,

- chemische Zusammensetzung mittels Schmelzenanalyse für die 15 Elemente C, Si, Mn, P, S, Al, N, Cr, Cu, Mo, Ni, Nb, Ti, V, B
- Kohlenstoffäquivalent CEV,
- Ergebnisse Zugversuch (Streckgrenze, Zugfestigkeit, Bruchdehnung),
- Ergebnisse Kerbschlagbiegeversuch,
- Baumann-Abdrücke,
- Ultraschallprüfung (bei Werkstoffdicke größer 10 mm bei Ermüdungsbeanspruchung oder bei Verwendung von Blechen mit Z-Güte),
- Aufschweißbiegeversuch nach SEP 1390 für Nenndicken ab 30 mm, bis Stahlgüte S355
- Konformitätserklärung über CE-Kennzeichnung des Ausstellers und
- Erklärung des Ausstellers über die Erfüllung der vertraglich formulierten Anforderungen.

### 3 Konstruktion

(1) Es gilt DIN EN ISO 12944-3.

(2) Aussteifungen, Verstärkungs- und Ausrüstungsteile sind nach innen zu legen. Das gilt auch für Dickenabstufungen von Deck- und Untergurtblechen.

(3) Montage- und Transporthilfen, z.B. Montageöffnungen, Montageschotts und Anbauhilfen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Sie sind in den Ausführungszeichnungen darzustellen und in der statischen Berechnung hinsichtlich Kerbwirkung, Querschnittsschwächung und sonstigen Einflüssen zu prüfen. Sie dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers im Bauwerk verbleiben.

(4) Bei Straßenbrücken dürfen die Mindestabmessungen nach Tabelle 4.1.2 ergänzend zu DIN EN 1993-2 nicht unterschritten werden.

(5) Für Geh- und Radwegbrücken gelten die Mindestabmessungen von DIN EN 1993-2.

(6) Überbau und Kammerwand sind so steif auszubilden, dass die Differenz der gegenseitigen vertikalen Verschiebungen der Fugenufer unter häufigen Lasten nach DIN EN 1991-2 höchstens 5 mm beträgt. Dieses Maß ist nachzuweisen.

(7) *In luftdicht verschweißten Hohlkästen ist ein Korrosionsschutz entsprechend Teil 4 Abschnitt 3 nicht erforderlich. Ein Abrostungszuschlag ist nicht anzusetzen. Eine Prüfung der Dichtheit sollte in der Regel durchgeführt werden. Zur Dichtheitsprüfung der Schweißnähte wird ein Überdruck von 0,2 bar im Innern des Hohlkastens erzeugt. Hierzu sind in den Tiefpunkten Bohrungen vorzusehen, die nach der Dichtheitsprüfung mit Schraubenstop-*

fen zu schließen sind. Der Hohlkasten ist bei einem Druckverlust von max. 10 % nach 24 h noch als ausreichend dicht anzusehen. Bei untergeordneten Bauteilen kann eine Prüfung der Dichtheit entfallen.

Tabelle 4.1.2: Mindestabmessungen

	Bauteil	Abmessung [mm]
1	U-Stähle	120 (Höhe)
2	I-Stähle	140 (Höhe)
3	Zwischenlängsträger, einwandige Rippen	8 (Dicke)
4	Stege und Gurte von Vollwandhauptträgern ≤ 1,50 m Konstruktionshöhe	10 (Dicke)
5	Stege und Gurte von Vollwandhauptträgern ≥ 1,50 m Konstruktionshöhe	12 (Dicke)
6	Stege, Gurte und Bodenbleche von Hohlkastenträgern	10 (Dicke)
7	Bleche von Fachwerkstäben mit Hohlquerschnitten	8 (Dicke)
8	Seiten- und Deckbleche sonstiger Bauteile mit Hohlquerschnitten	5 (Dicke)
9	Abdeckbleche	5 (Dicke)
10	Schrammborde und Schotterbegrenzungen	14 (Dicke)
11	Rohre	6 (Wanddicke)

(8) Ein dichter Abschluss der Fertigungsschüsse von luftdicht verschweißten Konstruktionen während der Montage ist nicht erforderlich, wenn sichergestellt ist, dass keine direkte Benetzung der Oberflächen mit Wasser möglich ist. Tauwasserbildung kann dabei vernachlässigt werden. Ggf. ist eine Grundbeschichtung zu applizieren.

(9) Eingedrungenes Wasser ist vor dem endgültigen Schließen der Hohlräume zu entfernen.

10) In luftdicht verschweißten Konstruktionen sollen, soweit die Abmessungen das erlauben, Zugangsmöglichkeiten für Bauwerksprüfungen aus besonderem Anlass vorgesehen werden, z.B. verschweißte Einstiegsöffnungen. Die Mindestabmessungen der Öffnungen betragen  $b * d = 60 * 80$  [cm].

## 4 Schweißverbindungen

(1) Für den Umfang der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) der Schweißnaht bei Ausführungsklasse EXC 3 nach DIN EN 1090-2 gilt Tabelle 4.1.3. Für orthotrope Fahrbahnplatten gilt DIN EN 1993-2.

Tabelle 4.1.3: Umfang der ZfP (nicht für orthotrope Platten)

Schweißnahtart	Ausnutzungsgrad	Prüfumfang Fertigung bzw. Baustelle für EXC 3
querverlaufende durchgeschweißte und teilweise durchgeschweißte Nähte in zugbeanspruchten Stumpfstoßen	$U \geq 0,5$	50%
	$U < 0,5$	25%
querverlaufende durchgeschweißte und teilweise durchgeschweißte Nähte in ausschließlich druck- oder schubbeanspruchten Stumpfstoßen	alle	20%
querverlaufende durchgeschweißte und teilweise nicht durchgeschweißte Nähte in einem T-Stoß	alle	30%
Längsbeanspruchte durchgeschweißte Stumpfnähte bei Stumpf- und T-Stößen	alle	20%
Längsbeanspruchte teilweise durchgeschweißte Nähte bei Stumpf- und T-Stößen	alle	10%
Kehlnähte an Haupttragelementen		
$a > 12 \text{ mm}$ oder $t > 20 \text{ mm}$	alle	20%
$a \leq 12 \text{ mm}$ oder $t \leq 20 \text{ mm}$	alle	10%

(2) Die eingesetzten Schweißer müssen die Schweißerprüfung nach DIN EN 287-1 und die Bediener eine Bedienerprüfung nach DIN EN 1418 erfolgreich abgelegt haben. Eine entsprechende Prüfbescheinigung ist vorzulegen. Der Einsatzbereich des Schweißers / Bedieners in der Fertigung muss dem Geltungsbereich der vorliegenden Prüfbescheinigung entsprechen. Der Schweißbetrieb ist verpflichtet, sich über Arbeitsproben zu vergewissern, dass der Schweißer / Bedieners die an das Bauteil gestellten Qualitätsanforderungen er-

füllen kann. Ein Nachweis über die Ergebnisse der Arbeitsproben ist dem Auftraggeber auf Anforderung vorzulegen.

(3) Die Ausführung von Schweißarbeiten ist generell erst zugelassen, wenn die durch die verantwortliche Schweißaufsichtsperson freigegebenen WPS-Schweißanweisungen (WPS = welding procedure specification) auf der Baustelle bzw. in der Werkstatt vorliegen. Die WPS muss den Bezug zu einer Qualifizierung gemäß DIN EN ISO 15613 oder DIN EN ISO 15614-1 aufweisen.

(4) Bei Schweißverbindungen an tragenden Bauteilen sind die Anforderungen der Bewertungsgruppe DIN EN ISO 5817 B unter Beachtung von DIN EN 1993-2 einzuhalten. Bei untergeordneten Bauteilen (sekundären Konstruktionselementen, siehe DIN EN 1993-2) ist Bewertungsgruppe DIN EN ISO 5817 C ausreichend. Systematische, sich ständig wiederholende Unregelmäßigkeiten sind unzulässig.

(5) Für die Prüfung von Schweißverbindungen im Stahlbrückenbau mit Röntgen- und Gammastrahlen ist DIN EN 1435 maßgebend. Die Durchstrahlungsbilder müssen der Bildgüteklasse B nach DIN EN 462-3 entsprechen. Die Anforderungen richten sich nach Prüfkategorie B der DIN EN 1435.

(6) Ultraschallprüfungen sind nach DIN EN ISO 11666 durchzuführen. Die Anforderungen richten sich nach der Prüfkategorie B. Die Zuordnung der Ergebnisse in die Bewertungsgruppe der DIN EN ISO 5817 ist nach DIN EN ISO 11666, DIN EN ISO 23279 und DIN EN ISO 17640 durchzuführen.

(7) Nach dem Entfernen von angeschweißten Montagehilfen ist eine Oberflächenrisprüfung durch den Auftragnehmer durchzuführen. Diese Leistung wird nicht besonders vergütet.

(8) Stumpfnähte von Blechen dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers auf stählerner Wurzelunterlage geschweißt werden.

*(9) In Sonderfällen, z.B. beim Schlussblech unzugänglicher Hohlkästen, ist das Schweißen auf stählerner Wurzelunterlage unumgänglich. Diese Schweißnähte sind nach Möglichkeit in weniger hoch ausgelasteten Querschnittsbereichen anzuordnen.*

(10) Stegblechstöße und Querstöße von Gurtplatten sind generell voll zu verschweißen. Längsstöße breiter Gurtplatten dürfen dem Beanspruchungsverlauf entsprechend durch doppelte Y-Nähte verschweißt werden.

(11) Die tatsächliche Spaltbreite geschweißter Baustellenstöße darf nicht mehr als 3 mm von der in der Ausführungszeichnung vorgesehenen abweichen. Darüber hinaus ist eine Abstimmung mit dem Auftraggeber notwendig. Ein Höhenversatz ist zu verhindern.

(12) Einwandige Steifen sind umlaufend anzuschweißen.

(13) Unterbrochene Nähte dürfen nicht ausgeführt werden.

(14) Bei Luft- und / oder Bauwerkstemperaturen unter 0° C darf nur mit Einverständnis des Auftraggebers und unter besonderen Maßnahmen geschweißt werden.

## 5 Fertigung

*(1) Neben der Eigenüberwachung des Auftragnehmers ist vom Auftraggeber eine zusätzliche Fertigungsüberwachung der Herstellung der Stahlkonstruktion und des Korrosionsschutzes im Werk und auf der Baustelle erforderlich.*

(2) Die Fertigungstermine sind dem Auftraggeber so frühzeitig anzugeben, dass die Kontrollen der laufenden Fertigung und die Endkontrollen der Stahlbauteile vor dem Verladen durchgeführt werden können.

(3) Vor Auslieferung von Konstruktionsteilen auf die Baustelle ist durch den Auftragnehmer eine schriftliche Übereinstimmungserklärung in Form einer Herstellererklärung abzugeben. Darin muss die Einhaltung der zugrunde liegenden technischen Vorschriften und die Übereinstimmung mit den Ausführungsunterlagen bestätigt werden. Es ist zu bestätigen, dass:

- die anzuwendenden Vorschriften eingehalten wurden,
- die Fertigung nach den geprüften und genehmigten Ausführungsplänen erfolgte,
- alle Materialprüfzeugnisse vorliegen,
- die Schweißnahtprüfung nach dem Schweißnahtprüfplan durchgeführt wurde und die dokumentierten Ergebnisse den Anforderungen entsprechen und
- der Korrosionsschutz fach- und normgerecht appliziert wurde und die Protokollierung im Rahmen der Eigenüberwachung erfolgte.

(4) Die Übereinstimmungserklärung ist Voraussetzung für eine Lieferfreigabe durch den Auftraggeber.

(5) Die Bauwerke sind maßgenau zu fertigen. Toleranzen der verschiedenen Bauteile, Werkzeuge und der Baubehelfe sind so aufeinander abzustimmen, dass die Qualitäts- und Funktionsanforderungen während des Bau- und Endzustandes gewährleistet sind. Die geometrischen Abweichungen dürfen die in DIN EN 1090-2 angegebenen Grenzwerte für die grundlegenden bzw. ergänzenden Toleranzen nicht überschreiten. Die Einhaltung der zulässigen Werte ist durch Aufmaß zu

protokollieren. Umfang, Art und Zeitpunkt der Messungen sind mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Ergebnisse sind übersichtlich darzustellen und den zulässigen Werten gegenüberzustellen. Gravierende Abweichungen sind hervorzuheben. Die Protokolle der Messungen und Auswertungen sind dem Auftraggeber fortlaufend zu übergeben. Die Anforderungen an die Toleranzen gelten für die Werksfertigung und für die Baustelle.

(6) Die einzuhaltenden Toleranzen sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(7) Die Passgenauigkeit benachbarter Bauteile ist in der Fertigung durch Anlegen und / oder geometrische Vermessung nachzuweisen.

(8) Die Oberfläche verändernde Markierungen wie z.B. Schlagmarkierungen, Fräsungen, Nadelungen und Plasmamarkierungen sind in ermüdungsgefährdeten Bereichen nicht zugelassen.

## 6 Montage

(1) Für alle Montageschritte auf der Baustelle ist vom Auftragnehmer dem Auftraggeber rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten eine detaillierte Montageanweisung vorzulegen. Hieraus muss die Folge der einzelnen Arbeitsgänge erkennbar sein. Ferner ist anzugeben, welche Kontrollen während des Baufortschrittes, z.B. Durchbiegungsmessungen, Auflager-, Seilkräftermittlungen, durchgeführt werden.

(2) Der Auftragnehmer hat zum frühestmöglichen Zeitpunkt, spätestens vor Beginn der Montage, die Lage und die Geometrie der Unterbauten einzumessen.

(3) Das Ergebnis aller Kontrollen ist den Sollwerten gegenüberzustellen und dem Auftraggeber vorzulegen.

(4) Es dürfen nur Pressen mit Kugelkalotten verwendet werden, die sich auch unter Last in jeder Stellung festlegen lassen.

(5) Verunreinigungen und Beschädigungen sind durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden. Ansonsten sind sie im Einvernehmen mit dem Auftraggeber zu beseitigen.

## 7 Traggerüste und Baubehelfe

(1) Für Traggerüste gilt Teil 6 Abschnitt 1 und für Baugruben gilt Teil 2 Abschnitt 1.

(2) Für Arbeitsgerüste gilt DIN EN 12811-2. Arbeitsgerüste müssen mindestens der Lastklasse 2 nach DIN EN 12811-1 genügen.

(3) *Hängt die Arbeitssicherheit der am Bau Beteiligten bzw. die Sicherheit sonstiger Unbeteiligter in besonderem Maße von der ordnungsgemäßen*

*Ausführung der stahlbaummäßigen Baubehelfskonstruktionen ab, sollte die zusätzliche Fertigungsüberwachung der Stahlkonstruktionen durch den Auftraggeber gemäß 5 (1) auf diese Baubehelfe erweitert werden. In diesen Fällen sollte auch für stahlbaummäßige Baubehelfe zur Errichtung von Massiv- und Verbundbrücken eine zusätzliche Fertigungsüberwachung durch den Auftraggeber erfolgen.*

## 8 Dokumentation

(1) Vom Auftragnehmer ist eine Dokumentation über die Stahlbaufertigung zu erstellen. Bestandteile der Dokumentation sind mindestens:

a) Zeugnisse und Eignungsnachweise

- des Fertigungs- und Montagebetriebs sowie ggf. seiner Nachunternehmer nach DIN EN 1090,
- des Schweißpersonals nach DIN EN 287 und DIN EN 1418,
- des Prüfpersonals für ZfP nach DIN EN ISO 9712 sowie der Prüfstelle (z.B. Akkreditierung) und
- des Korrosionsschutzpersonals nach Abschnitt 3,

b) Nachweise aller eingesetzten Baustoffe durch

- Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204 je nach Anforderung einschl. Chargenzuordnung zum Bauteil und Protokolle der Umstempelungen,
- Zulassungen für Schweißzusätze einschließlich Übereinstimmungszertifikate der DB Minden bzw. Eignungsbescheinigungen nach DIN EN 13479 mit Zulassungszertifikat nach DIN EN 14532-1,
- Übereinstimmungsnachweis nach Bauregelliste,
- Konformitätsbescheinigungen,
- Europäisch Technische Zulassungen sowie der zugehörigen deutschen Ausstattungszulassungen ,
- Zustimmung im Einzelfall,

c) geprüfte Fertigungs- und Montageunterlagen für

- Fertigungsanweisung,
- WPS-Schweißanweisungen nach DIN EN ISO 15609,
- Qualifizierung von Schweißverfahren (WPQR = welding procedure qualification record) nach DIN EN ISO 15614-1 soweit erforderlich,

- Zusammenbau- und Schweißfolgeplan mit Verweis auf zugehörige Schweißnahtdetails,
  - Schweißnahtprüfplan,
  - Ausführungsanweisung planmäßig vorgespannter Verbindungen,
  - Ausführungsanweisung Korrosionsschutz und Korrosionsschutzplan und
  - Arbeits- und Montageanweisungen des Bauablaufes,
- d) Protokolle über die Arbeiten und deren Überwachung:
- Schweißereinsatzlisten,
  - Nachweise über Herstellung von GV-Verbindungen,
  - Arbeitsprotokolle der Korrosionsschutzarbeiten nach Abschnitt 3,
  - Prüfprotokolle der ZfP an Schweißverbindungen,
  - Prüfprotokolle des Korrosionsschutzes,
  - Prüfprotokolle der Dichtheitsprüfung,
  - Justierungs- und Kalibrierungsnachweise eingesetzter Geräte,
  - Ausführungsprotokoll der planmäßigen Vorspannarbeiten an Schraubverbindungen,
  - Messprotokolle zur Überwachung der Geometrien und deren Toleranzen und
  - Dokumentation der Prüfflächen zur Überwachung des Abrostens bei WT-Stahlbrücken gemäß DAST-RI 007
- e) Konformitätserklärungen nach DIN EN 1090-1
- (2) Die Dokumentation ist mit dem Baufortschritt zu erstellen. Sie ist die Grundlage für die VOB-Abnahme und ist dem Auftraggeber rechtzeitig vor Abnahme zu übergeben.

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

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

# **ZTV-ING**

### **Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau**

### **Abschnitt 2 Stahlverbundbau**

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

---

Inhalt	Seite
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b> ..... 3
<b>2</b>	<b>Werkstoffe</b> ..... 3
2.1	Stahl ..... 3
2.2	Kopfbolzen ..... 3
2.3	Beton ..... 3
<b>3</b>	<b>Ausführung</b> ..... 3
<b>4</b>	<b>Hinweise für Entwurf und Konstruktion</b> ..... 3
<b>5</b>	<b>Verbundbauweisen</b> ..... 4
5.1	Einteilige Überbauten ..... 4
5.2	Verbundfertigteilbauweise ..... 4
5.3	Vorgespannte Verbundträger ..... 4
5.4	Fahrbahnplatten mit Betonfertigteil und Ortbetoneergänzung ..... 4
5.5	Ergänzende Regelungen für Fahrbahnplatten ..... 4
5.6	Regelungen für Verbundbrücken mit Betonauflagerquerträgern ..... 5
<b>Anhang A:</b>	<b>Ergänzende Regelungen für Verbundbrücken mit Betonendquerträgern</b> ..... 6

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 4 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gilt DIN EN 1994-2.

(3) Für die Bemessung der Unterbauten und Lager kann eine vorgezogene Berechnung der Auflagerkräfte und der Lagerwege vereinbart werden, wobei für die Lasten aus Konstruktionseigengewicht eine Schwankung von  $\pm 5\%$  zu berücksichtigen ist. Hierfür ist eine angemessene Frist anzusetzen. Die Ergebnisse der vorgezogenen Berechnung dürfen gegenüber der endgültigen Berechnung nur für den Lastfall Konstruktionseigengewicht bis zu  $5\%$  abweichen. Außerdem sind die Höhenlage der Unterkante der Lagerkonstruktion sowie die Lastangriffspunkte und -richtungen anzugeben.

## 2 Werkstoffe

### 2.1 Stahl

Für die Stahlbauteile des Stahlverbundbaus ist ergänzend der Abschnitt 1 anzuwenden.

### 2.2 Kopfbolzen

(1) Es sind Kopfbolzen der Stahlsorte S235J2+C450 nach DIN EN SO 13918 zu verwenden.

(2) Müssen Kopfbolzendübel in begründeten Fällen auf der Baustelle nach DIN EN ISO 4063 mit dem Schweißprozess 111, 135 oder 136 aufgeschweißt werden, sind diese über den vollen Bolzenquerschnitt anzuschließen. Eine in Bolzenmitte nicht angeschlossene Bolzenquerschnittsfläche von  $10\%$  ist zulässig, wenn der Schweißnahtquerschnitt nach außen entsprechend vergrößert wird. Vor Beginn der Arbeiten ist eine Arbeitsprobe herzustellen und anhand einer Sicht- und Biegeprüfung in Anlehnung an DIN EN ISO 14555 durch die Schweißaufsichtsperson zu bewerten.

### 2.3 Beton

(1) Für die Massivbauteile des Stahlverbundbaus ist ergänzend der Teil 3 Abschnitt 1 anzuwenden.

(2) Bei Brückenbauwerken, bei denen der E-Modul des Betons großen Einfluss auf die Verformungen und die Spannungsverteilung hat, soll in der Tragwerksplanung ein realitätsnaher Ansatz des E-Moduls vorgegeben werden. In diesem Fall ist rechtzeitig vor Betonierbeginn durch Prüfungen nach DIN 1048-5 nachzuweisen, dass der E-Modul des Betons maximal  $10\%$  von dem vorgegebenen Rechenwert abweicht. Die Zusammensetzung des

verwendeten Betons muss mit derjenigen des Betons aus den Erstprüfungen übereinstimmen.

(3) Für Fahrbahnplatten von Verbundbrücken ist abweichend von DIN EN 1994-2 Beton der Festigkeitsklasse C 35/45 zu verwenden. Höhere Festigkeitsklassen sind nur zulässig, wenn diese in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit erforderlich sind. Die Verwendung von Betonen höherer Festigkeitsklassen als C 35/45 sowie die Verwendung von Leichtbetonen bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(4) Betonüberfestigkeiten sind zu vermeiden.

## 3 Ausführung

(1) Das Programm für die baubegleitenden Messungen ist vom Auftragnehmer dem Auftraggeber rechtzeitig vorzulegen. Das Ergebnis aller Kontrollen ist den Sollwerten gegenüberzustellen und dem Auftraggeber jeweils vor dem nächsten Montageschritt vorzulegen.

(2) Zur Herstellung der planmäßigen Gradienten sind notwendige Korrekturmaßnahmen frühzeitig durchzuführen.

## 4 Hinweise für Entwurf und Konstruktion

(1) Die Bemessung wird durch die Bauzustände beeinflusst. Die Entwurfsbearbeitung beinhaltet die Ausarbeitung einer qualitätssichernden und wirtschaftlichen Baufolge mit Festlegungen zu den einzusetzenden Baubehelfen. Die Festlegungen zu Bauzuständen und Baubehelfen sind in der Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen.

(2) Das Herstellungsverfahren der Betonfahrbahnplatte ist unter Berücksichtigung der DIN EN 1994-2 in der Entwurfsplanung festzulegen. Lage und Länge der Betonierabschnitte sowie die Betonierreihenfolge sind in der Leistungsbeschreibung vorzugeben.

(3) Nach Auftragserteilung sind zu Beginn der Ausführungsbearbeitung die statischen Systeme, Rechenmethoden und Nachweisverfahren frühzeitig zur Prüfung einzureichen und vor der endgültigen Abfassung der statischen Berechnung mit dem Auftraggeber abzustimmen. Dies gilt auch für die statisch relevanten Bauzustände sowie den Einsatz von Baubehelfen.

(4) Die Abhebesicherheit der Fahrbahnplatten auf torsionssteifen Kästen ist rechnerisch nachzuweisen.

## 5 Verbundbauweisen

### 5.1 Einteilige Überbauten

Bei Brückenbauwerken, bei denen ausnahmsweise ein einteiliger Querschnitt gewählt wird muss ein Fahrbahnplattentausch unter Aufrechthaltung einer ausreichenden Verkehrsführung (z.B. 4+0) konstruktiv untersucht und statisch nachgewiesen werden. Die technischen Randbedingungen für den Fahrbahnplattenaustausch sind in der Leistungsbeschreibung zu definieren.

### 5.2 Verbundfertigteilbauweise

(1) Die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Verbundfertigteils sind während des Transports durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten; es dürfen keine außerplanmäßigen Verformungen zugelassen werden.

(2) In den Nachweisen für die Geometrieerhaltung der Verbundfertigteilträger im Bauzustand sind auch die Verformungen durch Abfließen der Hydratationswärme sowie Schwinden und Kriechen zu berücksichtigen. Die in den Nachweisen angesetzten Bedingungen sind im Betonfertigteilwerk einzuhalten.

(3) Die Verbundfertigteilträger sind während des Betonierens und der Erhärtung des Werkbetons in ihrer spannungslosen Werkstattform zu unterstützen.

(4) An den Plattenrändern der Verbundfertigteilträger sind konstruktive Maßnahmen vorzusehen, mit denen Höhenunterschiede zwischen benachbarten Plattenrändern ausgeglichen werden können. Der Höhenunterschied darf 2 cm nicht überschreiten.

### 5.3 Vorgespannte Verbundträger

Verbundträger mit durch planmäßig eingeprägte Verformungen vorgespannten Betongurten sind entsprechend den Regelungen ihrer Zulassung einzusetzen.

### 5.4 Fahrbahnplatten mit Betonfertigteilen und Ortbetoneingängung

(1) Für den Verbund zwischen Betonfertigteilen und Ortbetoneingängung darf nur Betonstabstahl der Stahlsorte B500B nach DIN 488-1 verwendet werden.

(2) Für Fertigteile mit Ortbetoneingängung sind die folgenden Regelungen zu beachten:

- Die Ortbetoneingängung muss im Fahrbahnbereich mindestens 20 cm und im Kappenbereich mindestens 15 cm betragen.

- Für Fertigteile ist auch dann ein Nachweis der Rissbreitenbeschränkung zu führen, wenn sie für den Verbundträger als nicht mittragend angesetzt werden und nur zwischen den Fugen mitwirken. Gleichgerichtete Beanspruchungen aus dem Betonierzustand sind hierbei zu überlagern.

(3) Fertigteile mit Ortbetoneingängung sind auf 2 cm dicken und mindestens 3 cm breiten, auf den Stahlträgerobergurt aufgeklebten Auflagerstreifen aus synthetischem Elastomer zu verlegen. Hierbei muss auf die Verträglichkeit des Klebers mit dem Elastomer und dem Beschichtungsstoff geachtet werden. Die Steifigkeit des Auflagerstreifens ist so zu wählen, dass der Mindestwert der Zusammendrückbarkeit 3 bis 5 mm und die maximale Zusammendrückbarkeit 10 mm beträgt, so dass noch ein ausreichender Raum für den Vergussmörtel vorhanden ist. Die Betonplatte sollte nach dem Betonieren ohne Spalt aufliegen.

### 5.5 Ergänzende Regelungen für Fahrbahnplatten

(1) Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit von Betonquerschnittsteilen von Brücken in Verbundbauweise gelten zusätzlich zu DIN EN 1994-2 folgende Regelungen:

- a) Straßenbrücken sind im Allgemeinen so zu konstruieren, dass auf eine Vorspannung der Fahrbahnplatte mit Spanngliedern verzichtet werden kann. In Sonderfällen (stark gevoutete Hauptträger, Fachwerkverbundträger) kann die Anordnung einer Längsvorspannung sinnvoll sein. In diesen Fällen bedarf der Einsatz von Spanngliedern der Zustimmung des Auftraggebers. Werden die Fahrbahnplatten in Querrichtung vorgespannt, sind Spannglieder ohne Verbund zu verwenden, die austauschbar sind.
- b) Der Stababstand der Längs- und Querbewehrung darf 10 cm nicht unterschreiten und in den äußeren Lagen 15 cm nicht überschreiten.
- c) Bei Fahrbahnplatten, die in Längs- und Querrichtung schlaff bewehrt sind, sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:
  - In Querrichtung ist je Querschnittsseite eine einlagige Bewehrung mit  $\varnothing^* \leq 20$  mm anzuordnen, und der Bewehrungsquerschnitt darf je Lage 1 % des Betonquerschnitts nicht überschreiten. In Bereichen mit örtlich erhöhten Beanspruchungen (z.B. in Auflager- und Querträgerbereichen sowie zur Abdeckung der Längsschubkräfte im Gurtanschnitt) und bei der unten liegenden Bewehrung im Feldbereich zwischen den Hauptträgern darf der Stabdurchmesser  $\varnothing^*$  jedoch maximal 25 mm und der Bewehrungsquer-

schnitt je Lage maximal 1,5 % des Betonquerschnittes betragen.

- In Brückenlängsrichtung darf oben und unten eine ein- oder zweilagige Bewehrung mit  $\varnothing^* \leq 20$  mm angeordnet werden. In Plattenbereichen mit Plattendicken größer als 40 cm darf zusätzlich zur oberen und unteren Bewehrung eine weitere mittig angeordnete Bewehrungslage mit  $\varnothing^* \leq 25$  mm angeordnet werden. In Bereichen mit Übergreifungsstößen darf der Grundquerschnitt der Längsbewehrung 2,5 % des Betonquerschnittes und in Bereichen ohne Übergreifungsstöße 3 % nicht überschreiten.

d) Bei Fahrbahnplatten mit schlaffer Bewehrung in Brückenlängsrichtung und Spanngliedvorspannung in Querrichtung ist in Querrichtung eine Mindestbewehrung von  $\varnothing^* = 12$  mm im Abstand  $s = 15$  cm anzuordnen.

e) Bei Stabbogenbrücken, bei denen die Betonfahrbahnplatte im Haupttragwerk als schlaff bewehrtes Zugband mitwirkt, darf die Fahrbahnplattendicke 30 cm nicht unterschreiten. Oben und unten ist eine einlagige Bewehrung mit einem Stabdurchmesser  $\varnothing^* \leq 20$  mm anzuordnen. Die Anordnung einer weiteren, mittigen Lage mit Stabdurchmessern  $\varnothing^* \leq 25$  mm ist zulässig. Hinsichtlich der Stababstände gelten die vorgenannten Regelungen.

(2) In Stützbereichen mit starker Längsbewehrung sind einbetonierte Entwässerungsquerleitungen möglichst zu vermeiden. Die Anzahl von Aussparungen für Gerüstabhängungen und Gerüstverspannungen ist zu minimieren. Sie dürfen, entsprechend dem minimalen Abstand der Bewehrungsstäbe, nicht größer als  $d = 8$  cm sein.

(3) Im Bereich von Aufständern für Schalwagen ist sowohl die Längs- als auch die Querbewehrung der Fahrbahnplatte mit ihrem vollen Querschnitt ungestoßen durchzuführen. Die Ausbildung der Aufständern ist hierauf abzustimmen (z.B. durch Aussparungen für die Bewehrung). Eine Auswechslung der Bewehrung ist nicht zulässig. Die zentrische Lage der Aufständern über Querschotten ist durch Knaggen oder kurze Heftnähte zu sichern. Für einbetonierte Aufständern ist eine Betondeckung  $nom\ c = 4,5$  cm einzuhalten.

## 5.6 Regelungen für Verbundbrücken mit Auflagerquerträgern aus Beton

Bei der Ausbildung von Auflagerquerträgern aus Beton sind die Entwurfsgrundsätze in Anhang A zu beachten.

## Anhang A

### Ergänzende Regelungen für Verbundbrücken mit Auflagerquerträgern aus Beton

(1) Beispiele für die Ausbildung von Auflagerquerträgern aus Beton sind in Bild A.4.2.1 angegeben. Die Mindestbreiten der Betonquerträger betragen für den

- Widerlagerquerträger:
  - 0,80 m bei indirekter Lagerung,
  - 0,60 m bei direkter Lagerung,
- Stützenquerträger: 0,90 m.

(2) Bei Stützenquerträgern darf alternativ zu den Darstellungen in Bild A.4.2.1 die Obergurtzugkraft durch eine verschweißte oder geschraubte Durchbindung des Stahlträgerobergurtes in Kombination mit zusätzlicher Längsbewehrung im Betongurt aufgenommen werden, wobei beim Nachweis der Rissbreitenbeschränkung und der Ermüdung bei der Ermittlung der Zugkraft im Betonstahl der Einfluss aus der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen zu berücksichtigen ist.

(3) Beim Nachweis der Rissbreitenbeschränkung ist ebenfalls von einer zentrischen Zugbeanspruchung aus Haupttragwerkswirkung auszugehen.

(4) Die Mindestbewehrung über den Stützenquerträgern beträgt für die unterste Bewehrungslage in Trägerlängsrichtung  $\varnothing^* = 16$  mm und  $s = 10$  cm. Diese Bewehrung ist in Trägerlängsrichtung über die Länge  $L$  anzuordnen.

$$L = b_{QTR} + 2 \times (0,15 \times L_{st} + l_{b,rqd})$$

Dabei ist:

$L_{st}$  die größere Trägerstützweite der beiden angrenzenden Felder,

$l_{b,rqd}$  das Grundmaß der Verankerungslänge,

$b_{QTR}$  die Querträgerbreite.

(5) Die am Anschluss des Hauptträgers an den Stützenquerträger auftretende Längsschubkraft zwischen Betonplatte und Stahlträgerobergurt ist durch eine konzentrierte Verdübelung am Trägerende über Schub in den Stahlträger einzuleiten. Hierbei darf die Schubkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit dreieckförmig auf eine Länge von  $a_{LTR}$  verteilt werden, wobei  $a_{LTR}$  der Achsabstand der Hauptträger ist. Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit gilt DIN EN 1994-2.

(6) Für die Querträger ist in den äußeren Lagen der maximale Stababstand in jeder Richtung auf 15 cm begrenzt. Die Mindestschubbewehrung soll

aus geschlossenen Bügeln Durchmesser 12 mm mit  $s = 12,5$  cm bestehen. Wenn nicht die Variante A nach Bild A.4.2.1 gewählt wird, sind für die Bügelbewehrung bei den Varianten B und C nach Bild A.4.2.1 gegebenenfalls entsprechende Öffnungen in den Stahlträgeruntergurten bzw. Stahlträgerobergurten vorzusehen. Dies gilt insbesondere bei Brücken mit schiefwinkligen Auflagerquerträgern.

(7) Für den Nachweis der Torsionsbewehrung der Querträger gilt DIN EN 1992-2.

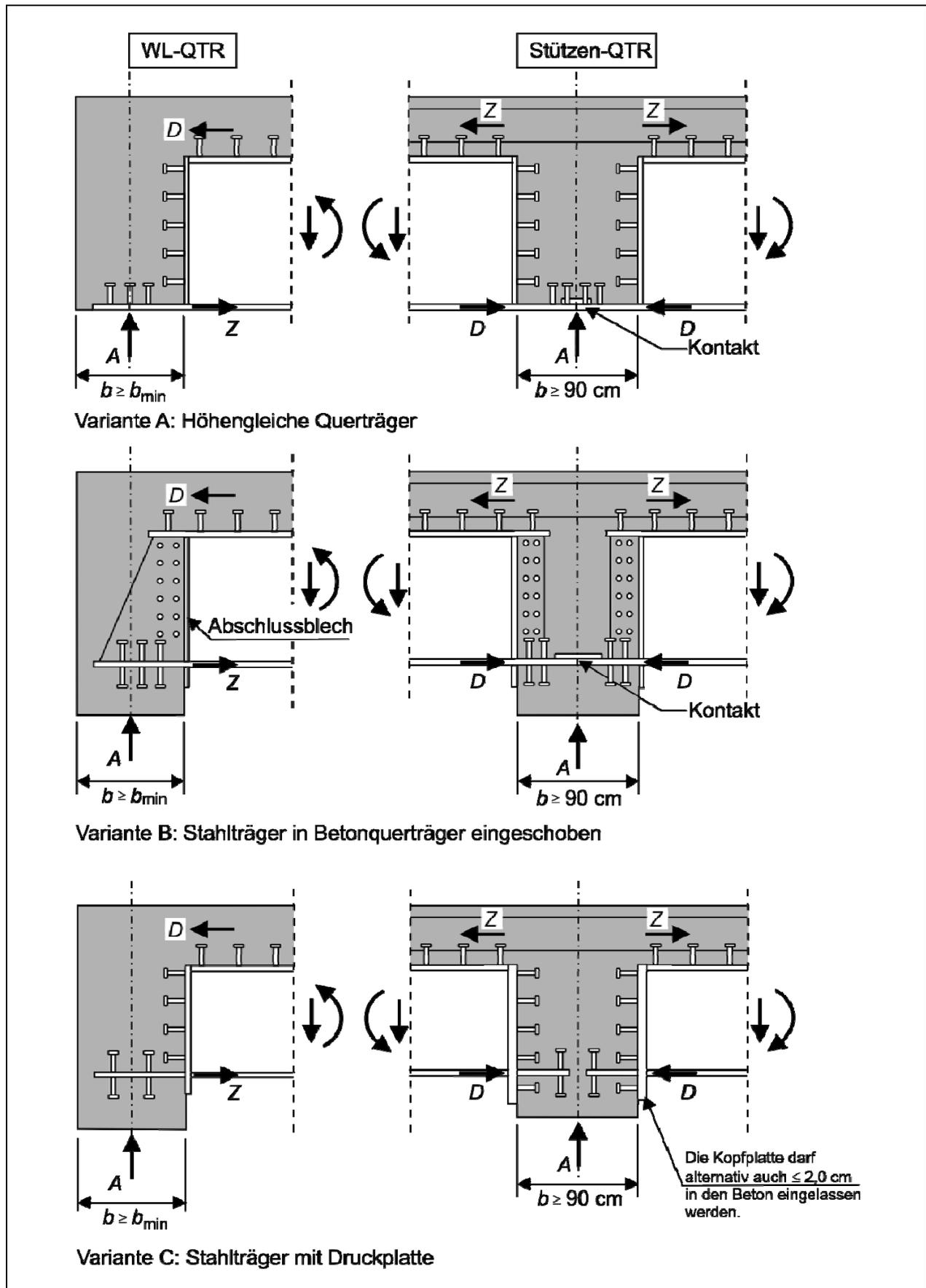
(8) Querträger und Fahrbahnplatte sind in einem Arbeitsgang zu betonieren.

(9) Widerlagerquerträger dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers vorbetoniert werden. Dann ist die Arbeitsfuge horizontal zwischen dem Querträger und der Fahrbahnplatte vorzusehen. Stützenquerträger nach Bild A.4.2.1 dürfen nicht vorbetoniert werden.

(10) Bei den Varianten B und C nach Bild A.4.2.1 sind im Untergurt Lüftungsöffnungen für das Betonieren vorzusehen.

(11) Um Auswechselungen bei der Bewehrung zu vermeiden, ist bei der Variante C nach Bild A.4.2.1 möglichst eine durchgehende, dicke Kopfplatte vorzusehen. Die Kopfplatte ist so zu bemessen, dass die zulässige Teilflächenpressung des Betons nach EN 1992-2 eingehalten wird. Die Lastausbreitung in der Kopfplatte darf hierbei unter  $60^\circ$  angesetzt werden, wenn die Biegespannungen der Kopfplatte nachgewiesen werden.

Bild A.4.2.1: Betonquerträgervarianten A-C



## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 4

### Stahlbau, Stahlverbundbau

### Abschnitt 3

### Korrosionsschutz von Stahlbauten

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

---

Inhalt	Seite		Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	<b>7 Entsorgung von Strahlschutt</b> .....	12
1.1 Grundsätzliches .....	3	<b>8 Prüfungen</b> .....	12
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	8.1 Qualitätssicherung der Beschichtungsstoffe und -systeme .....	12
1.3 Anforderungen .....	3	8.1.1 Allgemeines .....	12
1.4 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung .....	4	8.1.2 Grundprüfungen, Eignungsprüfungen ....	12
<b>2 Vorbereitung der Korrosionsschutzmaßnahmen</b> .....	4	8.1.3 Abnahmeprüfzeugnis .....	13
<b>3 Oberflächenvorbereitung</b> .....	5	8.2 Überwachung der Ausführung .....	13
3.1 Allgemeines .....	5	8.2.1 Eigenüberwachung .....	13
3.2 Vorbereitungsverfahren .....	5	8.2.2 Kontrollprüfungen .....	14
3.3 Zwischenreinigung .....	5	8.2.2 Kontrollprüfungen .....	14
3.4 Anforderungen an die Oberflächen .....	5	<b>9 Abnahme</b> .....	14
<b>4 Beschichtungsstoffe und Korrosionsschutzsysteme</b> .....	5	<b>10 Mängelansprüche</b> .....	14
4.1 Allgemeines .....	5	<b>Anhang A</b> Beschichtungssysteme .....	15
4.2 Beschichtungsstoffe .....	6	<b>Anhang B</b> Protokolle und Hinweise zur Ausführung .....	38
4.3 Korrosionsschutzsysteme .....	6	<b>Anhang C</b> Planungshilfen .....	46
4.3.1 Allgemeines .....	6	<b>Anhang D</b> Entsorgung von Strahlschutt .....	65
4.3.2 Fertigungsbeschichtungen .....	6	<b>Anhang E</b> Richtlinien für Prüfungen bei Korrosionsschutzarbeiten .....	79
4.3.3 Kantenschutz .....	6		
4.3.4 Verzinken .....	6		
4.3.5 Kontaktflächen von Schraub- verbindungen .....	7		
4.3.6 Dünnbeläge und reaktionsharzgebundene Mörtelbeschichtungen .....	7		
<b>5 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten</b> .....	7		
5.1 Allgemeines .....	7		
5.2 Anforderungen an das Personal .....	9		
5.3 Verarbeitungsbedingungen .....	9		
5.4 Lagerfähigkeit .....	9		
5.5 Baustellenschweißstöße .....	9		
5.6 Kontrollflächen .....	10		
5.7 Kennzeichnung .....	10		
<b>6 Schutzmaßnahmen bei der Ausführung</b> .....	10		
6.1 Allgemeines .....	10		
6.2 Schutzmaßnahmen bei Strahlarbeiten ...	10		
6.2.1 Grundsatzforderungen .....	10		
6.2.2 Anforderungen an die Einrüstungen .....	11		
6.3 Schutzmaßnahmen bei der Applikation .	11		

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 4 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten die DIN EN ISO 12944, die DIN 55634 sowie die Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten (TL/TP-KOR-Stahlbauten).

(3) *Wenn wetterfester Stahl (WT-Stahl) in Teilbereichen beschichtet werden soll, gelten diese Regelungen sinngemäß.*

## 1.2 Begriffsbestimmungen

(1) Es gilt DIN EN ISO 12944-1. Darüber hinaus gelten die folgenden Begriffsbestimmungen.

### (2) Abfallentsorgung

Verwertung oder Beseitigung von Abfällen

### (3) Abplanung

Allseitige Einrüstung des Arbeitsbereiches mit dichten und festen Böden sowie Wänden und Decken aus dichten, zerreifesten Planen mit Stoüberdeckungen und Anschlüssen zum Bauwerk

### (4) Abschirmung

Röhrenartige Abplanung

### (5) Ausbesserung

Wiederherstellen des Korrosionsschutzes durch Aufbringen geeigneter Korrosionsschutzsysteme an kleinflächigen Fehlstellen

### (6) Einhausung

Allseitig staubdichte Einrüstung des Arbeitsbereiches mit festen Böden, Wänden und Decken und staubdichten Anschlüssen zum Bauwerk

### (7) Kontrollflächen

Dienen zur Klärung der Ursachen von etwaigen Mängeln am Korrosionsschutz.

### (8) Korrosionsschutzplan

Die zeichnerische und textliche Darstellung der Korrosionsschutzmaßnahme, bestehend aus einer Übersichtszeichnung und erforderlichen Detailangaben

### (9) Probeflächen

Flächen, an denen bestimmte Eigenschaften einer Beschichtung unter bestimmten Randbedingungen geprüft werden

### (10) Spritzwasserbereich

Bereich, der mit Tausalzsole beaufschlagt werden kann. Zusätzlich kann er durch den Aufprall fester Körper (z.B. Splitt) mechanisch belastet werden

### (11) Sprühnebelbereich

Bereich, der mit Tausalzsprühnebel, jedoch nicht mit Spritzwasser, beaufschlagt werden kann

### (12) Strahlen

Auftreffen eines Strahlmittels mit hoher kinetischer Energie auf die vorzubereitende Oberfläche

### (13) Strahlgut

Zu strahlender Gegenstand

### (14) Strahlmittel

Stoff, der zum Strahlen benutzt wird

### (15) Strahlschutt

Bei der mechanischen Oberflächenvorbereitung anfallende Rückstände aus Altbeschichtungen, Rost und verbrauchtem Strahlmittel. Strahlschutte, die bei Anwendung mineralischer Strahlmittel entstehen, werden als „Strahlschutt mineralisch“ und solche bei Anwendung metallischer Strahlmittel als „Strahlschutt metallisch“ bezeichnet. Hierunter sind sinngemäß auch anfallende Rückstände aus Handentrostung und maschineller Entrostung zu verstehen

### (16) Teilerneuerung

Wiederherstellen des Korrosionsschutzes durch Aufbringen geeigneter Beschichtungssysteme an Fehlstellen und Aufbringen von mindestens einer ganzflächigen Deckbeschichtung

### (17) Vollerneuerung

Restloses Entfernen der alten Beschichtung und Aufbringen eines neuen Beschichtungssystems

## 1.3 Anforderungen

(1) *Bei Erstbeschichtungen und Vollerneuerungen sind in der Leistungsbeschreibung Korrosionsschutzsysteme gemäß TL/TP-KOR-Stahlbauten, Tabelle 2 mit einer Schutzdauer von mindestens 25 Jahren (> „C5 I lang, C5 M lang“) anzugeben.*

(2) Zusätzlich zu den Angaben in DIN EN ISO 12944-2 sind alle Außenflächen von Bauwerken, die im Zuge von Straßen oder unmittelbar darüber liegen, dem Sprühnebelbereich zuzuordnen, soweit sie sich nicht im Spritzwasserbereich befinden.

## 1.4 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung

(1) Die konstruktive Durchbildung neuer Bauwerke muss auch den zum Schutz der Umwelt erforderlichen Maßnahmen bei späterer Instandsetzung des Korrosionsschutzes Rechnung tragen, z.B. durch

- möglichst ebene Außenflächen, um bei Einhausungen oder Abplanungen ein Abdichten zum Bauwerk zu erleichtern,
- geplante Austauschbarkeit von Bauteilen, deren spätere Korrosionsschutz-Instandsetzung einen extrem hohen Aufwand erfordern würde.

(2) In luftdicht verschlossenen Hohlbauteilen ist keine Beschichtung erforderlich. Zur späteren Prüfung der Dichtheit ist an der tiefsten Stelle ein Schraubstopfen vorzusehen.

(3) Für geschlossene Bauwerksbereiche kann der Korrosionsschutz auch durch Luftentfeuchtung erreicht werden. Gegebenenfalls ist der Grenzwert der relativen Luftfeuchte im Inneren mit höchstens 50 % vorzusehen.

(4) Für die konstruktive Gestaltung der Bauteile, die stückverzinkt werden sollen, sind die DASt Richtlinie 022 und die DIN EN ISO 14713-2 zu beachten.

(5) Bei zu beschichtenden Bauteilen von Neubauten sind für Kanten, Schweißnähte und andere Bereiche auf Stahloberflächen, die Unregelmäßigkeiten aufweisen, Vorbereitungsgrade P3 nach DIN EN ISO 8501-3 herzustellen. Für geriffelte / profilierte Schweißnähte ist der Vorbereitungsgrad P2 erforderlich. Für Kanten ist alternativ zu DIN EN ISO 8501-3 ein dreifaches Brechen zulässig (siehe Bild A 4.3.8). Für Bauteile mit metallischen Überzügen (z.B. Feuer- oder Spritzverzinkung) und Duplex-Systemen gelten die Anforderungen der Nr. 4.3.4.

## 2 Vorbereitung der Korrosionsschutzmaßnahmen

(1) Es ist zu prüfen, ob anstelle einer Vollerneuerung eine Ausbesserung oder Teilerneuerung des Korrosionsschutzes technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Für diese Prüfung gelten die Richtlinien für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten (RI-ERH-KOR) und die Richtlinien für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (RI-WI-BRÜ).

(2) Der Auftragnehmer ist im Sinne der 4. und 31. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchV) sowohl bei Korrosionsschutzarbeiten im Werk wie auch am Bauwerk der Betreiber der Beschichtungsanlage. Er hat dafür Sorge zu tragen, dass die Anlage der 4. und 31. BImSchV entspricht und alle Auflagen

erfüllt werden, die sich aus den genannten Verordnungen ergeben. Sämtliche Kosten hieraus sind in die Vertragspreise einzurechnen.

(3) Überschreitet bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen der Lösemittelverbrauch den Schwellenwert von 5 t/a, ist die Anlage gemäß 31. BImSchV gegenüber der zuständigen Behörde anzeigepflichtig. Eine Fassung und Behandlung der Abgase ist bei geeigneter Wahl der Beschichtungsstoffe in der Regel nicht erforderlich, da die Anforderungen der 31. BImSchV durch Aufstellung eines Reduzierungsplans gemäß Anhang V der Verordnung erfüllt werden können.

(4) Beschichtungsanlagen die länger als 12 Monate betrieben werden und bei denen der Lösemittelverbrauch 15 t/a oder 25 kg/h überschreitet, sind gemäß 4. BImSchV genehmigungspflichtig. Es ist vor Ausschreibung der Maßnahme zu prüfen, ob mit einem Reduzierungsplan die Anforderungen der 31. BImSchV eingehalten werden können. Falls dies nicht möglich ist, muss die Beschichtungsanlage geeignet sein, die Abgase zu fassen und zu behandeln. Dies ist bereits in die Leistungsbeschreibung der Maßnahme aufzunehmen.

(5) Beim Entschichten von schadstoffbelasteten Altbeschichtungen mit Mehrwegstrahlmitteln muss die Aufbereitungsanlage geeignet sein, die Schadstoffe vom Strahlmittel zu trennen.

(6) Von der Baumaßnahme unmittelbar betroffene Dritte sind rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten zu informieren. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zur Beweissicherung vorzusehen (z.B. Entnahme von Bodenproben).

(7) Für Neubaumaßnahmen wird empfohlen, alle Schichten einschließlich der Deckbeschichtung im Werk zu applizieren. Durch das Ausbessern der Montageschäden können optische Beeinträchtigungen auftreten.

(8) Bei Korrosionsschutzsystemen nach den Blättern 87 und 97, die teilweise im Werk und teilweise auf der Baustelle appliziert werden, ist es zulässig, die letzte im Werk applizierte Schicht mit einem eisenglimmerhaltigen Polyurethan-Zwischen- bzw. Deckbeschichtungsstoff anstelle des im Anhang A vorgesehenen EP-Zwischenbeschichtungsstoffes entsprechenden Blattes auszuführen. Als Nachweis der Haftung von Polyurethan-Deckbeschichtung auf Polyurethan-Zwischenbeschichtung gilt die „Verbund 2“-Prüfung gemäß TL/TP-KOR-Stahlbauten. Diese Forderungen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(9) Für Teil- und Vollerneuerungen wird empfohlen, alle zu applizierenden Schichten in einer Einhausung aufzubringen.

### 3 Oberflächenvorbereitung

#### 3.1 Allgemeines

Es ist nicht zulässig, silikonhaltige Fette, Öle, Schalungsmittel, Dichtstoffe sowie weitere Stoffe mit silikonhaltigen Inhaltsstoffen bei Stahlbauarbeiten, Betonbauarbeiten sowie beim Einrichten von Baubehelfen wie Gerüste und Einhausungen zu verwenden.

#### 3.2 Vorbereitungsverfahren

(1) *Bei Ausbesserungen und Teilerneuerungen der Beschichtung ist das Oberflächenvorbereitungsverfahren objekt- und zustandsbezogen festzulegen (RI-ERH-KOR).*

(2) *Das Oberflächenvorbereitungsverfahren und die hierbei zu treffenden Schutzmaßnahmen sind der jeweiligen Schutzbedürftigkeit der Umgebung anzupassen.*

(3) Die Verwendung von Mehrwegstrahlmitteln erfordert eine Anlage, in der das wieder zu verwendende Strahlmittel von Farb-, Rost- und Schmutzpartikeln getrennt wird. Wenn auf der Oberfläche von Beschichtungen Salzablagerungen vorhanden sind, müssen diese Oberflächen vor dem Strahlen durch Druckwasserstrahlen (mindestens 15 MPa und mindestens 50°C) gereinigt werden.

#### 3.3 Zwischenreinigung

(1) Vor dem Aufbringen von Folgebeschichtungen hat der Auftragnehmer sicherzustellen, dass die Oberfläche frei von Verunreinigungen und von zwischenzeitlich angelagerten Salzablagerungen aus atmosphärischer, industrieller und landwirtschaftlicher Einwirkung oder aus dem Winterdienst (Taumittel) ist.

(2) Bei Verunreinigungen ist vor dem Aufbringen der Folgebeschichtung eine Zwischenreinigung durchzuführen. Das Zwischenreinigungsverfahren bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

(3) Das Zwischenreinigungsverfahren ist auf das zur Ausführung kommende Beschichtungssystem abzustimmen.

(4) Vor dem Festlegen einer Zwischenreinigung ist die Beschichtungsoberfläche auf Verunreinigungen zu prüfen. Hierbei gelten die DIN EN ISO 8502-2 bis 6, 8 und 9 sowie der DIN-Fachbericht 28 „Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen – Prüfung von Oberflächen auf visuell nicht feststellbare Verunreinigungen vor dem Beschichten“.

(5) Bei der Verwendung von Beschichtungsstoffen der Blätter 81, 87, 94, 95 und 97 auf feuerverzink-

ten Oberflächen ist Sweep-Strahlen gemäß „Verbände-Richtlinie Korrosionsschutz von Stahlbauten; Duplexsysteme; Feuerverzinkung plus Beschichtung; Auswahl, Ausführung, Anwendung“ als Oberflächenvorbereitung durchzuführen.

#### 3.4 Anforderungen an die Oberflächen

(1) Die Oberflächenvorbereitung durch Strahlen ist mit kantigem Strahlmittel durchzuführen. Dabei muss der Oberflächenvorbereitungsgrad mindestens dem Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ gemäß DIN EN ISO 12944-4 entsprechen. Dies gilt auch für das Nachbehandeln von Schweißnähten.

(2) Der Rauheitsgrad von durch das Strahlen vorbereiteten Oberflächen muss mindestens mittel (G) gemäß DIN EN ISO 8503-1 und -2 betragen.

(3) Bei einer Oberflächenvorbereitung mit hand oder maschinell angetriebenen Werkzeugen muss der Oberflächenvorbereitungsgrad PSt 3 bzw. PMA entsprechen.

(4) Die vorbereiteten Oberflächen sind vor dem Auftragen der Grundbeschichtung vom Auftraggeber oder einer entsprechend beauftragten Prüfstelle auch im Werk freizugeben.

(5) Stahlflächen für schotterberührte Beläge sowie für thermisch gespritzte Zinkschichten müssen den Rauheitsgrad grob (G) gemäß DIN EN ISO 8503-1 und -2 aufweisen.

(6) Beim Sweep-Strahlen von feuerverzinkten Oberflächen dürfen nicht mehr als 15 µm des Zinküberzuges abgetragen werden.

(7) *Bei älteren Bauwerken kann das Entfernen vorhandener Walzhaut, sowie das Vorliegen von Verseifungsprodukten oder Rostnarben unter der Altbeschichtung erhöhten Aufwand erfordern.*

(8) *Das Entfernen einer vorhandenen Walzhaut bei älteren Bauwerken ist eine besondere Leistung gemäß VOB.*

### 4 Beschichtungsstoffe und Korrosionsschutzsysteme

#### 4.1 Allgemeines

(1) *Hinsichtlich der Größe der Liefergebände ist eine ganzheitliche Abfallverminderung unter Berücksichtigung einer günstigen Ökobilanz anzustreben.*

(2) Bei Verwendung von Großgebänden muss die Entnahme von 2-komponentigen Beschichtungsstoffen über eine Dosieranlage, Zweikomponentenspritzanlage oder mit einer Waage mit einer Genauigkeit von mindestens 1 % erfolgen. Es sind

die Einzelmischungen und die dosierte Gesamtmenge zu dokumentieren.

## 4.2 Beschichtungsstoffe

(1) Es dürfen nur Beschichtungsstoffe gemäß den TL/TP-KOR-Stahlbauten verwendet werden, die in der von der Bundesanstalt für Straßenwesen geführten „Zusammenstellung der zertifizierten Beschichtungsstoffe nach den TL/TP-KOR-Stahlbauten für die Anwendung an Bauwerken und Bauteilen der Bundesverkehrswege“ enthalten sind.

(2) *Sollen in Ausnahmefällen Beschichtungsstoffe verwendet werden, die nicht in den TL/TP-KOR-Stahlbauten genannt sind, muss ihre Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck nachgewiesen werden.*

(3) Beschichtungsstoffe, die einer mechanischen Belastung im Wasser ausgesetzt sind, müssen den Forderungen der Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) für Korrosionsschutz im Stahlwasserbau (Leistungsbe- reich 218) entsprechen.

(4) *Wenn aufgrund örtlicher Gegebenheiten oder besonderer Auflagen nur eine Hand- (PSt 3) oder eine maschinelle Entrostung (P Ma) möglich ist, dürfen für Teilerneuerungen und Ausbesserungen der Altbeschichtung nur Beschichtungsstoffe nach den Blättern 93 oder 94 der TL/TP-KOR-Stahlbauten Anhang E verwendet werden.*

(5) *Es wird empfohlen, eisenglimmerhaltige Farben (DB-Farben) zu verwenden.*

(6) *Werden besondere Anforderungen an die Farbgenauigkeit und die Farbbeständigkeit der eisenglimmerfreien Deckbeschichtungsstoffe (RAL-Farben) gestellt, sind diese zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu vereinbaren und nachzuweisen.*

(7) *Sollen bei eisenglimmerfreien Deckbeschichtungen auch andere als in der TL/TP-KOR-Stahlbauten genannte Farben verwendet werden, sind für die Farbgenauigkeit und die Farbbeständigkeit entsprechende Regelungen in der Leistungsbeschreibung zu treffen.*

(8) Die Messung der Farbgenauigkeit und die Prüfung der Farbbeständigkeit sind gemäß den TL/TP-KOR-Stahlbauten Anhang D Nr. 15 durchzuführen. Die Prüfdauer beträgt mindestens 15 Wochen.

## 4.3 Korrosionsschutzsysteme

### 4.3.1 Allgemeines

(1) Es sind die Korrosionsschutzsysteme nach Anhang A zu verwenden.

(2) Innerhalb eines Beschichtungssystems dürfen nur Stoffe eines Herstellers verarbeitet werden.

(3) Die im Anhang A genannten Schichtdicken sind Sollschichtdicken gemäß DIN EN ISO 12944-5. Bei der Ausführung gilt die Sollschichtdicke auch als erreicht, wenn höchstens 20 % der Einzelwerte den Sollwert um höchstens 20 % unterschreiten, der Mittelwert aller Messungen auf einer Messfläche jedoch mindestens der Sollschichtdicke entspricht.

(4) Abweichend von DIN EN ISO 12944-5, darf die gemessene Schichtdicke nicht das Doppelte und nur an einzelnen Stellen, z. B. Kehlen nicht das Dreifache der Sollschichtdicke überschreiten. Ausnahmen hiervon sind im Anhang A und den Technischen Datenblättern (Ausführungsanweisungen) geregelt.

(5) Bei Zinkstaubgrundbeschichtungsstoffen darf eine Trockenschichtdicke von 120 µm nicht überschritten werden.

(6) Verbindungselemente sind so wirksam zu schützen wie die Oberfläche der Stahlbauteile selbst.

### 4.3.2 Fertigungsbeschichtungen

(1) Das Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen ist unzulässig.

(2) Eine vorhandene Fertigungsbeschichtung muss vor der Applikation der Grundbeschichtung des Beschichtungssystems durch Trockenstrahlen entfernt werden.

### 4.3.3 Kantenschutz

(1) Alle Kanten von Gurten, Flanschen und Aussteifungen sowie Schrauben und Schweißnähte (nicht Baustellenschweißstöße gemäß Nr. 5.5) erhalten nach der Grundbeschichtung einen Kantenschutz. Bei Grundbeschichtungen mit Zinkstaub ist der Kantenschutz mit Zinkphosphat-Beschichtungsstoffen auszuführen.

(2) Bei Applikationen durch Spritzen sind Bereiche wie Ecken, Schrauben- und Nietköpfe oder andere verfahrensbedingt schwer erreichbare Bereiche mit dem jeweiligen Beschichtungsstoff vor- oder nachzustreichen.

### 4.3.4 Verzinken

(1) Für Feuerverzinken (Stückverzinken) gelten DIN EN ISO 1461 und die DASt-Richtlinie 022.

(2) Für Spritzverzinken (Thermisches Spritzen von Zink) gilt DIN EN ISO 2063.

(3) Thermisch gespritzte Zinküberzüge sind unmittelbar nach ihrer Herstellung mit einer porenschließenden Beschichtung (Versiegelung) zu versehen.

Wird die Spritzverzinkung nachfolgend beschichtet, ist die Versiegelung auf die nachfolgende Beschichtung abzustimmen.

(3) Alle zu verzinkenden Flächen sind wesentliche Flächen gemäß DIN EN ISO 1461. Fehlstellen in der Zinkschicht sind mit Zinkstaubgrundbeschichtungsstoffen nach den TL/TP-KOR-Stahlbauten Anhang E Blatt 87 bzw. Blatt 89 oder mit einer Spritzverzinkung auszubessern.

(4) Zinklote und Zinksprays dürfen für die Ausbesserung von Fehlstellen in stückverzinkten Bauteilen nicht verwendet werden.

(5) Für Verbindungsmittel gilt DIN EN ISO 10684.

(6) Bei Beschichtung bereits im Verzinkungsbetrieb ist die Anforderung „t Zn b“ gemäß DIN EN ISO 1461 zu erfüllen. Werden stückverzinkte Bauteile außerhalb des Verzinkungsbetriebes zusätzlich beschichtet (Duplex-Systeme), ist die Anforderung „t Zn k“ zu erfüllen. Die feuerverzinkte Oberfläche muss die Anforderungen zur Ausführung einer optisch und technisch einwandfreien Beschichtung erfüllen. Unebenheiten wie Schlackeneinschlüsse, Hartzinkkristalle und sogenannte Haifischzähne sind zu entfernen.

(7) Alle Bauteile, die thermisch gespritzte Überzüge erhalten sollen, sind nach DIN EN ISO 14713-1 zu gestalten.

(8) *Zusätzlich zu den in Anhang A genannten feuerverzinkten Bauteilen dürfen für Brücken auch Windverbände mit Schraubanschlüssen feuerverzinkt werden.*

(9) Bei verzinkten Bauteilen mit Schraubanschlüssen ist eine Werksbescheinigung gemäß DIN EN ISO 1461 erforderlich.

(10) Bei der Anwendung feuerverzinkter hochfester Schrauben gilt bezüglich der Feuerverzinkung:

— Normaltemperaturverzinkung bei maximal 470°C ist für hochfeste Schrauben jeden Durchmessers zugelassen sowie

— Hochtemperaturverzinkung bei ca. 530 °C bis ca. 560°C ist nur für hochfeste Schrauben bis maximal M24 zulässig.

#### 4.3.5 Kontaktflächen von Schraubverbindungen

(1) Kontaktflächen von geschraubten Verbindungen sind zu beschichten.

(2) Bei nicht vorgespannten und nicht planmäßig vorgespannten Verbindungen sind die Kontaktflä-

chen aller zu verbindenden Bauteile mit dem Beschichtungssystem der übrigen Flächen zu schützen.

(3) Für planmäßig vorgespannten Verbindungen sind die Kontaktflächen gemäß Tabelle 4.3.1. zu beschichten. Sollen andere Beschichtungssysteme verwendet werden, muss ihre Eignung nachgewiesen werden.

#### 4.3.6 Dünnbeläge und reaktionsharzgebundene Mörtelbeschichtungen

(1) Für begeh- und befahrbare Flächen dürfen nur Dünnbeläge verwendet werden, die den Anforderungen von Teil 7 Abschnitt 5 entsprechen und in der bei der BAST geführten Zusammenstellung der geprüften Dünnbeläge enthalten sind.

(2) Für Dünnbeläge und Mörtelbeschichtungen unter einem Schotterbett gelten die TL/TP-KOR-Stahlbauten Anhang E Blatt 84, einschließlich Blatt 84 Anhang.

(3) Bereiche der Baustellenschweißstöße sind gemäß Nr. 5.5 sowie den Bildern A 4.3.6 und A 4.3.7 zu behandeln.

(4) Die Nahtstelle zwischen einem Beschichtungssystem und einem reaktionsharzgebundenen Dünnbelag nach Teil 7 Abschnitt 5, bzw. einer Abdichtung nach Teil 7 Abschnitt 4 ist nach Bild A 4.3.4 bzw. Bild A 4.3.5 zu gestalten.

(5) *Bei Beschichtungssystemen nach den Blättern 87, 94 und 97 der TL/TP-KOR - Stahlbauten ist die Verträglichkeit des Beschichtungssystems mit RHD-Belägen gegeben. In anderen Fällen ist ein Nachweis der Verträglichkeit erforderlich.*

## 5 Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten

### 5.1 Allgemeines

(1) Der Auftragnehmer hat Schäden an der Stahlkonstruktion sowie Schweißnahttrisse, lose Verbindungsmittel, Querschnittsschwächungen u. a., die bei der Oberflächenvorbereitung festgestellt werden, dem Auftraggeber umgehend mitzuteilen.

(2) Korrosionsschutzmaßnahmen dürfen nur nach vom Auftraggeber genehmigten Korrosionsschutzplänen ausgeführt werden. Diese müssen am jeweiligen Ausführungsort (Werk oder Baustelle) vorliegen.

Tabelle 4.3.1: Eignungshinweise für die Beschichtung von Kontaktflächen planmäßig vorgespannter Verbindungen.

Eignungsvermerk	Beschichtungen/Aufbau der Beschichtungssysteme	
Gleitfeste Verbindungen (siehe Anhang A)	ASI-Zinkstaub	Blatt 85
Vorspannkraftverlust bei zwei zusammengespannten beschichteten Kontaktflächen ≤ 10 % Geeignet für Zugverbindungen (Kategorie E) und für Scher- /Lochleibungsverbindungen mit Gebrauchstauglichkeitsvorspannung	ASI-Zinkstaub	Blatt 85
	2K-EP-Zinkstaub	Blatt 87
	Feuerverzinken	DIN EN ISO 1461
Vorspannkraftverlust bei zwei zusammengespannten beschichteten Kontaktflächen ≤ 30 % Geeignet für Scher- / Lochleibungsverbindungen mit Gebrauchstauglichkeitsvorspannung	<u>EP-/PUR-System</u> 1. 2K-EP- GB, Stoff Nr. 687.03 oder 687.02 2. 2K-EP-Eisenglimmer ZB 3. 2K-EP-Eisenglimmer ZB 4. 2K-PUR-DB	Blatt 87
	<u>1K-PUR-System</u> 1. GB 1K-PUR-Zinkstaub Stoff-Nr. 689.04 2. ZB 1K-PUR-Eisenglimmer 3. DB 1K-PUR-Eisenglimmer	Blatt 89
	GB auf Ethylsilikat-Grundlage (ESI)	Blatt 86

(3) Sofern die Deckbeschichtung nicht im Werk appliziert werden soll, ist der Zeitpunkt dafür zusätzlich gesondert festzulegen, z.B. nach Herstellung der Fahrbahnplatte (bei Verbundbrücken) oder nach vollständig abgeschlossener Montage der Stahlkonstruktion und in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(4) Die Technischen Datenblätter, Sicherheitsdatenblätter und Ausführungsanweisungen des Stoffherstellers gemäß den TL/TP-KOR-Stahlbauten Anhang A müssen für alle Stoffe des jeweiligen Beschichtungssystems am jeweiligen Ausführungsort (Werk oder Baustelle) vorliegen.

(5) Beschichtungsstoffe sind unmittelbar vor und – falls erforderlich - auch während der Verarbeitung durch maschinelles Aufbringen zu homogenisieren. Durch den Verarbeiter dürfen keine Veränderungen, z. B. durch Zusätze vorgenommen werden. Viskositätsnachstellungen sind nur mit der Zustimmung des Auftraggebers und des Stoffherstellers zulässig. Angaben über Art und Menge des Verdünnungsmittels oder anderer Zusätze sind anzugeben, Richtwerte sind dem Technischen Datenblatt des Stoffherstellers bzw. der Ausführungsanweisung zu entnehmen.

(6) Jede Einzelschicht darf nur dann aufgetragen werden, wenn die Oberfläche durch den Auftraggeber freigegeben wurde. Zur besseren Kontrolle müssen sich die einzelnen Schichten farblich deutlich voneinander unterscheiden.

(7) Auf vorbereitete Oberflächen ist umgehend (in der Regel am gleichen Tag, bei Sa 3 sofort) die Grundbeschichtung aufzutragen.

(8) Ausgehärtete Schichten sind unverzüglich, unter Beachtung der Mindestwartezeit mit der nächsten Schicht zu versehen. Andernfalls ist eine Zwischenreinigung gemäß Nr. 3.2 durchzuführen.

(9) Die Angaben zu Mindest- und Höchstdauer der Zwischenstandzeit bis zum Überbeschichten mit der nächsten Schicht sind der Ausführungsanweisung des Stoffherstellers zu entnehmen. Es ist grundsätzlich verboten, nass in nass zu arbeiten. Ausnahmen sind in den Anhängen A und C geregelt.

(10) Die Messwerte der Eigenüberwachungsprüfungen im Rahmen der Ausführung sind in Prüfprotokolle einzutragen (Anhang B).

(11) Das Applikationsverfahren ist für alle Schichten des Korrosionsschutzsystems in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Bei der Beschichtung größerer Flächen ist in der Regel auch bei auf der Baustelle zu applizierenden Schichten eine Applikation durch Airless-Spritzen dem Rollen vorzuziehen.

(12) Zur Applikation von Grundbeschichtungen ist Rollen nicht zulässig. Bei Zwischen- und Deckbeschichtungen ist dieses Verfahren nur dann erlaubt, wenn es gemäß der Ausführungsanweisung zulässig ist. Bei einer Beschichtung mit der Rolle sind zwei Arbeitsgänge jeweils im Kreuzgang mit Einhaltung der Überarbeitungszeiten erforderlich,

um eine gegenüber dem Spritzauftrag vergleichbare Qualität der Beschichtung zu erreichen. Mit der Rolle nicht erreichbare Flächen sind mit dem Pinsel zu bearbeiten.

(13) Eine thermische Belastung der Korrosionsschutzbeschichtung (z.B. beim Belagseinbau) darf frühestens 14 d nach ihrer Fertigstellung erfolgen. Soll aus zwingenden Gründen dieser Zeitraum unterschritten werden, so ist die Wärmebelastbarkeit des Beschichtungssystems durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen (TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang D, Nr. 17). 7 d dürfen aber nicht unterschritten werden.

## 5.2 Anforderungen an das Personal

(1) Die Arbeiten dürfen nur von Personal (einschließlich des Bauleiters) ausgeführt werden, die über die erforderlichen Qualifikationen verfügen. Nachweise sind beizubringen.

(2) Bei Korrosionsschutzarbeiten muss der Kolonnenführer nachweislich eine Prüfung abgelegt haben. Dies ist:

- bei inländischen Bietern durch eine Bescheinigung des Ausbildungsbeirates beim Bundesverbandes Korrosionsschutz e.V. (KOR-Schein),
- bei ausländischen Bietern durch einen gleichwertigen Qualifikationsnachweis

zu belegen. Im Abstand von höchstens 3 Jahren ist eine Nachschulung nach den Vorgaben des Ausbildungsbeirates durchzuführen.

(3) Der Kolonnenführer muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Arbeitsstelle anwesend sein.

## 5.3 Verarbeitungsbedingungen

(1) Zwischen der Objekt- und der Taupunkttemperatur der umgebenden Luft ist ein Sicherheitsabstand von mindestens 3 K einzuhalten.

(2) Protokolle und Hinweise zur Ausführung sind dem Anhang B zu entnehmen.

## 5.4 Lagerfähigkeit

Die zulässigen Lagerungsbedingungen (Dauer und Temperatur) der Beschichtungsstoffe sind in der Ausführungsanweisung des Stoffherstellers enthalten. Der Auftragnehmer hat entsprechende Vorkehrungen zu treffen und die erforderlichen Geräte und Einrichtungen vorzuhalten.

## 5.5 Baustellenschweißstöße

(1) Beim Beschichten von Bauteilen in der Werkstatt ist der Bereich der Baustellenschweißstöße wie folgt zu behandeln (siehe Anhang A):

- Schweißnahtbereiche sind auf 50 mm Breite von der Schweißnahtkante abzukleben.
- Die Grundbeschichtung ist in Sollschichtdicke bis an die Abklebekante heran zuführen (Abklebung im Schweißnahtbereich belassen).
- Die erste Zwischenbeschichtung ist nur bis 250 mm von der Schweißnahtkante aufzubringen. Weitere Schichten sind jeweils um 50 mm vom Rand der vorherigen abzusetzen.

(2) Auf der Baustelle ist die Abklebung vor dem Schweißen restlos zu entfernen. Nach dem Schweißvorgang ist dieser Bereich mechanisch zu säubern und ohne weitere Vorbereitung mit einer geeigneten Grundbeschichtung, z. B. gemäß der TL-Blätter 93 oder 94, temporär zu schützen, um Rostfahnen während der Bauzeit zu vermeiden. Vor dem endgültigen Beschichten ist im ausgesparten Bereich von 2 x 200 mm Breite der vereinbarte Oberflächenvorbereitungsgrad wieder herzustellen.

(3) Beim Vorwärmen der Schweißnahtbereiche, z.B. bei Stahlgüte S 355 und / oder großen Blechdicken mit einer Wärmeeinflusszone von mehr als 200 mm ist eine größere Breite des von der Zwischen- und Deckbeschichtung freizuhaltenen und vor dem endgültigen Beschichten abzustrahlenden Bereichs erforderlich.

(4) Sofern die Grundbeschichtung des Beschichtungssystems aus Zinkstaub-Beschichtungsstoffen besteht, sind für den ausgesparten Bereich zwei Zinkphosphat-Grundbeschichtungen zu verwenden.

(5) Beim Beschichten von Bauteilen mit Dünnbelägen oder Mörtelbeschichtungen in der Werkstatt ist der Bereich der Baustellenschweißstöße wie folgt zu behandeln (Anhang A):

- Schweißnahtbereiche sind jeweils auf 250 mm Breite von der Schweißkante abzukleben.
- Die Abklebung ist vor dem Erhärten der Dünnbeläge oder Mörtelbeschichtungen restlos zu entfernen.
- Der freigehaltene Bereich ist mechanisch zu säubern und ohne weitere Vorbereitung mit einer geeigneten Grundbeschichtung, z. B. gemäß der TL-Blätter 93 oder 94, temporär zu schützen, um Rostfahnen während der Bauzeit zu vermeiden.
- Nach dem Verschweißen und vor dem Aufbringen der endgültigen Beschichtung ist im ausgesparten Bereich von 2 x 250 mm Breite der vereinbarte Oberflächenvorbereitungsgrad

wieder herzustellen. Dabei sind die vorhandenen Beschichtungsrän- der auf 50 mm Breite z.B. durch Strahlen abzuschra- gen und aufzu- rauen.

### 5.6 Kontrollflächen

- (1) Kontrollflächen sind vorzusehen.
  - unabhängig von der Objektgröße bei Bauwer- ken und in Bauwerksbereichen, bei denen eine Instandsetzung der Korrosionsschutzbeschich- tung im Rahmen der Gewährleistung mit ho- hen Begleitkosten (z.B. für Rüstungen, Um- weltschutzmaßnahmen) oder mit nennens- werten Betriebsbehinderungen verbunden ist.
  - bei allen Bauwerken mit mehr als 1000 m<sup>2</sup> Beschichtungsfläche.
- (2) *Für Kontrollflächen an Brücken sind Flächen festzulegen, die für die örtlichen Korrosionsbelas- tungen charakteristisch sind und für die Wahl des Beschichtungssystems ausschlaggebend waren, z.B. Bereiche über der Fahrbahn von tausalzbe- handelten Straßen.*
- (3) Kontrollflächen sind nach Art, Größe und Lage im Korrosionsschutzplan und am Bauwerk zu kennzeichnen.
- (4) Der Auftraggeber ist über den Zeitpunkt des Anlegens der Kontrollflächen rechtzeitig zu unter- richten. Das Kontrollflächenprotokoll ist nach An- hang B zu führen.
- (5) Die Anzahl der Kontrollflächen bezogen auf die Größe des Bauwerks ist der Tabelle 4.3.2 zu ent- nehmen.
- (6) Für die Auswertung der Kontrollflächen sind die Formblätter des Anhangs B zu verwenden.

**Tabelle 4.3.2:** Anzahl und Gesamtfläche der Kontrollflächen

Größe des Bauwerks (beschichtete Fläche) [m <sup>2</sup> ]	Anzahl an Kontrollflächen	Gesamtfläche der Kontrollflächen (Höchstwert) [m <sup>2</sup> ]
1000 bis 5 000	1	10
5 000 bis 10 000	2	20
10 000 bis 25 000	3	30
25 000 bis 50 000	4	40
über 50 000	5	50

### 5.7 Kennzeichnung

- (1) Bei Brücken sind die wesentlichen Merkmale des Beschichtungssystems gemäß dem Muster nach Anhang B so am Bauwerk anzubringen, dass sie gut lesbar sind.
- (2) Die Querträger bzw. Querschotte einer Stahl- brücke sind nach Angabe des Auftraggebers zu nummerieren. Diese Kennzeichnung ist so am bzw. im Bauwerk anzubringen, dass sie von den Befahranlagen und Begeheinrichtungen aus ab- lesbar sind.

## 6 Schutzmaßnahmen bei der Ausführung

### 6.1 Allgemeines

- (1) Für die Schutzmaßnahmen gilt Teil 6 Ab- schnitt 3.
- (2) Für Oberflächenvorbereitungs- und Beschich- tungsarbeiten sind Schutzmaßnahmen auszufüh- ren, um Schädigungen von Personen, Umwelt, Verkehrsanlagen, Anlagen Dritter usw. zu vermei- den und um den Schutz der Korrosionsschutz- maßnahmen selbst sicherzustellen. Abplanungen und Einhausungen müssen so dicht sein, dass die Umwelt nicht in unzulässigem Maße beeinträchtigt wird.
- (3) *Bei der Entfernung teer-, asbest- und / oder bleihaltiger Beschichtungen sind besondere Maß- nahmen in der Leistungsbeschreibung vorzuse- hen.*

### 6.2 Schutzmaßnahmen bei Strahlarbeiten

#### 6.2.1 Grundsatzforderungen

- (1) *Die zum Schutz der Umgebung vor anfallen- dem Strahlschutt und Strahlstaub zu treffenden Maßnahmen sind je nach Strahlverfahren und Strahlmittel in der Leistungsbeschreibung wie folgt zu berücksichtigen:*
  - *Bei trockenem Abstrahlen schadstoffhaltiger Beschichtungen mit Mehrwegstrahlmitteln be- darf es einer allseitig geschlossenen und dichten Einhausung.*
  - *Bei trockenem Abstrahlen unter Verwendung von Einwegstrahlmitteln ist mindestens eine allseitig dichte Abplanung erforderlich. Bei be- sondern schutzwürdiger Umgebung, z. B. Trinkwasserschutzgebiet, kann – je nach Art des anfallenden Strahlschuttes – auch eine dichte Einhausung des zu bearbeitenden Bau- teiles notwendig werden.*

- *Nassstrahlen erlaubt geringere Anforderungen an die Dichtigkeit der Einhausung; die Wasserzugabe muss jedoch so dosiert werden, dass die Umgebung von Strahlstaub in schädlichem Ausmaß freigehalten wird. Es ist zumindest eine röhren- oder trogartige Abschirmung des Strahlbereiches in ausreichender Länge vorzusehen. Es sind Vorkehrungen zur Erfassung, Behandlung und Entsorgung des Abwassers und der abgefilterten Schadstoffe zu treffen. Wegen Flugrostbildung ist trockenes Nachstrahlen erforderlich und in der Leistungsbeschreibung vorzusehen. Trockenes Nachstrahlen ist nur im Schutz einer Abschirmung zulässig.*
- *Druckwasserstrahlen ohne Strahlmittelzusatz erfordert die gleichen Vorkehrungen wie Nassstrahlen. Das Abwasser darf nicht in die Umgebung gelangen.*
- *Kugelstrahlen darf nur auf horizontalen Flächen angewendet werden. Bei diesem Verfahren kann auf eine Einhausung verzichtet werden. Senkrechte Flächen sind mit Vakuum- oder Saugkopfstrahlen nachzuarbeiten.*
- *Vakuum- oder Saugkopfstrahlen erfordert keine besonderen Schutzmaßnahmen. Es ist nur für kleine und nicht gegliederte Flächen geeignet.*

### 6.2.2 Anforderungen an die Einrüstungen

- (1) *Art, Anzahl und Grenzabmessungen der Einrüstungen sind auf das Bearbeitungsverfahren, das Objekt, die örtlichen Bedingungen und die Bearbeitungszeit abzustimmen.*
- (2) *Arbeits-, Schutz- und Traggerüste einschließlich der erforderlichen Einrüstungen sind so auszubilden, dass die zulässige Beanspruchung der Bauwerksteile durch die Zusatzlasten aus der Einrüstung nicht überschritten und die Standsicherheit des Bauwerkes nicht gefährdet wird.*
- (3) *Bei der Durchführung von Strahl- und Beschichtungsarbeiten innerhalb der Einrüstung sind zum Schutz vor Staubablagerungen auf bereits bearbeiteten Teilflächen geeignete Zwischenabschottungen (z.B. Kammern) auszuführen. Dabei sind für die Strahlbereiche Absaugeinrichtungen einzusetzen.*
- (4) *Zur Entstaubung und zur Entfernung schädlicher Bestandteile aus der Raumluft ist eine ausreichende Luftumwälzung und Abfilterung des Innenraumvolumens erforderlich. Die Absaugöffnungen sind gleichmäßig verteilt so anzuordnen, dass starke Verwirbelungen vermieden werden.*
- (5) *Böden, Decken und Wände der Einrüstungen sind stets dicht auszubilden.*

(6) *Soweit Böden nicht aus durchgehend verschweißten, tragfähigen, ebenen Blechen bestehen, sind sie dreilagig auszuführen. Die untere Lage ist als tragendes Element auszubilden (z.B. aus Bohlen oder Platten). Die mittlere Lage hat die Funktion einer Dichtungslage (z.B. aus Folien oder Planen). Die obere Lage ist als ebene Arbeitsfläche auszubilden (z.B. aus Hartfaserplatten oder dünnen Blechen).*

(7) *Wenn die Dichtungslage des Bodens so reißfest ist, dass sie weder durch den Baubetrieb noch durch die Strahlschutttaufnahme (z. B. mit Schaufeln) beschädigt werden kann, darf auf die obere, dritte Lage (Arbeitsfläche) verzichtet werden. Dies bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.*

(8) *Die Anforderungen an die Dichtungslage erfüllt erfahrungsgemäß eine PVC-Folie mit einer Dicke von mindestens 0,80 mm, deren Stöße durchgehend verschweißt oder verklebt sind.*

(9) *Wände und Decken von Einhausungen sind als feste Verkleidung, z.B. aus verschweißten Blechen, Kunststoffplatten (auch durchsichtig), Holz- oder Hartfaserplatten herzustellen.*

(10) *Wände und Decken von Abplanungen oder Abschirmungen müssen zerreißfest sein und mit Stoßüberdeckungen hergestellt werden.*

(11) *Stoßdichtungen sind durch Verschweißen, Verkleben, als Reiß- oder Klettverschluss herzustellen.*

(12) *Die Verschleißfestigkeit der Materialien ist insbesondere auf die zu erwartende Beanspruchung im Strahlbereich abzustimmen.*

(13) *Verbleibende Spalten (z.B. an Durchdringungen) sind dicht auszuschäumen oder mit anderen Mitteln gleicher Wirksamkeit abzudichten.*

(14) *Die Ausbildung der Dichtungsanschlüsse zum Bauwerk muss sich nach dem vorgegebenen Lufthaushalt und der Konstruktion des Bauwerks richten. Geeignete Dichtungselemente sind z.B. Klemmleisten, Magnetgummileisten, aufblasbare Gummileisten und Ausschäumungen.*

(15) *Wegen des hohen Verschleißes infolge betrieblicher Einwirkungen (z.B. Begehen, Strahlvorgang, Transportvorgänge) sowie bei häufigem Umsetzen sind die Bau- und Maschinenteile der Einrüstungen so auszulegen oder so rechtzeitig zu ersetzen, dass Beeinträchtigungen der Schutzwirkung über die gesamte Vorhaltezeit nicht auftreten.*

### 6.3 Schutzmaßnahmen bei der Applikation

*Die Schutzmaßnahmen richten sich nach dem Applikationsverfahren. Streichen und Rollen erfordern Abdeckungen gegen abtropfende Beschichtungsstoffe. Spritzen erfordert zusätzliche*

Vorkehrungen gegen die Ausbreitung von Spritznebel. Airless- und Airmix-Spritzen sind dem Druckluftspritzen vorzuziehen.

## 7 Entsorgung von Strahlschutt

(1) Bei Korrosionsschutzmaßnahmen anfallende Strahlmittelrückstände (Strahlschutte) sind Abfälle im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG).

(2) Bei Instandsetzungsmaßnahmen vor Ort ist der Auftraggeber im Sinne des KrWG der Abfallerzeuger.

(3) Bei Neubaumaßnahmen und bei Instandsetzungsmaßnahmen von ausgebauten Bauteilen im Werk ist der Auftragnehmer im Sinne des KrWG der Abfallerzeuger des Strahlschuttes.

(4) Der Abfallerzeuger trägt bis zur endgültigen und ordnungsgemäßen Entsorgung des Strahlschuttes die Verantwortung, auch wenn Dritte mit der Erfüllung der Pflichten beauftragt werden.

(5) Die Entsorgung des Strahlschuttes darf erst nach Vorliegen der entsprechenden Nachweise erfolgen.

(6) Der Strahlschutt ist abhängig vom Schadstoffgehalt den Abfallschlüsseln 120 116\* (gefährlicher Abfall) oder 120 117 (nicht gefährlicher Abfall) gemäß der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung-AVV) zuzuordnen.

(7) Sofort nach Beginn der Strahlarbeiten ist vom Auftragnehmer eine repräsentative Strahlschuttprobe zu entnehmen und daran eine Deklarationsanalyse in Abstimmung mit dem Entsorgungsfachbetrieb und dem Auftraggeber vornehmen zu lassen. Die Deklarationsanalyse muss die Zuordnung zu den Abfallschlüsselnummern enthalten. Nur bei Kleinmengen darf in Abstimmung mit dem Entsorgungsfachbetrieb und dem Auftraggeber ggf. davon abgewichen werden.

(8) Strahlschutte sind je nach Örtlichkeit (Betriebsbedingungen, Witterung, Windverhältnissen, Belastbarkeit der Einrüstung) in angemessenen Zeitabständen aufzunehmen, zu sammeln und zu entsorgen.

(9) Bei Verwendung von Mehrwegstrahlmitteln muss der Strahlschutt vom sich im Kreislauf befindlichen Mehrwegstrahlmittel getrennt und aufgefangen werden.

(10) Es ist nicht zulässig, Strahlschutte unterschiedlicher Herkunft (Strahlmittelart und Bauwerk) vor der Entsorgung untereinander oder mit anderen Abfällen zu vermischen.

(11) Wenn vom Auftraggeber die Bedingungen für die Zwischenlagerung (Ort, Menge, Dauer sowie Beschaffenheit der Behältnisse) nicht vorgegeben

werden, sind diese vom Auftragnehmer mit der für den Abfallerzeuger zuständigen Behörde abzustimmen.

(12) Die Entsorgung der Strahlschutte ist an Entsorgungsfachbetriebe zu übertragen, die insgesamt oder für die Teilschritte des jeweiligen Entsorgungsweges zertifiziert sind.

(13) Die Nachweisführung über die durchgeführte Entsorgung ist in der Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung - NachwV) geregelt.

(14) Sowohl Abfallerzeuger, Beförderer und Entsorger haben den abgeschlossenen Entsorgungsvorgang lückenlos im Register (KrWG § 42) zu dokumentieren.

(15) Bei gefährlichen Abfällen ist für die erforderliche Vorabkontrolle und Verbleibskontrolle grundsätzlich das elektronische Abfall-Nachweis-Verfahren (eANV) anzuwenden.

(16) Bei gefährlichen Abfällen (Abfallschlüssel 120 116\*) füllt der Abfallerzeuger den Teil „Verantwortliche Erklärung“ des Entsorgungsnachweises auf der Grundlage des Analyseergebnisses aus und übergibt den Entsorgungsnachweis dem Abfallentsorger zur Annahmeerklärung. Der Abfallentsorger leitet den Entsorgungsnachweis an die zuständige Behörde zur Genehmigung weiter.

(17) Sammler, Beförderer, Händler und Makler von gefährlichen Abfällen bedürfen der Erlaubnis der zuständigen Behörde (§ 54 KrWG).

(18) Hinweise zur Entsorgung von Strahlschutt sind im Anhang D enthalten.

## 8 Prüfungen

### 8.1 Qualitätssicherung der Beschichtungsstoffe und -systeme

#### 8.1.1 Allgemeines

(1) Es gelten die Anforderungen der TL/TP-KOR-Stahlbauten.

(2) Die Prüfungen dürfen nur von anerkannten Prüfstellen durchgeführt werden.

(3) Die Anerkennung der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen erfolgt durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).

#### 8.1.2 Grundprüfungen, Eignungsprüfungen

(1) Der Nachweis der erfolgreichen Grundprüfung ist durch ein Grundprüfzeugnis einer von der BASt anerkannten Prüfstelle zu erbringen.

(2) Für Beschichtungsstoffe, die nicht in den TL/TP-KOR-Stahlbauten genannt sind, muss eine Eignungsprüfung durch eine anerkannte Prüfstelle durchgeführt werden. Das Prüfprogramm ist mit der BASt abzustimmen. Dabei ist ein in seinem Korrosionsschutzwert bekanntes Beschichtungssystem unter den gleichen Bedingungen mitzuprüfen.

(3) Beschichtungssysteme, die mechanischer Belastung im Wasser ausgesetzt sind, bedürfen zusätzlich einer Prüfung der Abriebfestigkeit.

### 8.1.3 Abnahmeprüfzeugnis

(1) Der Prüfumfang bei Abnahmeprüfzeugnissen 3.1 und 3.2 und die Anforderungen sind in den TL/TP-KOR-Stahlbauten festgelegt.

(2) Werden für Beschichtungsstoffe Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 gefordert, müssen diese sowie ihre Anzahl im Leistungsverzeichnis besonders ausgewiesen werden. Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 werden für Brückenbauwerke ab 5000 m<sup>2</sup> sowie für sonstige begründete Fälle empfohlen. Werden mehrere Chargen für den vorgesehenen Zweck gefertigt, so ist mit dem AN zu vereinbaren, an welchen Chargen die Prüfungen durchgeführt werden. Es wird empfohlen, für höchstens drei Chargen Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 zu fordern.

(3) Das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 muss von einer anerkannten Prüfstelle ausgestellt werden.

(4) Der Auftragnehmer muss für alle Beschichtungsstoffe vor deren Applikation dem Auftraggeber die Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 und 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen.

(5) Werden mehrere Chargen für den vorgesehenen Zweck gefertigt, sind die Prüfungen für Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 an Proben aus jeder Charge vorzulegen.

## 8.2 Überwachung der Ausführung

### 8.2.1 Eigenüberwachung

(1) Bei der Eigenüberwachung sind die Oberflächenvorbereitung, die Applikationsbedingungen und die Schichtdicken jeder Schicht zu prüfen und zu protokollieren.

(2) Für die Prüfprotokolle sind die im Anhang B beigefügten Formblätter zu verwenden. Die verwendeten Messgeräte sind anzugeben.

(3) Die Bestimmungen der äußeren Bedingungen nach Teil 1 Abschnitt 3 hat in örtlich erforderlichem Umfang, jedoch mindestens zweimal täglich zu erfolgen.

(4) Der Umfang der Schichtdickenmessungen richtet sich nach der Größe der Beschichtungsfläche gemäß Tabelle 4.3.3.

(5) Unzulässige Abweichungen der Trockenschichtdicke von der Sollsichtdicke gemäß Nr. 4.3.1 sind dem Auftraggeber umgehend anzuzeigen und in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu korrigieren. Für die Messung der Trockenschichtdicke gilt die DIN EN ISO 2808. Zur Messung sind Geräte einzusetzen, die mit magnetinduktiven Verfahren arbeiten. Die Messergebnisse sind auszudrucken.

Vor jedem Messeinsatz sind die Geräte nach den Angaben des Geräteherstellers auf glatter Stahlplatte zu kalibrieren.

(6) Die Prüfung der Rauheit ist gemäß DIN EN ISO 8503-1 und -2 durchzuführen.

(7) Zerstörende Messungen bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers. Die zerstörte Beschichtung ist instand zu setzen. Eine gesonderte Vergütung erfolgt nicht.

**Tabelle 4.3.3:** Messumfang der Schichtdickenmessung; Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren

Größe der Beschichtungsfläche	Für je	jeweilige Messfläche	Einzelmess./ Messfläche	Gesamtzahl der Messungen
≤ 5 000 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	20 Messungen	≤ 1 000
5 000 bis 10 000 m <sup>2</sup>	100 bis 150 m <sup>2</sup>			1 000 bis 1 333
10 000 bis 20 000 m <sup>2</sup>	150 bis 200 m <sup>2</sup>			1 333 bis 2 000
20 000 bis 50 000 m <sup>2</sup>	200 bis 250 m <sup>2</sup>			2 000 bis 4 000
50 000 bis 100 000 m <sup>2</sup>	250 bis 300 m <sup>2</sup>			4 000 bis 6 667
100 000 bis 150 000 m <sup>2</sup>	300 bis 350 m <sup>2</sup>			6 667 bis 8 570
150 000 bis 200 000 m <sup>2</sup>	350 bis 400 m <sup>2</sup>			8 570 bis 10 000

### 8.2.2 Kontrollprüfungen

(1) Bei den Beschichtungsstoffen sollen sich die Kontrollprüfungen insbesondere auf die Überprüfung der angelieferten Stoffe durch Vergleich mit den vertraglichen Angaben, auf das Vorhandensein des Übereinstimmungszeichens auf der Verpackung der Stoffe, auf die visuelle Prüfung ihres Anlieferungszustandes im Gebinde sowie auf die Verarbeitbarkeit unter den jeweils vorliegenden örtlichen Bedingungen erstrecken.

(2) Eine Rückstellprobe des angelieferten unbenutzten Strahlmittels ist zu entnehmen und dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Der Umfang und die Einzelheiten der Durchführung der Kontrollprüfungen richten sich nach dem Anhang E. Die Ergebnisse sind zu dokumen-

tieren. Dies gilt auch für Korrosionsschutzarbeiten im Werk.

## 9 Abnahme

Erstbeschichtungen und Erneuerungen sind gemäß Anhang B zu dokumentieren. Die Unterlagen sind dem Auftraggeber auszuhändigen.

## 10 Mängelansprüche

Bei Ausbesserungen und Teilerneuerungen sind die Mängelansprüche im Einzelfall im Bauvertrag zu regeln.

## Anhang A

### Beschichtungssysteme

#### A 1 Allgemeines

(1) Die Tabelle A 4.3.2 enthält geeignete Beschichtungssysteme für wesentliche Bauteile von Straßen-, Wege- und Eisenbahnbrücken. Sie beziehen sich auf die DIN EN ISO 12944 – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – unter teilweiser Übernahme der im Teil 5 dieser Norm empfohlenen Beschichtungssysteme.

(2) Die ausgewiesenen Beschichtungsstoffe sind in der Regel den Technischen Liefer- und Prüfbedingungen für Beschichtungsstoffe für den Korro-

sionsschutz von Stahlbauten (TL/TP-KOR-Stahlbauten), Anhang E, entnommen.

(3) Die zugrunde gelegte Korrosionsbelastung und die Schutzdauer entsprechen den Definitionen der DIN EN ISO 12944-1 und 2.

(4) Eine Vielzahl unterschiedlicher Beschichtungssysteme an einem Bauwerk soll vermieden werden.

(5) Bei der Auswahl der Beschichtungssysteme sind außerdem die Empfehlungen des Anhanges C „Planungshilfen für Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten“ zu beachten.

#### Abkürzungen

GB:	Grundbeschichtung nach DIN EN ISO 12944-5
ZB:	Zwischenbeschichtung nach DIN EN ISO 12944-5
DB:	Deckbeschichtung nach DIN EN ISO 12944-5
EG:	Eisenglimmer
Sa 2½, Sa 3, FI, PMA, Be:	Oberflächenvorbereitungsgrade nach DIN EN ISO 12944-4

Tabelle A 4.3.1: Kurzzeichen für Bindemittel

Kurzzeichen	Bindemittel	Kurzzeichen	Bindemittel
1-komponentig		2-komponentig	
ASI	Alkalisilikat	EP	Epoxidharz
ESI	Ethylsilikat	EP-Kombi	Epoxidharz-Kombination
1K HS	frei von Polyvinylchlorid und Polyvinylidenchlorid, lösemittelarm (High)	PUR	Polyurethan
1K-PUR	luffeuchtigkeitshärtendes 1-Komponenten-Polyurethan	EP/PUR HS	Epoxidharz/Polyurethan, lösemittelarm (High Solid)
wv AY	Polyacrylat oder Acryl-Copolymerisat, wasserverdünnbar	nm EP/PUR HS	niedermolekulares Epoxidharz und Polyurethan, lösemittelarm (High Solid)
wv AY auf Zn	Polyacrylat oder Acryl-Copolymerisat für feuerverzinkten Stahl, wasserverdünnbar		

## A 2 Beschichtungssysteme

(Erläuterungen der Bauteilnummern in den Bildern A 4.3.1 bis A 4.3.3)

**Tabelle A 4.3.2:** Beschichtungssysteme

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Soltschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise
<b>1</b>	<b>Überbauträger</b>					
1.1	Fahrbahnblechoberseiten					
1.1.1	geschweißte Deckbleche für Eisenbahnbrücken (mit Schotterbett)					
	Belastung aus dem Schienenverkehr und den Oberbaugeräten maßgebend	1	Dünnbelag EP/PUR Quarzsand 0,4-0,7 mm	4000	Sa 2½	84 Anhang 84
		2	Dünnbelag PUR	4000	Sa 2½	84 Anhang
1.1.2	genietete Deckbleche für Eisenbahnbrücken (mit Schotterbett)					
	Belastung aus dem Schienenverkehr und den Oberbaugeräten maßgebend	1	Dünnbelag EP/PUR Quarzsand 0,4-0,7 mm	4000	Sa 2½	84 Anhang 84
		2	Dünnbelag PUR	4000	Sa 2½	84 Anhang
		3	GB EP Quarzsand 0,4-0,7 mm DB Dünnbelag EP/PUR Quarzsand 0,4-0,7 mm	300  4000	Sa 2½	84 84 84 Anhang 84
		4	GB EP Quarzsand 0,4-0,7 mm DB Dünnbelag PUR	300 4000	Sa 2½	84 84 84 Anhang
1.1.3	schotterberührte vertikale Flächen (Schotterbegrenzung)					
	Belastung aus dem Schienenverkehr und den Oberbaugeräten maßgebend	1	Dünnbelag EP/PUR Quarzsand 0,4-0,7 mm	2000	Sa 2½	84 Anhang 84
		2	Dünnbelag PUR	2000	Sa 2½	84 Anhang
1.1.4	Deckbleche mit und ohne Fahrbahnbelag					
	a) gelegentlicher Begang	1	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97 81 84 81
			ZB EP-Kombi	150		
			Quarzsand 0,4-0,7 mm DB EP-Kombi	100		
		2	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 84 87/97
			1. ZB EP	80		
			2. ZB EP Quarzsand 0,4-0,7 mm DB PUR	80 80		
		3	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97 94 84 87/97/94
			ZB EP HS	150		
			Quarzsand 0,4-0,7 mm B PUR/PUR HS	80		
Bauteil 1.1.4 auf nächster Seite fortgesetzt						

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang A**

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Soltschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
1.1.4	Deckbleche mit und ohne Fahrbahnbelag (Fortsetzung)						
	b) starker Begang oder Radfahrverkehr, Streusalz	1	Systeme nach Teil 7, Abschnitt 5, Nr.4	nach Teil 7 Abschnitt 5	Sa 2½	nach TL-RHD-ST  siehe www.bast.de: „Zusammenstellung der Baustoffe für reaktionsharzgebundenen Dünnbeläge auf Stahl“	
	c) Belastung aus Straßenverkehr maßgebend	1	Systeme nach Teil 7, Abschnitt 4	nach Teil 7 Abschnitt 4	Sa 2½ FI	nach TL/TP-ING Teil 7 Abschnitt 4  bei Brückengerät, temporären sowie beweglichen Brücken Systeme nach Teil 7, Abschnitt 5	
1.2	Fahrbahnblechunterseiten einschließlich Längs- und Querträger						
1.2.1	Fahrbahnblechunterseiten in offenen, belüfteten Hohlkästen						
	nicht definiert	Im Inneren von begehbaren Hohlkästen sollen zur Erleichterung der Kontrollen helle Farben gewählt werden					
		1	GB EP-Zinkstaub ZB EP DB EP	70 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97	
		2	GB EP-Zinkstaub ZB EP HS DB EP HS	70 80 80	Sa 2½	87/97 94 94	
		3	GB ESI-Zinkstaub	100	Sa 2½	86	
		4	GB EP-Zinkstaub ZB 1K HS DB 1K HS	70 100 100	Sa 2½	87/97 93 93	nicht für thermische Belastung (Belagseinbau oder Flammstrahlen)
		5	GB 1K HS ZB 1K HS DB 1K HS	80 100 100	Sa 2½	93 93 93	
1.2.2	Fahrbahnblechunterseiten in offenen Querschnitten						
	Für Fahrbahnblechunterseiten wird die höchste Korrosivitätskategorie angesetzt.	1	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	70 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	
		2	GB EP-Zinkstaub ZB EP HS DB PUR/PUR HS	70 150 80	Sa 2½	87/97 94 87/97/94	
		3	GB 1K-PUR-Zinkst. 1. ZB 1K-PUR 2. ZB 1K-PUR DB PUR	70 80 80 80	Sa 2½	89 89 89 89/97/94	für ungünstige Applikationsbedingungen

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang A**

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3		4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.		Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
1.3	Hohlkästen, Vollwandträger, Fachwerk, Verbände							
1.3.1	Sichtflächen und gesamtes Fachwerk							
a) Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C3	1	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97			
		ZB EP	80		87/97			
		DB PUR	80		87/97			
		2	GB EP HS		80		Sa 2½	94
		ZB EP HS	120		94			
	DB PUR/PUR HS	80	87/97/94					
	3	GB 1K-PUR-Zinkst.	70	Sa 2½	89	für ungünstige Appli-kationsbedingungen		
		ZB 1K-PUR DB PUR	80 80		89 89/87/97			
	4	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97			
		ZB 1K HS DB 1K HS	100 100		93 93			
5	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97	für ungünstige Appli-kationsbedingungen			
	ZB ww AY DB ww AY	100 100		92 92				
b) Tausalzsprühbe-reich, Stein / Splittanprall und/ oder Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C5-I und C5-M	1	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97			
		1. ZB EP	80		87/97			
		2. ZB EP	80		87/97			
		DB PUR	80		87/97			
	2	GB EP-Zinkstaub	70	Sa 2½	87/97			
		ZB EP HS DB PUR/PUR HS	150 80		94 87/97/94			
3	GB 1K PUR-Zinkst.	70	Sa 2½	89	für ungünstige Appli-kationsbedingungen			
	1. ZB 1K – PUR 2. ZB 1K – PUR DB PUR	80 80 80		89 89 89/87/97				
1.3.2	übrige Flächen bei offenen Querschnitten wie Bauteil- Nr. 1.2.2							
1.3.3	Innenflächen von dicht geschlossenen Hohlkästen kein Korrosionsschutz erforderlich, siehe Nr. 1.4 Absatz (2)							
1.3.4	Innenflächen von offenen belüfteten Hohlkästen wie Bauteil- Nr. 1.2.1							

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Soltschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
1.4	nicht zugängliche und nicht mehr erreichbare Flächen						
	nicht besonders definiert, höchstmöglicher Korrosionsschutzwert angestrebt; veranschlagte Schutzdauer ≥ 40 Jahre	1	Spritzverzinkung 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	100 120 120 120	Sa 3	-- 81 81 81	Feuerverzinkung bei geeigneter Konstruktion möglich
		2	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	70 120 120 120	Sa 2½	87/97 81 81 81	
		3	GB EP-Zinkstaub ZB EP HS DB EP HS	70 150 150	Sa 2½	87/97 94 94	
Bei höherer Nutzungsdauer sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich; z.B. Abrostungszuschläge oder Verwendung von korrosionsbeständigen Materialien (DIN EN ISO 12944-2 und 3).							
<b>2</b>	<b>Pylone, Bögen, Stützen, Spundwände und Wellstahlbauwerke</b>						
2.1	Pylone, Bögen und Stützen						
Diese Bauteile sind sowohl hinsichtlich der korrosiven Belastung als auch hinsichtlich der Festlegung der Beschichtungssysteme sinngemäß wie unter Bauteil-Nr. 1 (Überbauträger) zu behandeln. Innerhalb des Sprühnebelbereiches ist bis zu 15 m neben, ober- und unterhalb der Fahrbahn die Korrosionsbelastung b) nach Bauteilnummer 1.3.1 zugrunde zu legen; außerhalb dieses Bereiches darf die Korrosionsbelastung a) angesetzt werden.							
2.2	Spundwände						
2.2.1	luftseitige Flächen						
	a) Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C3	1	GB EP-Zinkstaub ZB EP DB PUR	70 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97	
		2	GB EP HS ZB EP HS DB PUR/PUR HS	80 120 80	Sa 2½	94 94 87/97/94	
		3	GB 1K-PUR-Zinkstaub ZB 1K-PUR DB PUR	70 80 80	Sa 2½	89 89 89/87/97	für ungünstige Applikationsbedingungen
		4	GB EP-Zinkstaub ZB 1K HS DB 1K HS	70 100 100	Sa 2½	87/97 93 93	
	b) Spritzwasserbereich, Stein-/ Splittanprall und/ oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5-I und C5-M	1	Spritzverzinkung 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	100 80 80 80	Sa 3	-- 87/97 87/97 87/97	
		2	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	-- 87/97 87/97	
		3	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	100 100	—	-- 93 93	
Bauteil 2.2.1 b) auf nächster Seite fortgesetzt							

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3		4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.		Sollschildicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise
2.2.1	luftseitige Flächen (Fortsetzung)						
	b) Spritzwasserbereich, Stein-/ Splittanprall und/ oder Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C5-I und C5-M	4	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	70 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	
		5	GB EP-Zinkstaub ZB EP HS DB PUR/PUR HS	70 150 80	Sa 2½	87/97 94 87/97/94	
		6	GB 1K PUR-Zinkstaub 1. ZB 1K-PUR 2. ZB 1K-PUR DB PUR/PUR HS	70 80 80 80	Sa 2½	89 89 89 87/97/94	für ungünstige Applikationsbedingungen
2.2.2	Schlossabdichtung wie Bauteil Nr. 5.3						
2.2.3	Übergangsbereiche Luft / Boden						
	wie 2.2.1b) mit häufiger Feuchte unterschiedlicher Belüftung		wie 2.2.1b) jedoch mit zusätzlicher Zwischenbeschichtung				0,50 m unter und über zukünftiger Geländeoberkante
2.2.4	erdseitige Flächen und Flächen im Boden, Verankerungsteile im Boden						
	a) Boden nicht aggressiv	1	Im allgemeinen kein besonderer Schutz, eventuell Abrostungszuschlag				
		2	Feuerverzinkung		—	--	sofern luftseitige Flächen ohnehin verzinkt werden sollen
	b) Boden aggressiv, insbesondere bei spezifischen Bodenwiderstand < 2000 Ω cm) Kategorie Im3	1	Abrostungszuschlag  GB EP-Zinkstaub DB EP-Kombi	70 120	Sa 2½	87/97 81	in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer des Objektes Beschichten nur im Übergangsbereich Luft / Boden (wie Bauteil-Nr. 2.2.3)
		2	GB EP Zinkstaub 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	70 120 120 120	Sa 2½	87/97 81 81 81	
2.3	Wellstahlbauwerke						
2.3.1	erdseitige Flächen	1	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep-Strahlen	81 81	
2.3.2	luftseitige Flächen	1	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep-Strahlen	81 81	
		2	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB PUR	120 80	Sweep-Strahlen	81 87	

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
<b>3</b>	<b>sonstige Konstruktionsteile</b>						
3.1	Geländer (einschließlich Fußplatten)						
a) in geschlossenen Räumen	1	Feuerverzinkung		—	--		
	2	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80	—	-- 93 93	falls Farbgebung gefordert	
	3	Feuerverzinkung ZB wv AY auf Zn	100	—	-- 91 <sup>1)</sup>	falls Farbgebung gefordert	
	4	GB 1K HS DB 1K HS	80 80	Sa 2½	93 93		
3.1	Geländer						
b) Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C3	1	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80		93 93		
	2	Feuerverzinkung ZB wv AY auf Zn DB wv AY	80 80	—	91 <sup>1)</sup> 91 <sup>1)</sup>	wv AY-DB sind schmutzempfindlich	
	3	Feuerverzinkung ZB wv AY auf Zn DB PUR	80 80	—	-- 91 <sup>1)</sup> 87/97	bei stärkerer mechanischer Belastung	
	4	GB EP-Zinkstaub ZB 1K HS DB 1K HS	70 80 80	Sa 2½	87/97 93 93	nur für Instandsetzung	
	c) Spritzwasserbereich, Splittanprall und / oder Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C5-I und C 5-M	1	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	-- 87/97 87/97	auch bei stärkerer mechanischer Belastung
		2	Feuerverzinkung ZB EP HS DB PUR/PUR HS	120 80	Sweep-Strahlen	-- 94 87/97/94	
		3	Feuerverzinkung ZB wv AY auf Zn DB PUR	80 80	—	-- 91 <sup>1)</sup> 87/97	auch bei stärkerer mechanischer Belastung
		4	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80	—	93 93	
5		GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	70 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	nur für Instandsetzung	

<sup>1)</sup> nur unter werkstattähnlichen Bedingungen verarbeiten

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschildicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
3.2	Lager, Lagerteile, Anker- und Futterplatten						
	Roll- und Gleitflächen aus nichtrostendem Stahl Bei betonberührten Flächen einen Randstreifen von ca. 5 cm mit beschichten.						
	Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C 5-I und C 5-M	1	Spritzverzinkung ZB EP DB EP	100 80 80	Sa 3	-- 87/97 87/97	Spritzverzinkung oder GB sowie 1 ZB allseitig, ausgenommen Gleit- oder Rollflächen. Zwischen 2 Platten, z.B. zwischen Lager- und Ankerplatte sind zur Kraftübertragung die beiden Kontaktflächen, Sa 2½ vorbereitet, nur mit je einer GB ASI-Zinkstaub nach Blatt 85 in einer Sollschildicke von 40 µm zu beschichten oder nach DIN EN 1337-1. Wenn Farbbeständigkeit erforderlich ist, dann DB in PUR.
		2	Spritzverzinkung DB EP HS	100 150	Sa 3	-- 94/95	
		3	Spritzverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	100 120 120	Sa 3	-- 81 81	
		4	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP DB EP	70 80 80 80	Sa 2 ½, für brenn- schnittene Kanten PMA	87/97 87/97 87/97 87/97	
		5	GB EP-Zinkstaub ZB EP HS DB EP HS	70 150 80	Sa 2 ½, für brenn- schnittene Kanten PMA	87/97 94/95 94/95	
3.3	Entwässerungsteile und Versorgungseinrichtungen						
3.3.1	Innenflächen von Rinnen, Spritzbleche						
	Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C 5-I und C 5-M	1	Feuerverzinkung ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep- Strahlen	-- 81 81	
		2	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	70 120 120 120	Sa 2½	87/97 81 81 81	
3.3.2	Außenflächen von Rinnen						
	analog dem umgebenden Bauwerksbereich		Korrosionsschutz in Anlehnung an den gewählten Aufbau der angrenzenden Bauteile. Wegen Gefahr erhöhter Kondenswasserbildung mit einer zusätzlichen ZB.				

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschildicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise
3.3.3	Gusseiserne Abflussrohre und Formstücke ohne Muffen nach DIN 19522 / DIN EN 877 (BML-Rohre und Formstücke)					
	nicht definiert	1	Spritzverzinkung (zweischichtig) DB EP	40 80	Sa 3 -- 87/97	nur Rohre außen
		2	GB EP-Zinkstaub DB EP	70 80	Sa 2½ 87/97 87/97	Rohre außen, nur für Ausbesserungen
		3	Spritzverzinkung (zweischichtig) DB 1K HS	40 80	Sa 3 -- 93	Rohre und Formstücke außen
		4	DB EP-Kombi	120	Sa 2½ 81	Rohre innen und an Schnittstellen
		5	GB EP-Zinkstaub DB EP	70 80	Sa 2½ 87/97 87/97	Formstücke innen
		6	GB EP-Zinkstaub 1 ZB EP DB PUR	70 80 80	Sa 2½ 87/97 87/97 87/97	Formstücke außen
		7	Alternativ dürfen für die Innenbeschichtungen von Rohren und Formstücken Beschichtungssysteme gemäß DIN EN 877 verwendet werden. Die Sollschildicke darf jedoch 130 µm nicht unterschreiten. Für die Außenbeschichtung von Formstücken darf alternativ eine GB nach DIN EN 877 mit einer Sollschildicke von 70 µm in Verbindung mit einer DB nach Blatt 87/97 verwendet werden. Die Verträglichkeit und die Haftung zwischen GB und DB sind zu gewährleisten.			für die Güteüberwachung gilt DIN EN 877, Anhang D
		8	Für die Ausführung von Rohrleitungen aus nicht rostendem Stahl ist die Werkstoff-Nr. 1.4571 (nach DIN EN 10088) mit einer Mindestwandstärke von 2 mm zugrunde zu legen. Die Einbauvorschriften der Hersteller sind dabei zu beachten.			siehe ARS-Nr. 12/99
	Auf das Strahlen als Oberflächenvorbereitung kann in Sonderfällen verzichtet werden, wenn die Oberfläche frei von Rost, losen Bestandteilen, Schmutz, Öl, Fett und Feuchtigkeit ist. Dies trifft bei geglühten Rohren gemäß DIN 30674-3, Abs. 4.1 zu. Bei nicht geglühten Rohren reicht dazu unmittelbar nach der Herstellung eine mechanische Oberflächenvorbereitung durch Schleifen und Bürsten in Verbindung mit der sofort daran anschließenden Applikation der Beschichtung aus. Bei Gefahr erhöhter Kondenswasserbildung oder bei Vorgaben bezüglich der Farbgebung ist für Rohre und Formstücke außen eine zusätzliche Deckbeschichtung entsprechend des TL-Blattes nach Spalte 6 anzuordnen.					
3.3.4	Zubehörteile (z.B. Rohrauflagerung / -aufhängung / -verbindung)					
	analog dem umgebenden Bauwerksbereich	1	nicht rostender Stahl			siehe Richtzeichnungen, Werkstoff-Nr. 1.4401 oder 1.4571 nach DIN EN 10088
		2	Bei Stahlbrücken mit Beschichtungen wie auf den angrenzenden Bauteilen			

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
3.4	Übergänge						
3.4.1	Fahrbahnabschlüsse						
	starke mechanische Belastung, Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitätskategorie C5-I und C5-M	1	Feuerverzinkung 1 ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	120 120	Sweep-Strahlen	-- 81 81	bei Betonbrücken, betonberührte Flächen ohne Beschichtung
3.4.2	Übergangskonstruktionen, Fugenkonstruktionen						
	starke mechanische Belastung, Spritzwasserbereich, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitätskategorie C5-I und C5-M	1	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP 3. ZB EP DB EP	70 80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97 87/97	bei Eisenbahn-Brücken kann eine ZB entfallen
		2	GB EP-Zinkstaub ZB EP HS DB EP HS	70 150 150	Sa 2½	87/97 94/95 94/95	
		3	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP-Kombi 2. ZB EP-Kombi DB EP-Kombi	70 120 120 120	Sa 2½	87/97 81 81 81	bei Eisenbahn-Brücken kann eine ZB entfallen
Außer der o.g. Beschichtungsstoffe dürfen auch bei nachgewiesener Eignung lösemittelreduzierte Stoffe im Heißverfahren appliziert werden.							
3.4.3	Verankerung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- einbetonierte Flächen <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein Randstreifen von ca. 5 cm mit einer GB,</li> <li>- sonst ohne besonderen Schutz,</li> </ul> </li> <li>- sonst wie 3.4.2</li> </ul>						
3.5	Passive Schutzeinrichtungen Korrosionsschutz gemäß den Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Fahrzeugrückhaltesysteme (TLP-FRS) (in Vorbereitung)						
3.6	Lärmschutzwände, Berührungsschutz						
3.6.1	Stahlrammpfähle für die Gründung, Gründungsrohre						
	Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5-I und C5-M		Abrostungszuschlag ≥ 1 mm  GB ESI-Zinkstaub	100	Sa 2½	86	bis mindestens 0,75 m unter Oberfläche Gelände

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
3.6.2	Stützkonstruktion (Pfosten, Trag- und Unterkonstruktionen von Lärmschutzbekleidungen), Berührungsschutz						
	Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5-I und C5-M	1	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	-- 87/97/94 87/97/94	Für ins Erdreich eingelassenen oder einbetonierten Bauteile eine zweite ZB von 50 cm unter bis 50 cm über Oberfläche Gelände  ZB nach Blatt 91 nur unter werksähnlichen Bedingungen verarbeiten  Die Beschichtungsstoffe sind innerhalb 24 Std. nach der Oberflächenvorbereitung aufzubringen.
		2	Feuerverzinkung ZB ww AY auf Zn  DB PUR	80 80	—	91  87/97	
		3	Feuerverzinkung ZB Epoxidharzpulver-Einbrennlackierung DB Polyesterpulver-Einbrennlackierung	80 80	Sweep-Strahlen oder gelbchromatieren oder vergleichbares chromatfreies Verfahren	99 99	
3.6.3	Lärmschutzelemente aus Aluminium, einschl. Trag- und Unterkonstruktionen von Lärmschutzbekleidungen						
	Spritzwasserbereich, Stein- / Splittanprall oder Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5-I und C5-M	1	DB Polyesterpulver- oder PUR-Flüssigbeschichtung mit forcierter Trocknung	60	chromatieren oder mit einem gleichwertigen chromatfreien Verfahren vorbereiten		Die Gütesicherung nach den Qualitätsrichtlinien GSB AL 631 der Qualitätsgemeinschaft GSB international e.V..  Die Applikation der Beschichtungsstoffe darf erst nach dem Umformen (Rollformen, Abkanten, etc.) erfolgen. Beschädigte Stellen sind mit PUR-Nassbeschichtung auszubessern.  Die Ausbesserung beschädigter Stellen ist mit dem Bandbeschichter abzustimmen
		2	zweischichtige Polyvinylidenfluorid (PVdF)-Einbrennbeschichtung nach DIN EN 1396	25			
		3	ZB EP-Flüssigbeschichtung DB PUR-Flüssigbeschichtung	50 50			Baustellenbeschichtung
Innenflächen dürfen ohne Beschichtung bleiben. Soll auch auf die Außenbeschichtung verzichtet werden, muss die Mindestblechdicke 1,25 mm betragen							

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang A**

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
3.7	Schrammborde und Stahlkappen (auch Dienststege), Schutzschwellen						
a)	gelegentlicher Begang, starke mechanische Belastung, Spritzwasserbrei ch, (Feuchte, Schmutz), Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C5-I und C5-M	1	Systeme nach Teil 7 Abschnitt 5 Nr. 4				
		2	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP Quarzsand 0,4-0,7 mm 2. ZB EP Quarzsand 0,7-0,7 mm DB EP	70 300 300 300	Sa 2½	87/97 84 84 84 84	Ergibt eine Gesamtschichtdicke von ca. 2000 µm
		3	Dünnbelag PUR oder EP-PUR Quarzsand 0,4-0,7 mm	2000	Sa 2½	84 Anhang 84	
		4	GB EP Quarzsand 0,4-0,7 mm Dünnbelag PUR oder EP/PUR	300 2000	Sa 2½	84 84 84 Anhang	
		5	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP/EP HS 2. ZB EP/EP HS DB PUR/EP HS	70 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97/94 87/97/94 87/97/94	falls Farbgebung erforderlich, für vertikale und stark geneigte Flächen an Schutzschwellen möglich
		6	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP-Kombi/EP HS 2. ZB EP-Kombi/EP HS DB EP-Kombi/EP HS	70 120 120 120	Sa 2½	87/97 81/94 81/94 81/94	
b)		wie a), jedoch starker Begang	1	Systeme nach Teil 7 Abschnitt 5 Nr.4			
3.8	Besichtigungseinrichtungen (z. B. Steigeleitern, Türen, Besichtigungswagen, Kontrollstege, Einbauten), Schienen						
3.8.1	Besichtigungseinrichtungen						
a)	nur in geschlossenen Räumen: Korrosivitäts-kategorie bis C2	1	Feuerverzinkung		—	Gefahr des Verziehhens, z.B. Türen beachten, sonst besser: Spritzverzinkung 100 µm mit Beschichtungen wie Bauteil-Nr. 3.8.1, Belastung b, System 2	
		2	GB EP-Zinkstaub DB EP	70 80	Sa 2½	87/97 87/97	Sofern das Beschichtungssystem der angrenzenden Bauteile gleich- oder höherwertig ist, kann es übernommen werden
		3	GB 1K HS DB 1K HS	80 80	Sa 2½	93 93	
		4	GB wv AY DB wv AY	100 100	Sa 2½	92 92	nur unter werksähnlichen Bedingungen verarbeiten
auf nächster Seite fortgesetzt							

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang A**

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise
3.8.1	Besichtigungseinrichtungen (Fortsetzung)					
	b) gelegentlicher Begang, Sprühnebelbereich Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C3	1	Feuerverzinkung DB EP-Kombi Quarzsand 0,4-0,7 mm	150	Sweep-Strahlen	-- 81 84
		2	GB EP-Zinkstaub ZB EP DB PUR	70 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97
	c) wie b), jedoch Spritzwasserbereich, Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5-I und C5-M	1	Feuerverzinkung ZB EP/EP HS DB PUR/PUR HS	120 120	Sweep-Strahlen	87/97/94 87/97/94
		2	GB EP-Zinkstaub ZB EP/EP HS DB PUR/PUR HS	70 120 120	Sa 2½	87/97 87/97/94 87/97/94
3.8.2	Besichtigungswagenschienen: nur Lauffläche					
	Für Lauffläche maßgebend: Raddruck aus Besichtigungswagen	1	Feuerverzinkung		—	Übrige Flächen mit ZB, DB wie angrenzende Bauteile
		2	Nichtrostender Stahl		—	Befestigung durch Kleben, Schrauben, oder Schweißen (siehe auch DIN 12944-3). Werkstoff-Nr. 1.4401 oder 1.4571 nach DIN EN 10088, übrige Flächen wie angrenzende Bauteile
		3	GB ESI-Zinkstaub	100	Sa 2½	86 Übrige Flächen mit DB wie angrenzende Bauteile
<b>4</b>	<b>Brückengeräte</b>					
4.1	Festbrückengeräte (z.B. D-Brücken, Bailey-Brücken)					
	Spritzwasserbereich, hohe mechanische Belastung, Freibewitterung: Korrosivitätskategorie bis C5-I oder C5-M. Jeweils geringe Einsatzdauer	1	GB EP-Zinkstaub ZB EP HS DB EP HS	70 120 120	Sa 2½	87/97 94 94
		2	GB EP-Zinkstaub ZB EP DB EP	70 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschichtdicke ( $\mu\text{m}$ )	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
4.2	Kleinhilfsbrücken, Hilfsbrücken und Pfeilergerät						
	wie bei 4.1	1	GB ESI-Zinkstaub	100	Sa 2½	86	ohne oder mit GV-Verbindungen, sofern Reibbeiwert $\mu \leq 0,3$ rechnerisch ausreichend, ohne DB, zweischichtig nass in nass spritzen
<b>5</b>	<b>Besonders zu behandelnde Flächen</b>						
5.1	Reib- und Berührungsflächen von Verbindungen						
5.1.1	Reibflächen von gleitfesten Verbindungen und Nietverbindungen						
	Maßgebend bei GV- und GVP-Verbindungen: Erreichen des vorgeschriebenen Reibbeiwertes $\mu$	1	GB ASI-Zinkstaub	40	Sa 3	85	kantiges Strahlmittel verwenden
5.1.2	Berührungsflächen von Schraubverbindungen Für nicht GV- Schraubverbindungen kann die GB verwendet werden, die für die angrenzenden Bauteile vorgesehen ist. Dabei soll die Sollschichtdicke nicht wesentlich überschritten werden. Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½.						
5.2	Kanten, Verbindungsmittel, Baustellenschweißnähte, Baustellenschweißstöße						
5.2.1	Kanten, Verbindungsmittel, Baustellenschweißnähte						
			„Kantenschutz“ auf das jeweils gewählte Korrosionsschutzsystem abstimmen. ca. 25 mm beiderseits der Kante/ Schweißnaht/Verbindungsmittel aufbringen.	80		entsprechend den jeweiligen TL-Blättern	gilt nicht für Baustellenschweißstöße gemäß Nr. 5.4
	Zusätzlicher Schutz anderer Schweißnähte als Baustellenschweißnähte nur in besonderen Fällen. Die Sollschichtdicke des Korrosionsschutzes von 80 $\mu\text{m}$ dient nur dem Ausgleich einer Kantenflucht, sie ist nicht zusätzlich in die Gesamtschichtdicke des Korrosionsschutzsystems einzurechnen.						
5.2.2	Baustellenschweißstöße						
	nicht definiert (temporärer Schutz nach dem Schweißen)	1	GB	40-80 (je nach Standarddauer)	nach dem Schweißen mechanische Reinigung im Schweißnahtbereich	93/94	vor dem Schweißen: Entfernen der im Werk aufgetragenen Abklebung von je 5 cm beiderseits der Schweißnahtkante (Nr. 5.4)

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3	4	5	6	7	
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.	Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise	
5.3	Fugen und Spalten (zur Vermeidung von Spaltkorrosion und/oder Berührungskorrosion)						
	nicht definiert		Fugenabdichtung. Dichtmasse auf das jeweils gewählte Schutzsystem abstimmen (Abdichtung vor oder nach der DB.) siehe auch DIN EN ISO 12944-3, Abschnitt 5.2			Anforderungen an die Stoffe nach den Technischen Lieferbedingungen für den äußeren Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen und Kabeln (TL-KOR-VVS)  1 K- / 2K-PUR-Dichtstoffe, überbeschichtbar	
5.4	Berührungsflächen mit Beton, Walzträger in Beton (WIB-Bauweise), Verbundbauweise						
5.4.1	Berührungsflächen zwischen Stahl und Frischbeton; z.B. Gurte von Verbundträgern und einbetonierte Fuß- oder Ankerplatten						
	in jedem Fall ist maximale Belastung zugrunde gelegt: Korrosivitätskategorie C5-I und C5-M	1	GB EP-Zinkstaub	50	Sa 2½	87/97	Im Berührungsbereich ist die angrenzende Beschichtung ohne DB bis zum äußersten Verbundmittel (in der Regel Kopfbolzendübel) weiterzuführen
<p>Bei einer Fahrbahnplatte mit Dickenversatz am Rande des Obergurtes gemäß Bild A 4.3.3 ist bei Instandsetzungen am Rand des Flansches eine dauerelastisch verfüllte Fuge auszubilden. Die elastischen Dichtungsstoffe müssen mit der angrenzten Korrosionsschutzbeschichtung verträglich und im Bedarfsfall überbeschichtbar sein. Beim Neubau soll am Rand des Flansches als Regellösung keine Fuge gemäß Detail ausgebildet werden. Es ist aber zulässig, so zu verfahren.</p> <p>Bei Verbundträgern mit Stahlbetonfertigteileplatten ist das vollständige Beschichtungssystem bis zum ersten Verbundmittel weiterzuführen. Anstelle der DB kann jedoch eine zusätzliche ZB aufgetragen werden.</p>							
5.4.2	Berührungsflächen zwischen Stahl- und Festbeton, z.B. nachträglich einzubauende Fuß oder Ankerplatten						
	In jedem Fall ist maximale Belastung zugrunde gelegt: Korrosivitätskategorie C5-I und C5-M	1	Feuerverzinkung ZB EP DB EP	80 80	Sweep-Strahlen	87/97 87/97	Im Berührungsbereich ist die angrenzende Beschichtung vollständig bis zur ersten Dübelreihe weiterzuführen. Anstelle der DB ist jedoch eine weitere ZB aufzutragen.
		2	Spritzverzinkung ZB EP DB EP	100 80 80	Sa 3	87/97 87/97	
		3	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP 3. ZB EP DB EP	70 80 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang A**

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3		4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.		Sollschichtdicke (µm)	Oberflächen-vorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise
5.4.3	Walzträger in Beton (WIB-Bauweise)						
	a) Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C3	1	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	70 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	
		2	Spritzverzinkung ZB EP DB PUR	100 80 80	Sa 3	87/97 87/97	
	b) Spritzwasserbereich, Splitt und / oder Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C5-I und C5-M	1	Spritzverzinkung 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	100 80 80 80	Sa 3	87/97 87/97 87/97	
		2	Spritzverzinkung ZB EP HS DB PUR/PUR HS	100 150 80	Sa 3	94 87/97/94	
5.5	Obergurte von Walzträgern mit direkter Schwellenauflagerung						
	In jedem Fall ist maximale Belastung zugrunde gelegt: Korrosivitätskategorie C5-I und C5-M	1	Spritzverzinkung DB EP	100 300	Sa 3	84	
		2	GB EP-Zinkstaub DB EP	70 300	Sa 2½	87/97 84	
<b>6</b>	<b>Verkehrszeichen- und Signalbrücken, Lichtsignalanlagen und Verkehrsmaste</b>						
6.1	Verkehrszeichen- und Signalbrücken						
	Spritzwasserbereich, Splittanprall, Freibewitterung: Korrosivitäts-kategorie bis C5-I und C5-M	1	Feuerverzinkung ZB EP DB PUR	80 80	Sweep-Strahlen	87/97 87/97	im Bereich bis 2 m über Geländeoberkante zusätzlich 2. ZB wie DB
		2	Feuerverzinkung ZB 1K HS DB 1K HS	80 80	—	93 93	
		3	GB EP-Zinkstaub 1. ZB EP 2. ZB EP DB PUR	70 80 80 80	Sa 2½	87/97 87/97 87/97 87/97	gilt nur bei Instandsetzungen im Bereich bis 2 m über Geländeoberkante zusätzlich 3. ZB
6.2	Lichtsignalanlagen						
	wie 6.1, ggf. zusätzlich Übergangsbereich Luft / Boden	1	sinngemäß wie 6.1, bei Übergangsbereich Luft / Boden die zusätzliche Zwischenbeschichtung (bis 2 m über Geländeoberkante) bis 0,50 m unter Geländeoberkante auf-bringen				
6.3	Lichtmaste						
	wie 6.2	1	wie 6.2, siehe Korrosionsschutzvorschriften der Versorgungsträger				
6.4	Oberleitungsmaste						
		1	siehe Regelungen der Verkehrsbetriebe				

## ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang A

noch **Tabelle A 4.3.2**

1	2	3		4	5	6	7
Bauteil-Nr.	zugrundegelegte Korrosionsbelastung	Beschichtungssystem  Nr.		Soltschichtdicke (µm)	Oberflächenvorbereitung	Stoffe nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E Blatt-Nr.	sonstige Hinweise
7	Brückenseile <sup>2)</sup>						
7.1	Außenflächen unverzinkter Brückenseile						
	a) Freibewitterung: Korrosivitätskategorie C4, C5-I und C5-M	1	1. GB EP-Zinkphosphat 2. GB EP-Zinkphosphat 1. ZB PUR 2. ZB PUR 1 DB PUR	50 50 150 150 60	Sa 2 ½	<sup>3)</sup>	zur Instandsetzung
	b) wie a) zusätzlich Splitteranprall, Tausalzsprühbereich (15 m ober- und unterhalb der Fahrbahn)	1	1. GB EP-Zinkphosphat 2. GB EP-Zinkphosphat 1. ZB PUR 2. ZB PUR 3. ZB PUR 1 DB PUR	50 50 150 150 150 60	Sa 2 ½	<sup>3)</sup>	
7.2	Außenflächen verzinkter Brückenseile						
	a) Freibewitterung: Korrosivitätskategorie C4, C5-I und C5-M	1	1 GB EP-EG 1. ZB PUR 2. ZB PUR 1 DB PUR	50 150 150 60	Sweep-Strahlen	<sup>3)</sup>	
	b) wie a) zusätzlich Splitteranprall, Tausalzsprühbereich (15 m ober- und unterhalb der Fahrbahn)	1	1 GB EP-EG 1. ZB PUR 2. ZB PUR 3. ZB PUR 1 DB PUR	50 150 150 150 60	Sweep-Strahlen	<sup>3)</sup>	
7.3	Fugen- und Hohlräume an Kabeln und Armaturen						
	Nicht besonders definiert	1 2 3	PR-Dichtstoff PUR-Injizierstoff Haftprimer			<sup>3)</sup>	

<sup>2)</sup> gültig bis zur Einführung von:

- Teil 4 Abschnitt 5
- Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für vollverschlossene Seile (TL/TP-VVS) der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Vorschriften für Ingenieurbauten (TL/TP-ING)
- Technischen Lieferbedingungen für den äußeren Korrosionsschutz von vollverschlossenen Seilen (TL KOR-VVS) der TL/TP-ING

<sup>3)</sup> siehe Zusammenstellung der Stoffe für Brückenseile gemäß RKS-Seile auf [www.bast.de](http://www.bast.de)

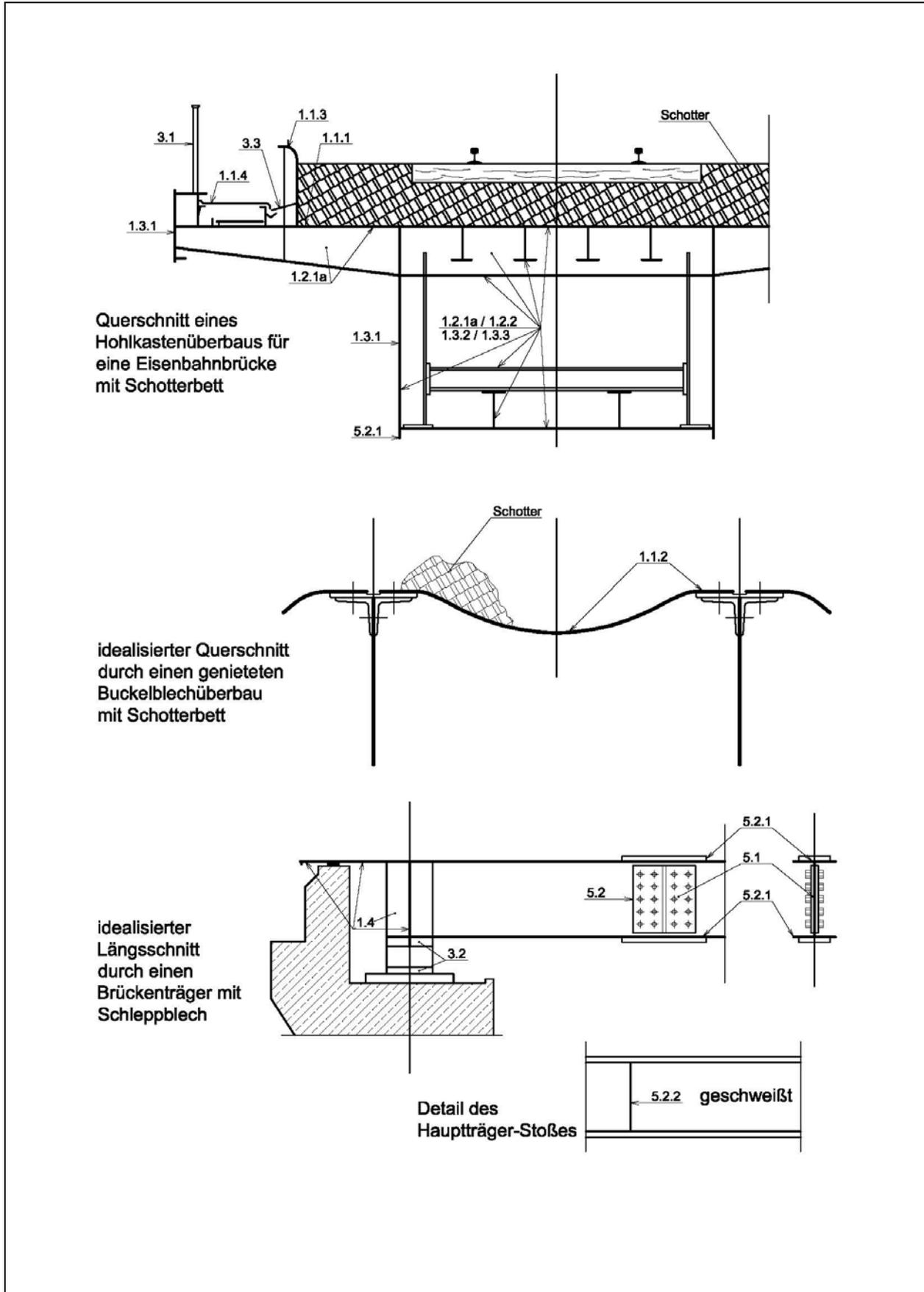


Bild A 4.3.1: Erläuterungen der Bauteilnummern gemäß Tabelle A 4.3.2

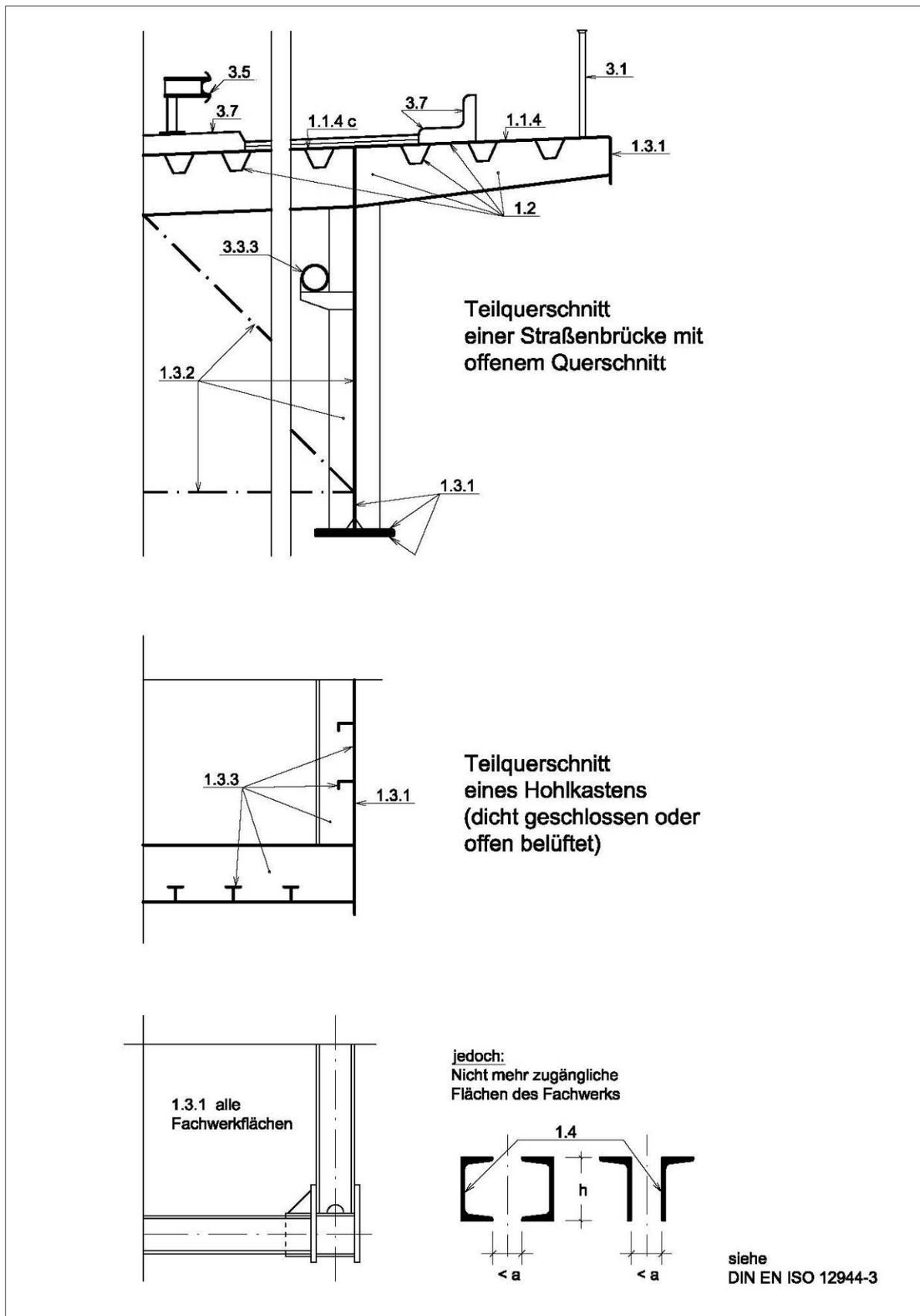


Bild A 4.3.2: Erläuterungen der Bauteilnummern gemäß Tabelle A 4.3.2

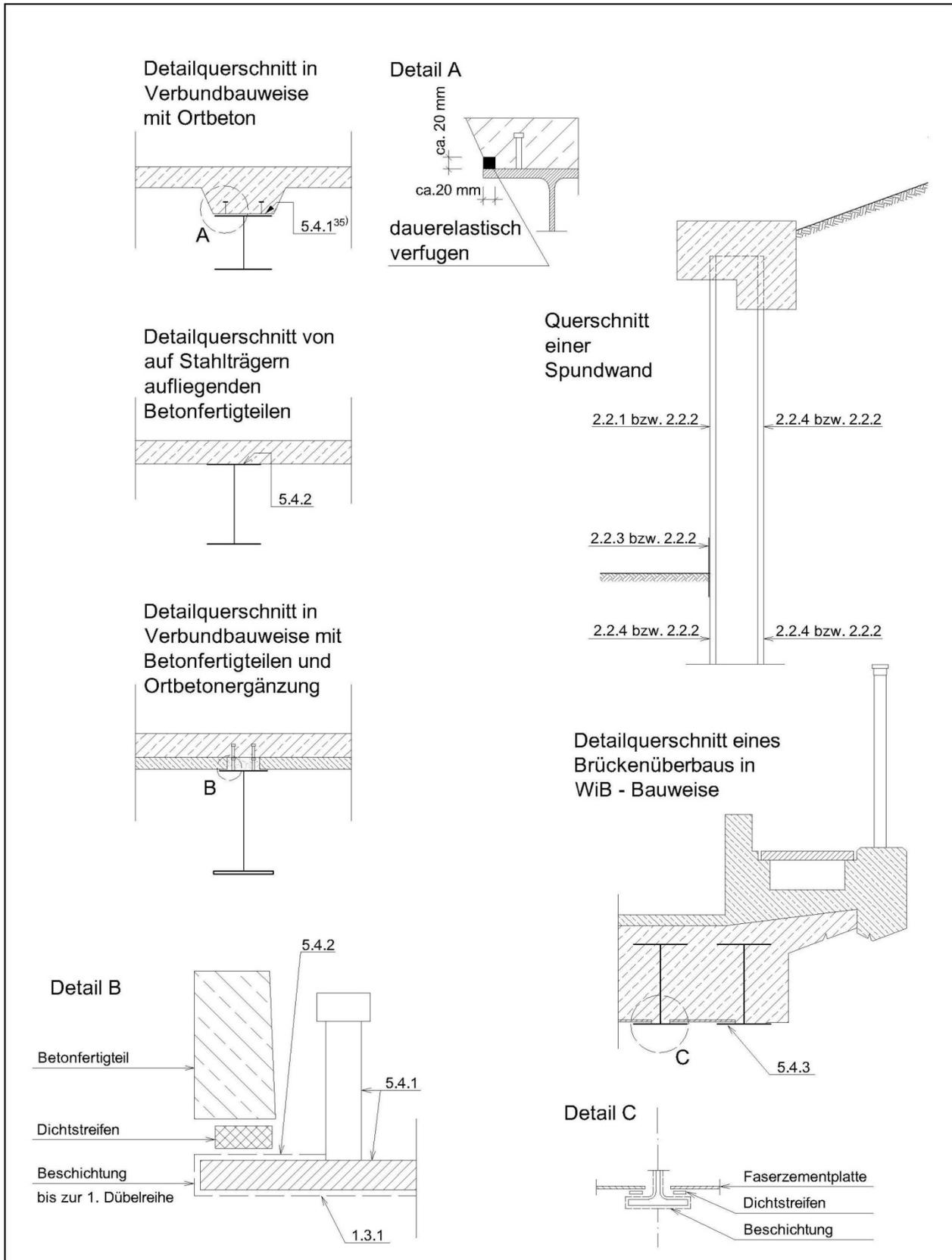
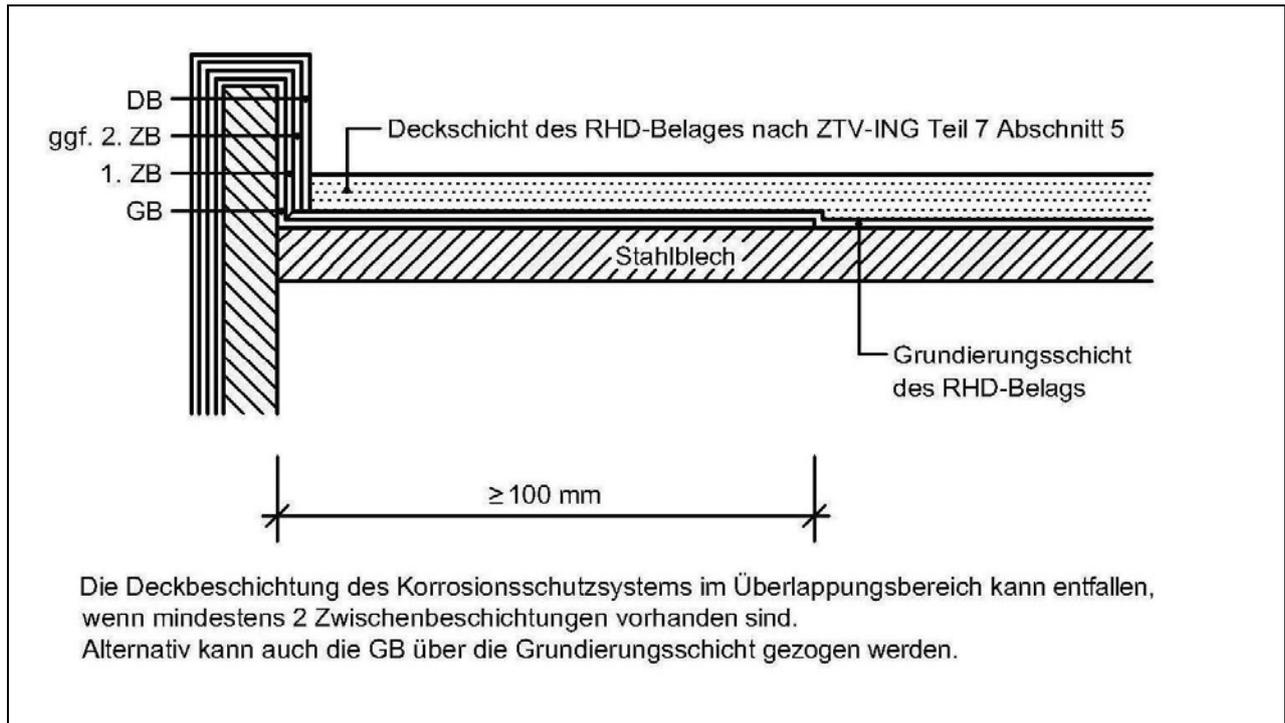
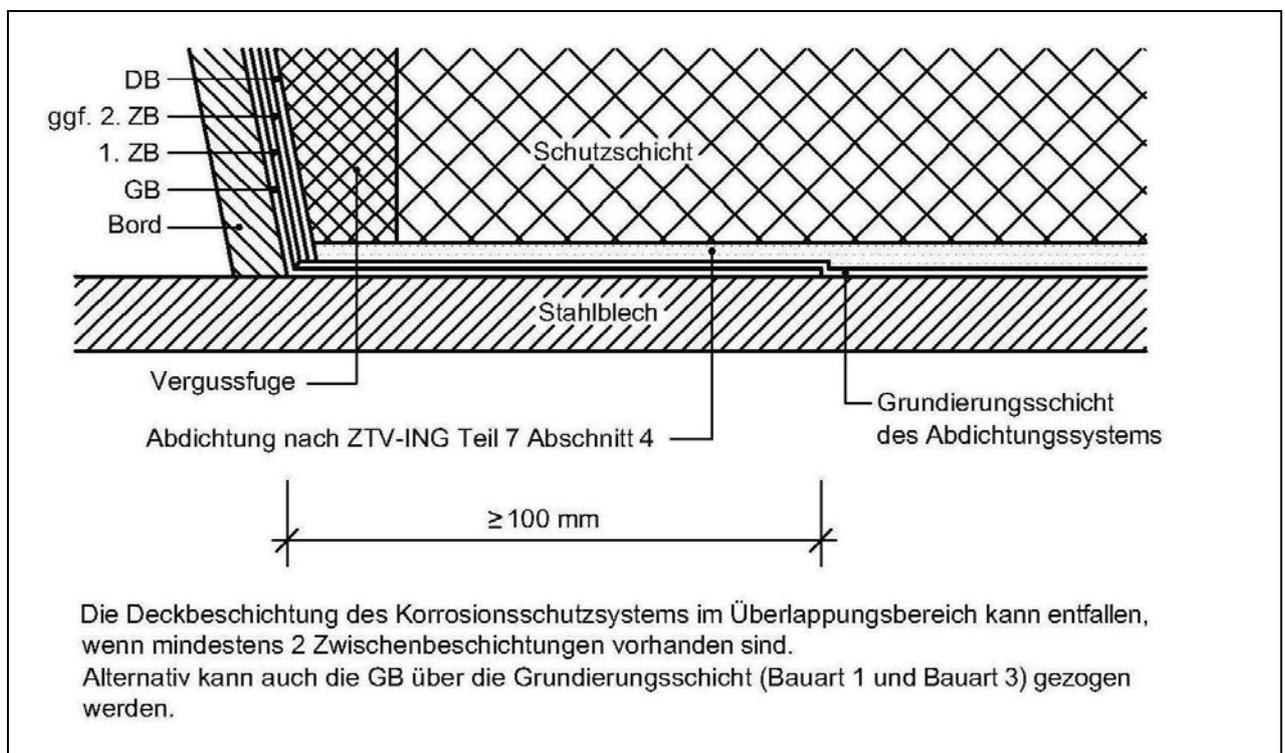


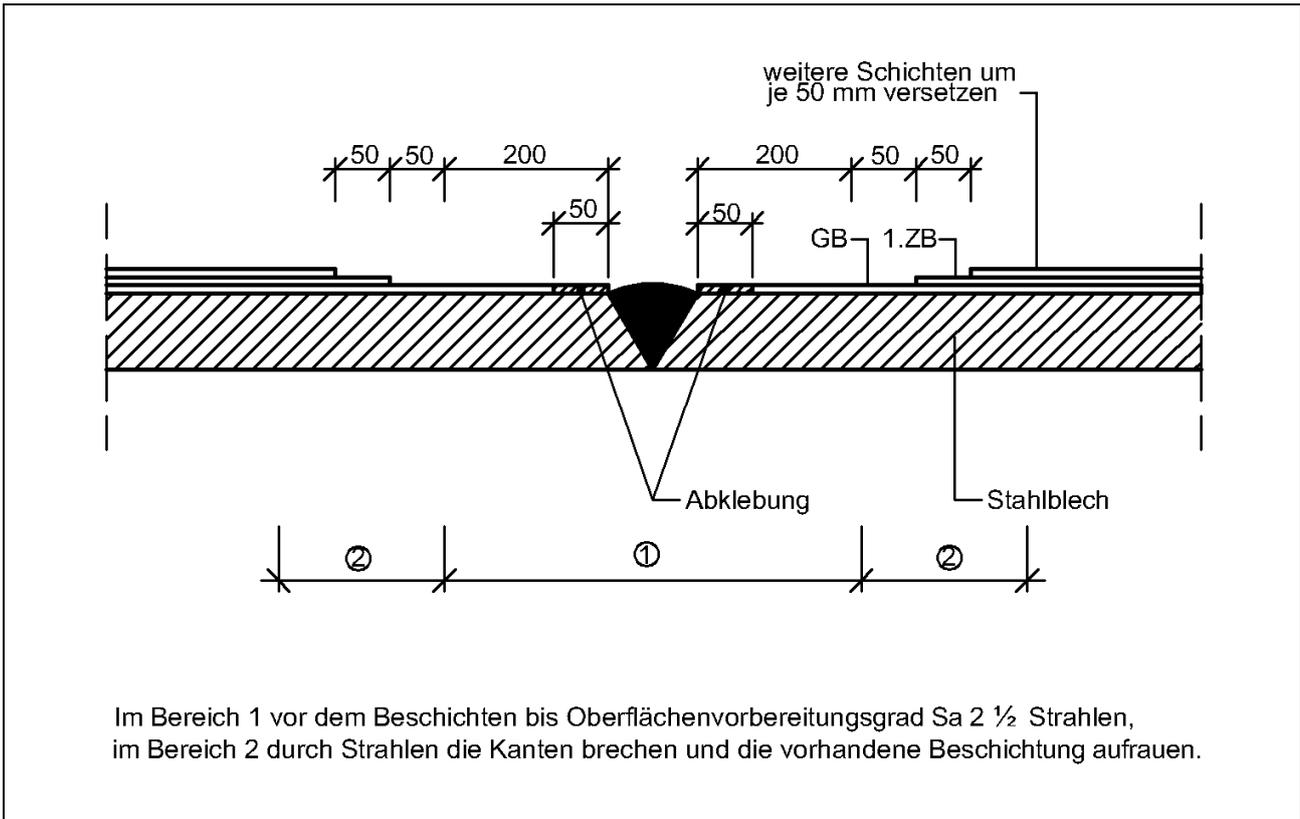
Bild A 4.3.3: Erläuterungen der Bauteilnummern gemäß Tabelle A 4.3.2



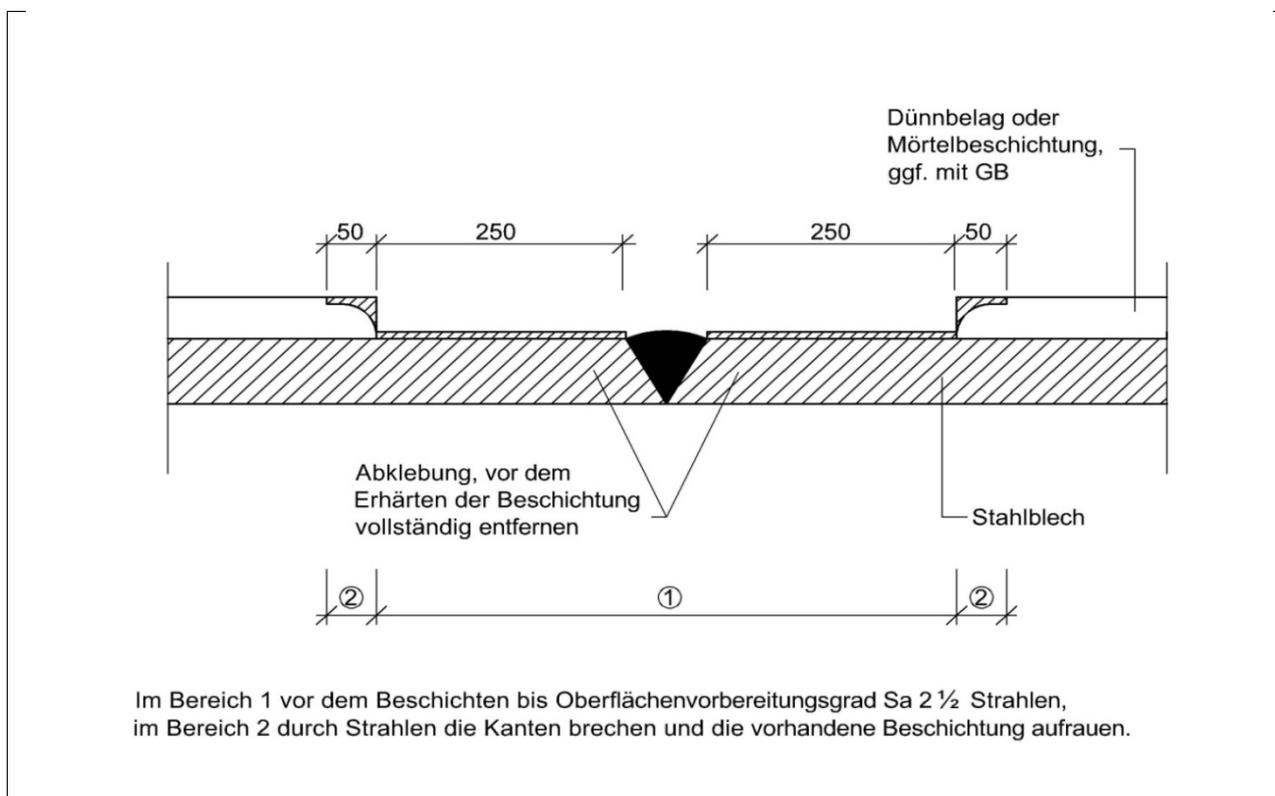
**Bild A 4.3.4:** Nahtstelle Korrosionsschutzsystem-RHD Belag nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 5



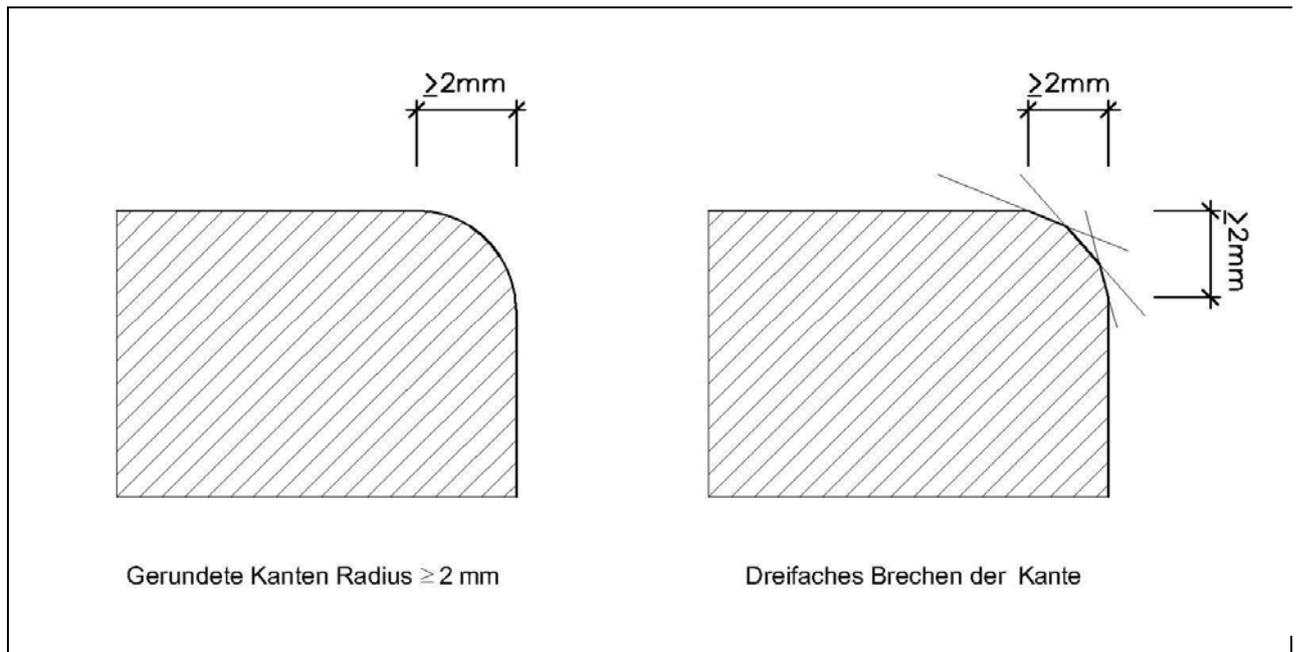
**Bild A 4.3.5:** Korrosionsschutzsystem-Abdichtung nach ZTV-ING Teil 7 Abschnitt 4



**Bild A 4.3.6:** Gestaltung der Korrosionsschutzbeschichtung im Bereich von Baustellenschweißstößen



**Bild A 4.3.7:** Gestaltung von Dünnelägen und Mörtelbeschichtungen im Bereich von Baustellenschweißstößen



**Bild A 4.3.8:** Schematische Darstellung der zulässigen Vorbehandlung von Kanten

## Anhang B

### Protokolle und Hinweise zur Ausführung

#### Formblatt B 4.3.1

Prüfprotokoll für den Korrosionsschutz Allgemeine Angaben			Seite
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)	
Bauabschnitt			
Auftraggeber		Bauwerksname	
Prüfstelle		oben	
TL-Blatt		unten	
Erstbeschichtung <input type="checkbox"/>	Vollerneuerung <input type="checkbox"/>	Teilerneuerung <input type="checkbox"/>	Ausbesserung: <input type="checkbox"/>
Auftragnehmer für Oberflächenvorbereitung: ..... Beschichtung im Werk: ..... Beschichtung auf der Baustelle: .....			
Stofflieferant: .....			
Korrosionsschutzplan Nr. ....		Gesamtoberfläche ca. ....m <sup>2</sup>	
Kontrollflächenprotokolle Nr. ....		bis. ....	
Zahl der Einzelprotokolle gemäß Formblatt B 4.3.2 ..... und B 4.3.3: .....			
Systemskizze:		Längsansicht Draufsicht Querschnitt	
		} mit Teilflächenzuordnung oder Querverweis auf andere Unterlagen	
Bemerkung			
(Ort)	(Datum)	(Name, Unterschrift, Prüfstelle)	

Formblatt B 4.3.2

<b>Seite</b>			
<b>Prüfprotokoll für den Korrosionsschutz Applikationsbedingungen</b>			
<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>	<b>Baumaßnahme</b>		
<b>Bauabschnitt (Werk <input type="checkbox"/> Baustelle <input type="checkbox"/>)</b>	<b>Bauteil</b>		
<b>Auftragnehmer</b>	<b>Auftraggeber</b>		
<b>Messgeräte (für Spalte 6-9):</b>			
Bauteil (Teilflächen Nr.)	1		
Datum / Uhrzeit	2		
Arbeitsvorgang (z. B. Oberflächen- vorbereitung, GB, ZB, DB)	3		
Applikations-verfahren	4		
Wetterbedingungen	5		
Temperatur [°C]	Luft	6	
	Bauteil	7	
Relative Luftfeuchte [%]	8		
Taupunkt [°C]	9		
Strahlmittel/ Beschichtungsstoff (Bezeichnung/ Stoff-Nr.)	10		
Farbton	11		
Chargen Nr.	12		
Vorbereitungsgrad	13		
Bemerkungen (besondere Erscheinungen, Unregelmäßigkeiten)	14		
Unterschriften:			
(Auftragnehmer)	(Ort)	(Datum)	
	(Auftraggeber)	(Ort)	
		(Datum)	

**Formblatt B 4.3.3**

<b>Prüfprotokoll für den Korrosionsschutz Schichtdickenmessung</b>		Seite										
Baumaßnahme		Bauwerksnummer (ASB)										
Querschnitt		<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>										
Auftraggeber		Bauwerksname										
Prüfstelle		oben										
TL-Blatt		unten										
Bauteil: .....		Teilfläche Nr. ....										
Korrosionsschutzplan-Nr.		Größe: ..... m <sup>2</sup>										
<b>Messung der Schichtdicken:</b> (Messfläche jeweils 10 m <sup>2</sup> )												
Grundbeschichtung	<input type="checkbox"/>	Sollschichtdicke: .....µm										
Teilbeschichtung (z.B. Werkstattbeschichtung)	<input type="checkbox"/>	Sollschichtdicke: .....µm										
des gesamten Beschichtungssystems (soweit erforderlich)	<input type="checkbox"/>	Sollschichtdicke: .....µm										
Messgerät: .....												
Umfang der Messung:		Datum der Messung:										
a) nach Vorgabe des Auftraggebers	<input type="checkbox"/>											
b) nach Tabelle 4.3.3: (20 Messungen je Teilfläche)	<input type="checkbox"/>											
Messwerte:												
Bemerkung												
(Ort)	(Datum)	(Name, Unterschrift, Prüfstelle)										



**Formblatt B.4.3.5**

<b>Kontrollflächen-Protokoll Angaben beim Anlegen</b>						Seite
Baumaßnahme						Bauwerksnummer (ASB)
Bauabschnitt						
Auftraggeber						Bauwerksname
Prüfstelle						oben
TL-Blatt						unten
Arbeitsgang	1	2	3	4	5	
Beschichtungsstoff-Nr.						
- Hersteller						
- Bezeichnung						
Farbton						
Applikationsverfahren						
Lufttemperatur °C						
relative Luftfeuchte %						
Oberflächentemperatur °C						
Taupunkt °C						
Witterung (Beschreibung)						
Verdünner (Art und Menge)						
Nassschichtdicke µm <sup>1)</sup>						
Messgerät						
Trockenschichtdicke <sup>1)</sup>						
Messgerät						
Datum						
Uhrzeit						
Beschichtungsort <sup>2)</sup>						
Beschichtungsunternehmen						
Bemerkung						
(Ort)	(Datum)	(Unterschrift Auftraggeber)			(Unterschrift Auftragnehmer)	

<sup>1)</sup> Mittelwert, Einzelwerte in Formblatt B 4.3.3  
<sup>2)</sup> z.B. Werkstatt oder Baustelle

**Formblatt B.4.3.6**

<b>Kontrollflächen-Protokoll Erläuterungen zur Auswertung</b>		Seite
	Auftreten von Mängeln <sup>1)</sup>	Mögliche Ursachen der Mängel
1 vollständiges Korrosionsschutzsystem aus einer Hand auf vorbereiteter Oberfläche (ohne Ferti- gungsbeschichtung)	1.1 auf Kontroll- und übrigen Flächen	<p>Für solche Mängel können mehrere Ursachen in Frage kommen, z. B.:</p> <p>1.1.1 Die Korrosionsbelastung des Objektes aus Umwelt und/oder Betrieb hat sich unvorhersehbar verändert</p> <p>1.1.2 Die Beschichtungsstoffe sind mangelhaft</p> <p>1.1.3 Die Beschichtungsstoffe sind mangelfrei, jedoch im System unverträglich oder nach Art und/oder Aufbau der Beschichtung für die Korrosionsbelastung nicht ausreichend</p> <p>1.1.4 Falsche technische Beratung und/oder falsche Angaben durch einen Vertragspartner bei Kenntnis der technischen Einzelheiten</p>
	1.2 auf übrigen Flächen, nicht auf Kontrollflächen	<p>Es ist zunächst davon auszugehen, dass die Ursache der Mängel auf mangelhafter Ausführung der Oberflächenvorbereitung und/oder der Beschichtung beruht. Die mangelfreien Kontrollflächen sprechen dafür, dass das Korrosionsschutzsystem bei fach- und vertragsgemäßer Arbeitsausführung seinen Zweck erfüllt.</p>
2 Teilbeschichtung z. B. Grundbeschichtung, Zwischenbeschichtung, Deckbeschichtung und/ oder deren Kombination	wie 1 sinngemäß	
3 Folgebeschichtung auf von Dritten auf- gebrachten Schichten, auch bei Teilerneuerung	3.1 auf übrigen Flächen und auf den Kontrollflächen A <sup>2)</sup> und B <sup>3)</sup>	wie 1.1.1 bis 1.1.4 sinngemäß
	3.2 nur auf übrigen Flächen, nicht auf Kontrollflächen A und B	Die mangelfreien Kontrollflächen sprechen dafür, dass die Mängel bei der Vorbereitung der vorhandenen Teilbe- schichtung oder bei der Folgebeschichtung verursacht wurden.
	3.3 auf übrigen Flächen und auf den Kontrollflächen A, nicht jedoch auf den Kontrollflä- chen B	Die mangelfreie Kontrollfläche B spricht dafür, dass die Mängel z. B. von nicht einwandfreier Vorbereitung der Stahloberfläche (z. B. Walzhaut, Flugrost nicht entfernt) oder von ungeeigneter vorhergegangener Teilbeschichtung oder Unverträglichkeit der Stoffe von Teil- und Folge- beschichtungen verursacht wurden.
<p><sup>1)</sup> Unvermeidbare stoffbedingte Veränderungen des Glanzgrades und des Farbtons einer Beschichtung gelten nicht als Man- gel, außer wenn dies besonders vereinbart wurde.</p> <p><sup>2)</sup> Kontrollfläche A: Auf der vorhandenen Teilbeschichtung wird nach deren vertragsgemäßer Vorbereitung die vorgesehene Folgebeschichtung aufgebracht.</p> <p><sup>3)</sup> Kontrollfläche B: Nach Entfernen der vorhandenen Teilbeschichtung und Herstellen des ursprünglich vorgesehenen Oberflä- chenvorbereitungsgrades der Stahloberfläche wird das vollständige Korrosionsschutzsystem aufgebracht, wobei zunächst eine der entfernten Beschichtung gleichwertige Teilbeschichtung aufzubringen ist</p>		

Formblatt B.4.3.7

Kennzeichnung des Korrosionsschutzes am Bauwerk		Seite
Bauwerksnummer (ASB)		
Baumaßnahme		
Bauteil		
Bauabschnitt (Werk <input type="checkbox"/> Baustelle <input type="checkbox"/> )		
Auftraggeber		
Auftragnehmer		
Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten		
Oberflächen- vorbereitung	Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten	
Oberflächen- vorbereitungsgrad	1.Grundbe- schichtung	2.Grundbe- schichtung
	1. Zwischen- beschichtung	2. Zwischen- beschichtung
Ausführender	Kantenschutz	Deckbe- schichtung
	*)	
Ausführungszeit von bis		
*) freie Spalte, z.B. für Feuerverzinkung oder Spritzmetallüberzüge		

**ZTV-ING - Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau – Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang B**

**Formblatt B 4.3.8**

<b>Dokumentation von Teilerneuerung</b>						Seite	
Baumaßnahme						Bauwerksnummer (ASB)	
Bauabschnitt							
Auftraggeber						Bauwerksname	
Prüfstelle						oben	
						unten	
<b>Altbeschichtung</b>							
Fertigstellung:				Ausführungsfirma:			
				Stoffhersteller:			
Bezeichnung des Beschichtungssystems:				Oberflächenvorbereitungsgrad:			
Systemaufbau	1. GB	2. GB	1. ZB	2. ZB	DB		
Stoff-Nummer							
Schichtdicke (µm)							
Applikation Werk							
Applikation Baustelle							
Zustand des Gesamtsystems (siehe RI-ERH-KOR)							
Schichtdicken (µm)							
Haftfestigkeit		und		Verbund		(Gt):	
Abreißwerte (MPa):							
Rostgrade (Ri):				Kanten:			
Weitere Mängel (z. B. Blasen, Abblätterungen, Risse):							
Geschätzter schadhafter Flächenanteil (%)							
<b>Teilerneuerung</b>							
Fertigstellung:				Ausführungsfirma:			
Ablauf der Gewährleistung:				Stoffhersteller:			
Oberflächenvorbereitung		an Schadstellen:			an Altbeschichtung:		
Bezeichnung des Beschichtungssystems::							
Systemaufbau	an Schadstellen:			über der Gesamtfläche			
	1. GB	2. GB/1. ZB	2. ZB	1. ZB	2. ZB	DB	
Stoff-Nummer							
Schichtdicke (µm)							
Applikationsverfahren							
Applikationsbedingungen:							
Arbeiten wann ausgeführt:	Außen:	Innen:	Pylon:	Seile:			
Ausgeführter schadhafter Flächenanteil (%)							
Gesamtfläche (m <sup>2</sup> )				Gesamtkosten (Euro):			
Zustand nach der Gewährleistungsfrist:							

Die Maßnahme ist aufzugliedern und der Umfang durch Ankreuzen der Bereiche/Bauteile anzugeben. Die Beschichtungsflächen sind gesondert auszuweisen. Gegebenenfalls ist für die genannten Bereiche/Bauteile je ein Formular auszufüllen.

## Anhang C

### Planungshilfen für Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten

#### C 1 Vorbemerkungen

(1) Die Planungshilfen dienen als Entscheidungshilfe für die Planung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten. Sie sind in Verbindung mit der TL/TP-KOR-Stahlbauten und dem Anhang A zu sehen.

(2) Da auf spezielle Gegebenheiten und Belastungen des jeweiligen Bauwerks nicht eingegangen werden kann, haben die Planungshilfen empfehlenden Charakter.

(3) Die Planungshilfen beschreiben, für welche Anwendungen die Beschichtungsstoffe im Wesentlichen geeignet sind.

(4) Für jedes Blatt der TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E ist eine eigene Tabelle mit Planungshilfen vorhanden. Die Planungshilfen sind wie folgt gegliedert:

- Stoffbeschreibung mit Angaben über eigenschaftsbestimmende Bindemittel und Pigmente (jeweils unterteilt nach Grund-, Zwischen- und Deckbeschichtungsstoffen) sowie Lösemittelgehalt und Verdünnungsmittel. Bei High-solid-Stoffen sind auch die Festkörpervolumina angegeben.
- Hauptsächliche Anwendungsgebiete unter Berücksichtigung der speziellen Eigenschaften der jeweiligen Stoffgruppe.
- Schutzsysteme mit Beschichtungsaufbau unter Beachtung der Verträglichkeit verschiedener Beschichtungsstoffe untereinander und erforderlicher Oberflächenvorbereitung als Voraussetzung für dauerhafte Korrosionsschutzwirkung.
- Sollschichtdicken im Trockenfilmzustand und annähernder Wert der Schichtdicken auch im Nassfilmzustand.
- Art der Applikation, wobei vorzugsweise Airless-Spritzern (Höchstdruckspritzern) oder Streichen, im Sonderfall auch Rollen unter Beachtung 5.1 (12) angewendet werden.
- Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung. Die entsprechenden Zeiten sind bei einer Objekttemperatur von ca. 20°C angegeben.
- Zusätzliche Hinweise mit Angaben über Vorsichtsmaßnahmen und Bearbeitungsregeln, die bei der Anwendung zu beachten sind, sowie Angaben über die Nichtanwendbarkeit des

jeweiligen Schutzsystems für bestimmte Einwirkungen oder Anwendungszwecke.

(5) Je nach Länge der Standzeit bis zur Folgebeschichtung, die einen Zeitraum von einigen Stunden bis zu mehreren Monaten oder Jahren umfassen kann, muss eine Zwischenreinigung vor der Folgebeschichtung erfolgen. Die Zwischenreinigung sollte bei längeren Standzeiten als eigene Position in die Leistungsvereinbarung mit der ausführenden Firma aufgenommen werden.

(6) Zu beachten ist weiterhin das Problem der "Kantenflucht" bei kleinen Kantenradien von maximal 4 mm. Die noch flüssigen Beschichtungsstoffe fließen von der Kante in die Kantenrandbereiche ab. Zum Ausgleich der da durch verringerten Schichtdicke können nach Erreichung der Überarbeitbarkeit höher viskos eingestellte Beschichtungsstoffe in einem zweiten Applikationsgang auf den Kantenbereich aufgetragen werden. Die dafür geeigneten Beschichtungsstoffe sind in den entsprechenden Blättern der TL/TP-KOR-Stahlbauten Anhang E besonders bezeichnet.

(7) Bei Duplexsystemen (Feuer- oder Spritzverzinkung) darf nur die Deckbeschichtung durch Rollen appliziert werden.

(8) Bei tieferen Objekttemperaturen muss von längeren Zeiten bis zur Folgebeschichtung abgesehen werden (siehe Ausführungsanweisung).

(9) Der Hinweis bei den Beschichtungsstoffen nach Blatt 91 "nicht geeignet bei langanhaltender Wassereinwirkung" bezieht sich auf die Haftungsproblematik bei Duplexsystemen und bedeutet nicht, dass die anderen Beschichtungsstoffe der TL/TP, bei denen dieser Hinweis fehlt, bei "lang andauernder Wassereinwirkung" besser geeignet sind. Grundsätzlich sind nur die Beschichtungsstoffe nach Blatt 81 für Bereiche mit "lang andauernder Wassereinwirkung" vorgesehen.

(10) Bei eisenglimmerhaltigen Deckbeschichtungen sind bei den Farben DB 301, DB 310, DB 510, DB 602 und DB 610 nach längerer Bewitterung Farbänderungen möglich.

(11) Die Deckkraft (Deckfähigkeit) ist bei Deckbeschichtungen bei einer Trockenschichtdicke von 80 µm bei den Farben weiß, orange und rot häufig nicht ausreichend. Hier empfiehlt es sich, abweichend vom Anhang A in Absprache mit dem Auftraggeber zwei derartige Deckbeschichtungen aufzutragen oder die Zwischenbeschichtung zur Unterstützung der Deckkraft entsprechend farblich zu gestalten (ohne Eisenglimmer).

## C 2 Planungshilfen für Blatt 81

### Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz-Kombinations-Grundlage (EP-Kombi)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	ZB und DB: Modifizierungsmittel, Epoxidharz + Härter
Pigmente:	Tönpigmente
Lösemittelanteil:	maximal 25%
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 681.90, Zugabe maximal 5 %

**Tabelle C 4.3.2:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 81

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollsichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
– Wasser- und erdberührte Stahlflächen wie: Pfähle, Stützen, Spundwände	<b>GB:</b> 2K-EP-Zinkstaub Stoff-Nr. 687.03/04/05	Sa 2½	70	100	Spritzen, Streichen	16 h
	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
– nicht mehr zugängliche und nicht mehr erreichbare Flächen von Stahlbaukonstruktionen	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten					keine
– Innenbeschichtungen von Entwässerungsrinnen und Entwässerungsröhren	<b>ZB:</b> 2K-EP-Kombi Stoff-Nr. 681.11 oder 681.12	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	120	170	Spritzen, Streichen	16 h
– Gehwegbleche	<b>DB:</b> 2K-EP-Kombi Stoff-Nr. 681.12 oder 681.11					
– Lager- und Lagerteile						

#### Hinweise:

- beim Beschichten Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- bei direkter Sonneneinstrahlung ist mit einer starken Kreidung von Deckbeschichtungen nach Blatt 81 zu rechnen,
- Stoffe nach Blatt 81 sind nicht geeignet:
  - für trinkwasserberührte Flächen,
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen
  - bei längerer Einwirkung von Ölen und Fetten.

### C 3 Planungshilfen für Blatt 84

#### Beschichtungsstoffe und Mörtel auf Epoxidharz-Grundlage für verschleißfeste Beschichtungen (EP-Mörtel)

Allgemeine Stoffbeschreibung:               zweikomponentiger Beschichtungsstoff  
 Bindemittel:                                    Epoxidharz + Härter  
 Zuschlagstoffe:                               Feuergetrockneter Quarzsand unterschiedlicher Körnungen  
 Lösemittelanteil:                             maximal 5%  
 Verdünnungsmittel:                         Stoff-Nr. 684.90 für Stoff-Nr. 684.24 / 684.25, Zugabe maximal 3 %

**Tabelle C 4.3.3:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 84

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichnung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächen-vorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Senkrechte und geneigte Flächen von schotterberührten Fahrbahnblechen von geschweißten Deck- und Trogbrücken	<b>GB:</b> 2K-EP Stoff-Nr. 684.24	Sa 2½	300	350	Streichen	6 h
	Quarzsand 0,4 – 0,7 mm Stoff-Nr. 684.51				Einstreuen	
	<b>DB:</b> Feinmörtel Stoff-Nr. 684.26		2000	2000	Spachteln	
Waagerechte Flächen von schotterberührten Fahrbahnblechen von geschweißten Deck- und Trogbrücken	<b>GB:</b> 2K-EP Stoff-Nr. 684.24	Sa 2½	300	350	Streichen	6 h
	Quarzsand 0,4 – 0,7 mm Stoff-Nr. 684.51				Einstreuen	
	<b>ZB:</b> 2K-EP Stoff-Nr. 684.25		350	400	Streichen,	keine
	<b>DB:</b> Grobmörtel Stoff-Nr. 684.27 auf <u>nasse</u> ZB auftragen		4000	4000	Ausbreiten und Verdichten, Glätten (mit Flügelglätter)	
Fahrbahnbleche ohne Schotterauflage, Hochborde und tritt feste Gehwegbeläge bei geringer Belastung	<b>GB:</b> 2K-EP Stoff-Nr. 684.24	Sa 2½	300	350	Streichen	6 h
	Quarzsand 0,4 bis 0,7 mm Stoff-Nr. 684.51				Einstreuen	
	<b>ZB:</b> 2K-EP Stoff-Nr. 684.24		300	350	Streichen, Rollen	6 h
	Quarzsand 0,4 bis 0,7 mm Stoff-Nr. 684.51				Einstreuen	
	<b>DB:</b> 2K-EP Stoff-Nr. 684.25		300	350	Streichen	

auf nächster Seite fortgesetzt

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang C

noch **Tabelle C 4.3.3**: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 84

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächen-vorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Trägerobergurte mit direkter Schwellenauflagerung	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
	<b>GB</b> : 2K-EP Stoff-Nr. 684.25	Sa 2½	300	350	Streichen	6 h
	Quarzsand 0,4 bis 0,7 mm Stoff-Nr. 684.51				Einstreuen	
	<b>DB</b> : 2K-EP Stoff-Nr. 684.24		300	350	Streichen	

### Hinweise:

- beim Beschichten Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- beim DB: Feinmörtel Stoff-Nr. 684.26 ist Mindestwartezeit bis zur Einschotterung von 3 Tagen einzuhalten,
- DB: Grobmörtel Stoff-Nr. 684.27 und DB: 2K-EP Stoff-Nr. 684.25 erst nach 24 h begehbar,
- DB: 2K-EP Stoff-Nr. 684.24 erst nach 24 h belastbar
- Ausgleich von Tiefpunkten (Wasserabführung) auf Fahrbahnblechen ohne Schotter: Fein- oder Grobmörtel oder Dünnbelag gemäß Blatt 84, Anhang
- Stoffe nach Blatt 84 sind nicht geeignet:
  - als GB für andere TL-Stoffe,
  - für die Applikation im Spritzverfahren (gilt nicht für Dünnbeläge gemäß Blatt 84, Anhang)

## Planungshilfen für Blatt 84, Anhang

### Beschichtungsstoffe für verschleißfeste Beschichtungen: Dünnbeläge

Allgemeine Stoffbeschreibung: zweikomponentiger Beschichtungsstoff  
 Stoff-Nr. 684.30: PUR-Heißspritze  
 Stoff-Nr. 684.31: PUR-Spachtelmasse zur Ausbesserung der PUR-Heißspritze  
 Stoff-Nr. 684.32: EP/PUR-Spachtelmasse auch airless verarbeitbar  
 Stoff-Nr. 684.33: PUR-Spritze airless- aber auch manuell verarbeitbar

**Tabelle C 4.3.4:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 84, Anhang

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächen-vorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Senkrechte und geneigte Flächen von – schotterberührten Fahr bahnblechen,  – von genieteten und geschweißten Deck- und Trogbrücken	Stoff-Nr. 684.30/33	Sa 2½	2000	2000	Heißspritzen; manuell oder airless verarbeiten	
	Stoff-Nr. 684.32 <sup>2)</sup> auf spritzen, dann Quarzsand 0,4 - 0,7 mm ein streuen Stoff-Nr. 684.51		2000	2000	manuell oder airless verarbeiten	
Waagerechte Flächen von – schotterberührten Fahr bahnblechen,  – genieteten und geschweißten Deck- und Trogbrücken	Stoff-Nr. 684.30/33	Sa 2½	4000	4000	Heißspritzen; manuell oder airless verarbeiten	
	Stoff-Nr. 684.32 auf spritzen, dann Quarzsand 0,4 - 0,7 mm ein streuen Stoff-Nr. 684.51		4000	4000	manuell oder airless verarbeiten	
Trittfeste Geh- weg- beläge bei starkem Verkehr	Stoff Nr. 684.32/33 dann Quarzsand 0,4 - 0,7 mm einstreuen Stoff-Nr. 684.51	Sa 2½	2000	2000	wie oben	

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt (siehe das Technische Datenblatt),
- Ist ein längerer zeitlichen Abstand zwischen dem Strahlen und dem Beschichtung (mindestens 24 h) zu erwarten, muss zunächst sofort eine GB nach Blatt 84 aufgetragen werden. Nach Zwischenreinigung dann Applikation des Dünnbelags,
- ausbessern der Heißspritze Stoff-Nr. 684.30/33 mit Stoff-Nr. 684.31,
- bei Stoff-Nr. 684.30/33 Mindestwartezeit bis zur Einschotterung 3 Tage,
- Schichten aus den Stoffen 684.30/32/33 erst nach 24 h begehbar,
- Stoffe nach Blatt 84 Anhang sind nicht geeignet:
  - als GB für andere TL-Stoffe

## **C 4 Planungshilfen für Blatt 85**

### **Beschichtungsstoff für gleitfeste Verbindungen auf Alkalisilikat-Grundlage mit Zinkstaub (ASI)**

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	Wässrige Lösung von Natrium- oder Kaliumsilikat oder deren Mischungen (ASI)
Pigmente:	mindestens 94 % Zinkstaub
Lösemittelanteil:	keiner
Verdünnungsmittel:	keine

**Tabelle C 4.3.5:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 85

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichnung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächen-vorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Reibflächen von gleitfesten Verbindungen	ASI-Zinkstaub Stoff-Nr. 685.03	Sa 3	40	60	Spritzen, Streichen	

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 10°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- bei direkter Bewitterung müssen die Randfugen der GV-Verbindungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit (mit geeigneten Fugendichtmaterialien) abgedichtet werden,
- keine Überarbeitung mit anderen Beschichtungsstoffen,
- zur Vermeidung größerer Vorspannverluste Schichtdicke nicht über 60 µm,
- nach dem Beschichten bis zur Montage Mindestwartezeit 24 h
- Stoffe nach Blatt 85 sind nicht geeignet:
  - als GB für andere TL-Stoffe

## C 5 Planungshilfen für Blatt 86

### Beschichtungsstoffe auf Ethylsilikat-Grundlage mit Zinkstaub (ESI)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	Ethylsilikat (ESI)
Pigmente:	mindestens 94 % Zinkstaub (als getrennte Komponente)
Lösemittelanteil:	maximal 21 %
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 686.91, Zugabe maximal 3 %

**Tabelle C 4.3.6:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 86

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichnung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächen-vorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Einschichtiger Korrosionsschutz für: – Kleinhilfsbrücken, – Hilfsbrücken, Pfeilergerät u. a., – Bauteile mit temporären Einsatz	ESI-Zinkstaub Stoff-Nr. 686.03	Sa 2½	100	120	Spritzen	
Trägerobergurte mit direkter Schwellenauflagerung	<b>GB:</b> ESI-Zinkstaub Stoff-Nr. 686.03	Sa 2½	70	90	Spritzen, Streichen	24 h
	<b>DB:</b> 2K-EP (ohne Einstreuen) Stoff-Nr. 684.24	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	300	350	Streichen	

#### Hinweise:

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- unzureichende Durchhärtung (Verkieselung) bei Trockenschichtdicken größer als 120 µm kann zu Trennbrüchen in der Beschichtung führen,
- um eine Sollschichtdicke von 100 µm beim einschichtigen Korrosionsschutz zu erreichen sind unter Umständen zwei Arbeitsgänge Nass in Nass erforderlich,
- Stoff Nr. 686.03 benötigt Feuchtigkeit zur Silikatbildung; bei niedriger Luftfeuchte und/oder Folgebeseichnung nach ca. 30 Min. mit Wasser besprühen
- ESI-Zinkstaub ist nach 5 h stapelbar
- DB: 2K-EP Stoff-Nr. 684.24 nach 24 h mechanisch belastbar
- Stoffe nach Blatt 86 sind nicht geeignet:
  - für Trockenschichtdicken größer 120 µm

## C 6 Planungshilfen für Blatt 87

### Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- und Polyurethan-Grundlage (EP/PUR)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB und ZB: Epoxidharz + Härter, DB: Polyacrylat + Härter
Pigmente:	GB: Zinkstaub oder Zinkphosphat, ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	Stoff-Nr. 687.02/06 maximal 30 %; Stoff-Nr. 687.03/04/05 maximal 20 %, ZB maximal 32 %, DB maximal 35 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 % für EP: Stoff-Nr. 687.150; für PUR: Stoff-Nr. 687.151

**Tabelle C 4.3.7:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 87

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichnung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächen-vorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
– Erstschutz ab Werk – Vollerneuerung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1. GB 2K-EP-Zinkstaub Stoff-Nr. 687.03/04/05 2. GB (auch Kanteschutz): 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 687.06	Sa 2½	70	100	Spritzen	16 h
		je nach Oberflächen-zustand und Verschmutzung reinigen	80	150	Streichen	
	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten					keine
	<b>ZB:</b> 2K-EP-EG Stoff-Nr. 687.12 bis 687.14	je nach Oberflächen-zustand und Verschmutzung reinigen	80	150	Spritzen, Streichen	16 h
	<b>DB:</b> 2K-PUR Stoff-Nr. 687.75 bis 687.99 (Farben nach RAL)		80	150	Spritzen, Streichen	
Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1. GB: 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 687.02  2. GB: 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 687.06	PSa 2½ PSt 3	80	150	Spritzen, Streichen	16 h
	<b>ZB, DB:</b> siehe oben					

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z. B. Untersichten: zwei ZB,
- bei fehlender UV-Einwirkung DB auch in EP zulässig,
- bei Erstschutz ab Werk ist für die 2. ZB auch 2K-PUR zulässig (siehe 2 (8))
- Stoffe nach Blatt 87 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## C 7 Planungshilfen für Blatt 89

### Beschichtungsstoffe auf Polyurethan-Grundlage, luftfeuchtigkeitshärtend (1K-PUR)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	einkomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB und ZB: aromatisches Polyisocyanat (PUR) DB: aliphatisches Polyisocyanat (PUR)
Pigmente:	GB: Zinkstaub mit/ohne Eisenglimmer ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	GB maximal 20 %, ZB maximal 32 %, DB maximal 30 %
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 689.150, Zugabe maximal 5 %

**Tabelle C 4.3.8:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 89

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichnung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
– Erstschutz ab Werk  – Vollerneuerung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1K- PUR - Zinkstaub Stoff-Nr. 689.03 oder Stoff-Nr. 689.04	Sa 2½	70	100	Spritzen	3 h
	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
	<b>ZB:</b> 1K-PUR-EG (auch Kantenschutz) Stoff-Nr. 689.12 bis 689.14	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	80	140	Spritzen, Streichen	5 h
	<b>DB:</b> 1K-PUR-EG Stoff-Nr. 689.30 bis 689.74 oder 1K-PUR Stoff-Nr. 689.75 bis 689.99 (Farben nach RAL) oder 2K-PUR nach Blatt 87 mit/ohne EG Stoff-Nr. 687.30 bis 687.99		80	150		
Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1. GB: 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 687.02 2. GB: 2K-EP- Zinkphosphat Stoff-Nr. 687.06	PSa 2½ PSt 3	80	150	Spritzen, Streichen	16 h
	<b>ZB, DB:</b> siehe oben					

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z. B. Untersichten: zwei ZB,
- Reinigen der Spritzgeräte nur mit besonderer Verdünnung.

## C 8 Planungshilfen für Blatt 91

### Wasserverdünnbare Beschichtungsstoffe auf Acrylat- oder Acryl-Copolymerisat-Grundlage für feuerverzinkten Stahl (wv AY auf Zn)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	einkomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	ZB und DB: Acryl-Copolymerisat oder Polyacrylat
Pigmente:	ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	maximal 4,5 %
Verdünnungsmittel:	Wasser

Tabelle C 4.3.9: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 91

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichnung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächen-vorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Feuerverzinkte Stahlkonstruktionen wie: – Geländer, Türen, Besichtigungswagen, – Kontrollstege, – Entwässerungsröhre (außen), – Signalbrücken und -ausleger, – Bahnsteigdachkonstruktionen, – Spundwände (luftseitig), – Stützpfeiler von Standard-Lärmschutzwänden mit 2K-PUR als letzte Deckbeschichtung.	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461					keine
	<b>ZB:</b> wv Ay auf Zn-EG Stoff-Nr. 691.30 bis 691.74	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	120	200	Spritzen, Streichen	6 h
	<b>DB:</b> wv Ay auf Zn-EG Stoff-Nr. 691.30 bis 691.74  oder 2K-PUR nach Blatt 87 (Farben nach RAL)					
		80	150			

#### Hinweise:

- Applikationsfenster beachten:  
Temperaturen zwischen 17°C und 25°C, relative Luftfeuchte zwischen 40 % und 70 %,
- auf ausreichende Luftbewegung achten,
- Stoffe nach Blatt 91 sind nicht geeignet:
  - bei langanhaltender Wassereinwirkung,
  - bei hoher mechanischer Beanspruchung, z. B. Gitterroste,
  - bei Tausalzeinwirkung (ohne DB nach Blatt 87),
  - bei chemischer Beanspruchung.

## C 9 Planungshilfen für Blatt 92

### Wasserverdünnbare Beschichtungsstoffe auf Acrylat- oder Acryl-Copolymerisat-Grundlage (wv AY)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	einkomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB, ZB und DB: Acryl-Copolymerisat oder Polyacrylat (AY)
Pigmente:	GB: Zinkphosphat, ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Lösemittelanteil:	maximal 4,5 %
Verdünnungsmittel:	Wasser

**Tabelle C 4.3.10:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 92

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Aufbau A: gesamter Korrosionsschutz im Werk	<b>GB:</b> 2K-EP- Zinkstaub Stoff-Nr.87.03/04/05	Sa 2½	70	100	Spritzen, Streichen	16 h
	<b>ZB:</b> wv AY-EG Stoff-Nr. 692.30 bis 692.74	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	80	160		6 h
	<b>DB:</b> wv AY-EG Stoff-Nr. 692.30 bis 692.74 oder wv AY Stoff-Nr. 692.75 bis 692.99 (Farben nach RAL)					
Aufbau B: Grund- und Zwischenbeschichtung im Werk, Deckbeschichtung auf der Baustelle	<b>GB:</b> wv AY-Zinkphosphat Stoff-Nr. 692.02 oder 692.06	Sa 2½	80	160	Spritzen, Streichen	6 h
	<b>ZB:</b> wv AY-EG  Stoff-Nr. 692.30 bis 692.74	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen				
	<b>DB:</b> 2K-PUR nach Blatt 87 Stoff-Nr. 687.30 bis 687.99 (Farben nach RAL)		80	150		

**Hinweise:**

- Applikationsfenster beachten:  
Temperaturen zwischen 17°C und 25°C, relative Luftfeuchte zwischen 40 % und 70 %,
- auf ausreichende Luftbewegung achten,
- Stoffe nach Blatt 92 sind nicht geeignet:
  - bei hoher mechanischer Beanspruchung, z. B. Gitterroste,
  - bei chemischer Belastung.

## C 10 Planungshilfen für Blatt 93

### 1K-Beschichtungsstoffe polyvinyl- und polyvinylidenchloridfrei, lösemittelarm, auch zur Instandsetzung (1K HS)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	einkomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel: polyvinyl- und polyvinylidenchloridfrei	GB, ZB, DB: Kunstharze etwa auf Basis Alkyd oder Acryl,
Pigmente:	GB: Korrosionsschutzpigmente, Inhibitoren ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Festkörperanteil (Vol. %):	GB, ZB und DB mindestens 57 %
Lösemittelanteil:	GB maximal 23 %, ZB, DB maximal 25 %
Verdünnungsmittel:	Stoff-Nr. 693.150, Zugabe maximal 3 %

**Tabelle C 4.3.11:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 93

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
– Erstschutz ab Werk, – Vollerneuerung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1. GB 1K HS-Aktivpigment Stoff-Nr. 693.01/02 2.GB und/oder Kantenschutz Stoff-Nr. 693.06 oder	Sa 2½	80	140	Spritzen, Streichen	16 h
			80	140		
	2K-EP-Zinkstaub Stoff-Nr. 687.03/04/05	Sa 2½	70	100	Spritzen	
	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten					
	<b>ZB:</b> 1K HS-EG Stoff-Nr. 693.12 bis 693.14	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	80-120	140-190	Spritzen Streichen	16 h
	<b>DB:</b> 1K HS-EG Stoff-Nr. 693.30 bis 693.74 1K HS Stoff-Nr. 693.80 bis 693.99 (Farben nach RAL)		80-120	140-190	Spritzen, Streichen	

auf nächster Seite fortgesetzt

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang C

noch **Tabelle C 4.3.11**: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 93

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeseichnung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Ausbesserung/ Teilerneuerung von Altbeschichtungen auf der Basis trocknender Öle, AK, BKF, PVC, PVC/AK sowie EP und PUR	<b>GB:</b> 1.GB (zum Ausflecken) 1K HS-Aktivpigment Stoff-Nr. 693.01 oder 693.02  2.GB (evtl. zum Kantenschutz) 1K HS-Aktivpigment Stoff-Nr. 693.06	PSa 2½ PSt 3	80	140	Spritzen, Streichen	16 h
			80	140		
	<b>ZB:</b> 1K HS-EG (zum Ausflecken) Stoff-Nr. 693.12 bis 693.14	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	80- 100	140- 180	Spritzen, Streichen	16 h
	<b>DB:</b> 1K HS-EG Stoff-Nr. 693.30 bis 693.74 1K HS oder Stoff-Nr. 693.80 bis 693.99 (Farben nach RAL)		80	140	Spritzen, Streichen	

### Hinweise:

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z. B. Untersichten: zwei ZB,
- geringe Farbbeständigkeit von Deckbeschichtungen bei Bewitterung,
- bei Überarbeitung von Altbeschichtungen Gefahr des Hochziehens der Altbeschichtung (Probebeschichtung erforderlich),
- Stoffe nach Blatt 93 sind nicht geeignet:
  - bei hoher mechanischer Beanspruchung,
  - bei chemischer Belastung,
  - auf Feuerverzinkung ohne Vorbehandlung.

## C 11 Planungshilfen für Blatt 94

### 2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- (niedermolekulares EP-Harz) und Polyurethangrundlage, lösemittelarm (nm EP/PUR HS)

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB und ZB: niedermolekulares Epoxidharz + Härter (EP) DB: Polyacrylat mit Polyisocyanat gehärtet (PUR)
Pigmente:	GB: Korrosionsschutzpigmente, Inhibitoren ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Festkörperanteil (Vol. %):	1.GB mindestens 65 %, 2.GB mindestens 70 %, ZB mindestens 75 %, DB mindestens 65 %
Lösemittelanteil:	1.GB maximal 25 %, 2.GB maximal 20 %, ZB maximal 15 %, DB max. 25 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 % für EP: Stoff-Nr. 694.150 für PUR: Stoff-Nr. 694.151

Tabelle C 4.3.12: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 94

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
– Erstschutz ab Werk, – Vollerneuerung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1.GB 2K-EP-Aktivpigmente Stoff-Nr. 694.01/02 2.GB und / oder Kantenschutz 2K-EP-Aktivpigment Stoff-Nr. 694.06	Sa 2½	80	120	Spritzen, Streichen	16 h
			80	120		
	2K-EP-Zinkstaub Stoff-Nr. 687.03/04/05	Sa 2½	70	100	Spritzen	
	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten					keine
	<b>ZB:</b> 2K-EP-EG Stoff-Nr. 694.12 bis 694.14	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	80-150	110-200	Spritzen Streichen	24 h
	<b>DB:</b> 2K-PUR-EG Stoff-Nr. 694.30 bis.694.7 oder 2K-PUR Stoff-Nr. 694.75 bis 694.99Farben nach RAL		80	130	Spritzen, Streichen	
2K-PUR nach Blatt 87 mit/ohne EG Stoff-Nr. 687.30 bis 687.99	80		150			

auf nächster Seite fortgesetzt

**ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang C**

noch **Tabelle C 4.3.12**: Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 94

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Ausbesserung/ Teilerneuerung von Altbeschichtungen auf der Basis trocknender Öle, AK sowie EP und PUR	<b>GB</b> : 1.GB (zum Ausflecken) 2K-EP-Aktivpigmente Stoff-Nr. 694.02 2.GB (evtl. zum Kantenschutz) 2K-EP-Aktivpigmente Stoff-Nr. 694.06	PSa 2½ PSt 3	80	120	Spritzen, Streichen	16 h
			80	120		
	<b>ZB</b> : 2K-EP-EG (zum Ausflecken) Stoff-Nr. 694.12 bis 694.14	je nach Oberflächen- zustand und Verschmutzung reinigen	80-150	110-200	Spritzen, Streichen	24 h
	<b>DB</b> : 2K-PUR-EG Stoff-Nr. 694.30 bis 694.74 oder 2K-PUR Stoff-Nr. 694.75 bis 694.99 (Farben nach RAL)		80	130	Spritzen, Streichen	
	2K-PUR nach Blatt 87 mit/ohne EG Stoff-Nr. 687.30 bis 687.99		80	150		

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z. B. Untersichten Sollschichtdicke der ZB 150 µm,
- bei Überarbeitung von Altbeschichtungen Gefahr des Hochziehens der Altbeschichtung (Probebeschichtung erforderlich),
- bei fehlender UV-Einwirkung DB auch in EP zulässig,
- Stoffe nach Blatt 94 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## C 12 Planungshilfen für Blatt 95

### 2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- und Polyurethan-Grundlage, lösemittelarm (EP/PUR HS)

Allgemeine Stoffbeschreibung: Bindemittel:	Zweikomponentiger Beschichtungsstoff GB und ZB: Epoxidharz + Härter (EP)  DB: Polyacrylat mit Polyisocyanat gehärtet (PUR)
Pigmente:	GB: Korrosionsschutzpigmente, Inhibitoren ZB und DB: Eisenglimmer, Tönpigmente
Festkörperanteil (Vol. %):	1. GB mindestens 65 %, 2. GB mindestens 65 %, ZB mindestens 65 %, DB mindestens 65 %
Lösemittelanteil:	1. GB maximal 25 %, 2. GB maximal 25 %, ZB maximal 25 %, DB maximal 25 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 %; für EP: Stoff-Nr. 695.150, für PUR: Stoff-Nr. 695.151

**Tabelle C 4.3.13:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 95

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
Erstschutz ab Werk  Vollerneuerung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1. GB 2K-EP-Aktivpigmente Stoff-Nr. 695.01/02  2. GB und/oder Kantenschutz 2K-EP-Aktivpigment Stoff-Nr. 695.06	Sa 2½	80	130	Spritzen Streichen	16 h
	2K-EP-Zinkstaub Stoff-Nr. 687.03/04/05	Sa 2½	70	100		
	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
	Feuerverzinkung DIN EN ISO 1461; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten					keine
	<b>ZB, DB:</b> 2K-EP-EG Stoff-Nr. 695.12 bis 695.14	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	80-150	130-230	Spritzen Streichen	24 h
	<b>DB:</b> 2K-PUR-EG Stoff-Nr. 695.30 bis 695.74  2K-PUR Stoff-Nr. 695.75 bis 695.99 (Farbtöne nach RAL)		80-150	130-230	Spritzen Streichen	
	Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1. GB: 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 687.02 oder 695.01/02  2. GB: 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 695.06	PSa 2½ PSt 3	80	150	Spritzen, Streichen
<b>ZB, DB:</b> siehe oben						

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 5°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- bei fehlender UV-Einwirkung DB auch in EP zulässig,
- Stoffe nach Blatt 95 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## C 13 Planungshilfen für Blatt 97

### 2K-Beschichtungsstoffe auf Epoxidharz- und Polyurethangrundlage, schnellhärtend

Allgemeine Stoffbeschreibung:	zweikomponentiger Beschichtungsstoff
Bindemittel:	GB und ZB: Epoxidharz + Härter (EP) DB: Polyacrylat mit Polyisocyanat gehärtet (PUR)
Pigmente:	Zinkstaub und Zinkphosphat
Lösemittelanteil:	1.GB maximal 20 %, 2.GB maximal 23 %, ZB maximal 23 %, DB maximal 35 %
Verdünnungsmittel:	Zugabe maximal 5 %, für EP: Stoff-Nr. 697.150, für PUR: Stoff-Nr. 697.151

**Tabelle C 4.3.14:** Planungshilfen für Stoffe nach Blatt 97

Anwendungsgebiet	Schutzsystem				Applikation	Mindestwartezeit bis zur Folgebeschichtung bei ca. 20°C
	Systemaufbau	Oberflächenvorbereitung	Sollschichtdicken [µm]			
			trocken	nass		
– Erstschutz ab Werk, – Vollerneuerung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1.GB 2K-EP-Aktivpigmente Stoff-Nr. 697.02 oder 2K-EP-Zinkstaub Stoff-Nr. 697.03  2.GB und/oder Kantenschutz 2K-EP-Aktivpigment Stoff-Nr. 697.06	Sa 2½	80	120	Spritzen, Streichen	4 h
			80	120		
	Spritzverzinkung mit Versiegelung	Sa 3	100		Spritzen	keine
	Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461; Sweep-Strahlen vor dem Beschichten					keine
	<b>ZB:</b> 2K-EP-EG Stoff-Nr. 697.12 bis 697.14	je nach Oberflächenzustand und Verschmutzung reinigen	80	150	Spritzen, Streichen	8 h
	<b>DB:</b> 2K-PUR-EG Stoff-Nr. 697.30 bis 697.74 oder 2K-PUR Stoff-Nr. 697.75 bis 697.99 (Farben nach RAL)		80	150	Spritzen, Streichen	16 h
Beschichtung von Schweißstößen und Ausbesserung der Werksbeschichtung auf der Baustelle	<b>GB:</b> 1. GB: 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 697.02 2. GB: 2K-EP-Zinkphosphat Stoff-Nr. 697.06	PSa 2½ PSt 3	80	150	Spritzen, Streichen	4 h
	<b>ZB, DB:</b> siehe oben					

**Hinweise:**

- Objekttemperatur mindestens 3°C, jedoch mindestens 3 K über dem Taupunkt,
- an stark belasteten Flächen, z. B. Untersichten: zwei ZB,
- bei fehlender UV-Einwirkung DB auch in EP zulässig,
- bei Erstschutz ab Werk ist für die 2. ZB auch 2K-PUR zulässig (siehe 2 (8))
- Stoffe nach Blatt 97 sind nicht geeignet:
  - auf Feuerverzinkung ohne Oberflächenvorbereitung durch Sweep-Strahlen.

## Anhang D

### Entsorgung von Strahlschutt

#### D 1 Vorbemerkung

(1) Die Entsorgung (Verwertung oder Beseitigung) von Abfällen erfolgt nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).

(2) Bereits bei der Vorbereitung von Korrosionsschutzmaßnahmen, bei der Gestaltung von Arbeitsabläufen und bei der Beschaffung/Verwendung von Produkten sollte geprüft werden, ob und in welchem Umfang Erzeugnisse eingesetzt werden können, die sich durch Dauerhaftigkeit, durch gute Ausbesser- und Erneuerbarkeit sowie durch Verwertbarkeit auszeichnen oder zu schadstoffärmeren Abfällen führen.

(3) Nach § 6 KrWG sind Abfälle erstrangig zu vermeiden. Ist die Vermeidung nicht möglich, sind Abfälle zu verwerten. Bei der Verwertung hat die Vorbereitung zur Wiederverwertung Vorrang vor dem Recycling und vor der sonstigen Verwertung, insbesondere der energetischen Verwertung und Verfüllung. Erst wenn die Vermeidung und Verwertung von Abfällen nicht möglich ist, darf dieser beseitigt werden. Die technischen Möglichkeiten, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen sind zu beachten.

(4) Entsorgungsfachbetriebe bieten häufig Serviceleistungen (z.B. Beratungstätigkeiten) im Zusammenhang mit der formalen Abwicklung von Entsorgungsvorgängen an. Zur Erstellung von Entsorgungsnachweisen und Begleitscheinen kann ein Dritter bevollmächtigt sowie mit der Gebührenabwicklung beauftragt werden. Hierbei ist zu beachten, dass der Abfallerzeuger bis zur schadlosen Verwertung oder Beseitigung der Abfälle in der Verantwortung steht.

(5) Für die Entsorgung von Kleinmengen Strahlschutt (unter 2 t/Jahr und Erzeuger) mit dem Prädikat „gefährlicher Abfall“ besteht für den Abfallerzeuger eine vereinfachte Nachweispflicht. Die Übergabe der Abfälle an einen Abfallentsorger hat sich der Abfallerzeuger mittels Übernahmeschein bescheinigen zu lassen.

(6) Soll Strahlschutt außerhalb der Bundesrepublik entsorgt werden, gelten zusätzliche Regelungen.

#### D 2 Vorgehensweise

(1) Das Entsorgen des aus dem Bereich des Auftraggebers stammenden Strahlschuttes sollte zu-

sammen mit der Korrosionsschutzmaßnahme in der Leistungsbeschreibung vorgesehen werden.

(2) Die Tabellen D 4.3.1, D 4.3.2 sowie D 4.3.3 enthalten Informationen über die Zuordnung zu den Abfallschlüsseln und die Typisierung von Korrosionsschutz-Regelsystemen. Diese Informationen dienen lediglich der Planung. Die Übernahme des Abfallschlüssels in die „Verantwortliche Erklärung“ ist anhand der Typenanalyse gemäß Tabellen D 4.3.1, D 4.3.2 sowie D 4.3.3 nicht zulässig. Dafür ist eine Deklarationsanalyse notwendig.

(3) In der Leistungsbeschreibung ist die zu erwartende Zusammensetzung des Strahlschuttes einschließlich der zugeordneten Abfallschlüsselnummer auf der Grundlage der Strahlschutt-Typenanalysen gemäß Anhang D anzugeben. Sofern dem Auftraggeber keine Typenanalyse zur Verfügung steht, muss vor der Ausschreibung bei Verwendung von mineralischen Strahlmitteln eine Strahlschuttprobe gemäß „Merkblatt zur Entnahme repräsentativer Strahlschuttproben“ (MES 93) entnommen und analysiert werden, um Informationen über mögliche Entsorgungswege zu gewinnen.

(4) Vor der Entsorgung von Strahlschutt mit dem Abfallschlüssel 120 116\* ist vom Auftraggeber zu prüfen, ob im jeweiligen Bundesland eine Andienungspflicht besteht. Sofern diese nicht besteht sowie beim Abfallschlüssel 120 117, ist die Darlegung des vorgesehenen Entsorgungsweges vom Bieter zu verlangen. Die Vorlage des Zertifikates des vorgesehenen Entsorgungsfachbetriebes (einschließlich der Abfallarten / Abfallschlüsselnummern) ist bei Angebotsabgabe zu verlangen.

(5) Das Erstellen der Deklarationsanalyse ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(6) Bei Verwendung metallischer Mehrwegstrahlmittel müssen auf den Einzelfall abgestimmte Regelungen getroffen werden. Die Zusammensetzung des Strahlschuttes kann in der Regel nur durch die Deklarationsanalyse einer Probe aus der laufenden Maßnahme nachgewiesen werden.

#### D 3 Registrierpflichten und Nachweisführung

(1) Abfallerzeuger, Sammler, Beförderer und Entsorger von Strahlschutt mit dem Abfallschlüssel 120 116\* haben Register über die Abfallentsorgung zu führen.

(2) Strahlschutt mit dem Abfallschlüssel 120 117 ist nicht andienungspflichtig, jedoch hat der Abfallentsorger den Entsorgungsvorgang im Register zu dokumentieren.

## D 4 Entsorgung

### D 4.1 Verwertung

#### D 4.1.1 Vorbemerkung

Die Verwertungsmöglichkeiten werden durch den Markt geregelt. Das Verwertungsverfahren bzw. die Verwertungsfirma sind jeweils im Einzelfall festzulegen (nach Nr. 7).

#### D 4.1.2 Mineralische Einwegstrahlmittel

(1) Es ist zulässig, den Strahlmittelhersteller mit der Entsorgung von Strahlschutt zu beauftragen, falls er im Rahmen der freiwilligen Produktrücknahme gemäß KrWG Strahlmittelrückstände aus von ihm gelieferten Strahlmitteln zurücknimmt.

(2) Schmelzkammerschlacke (MSK) kann z.B. zum Bergversatz im Salz-, Steinkohle- und Erzbergbau sowie als Zuschlagstoff für die Herstellung von Asphalttragschichten (bisher nur in begrenztem Umfang) verwendet werden.

(3) Als derzeit einzige Verwertungsmöglichkeit kann Kupferhüttenschlacke (MCU) verhüttet werden, sofern der Gehalt an Eisen im Strahlschutt mindestens 50% beträgt.

#### D 4.1.3 Mehrwegstrahlmittel

(1) Strahlschutte aus Mehrwegstrahlmitteln sind in der Regel dem Abfallschlüssel 120 116\* zuzuordnen und damit als „gefährlicher Abfall“ einzustufen.

(2) Strahlschutte aus metallischen Mehrwegstrahlmitteln können durch Verhüttung verwertet werden. Wegen technisch aufwendiger Strahltechnik ist die Entnahme einer repräsentativen Strahlschuttprobe vor Ausführung der Maßnahme nicht möglich. Der Entsorgungsnachweis kann daher erst nach Beginn der Strahlarbeiten geführt werden.

(3) Als mineralisches Mehrwegstrahlmittel wird vorzugsweise Elektrokorund verwendet. Der anfällende Strahlschutt kann z. B. durch Zusatz geeigneter Chemikalien von den Schadstoffen befreit und der verbleibende Mineralstoff nach Siebung bei der Schleifmittelherstellung verwertet werden.

### D 4.2 Beseitigung

(1) Die Grundpflichten und Anforderungen der Abfallbeseitigung sind in den §§ 15 und 16 des KrWG geregelt.

(2) In Abhängigkeit von den im Strahlschutt enthaltenen Schadstoffen (Art und Menge) gemäß Deklarationsanalyse ist eine entsprechend geeignete Deponie (jeweilige Annahmebedingungen der Deponie beachten) auszuwählen.

(3) Zur Beseitigung von Strahlschutt stehen oberirdische und unterirdische Deponien zur Verfügung.

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

**Tabelle D 4.3.1:** Zuordnung der Schutzsysteme zu Strahlschutzgruppen mit voraussichtlichen Abfallschlüssel für Planungszwecke (siehe D2 (2))

Strahlschutz- gruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
1  120 117	<p><b>Beschichtungen mit Steinkohlenteerpech auf der Basis von Lösungen und Emulsionen</b></p> <p>Stoff-Nr. 4637, Sorten Nr. 21,22, 23, 24 nach der RoSt, DV der DR, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 638.21/22/23/31/32 nach den TL 918 374, Ausgabe Januar 1960/Mai 1972</p> <p>Stoff-Nr. 674.21/22/23/24 nach den TL 918 300, Blatt 74, Ausgabe 1976</p>	Applikation von Steinkohlenteerpech auf der Basis von Lösungen und Emulsionen bis 1980
2  120 116*	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige als GB und Öl-Bleiweiß als DB</b></p> <p>Stoff-Nr. 4634 Sorten 12 und 13 für GB (mit Bleimennige) nach der RoSt, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 4635 Sorten 11 bis 15 und 31 bis 35 für DB (mit Bleiweiß für graue und weiße Farbtöne) nach der RoSt, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 4636 Sorten 11 bis 15 und 21, 22, 25 für DB (mit Bleiweiß für bunte Farbtöne) nach der RoSt, Ausgabe 1940</p> <p>Stoff-Nr. 634.01/11/05/15/21/31/25/35 für GB (mit Bleimennige) nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, DV der DB, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff Nr. 635.11/15/31/35 für DB (mit Bleiweiß für graue Farbtöne) nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 636.11/12/13/14/15/31/32/34/35 für DB (mit Bleiweiß für bunte Farbtöne) nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl- oder AK-Bleimennige als GB und AK-Bleiweiß als DB</b></p> <p>Stoff-Nr. 635.79 und 636.65 bis 69 und 636.85/88/89 nach den TL 918 372, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960 (Stoffnummern für AK-Bleiweiß-DB)</p>	Applikation von Bleiweiß in Beschichtungen bis etwa 1974
3  120 116*  auf nächster Seite fortgesetzt	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige als GB und Öl-Eisenglimmer als DB sowie Öl-Bleimennige als GB und AK-Eisenglimmer als DB</b></p> <p>Stoff Nr. 634.01/11/05/15/21/31/25/35 für GB mit Bleimennige nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 635.18/38 und 636.36 als DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 371, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff Nr. 635.18/38/39; 636.36/39/40 als DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 371, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 671.01/05 für GB mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 71, Ausgabe 1976</p> <p>Stoff-Nr. 671.11(12) bis 671.52(74) für DB mit Eisenglimmer nach den TL 918 300, Blatt 71, Ausgabe 1976 bzw. 1980</p> <p>Beschichtungen mit Bleimennige auf Ölbasis KmGO und KfGO nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p>	Applikation von Bleimennige auf der Basis von Alkyd oder Öl bis 1991, auf der Basis EP bis 1985



## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.1**: Zuordnung der Schutzsysteme zu Strahlschuttgruppen mit voraussichtlichen Abfallschlüssel für Planungszwecke (siehe D2 (2))

Strahlschuttgruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
<b>6</b>  <b>120 116*</b>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Bleimennige/EP-Teerpech</b></p> <p>Stoff-Nr. 687.01/05/06 als GB mit Bleimennige nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1975</p> <p>Stoff-Nr. 639.01/02/11/12 als DB mit Teer bzw. Teerpech nach den TL 918 382, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 682.11/12 als DB mit Teerpech nach den TL 918 300, Blatt 82, Ausgabe 1976</p>	Applikation der Schutzsysteme bis 1985
<b>7</b>  <b>120 116*</b>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige/BKF (Bitumen-Kombination) und AK-Bleimennige/BKF (Bitumen-Kombination)</b></p> <p>Stoffe auf der Basis von Öl- und AK-Bleimennige: Strahlschuttgruppe 3</p> <p>Stoff-Nr. 4637.34/35/37/41/42/44 als DB auf der Basis von BKF nach den TL 918 376, (RoSt), Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 637.37/41/42/34 als DB Basis BKF nach den TL 918 376, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 676.37/41/42/34 als DB Basis BKF nach den TL 918 300, Blatt 76, Ausgabe 1976</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Öl-Bleimennige/Bitumen AK-Bleimennige/Bitumen</b></p> <p>Stoffe auf der Basis von Öl- und AK-Bleimennige wie oben, Stoffe auf der Basis von Bitumen: Strahlschuttgruppe 8</p>	Applikation der Schutzsysteme bis 1985
<b>8</b>  <b>120 116*</b>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Bitumenlösungen</b></p> <p>Stoff-Nr. 637.11/12/13 nach den TL 918 373, Ausgabe 1972 und der RoSt, Ausgabe 1960</p> <p>Stoff-Nr. 673.11/12/13/14/ nach den TL 918 300, Blatt 73, Ausgabe 1976</p> <p>K 441/442/443 nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p>	
<b>9</b>  <b>120 117</b>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von PVC-Kombi-Zinkphosphat/PVC-Kombi mit/ohne Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe. nach den TL 918 300, Blatt 77 und nach den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Blatt 77, Ausgabe 2002</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von CPVC</b></p> <p>SuGV/CvDV nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p>	
<b>10</b>  <b>120 117</b>	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von Alkydharze</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 72, Ausgabe 1985 ohne Stoff-Nr. 672.01/05/07 aber mit Stoff-Nr. 672.06 (Blatt 72, Ausgabe 1992) und</p> <p>KaGA/KrVA/KrDA nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Einkomponentenbeschichtungsstoffe (polyvinyl- und polyvinylidenchloridfrei, z.B. Urethan-Alkyd)</b></p> <p>Stoffe nach den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Blatt 93, Ausgabe 2002</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Epoxidharzen und Polyurethan</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1985 (nur Stoff-Nr.687.02/06 als GB) und den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.02/06) sowie der Blätter 94 und 95</p>	

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.1:** Zuordnung der Schutzsysteme zu Strahlschutzgruppen mit voraussichtlichen Abfallschlüssel für Planungszwecke (siehe D2 (2))

Strahlschutzgruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
11  120 116*	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von AK-Zinkchromat und AK-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoff-Nr. 634.95/98 GB mit Zinkchromat nach den TL 918 372, Ausgabe 1972</p> <p>Stoff-Nr. 672.03/07 GB mit Zinkchromat nach den TL 918 300, Blatt 72, Ausgabe 1976</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkchromat sowie EP- und PUR-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoff-Nr. 687.03/07/08, GB mit Zinkchromat nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1975</p>	Applikation der Schutzsysteme bis 1980
12  120 117	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkstaub/EP-Eisen-glimmer/PUR mit/ohne Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.03), Ausgabe 1985 und nach den TL/TP KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.03/04/05) oder Kombination von Stoffen nach Blatt 87 (nur Stoff-Nr. 687.03; 687.04 und 687.05) mit ZB und DB nach Blatt 94 oder Blatt 95</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von ESI(Ethylsilicat)-Zinkstaub/PVC-Kombi-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 86, Ausgabe 1985 und Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 77 (nur DB) Ausgabe 1985 und den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blätter 77 und 86</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkstaub/PVC/nach-chloriertes Polyethylen und EP-Zinkstaub/CPVC/CPVC</b></p> <p>KzGE/KtGV/KtDI oder KzGE/KxGV/KxDV nach der Rost, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkstaub/PVC-Kombi-Eisenglimmer</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 87 (GB nur Stoff-Nr. 687.03) Ausgabe 1985 und Blatt 77 (nur DB), Ausgabe 1985 und den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 87 (nur Stoff-Nr. 687.03; 687.04 und 687.05) als GB und Blatt 77 als ZB und DB</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkstaub/PUR-Grund-, Vorspritz-, Lackfarbe</b></p> <p>KzGE/KaGU/KaVU/KaLU nach der Rost, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von 1K-PUR-Zinkstaub als GB/1K-PUR-Eisenglimmer als ZB und 2K-PUR-Eisenglimmer als DB</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 89, Ausgabe 1996 als GB und ZB und Blatt 87, Ausgabe 1996 als DB und nach den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002, Blatt 89 als GB und ZB und Blatt 87 als DB</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von Epoxidester-Zinkstaub/ PVC-Kombi</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Ausgabe 1996, Stoff-Nr. 677.03 in Kombination mit DB nach Blatt 77</p>	Applikation von Epoxidester (EPE)-Zinkstaub bis 1998

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.1**: Zuordnung der Schutzsysteme zu Strahlschuttgruppen mit voraussichtlichen Abfallschlüssel für Planungszwecke (siehe D2 (2))

Strahlschuttgruppe/ voraussichtlicher Abfallschlüssel	Charakterisierung der Schutzsysteme	Bemerkungen
13  120 117	<p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkstaub und Teerepoxydharz</b></p> <p>Stoff-Nr. 687.03 nach den TL 918 300, Blatt 87, Ausgabe 1985 als GB in Kombination mit Stoff-Nr. 682.11/12 nach den TL 918 300, Blatt 82 Ausgabe 1976 als DB</p> <p>KzGE/CwDE nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf der Basis von EP-Zinkstaub und modifizierten Epoxidharzen</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918, 300 Blatt 87 (nur Stoff-Nr. 687.03 als GB), Ausgabe 1992 und Blatt 81 als DB, Ausgabe 1992 und den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Ausgabe 2002</p> <p>Stoff-Nr. 687.03/04/05 als GB mit DB bzw. ZB und DB nach Blatt 81 (Kohlenwasserstoffharze oder modifizierte Steinkohlenteere mit beschränktem Polyzyklengehalt)</p>	Applikation der Schutzsysteme mit Teerepoxydharz nach Blatt 82 bis 1996 (nach RoSt bis 1991)
14  120 117	<p><b>Beschichtungen auf Feuer- oder Spritzverzinkungen auf der Basis von PVC/PVC-Kombi</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 75, Ausgabe 1980 und Blatt 77 (nur DB), Ausgabe 1980 und den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Blätter 75 und 77, Ausgabe 2002,</p> <p><b>Beschichtungen auf Feuer- oder Spritzverzinkungen auf der Basis von PVC/nachchloriertes Polyethylen</b></p> <p>KtGV/KtDI nach der RoSt, DV 807 der DR, Ausgabe 1984</p> <p><b>Beschichtungen auf Feuer- oder Spritzverzinkungen auf der Basis wässriger Acrylatdispersionen</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 91, Ausgabe 1996 und den TL/TP-KOR-Stahlbauten, Blatt 91, Ausgabe 2002</p>	
15  120 116*	<p><b>Beschichtungen auf Feuer oder Spritzverzinkung mit modifizierten Epoxidharzen</b></p> <p>Stoffe nach den TL 918 300, Blatt 81, Ausgabe 1992 und nach TL/TP-KOR-Stahlbauten, Blatt 81, Ausgabe 2002 (Stoffe enthalten Kohlenwasserstoffharze oder modifizierte Steinkohlenteere mit beschränktem Polyzyklengehalt)</p> <p><b>Beschichtungen auf Feuer oder Spritzverzinkung mit weiteren nachstehenden Stoffen</b></p> <p>Beschichtungen mit BKF (Stoffe nach Strahlschuttgruppe 7)</p> <p>Beschichtungen mit Steinkohlenteerpech (Stoffe nach Strahlschuttgruppe 1)</p> <p>Beschichtungen mit EP-Teerpech (Stoffe nach Strahlschuttgruppe 6)</p>	

**ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten  
Anhang D**

**Tabelle D 4.3.2:** Grenzwerte für die voraussichtlichen Ergebnisse der Eluatanalysen bei der Verwendung von mineralischen Strahlmitteln

Kennwerte		Strahlschutt-Gruppen				
		1	2	3	4	5
pH-Wert		7,2 ± 0,2				
Leitfähigkeit	µS/cm	< 42				
Filtrattrockenrückstand	mg/l	< 34				
AOX		0,02				
CSB		< 35				
TOC		< 13				
Phenolindex		0,1		0,02		0,1
Summe PCB (nach Ballschm.)	µg/l	< 0,06				
Summe PAK (EPA)		< 475		0,15		< 475
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,01				
Cyanid, leicht freisetzbar		< 0,01				
Fluorid		0,01				
Chlorid		< 1,0				
Phosphat		< 0,1				
Sulfat		< 3,0				
Nitrat		< 1,0				
Nitrit		< 0,05				
Ammonium		< 0,1				
Chrom (VI)		< 0,025				
Antimon		< 0,1				
Arsen		< 0,01				
Barium		< 0,8				
Blei		< 0,02	< 4,5		< 0,2	
Cadmium		< 0,002				
Chrom, gesamt		< 0,01				
Eisen		< 0,02				
Kobalt		< 0,01				
Kupfer		< 0,01				
Mangan		< 0,03				
Nickel		< 0,02				
Quecksilber		< 0,0002				
Selen		< 0,1				
Thallium		< 0,001				
Vanadium		< 0,1		< 0,01		< 0,1
Zink		< 1,0				

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.2** Grenzwerte für die voraussichtlichen Ergebnisse der Eluatanalysen bei der Verwendung von mineralischen Strahlmitteln

Kennwerte		Strahlschutt-Gruppen				
		6	7	8	9	10
pH-Wert		7,2 ± 0,2				
Leitfähigkeit	µS/cm	< 42				
Filtrattrockenrückstand	mg/l	< 34				
AOX		0,02				
CSB		< 35				
TOC		< 13				
Phenolindex		0,1	0,02			
Summe PCB (nach Ballschm.)	µg/l	< 0,6				
Summe PAK (EPA)		< 130	< 0,15			
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,01				
Cyanid, leicht freisetzbar						
Fluorid		0,01				
Chlorid		< 1,0				
Phosphat		< 0,1				
Sulfat		< 3,0				
Nitrat		< 1,0				
Nitrit		< 0,05				
Ammonium		< 0,1				
Chrom (VI)		< 0,025				
Antimon		< 0,1				
Arsen		< 0,01				
Barium		< 0,8				
Blei		< 0,2	< 0,02			
Cadmium		< 0,002				
Chrom, gesamt		< 0,01				
Eisen		< 0,02				
Kobalt		< 0,01				
Kupfer		< 0,01				
Mangan		< 0,03				
Nickel		< 0,02				
Quecksilber		< 0,0002				
Selen		< 0,1				
Thallium		< 0,001				
Vanadium		0,1	0,01			
Zink		< 1,0				

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.2:** Grenzwerte für die voraussichtlichen Ergebnisse der Eluatanalysen bei der Verwendung von mineralischen Strahlmitteln

Kennwerte		Strahlschutt-Gruppen				
		11	12	13	14	15
pH-Wert		7,2 ± 0,2				
Leitfähigkeit	µS/cm	< 42				
Filtrattrockenrückstand	mg/l	< 42				
AOX		0,02				
CSB		< 35				
TOC		<13				
Phenolindex		0,02	0,1	0,02	0,1	
Summe PCB (nach Ballschm.)	µg/l	< 0,6				
Summe PAK (EPA)		< 0,15	< 130	< 0,15	< 0,15 <sup>1)</sup>	< 130 <sup>2)</sup>
Cyanid, gesamt	mg/l	< 0,01				
Cyanid, leicht freisetzbar		< 0,01				
Fluorid		0,01				
Chlorid		< 1,0				
Phosphat		< 0,1				
Sulfat		< 3,0				
Nitrat		< 1,0				
Nitrit		< 0,05				
Ammonium		< 0,1				
Chrom (VI)		< 1,1	< 0,025			
Antimon		< 0,1				
Arsen		< 0,01				
Barium		< 0,8				
Blei		< 0,02				
Cadmium		< 0,002				
Chrom, gesamt		< 1,1	< 0,01			
Eisen		< 0,02				
Kobalt		< 0,01				
Kupfer		< 0,01				
Mangan		< 0,03				
Nickel		< 0,02				
Quecksilber		< 0,0002				
Selen		< 0,1				
Thallium		< 0,001				
Vanadium		0,01	0,1	0,01	0,1	
Zink		< 1,0				

<sup>1)</sup> anzunehmen bei Beschichtungsstoffen mit Modifizierungsmitteln seit 1995

<sup>2)</sup> möglich bei Beschichtungsstoffen mit Modifizierungsmitteln bis 1995

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

**Tabelle D 4.3.3** Grenzwerte für die voraussichtlichen Ergebnisse der Feststoffanalysen bei der Verwendung von Schmelzkammerschlacke (MSK) und Kupferhüttenschlacke (MCU) als Strahlmittel

Kennwerte	Strahlgruppen											
	1			2			3			4		
	MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU	
<b>Strahlmittelart</b>												
Trockenrückstand			100									
Glührückstand des Trockenrückstandes			> 99,5									
Mineralalkohlenwasserstoffe			< 50									
Extrahierbare Stoffe		< 2200		< 470							< 1040	
EOX		< 17									< 250	
Summe PCB (nach Ballschm.)			< 6									
Summe BTEX			< 0,5									
Summe LHKW			< 0,1									
Summe PAK (EPA)			< 620								< 0,15	
Chrom (VI)			< 0,5									
Schwefel, gesamt												
Aluminium	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 3500
Antimon	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>
Arsen	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 300
Barium	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 73
Beryllium	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 230
Blei	< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 7	< 7
Cadmium	< 150	< 3200	< 13000	< 16000	< 11000 <sup>3)</sup>	< 4300 <sup>4)</sup>	< 14000 <sup>5)</sup>	< 2800	< 5800	< 2800	< 5800	< 5800
Chrom	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 31
Kupfer	< 170	< 290	< 170	< 290	< 170	< 170	< 290	< 170	< 290	< 170	< 290	< 290
Nickel	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 7000
Quecksilber	< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 220	< 220
Thallium	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zinn	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>
Zink	< 230	< 12000	< 230	< 12000	< 230	< 230	< 12000	< 230	< 12000	< 230	< 12000	< 12000
Zinn	< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 1800

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.3** Grenzwerte für die voraussichtlichen Ergebnisse der Feststoffanalysen bei der Verwendung von Schmelzkammerschlacke (MSK) und Kupferhüttenschlacke (MCU) als Strahlmittel

Kennwerte	Strahlschutzgruppen											
	5			6			7			8		
	MSK	MCU	MSK	MCU	MSK	MCU	MSK	MCU	MSK	MCU	MSK	MCU
Strahlmittelart												
Trockenrückstand	100											
Glührückstand des Trockenrückstandes	> 99,5											
Mineralölkohlenwasserstoffe	< 50											
Extrahierbare Stoffe	< 2200											
EOX	< 17											
Summe PCB (nach Ballschm.)	< 6											
Summe BTEX	< 0,5											
Summe LHKW	< 0,1											
Summe PAK (EPA)	< 620											
Chrom (VI)	< 0,5											
Schwefel, gesamt	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500
Aluminium	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>
Antimon	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300
Arsen	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73
Barium	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 230
Beryllium	< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 7
Blei	< 2800	< 5800	< 2300	< 5400	< 11000 <sup>3)</sup> 2800 <sup>4)</sup>	< 14000 <sup>3)</sup> 5800 <sup>5)</sup>	< 2300	< 5400	< 11000 <sup>3)</sup> 2800 <sup>4)</sup>	< 14000 <sup>3)</sup> 5800 <sup>5)</sup>	< 150	< 3200
Cadmium	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31
Chrom	< 170	< 290	< 170	< 290	< 170	< 290	< 170	< 290	< 170	< 290	< 170	< 290
Kupfer	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 7000
Nickel	< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 220
Quecksilber	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>
Zink	< 230	< 12000	< 230	< 12000	< 230	< 12000	< 230	< 12000	< 230	< 12000	< 230	< 12000
Zinn	< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 1800

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.3** Grenzwerte für die voraussichtlichen Ergebnisse der Feststoffanalysen bei der Verwendung von Schmelz-  
kammerschlacke (MSK) und Kupferhüttenschlacke (MCU) als Strahlmittel

Kennwerte	Strahlenschutzgruppen											
	9			10			11			12		
	MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU		MSK	MCU	
Strahlmittelart												
Trockenrückstand			100									
Glührückstand des Trockenrückstandes			> 99,5									
Mineralölkohlenwasserstoffe			< 50									
Extrahierbare Stoffe		< 1040		< 470			< 470			< 470	< 1040 <sup>8</sup>	< 470
EOX		< 250		< 17			< 17			< 17	< 250 <sup>8</sup>	< 17
Summe PCB (nach Ballschm.)			< 6									
Summe BTEX			< 0,5									
Summe LHKW			< 0,1									
Summe PAK (EPA)			< 0,15									
Chrom (VI)			< 0,5									
Schwefel, gesamt		< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 300	< 3500	< 300	< 300	< 3500	< 300
Aluminium		ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>
Antimon		< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 3,3	< 300	< 3,3	< 3,3	< 300	< 300
Arsen		< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 6,5	< 73	< 6,5	< 6,5	< 73	< 73
Barium		< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 1400	< 230	< 1400	< 1400	< 230	< 230
Beryllium		< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 41	< 7	< 41	< 41	< 7	< 7
Blei		< 150	< 3200	< 150	< 3200	< 150	< 150	< 3200	< 150	< 3200	< 3200	< 3200
Cadmium		< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 4,5	< 31	< 4,5	< 4,5	< 31	< 31
Chrom		< 170	< 290	< 170	< 290	300 <sup>7)</sup>	300 <sup>7)</sup>	420 <sup>7)</sup>	< 170	< 170	< 290	< 290
Kupfer		< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 250	< 7000	< 250	< 250	< 7000	< 7000
Nickel		< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 280	< 220	< 280	< 280	< 220	< 220
Quecksilber		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium		n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>	n.a. <sup>6)</sup>
Zink		< 800	< 12400	< 800	< 12400	< 800	< 800	< 12400	< 800	< 12400	< 12400	< 12400
Zinn		< 10	< 1800	< 10	< 1800	< 10	< 10	< 1800	< 10	< 10	< 1800	< 1800

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang D

noch **Tabelle D 4.3.3** Grenzwerte für die voraussichtlichen Ergebnisse der Feststoffanalysen bei der Verwendung von Schmelz-  
kammerschlacke (MSK) und Kupferhüttenschlacke (MCU) als Strahlmittel

Kennwerte	Strahlschuttgruppen					
	13		14		15	
	MSK	MCU	MSK	MCU	MSK	MCU
<b>Strahlmittelart</b>						
Trockenrückstand		100				
Glührückstand des Trockenrückstandes		> 99,5				
Mineralölkohlenwasserstoffe		< 50				
Extrahierbare Stoffe		< 2300	< 470 < 1040 <sup>5)</sup>	< 470 < 1040 <sup>8)</sup>	< 2300	
EOX	< 17	< 17	< 17 < 250 <sup>8)</sup>	< 17 < 250 <sup>8)</sup>	< 17	< 17
Summe PCB (nach Ballschm.)		< 6				
Summe BTEX		< 0,5				
Summe LHKW		< 0,1				
Summe PAK (EPA)	< 0,15 <sup>9)</sup> < 620 <sup>11)</sup> < 1100 <sup>10)</sup>					
Chrom (VI)		< 0,5				
Schwefel, gesamt	< 300	< 3500	< 300	< 3500	< 300	< 3500
Aluminium	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>	ca. 200000 <sup>2)</sup>	ca. 25000 <sup>2)</sup>
Antimon	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300	< 3,3	< 300
Arsen	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73	< 6,5	< 73
Barium	< 1400	< 230	< 1400	< 230	< 1400	< 230
Beryllium	< 41	< 7	< 41	< 7	< 41	< 7
Blei	< 150	< 3200	< 150	< 3200	< 150	< 3200
Cadmium	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31	< 4,5	< 31
Chrom	300 <sup>7)</sup>	420 <sup>7)</sup>	< 170	< 290	< 170	< 290
Kupfer	< 250	< 7000	< 250	< 7000	< 250	< 7000
Nickel	< 280	< 220	< 280	< 220	< 280	< 220
Quecksilber	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium	n.a. <sup>6)</sup>					
Zink	< 6200	< 18300	< 6500	< 19200	< 6500	< 19200
Zinn	6,4 ± 3,5	1643 ± 194	6,4 ± 3,5	1643 ± 194	6,4 ± 3,5	1643 ± 194

1) Trockenrückstand

2) abhängig von der Strahlmittelherkunft

3) Öl-Bleimennige

4) AK-Bleimennige

5) EP-Bleimennige

6) nicht bestimmbar aufgrund von Matrixeffekten

7) Chrom gesamt

8) nur bei PVC- und CPVC-haltigen Beschichtungsstoffen und chlorierten Harzen

9) nur anzunehmen bei Beschichtungsstoffen nach Blatt 81 mit Modifizierungsmitteln seit 1995

10) nur möglich bei Beschichtungsstoffen nach Blatt 81 mit Modifizierungsmitteln bis 1995

11) nur bei Teerpechepoxidharz

12) nur bei BKF

## Anhang E

### Richtlinien für Prüfungen bei Korrosionsschutzarbeiten

#### E 1 Allgemeines

(1) Der Anhang E regelt den Umfang und die Durchführung von Kontrollprüfungen im Rahmen der Überwachung von Korrosionsschutzarbeiten durch den Auftraggeber im Werk und auf der Baustelle.

(2) Der Auftraggeber kann die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten und von Teilleistungen des Korrosionsschutzes auf geeignete Prüfstellen (siehe E 2) übertragen.

(3) In Fällen, in denen der Auftraggeber Abnahmen nicht selber durchführt, kann die Prüfstelle – bei entsprechender vertraglicher Vereinbarung – gleichzeitig auch Fertigungsüberwachung der Stahlkonstruktion übernehmen und die Kontrolle der schweißtechnischen Arbeiten durchführen.

#### E 2 Prüfstellen

##### E 2.1 Allgemeines

Es dürfen nur Prüfstellen mit der Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten beauftragt werden, welche die Anforderungen nach E 2.2 und E 2.3 erfüllen. Hierüber ist ein Nachweis zu erbringen.

##### E 2.2 Personelle Ausstattung

(1) Eine Prüfstelle muss über mindestens zwei Mitarbeiter verfügen, die Sachkenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes besitzen, insbesondere hinsichtlich:

- Ursachen der Korrosion und Korrosionsmechanismen,
- Methoden des Korrosionsschutzes,
- Korrosionsschutz durch Beschichtungen,
- Methoden zur Oberflächenvorbereitung,
- Beschichtungsstoffe und deren Einsatzbereiche,
- Applikationstechniken,
- Korrosionsschutz durch metallische Überzüge,
- Prüftechnik im Korrosionsschutz.
- Prüftechnik der Umgebungsbedingungen,
- Umweltgerechte Ausführung der Arbeiten und Entsorgung der Abfälle.

(2) Diese Anforderungen erfüllen z. B.:

- geprüfte Beschichtungsinspektoren,

- Staatlich anerkannte Korrosionsschutz-Techniker,
- Ingenieure mit einer zusätzlichen abgeschlossenen Ausbildung zum Korrosionsschutz-Ingenieur.

(3) Zur Unterstützung können auch weitere Mitarbeiter der Prüfstelle mit Kenntnissen im Korrosionsschutz eingesetzt werden.

##### E 2.3 Prüftechnische Geräte und Unterlagen

(1) Die Prüfstellen müssen mindestens über folgende Geräte und Unterlagen verfügen:

- Fotografische Vergleichsmuster (nach DIN EN ISO 8501-1, Beiblatt 1),
- Rauheitsvergleichsmuster (nach DIN EN ISO 8503-1 bis 4) zur Feststellung der Oberflächenrauheit,
- digitale Messgeräte mit Datenspeicherung und -ausdruck von Luft-, Objekttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit zur Ermittlung der Taupunkttemperatur,
- Trockenschichtdickenmessgeräte mit Datenspeicherung und Datenausdruck für ferromagnetische und nichtferromagnetische Untergründe,
- Lupe mit Beleuchtung (mindestens 8-fache Vergrößerung),
- Nassschichtdickenmessgerät,
- Geräte mit hydraulischen Antrieb zur Abreißprüfung nach DIN EN ISO 16276-1
- Geräte zur Gitter- /Kreuzschnittprüfung nach DIN EN ISO 2409
- Keilschnittgerät zur Bestimmung der Schichtenzahl in Anlehnung an DIN 50986 (z.B. PIG-Gerät),
- Prüfgeräte und Hilfsmittel zur Prüfung der Oberflächenreinheit gemäß DIN-Fachbericht 28.

#### E 3 Kontrolle der Korrosionsschutzarbeiten

##### E 3.1 Erforderliche Prüftätigkeiten

(1) Der Umfang der Kontroll- und Prüftätigkeiten sind aus den Tabellen E 4.3.1 und E 4.3.2 ersicht-

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang E

lich. Die Eigenüberwachung des Auftragnehmers bleibt hiervon unberührt.

(2) Vor der Applikation jeder weiteren Schicht soll die vorhandene Schicht auf ihren vertragsgemäßen Zustand geprüft werden (Tabelle E 4.3.2).

(3) Tabelle E 4.3.3 enthält Arbeitshilfen über die Art und Anforderungen der durchzuführenden Kontrollen.

### E 3.2 Dokumentation

(1) Die Prüfstelle muss beim Anlegen von Kontrollflächen anwesend sein und die ordnungsge-

mäße Durchführung einschließlich der Ausfertigung der Kontrollflächen-Protokolle überwachen.

(2) Die Prüfstelle soll zur Dokumentation der durchgeführten Prüfungen die Protokollformulare des Anhangs B verwenden.

(3) Nach Abschluss der Korrosionsschutzarbeiten muss die Prüfstelle die Protokolle mit einem Schlussbericht dem Auftraggeber übergeben.

(4) Soll die Prüfstelle die für das Bauwerksbuch nach DIN 1076 erforderlichen Angaben erstellen, ist dies besonders zu vereinbaren.

**Tabelle E 4.3.1:** Erforderliche Prüftätigkeiten im Zusammenhang mit der Oberflächenvorbereitung

Prüfung auf	Umfang der Prüfung
Oberflächenvorbereitungsgrad	Vor der Beschichtung sind alle Flächen auf den vereinbarten Oberflächenvorbereitungsgrad zu prüfen.
Rauheit der Oberfläche	ist bei Bedarf zu prüfen (insbesondere bei Spritzverzinkung)
Zustand der Oberfläche auf Fehler, z. B. Kerben, Überwalzungen, Schweißfehler (Spritzer, Zündstellen) und Grate	ist zu prüfen
Abdeckung freizuhaltender Flächen (z. B. an Stößen)	ist zu prüfen
Haftung von bereits vorhandenen Beschichtungen bei Erstschutzmaßnahmen	ist bei Bedarf zu prüfen
Haftung und Restschichtdicke von verbleibenden Altbeschichtungen bei Teilerneuerungsmaßnahmen	ist nach Oberflächenvorbereitung vor Applikation neuer Schichten stichprobenweise zu prüfen

**Tabelle E 4.3.2:** Erforderliche Prüftätigkeiten im Zusammenhang mit der Applikation jeder Schicht

Prüfung auf	Umfang der Prüfung
Taupunkt und Oberflächentemperatur	Einzelwertmessung zur Freigabe der Applikation
Beschichtungsstoffe, z. B. – Ü-Zeichen, – Übereinstimmung mit der Bestellung, im Zweifelsfall durch Probenahme und Identitätsprüfung, – Einhaltung der Verarbeitungsvorschriften des Herstellers gemäß Ausführungsanweisung, – Vermengung, – Bestimmung der Aushärtzeit wegen Verarbeitbarkeit unter Baustellenbedingungen.	Stichprobe
Nassschichtdicke	ist bei Bedarf stichprobenweise zu prüfen
Arbeitsbedingungen, Witterungsbedingungen während der Zeit der Aushärtung	Stichprobe
Trockenschichtdicke	a) stichprobenweise nach jeder Schicht b) Schichtdicke des gesamten Systems gemäß Tabelle 4.3.3
Fertige Beschichtung auf – Gleichmäßigkeit, – Deckvermögen, – Beschichtungsfehler, – Verunreinigungen.	Stichprobe

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang E

**Tabelle E 4.3.3:** Arbeitshilfe für die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten

Aufgaben		Art der Prüfung (zugehörige Geräte)	Forderung/ Kennwert	geregelt in
<b>1. Baustellen und Arbeitsbedingungen</b>				
1.1	Zugänglichkeit der zu behandelnden Oberflächen, ausreichende Lichtverhältnisse	Kontrollen vor Ort	ausreichende Sicherheit, gute Arbeitsbedingungen	DIN EN ISO 12944-7
1.2	rechtzeitige Bereitstellung notwendigen Wetterschutzes (Zelte, Beheizung, Belüftung)		entsprechend den Angaben in der Leistungs-Beschreibung oder allgemein gültigen gesetzlichen Bestimmungen	DIN EN ISO 12944-1, DIN EN ISO 12944-4, DIN EN ISO 12944-7
1.3	Einhaltung von Auflagen zum Umwelt- und Arbeitsschutz, zur Entsorgung			
<b>2. Beschichtungsstoffe vor der Verarbeitung</b>				
2.1	Übereinstimmung mit der Bestellung	Vergleich	entsprechend der Bestellung	TL/TP-KOR-Stahlbauten
2.2	Vorschriftsmäßige Lagerung	visuell digitaler Thermometer	5°C bis 30°C	DIN EN ISO 12944-5, DIN EN ISO 12944-7, TL/TP-KOR-Stahlbauten
2.3	Hautbildung, Bodensatz	visuell	im allgemeinen keine Hautbildung zulässig, möglicher Bodensatz muss weich und leicht aufrührbar sein	DIN EN ISO 12944-7
2.4	Aufrührbarkeit bei Absetzneigung	maschinelles oder mechanisches Aufrühren, mehrfaches Umschütten zur Homogenisierung		
2.5	Verarbeitbarkeit unter den gegebenen Baustellenbedingungen im vorgeschriebenen Applikationsverfahren	Arbeitsprobe	ausnahmsweise notwendige Viskositätsnachstellungen nur mit Zustimmung des AG nach Anweisung des Herstellers	DIN EN ISO 12944-7, TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E
<b>3. Beschaffenheit der zu beschichtenden Oberfläche</b>				
3.1	Entfernung artfremder Verunreinigungen (z. B. Staub, Feuchtigkeit, Salze, Öle, Fette, Betonschlämme)	visuell;  ggf. Untersuchung	mittels geeigneter Reinigungsverfahren	DIN EN ISO 12944-4,  DIN Fachbericht 28
3.2	Entfernung arteigener Schichten, wie z. B. Walzhaut, Rost, etc.	visuell; ggf. Vergleich mit fotografischen Vergleichsmustern	Oberflächenvorbereitungsgrad entsprechend Forderung der Leistungsbeschreibung	DIN EN ISO 12944-4
3.3	Rauheit der gestrahlten Oberfläche	Tast- und Sichtvergleich (z. B., Tastschnittgerät, ISO-Vergleichsmuster)	Rauheit: Rz (Ry5) ≥ 50 µm, mittel (Grit)	DIN EN ISO 12944-4 DIN EN ISO 12944-8
3.4	Haffestigkeit der Altbeschichtungen, bei Neubeschichtungen nur beim begründeten Verdacht	Gitterschnitt- ggf. Kreuzschnittprüfung  Abreißprüfung	Gt 0 bis Gt 2 bzw. Kt 0 bis Kt 2  Erfahrungswert	DIN EN ISO 16276-2  DIN EN ISO 16276-1
3.5	Unterrostung vorhandener Beschichtungen	visuell	ohne sichtbaren Rost	

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang E

noch **Tabelle E.4.3.3**: Arbeitshilfe für die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten

Aufgaben		Art der Prüfung (zugehörige Geräte)	Forderung/ Kennwert	geregelt in
<b>4. Witterungsbedingungen bei der Arbeitsausführung und der Filmbildung</b>				
4.1	Einhaltung der im Regelwerk und vom Hersteller angegebenen Verarbeitungsbedingungen	Messung der relativen Luftfeuchte und der Luft- und Oberflächentemperatur (digitale Thermometer, Taupunkt hygrometer)	nach Herstellerangaben	DIN EN ISO 12944-7 TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang A
4.2	Vermeidung von Kondenswasser		Objekttemperatur: mindestens 3 K über Taupunkt der umgebenden Luft	DIN EN ISO 12944-7
<b>5. Aufbringen der Beschichtungsstoffe</b>				
5.1	fachgerechte Anwendung des vorgeschriebenen Applikationsverfahrens; evtl. Vorbeschichten von Kanten, Schrauben, Nieten und besonders schwer zugänglicher Oberflächenteile	Beobachtung vor Ort, Aufbereiten des applikationsfähigen Beschichtungsstoffes (wie Mischungsverhältnis und Mischzeit)	Kreuzgang beim Beschichten; richtiger Düsenabstand beim Spritzen, keine Knolle für normale Bauteile, Rollen nur, wenn in der Leistungs-Beschreibung vorgesehen Kanten vorstreichen	4.3 und 5.1 sowie DIN EN ISO 12944-7
5.2	Homogenisierung vor und während der Verarbeitung		kein Absetzen, keine Entmischung	5.1 sowie DIN EN ISO 12944-7
5.3	Einhaltung vorgeschriebener Mischungsverhältnisse bei 2K-Stoffen	Mischkontrolle Mischart, etc.	nach Herstellervorschrift; sorgfältiges Mischen	DIN EN ISO 12944-4 sowie Ausführungsanweisung
5.4	Verhalten der Beschichtung bei richtiger Verarbeitung in der vorgesehenen Schichtdicke	visuell	guter Verlauf, kein Abfließen, keine Runzel- und Blasenbildung	DIN EN ISO 12944-7 sowie TL/TP-KOR-Stahlbauten, Anhang E
5.5	Einhaltung der vorgeschriebenen Nassschichtdicken	Nassschichtdickenprüfung („Kamm“ oder „Rolle“)	je nach Bindemittelart und Lösemittelgehalt 1,5 – 2,5-faches der späteren Trockenschichtdicke nach Herstellerangaben bzw. nach B, Anhang G	Anhang C sowie DIN EN ISO 12944-7
5.6	Verträglichkeit mit vorhandener Altbeschichtung (meist im Vorfeld der eigentlichen Arbeiten)	im Zweifelsfall Probefläche anlegen	Abreißprüfung, Gt ≤ 2 bzw. Kt ≤ 2, keine visuellen Auffälligkeiten	RI-ERH-KOR
<b>6. Anlegen von Kontrollflächen / Herstellen von Probenplatten</b>				
6.1	richtige Lage, Größe und Anzahl	visuell	in bauwerkstypischen Bereichen; Größe und Anzahl nach Leistungsbeschreibung	5.6
6.2	zulässige Verarbeitungsbedingungen	Lufttemperatur, rel. Luftfeuchte, Taupunkt, Oberflächentemperatur (digitale Thermometer, Hygrometer)	nach Herstellerangaben	DIN EN ISO 12944-7 Ausführungsanweisung
6.3	Einhaltung aller Bedingungen der obengenannten Ziffern 1-5	Alle für ein fachgerechtes Erbringen der Leistung notwendigen Voraussetzungen und Bedingungen müssen auch beim Anlegen der Kontrollfläche vorliegen.		

## ZTV-ING Teil 4 Stahlbau, Stahlverbundbau Abschnitt 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten Anhang E

noch **Tabelle E.4.3.3:** Arbeitshilfe für die Kontrolle von Korrosionsschutzarbeiten

Aufgaben		Art der Prüfung (zugehörige Geräte)	Forderung/ Kennwert	geregelt in
<b>7. Fertige Beschichtungen</b>				
7.1	Einheitlichkeit und Aussehen	visuell	gleichmäßiger Auftrag, einheitlicher Farbton, keine Läufer, Runzeln, Blasen, Poren, Fehlstellen	DIN EN ISO 12944-7
7.2	Einhaltung der geforderten Sollsichtdicken	Messungen der Trockenschichtdicken (z. B. mit elektromagn. Schichtdicken-Messgerät mit Dokumentation	Sollsichtdicken nach Leistungsbeschreibung	4.3.1, 7.3.1 und Anhang A sowie DIN EN ISO 12944-5, DIN EN ISO 12944-7
7.3	Haftung und Verbund (i. a. nur, soweit Anlass zu Zweifeln besteht)	Gitterschnitt- ggf. Kreuzschnittprüfung Abreißmethode	gleich gute Ergebnisse wie auf Kontrollflächen / Probenplatten; keine Verbundstörungen	DIN EN ISO 16276-2, DIN EN ISO 16276-1
7.4	Kennzeichnung der Beschichtung	visuell		5.6

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 4  
Stahlbau, Stahlverbundbau**

**Abschnitt 4  
Seile und Kabel**

*In Bearbeitung*

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 4  
Stahlbau, Stahlverbundbau**

**Abschnitt 5  
Korrosionsschutz von Seilen und Kabeln**

*In Bearbeitung*

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 5 Tunnelbau

## Abschnitt 1 Geschlossene Bauweise

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

---

Inhalt	Seite		Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	4	4.3.3 Bauzeiten- und Bauablaufplan .....	12
1.1 Grundsätzliches .....	4	4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan.....	12
1.2 Geltungsbereich.....	4	4.4 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen .....	12
1.3 Begriffsbestimmungen .....	4	<b>5 Baubehelfe und Baustoffe</b> .....	12
1.4 Anforderungen an die Beteiligten .....	4	5.1 Baubehelfe .....	12
<b>2 Geotechnische Untersuchungen</b> .....	4	5.1.1 Schalung.....	12
2.1 Allgemeines .....	4	5.1.2 Traggerüste und Schalwagen .....	12
2.2 Untersuchungen in der Planungsphase.	5	5.1.3 Nachbehandlungswagen .....	13
2.2.1 Allgemeines .....	5	5.2 Baustoffe und Bauteile .....	13
2.2.2 Untersuchungsschritte .....	5	5.2.1 Konstruktionsbeton.....	13
2.2.3 Geotechnischer Bericht.....	5	5.2.2 Spritzbeton .....	14
2.3 Baubegleitende Untersuchungen .....	5	5.2.3 Mauerwerk.....	14
2.3.1 Geologische Kartierung .....	5	5.2.4 Betonstahl.....	14
2.3.2 Geotechnische Messungen .....	6	5.2.5 Baustahl.....	15
2.4 Untersuchungen nach Fertigstellung .....	6	5.2.6 Anker .....	15
<b>3 Standsicherheitsnachweise</b> .....	6	5.2.7 Dränageröhre, Entwässerungsrohre und Schlitzrinnen .....	15
3.1 Allgemeines .....	6	5.2.8 Befestigungsmittel und Leerrohre .....	15
3.2 Einwirkungen .....	6	<b>6 Ausbruch und Sicherung</b> .....	15
3.2.1 Ständige Lasten .....	6	6.1 Allgemeines .....	15
3.2.2 Veränderliche Lasten .....	7	6.2 Bauverfahren .....	16
3.2.3 Sonstige Lasten .....	7	6.3 Vortriebsklassen .....	16
3.3 Nachweise und Bemessung .....	8	6.4 Ausbruch.....	16
3.3.1 Allgemeines .....	8	6.4.1 Allgemeines .....	16
3.3.2 Mechanisches Gebirgsmodell und Berechnungsmodell .....	8	6.4.2 Maßabweichungen und Mehrausbruch	16
3.3.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	9	6.5 Sicherung.....	19
3.3.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	10	6.5.1 Allgemeines .....	19
3.4 Messungen während der Bauausführung.....	10	6.5.2 Spritzbetonaußenschale.....	19
3.4.1 Messtechnische Überwachung.....	10	6.5.3 Einbau von Betonstahlmatten .....	19
3.4.2 Überprüfung der Standsicherheits- nachweise .....	11	6.5.4 Einbau von Gebirgsankern.....	19
<b>4 Baubegleitende Maßnahmen</b> .....	11	6.5.5 Spieße .....	19
4.1 Allgemeines .....	11	6.5.6 Einbau von Ausbaubögen .....	19
4.2 Zustandserfassung und Beweissicherung.....	11	6.5.7 Einbau von Dielen .....	19
4.3 Ausführungsunterlagen.....	11	6.5.8 Einpressarbeiten.....	20
4.3.1 Allgemeines .....	11	6.6 Abdichtungsträger .....	20
4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungs- unterlagen .....	12	<b>7 Innenschale</b> .....	20
		7.1 Allgemeines .....	20
		7.2 Anforderungen an die Konstruktion.....	20
		7.2.1 Abmessungen und Maßtoleranzen .....	20

	Seite		Seite
7.2.2	Bewehrung.....20	10.4.1	Allgemeines ..... 27
7.2.3	Blocklängen .....21	10.4.2	Fluchttüren und Verbindungstüren ..... 27
7.2.4	Fugen.....21	10.4.3	Kabel und Leitungen ..... 27
7.3	Herstellen der Innenschale .....21	10.4.4	Entwässerungsanlagen ..... 27
7.3.1	Betonvorgang .....21	10.4.5	Tunnelausstattung ..... 27
7.3.2	Nachbehandlung.....21	<b>11</b>	<b>Innenausbau</b> ..... 28
7.3.3	Verpressung im Blockfugenbereich.....21	11.1	Straßenaufbau und Sohlabdichtung..... 28
7.3.4	Prüfung der Innenschalendicke .....21	11.2	Wandflächen und Deckenflächen..... 28
7.3.5	Firstspaltverpressung .....22	11.3	Lärmschutzbekleidungen ..... 28
7.3.6	Prüfungen der Betondeckung .....22	11.4	Zwischendecken und Trennwände..... 28
<b>8</b>	<b>Schutzmaßnahmen gegen Wasser</b> ...22	11.5	Notgehwege, Leitungstrassen und Kabelzugschächte ..... 29
8.1	Allgemeines .....22	11.6	Rettungsstollen..... 30
8.2	Innenschale als WUB-KO .....23	11.6.1	Allgemeines ..... 30
8.2.1	Allgemeines .....23	11.6.2	1-schalige Konstruktion ..... 30
8.2.2	Konstruktive Ausbildung .....23	11.6.3	2-schalige Konstruktion ..... 30
8.2.3	Zusätzliche Anforderungen für WUB-KO .....24	11.6.4	Ausbau des Rettungsstollens..... 31
8.2.4	Fugen.....24	11.7	Zugänglichkeit der Konstruktion..... 31
<b>9</b>	<b>Tunnelentwässerung</b> .....24	<b>12</b>	<b>Bauwerksunterlagen und Dokumentation</b> ..... 31
9.1	Allgemeines .....24	<b>Anhang A</b>	Richtlinie für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen (RI-ZFP-TU) .. 32
9.2	Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit.....24	<b>Anhang B</b>	Verwendung von PP-Faserbeton für den baulichen Brandschutz im Tunnelbau ..... 329
9.3	Entwässerungsanlagen .....25		
9.3.1	Allgemeines .....25		
9.3.2	Bemessung der Entwässerungsanlagen .....25		
9.3.3	Bauliche Ausbildung des Bergwasserdränagesystems .....25		
9.3.4	Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen .....26		
9.3.5	Hebe- und Gewässerschutzanlagen ....26		
<b>10</b>	<b>Baulicher Brandschutz</b> .....26		
10.1	Allgemeines .....26		
10.2	Thermische Einwirkungen .....26		
10.3	Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion .....26		
10.3.1	Allgemeines .....26		
10.3.2	Konstruktive Maßnahmen.....26		
10.4	Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau .....27		

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 5 Abschnitt 1 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 geschlossener Bauweise behandelt, die in Spritzbetonbauweise erstellt werden.

(2) Für die Herstellung von kleinen Querschnitten, z.B. Rettungstollen, sind die Regelungen sinngemäß anzuwenden.

### 1.3 Begriffsbestimmungen

#### (1) Wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WUB-KO)

Ein Tunnel- oder Trogbauwerk aus Beton mit hohem Eindringwiderstand, bei dem der Beton die lastabtragende Funktion und die Abdichtung übernimmt.

(2) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen aus den einschlägigen DIN-Normen. Ausführliche Begriffsbestimmungen enthalten die DIN 1076 und die Zusammenstellung der Grundbegriffe der Felsmechanik und der Ingenieurgeologie, der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT).

### 1.4 Anforderungen an die Beteiligten

(1) Mit der Vorerkundung, Planung, Berechnung, Prüfung, Herstellung und Erhaltung dürfen nur solche Personen verantwortlich betraut werden, die gründliche Fachkenntnisse und praktische Erfahrung im Tunnelbau nachweisen können.

(2) Zur Bauleitung und Arbeitsaufsicht dürfen nur Führungskräfte eingesetzt werden, die bereits bei entsprechenden Tunnelbauarbeiten nachweislich tätig waren und ausreichende Kenntnis für die ordnungsgemäße Ausführung derartiger Arbeiten besitzen.

## 2 Geotechnische Untersuchungen

### 2.1 Allgemeines

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

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

(3) Tunnel sind in der Regel der geotechnischen Kategorie 3 nach DIN 1054 zuzuordnen. Darüber hinaus können ergänzende Untersuchungen erforderlich sein. Insbesondere bei Tunneln mit Bergwasserdränagesystemen sind chemische Wasseranalysen mit Einbeziehung versinterungsrelevanter Messgrößen nach den Vorgaben der Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU) durchzuführen.

(4) Die Gebirgserkundung beginnt mit den allgemeinen regional-geologischen Informationen und führt schrittweise hin zu den speziellen Untersuchungen im unmittelbaren Baubereich des Tunnels. Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung dienen als Grundlage für die folgenden und für die fachliche Bestätigung oder Korrektur vorhergehender Untersuchungsschritte.

(5) Für die Abfolge der Untersuchungen ist nachstehende Vorgehensweise zweckmäßig:

- Zunächst sind die allgemeinen Informationen auszuwerten. Aus der Auswertung ergeben sich die geologischen und hydrogeologischen Rahmenbedingungen des Baubereiches als Grundlagen für die Festlegung der Aufschlussverfahren.

- Durch die direkten meist stichprobenhaften Aufschlussverfahren werden die Aussagen der allgemeinen Informationen überprüft und der geologische Aufbau im unmittelbaren Baubereich erkundet.

- Die indirekten Verfahren werden in die vorbeschriebenen Erkundungen eingefügt, um die Ergebnisse der direkten Verfahren zu ergänzen.

(6) 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 Allgemeines

Durch Voruntersuchungen ist zu prüfen, ob das geplante Bauvorhaben an dem vorgesehenen Standort unter Beachtung der geotechnischen und wirtschaftlichen Belange durchführbar ist. Durch weitere Untersuchungen sind anschließend die Gebirgsverhältnisse näher zu erkunden. Die Ergebnisse sind in einem geologischen Gutachten als Grundlage für den geotechnischen Bericht zusammenzustellen.

### 2.2.2 Untersuchungsschritte

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

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

(2) Die regional-geologischen Untersuchungen geben einen übersichtlichen Einblick in die geologische und die geotechnische Situation des weiteren Baubereichs. Hierzu verhelfen die Auswertungen von geologischen Karten und deren Erläuterungen, von hydrologischen Karten, von Luftbildern sowie die morphologische Interpretation und die Auswertung von Erfahrungen über nahe gelegene und ähnliche Bauwerke.

(3) Die Empfehlungen zu Schutzmaßnahmen bei Tunnelvortrieben in asbestbelasteten Gesteinen des Deutschen Ausschusses für Unterirdisches Bauen (DAUB) sind zu beachten.

(4) Die objektnahen Untersuchungen sind Erkundungen in unmittelbarer Nähe des geplanten Bauwerks. Zu ihnen gehören die Aufnahme und Beurteilung aller im näheren Objektbereich zugänglichen geologischen und hydrogeologischen Aufschlüsse wie Einschnitte, Geländesprünge, Baugruben, Steinbrüche, Erosionsrinnen, Quellen, Wasserläufe, Sumpfstellen, Versickerungsbereiche, gegebenenfalls vorhandene Pegel und Karsterscheinungen.

(5) Die Untersuchungen im Trassenbereich des Tunnels erfolgen durch Kernbohrungen, orientierte Bohrungen und Bohrlochsondierungen, geophysikalische Untersuchungen sowie gebirgs- und gesteinsphysikalische Untersuchungen als Grundlage für Standsicherheitsnachweise. In Bereichen, in denen Grundwasser zu erwarten ist, sind Kernbohrungen frühzeitig zu Grundwassermessstellen für die Erkundung der Bergwassersituation auszubauen.

en. In Sonderfällen kann das Auffahren eines Probestollens zweckmäßig sein.

### 2.2.3 Geotechnischer Bericht

(1) Der geotechnische Bericht nach DIN 4020 bildet die Grundlage für die Planung, die Ausschreibung und die Bauausführung des Tunnels. In ihm werden die Untersuchungsergebnisse zusammengestellt und bewertet sowie Annahmen und Empfehlungen dargestellt. Über die gesamte Tunnellänge hinweg sind Bereiche gleichbleibender Gebirgscharakteristik festzulegen. Die hierfür gewählten geologischen Entscheidungskriterien sind zu erläutern. Es soll der Bezug zwischen diesen Homogenbereichen über die mechanischen Gebirgsmodelle hin zu den Vortriebsklassen durchgängig erkennbar sein.

(2) Wegen der überwiegend stichprobenhaften geotechnischen Untersuchungen im Tunnelbau sind die für das ingenieurgeologische Gesamtbild vorgenommenen Extra- und Interpolationen, statistischen Ansätze, Korrelationen und Vereinfachungen zu erläutern und zu begründen. In der Regel ist die Angabe von wahrscheinlichen und möglichen Kenngrößen erforderlich. Zur Festlegung von Rechenwerten sind die charakteristischen Werte anzugeben.

(3) Die Streuung der Ergebnisse bei physikalischen Untersuchungen ist anzugeben. Werden Erfahrungswerte aus ähnlichen Baumaßnahmen übernommen, sind sie hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit zu prüfen und gegebenenfalls mit einem Sicherheitszuschlag zu versehen.

(4) 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

### 2.3.1 Geologische Kartierung

(1) Der Tunnel wird während des Vortriebs vom Auftraggeber ingenieurgeologisch kartiert. Bei Bedarf kann der Auftragnehmer in die Ergebnisse der geologischen Kartierung Einsicht nehmen. Die Kartierung muss mindestens die geologische Beschreibung des durchörterten Gebirges, die Darstellung der Tektonik und die Aufnahme der hydrogeologischen Verhältnisse enthalten.

(2) Die Kartierung ist dem Baufortschritt anzupassen. Sie bildet die Grundlage der ingenieurgeologischen Dokumentation.

(3) Der Auftragnehmer hat die Kartierungsarbeiten im Rahmen des Bauablaufs zu dulden.

### 2.3.2 Geotechnische Messungen

(1) Neben der laufenden Bauvermessung des Tunnels sind bei der Bauausführung zusätzliche Messungen zur Kontrolle der Standsicherheit, zur Erfassung eventueller Gelände- und Tunnelverformungen und zur Registrierung von Einwirkungen auf benachbarte Bauwerke und die Umwelt erforderlich (siehe Nr. 3.5).

(2) Zu den Messungen unter Tage zählen u. a.

- Konvergenzmessungen zur Feststellung von Abstandsänderungen zwischen Festpunkten durch Längenmessungen oder durch geodätische Vermessung von Festpunkten im Tunnelquerschnitt nach Lage und Höhe,
- Inklinometermessungen,
- Extensometermessungen und
- Messungen der Kontaktspannungen zwischen Ausbau und Gebirge sowie der tangentialen Spannungen im Ausbau und Ankerkraftmessungen.

(3) Messungen über Tage sind u. a. Extensometermessungen und geodätische Kontrollen zur Erfassung von Oberflächenveränderungen.

(4) In Sonderfällen können Ultraschallmessungen, seismische Messungen zur Feststellung von Auflockerungszonen, in situ-Spannungsmessungen, Messungen des Wasserdrucks im Gebirge und des Druckes zwischen Gebirge und Ausbau vorgenommen werden.

## 2.4 Untersuchungen nach Fertigstellung

Geotechnische Untersuchungen nach der Bauertigstellung können erforderlich werden, wenn nachträgliche Veränderungen der geologisch-hydrologischen Verhältnisse oder der Interaktion von Gebirge und Ausbau vermutet werden; Pegel oder sonstige Messeinrichtungen sind dann so auszubilden, dass die Funktionsfähigkeit und Zugänglichkeit auf Dauer gewährleistet sind.

## 3 Standsicherheitsnachweise

### 3.1 Allgemeines

(1) Grundlagen für die Standsicherheitsnachweise sind die planerischen Randbedingungen und der geotechnische Bericht nach DIN 4020. Die Standsicherheitsnachweise sind die Basis für die Festlegung der Tunnelkonstruktion und für die Wahl der Bauverfahren.

(2) Die Standsicherheitsnachweise umfassen die Festlegung der Einwirkungen des gebirgsmechanischen Modells, die Wahl der Berechnungsverfahren und die Nachweise mit Festlegung des Sicherheitskonzeptes. Durch Messungen und deren Interpretation während der Bauausführung müssen die Standsicherheitsnachweise gegebenenfalls ergänzt werden.

(3) Die Standsicherheitsnachweise müssen vollständige Angaben für die zu untersuchenden Bau- und Endzustände in übersichtlicher und prüfbarer Form enthalten, und zwar bezüglich der

- Geometrie des Bauwerks,
- Gebirgskenngrößen,
- Ansätze für den primären Spannungszustand,
- Einwirkungen,
- Vortriebsverfahren und Bauzustände,
- Berechnungsmodelle,
- Baustoffe / Baustoffkennwerte,
- Beanspruchung des Gebirges im hohlraumnahen Bereich,
- Beanspruchung aller tragenden Teile des Ausbaus mit Nachweis der ausreichenden Sicherheit,
- Verformungen des Ausbaus,
- Verformungen des Gebirges bis zur Geländeoberfläche, soweit diese für die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit des Tunnels und der Bebauung an der Geländeoberfläche von Bedeutung sind und
- Einzelnachweise für Bewehrung, Bauwerksfugen und konstruktiven Details.

### 3.2 Einwirkungen

#### 3.2.1 Ständige Lasten

##### 3.2.1.1 Eigenlasten

Als Eigenlast gilt das Eigengewicht des Ausbaus. Für den Bauzustand ist dies die Spritzbetonschale,

für den Endzustand sind dies alle Bauteile ohne die Spritzbetonschale.

### 3.2.1.2 Wechselwirkungen zwischen Gebirge und Ausbau

Die Wechselwirkungen zwischen Gebirge und Ausbau, welche die Spannungs- und Verformungszustände von Gebirge und Ausbau beim Tunnelbau bestimmen, einschließlich der Einflüsse aus Quellen, Schwellen und Kriechen des Gebirges sowie Einwirkungen aus Erdfallschloten, Karsterscheinungen und Störungszonen, sind hinsichtlich Art und Größe nachvollziehbar herzuleiten und zu begründen.

### 3.2.1.3 Wasserdruck

(1) Als Wasserdruck sind die Lasten des ruhenden oder strömenden Bergwassers entsprechend dem höchsten zu erwartenden Bergwasserspiegel anzusetzen. Sind mehrere Bergwasserstockwerke vorhanden oder weist das Bergwasser infolge der Strömung ein Potentialgefälle auf, kann bei entsprechendem Nachweis mit einem geringeren Wasserdruck gerechnet werden.

(2) Bei zweischaligem Ausbau ist für die Innenschale auch der Fall zu untersuchen, dass neben dem Eigengewicht nur Wasserdruck wirkt.

(3) Der Bergwasserdruck darf nur dann unberücksichtigt bleiben, wenn Entspannungsmaßnahmen (Dränagen) durchgeführt werden, deren dauernde Wirksamkeit gewährleistet ist. Grundsätzlich ist auch der Lastfall „ohne Bergwasser“ zu untersuchen.

### 3.2.1.4 Lasten aus Vorspannmaßnahmen

Lasten aus vorgespannten Ankern, vorgespannten Verbindungen oder aus gegen das Gebirge vorgespanntem Ausbau sind zu berücksichtigen, soweit sie von wesentlichem Einfluss sind.

### 3.2.1.5 Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen

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

### 3.2.1.6 Dauernd wirkende Lasten auf der Geländeoberfläche

Dauernd wirkende Lasten auf der Geländeoberfläche sind zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch dauernd wirkende Lasten aus vorhersehbaren Veränderungen an der Geländeoberfläche.

### 3.2.1.7 Einwirkungen aus benachbarten Hohlräumen

Einwirkungen aus benachbarten Hohlräumen sind sowohl für alle Bauzustände als auch für den Endzustand zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch Einflüsse aus der beabsichtigten späteren Herstellung benachbarter Hohlräume und aus dem Bergbau.

## 3.2.2 Veränderliche Lasten

### 3.2.2.1 Verkehrslasten

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

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

(3) Für begehbare Teile von Tunneln wie z.B. Podeste und Treppen ist eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$  anzusetzen. Für Lüftungskanäle ist eine Verkehrslast von  $1 \text{ kN/m}^2$  bzw.  $P = 1 \text{ kN}$  (Mannlast) anzusetzen.

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

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

### 3.2.2.2 Temperatureinwirkungen

(1) *Die Ansätze für gleichmäßige und ungleichmäßige Temperaturänderungen der Außenschale sind im Einzelfall nach den Betriebsbedingungen und Bauzuständen des Tunnels in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(2) Für die Innenschale von Straßentunneln sind den Berechnungen die Werte gemäß Bild 5.1.1 zugrunde zu legen.

(3) *Besondere Bauwerksverhältnisse können genauere Ansätze der Temperaturen erfordern. Diese sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(4) Der Temperaturverlauf im Querschnitt ist linear anzunehmen. Es ist eine Temperaturdifferenz von  $10 \text{ K}$  rechnerisch anzusetzen.

## 3.2.3 Sonstige Lasten

(1) Zu den vorübergehenden Belastungen während der Bauzeit gehören die zeitweilig wirkende

Lasten aus Baugeräten, Rüstungen, Baustoffen und Bauwerksteilen, sowie die Einpressdrücke bei Verpressungen.

(2) 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.

(3) Für Brandeinwirkungen gilt Nr. 10.

### 3.3 Nachweise und Bemessung

#### 3.3.1 Allgemeines

(1) Für die Standsicherheitsnachweise werden Baugrund, Bauwerk und Bauvorhaben modellhaft vereinfacht, damit eine rechnerische Behandlung möglich wird. Es werden mechanische Gebirgsmodelle und Berechnungsmodelle festgelegt. Unter Berücksichtigung des Sicherheitskonzeptes werden die Nachweise durchgeführt.

(2) Beim Bau werden Messungen ausgeführt, die u.a. die Kontrolle der gewählten Ansätze ermöglichen.

(3) Die Standsicherheit ergibt sich aus der Wechselwirkung von Bauwerk und Baugrund und ist insbesondere beeinflusst durch die Bauverfahren. Die Zusammenhänge mit einer großen Anzahl von linear und nichtlinear wirkenden Einflussfaktoren sowie die Unsicherheiten in der Festlegung der Einflussgrößen führen dazu, dass bei Tunnelbauten iterativen Korrekturprozessen besondere Bedeutung zukommt.

(4) Für die Standsicherheitsnachweise ist die Untersuchung von Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit notwendig. Für die Bemessung und für die Nachweise von Bauteilen aus Stahlbeton gelten DIN EN 1992-2.

#### 3.3.2 Mechanisches Gebirgsmodell und Berechnungsmodell

(1) Aufgrund der geotechnischen Untersuchungen sind die mechanisch wirksamen Einflussgrößen herauszuarbeiten und modellhaft festzulegen. Das mechanische Gebirgsmodell muss bereits die Möglichkeiten zur Umsetzung in ein Berechnungsmodell berücksichtigen.

(2) Elemente des mechanischen Gebirgsmodells sind u.a.:

- struktureller Aufbau, Schichtung, Stratigraphie,
- Verformbarkeit und Festigkeit des Gebirges,

- Primärspannungen,
- Wasserstände und Durchlässigkeit des Gebirges,
- besondere Einwirkungen wie Quellen, unterirdische Erosion, Bergsenkungen und
- Einwirkungen aus Baugrundverbesserungen wie Injektionen, Gefrieren, Dränage.

(3) Die einzelnen Gebirgsmodelle sind jeweils nur für einen Bereich mit gleichbleibender Gebirgscharakteristik (Homogenbereich) gültig.

(4) Für die statische Bearbeitung sind in der Regel modellhafte Vereinfachungen erforderlich. Diese Vereinfachungen sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Standsicherheitsnachweise zu prüfen.

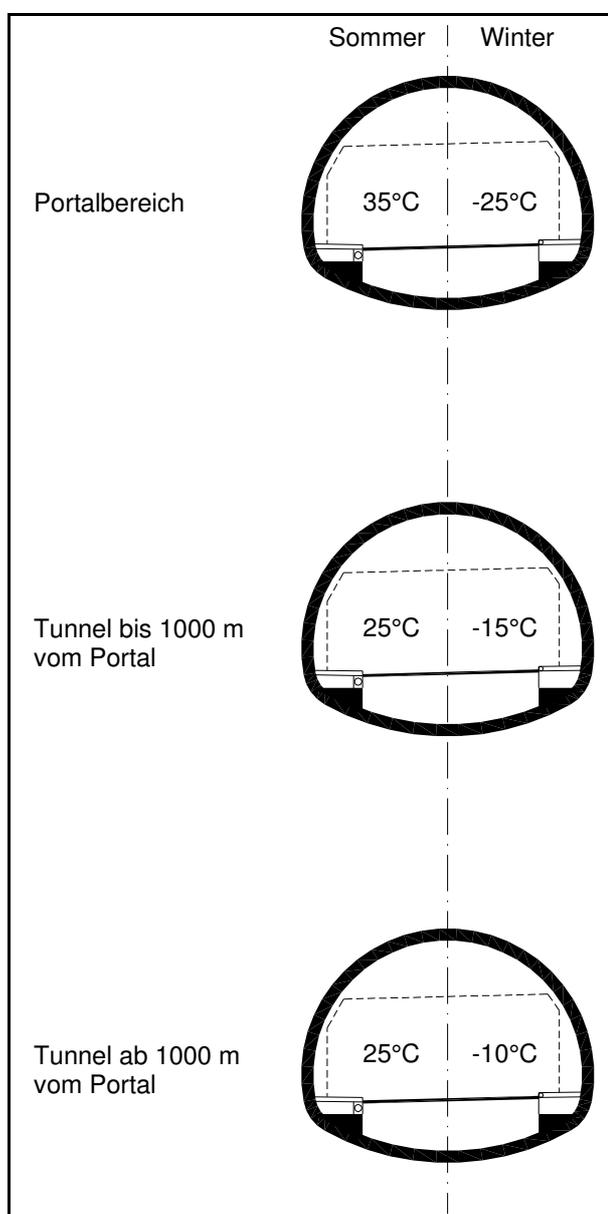


Bild 5.1.1: Temperaturen an den inneren Bauteiloberflächen bzw. Straßenoberflächen

(5) Für den Standsicherheitsnachweis stehen verschiedene Berechnungsansätze zur Verfügung, die sich darin unterscheiden, wie im Verbundsystem das Tragverhalten des Gebirges und des Ausbaus idealisiert wird.

(6) Die Berechnungsmodelle müssen, angepasst an den jeweiligen Einzelfall,

- den primären Spannungszustand,
- das mechanische Gebirgsmodell,
- die eintretende Teilentspannung des Gebirges,
- die räumliche und zeitliche Abfolge der Ausbruchs- und Sicherungsphasen,
- die Wirkung der Ausbaumittel und
- die Art des Verbundes zwischen Ausbau und Gebirge

berücksichtigen.

(7) Es sind Berechnungsmodelle zu wählen, die dem tatsächlichen Tragverhalten des Verbundsystems aus Gebirge und Ausbau möglichst gut entsprechen. Das im Einzelfall angewandte Rechenmodell ist zu begründen und zu erläutern.

(8) Aufgrund der Erfahrungen und der Messungen, die während der Bauzeit durchgeführt werden, sind das gewählte mechanische Gebirgsmodell und das Berechnungsmodell zu überprüfen und ggf. zu ändern.

(9) Für das mechanische Gebirgsmodell und das Berechnungsmodell sind Rahmenbedingungen vorzugeben, die u.a.:

- die zulässige Näherung für die Stoffgesetze des Gebirges und des Ausbaus (lineares oder nicht-lineares Spannungs-Verformungs-Verhalten bis zum Bruch, Bruchkriterien, Fließregeln, Zeitabhängigkeit),
  - die Näherung für die Berücksichtigung von Inhomogenitäten, Anisotropien, Störungen des Trennflächengefüges (quasi-homogenes Kontinuum, explizite Nachbildung),
  - die zulässige Näherung für die Untersuchung der Ortsbrust sowie der Ausbruchs- und Ausbaustände (dreidimensionale oder ebene Modelle, Berücksichtigung der Ortsbrustentspannung, Differenzierung der Bauzustände) und
  - die Berücksichtigung komplizierter Geometrien
- beinhalten.

### 3.3.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Die nichtlinearen Abhängigkeiten erfordern Nachweise, bei denen die Bandbreiten der in die Rechnung eingehenden Ansätze wie z.B. für den

Primärzustand, die Gebirgskennwerte, die Einwirkungen und die Werkstofffestigkeiten von Anfang an zu berücksichtigen sind.

(2) Mit einer vorangehenden Parameteranalyse ist zu ermitteln, wie stark die Versagenskriterien auf Änderung der einzelnen Einflussgrößen reagieren. Zu den Einflussgrößen gehören auch das Berechnungsverfahren selbst und das mechanische Gebirgsmodell.

(3) Die Festlegung der maßgebenden Parameter erfolgt gemeinsam durch den Auftraggeber und Auftragnehmer.

(4) Die Ergebnisse der Berechnungen sind zu ergänzen durch gesamtheitliche Sicherheitsbetrachtungen, die mindestens

- die Güte und Dichte der ingenieurgeologischen und felsmechanischen Untersuchungen,
- die Realitätsnähe der angesetzten oder aus der Auswertung von Labor- und Feldmessungen bestimmten Stoffwerte des Gebirges,
- die Wahl des Berechnungsmodells, die Simulationsgenauigkeit der Ausbruchs- und Ausbauphasen,
- die im Berechnungsverfahren enthaltenen Annahmen,
- die Aussagekraft der Kriterien, auf die die rechnerische Sicherheit bezogen wird (z.B. Spannungen, Verformungen oder Bruchgrenzfälle),
- die Aussagekraft der messtechnischen Überwachung und
- eine kurzfristige Anpassungsfähigkeit der gewählten Bauverfahren

berücksichtigen müssen.

(5) Zusätzlich zu dem Gesamtnachweis des Tragsystems Gebirge, Sicherung und Innenschale werden, von der jeweiligen Situation abhängig, unter anderem folgende Einzelnachweise erforderlich:

- Nachweis der Standsicherheit der Ortsbrust,
- Nachweis der freien Stützweite hinter der Ortsbrust,
- Nachweis der Schalenlängskraftaufnahme im Kalotten- und Strossenfußbereich,
- Nachweis der Ausbaubögen, auch in Verbindung mit Vorpfändlanzen, Verzugsdielen oder Rohrschirme,
- Nachweis der Anker (Tragkraft, Länge, Anzahl),
- Grundbruchnachweise (Grundbruch zur Geländeoberfläche, Grundbruch am Kalottenfuß),
- Gleitkeilnachweise und

– Abschätzung der Verformung im Gebirge, ggf. an der Geländeoberfläche.

(6) Bei stärker verformbaren Tunnelwandungen sind die Verschiebungen in den Gleichgewichtsbedingungen zu berücksichtigen.

### 3.3.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### 3.3.4.1 Allgemeines

(1) Die ständigen Lasten sind vollständig mit ihren charakteristischen Werten anzusetzen.

(2) Die veränderlichen Einwirkungen aus Verkehr sind für die häufige Kombination mit den Kombinationsbeiwerten gemäß DIN EN 1991-2 für den häufig wirkenden Lastanteil zu multiplizieren.

(3) *In Sonderfällen, in denen die Verkehrslast mit großer Wahrscheinlichkeit in voller Höhe auftritt, ist der Kombinationsbeiwert in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

(4) *Für die Einhaltung der zu ermittelnden rechnerischen Rissbreite ist der Einbau der errechneten Bewehrung nur eine Bedingung. Genauso wichtig sind konstruktive Maßnahmen wie z.B. die Vermeidung großer Querschnittsänderungen, die betontechnologische Maßnahmen, z.B. Wahl des Zementes sowie der Betonrezeptur und die bautechnische Maßnahmen wie z.B. der Betoneinbau einschließlich der Nachbehandlung.*

#### 3.3.4.2 Rissverhalten infolge Einwirkungen aus Zwang

(1) Sofern für die Zwangsbeanspruchung aus Temperatureinwirkungen kein genauere Nachweis geführt wird, ist

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

– bei der Berechnung mit Steifigkeiten im Zustand I mit  $\psi_2 = 0,5$

zu rechnen.

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

#### 3.3.4.3 Stahlspannung im Rissquerschnitt

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

(2) Bei nichtlinearen Berechnungen sind die Lasten aus den Einwirkungen zu überlagern und als

Kombinationslastfall auf das statische System anzusetzen.

#### 3.3.4.4 Nachweise der Rissbreite

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

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

(3) Bei WUB-KO beträgt der Rechenwert für die zulässige Rissbreite bergseits grundsätzlich 0,15 mm.

(4) Der Nachweis der Rissbreitenbeschränkung aus Lastfall Zwang infolge abschnittsweiser Herstellung und abfließender Hydratationswärme ist nach DIN EN 1992-2 zu führen.

## 3.4 Messungen während der Bauausführung

### 3.4.1 Messtechnische Überwachung

(1) Zur Kontrolle der Standsicherheit des Tunnels, benachbarter Bauwerke und der Verformungen an der Geländeoberfläche sind vortriebsbegleitende Messungen am Bauwerk und in dessen Umgebung durchzuführen.

(2) *Das zur Kontrolle der Standsicherheit erforderliche Messprogramm ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen. Die Planung des Messprogramms soll unter Beachtung der ingenieurgeologischen, boden- und felsmechanischen sowie tunnelbautechnischen und baubetrieblichen Bedingungen erfolgen.*

(3) Beim Vortrieb sind mindestens die Vertikalverschiebungen im First und in den Fußpunkten sowie die absoluten oder relativen Horizontalverschiebungen der Fußpunkte regelmäßig zu messen und zu interpretieren.

(4) Beim Ausbruch von Teilquerschnitten sind die Fußpunktmessungen der Ausbruchgeometrie wie z.B. der Kalotte, der Strosse und der Sohle anzupassen.

(5) Zur Messung der Verschiebungen sind Messgeräte und Verfahren einzusetzen, die eine Messgenauigkeit von  $\pm 1$  mm erlauben.

(6) Bei zu erwartenden Sohlhebungen infolge Quellens oder Schwellens sind die Vertikalverschiebungen in der Sohle zusätzlich zu messen.

(7) Für Messeinrichtungen im Sohlbereich sind besondere Schutzeinrichtungen gegen Beschädigungen aus dem Baubetrieb vorzusehen.

(8) Der Einbau der Messeinrichtungen und die Durchführung der Nullmessung sind rechtzeitig mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(9) Bei den vortriebsbegleitenden Verschiebungsmessungen an der Tunnelleibung sind die Messstellen unmittelbar hinter der Ortsbrust anzubringen. Die Nullmessung ist noch vor dem jeweils nächsten Abschlag durchzuführen.

(10) Die Messpunkte an der Geländeoberkante sind so rechtzeitig zu installieren, dass die Nullmessung noch keinen Einflüssen des Vortriebs unterliegt.

(11) Die im Messprogramm geplanten Abstände der Messquerschnitte in Tunnellängsrichtung und die Messintervalle sind den Erfahrungen beim Vortrieb anzupassen. Insbesondere ist bei ungünstigen Gebirgsverhältnissen sowie bei kritischen Unterfahrungen von bestehenden Bauwerken und Verkehrswegen der Abstand der Messquerschnitte zu verringern und die Anzahl der Messungen zu erhöhen.

(12) Die Messdaten sind unverzüglich auszuwerten, den Entscheidungsträgern des Auftraggebers und des Auftragnehmers zur Beurteilung zuzuleiten und fortzuschreiben.

(13) Die Messergebnisse sind auch graphisch darzustellen und auf die wichtigsten Daten zu beschränken.

(14) Messergebnisse von Verschiebungen an der Tunnelleibung sind auch in Abhängigkeit vom Ortsbrustabstand darzustellen.

### 3.4.2 Überprüfung der Standsicherheitsnachweise

(1) Die den Vortrieb begleitenden in situ-Messungen sind zu interpretieren und mit den Ergebnissen der Standsicherheitsnachweise zu vergleichen, um den Ausbruchvorgang und die Bemessung der Stützmaßnahmen laufend an die gegebenen Verhältnisse anpassen zu können. Bei der Interpretation der Messergebnisse sind der Zeitpunkt der Nullmessung und der Abstand des Messpunktes von der Ortsbrust bei der Nullmessung zu beachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Messwerte nur den Ist-Zustand dokumentieren, der noch nicht die Sicherheitsreserven eines Bemessungskonzeptes enthält.

(2) Weichen die Ergebnisse der in situ-Messungen erheblich von den prognostizierten Werten der Standsicherheitsnachweise ab, sind weitere felsmechanische Untersuchungen und Berechnungen durchzuführen und / oder das mechanische Gebirgsmodell bzw. das Berechnungsmodell anzupassen.

(3) Weisen große oder nicht abklingende Verformungen darauf hin, dass die Standsicherheit des vorläufigen Ausbaues gefährdet ist, sind unverzüglich zusätzliche Maßnahmen zur Erhaltung der Standsicherheit zu ergreifen.

## 4 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. Aufgrund der Bedingungen bei der Bauausführung (Bauen unter Tage) und des Ablaufes der Bauarbeiten (Wochen-, Dekaden- oder Durchlaufbetrieb) sind jedoch zusätzlich einige Besonderheiten zu beachten. 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

*(1) Befinden sich Gebäude und sonstige Anlagen im Einflussbereich der Baumaßnahme, ist vor Beginn der Bauarbeiten eine Zustandserfassung und Beweissicherung durchzuführen. Art und Umfang sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

*(2) Ist der Auftragnehmer mit der Zustandserfassung und Beweissicherung beauftragt, hat er im Einvernehmen mit dem Auftraggeber einen unabhängigen Bausachverständigen für die Durchführung dieser Maßnahmen einzuschalten. Die Zustandserfassung und die Beweissicherung sind durch Messungen, Planskizzen, Fotografien und Protokolle, die vom Auftraggeber anerkannt sein müssen, zu dokumentieren.*

*(3) Die Betroffenen sind vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber rechtzeitig über die Durchführung der Maßnahmen zur Sicherung von Beweisen zu benachrichtigen. Nach Beendigung der Bauarbeiten ist eine gemeinsame Schlussbesichtigung durchzuführen und zu protokollieren.*

### 4.3 Ausführungsunterlagen

#### 4.3.1 Allgemeines

(1) Der vom Auftragnehmer für die statische und konstruktive Bearbeitung zu benennende Koordinator hat Erfahrungen im Tunnelbau nachzuweisen.

(2) Die Ausführungsunterlagen sind zusätzlich in tunnelbautechnischer Hinsicht zu prüfen. Hierbei ist auch die geplante betriebstechnische Ausstattung zu berücksichtigen.

### 4.3.2 Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen

Es sind mindestens folgende tunnelbauspezifischen Ausführungsunterlagen zu liefern:

- Voreinschnitt- und Tunnelanschlagpläne,
- Pläne für Ausbruch und Sicherung,
- Pläne für die Blockeinteilung der Innenschale,
- Schalwagenplan mit Angaben der Arbeitsfugen,
- Pläne für Regel- und Sonderquerschnitte (z.B. unterirdische Betriebsräume, Haltebuchten und Portalbereiche),
- Pläne über bauliche Vorkehrungen für Betriebseinrichtungen,
- Abdichtungspläne,
- Pläne für Injektions-/ Nachverpresseinrichtungen und
- das geotechnische Messprogramm.

### 4.3.3 Bauzeiten- und Bauablaufplan

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

- Art und zeitliche Reihenfolge der Bauarbeiten innerhalb der vom Auftraggeber gesetzten Fristen,
- Angaben über die Bauleistungen sowie den Ort der jeweiligen Leistung,
- mittlere kalkulierte Vortriebsleistung in den verschiedenen Vortriebsklassen,
- Anzahl der vorgesehenen Arbeitskräfte und Geräte, bezogen auf die Leistungsphasen und
- Finanzbedarf im Verlauf der Bauzeit.

(2) Der Bauzeiten- und 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,
- Sprengstofflager bzw. Sprengstoffbunker,
- Zwischenlager für Ausbruchmaterial 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

(1) Der Auftragnehmer hat alle Genehmigungen, die aus seinem Baubetrieb resultieren, bei den zuständigen Fachbehörden einzuholen.

(2) Zur Einhaltung der zulässigen Grenzwerte sind besondere Schutzmaßnahmen gegen Lärm- und Staubeinwirkungen vorzusehen.

(3) Für Sprengungen im Einflussbereich bebauter Gebiete ist das Bohr- und Ladeschema unter Einschaltung eines vom Auftragnehmer beauftragten, vereidigten Sprengsachverständigen festzulegen.

(4) Gegebenenfalls erforderliche Schutzmaßnahmen an Gebäuden und Anlagen wie z.B. Fundamentsicherung, Bodenstabilisierung sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

## 5 Baubehelfe und Baustoffe

### 5.1 Baubehelfe

#### 5.1.1 Schalung

(1) Die Schalung ist so herzustellen, dass unter Berücksichtigung der Verformungen die vorgegebene Geometrie der Innenschale eingehalten wird.

(2) Die Schalung für die Innenschale kann entlang der Tunnelachse polygonzugartig, d.h. auf eine Blocklänge gerade, ausgebildet werden. Die Einhaltung des Lichtraums ist an jeder Stelle sicherzustellen.

(3) Die Stirnfläche ist glatt herzustellen, damit eine Verzahnung mit dem benachbarten Block vermieden wird.

#### 5.1.2 Traggerüste und Schalwagen

(1) Traggerüste und Schalwagen sind als gesonderte Positionen in dem Leistungsverzeichnis vorzusehen.

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

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

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

(5) Bei der Standsicherheitsberechnung von Traggerüsten und Schalwagen sind zusätzlich zu DIN EN 12812 folgende Belastungsannahmen zu berücksichtigen:

- Bei der Bestimmung des Frischbetondruckes gemäß Bild 1 der DIN 18218 ist, unabhängig von der vorgegebenen Konsistenz des Betons, von der oberen Linie (Fließbeton) auszugehen.
- Als rechnerische Betonspiegeldifferenz sind 1,50 m anzusetzen.
- Im Gewölbescheitel sowie bereichsweise dort, wo der Beton über Stützen drückend eingepumpt wird, ist der Lastansatz für den Betonierdruck zu erhöhen.

(6) Die Ausführungsunterlagen für die Schalwagen müssen mindestens folgende ergänzende Angaben enthalten:

- Ausbildung der Stirnschalung,
- Ausbildung, Anzahl und Anordnung der Betonierfenster bzw. Betonierstützenart, Anzahl, Anordnung und Leistung der Rüttler, Angabe des maximalen Pumpendruckes beim Scheitelschluss,
- Betriebsanweisung zum Aufbau, Absenken, Verfahren und Betonieren und
- Anordnung der Messpunkte.

### 5.1.3 Nachbehandlungswagen

(1) Der Nachbehandlungswagen ist als gesonderte Position in dem Leistungsverzeichnis vorzusehen (siehe Nr. 7.3.2).

(2) Der unmittelbar hinter dem Schalwagen nachzuführende klimatisierbare Nachbehandlungswagen ist in drei voneinander unabhängige Kammern, welche jeweils einer Blocklänge entsprechen, zu unterteilen. An den Blockfugen ist der Ringraum der einzelnen Kammern mittels Stirnelementen ausreichend gegen Wärme- und Feuchtigkeitsverlust abzudichten. Im Einzelnen werden folgende Anforderungen gestellt:

- selbsttragende Stahlkonstruktion mit profilgerechter Geometrie entsprechend dem Tunnelquerschnitt,
- Abstand zwischen Betonleibung und Dichtung im Mittel 10 cm, jedoch nicht mehr als 15 cm,
- wärmedämmende, stabile Dichtung, z.B. Schaumstoffplatten, die zusätzlich mit Folie abgedeckt werden,
- Temperatur- und Feuchtemesseinrichtungen an drei Stellen pro Kammer,
- Anordnung einer Wassersprüh- bzw. Bedampfanlage, die kammerweise steuerbar sein muss und
- Anordnung eines automatischen Messwertaufnehmers zur kontinuierlichen Dokumentation der Temperatur und Feuchte.

## 5.2 Baustoffe und Bauteile

### 5.2.1 Konstruktionsbeton

#### 5.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

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

(2) Die Betonzusammensetzung ist insbesondere auf die Verarbeitbarkeit abzustimmen, die im Hinblick auf die Bauteilabmessungen, die Bewehrungsanordnung, das vorgesehene Betonierverfahren und die Erzielung eines dauerhaften Betons erforderlich ist.

(3) Alle für die Erstellung des Bauwerks vorgesehenen Betonzusammensetzungen sind dem Auftraggeber spätestens 6 Wochen vor Betonierbeginn vorzulegen.

#### 5.2.1.2 Beton für die Tunnelinnenschale

Die folgenden Regelungen gelten für die Tunnelröhre selbst, die dazugehörigen Betonbauteile (z.B. Zwischendecken), die sonstigen unterirdischen Hohlräume und die in offener Bauweise (siehe Abschnitt 2) hergestellten Teile der Tunnelröhre einschließlich der Portale:

- Zur Verbesserung des baulichen Brandschutzes der Konstruktion sind das aufgehende Gewölbe und ggf. vorzusehende Zwischendecken mit Polypropylen-Faserbeton (PP-Faserbeton) entsprechend dem Anhang B auszuführen.
- Zur Verminderung der Zwangbeanspruchungen ist die Betonzusammensetzung so zu wählen, dass die für das Ausschalen notwendige Frühfestigkeit (Ausschalfestigkeit) sicher erreicht, aber nicht wesentlich überschritten wird.

- Abhängig von der Jahreszeit sind den Witterungsbedingungen entsprechende Betonzusammensetzungen vorzuhalten. Die Betonzusammensetzungen sind so zu wählen, dass beim Abbindevorgang eine möglichst niedrige Temperaturerhöhung im Bauwerk unter Einhaltung der Mindestausschalfestigkeit erzielt wird.
- Die Betonzusammensetzung ist so zu wählen, dass sie ein Betonieren hinter einer Gewölbeschalung gewährleistet. Dabei ist insbesondere auf Fließeigenschaften und Blutungsneigung des Frischbetons zu achten.

(2) Betonzusatzmittel müssen auf die verwendeten Zemente hinsichtlich der Abbindebeschleunigung und des Festigkeitsverlaufes abgestimmt werden.

(3) Der Alkaligehalt des Spritzbetons ist zu minimieren. Das Gesamt- $\text{Na}_2\text{O}$ -Äquivalent muss unter 1,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse, liegen. Es dürfen nur alkalifreie Beschleuniger verwendet werden. Das bedeutet, dass das  $\text{Na}_2\text{O}$ -Äquivalent des Beschleunigers unter 1,0 M.-% bezogen auf den Beschleuniger liegen muss. Auf eine geringe Auslaugbarkeit des Spritzbetons ist zu achten.

### 5.2.1.3 Erstprüfungen

(1) Die Ergebnisse der Erstprüfungen sind dem Auftraggeber spätestens 2 Wochen vor Betonierbeginn vorzulegen.

(2) Die Druckfestigkeiten sind zum angestrebten Ausschalzeitpunkt, nach 12, 24 h, nach 3, 7, 28 und gegebenenfalls nach 56 d an jeweils drei Betonwürfeln nachzuweisen.

(3) Die Betondruckfestigkeit nach 12 h im Bauwerk darf höchstens  $3 \text{ N/mm}^2$  über der Mindestausschalfestigkeit liegen. Für unterschiedliche Frischbeton- und Umgebungstemperaturen ist daher eine entsprechende Serie geeigneter Betonrezepturen bereitzustellen.

(4) Die Betondruckfestigkeit zum angestrebten Ausschalzeitpunkt ist mit der niedrigsten beim Betonieren vorkommenden Frischbetontemperatur zu ermitteln. Die Ausschalfristen und die für das Ausschalen erforderlichen Betondruckfestigkeiten sind durch statische Nachweise zu belegen und im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festzulegen.

### 5.2.1.4 Überwachung des Betonierens

(1) An den ersten fünf Betonierblöcken sowie nach jeder Änderung der Betonzusammensetzung ist der Temperaturverlauf in verschiedenen Bauteiltiefen während der ersten 36 h zu dokumentieren.

(2) Die Anzahl der Messpunkte und –querschnitte ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

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

(4) Das Ausschalen darf frühestens 12 h nach Einbringen des letzten Betons erfolgen.

## 5.2.2 Spritzbeton

### 5.2.2.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Es gelten DIN EN 14487 und DIN 18551.

### 5.2.2.2 Erstprüfungen

(1) Vor Beginn der Spritzbetonarbeiten sind Probeflächen unter Baustellenbedingungen anzulegen.

(2) Die Ergebnisse der Erstprüfungen sind dem Auftraggeber spätestens 2 Wochen vor Beginn der Spritzbetonarbeiten vorzulegen.

(3) Nachzuweisen ist die Druckfestigkeit des Spritzbetons nach 6, 12 und 24 h sowie nach 3, 7 und 28 d.

### 5.2.2.3 Überwachung des Betonierens

(1) Die Probekörper für die Prüfung der Druckfestigkeit sind am Bauwerk zu entnehmen.

(2) Zum Nachweis der Frühfestigkeit hat der Auftragnehmer geeignete Prüfgeräte wie z.B. Schussbolzengerät oder Kaindl-Meyco-Gerät an der Baustelle bereitzuhalten.

(3) Zur Bestimmung der Frühfestigkeit ist über die Forderungen der DIN 18551 hinaus mindestens an einer Serie je  $100 \text{ m}^3$  des eingebauten Spritzbetonvolumens, mindestens aber alle fünf Betoniertage die Festigkeit zu prüfen.

## 5.2.3 Mauerwerk

*Mauerwerk wird im Tunnelbau nur noch bei Instandsetzungsarbeiten sowie für untergeordnete Bauwerksteile oder als gestalterisches Element, z.B. als Verblendmauerwerk oder als Lärmschuttbekleidung in Portalbereichen, vorgesehen.*

## 5.2.4 Betonstahl

Betonstahlmatten aus glatten Stäben sind nicht zugelassen. Für Innenschalen sind Betonstahlmatten vorzugsweise als Listenmatten, für Außenschalen Lagermatten zu verwenden. Die Maschenweite der Matten darf 15 cm nicht überschreiten.

### 5.2.5 Baustahl

(1) Es gilt DIN EN 10025 in Verbindung mit DIN 21530.

(2) Ausbaubögen für die Sicherung werden aus Walzprofilen, Rinnenprofilen, Gitterträgern, Bergbausonderprofilen oder zusammengesetzten Profilen gefertigt.

(3) Für Gitterbögen ist die Mindeststahlgüte der Bögen gemäß DIN EN 1992-2 mit B500B nach DIN 488 und die Mindeststahlgüte der Verbindungen mit S 235 JR gemäß DIN EN 10025 zu wählen.

(4) Bleche und Stahldielen müssen mindestens die Stahlgüte S 235 JR gemäß DIN EN 10025 aufweisen.

(5) Stahlspeie mit Vollquerschnitt müssen mindestens die Stahlgüte B500B nach DIN 488 und einen Durchmesser von 25 mm aufweisen.

### 5.2.6 Anker

(1) Für Gebirgsanker gilt DIN 21521-1 und -2. Für Verpressanker gilt DIN EN 1537.

(2) Die Wahl des Ankertyps ist auf die jeweiligen Gebirgsverhältnisse abzustellen. Die Eignung der Anker ist in dem jeweiligen Gebirge durch mindestens drei Versuche nachzuweisen.

### 5.2.7 Dränagerohre, Entwässerungsrohre und Schlitzrinnen

(1) Die Regelungen in den Absätzen 2 bis 6 gelten für Rohre einschließlich deren Verbindungsmittel.

(2) Es dürfen nur Vollwand-Dränagerohre aus PVC-U nach DIN 8061, DIN 8062 bzw. DIN EN 1401-1, aus PE oder PE-HD nach DIN 8074, DIN 8075 bzw. DIN 19537 oder aus PP-R nach DIN 8077, DIN 8078 bzw. DIN EN 1852-1 als Vollsicker-, Teilsicker- und Mehrzweckrohre verwendet werden. Die Verwendung von Rohren aus Recyclingmaterial ist nicht zulässig.

(3) Für Steinzeugrohre gilt DIN EN 295, für Betonrohre und Stahlbetonrohre gilt DIN V 1201, für Stahlrohre gilt DIN EN 1123 und für Gussrohre gilt DIN 19522.

(4) Alle Rohre des Fahrbahntwässerungssystems müssen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 entsprechen. Dies gilt auch für Schlitzrinnen und Schächte.

(5) Rohre müssen so bemessen sein, dass sie einem Spüldruck von 120 bar an der Düse standhalten.

(6) Entwässerungsrohre im Einflussbereich von Verkehrslasten sind nach DIN EN 1991-2 zu bemessen.

(7) Für Schlitzrinnen gilt DIN EN 1433 und DIN 19580. Sie sind den Expositionsklassen XF4 und XD3 gemäß dem DIN-Fachbericht „Beton“ zuzuordnen.

(8) Es sind Schlitzrinnen aus Beton und Polymerbeton zugelassen.

### 5.2.8 Befestigungsmittel und Leerrohre

(1) Befestigungsmittel für Tunnleinbauten müssen aus nicht rostendem Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4529 oder 1.4547 nach DIN EN ISO 3506 sowie nach DIN EN 10088 bestehen.

(2) Für die Verwendung von Dübeln ist eine allgemeine bauaufsichtliche oder eine europäische technische Zulassung für ruhende Belastung erforderlich für:

- Betonzwischendecken und Betonschallschutzelemente,
- leichte Schallschutzelemente aus Edelstahl oder Aluminium, wenn ein Herunterfallen durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen werden kann und die entsprechenden Nachweise vorgelegt werden und
- Brandschutzplatten.

(3) Die maximale Ausnutzung der Dübel ist auf 75% zu begrenzen.

(4) Für Dübel aller übrigen bautechnischen Einbauteile ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine europäisch technische Zulassung für nicht ruhende Belastung erforderlich. Dieses gilt auch für Dübel von dynamisch beanspruchten betriebstechnischen Einbauteilen wie z.B. Strahlventilatoren.

(5) Die Eignung der Dübel zur Befestigung in der Zugzone des Betons ist nachzuweisen.

(6) Es dürfen nur Leer- bzw. Kabelschutzrohre mit glatter Innenwand aus PE-Material nach DIN 8075 verwendet werden.

(6) Die Standfestigkeit der Rohre ist hinsichtlich des auftretenden Betonierdrucks unter Berücksichtigung der Hydratationswärmeentwicklung zu überprüfen.

## 6 Ausbruch und Sicherung

### 6.1 Allgemeines

(1) Gebirgsverhalten, Bauverfahren, Art des Ausbruchs sowie Art, Umfang und Zeitpunkt des Ein-

baus der Sicherung bestimmen den unterirdischen Hohlraumbau.

(2) Die Erhaltung bzw. Nutzung der Tragfähigkeit des Gebirges wird durch die

- Wahl der Querschnittsform und –größe,
- Anwendung geeigneter Bauverfahren,
- Anwendung gebirgsschonender Ausbruchverfahren,
- Anwendung geeigneter Ausbau- und Sicherungsmittel und
- die Zeitdauer der einzelnen Bauzustände

ermöglicht, unterstützt oder günstig beeinflusst.

(3) Während der Baudurchführung sind Verformungs- und Setzungsmessungen nach Nr. 3.5.1 vorzunehmen.

## 6.2 Bauverfahren

(1) Das Bauverfahren und die Maßnahmen zur Ausführung sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(2) Beabsichtigt der Auftragnehmer, vom festgelegten Bauverfahren abzuweichen, hat er die Zustimmung des Auftraggebers einzuholen.

## 6.3 Vortriebsklassen

(1) Die Einstufung in Vortriebsklassen erfolgt nach DIN 18312. Darüber hinausgehende projektbezogene Untergliederungen sind in der Regel erforderlich.

(2) Wesentliche Gesichtspunkte für eine weitere Untergliederung sind u.a.

- die Wahl der einzelnen Sicherungsmittel und der Zeitpunkt für deren Einbau,
- der Einfluss aus Wasserzutritt und
- die Abschlagtiefe.

(3) Die bei den jeweiligen Vortriebsklassen erforderlichen Angaben für Ausbruch und Sicherung werden entsprechend dem Beispiel (siehe Bilder 5.1.2 und 5.1.3) beschrieben und zeichnerisch dargestellt. Darüber hinaus werden die Abfolge und der Sicherungsumfang in den einzelnen Arbeitsschritten beschrieben. Eine ausreichende Bandbreite für Ausbruch und Sicherung soll vorgesehen werden.

(4) Der Auftragnehmer schlägt die Vortriebsklasse vor.

(5) Die jeweils auszuführende Vortriebsklasse wird gemeinsam von Auftraggeber und Auftragnehmer festgelegt.

(6) Mit mehrfachem Wechsel der Vortriebsklassen, der projektbezogenen Untergliederungen, der darin vorgesehenen Abschlagtiefen sowie der Art und Menge der Sicherungsmittel ist zu rechnen. Für diese Wechsel erfolgt keine besondere Vergütung.

## 6.4 Ausbruch

### 6.4.1 Allgemeines

(1) Es gibt folgende Ausbruchverfahren:

- mechanischer Ausbruch,
- Sprengen und
- maschineller Ausbruch.

Kombinationen der einzelnen Verfahren sind möglich.

(2) Beim Ausbruch durch Sprengen hat der Auftragnehmer rechtzeitig vor Ausbruchbeginn dem Auftraggeber das vorgesehene Schussbild zur Kenntnis zu geben.

(3) Die Schießbücher sind dem Auftraggeber auf Anforderung vorzulegen.

(4) Die Sprengbefähigung der für den Vortrieb verantwortlichen Person ist dem Auftraggeber vorzulegen.

### 6.4.2 Maßabweichungen und Mehrausbruch

Die Ausbruchgenauigkeiten nach innen und außen sowie das maximale Maß für die Gebirgsverformungen sind in der Leistungsbeschreibung entsprechend DIN 18312 anzugeben.

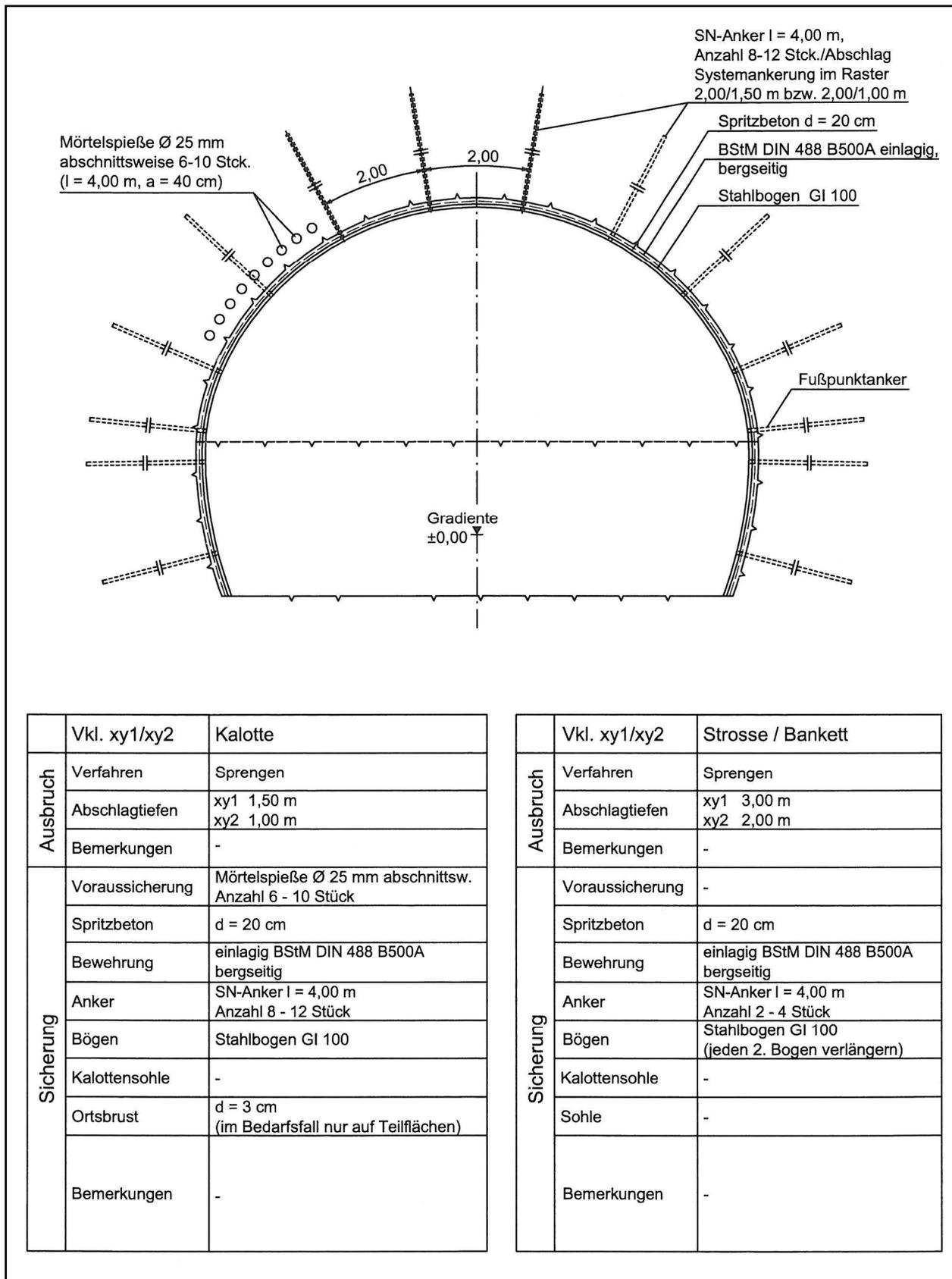


Bild 5.1.2: Darstellung der Vortriebsklassen und der erforderlichen Sicherung, Querschnitt (Beispiel)



## 6.5 Sicherung

### 6.5.1 Allgemeines

(1) *Ob, wann und welche Maßnahmen zur Sicherung erforderlich sind, wird in den auszuschreibenden Vortriebsklassen geregelt.*

(2) *Es können u.a. folgende Sicherungselemente und Zusatzmaßnahmen wie:*

- *Spritzbeton,*
- *Betonstahlmatten,*
- *Gebirgsanker,*
- *Spieße,*
- *Ausbaubögen,*
- *Dielen und*
- *Einpressarbeiten*

*zur Anwendung kommen.*

### 6.5.2 Spritzbetonaußenschale

(1) Die Spritzbetonaußenschale ist mindestens in der Betonfestigkeitsklasse C 20/25 auszuführen.

(2) Bei größeren Wasserzutritten, mehr als tropfend, sind vor dem Spritzen geeignete Maßnahmen zur Ableitung des Gebirgswassers vorzusehen wie z.B. Einbau von Noppenbahnstreifen oder Abschlachungen. Die Bewehrung sowie stählerne Bauteile wie z.B. Ausbaubögen und Ankerköpfe müssen vollständig mit Spritzbeton umhüllt werden. Rückprall darf weder überspritzt noch wiederverwendet werden. Die in den Vortriebsklassen angegebenen Spritzbetondicken sind Mindestdicken.

(3) Bezüglich der Einhaltung der planmäßigen Innenbegrenzung der Spritzbetonaußenschale gilt Nr. 6.4.2. Bezüglich der zulässigen Maßabweichungen für die Dicke der Tunnelinnenschale gilt Nr. 7.2.1.

(4) Grundsätzlich ist ein Abdichtungsträger als separate Schicht herzustellen und bei der Festlegung der Ausbruchsgeometrie zu berücksichtigen. Der Abdichtungsträger wird statisch nicht auf die Spritzbetonaußenschale angerechnet.

(5) Für bewehrte Spritzbetonschalen ist eine Betondeckung von  $c_{nom} = 3$  cm einzuhalten.

(6) Beim abschnittswisen Einbringen der Spritzbetonsicherung sind die Arbeitsfugen versetzt anzuordnen.

(7) Werden die Ausbrucharbeiten für längere Zeit unterbrochen, ist die Ortsbrust gegen Auflockerung und Nachbruch zu sichern. Eine Vergütung erfolgt nur, wenn die Unterbrechung vom Auftraggeber zu vertreten ist.

### 6.5.3 Einbau von Betonstahlmatten

(1) Betonstahlmatten sind je nach Aufbau der Sicherung ein- oder mehrlagig einzubauen. Die Mattenüberlappungen betragen in Tunnellängsrichtung mindestens eine Maschenweite und in Ringrichtung mindestens zwei Maschenweiten.

(2) Die zur Sicherung von Mehrausbrüchen oder Nachbrüchen eingebauten Betonstahlmatten werden nur dann vergütet, wenn der Mehrausbruch oder der Nachbruch als geologisch bedingt, unvorhersehbar und unvermeidbar anerkannt wurde.

(3) Alle Maßnahmen zur Befestigung der Matten sind Nebenleistungen.

### 6.5.4 Einbau von Gebirgsankern

(1) Die Anker sind in der Regel radial zu setzen. Die Ankerplatten sind kraftschlüssig einzubauen.

(2) Die Bohrlöcher sind vor dem Einbauen der Anker zu reinigen.

(3) Die Ankerköpfe sind so anzuordnen, dass sie nicht in den Querschnitt der Innenschale hineinragen.

### 6.5.5 Spieße

*Spieße kommen als Voraussicherung hauptsächlich im Überkopfbereich als Selbstbohrspieße bzw. als Spieße, die über vorgebohrte, ggf. vermörtelte Löcher oder direkt ins Gebirge eingetrieben werden zum Einsatz.*

### 6.5.6 Einbau von Ausbaubögen

(1) Die Ausbaubögen sind flucht- und profilgerecht einzubringen. Die Stoßverbindungen der Ausbaubögen sind so zu dimensionieren und zu gestalten, dass die statische Wirkung des Querschnittes voll gewahrt bleibt. Hierzu ist vor Baubeginn ein statischer Nachweis vorzulegen.

(2) Beim Einbau der Ausbaubögen verwendete Distanzhalter müssen aus Rundstahl sein.

### 6.5.7 Einbau von Dielen

(1) Verzugsdielen sind auf Ausbaubögen aufzulegen und zu befestigen. Der Raum zwischen Gebirge und Dielen muss kraftschlüssig verfüllt werden.

(2) Getriebedielen sind über den Ausbaubögen dachziegelartig in das Gebirge einzutreiben. Dabei sind Auflockerungen zu vermeiden.

(3) Durch geeignete Maßnahmen ist zu verhindern, dass die Dielen beim Eintreiben ihre Neigung ändern.

### 6.5.8 Einpressarbeiten

(1) Einpressarbeiten dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers ausgeführt werden.

(2) Der Zeitpunkt sowie die sonstigen technischen Einzelheiten von Einpressarbeiten werden entsprechend den angetroffenen örtlichen Verhältnissen gemeinsam festgelegt.

(3) Sind Einpressarbeiten in mehreren Etappen auszuführen und müssen einzelne oder ganze Strecken mehrmals nachverpresst werden, sind hierfür gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

### 6.6 Abdichtungsträger

(1) Die Spritzbetonschale ist für das Aufbringen des Abdichtungsträgers vorzubereiten. Lose Bestandteile sowie vorstehende scharfkantige Teile sind, soweit sie nicht durch den Abdichtungsträger selbst überdeckt werden, zu entfernen. Wasserzutritte sind zu fassen und abzuleiten.

(2) Der Abdichtungsträger ist eine separat aufzubringende Schicht. Er ist auch bei einer WUB-KO herzustellen.

(3) Der Abdichtungsträger ist so herzustellen, dass ein möglichst vollflächiges Anliegen von Schutzschicht und Kunststoffdichtungsbahn (KDB) gewährleistet ist.

(4) Zusammensetzung, Einbau und Rauigkeit des Abdichtungsträgers müssen den Anforderungen der Schutzschicht und der KDB genügen. Folgende Anforderungen sind einzuhalten:

- Zuschlagstoffe aus Kies (Rundkorn) oder kubisch gebrochenem Korn (Edelsplitt),
- Dicke mindestens 3 cm,
- Größtkorn maximal 8 mm,
- Unebenheiten dürfen ein Maß von 1:20 (Tiefe zu Basis), das entspricht einer Neigung von 1:10, nicht überschreiten,
- Mindestradius der Abrundungen von Unebenheiten und bei Nischen, Anschlüssen und Pannebuchten, 20 cm,
- ausreichende Festigkeits- und Formbeständigkeit und
- alle Wasserzutritte müssen in die Drainage eingeleitet werden.

(5) Die Eigenschaften des Abdichtungsträgers müssen auf die vorgesehenen Befestigungsmittel der Abdichtung abgestimmt werden.

(6) Werden Schottfugenbänder angeordnet, ist der Abdichtungsträger im Bereich der Blockfuge in Ringrichtung gleichsinnig gekrümmt und rechtwink-

lig dazu eben auszubilden. Hierzu ist ggf. eine zusätzliche Mörtelausgleichsschicht mit einem Größtkorn  $\leq 4$  mm vorzusehen.

(7) Wird im Bereich der Sohle eine Ausgleichsschicht aus Ortbeton ausgeführt und erfüllt diese die Ebenheitsanforderungen des Abdichtungsträgers, gilt diese als Abdichtungsträger.

## 7 Innenschale

### 7.1 Allgemeines

(1) In der Regel ist die Innenschale bewehrt vorzusehen. Für die Ausführung unbewehrter Innenschalen ist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

(2) Für die Ausführung der Innenschale als WUB-KO gelten zusätzlich die Regelungen der Nr. 8.2.

### 7.2 Anforderungen an die Konstruktion

#### 7.2.1 Abmessungen und Maßtoleranzen

(1) Die Mindestdicke der bewehrten Innenschale beträgt 35 cm.

(2) Die Dicke der Innenschale ist wie folgt zu begrenzen:

$$d_{\max} \leq d_{\text{soll}} + 30 \text{ cm bzw. } \leq 1,5 d_{\text{soll}}$$

Der kleinere Wert von  $d_{\max}$  ist maßgebend.

Es bedeuten:

$d_{\max}$  maximale Dicke der Innenschale

$d_{\text{soll}}$  Solldicke der Innenschale

(3) Überprofil ist zuvor mit Spritzbeton auszugleichen.

(4) Die Anforderungen gemäß Abschnitt 5 hinsichtlich Unebenheit und Mindestradius des Abdichtungsträgers sind zu beachten.

(5) Das vorgesehene Lichtraumprofil ist einzuhalten. Der Auftragnehmer hat das tatsächliche Profil jedes Innenschalenblockes vermessungstechnisch aufzunehmen und die Protokolle dem Auftraggeber vor der Abnahme vorzulegen. Es sind jeweils drei Messquerschnitte pro Block unmittelbar neben den Blockfugen sowie in Blockmitte aufzunehmen. Unebenheiten der Innenflächen bis  $\pm 2$  cm, bezogen auf 10 m Länge, sind zulässig.

#### 7.2.2 Bewehrung

(1) Als Bewehrung sind vorgebogene, dem jeweiligen Radius angepasste Betonstabstähle und / oder Betonstahlmatten zu verwenden. Die

Tragkörper der Bewehrung sind separat statisch nachzuweisen. Die Tragkörper einschließlich der Bewehrung sind insbesondere für den Betoniervorgang unverschieblich herzustellen.

(2) Als Bewehrung sind mindestens  $3,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  je Seite und Richtung einzulegen.

(3) Das Nennmaß der Betondeckung der Stahleinlagen der Innenschale beträgt zur Tunnelinnenseite  $c_{\text{nom}} = 60 \text{ mm}$  und zur Bergseite  $c_{\text{nom}} = 55 \text{ mm}$ . Das Mindestmaß beträgt  $c_{\text{min}} = 50 \text{ mm}$  bzw.  $40 \text{ mm}$ .

(4) Als Abstandhalter sind linienförmige, kippsichere Abstütungen aus Beton zu verwenden. Punktförmige Abstandhalter sind nicht zugelassen. Die Abstandhalter sind unverschieblich so anzuordnen, dass die Abdichtung weder im Bau- noch im Endzustand verletzt wird. Nahe den Bahnen liegende Stabenden sind mit Schutzkappen zu versehen.

(5) Die Bewehrung ist gegen ein Verschieben in horizontaler und vertikaler Richtung beim Betonieren der Innenschale zu sichern.

(6) Arbeiten, welche die Abdichtung beschädigen können wie z.B. Schweiß- und Trennarbeiten von Metall, sind nur unter entsprechenden Schutzvorkehrungen mit besonderer brandschutztechnischer Aufsicht und nur in Abstimmung mit dem Auftraggeber zulässig.

### 7.2.3 Blocklängen

*Die Blocklängen sind abhängig vom Grundrissradius und von der Querschnittsgröße. Sie liegen in der Regel zwischen 7,50 m und 12,50 m.*

### 7.2.4 Fugen

(1) Die Arbeitsfuge zwischen Sohle und aufgehendem Innengewölbe ist unterhalb der Oberkante der Notgehwege anzuordnen.

(2) *Blockfugen sind in der Regel als Pressfugen mit trapezförmiger Sichtfuge auszubilden.*

(3) Die Stirnflächen von Pressfugen sind mit einem Trennanstrich zu versehen.

(4) *Zu den Einzelheiten der Fugenabdichtung siehe Nr. 8 und Abschnitt 5.*

## 7.3 Herstellen der Innenschale

### 7.3.1 Betoniervorgang

(1) Das Einbringen des Betons innerhalb eines Betonierabschnittes muss kontinuierlich und ohne Unterbrechung erfolgen. Der Beton darf aus dem Fördergerät nicht höher als 1 m frei fallend eingebracht werden. Die Schütthöhendifferenz darf auf

einer Seite in Längsrichtung 0,70 m nicht übersteigen. Bei größeren Einbringhöhen sind Hosenrohre mit Einfülltrichtern zu verwenden. Das Einbringen des Betons von unten nach oben unter Druck ist zulässig. Die Verdichtung ist mit hochtourigen Innenrüttlern und / oder mit Außenschalungsrüttlern nach DIN 4235 durchzuführen. Die Solllage der Bewehrung ist beim Betoniervorgang laufend zu kontrollieren.

(2) Der Firstbereich ist blockweise über mindestens zwei Nachbetonierschläuche zu verfüllen und mit Außenschalungsrüttlern zu verdichten. Ausreichende Entlüftungsmöglichkeiten und Kontrollmöglichkeiten im Firstbereich sind vorzusehen.

(3) Die Öffnungen der Nachbetonierschläuche sind für erforderliche Nachinjektionen nach jeder Beaufschlagung frei zu spülen.

(4) Es ist die Frischbetontemperatur gemäß Teil 3 Abschnitt 1 einzuhalten.

### 7.3.2 Nachbehandlung

(1) Das Konzept über die Art und den Umfang der Nachbehandlung des Betons ist dem Auftraggeber mindestens 6 Wochen vor Beginn der Betonierarbeiten vorzulegen.

(2) Im Bereich des Regelquerschnittes ist zur Nachbehandlung des Betons hinter dem Schalwagen ein Nachbehandlungswagen mitzuziehen, der drei Blöcke abdeckt (siehe Nr. 5.1.3).

### 7.3.3 Verpressung im Blockfugenbereich

In der Blockfuge ist im Firstbereich zum Abschluss des Betoniervorgangs in jedem Fall eine planmäßige Nachverpressung mit Füllgütern gemäß Nr. 7.3.5 nass in nass zur vollständigen Einbindung der Sperranker der außenliegenden Fugenbänder unter Verwendung der Entlüftungs- und Nachbetonierschläuche im Bereich der Blockfugen gemäß Abschnitt 5 durchzuführen. Der Verpressdruck darf 2 bar nicht überschreiten.

### 7.3.4 Prüfung der Innenschalendicke

(1) Die Innenschalendicke ist vor der Firstspaltverpressung mittels eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens entsprechend der Richtlinie für Zerstörungsfreie Prüfverfahren von Tunnelinnenschalen (RI-ZFP-TU) zu überprüfen und in einem Messbericht zu dokumentieren (siehe Anhang A).

(2) Im Rahmen der Eigenüberwachung des Auftragnehmers sind folgende Leistungen zu erbringen:

– Durchführung zerstörungsfreier Messungen der Tunnelinnenschale nach dem Ultraschall-

oder Impakt-Echo-Verfahren. Diese Leistung gilt für alle Querschnittstypen. Die Messergebnisse sind nach den Vorgaben des Anhangs A grafisch zu dokumentieren.

- Das Messraster ist entsprechend den Angaben in Anhang A vorzunehmen.
- Werden bei diesen Messungen Minderdicken gemäß Anhang A festgestellt, ist das Messraster weiter zu verdichten. Anschließend sind die festgestellten Hohlräume entsprechend 7.3.5 zu verfüllen bzw. zu verpressen. Der Erfolg der Verpressarbeiten ist durch Wiederholungsmessungen zu belegen.

(3) Zur Kalibrierung der zerstörungsfreien Messverfahren sind mindestens drei Probekörper aus dem Tunnelinnenschalenbeton herzustellen. Für das Ultraschall- oder Impakt-Echo-Verfahren müssen die zylindrischen Probekörper die Abmessungen  $\varnothing 24 \text{ cm} / h = 48 \text{ cm}$  aufweisen. Die Probekörper sind nach drei Tagen auszuschalen und im Tunnel zu lagern.

### 7.3.5 Firstspaltverpressung

(1) Werden bei den Messungen nach 7.3.4 Minderdicken der Innenschale von mehr als 4 cm festgestellt, sind diese vor der planmäßigen Firstspaltverpressung mit einem, schwindarmen Verpressmaterial gemäß Teil 3 Abschnitt. 5 zu verfüllen.

(2) Der nach dem Betonieren der Innenschale und der ggf. durchgeführten Verfüllung nach Absatz (1) verbleibende Hohlraum in der Firste ist frühestens 56 d nach dem Betonieren des betreffenden Blockes durch Kontaktinjektionen mit Zementmörtel oder -suspension mit maximal 3 bar zu verpressen. Das vorgesehene Material ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(3) Der Abstand der Packer (Einfüllstutzen) in der Firstlinie darf 3 m nicht überschreiten, wobei die äußeren Packer 1 m von den Blockfugen entfernt anzubringen sind. Art und Menge des verwendeten Füllgutes ist je Packer zu protokollieren.

(4) Injektionsöffnungen sind zu verfüllen. Die Verfüllungen sind gegen Herabfallen zu sichern.

(5) Alle Aufwendungen für die Firstspaltverpressung sind Nebenleistungen.

### 7.3.6 Prüfungen der Betondeckung

*Die Betondeckung der Innenschale ist unmittelbar nach Abschluss der Nachbehandlung stichprobenartig vom Auftragnehmer im Beisein des Auftraggebers zu überprüfen. Hierbei sind sowohl Unterschreitungen als auch deutliche Überschreitungen zu erfassen und zu dokumentieren. Diese Mes-*

*sungen sind in der Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen.*

## 8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser

### 8.1 Allgemeines

(1) Für das Bauwerk im Endzustand können Schutzmaßnahmen gegen Bergwasser durch eine Abdichtung zwischen der Außenschale und der Innenschale oder durch die Ausführung der Innenschale als WUB-KO getroffen werden.

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

(3) Für die Dichtigkeitsklassen gilt Tabelle 5.1.1.

(4) Die Abdichtungssysteme sind in Tabelle 5.1.2 geregelt.

Tab. 5.1.1: Dichtigkeitsklassen

Dichtigkeitsklasse	Feuchtigkeitsmerkmale	Anforderungen an die Dichtigkeit
1	vollständig trocken	Die Konstruktion muss so dicht sein, dass keine Feuchtstellen an den Innenseiten feststellbar sind.
2	weitgehend trocken	Die Konstruktion muss so dicht sein, dass nur vereinzelt eine schwache Durchfeuchtung an den Innenseiten feststellbar ist (z.B. aufgrund von Verfärbung). Nach Berührung von schwach durchfeuchteten Stellen mit der trockenen Hand dürfen an der Hand keine Wasserspuren erkennbar sein. Ein aufgelegtes Lösch- oder saugfähiges Zeitungspapier darf sich nicht infolge Feuchtigkeitsaufnahme verfärben.
3	kapillare Durchfeuchtung	Die Konstruktion muss so dicht sein, dass an den Innenseiten nur vereinzelt und örtlich begrenzt handfeuchte Stellen auftreten. Als handfeuchte Stellen sind solche anzusehen, an denen zwar eine Durchfeuchtung der Konstruktion zu erkennen ist und aufgelegtes Lösch- oder Zeitungspapier sich infolge Feuchtigkeitsaufnahme verfärbt, aber kein Tropfwasser austritt.

Tab. 5.1.2: Abdichtungssysteme von Tunnelbauwerken in geschlossener Bauweise (Spritzbetonbauweise)

Abdichtungsgeometrie	hydrostatischer Druck über Tunnelsohle [m WS]	Chemischer Betonangriff nach DIN 4030	erforderliche Zusatzmaßnahmen				
			Gewölbe	Sohle (falls erforderlich)	Blockfuge	Arbeitsfuge (falls vorhanden)	Sonstiges
Regenschirm	ohne	chemisch schwach bis mäßig angreifend	KDB 2 mm <sup>1)</sup>	-	-	-	-
			WUB-KO		innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	mit Fugenblech	-
rundum	bis ca. 30 <sup>3)</sup>	chemisch stark angreifend	KDB 2 mm		-	-	-
		chemisch schwach bis mäßig angreifend	KDB 3 mm <sup>1)</sup>		außenliegendes Schottfugenband	mit Injektionsschlauch	integriertes Injektionssystem <sup>2)</sup>
			WUB-KO		innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	mit Fugenblech	-
		chemisch stark angreifend	KDB 3 mm		außenliegendes Schottfugenband	mit Injektionsschlauch	integriertes Injektionssystem <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Regelkonstruktion

<sup>2)</sup> ab 10 m WS; bei einlagiger Abdichtung zwischen KDB und Innenschale

<sup>3)</sup> bei Wasserdruck >30 m WS sind ggf. besondere Maßnahmen zu ergreifen, die im Einzelfall festzulegen sind

## 8.2 Innenschale als WUB-KO

### 8.2.1 Allgemeines

(1) Bei Konstruktionen ohne Abdichtung gemäß Abschnitt 5 ist die Innenschale als WUB-KO herzustellen. Ist die Aggressivität des Grundwassers größer als „chemisch mäßig angreifend“ nach DIN 4030 ist eine Abdichtung gemäß Abschnitt 5 vorzusehen.

(2) Innenschalen als WUB-KO ohne zusätzliche Abdichtung sind nur anzuwenden, wenn der äußere Wasserdruck 30 m WS nicht überschreitet.

### 8.2.2 Konstruktive Ausbildung

(1) Zur Vermeidung der Schwindbehinderung ist eine Trennschicht (Folie oder Vlies) zwischen Spritzbeton und Innenschale vorzusehen.

(2) Die Mindestdicke der Innenschale als WUB-KO beträgt 40 cm.

(3) Das Nennmaß der Betondeckung der Stahleinlagen der Innenschale beträgt zur Tunnelinnenseite  $c_{nom} = 60$  mm und zur Bergseite  $c_{nom} = 60$  mm. Das Mindestmaß beträgt  $c_{min} = 50$  mm bzw. 45 mm.

(4) Bei einer Innenschale als WUB-KO ist mindestens Dichtigkeitsklasse 2 (siehe Tabelle 5.1.1) einzuhalten.

(5) Die Flächen, gegen die betoniert wird, müssen frei von Wasseransammlungen oder fließendem Wasser sein.

(6) Vor Einbau der Innenschale ist die Oberfläche des Abdichtungsträgers (als Ausgleichsschicht) vom Auftragnehmer zu kontrollieren. Hierüber ist ein Protokoll zu fertigen und dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Bei der Verlegung der Bewehrung für die Innenschale ist zu gewährleisten, dass kein Verbund zwischen Spritzbetonaußenschale und Innenschale entsteht.

### 8.2.3 Zusätzliche Anforderungen für WUB-KO

(1) Die Zemente sind so auszuwählen, dass die Temperaturerhöhung des Betons im Bauwerk gering bleibt.

(2) Die Wassereindringtiefe darf höchstens 30 mm betragen. Der Wassereindringwiderstand ist nach DIN 1048-5 zu bestimmen.

(3) Das Größtkorn ist auf 16 mm zu begrenzen

(4) Wasserabweisende Dichtungsmittel sind nicht zulässig.

(5) Die Ausschallfrist und die für das Ausschalen der Innenschale erforderliche Betonfestigkeit sind vom Auftragnehmer entsprechend seinem vorgesehenen Bauablauf zu wählen und durch statische Nachweise vor dem Betonieren zu belegen.

(6) In der Erstprüfung ist der Nachweis der Spaltzugfestigkeit nach 28 d an drei Zylindern ( $d/h = 150/300$  [mm]) durchzuführen.

(7) Bei der Probeentnahme sind Frischbetontemperatur, Ausbreitmaß und der Luftgehalt im Frischbeton zu bestimmen und zu protokollieren.

### 8.2.4 Fugen

(1) Der Abstand der Blockfugen darf 10 m nicht überschreiten.

(2) Im Portalbereich empfiehlt sich eine Verkürzung der Blockfugenabstände.

(3) Die Fugenabdichtung der Blockfugen erfolgt mit innenliegenden Elastomerfugenbändern. Die Fugenbandbreite muss mindestens 350 mm betragen.

(4) Das innenliegende Blockfugenband ist mit beidseitig anvulkanisierten Stahllaschen und Injektionsmöglichkeiten zu versehen. Die Injektionsstel-

len sind so anzuordnen, dass sie auch nach dem Innenausbau leicht zugänglich sind.

(5) Bei Blockfugen sind die Baustellenstöße der Fugenbänder auf eine Mindestanzahl zu beschränken. Die Fugenbänder dürfen nur durch Vulkanisieren miteinander verbunden werden.

(6) Arbeitsfugen sind mit mindestens 30 cm breiten ungefetteten Fugenblechen mit einer Mindestdicke von 2 mm auszuführen, die durchgehend zu verschweißen sind sowie der Materialgüte S 235 JR entsprechen. Diese Fugenbleche sind mit den Stahllaschen des innenliegenden Elastomerfugenbandes zu verschweißen.

## 9 Tunnelentwässerung

### 9.1 Allgemeines

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

(2) Alle anfallenden Wässer und andere Flüssigkeiten müssen gesammelt und vor Einleitung in einen Vorfluter je nach Verschmutzungsgrad in einem Absetzbecken, einem Leichtflüssigkeitsabscheider und / oder in einer Neutralisationsanlage entsprechend den wasserrechtlichen Vorgaben und Auflagen behandelt werden.

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

### 9.2 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit

(1) *Während der Bauzeit eines Tunnels können folgende Wässer anfallen:*

- *Bergwasser,*
- *Brauchwasser und*
- *Niederschlagswasser.*

(2) Die unterschiedlichen Maßnahmen der Wasserableitung bei steigendem bzw. fallendem Vortrieb sind zu beachten.

(3) *In der Leistungsbeschreibung ist aufgrund der hydrogeologischen Untersuchungen eine Grenzwassermenge für das voraussichtlich anfallende Bergwasser anzugeben.*

(4) Während der Baudurchführung sind die Menge und die chemische Beschaffenheit des anfallenden Bergwassers zu ermitteln und zu protokollieren.

(5) Örtlich stärker austretendes Bergwasser ist durch besondere Maßnahmen zu fassen und abzuleiten wie z.B. durch Abschlauchen oder mit Drainmatten.

### 9.3 Entwässerungsanlagen

#### 9.3.1 Allgemeines

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

- *Bergwasser, soweit der Tunnel nicht druckwasserhaltend ausgebildet wird,*
- *Niederschlagswasser,*
- *Waschwasser,*
- *Löschwasser und*
- *andere Flüssigkeiten wie z.B. Mineralöle und Chemikalien, die aus dem Transportgut von Fahrzeugen stammen.*

(2) *In der Regel ist eine getrennte Ableitung des Berg- und Fahrbahnwassers vorzusehen. Vor Einleitung der Wässer und Flüssigkeiten in die Vorflut ist eine Rückhalteeinrichtung vorzusehen, die Schadflüssigkeiten auffängt.*

#### 9.3.2 Bemessung der Entwässerungsanlagen

(1) *Gradiente, Querneigung und Fläche der Fahrbahn sowie die hydrogeologischen Verhältnisse im Tunnelbereich bestimmen maßgebend die Bemessung der Entwässerungsanlagen. Zusätzlich sind die in den RABT angegebenen Bemessungsgrößen zu berücksichtigen.*

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

(3) *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 des Bergwasserdränagesystems

(1) Die Dränageleitungen zur Ableitung des Bergwassers sind beiderseits des Tunnels am Ulmenfuß sowie außermittig im Sohlbereich anzuordnen. Die Leitungen sind mit glatter und ebener Innenfläche auszubilden und in einer versinterungsarmen Filterschicht aus Filterkies der Körnung 16/32 zu verlegen. Gesteinskörnungen aus Kalkstein und Dolomit sind nicht zulässig. Die

Filterschicht ist gebunden mit 100 kg/m<sup>3</sup> CEM III oder auch ungebunden herzustellen. Bei Verzicht auf ein Bindemittel sind die Einbaubarkeit und eine verstärkte Qualitätssicherung nachzuweisen. Zusätzlich sind Elektroschweißmuffen für die Verbindung der Dränagerohre zu verwenden.

(2) Geotextilien sind nicht zugelassen.

(3) Es ist ein Mindestdurchmesser der Leitungen von DN 200 vorzusehen. Die Dränagerohre müssen eine Mindeststringsteifigkeit SN 8 nach ISO 9969 (im ungeschlitzten Zustand) oder ein Durchmesser- / Wanddicken-Verhältnis  $SDR \leq 26$  besitzen. Die Leitungen müssen eine Schlitzbreite von 5 mm oder 6 mm und eine Wassereintrittsfläche von mindestens 100 cm<sup>2</sup>/m Rohr, verteilt über 220° des Rohrumfangs, aufweisen. Das Material und das Einbauverfahren der Filterschicht sowie deren Stabilität sind auf die Größe der Zutrittsöffnungen abzustimmen.

(4) Die Verbindung der Rohre muss mit Doppelsteckmuffen oder alternativ mit Elektroschweißmuffen erfolgen. Die erforderliche Einstecktiefe sowie der Rohrscheitel der Dränagerohre sind deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen.

(5) *Zum Inspizieren und Spülen der Leitungen sind im Abstand von 70 m bis 100 m Revisions-schächte vorzusehen.*

(6) Abdeckungen für die Revisions-schächte der Ulmendränagen sowie die zugehörigen Verschraubungen sind in nicht rostendem Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4571 auszuführen. Die Schachtabdeckungen müssen verriegelbar, tagwasserdicht und klappbar sein.

(7) Schachtabdeckungen sind in der Klasse B 125 auszuführen.

*(8) Werden die Schachtabdeckungen planmäßig befahren, ist eine höhere Klasse in der Leistungsbeschreibung vorzusehen..*

(9) Bei Tunnelquerschnitten mit geschlossener Sohle ist zur Ableitung eventuell anfallender Sickerwässer eine Dränageleitung im Tiefpunkt der Sohle vorzusehen (siehe Nr. 11.1).

(10) Nach Abschluss der Rohbauarbeiten sind im Rahmen einer Erstinspektion sämtliche Bergwasser-Dränageleitungen mit einer Kamera zu befahren und versinterungsrelevante Daten in den Revisions-schächten zu erfassen. Die Dokumentation und Auswertung der Kamerabefahrung und der Untersuchungen in den Revisions-schächten muss nach den Vorgaben der RI-BWD-TU erfolgen. Die Ergebnisse der Kamerabefahrung und der Untersuchungen in den Revisions-schächten sind zusammenzustellen und zu dokumentieren. Diese Leistungen sind Nebenleistungen.

### 9.3.4 Bauliche Ausbildung der Längsentwässerungsleitungen

(1) Die anfallenden Wässer und anderen Flüssigkeiten sind in der Haupttröhre in einer am tieferliegenden Fahrbahnrand angeordneten Schlitzrinne zu fassen. Diese ist im Abstand von höchstens 50 m über einen Siphon oder über einen Schacht mit Tauchwand an die Längsentwässerungsleitung anzuschließen. Im Bereich geringer Tunnelängsneigung muss der Abstand der Schächte reduziert werden. Die Schlitzrinne ist der Klasse D400 zuzuordnen.

(2) Aus Brandschutzgründen muss die Schlitzrinne hinter jeder Abzweigung zur Hauptleitung eine Abschottung erhalten. Das Mindestsohlgefälle der Schlitzrinne beträgt 0,5 %.

(3) Der Mindestdurchmesser der Längsentwässerungsleitung beträgt 300 mm, die Mindestlängsneigung 0,5 %.

(4) Die Schachtabdeckungen (Klasse D400) sind tagwasserdicht und verriegelbar auszuführen.

(5) Die Schachtöffnungen sind in Fahrstreifenmitte anzuordnen, um ein ständiges Überrollen zu verhindern.

### 9.3.5 Hebe- und Gewässerschutzanlagen

(1) Zur Abführung der in einem geeigneten Tiefpunkt des Tunnels gesammelten Wässer und anderen Flüssigkeiten gibt es die Möglichkeiten:

- des Absaugens der in einem Schacht gesammelten Wässer und anderen Flüssigkeiten durch einen Saugwagen mit anschließendem Transport zur Kläranlage und
- einer fest installierten Einrichtung (Hebeanlage mit Pumpen und Druckleitungen, Rückhaltebecken mit Leichtflüssigkeitsabscheider).

(2) Für Ausstattung und Betrieb der Hebe- und Gewässerschutzanlagen gilt Folgendes:

- Zugänge und Schachtöffnungen sind zur Vermeidung von Verkehrsbeschränkungen bei Wartungsarbeiten möglichst außerhalb der durchgehenden Fahrstreifen anzuordnen.
- Hohlräume sind bei Aufenthalt von Personen ständig zu belüften.
- Innenwände und Sohlflächen erhalten zum Schutz gegen aggressive Wässer und Flüssigkeiten eine Beschichtung.

## 10 Baulicher Brandschutz

### 10.1 Allgemeines

*Die Auswirkungen eines Brandes werden durch die Brandbelastung, die Lüftungsverhältnisse sowie die Konstruktion des Tunnels bestimmt. Um einen ausreichenden baulichen Brandschutz zu erreichen, ist die Konstruktion so auszuführen, dass bei Brandeinwirkung:*

- keine Schäden auftreten, die die Standsicherheit des Tunnels gefährden,
- keine bleibenden Verformungen der Konstruktion entstehen, die die Gebrauchstauglichkeit des Tunnels einschränken und
- die Dichtigkeit weitgehend gewährleistet bleibt.

### 10.2 Thermische Einwirkungen

(1) Für die brandschutztechnische Bemessung von Straßentunneln ist eine Brandbelastung mit dem in Bild 5.1.4 angegebenen Temperatur-Zeit-Verlauf zugrunde zu legen.

(2) Für Straßentunnel, bei denen ein lokales Versagen infolge Brand mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu einem Verlust des Bauwerks bzw. zum Verlust der Tragfähigkeit eines angrenzenden Bauwerkes führen kann, sind die Anforderungen an den baulichen Brandschutz gesondert festzulegen. Hierzu gehören z.B. Tunnel mit geringer Überdeckung unter Gewässern. In der Regel ist hierbei die Vollbrandphase von 25 auf 55 min. zu verlängern.

### 10.3 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion

#### 10.3.1 Allgemeines

*Der erforderliche bauliche Brandschutz ist durch konstruktive Maßnahmen gemäß den nachfolgenden Absätzen oder in Ausnahmefällen mit Hilfe rechnerischer Nachweisverfahren sicherzustellen.*

#### 10.3.2 Konstruktive Maßnahmen

(1) Die konstruktiven Maßnahmen sind darauf abzustellen, dass die tragende Bewehrung im Brandfall nicht über 300 °C erwärmt wird. Dies kann in der Regel durch Einhaltung einer ausreichenden Betondeckung und Herstellung der Innenschale und Zwischendecken aus PP-Faserbeton gemäß Anhang B sichergestellt werden.

(2) Für Tunnelinnenschalen von Gewölbequerschnitten sind im Regelfall bei Einhaltung der konstruktiven Anforderungen nach Nr. 7.2 (Innenscha-

lendicke mindestens 35 cm, Nennmaß der Betondeckung 6 cm) und Herstellung in PP-Faserbeton keine zusätzlichen Brandschutzmaßnahmen erforderlich.

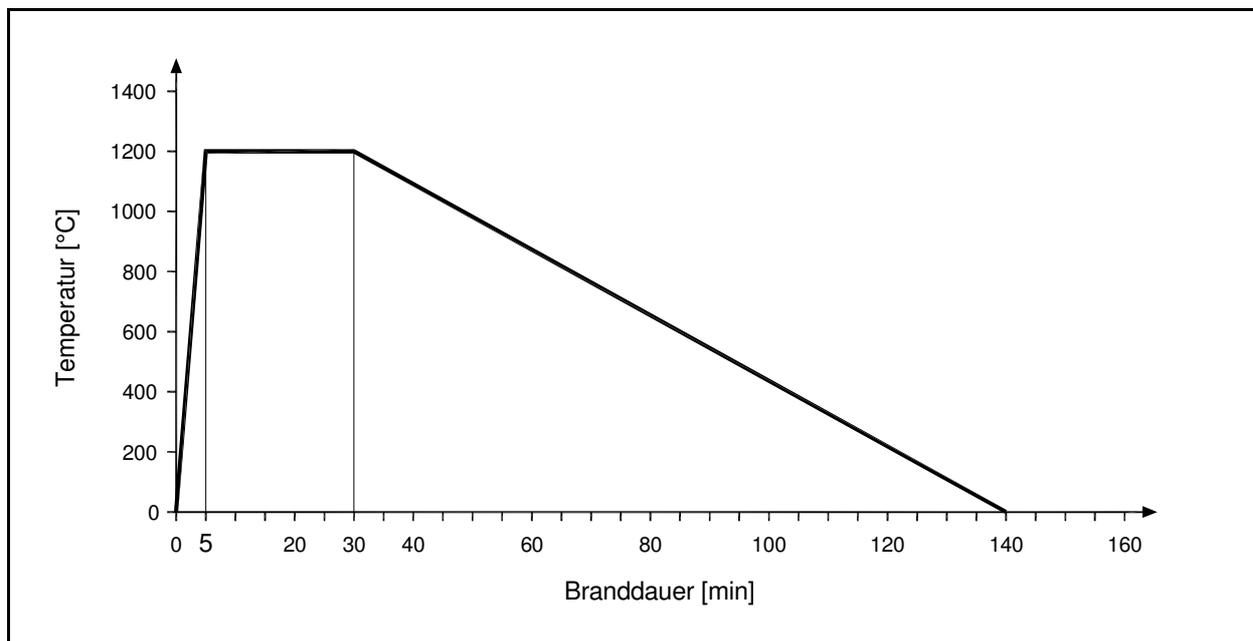


Bild 5.1.4: Temperatur-Zeit-Verlauf der Brandbelastung

(3) Für Zwischendecken ist ein Nennmaß der Betondeckung von 6 cm zum Verkehrsraum vorzusehen.

(4) Bei Ausbildung der Decken- und Wandfugen als Raumfugen sind Fugeneinlagen aus Baustoffen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 zu verwenden.

## 10.4 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau

### 10.4.1 Allgemeines

(1) Für den konstruktiven Innenausbau sind nur Baustoffe der Baustoffklasse A nach DIN 4102 zu verwenden. Die Baustoffklasse ist durch ein Prüfzeugnis einer anerkannten Materialprüfanstalt nachzuweisen.

(2) Bei der Verwendung von Bau- und Werkstoffen, die in der DIN 4102 nicht erfasst sind, ist die Gleichwertigkeit mit der Baustoffklasse A nachzuweisen oder sie sind durch zusätzliche Maßnahmen gegen Brandeinwirkungen zu schützen.

(3) Es dürfen keine Bau- oder Werkstoffe verwendet werden, die bei Brandeinwirkung bauwerks- oder personenschädigende Stoffe freisetzen.

### 10.4.2 Fluchttüren und Verbindungstüren

Fluchttüren und Verbindungstüren, die Brandabschnitte voneinander trennen, müssen der Feuer-

widerstandsklasse T 90 gemäß DIN 4102 genügen.

### 10.4.3 Kabel und Leitungen

Längsverkabelungen sind in Leerrohren zu verlegen und durch Umhüllung mit Beton gegen thermische Einwirkungen zu schützen. Kabelschlitze sind gegen Brandeinwirkungen abzudecken. Durchführungen von Kabeln und Leitungen durch feuerbeständige Bauteile, wie Decken und Wände, sind so abzudichten, dass ein Übergreifen des Brandes auf Nachbarräume ausgeschlossen ist (siehe Abschnitt 4). Die Kabel sind im Bereich der Schächte brandschutztechnisch, z.B. durch Einsanden, zu schützen

### 10.4.4 Entwässerungsanlagen

Für die brandschutztechnischen Anforderungen an die Entwässerungsanlagen gilt die Nr. 5.2.7.

### 10.4.5 Tunnelausstattung

Für die brandschutztechnischen Anforderungen an die Tunnelausstattung gilt Abschnitt 4.

## 11 Innenausbau

### 11.1 Straßenaufbau und Sohlabdichtung

(1) In der Regel wird der Straßenaufbau in der gleichen Bauweise und Bauklasse wie auf der anschließenden freien Strecke ausgeführt. Es gelten die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO). Es sind die Anforderungen der RABT zu berücksichtigen.

(2) Art und Aufbau der Abdichtung der Tunnelsohle sind von der Querschnittsbildung und der Bauweise abhängig. In konstruktiver Hinsicht unterscheidet man die in den Bildern 5.1.5 bis 5.1.8 dargestellten Tunnelquerschnitte.

(3) Bei Gewölbequerschnitten mit offener Sohle siehe (Bild 5.1.5) sind die Tiefpunkte innerhalb des Baukörpers zu entwässern.

(4) Bei Gewölbequerschnitten mit tiefliegender oder horizontaler geschlossener Sohle (siehe Bilder 5.1.6 und 5.1.7) ist bei Ausbildung des Straßenaufbaus wie auf der freien Strecke keine innenseitige Abdichtung der Sohle erforderlich.

(5) Zum Abführen des eventuell anfallenden Sickerwassers ist auf der Sohle eine mindestens 20 cm dicke ungebundene Tragschicht gemäß den Anforderungen der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB) anzuordnen. Zuschläge aus Kalkstein und Dolomit sind nicht zugelassen. Die Durchlässigkeit des Materials der Tragschicht muss mindestens  $10^{-5}$  m/s betragen. Am Tiefpunkt ist eine Drainageleitung mit einem Mindestdurchmesser von 150 mm vorzusehen. Diese Leitung ist in einem gebundenen Filterkörper zu verlegen.

(6) Der Querschnitt mit tiefliegender geschlossener Sohle und aufgeständerter Fahrbahn (siehe Bild 5.1.8) ist nur in Ausnahmefällen vorzusehen, z.B. wenn begehbare Leitungs- und Lüftungskanäle unter der Fahrbahn aus betrieblichen Gründen erforderlich sind. (7) Der Fahrbahnbelag einschließlich Abdichtung ist bei einer Ausführung nach Bild 5.1.8 gemäß Teil 7 Abschnitt 1 Anhang A auszuführen.

### 11.2 Wandflächen und Deckenflächen

(1) Wandflächen und Deckenflächen sind in einem Sichtbeton gemäß den Anforderungen der Sichtbetonklasse (SB) 2 des Merkblattes Sichtbeton des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins (DBV) herzustellen.

(2) Die Stützwände und Ansichtsflächen der Portale sind gemäß den Anforderungen der SB 3 herzustellen.

(3) Zur Aufhellung sind die Tunnelwände bis 3 m über FOK mit einem Anstrich im Farbton RAL 9010 (reinweiß) zu versehen.

(4) Für den Anstrich gelten die Anforderungen nach Teil 3 Abschnitt 4 für Oberflächenschutzsysteme (OS B). Zusätzlich gelten folgende Anforderungen:

- Für die Nassabriebbeständigkeit sind die Anforderungen gemäß DIN EN ISO 11998 einzuhalten. Es ist eine Abriebbeständigkeit  $< 5 \mu\text{m}$  bei 200 Scheuerzyklen nachzuweisen.
- Der Glanzwert des Anstriches nach DIN EN ISO 2813 muss zwischen 40 und 60 liegen.
- Hinsichtlich der Entflammbarkeit des Anstriches ist mindestens die Klasse C-s3, d2 nach DIN EN 13501-1 bzw. Klasse B1 (schwerentflammbar) nach DIN 4102 einzuhalten.
- Erfüllt ein System die Anforderungen gemäß Teil 3 Abschnitt 4 auch ohne Hydrophobierung, kann auf diese verzichtet werden.

(5) Bei der Ausschreibung ist auf eine leichte Reinigungsfähigkeit der Anstriche gemäß DIN EN ISO 11998 und geringe Verschmutzungsneigung des Systems zu achten.

(6) Wandbeläge und Wandbekleidungen sind nur in Ausnahmefällen zulässig. Keramische Wandbeläge sind nicht zugelassen.

### 11.3 Lärmschutzbekleidungen

(1) Ist ein besonderer Lärmschutz im Portalbereich erforderlich, reicht in der Regel eine schallabsorbierende Bekleidung der Wandflächen auf einer Länge, die der zweifachen Tunnelbreite entspricht, aus. Ggf. ist der erforderliche Umfang durch ein lärmtechnisches Gutachten festzulegen.

(2) Für die Anforderungen an Lärmschutzbekleidungen gilt Teil 9 Abschnitt 3.

(3) Die schallabsorbierende Bekleidung darf das erforderliche Lichtraumprofil nicht einschränken. Je nach gefordertem Absorbierungsgrad, Ausführung und Material ist eine Bauteildicke der Lärmschutzelemente bis zu 30 cm zu berücksichtigen. Die Übergänge zwischen bekleideten Bereichen und Sichtbetonflächen müssen die konstruktiven und gestalterischen Anforderungen erfüllen.

(4) Lärmschutzbekleidungen sind demontierbar auszubilden.

### 11.4 Zwischendecken und Trennwände

Zwischendecken sind als beidseitig gelenkig gelagerte Einfeldplatten auszuführen. Bis zu einer lich-

ten Weite von 8 m müssen sie eine Mindestdicke von 25 cm aufweisen. Ab einer lichten Weite von 13 m ist eine Mindestdicke von 40 cm vorzusehen. Zwischenwerte sind zu interpolieren. Bei Fertigstellung des Bauwerkes ist ein planmäßiger Stich von 10 cm gegenüber den Auflagerpunkten zu gewährleisten. Trennwände sind mindestens 20 cm dick auszuführen. Die Zwischendecken und Trennwände sind denselben Expositionsklassen zuzuordnen wie die Innenschale.

### 11.5 Notgehwege, Leitungstrassen und Kabelzugschächte

(1) Der Notgehweg ist von der Fahrbahn durchgängig mit einem Bordstein mit einer Höhe von 3 cm abzugrenzen.

(2) Schlitzrinnen im Bereich der Notausgänge und Notrufkabinen sind geschlossen zu führen.

(3) Die Linie zur Kennzeichnung des Fahrbahnrandes ist als profilierte Markierung mit haptischer und akustischer Warnwirkung, sogenannte Rüttelstreifen, auszuführen.

(4) Im Notgehwegsbereich direkt vor und gegenüber den Notausgängen sind taktile Aufmerksamkeitsfelder anzuordnen.

(5) Kappen als Notgehwege sind in Ort beton mit Bewehrung gemäß Teil 3 Abschnitt 1 herzustellen.

(6) Leitungen sind in der Regel in Leerrohren im Bereich der Notgehwege unterzubringen. Die Leerrohre werden einbetoniert.

(7) Bei Längsverkabelungen sind im Abstand von ca. 50 m Kabelzug- und -prüfschächte vorzusehen.

(8) Die Kabelzug- und -prüfschächte sind mit einem befahrbaren Schachtdeckel nach DIN EN 124 und DIN 1229 tagwasserdicht auszubilden. Die Abdeckungen müssen verschraubbar oder verriegelbar sein. Bei Verwendung von Schachtdeckelungen aus Stahl sind diese aus nicht rostendem Stahl der Werkstoff-Nr. 1.4571 auszuführen.

(9) Schachtdeckelungen sind in der Klasse B 125 auszuführen.

(10) Werden die Schachtdeckelungen planmäßig befahren, ist eine höhere Klasse in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

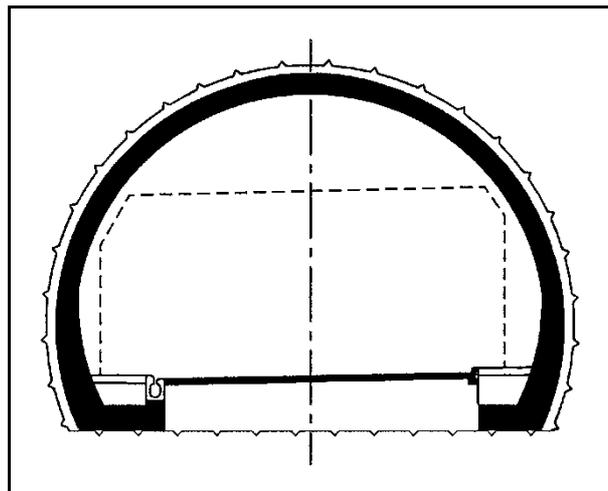


Bild 5.1.5: Gewölbequerschnitt mit offener Sohle

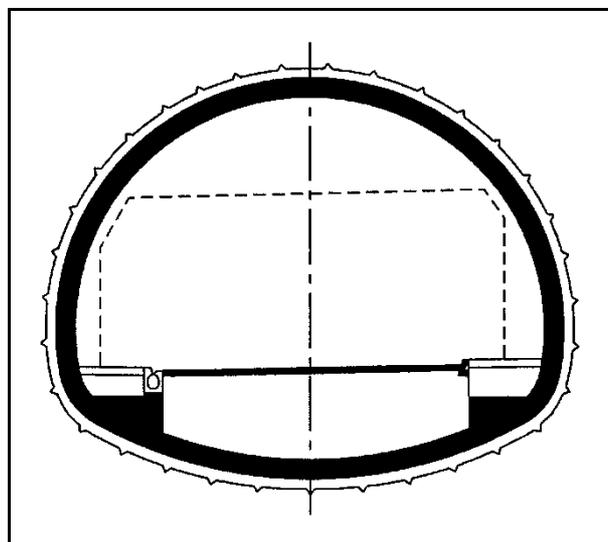


Bild 5.1.6: Gewölbequerschnitt mit tiefliegender geschlossener Sohle

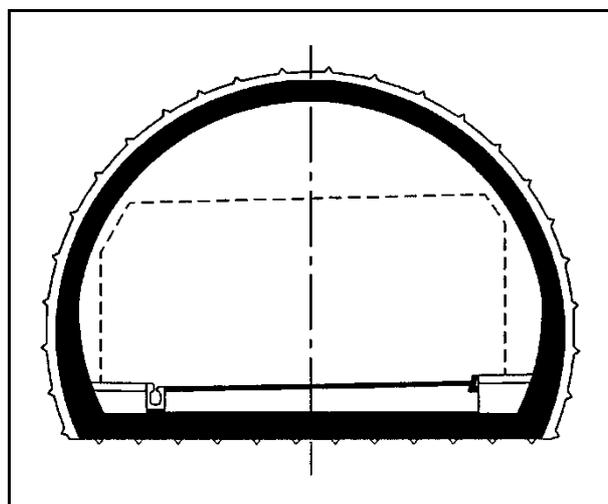
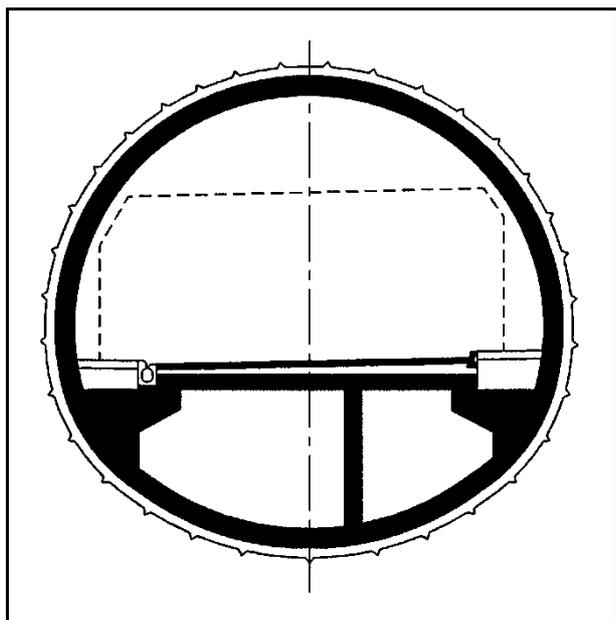


Bild 5.1.7: Gewölbequerschnitt mit horizontaler geschlossener Sohle



**Bild 5.1.8:** Gewölbequerschnitt mit tief liegender geschlossener Sohle und mit aufgeständelter Fahrbahn

## 11.6 Rettungsstollen

### 11.6.1 Allgemeines

(1) Sofern nachfolgend keine abweichenden Regelungen getroffen werden, gelten die Nrn. 3 bis 9 sinngemäß.

(2) Die nachfolgenden Regelungen sind sinngemäß auch bei Querschlägen und Lüftungsstollen anzuwenden.

(3) Parallele Rettungsstollen sind bis zu einer Länge der Haupttröhre von 3.000 m begehbar mit einem Lichtraumprofil von 2,25 x 2,25 [m] herzustellen. Ab einer Länge von 3.000 m sind sie durchgängig und befahrbar mit einem Lichtraumprofil von 3,50 x 3,50 [m] auszubilden.

(4) Die Länge eines begehbaren Rettungsstollens mit nur einem Portal darf 1.500 m nicht überschreiten.

### 11.6.2 1-schalige Konstruktion

(1) Rettungsstollen können als 1-schalige Spritzbetonkonstruktion (Verbundkonstruktion) oder als 2-schalige Konstruktion mit einer Innenschale aus Ortbeton ausgeführt werden.

(2) Bei geeigneten Gebirgsverhältnissen sind 1-schalige Spritzbetonkonstruktionen als Regelbauweise vorzusehen, wenn die Aggressivität des Grundwassers maximal „chemisch mäßig angreifend“ nach DIN 4030 ist und kein drückendes Wasser ansteht.

(3) Die 1-schalige Spritzbetonkonstruktion besteht in der Regel aus dem Sicherungsspritzbeton ge-

mäß Nr. 6.5.2 und einer weiteren Schicht aus mattenbewehrtem Spritzbeton oder Stahlfaser-spritzbeton. Beim Einsatz von Stahlfasern ist das Merkblatt "Stahlfaserbeton" des Deutschen Beton- und Bautechnikvereins (DBV) zu beachten.

(4) Die weitere Schicht muss eine Mindestdicke von 15 cm aufweisen und mindestens in der Festigkeitsklasse C25/30 ausgeführt werden.

(5) Für den Sicherungsspritzbeton von 1-schaligen Konstruktionen ist bergseitig eine Betondeckung von  $c_{nom} = 45$  mm einzuhalten.

(6) Bei Einsatz einer Mattenbewehrung für die weitere Schicht gelten die Nr. 6.5.3 Absätze (1) und (3). Dabei ist luftseitig eine Betondeckung von  $c_{nom} = 45$  mm einzuhalten.

(7) Bei 1-schaligen Spritzbetonkonstruktionen ist die Dichtigkeitsklasse 3 gemäß Tabelle 5.1.1 einzuhalten.

(8) Der Sicherungsspritzbeton ist kurz vor dem Aufbringen der weiteren Schicht durch Hochdruckwasserstrahlen (max. 120 bar) zu reinigen und vor zu nässen, so dass zum Zeitpunkt des Spritzbetonauftrags eine mattheuchte Oberfläche vorliegt,

(9) Rückprall ist zu entfernen.

(10) Bei größeren Wasserzutritten „mehr als tropfen,“ sind vor dem Spritzen der weiteren Schicht geeignete Maßnahmen zur Ableitung des Gebirgswassers vorzusehen, wie z.B. der Einbau von Noppenbahnstreifen.

(11) Beim Einbau der weiteren Schicht sind Fugen grundsätzlich zu vermeiden. Bei unvermeidbaren Arbeitsfugen sind vor dem Aufbringen des Spritzbetons lose Bestandteile zu entfernen. Es ist ein Fugenversatz zu den Fugen des Sicherungsspritzbetons von mindestens 0,5 m einzuhalten. Unebenheiten der Innenflächen bis +/-5cm, bezogen auf 1m Länge sind zugelassen.

(12) Im Zuge der Nachbehandlung der weiteren Schicht ist durch geeignete Maßnahmen ein vorzeitiges Austrocknen des Betons zu verhindern. Das Konzept über die Art und den Umfang der Nachbehandlung des Betons ist dem Auftraggeber mindestens 6 Wochen vor Beginn der Spritzarbeiten vorzulegen.

### 11.6.3 2-schalige Konstruktion

(1) Ist eine 2-schalige Konstruktion mit einer Ortbeton-Innenschale erforderlich, gilt Nr. 7.

(2) Es ist eine Mindestdicke der Innenschale von 20 cm einzuhalten. Bei Mattenbewehrung ist beidseitig ein Nennmaß von  $c_{nom} = 45$  mm einzuhalten.

#### 11.6.4 Ausbau des Rettungsstollens

(1) Der Gehweg bzw. die Fahrbahn des Rettungsstollens ist mit einem Dachprofil mit mind. 2 % Querneigung auszubilden.

(2) Der Gehweg bzw. die Fahrbahn ist bewehrt mit einer Mindestdicke von 15 cm und einer Mindestdruckfestigkeit C25/30 auszuführen.

(3) Im Sohlbereich und im Randbereich des Gehweges bzw. der Fahrbahn ist zur Entwässerung eine durchgängige gebundene Filterkiesschicht gemäß Nr. 9.3.3 mit einer Mindestdicke  $d=10$  cm anzuordnen.

*(4) Bei Rettungsstollen ist im Regelfall eine Sohlröhranlage mit Spülschächten vorzusehen. Der Abstand der Spülschächte soll 70 m bis 100 m betragen.*

*(5) Im Bereich der Querschläge sind Durchlässe für Löschleitungen an die Hauptröhre zu berücksichtigen.*

*(6) In Rettungsstollen können Kabel und Leitungen außerhalb des Lichtraumprofils im First- oder Wandbereich geführt werden.*

Tunnelbauwerks im Längsschnitt und Grundriss sowie der maßgebenden Tunnelquerschnitte.

(4) Es sind für die Bauwerksprüfung besondere Prüfungsanweisungen anzugeben und Hinweise über die nach Fertigstellung des Tunnels durchzuführenden Kontrollmessungen aufzunehmen.

(5) Das Bauwerksbuch ist zur ersten Hauptprüfung nach DIN 1076 vor Abnahme des Tunnelbauwerks vorzulegen.

#### 11.7 Zugänglichkeit der Konstruktion

(1) Zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung müssen tragende Bauteile zugänglich und prüfbar sein.

(2) Hohlräume in Tunneln wie z.B. Rückhaltebecken, Pumpenräume und Lüftungskanäle müssen zugänglich und begehbar sein.

(3) Die Zugänge sind für den Transport von Geräten und Auswechsellteilen auszulegen.

(4) Zugängliche große Hohlräume sind mit einer Beleuchtungsanlage auszustatten und müssen ständig ausreichend belüftbar sein.

### 12 Bauwerksunterlagen und Dokumentation

(1) Für jeden Tunnel sind Bauwerksunterlagen nach DIN 1076 aufzustellen. Hierzu gehören die Bauwerksakte und das Bauwerksbuch.

(2) Es sind zusätzlich zu den in DIN 1076 genannten Unterlagen weitere tunnelbauspezifische Unterlagen in die Bauwerksakte aufzunehmen. Mit dem Aufstellen der Bauwerksakte ist bereits während der Bauausführung zu beginnen.

(3) Im Bauwerksbuch sind die wichtigsten Daten des Tunnelbauwerks entsprechend der Anweisung Straßeninformationsbank – Teilsystem Bauwerksdaten (ASB-ING) zusammenzustellen. Hierzu gehört auch eine Bauwerksskizze mit Darstellung des

## Anhang A

### Richtlinie für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen (RI-ZFP-TU)

#### A 1 Einleitung

(1) Verkehrstunnel im Zuge von Bundesfernstraßen werden in der Regel in zweischaliger Bauweise ausgeführt. Ein wesentliches Qualitätsmerkmal dieser Bauweise stellt die Einhaltung der Solldicke der Innenschale und damit die Vermeidung von Minderdicken im Bereich der Firste und von Dickensprüngen im Bereich der Fugen zwischen einzelnen Blöcken dar, da hierdurch unmittelbar Schäden an der Kunststoffdichtungsbahn verursacht werden können.

(2) Im Rahmen der Qualitätssicherung neu erstellter Verkehrstunnel im Zuge von Bundesfernstraßen ist deshalb die Innenschale unter Verwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren flächig zu überprüfen, wobei insbesondere der Firstbereich sowie die Bereiche der Blockfugen zu untersuchen sind. Der Erfolg eventuell durchgeführter Mängelbeseitigungen ist durch Wiederholungsmessungen oder in Ausnahmefällen durch zerstörende Untersuchungen zu überprüfen.

(3) Diese Richtlinie dient der Qualitätssicherung und der Vereinheitlichung der Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Dickenprüfung von Tunnelinnenschalen. Sie enthält Hinweise zu geeigneten Messverfahren (Nr. A 2) und zur Messdurchführung (Nr. A 3). Dokumentation, Auswertung und Darstellung werden in Nr. A 4 behandelt. Der Nr. A 5 enthält Hinweise zur Personalqualifikation und der Nr. A 6 zur Anerkennung von Geräten und Verfahren durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).

#### A 2 Messverfahren

##### A 2.1 Allgemeines

(1) Für die zerstörungsfreie Prüfung der Dicke von Tunnelinnenschalen sind aufgrund der einseitigen Zugänglichkeit lediglich Echo-Verfahren einsetzbar. Grundsätzlich sind hierzu Ultraschall- und Impakt-Echo-Verfahren geeignet. Beide Verfahren haben ihre Leistungsfähigkeit bei der Dickenbestimmung einseitig zugänglicher Bauteile aus mineralischen Baustoffen unter Beweis gestellt [1, 2, 9, 10].

(2) Die Kalibrierung der Messverfahren erfolgt über die Ausbreitungsgeschwindigkeit an geeigneten Probekörpern. Hierzu sind die hergestellten

Probekörper zu verwenden. Diese müssen aus der Betonrezeptur der Tunnelinnenschalen gefertigt sein. Für Impakt-Echo und Ultraschall-Echo Verfahren sind Probekörper mit einem Durchmesser von ca. 24 cm und einer Höhe von 48 cm erforderlich.

(3) Bei der Durchführung der Kalibrierung ist ein entsprechender Korrekturfaktor zu berücksichtigen. Als Vergleichsmessung sollte auch eine Messung neben den in der Firste zur Firstspaltinjektion vorhandenen Einfüllstutzen vorgenommen werden.

(4) Mit dem so kalibrierten Messgerät kann nun ein Punkt an der Tunnelinnenschale als Kalibrierpunkt für folgende und spätere Messungen festgelegt werden.

(5) Wenn vorhanden, kann die Kalibrierung auch an einem Punkt mit bekannter Dicke und ebener Rückwand an einer Tunnelinnenschale vorgenommen werden.

(6) Durch die üblicherweise vorhandene Bewehrung in den Tunnelinnenschalen ist eine Dickenbestimmung mit Georadar in der Regel nicht flächendeckend möglich. [4, 9, 10]

(7) Weiterführende Angaben zu den Messverfahren werden im Internet durch das ZfPBau-Kompendium der BAM beschrieben [5] oder sind als Merkblätter der DGZFP erschienen [6].

##### A 2.2 Ultraschall-Echo-Verfahren

(1) Beim Einsatz des Ultraschall-Echo-Verfahrens wird mit einem auf der Oberfläche angeordneten Prüfkopf ein Ultraschallimpuls (Frequenz > 20 kHz) in das Bauteil (Tunnelinnenschale) eingeleitet. Der Anteil des an der Rückwand der Tunnelinnenschale reflektierten Impulses wird mit einem Empfangskopf, der ebenfalls auf der Oberfläche der Tunnelinnenschale positioniert ist, empfangen und anschließend ausgewertet. Sende- und Empfangsteil sind in den meisten Fällen in einem Gehäuse untergebracht. Bild A 5.1.1 zeigt das Messprinzip des Ultraschall-Echo-Verfahrens.

(2) Dieses Verfahren kann bei der Überprüfung der Solldicke von Tunnelinnenschalen mit einer Dicke bis zu 80 cm, in einzelnen Fällen auch bei größeren Dicken, angewendet werden.

(3) Eine spezielle Vorbereitung der Oberfläche ist bei den im Tunnelbau üblichen Oberflächenrauheiten (geschalte Oberfläche) in der Regel nicht erforderlich.

(4) Bei bekannter oder durch Kalibrierung bestimmte Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschalls ( $c$ ) kann aus der Laufzeit des Impulses ( $t$ ) auf die Dicke der Innenschale ( $d$ ) geschlossen werden  $d = c \cdot t / 2$ . Somit lassen sich Minderdicken

lokalisieren. Eine Unterscheidung zwischen einer konstruktiv bedingten Trennschicht (z.B. Kunststoffdichtungsbahn) und einer Ablösung bzw. Hohlstelle ist ohne zusätzliche Informationen und weitergehende Auswertungen nicht möglich. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens enthält [3].

(5) Bild A 5.1.2 zeigt das Ergebnis einer Dickenmessung mit Ultraschall-Echo an einem Betonbauteil. Dargestellt ist das gleichgerichtete Empfangssignal über der Tiefe (A-Bild). Man erkennt das Rückwandecho an der deutlichen Amplitude bei einer Tiefe von ca. 300 mm. Dies entspricht hier der Dicke des Bauteils.

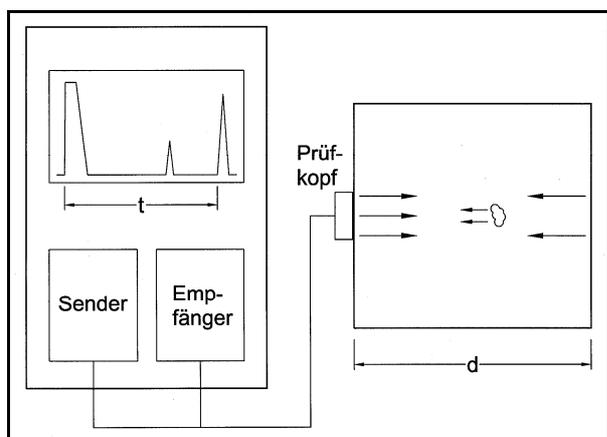


Bild A 5.1.1: Messprinzip Ultraschall-Echo [3, 9]

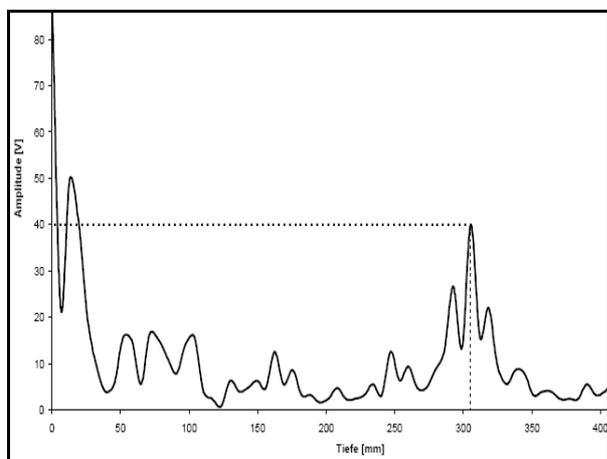


Bild A 5.1.2: Dickenbestimmung mit Ultraschall-Echo-Verfahren, aus [3, 9]

### A 2.3 Impakt-Echo-Verfahren

(1) Ein weiteres Verfahren, welches sich zur Überprüfung der Dicke einseitig zugänglicher Bauteile eignet, ist das Impakt-Echo-Verfahren [8,11]. Bei diesem Verfahren werden durch mechanische Impulse, z.B. mit einer Stahlkugel, in das zu untersu-

chende Bauteil Schallwellen (Körperschall) eingeleitet. Deren Vielfachreflexionen zwischen der Oberfläche und den Grenzflächen (z.B. Rückwand oder Hohlstellen) werden mit einem breitbandigen Empfänger aufgenommen und einer Frequenzanalyse unterzogen. Aus den Ergebnissen der Frequenzanalyse lässt sich die Bauteildicke bestimmen. Das Messprinzip dieses Verfahrens ist in Bild A 5.1.3, ein Beispiel in Bild A 5.1.4 dargestellt.

(2) Bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit des Körperschalls ( $c$ ) kann die Dicke der Innenschale ( $d$ ) einer Frequenzanzeige ( $f$ ) zugeordnet werden  $d = c / 2 \cdot f$ . Somit lassen sich Minderdicken lokalisieren. Eine Unterscheidung zwischen einer konstruktiv bedingten Trennschicht (z.B. Kunststoffdichtungsbahn) und einer Ablösung bzw. Hohlstelle ist ohne zusätzliche Informationen und weiter gehender Auswertungen nicht möglich. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens enthält [5, 8,11].

(3) Dieses Verfahren kann bei der Überprüfung der Solldicke von Tunnelinnenschalen mit einer Dicke bis zu 80 cm, in einzelnen Fällen auch bei größeren Dicken, angewendet werden [1,2,8,11].

(4) Die maximal erreichbare Bauteildicke steht in Abhängigkeit von der zu prüfenden Materialstruktur und des Frequenzbereichs des angeregten Körperschalls. Dieser lässt sich durch Auswahl eines für die jeweilige Prüfsituation geeigneten Impaktors (z.B. Kugelgröße) steuern.

(5) Eine spezielle Vorbereitung der Oberfläche ist bei den im Tunnelbau üblichen Oberflächenrauheiten (geschalte Oberfläche) in der Regel nicht erforderlich.

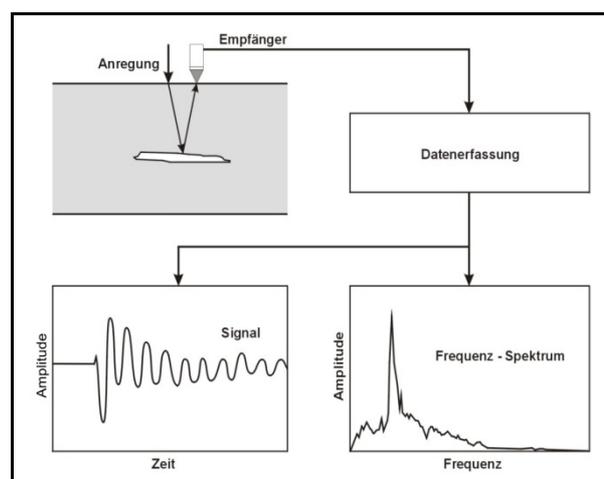
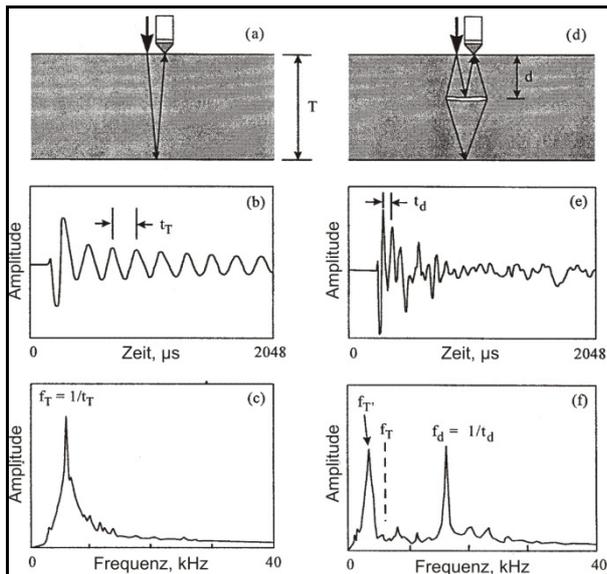


Bild A 5.1.3: Messprinzip Impakt-Echo (in Anlehnung an [8])



**Bild A 5.1.4:** Messung an einer Betonplatte: a-c zeigen Ergebnisse einer intakten Platte, d-f zeigen Ergebnisse einer Platte mit Fehlstelle (in Anlehnung an [8]).

## A 3 Messdurchführung

### A 3.1 Messraster

(1) Vor der Durchführung der Messungen ist für den zu untersuchenden Tunnel bzw. für den zu untersuchenden Block ein Messraster zu definieren und zu dokumentieren. Als zweckmäßig hat sich hierbei die blockweise Stationierung in Tunnel-längsrichtung sowie eine Einteilung in Messlinien erwiesen. Bild A 5.1.5 zeigt exemplarisch eine schematische Darstellung.

(2) Das Messraster muss so eindeutig sein, dass z.B. für Wiederholungsmessungen oder Bohrkernentnahmen eine zweifelsfreie Identifizierung eines Messpunktes vorgenommen werden kann.

(3) Den Messungen ist grundsätzlich ein Messraster von 80 x 80 [cm] zugrunde zu legen, wobei in Bereichen mit Minderdicken oder sonstigen Anomalien eine Verdichtung des Rasters vorzunehmen ist (zum Beispiel 40 x 40 [cm], in Sonderfällen 10 x 10 [cm]). Um den Aufwand für die Messungen zu begrenzen, empfiehlt es sich, die Messungen auf den Bereich der Firste und den Bereich der Blockfugen zu beschränken, siehe exemplarisch Bild A 5.1.5.

(4) Die Anzahl der Messlinien im Firstbereich sollen wie folgt festgelegt werden:

- Bei Tunnelröhren mit 2 Richtungsfahrbahnen sind 5 Messlinien anzuordnen (Bild A 5.1.5).
- Bei Tunnelröhren mit 3 Richtungsfahrbahnen sind 9 Messlinien anzuordnen.

- Bei kleinen Querschnitten, z.B. bei Querschlägen und Fluchtstollen, sind 3 Messlinien anzuordnen.
- Im Bereich von Pannenbuchten sind zusätzlich 4 Messlinien anzuordnen.

(5) Die Anzahl der Messlinien im Blockfugenbereich sollen wie folgt festgelegt werden. Entlang der Blockfugen sind je zwei Messlinien vor und nach jeder Blockfuge anzuordnen (0,20 m und 1,00 m) wie in Bild A 5.1.5 dargestellt. Um den Aufwand in vertretbaren Grenzen zu halten, sind Messpunkte von der Firste aus in Richtung Ulme bis 10:00 Uhr und bis 14:00 Uhr anzuordnen.

(6) Bei Minderdicken, die über das Messraster hinausgehen, muss der Messbereich schrittweise erweitert werden.

(7) Eine Minderdicke im Sinne dieser Richtlinie liegt vor, wenn die gemessene Tunnelinnenschalendicke unter Berücksichtigung der Messgenauigkeiten unterhalb der vorgegebenen Solldicke liegt, Tunnelinnenschalen-Blockfugenversatz vorliegt oder andere Fehlstellen, insbesondere unzureichende Einbettung der Stege des außenliegenden Fugenbandes, angetroffen werden (siehe. Nr. 7.3.5(1)).

### A 3.2 Messungen

(1) Nach Festlegung und Markierung des Messrasters am Bauwerk kann mit den Messungen begonnen werden. Die Messungen sollen vor der planmäßigen Firstspaltverpressung erfolgen, um gegebenenfalls geeignete Instandsetzungsmaßnahmen ergreifen zu können. Es sollten bevorzugt Messsysteme eingesetzt werden, die bereits vor Ort Aussagen zu fehlerhaften Bereichen ermöglichen. Hierdurch wird eine eventuell erforderliche lokale Verdichtung des Messrasters mit vergleichsweise geringem Mehraufwand ermöglicht.

(2) Bei der Bewertung der Messungen, die im unmittelbaren Bereich von Blockfugen erfolgen, ist die durch die Fuge verursachte Diskontinuität (z.B. Fugenband, Randeinflüsse) in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

(3) Die Messergebnisse sind für jeden Messpunkt einschließlich der Zuordnung zur Stationierung zu speichern und dem Auftraggeber für eventuell erforderliche nachträgliche Auswertungen in einem vorab zu vereinbarenden Format auf Datenträger zur Verfügung zu stellen.

### A 3.3 Nachweisgrenzen

Obwohl für die oben genannten Verfahren bereits umfangreiche Erfahrungen aus Messungen an Bauwerken und Bauteilen vorliegen, kann ein erfolgreicher Einsatz nicht in allen Fällen garantiert werden. Nachfolgend sind deshalb einige Punkte

aufgeführt, die die Einsetzbarkeit der Echo-Verfahren bei der Bestimmung der Dicke von Tunnelinnenschalen erschweren können:

- Die Dicke der zu untersuchenden Innenschale muss bei Verwendung von Ultraschall-Echo wesentlich größer als die Wellenlänge ( $\lambda$ ) sein. Für Impakt-Echo muss die Bauteildicke größer als  $\lambda / 2$  sein. Diese Anforderung ist bei der hier beschriebenen Anwendung in der Regel eingehalten [5, 8, 11].
- Bei Betonen mit einem Größtkorn größer 32 mm, bei Bauteildicken größer als 0,80 m sowie bei sehr dichter Bewehrung oder hohem Luftporengehalt des zu untersuchenden Bauteils sollten Vorversuche zur Klärung der Einsetzbarkeit durchgeführt werden.
- Der Einsatz von Echo-Verfahren ermöglicht die Bestimmung des Abstandes von der Oberfläche der Tunnelinnenschale bis zur ersten Grenzschicht. Diese Grenzschicht kann die Kunststoffdichtungsbahn, eine Ablösung oder eine sonstige Fehlstelle sein. Eine Interpretation der Signale im Hinblick auf spezifische Fehlstellenarten ist in der Regel nicht möglich. Dies trifft vor allem bei Messungen nach Injektion zu, wenn kein fester Verbund zwischen Injektionsmörtel und Tunnelinnenschale vorhanden ist. Hier könnte beispielsweise durch Vornässen des Untergrundes oder eine Änderung des Injektionsgutes der Verbund zur Tunnelinnenschale verbessert werden.
- Die Genauigkeit der Dickenmessung liegt erfahrungsgemäß unterhalb von  $\pm 3\%$  vom Messwert. Hinzu kommt die Genauigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwelle, die bei der Kalibrierung bestimmt wird, von  $\pm 2\%$ .

### A 4 Dokumentation

Auf festgestellte Minderdicken und sonstige Anomalien ist im Messbericht einzugehen, wobei auch Empfehlungen für das weitere Vorgehen und eventuell zusätzlich erforderliche Untersuchungen gegeben werden sollen. Die Auswertung der Messergebnisse soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden.

#### A 4.1 Auswertung und Darstellung

(1) Zu jedem Punkt des Messrasters aus der Messung ist die Dicke der Tunnelinnenschale zu ermitteln. Es ist eine graphische Darstellung für jeden Tunnelblock erforderlich, wie in Bild A 5.1.6 beispielhaft dargestellt. Bereiche in denen die Messwerte (ohne Berücksichtigung der Messgenauig-

keit) die Solldicke unterschreiten, sind deutlich hervorzuheben.

(2) Zu der üblichen grafischen Darstellung der Messergebnisse der Messverfahren in Form von Isolinien oder zusätzlichen B-Bildern, sind die gemessenen Dicken der Tunnelinnenschale je Messpunkt für jeden Block in tabellarischer Form darzustellen.

#### A 4.2 Messbericht und Bewertung

(1) In dem nach Abschluss der Messungen durch den Auftragnehmer vorzulegenden Messbericht ist zu bestätigen, dass die Messungen in Übereinstimmung mit der Richtlinie und den dort enthaltenen Empfehlungen / Vorgaben erfolgten. Auf Abweichungen ist dabei besonders einzugehen.

(2) Die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die Art der Kalibrierung sind anzugeben.

(3) Der Messbericht sollte mindestens folgende Angaben enthalten:

- Datum, Ort, Temperatur im Untersuchungszeitraum (soweit für das verwendete Verfahren relevant).
- Kurzbeschreibung des Untersuchungsobjektes und des Untersuchungsziels.
- Relevante und verfügbare Informationen über den Aufbau und Zustand des untersuchten Objektes sollten in die Dokumentation aufgenommen werden, oder es sollte darauf hingewiesen werden, wo diese Informationen vorliegen. Hierzu zählen unter anderem Betonrezeptur, Größtkorn, Bauteiloberfläche, Bewehrung, Schichtaufbau, soweit diese Angaben für die Interpretation der Messergebnisse erforderlich sind.
- Übersichtspläne mit Angabe der Messpunkte, der Messspuren, des Messrasters einschließlich der Lage von Einbauten.
- Angaben zum Messgerät (Hersteller, Gerätetyp, Baujahr, Geräteeinstellungen, Frequenz, Samplingrate).
- Angabe der einzelnen Schritte zur Messdatenauswertung (Datenverarbeitungsschritte).
- Darstellung der Ergebnisse wie in Nr. A 4.1 beschrieben.
- Zusammenfassung der Ergebnisse mit Angabe der Bereiche mit Minderdicken bzw. sonstige Befunde; weiteres Vorgehen, eventuell notwendige zusätzliche Untersuchungen, Schlussfolgerungen.

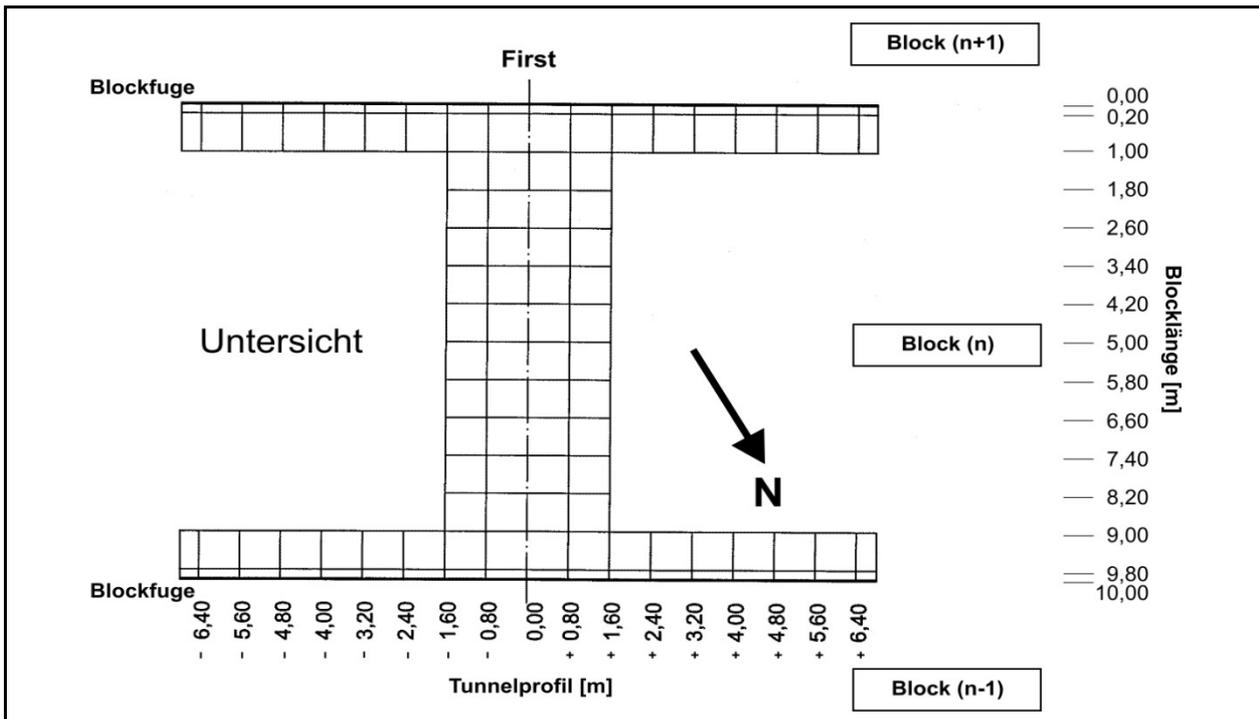


Bild A 5.1.5: Beispiel für ein Messraster einer Tunnelröhre mit zwei Richtungsfahrbahnen [9, 10]

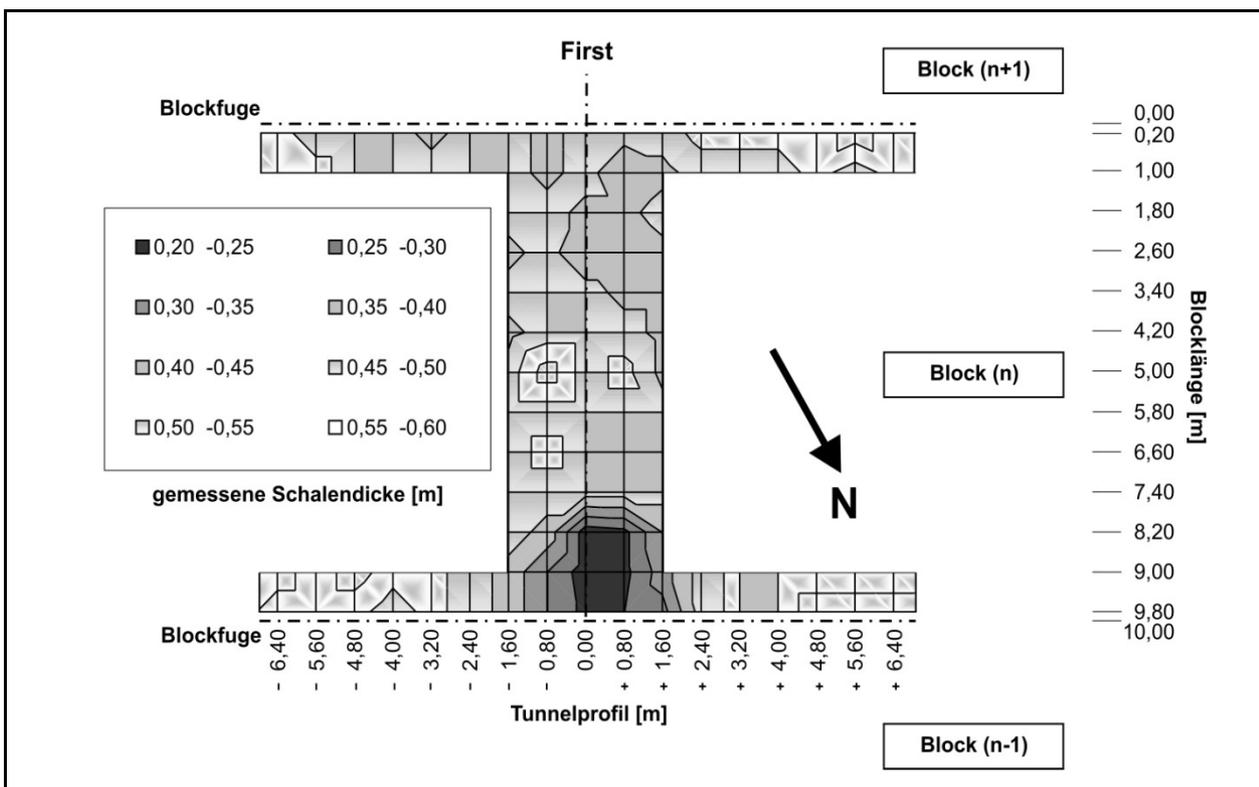


Bild A 5.1.6: Dickenbestimmung einer Tunnelinnenschale mit Impakt-Echo-Verfahren, Minderdicken im Firstbereich [9, 10]

## A 5 Personalqualifikation

(1) Die Durchführung der Messungen hat unter Aufsicht eines „Kolonnenführers“ durch Personal, welches im Umgang mit den eingesetzten Geräten im Detail vertraut ist, zu erfolgen.

(2) Hierzu ist die Qualifikation entsprechend Nr. A 6 nachzuweisen. Dieser Nachweis ist mit der Abgabe des Angebotes vorzulegen.

(3) Der „Kolonnenführer“ muss während der Ausführung der Arbeiten ständig an der Baustelle anwesend sein, und er muss als Verantwortlicher den Messbericht mit unterschreiben.

(4) Der „Kolonnenführer“ hat sich vor Beginn der Arbeiten bei der Bauüberwachung anzumelden und die entsprechenden Nachweise (Anerkennungsschreiben der BAST) vorzulegen. Die „Kolonnenführer“ müssen im Anerkennungsschreiben namentlich aufgeführt sein.

## A 6 Anerkennung der Geräte und Verfahren

(1) Um die Qualität der Untersuchungsergebnisse sicherzustellen, dürfen mit der Durchführung der Messungen nur die durch die BAST anerkannten Firmen beauftragt werden. Die Anerkennung ist an die in ihr genannten Personen gebunden.

(2) Werden die Forderungen der RI-ZFP-TU nicht eingehalten, kann die Anerkennung durch die BAST wieder entzogen werden.

### A 6.1 Gerät

(1) Die Eignung der Messgeräte, die für die durchzuführende Messaufgabe eingesetzt werden, ist durch Vorlage detaillierter technischer Dokumentationen nachzuweisen.

(2) Wenn der Messgerätetyp sich ändert, muss die Anerkennung neu erworben werden.

(3) Das Anerkennungsverfahren muss nach 5 Jahren wiederholt werden: Durch Vorlage eines Prüfberichtes im Sinne der RI-ZfP-TU aus diesem Zeitraum oder durch eine Anerkennung durch die BAST.

### A 6.2 Qualifikation des „Kolonnenführers“ und Personals

(1) Für die Aufgabe des „Kolonnenführers“ ist ein sachkundiger Ingenieur zu betrauen. Er muss Kenntnisse, insbesondere des Tunnelbaues, des Bauwesens und der Baustoffkunde, besitzen, die durch ein einschlägiges Studium nachzuweisen sind.

(2) Er muss vertiefte Kenntnisse mit dem Einsatz der Messgeräte im Tunnelbau besitzen, um vor Ort eine sachliche Beurteilung der Messsignale vornehmen zu können.

(3) Durch Vorlage von detaillierten Unterlagen zur fachlichen Ausbildung des mit den Messungen betrauten Personals sowie von Referenzen zu bereits ausgeführten Messungen ähnlicher Art ist die Qualifikation des bei den Messungen eingesetzten Personals nachzuweisen.

### A 6.3 Messungen an Probekörpern

Im Rahmen der Anerkennung sind Messungen an einem durch die Bundesanstalt für Straßenwesen bereitgestellten Probekörper durchzuführen. Durch die anschließende Auswertung und Dokumentation der Messergebnisse sind die Funktionsfähigkeit des einzusetzenden Gerätes, die Interpretation der Messergebnisse sowie die zur Auswertung erforderlichen Arbeitsschritte im Detail darzustellen.

## A 7 Literatur

- [1] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT): Taschenbuch für den Tunnelbau 2003, 27. Jahrgang, Verlag: Verlag Glückauf Essen (VGE), ISBN 3-7739-1286-2; Baustoffe und Bauteile für den Tunnelbau. I. Qualitätssicherung der Tunnelinnenschale und der Tunneldrainage (Seite 353 – 382), Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebel, BMVBW, Bonn; Dr.-Ing. Jürgen Krieger, BAST, Bergisch Gladbach
- [2] Krieger, J.; Krause, M.; Wiggenhauser, H.: Erprobung und Bewertung zerstörungsfreier Prüfmethode für Betonbrücken, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B 18, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1998.
- [3] Merkblatt für Ultraschallverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung mineralischer Baustoffe und Bauteile, Merkblatt B4, DGZfP-Fachausschuss „Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen“, Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin, Ausgabe Mai 1999.
- [4] Merkblatt über das Radarverfahren zur zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen, DGZfP Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin, Ausgabe 2001
- [5] Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin: Internetpräsenz ZfPBau-Kompendium. [<http://www.bam.de/zfpbau-kompendium.htm>]
- [6] Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZFP), Berlin, „DGZFP Merkblätter“, Internetpräsenz [<http://www.dgzfp.de>] Untermenü: (Informationszentrum) (Richtlinien).
- [7] Standard Test Method for Measuring the P-Wave Speed and the Thickness of Concrete Plates Using the Impact-Echo Method, American Society for Testing and Materials, Standard C 1383, August 1998.
- [8] Sansalone, M. J.; Strett, W. B.: Impact-Echo, Nondestructive Evaluation of Concrete and Masonry, Bullbrier Press, Ithaca, N.Y., 1997.
- [9] Rath, E.; Berthold, G; Lähner, H.: Nachweis des Erfolges von Injektionsmaßnahmen zur Mängelbeseitigung bei Minderdicken von Tunnelinnenschalen mit Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung (ZFP) gemäß der „Richtlinie für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen (RI-ZFP-TU)“ -Tunnel-Burgholz im Zuge der L418 bei Wuppertal-, Mai 2005, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B 54, Unterreihe-B (Brücken und Ingenieurbau)
- [10] Mähner, D.; Rath, E.; Lange, D.: Bestimmung der Tunnelinnenschalendicke mit zerstörungsfreien Prüfverfahren, „Beton- und Stahlbetonbau“ 101 (2006) Heft 8, Seite 606-613.
- [11] Wiggenhauser, H., Impakt-Echo, in: Cziesielski, E. (Hrsg); Bauphysik-Kalender 2004, Berlin: Ernst und Sohn Kap. C1, 2 (2004) Strukturaufklärung, Abschnitt 2.6, S. 358-365.

## Anhang B

### Verwendung von PP-Faserbeton für den baulichen Brandschutz im Tunnelbau

#### B 1 Allgemeines

##### B 1.1 Grundsätzliches

Der Beton wird unter Verwendung von monofilamentigen (Einzelfasern) Mikro-Polypropylenfasern (PP-Fasern) nach DIN EN 14889-2 mit einem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis in Form einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) hergestellt.

##### B 1.2 Begriffsbestimmungen

###### PP-Fasern

Polypropylenfasern gemäß DIN EN 14889-2 (Klasse Ia, Monofilamente)

###### Monofilament

Einzelfaser, Durchmesser von 0,016 bis 0,020 mm

###### Mikro-PP-Fasern

Polypropylenfasern gemäß DIN EN 14889-2 mit den Maßen: Länge 6 mm, Durchmesser 0,016 bis 0,020 mm

###### PP-Faserbeton

Beton nach ZTV-ING mit 2,0 kg/m<sup>3</sup> Mikro-PP-Fasern (Festbeton)

#### B 2 Verwendung von PP-Fasern im Beton

(1) Es dürfen nur PP-Fasern verwendet werden, die sich gleichmäßig im Beton verteilen lassen.

(2) PP-Fasern nach DIN EN 14889-2 der Klasse Ia sind nur dann für den erhöhten baulichen Brandschutz geeignet, wenn ihre grundsätzliche Wirksamkeit zur Verbesserung des Brand- und Abplatzverhaltens durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) nachgewiesen wurde.

(3) Die PP-Fasern können herstellungsbedingt einen Wassergehalt aufweisen. Der Wassergehalt ist mittels Trocknung (Trockenschrank bei 105 °C) zu bestimmen und bei der Zugabe der PP-Fasern im Frischbeton zu berücksichtigen.

#### B 3 Konstruktive Maßnahmen

(1) Zur Gewährleistung des baulichen Brandschutzes soll PP-Faserbeton für die Tunnelinnenschale und ggf. für vorhandene Zwischendecken verwendet werden.

(2) Bei der Errichtung neuer Straßentunnel in geschlossener Bauweise ist für einen erhöhten baulichen Brandschutz ein PP-Faserbeton zu verwenden. Es müssen 2,0 kg Mikro-PP-Fasern je m<sup>3</sup> Beton enthalten sein. Die Mikro-PP-Fasern sollen die folgende Geometrie aufweisen:

– Maße: Länge 6 mm, Durchmesser 0,016 bis 0,020 mm.

(3) Wird bei der Herstellung von PP-Faserbeton von der Menge (< 2,0 kg/m<sup>3</sup>) und Geometrie (Länge 6 mm, Durchmesser 0,016 bis 0,020 mm) der PP-Fasern abgewichen, ist der Nachweis eines erhöhten Brandwiderstands des PP-Faserbetons durch Brandversuche an zwei Probekörpern zu führen. Die Wirksamkeit zur Verbesserung des Brand- und Abplatzverhaltens des zur Anwendung kommenden PP-Faserbetons ist durch einen statisch belasteten Brandversuch an einem großmaßstäblichen Probekörper gemäß Bild B 5.1.1 und Bild B 5.1. 2, unter Berücksichtigung der Temperatur-Zeit-Kurve nach ZTV-ING nachzuweisen. Vor der Brandprüfung muss der Probekörper mindestens 90 Tage trocken, frostfrei und ohne Wärmebehandlung gelagert werden. Die Versuchsdurchführung ist in Heft B94 Brand- und Abplatzverhalten von Faserbeton in Straßentunneln (Schriftenreihe der BAST) beschrieben.

(4) Die Durchführung der Brandversuche hat an einem akkreditierten Prüfinstitut zu erfolgen. Hinsichtlich der Bewertung der Ergebnisse der Brandversuche bedarf es einer gutachterlichen Begleitung durch eine vom Auftraggeber anerkannten Stelle. Die Bewehrungsführung und die mechanische Beanspruchung der Brandprüfkörper sind in Anlehnung an das spätere Bauwerk zu wählen.

#### B 4 Anforderungen an den Frischbeton mit PP-Fasern

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

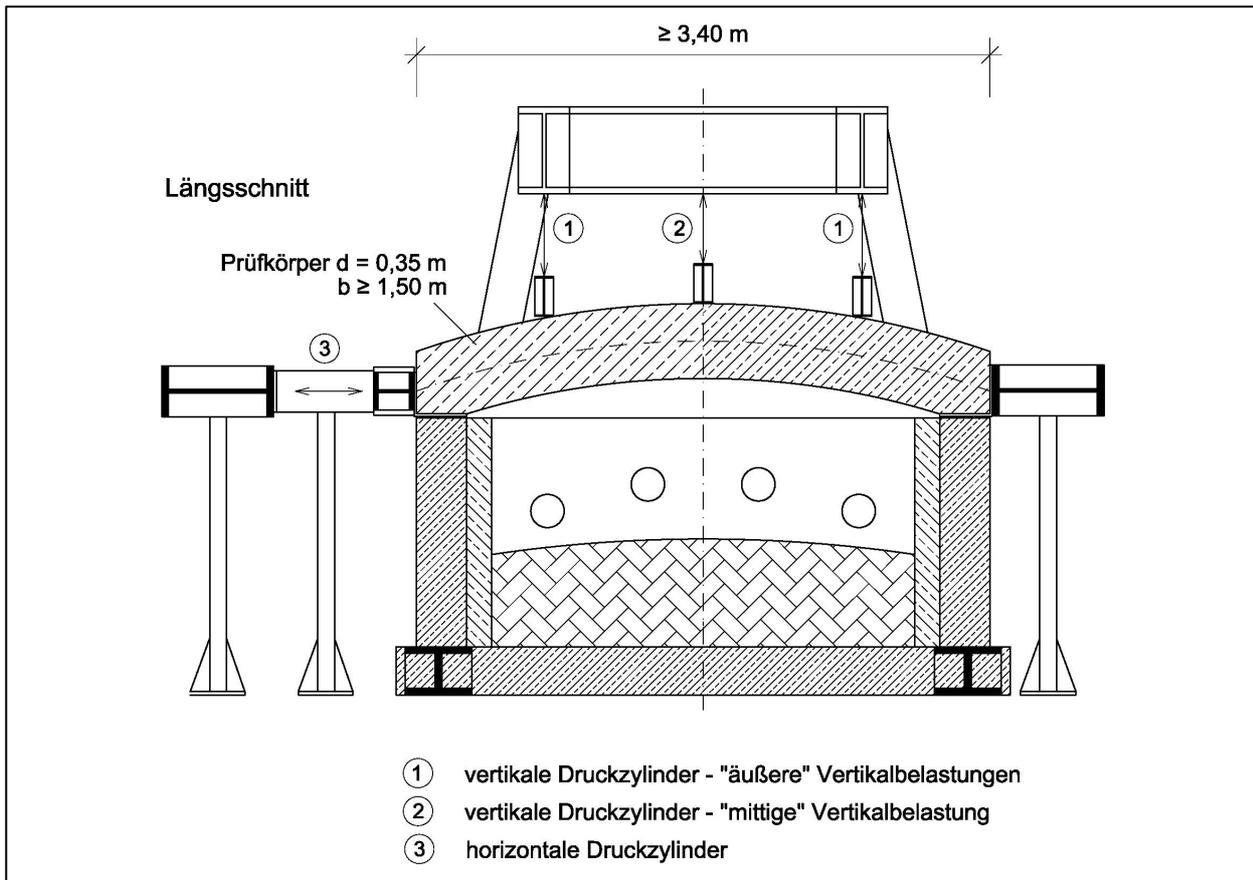


Bild B 5.1.1 Schematischer Versuchsaufbau des Brandversuchs für die geschlossene Bauweise

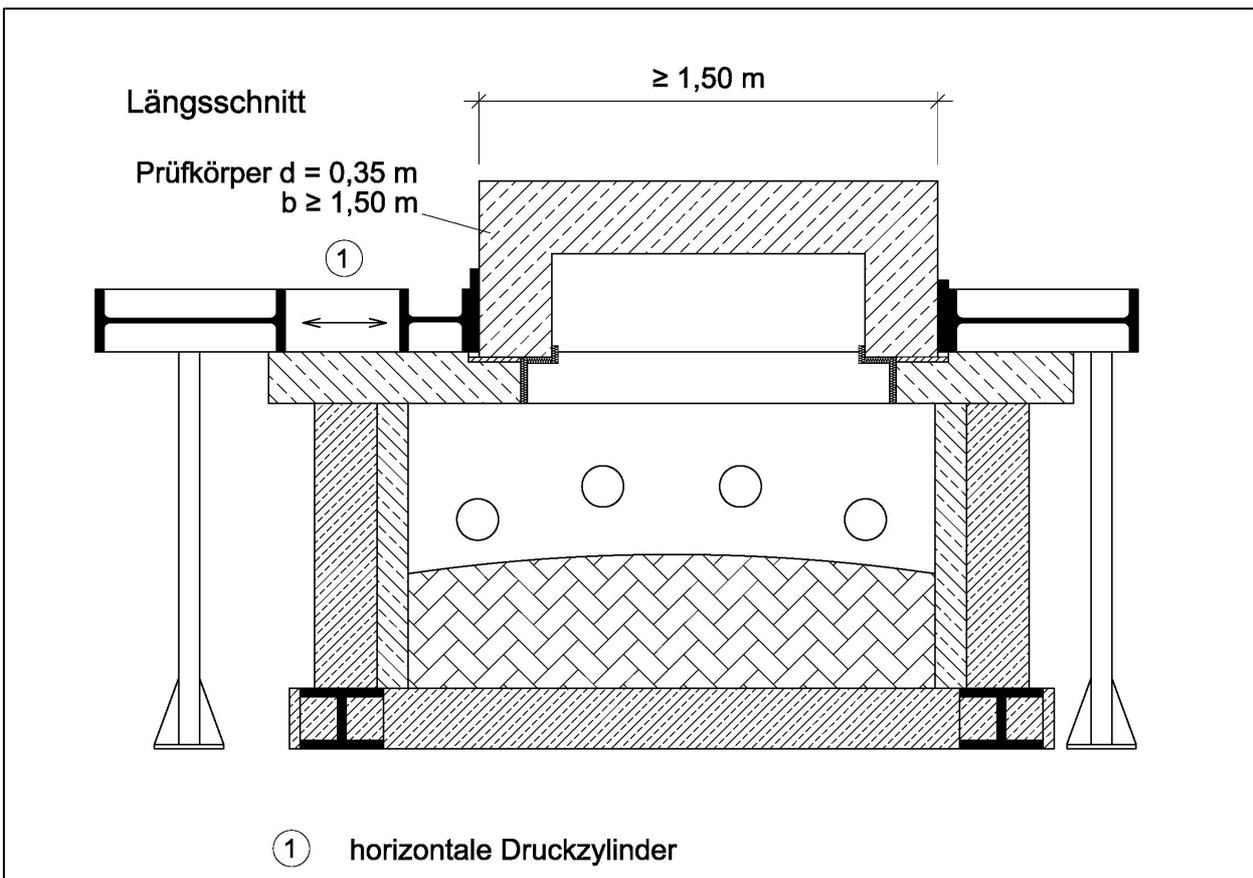


Bild B 5.1.2 Schematischer Versuchsaufbau des Brandversuchs für die offene Bauweise

(2) Bei der Verwendung von PP-Fasern ist der Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton gemäß Nr. B 6 (2) zu führen.

(3) Für den Fall einer erforderlichen Nachdosierung von Fließmittel auf der Baustelle hat der Hersteller des PP-Faserbetons eine temperaturabhängige Nachdosierungstabelle bereitzustellen. Die darin gemachten Angaben sind anhand von Versuchen festzulegen. Die nachträgliche zu zugebende Fließmittelmenge ist in Abhängigkeit der Chargengröße und Mischzeit anzugeben.

(4) Die Konformität des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton ist gemäß Nr. B 6 (2) nachzuweisen. Die Bewertung der Konformität für den tatsächlichen PP-Fasergehalt ist für jede verwendete PP-Faserbetonsorte mindestens je 200 m<sup>3</sup> PP-Faserbeton oder zweimal pro Produktionswoche durchzuführen. Dabei ist diejenige Anforderung, welche die größte Anzahl an Proben ergibt, maßgebend.

(5) Wenn der Konformitätsnachweis des PP-Fasergehaltes am Frischbeton durch den Hersteller nicht geführt werden kann, ist die Bestimmung des PP-Faserrückgewinnungsgrads am Festbeton an einem separat hergestellten Probekörper (Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm) gemäß DIN EN 12390-2 nach Nr. B 7 (3) durchzuführen.

### B 5 Lieferung von Frischbeton

(1) Bei PP-Faserbeton für den baulichen Brandschutz sind die Herkunft und Art sowie die Einwaagemenge der PP-Fasern auf dem Lieferscheinausdruck für Transportbeton und für Fertigteile automatisch anzugeben.

(2) Über einen Wechsel des PP-Faserherstellers und/oder der PP-Faserart ist der Auftraggeber mindestens sechs Wochen vor Betonierbeginn schriftlich zu informieren.

(3) Für jede verwendete PP-Faserbetonsorte ist jeweils für höchstens 300 m<sup>3</sup> oder je drei Betoniertage der tatsächliche PP-Fasergehalt im Frischbeton mittels eines Faserauswaschversuchs gemäß Nr. B 7 (2), zu bestimmen. Dabei ist diejenige Anforderung maßgebend, welche die größte Anzahl von Proben ergibt. Die Übergabe der Ergebnisdokumentation hat zeitnah und fortlaufend an den Auftraggeber zu erfolgen.

### B 6 Qualitätssicherung

(1) Für PP-Faserbeton ist gemeinsam mit dem Verarbeiter ein Qualitätssicherungsplan aufzustellen. Darin wird im Einzelnen festgelegt, was, wie, wie oft und durch wen zu überprüfen ist und welche Grenzwerte eingehalten werden müssen. Für das Vorgehen bei Abweichungen vom Soll müssen

die notwendigen Maßnahmen festgelegt und die Verantwortlichen benannt werden. Die Ergebnisse der Überprüfungen müssen von den Verantwortlichen dokumentiert werden. Aus dem Qualitätssicherungsplan müssen die verantwortlichen Personen klar hervorgehen. Die im Qualitätssicherungsplan festgelegten Maßnahmen und Werte sind im Verarbeitungsversuch nach Nr. B 6 (2) zu überprüfen und ggf. anzupassen. Die inhaltlichen Schwerpunkte für einen Qualitätssicherungsplan sind in dem Erfahrungsbericht für die Verwendung von PP-Faserbeton für den baulichen Brandschutz im Tunnelbau (abrufbar unter [www.bast.de](http://www.bast.de)) beschrieben.

(2) Bei Verwendung von PP-Faserbeton ist eine erweiterte Erstprüfung mit einem großmaßstäblichen Verarbeitungsversuch durchzuführen. Hierbei ist ein großmaßstäblicher Probekörper mit der Geometrie und Bewehrungsführung des späteren Bauwerks herzustellen, der sich an der eigentlichen Baukonstruktion orientiert, wobei die Mindestmaße von Länge 4,5 m, Dicke 0,35 m und Höhe 3,0 m einzuhalten sind. Der PP-Faserbeton für die erweiterte Erstprüfung muss aus dem zur Anwendung vorgesehenen Betonwerk geliefert werden. Es sind mindestens folgende Untersuchungen zusätzlich erforderlich:

- Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton nach Nr. B 7 (2) und im Festbeton (mittels Bohrkernen an mindestens 6 Stellen des Versuchskörpers des großmaßstäblichen Verarbeitungsversuches) nach Nr. B 7 (3).

- Ermittlung des Luftgehaltes im PP-Faserbeton nach DIN EN 12350-7. Der Mindestluftgehalt darf den bei der Erstprüfung ermittelten Wert um max. 1,5 Vol.-% weder unterschreiten noch überschreiten. Bei der Prüfung ist der Einfluss des Pumpens auf den Luftporengehalt zu untersuchen.

(3) Die Ergebnisse des Verarbeitungsversuches sind mindestens eine Woche vor den Betonierarbeiten dem Auftraggeber zur Freigabe vorzulegen.

### B 7 Prüfungen von Frisch- und Festbeton

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

(2) Der Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Frischbeton ist gemäß der Anlage 4 der Richtlinie Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke der Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik

(ÖVBB) zu führen. Abweichend zu den Angaben in der Richtlinie darf der mittels des Faserauswaschversuchs bestimmte PP-Fasergehalt gegenüber dem Sollwert nur wie folgt abweichen: kleinster Einzelwert: -10% und kleinster Mittelwert: -5%.

(3) Der Nachweis des tatsächlichen PP-Fasergehaltes im Festbeton ist gemäß der Anlage 5 der Richtlinie Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke der ÖVBB zu führen. Bei den PP-Faserrückgewinnungsversuchen müssen  $\geq 58\%$  (Einzelwert) und  $\geq 65\%$  (Mittelwert) des Sollwertes für den PP-Fasergehalt [kg/m<sup>3</sup>] wiedergefunden werden.

(4) Die Prüfung darf nur von Prüflaboratorien durchgeführt werden, die durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) akkreditiert sind und den Validierungsversuch nach dem Anhang 4 bzw. 5 der Richtlinie Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke der ÖVBB erfolgreich durchgeführt haben.

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

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 5 Tunnelbau

## Abschnitt 2 Offene Bauweise

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

---

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

	Seite
8.3	Abdichtung mit KDB.....12
<b>9</b>	<b>Tunnelentwässerung</b> .....12
9.1	Allgemeines .....12
9.2	Bemessung der Entwässerungsanlagen .....13
9.3	Bauliche Ausbildung der Entwässerungsanlagen .....13
9.3.1	Längsentwässerungsleitungen .....13
9.3.2	Dränageleitungen .....13
9.3.3	Hebe- und Gewässerschutzanlagen ....13
<b>10</b>	<b>Baulicher Brandschutz</b> .....14
10.1	Allgemeines .....14
10.2	Thermische Einwirkungen .....14
10.3	Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion .....14
10.3.1	Allgemeines .....14
10.3.2	Konstruktive Maßnahmen.....14
10.3.3	Rechnerischer Nachweis .....14
10.4	Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau .....14
<b>11</b>	<b>Innenausbau</b> .....14
11.1	Straßenaufbau und Sohlabdichtung .....14
11.2	Wandflächen und Deckenflächen .....15
11.3	Lärmschutzbekleidungen.....15
11.4	Zwischendecken und Trennwände .....15
11.5	Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte .....15
11.6	Zugänglichkeit der Konstruktion .....15
<b>12</b>	<b>Bauwerksunterlagen und Dokumentation</b> .....15

# 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 ab einer Länge von 80 m in offener Bauweise behandelt.

(2) Die Regelungen gelten auch für Trogbauwerke.

## 1.3 Begriffsbestimmungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 1.3

## 1.4 Anforderungen an die Beteiligten

(1) Mit der Vorerkundung, Planung, Berechnung, Prüfung, Herstellung und Erhaltung von Straßentunneln dürfen nur solche Personen verantwortlich betraut werden, die gründliche Fachkenntnisse und praktische Erfahrungen auf diesen Gebieten nachweisen können.

(2) Zur Bauleitung und Arbeitsaufsicht dürfen nur Führungskräfte eingesetzt werden, die bereits bei entsprechenden Tunnelbauarbeiten nachweislich tätig waren und ausreichende Kenntnis für die ordnungsgemäße Ausführung derartiger Arbeiten besitzen.

# 2 Geotechnische Untersuchungen

## 2.1 Allgemeines

(1) Es gelten DIN EN 1997-1, 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, DIN 1054, DIN 4085 und die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB).

(2) Das Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke ist zu beachten.

(3) Die Standsicherheitsnachweise müssen ausreichende 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 Allgemeines

Zusätzliche Lasten aus sonstigen beteiligten Verkehrsträgern und ggf. Lasten aus Überbauungen sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

### 3.2.2 Erddruck

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

### 3.2.3 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“ nach zuweisen. Dieser ist als Bemessungssituation BS-A mit den Teilsicherheitsbeiwerten gemäß DIN 1054 anzusetzen.

### 3.2.4 Lasten aus Verkehr auf der Tunneldecke

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

(2) Außerhalb von Verkehrswegen ist eine Flächenlast von 5 kN/m<sup>2</sup> anzusetzen. Einwirkungen aus Fahrzeugen außerhalb von Verkehrswegen wie z.B. militärische Fahrzeuge, Betriebsfahrzeuge und Rettungsfahrzeuge sind gesondert nachzuweisen.

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

### 3.2.5 Verkehrslasten für begehbare Teile von Tunneln

(1) 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.

(2) *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.*

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

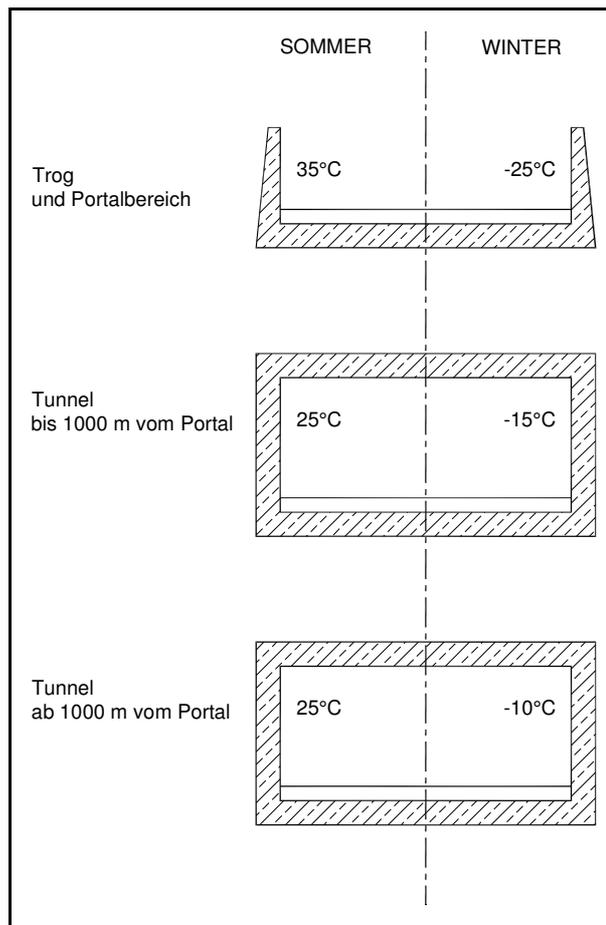


Bild 5.2.1: Temperaturen an den inneren Bauteiloberflächen bzw. Straßenoberflächen

(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 Rissevermeidung in Sonderfällen eine Kühlung des Betons durch innenliegende Kühlrohre vorgesehen, sind hierfür Temperaturansätze aufzustellen und rechnerisch zu berücksichtigen.

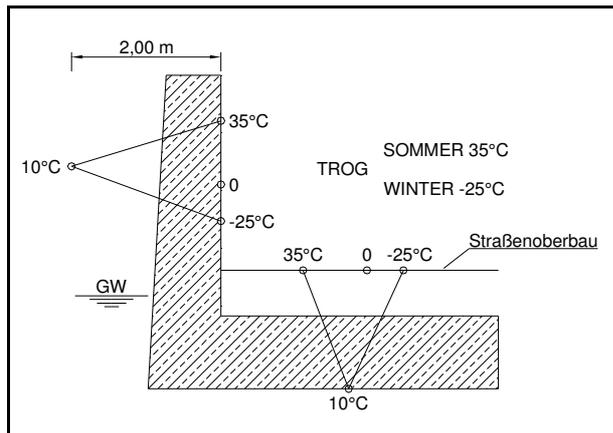


Bild 5.2.2: Temperaturverlauf im Querschnitt

### 3.2.7 Druck und Sog auf Bekleidungen

Für Tunnel mit einem lichten Querschnitt von  $50 \text{ m}^2$  und mehr sind die Bekleidungen für die Einwirkungen aus Druck und Sog mit  $0,5 \text{ kN/m}^2$  zu bemessen. Bei Tunneln mit geringerem Querschnitt erhöht sich der Sog. Bei einem lichten Querschnitt von  $43 \text{ m}^2$  und weniger beträgt er  $0,8 \text{ kN/m}^2$ . Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

### 3.2.8 Brandeinwirkungen

Es 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 Mindestbewehrung für WUB-KO

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  $12 \text{ cm}^2/\text{m}$  je Seite und Richtung (längs und quer).

### 3.3.3 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 1991-2 zu multiplizieren. Abweichend von DIN EN 1991-2 sind die Temperatureinwirkungen mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma = 1,0$  anzusetzen.

### 3.3.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

#### 3.3.4.1 Allgemeines

(1) Die ständigen Lasten sind vollständig mit ihren charakteristischen Werten anzusetzen.

(2) Die veränderlichen Einwirkungen aus Verkehr sind für die häufige Kombination mit den Kombinationsbeiwerten gemäß DIN EN 1991-2 für den häufig wirkenden Lastanteil zu multiplizieren.

(3) In Sonderfällen, in denen die Verkehrslast mit großer Wahrscheinlichkeit in voller Höhe auftritt, ist der Kombinationsbeiwert in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(4) Für die Einhaltung der zu ermittelnden rechnerischen Rissbreite ist der Einbau der errechneten Bewehrung nur eine Bedingung. Genauso wichtig sind konstruktive Maßnahmen wie z.B. die Vermeidung großer Querschnittsänderungen, und beton-technologische Maßnahmen, z.B. durch die Wahl des Zementes und der Betonrezeptur sowie bautechnische Maßnahmen wie z.B. Betoneinbau einschließlich dessen Nachbehandlung.

3.3.4.2 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. 3.3.4.3), 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.

3.3.4.3 Stahlspannung im Rissquerschnitt

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

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

(3) Stahlspannungen aus  $\Delta T$  und  $\Delta T_s$  sind bei der Ermittlung der Rissbreite nach Nr. 3.3.4.4 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.

3.3.4.4 Ermittlung des Rechenwertes der Rissbreite

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

3.3.4.5 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.

3.3.4.6 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

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 4.1.

### 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 Betriebs-einrichtungen.

#### 4.3.3 Bauzeiten- und Bauablaufplan

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

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

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

#### 4.3.4 Baustelleneinrichtungsplan

Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber vor Bau-beginn einen Baustelleneinrichtungsplan zur Zu-

stimmung vorzulegen. In diesem Plan sind mindes-tens darzustellen:

- die gesamte Baustelleneinrichtung wie Lager, Werkstätten, Unterkünfte, sanitäre Anlagen,
- die Baustellenver- und entsorgungsanlagen ein-schließlich Absetzbecken und ggf. Neutralisati-onsanlage 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 und Baustoffe

### 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 Einhal-tung des Lichtraums an jeder Stelle ist hierbei si-cherzustellen.

(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 verfor-mungsarm auszubilden. Schalwagen sind als Stahlkonstruktion auszuführen.

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

(3) Zur Kontrolle der Verformungen und Setzungen während des Betoniervorgangs sind leicht zugäng-liche Messpunkte in ausreichender Anzahl vorzu-sehen.

(4) Die Ausführungsunterlagen (Standstabilisierungs-nachweise, 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 Zwangbeanspruchungen ist die Betonzusammensetzung so zu wählen, dass die für das Ausschalen notwendige Frühfestigkeit (Ausschalzeitpunkt) 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 mindestens 6 Wochen vor Betonierbeginn vorzulegen.

(5) Zur Verbesserung des baulichen Brandschutzes ist die Konstruktion 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 2 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, nach 28 und ggf. nach 56 d an jeweils drei Betonprobewürfeln nachzuweisen.

#### 5.2.1.3 Erhärtungsprüfungen

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 1048-5 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 mindestens 6 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. 5.2.7

### 5.2.6 Fugeneinlagen

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

### 5.2.7 Befestigungsmittel und Leerrohre

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 5.2.8.

### 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 5.2.1 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 Dachprofil auszubilden. Bei Tunneldecken, die ständig im Grundwasser liegen, kann dies entfallen.

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

auszubilden.

#### 7.2.3 Blockfugenausbildung

(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. 5.2.6 auszubilden und luftseitig mit Fugenabschlussbändern zu versehen.

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

#### 7.2.4 Betondeckung

Es gilt Nr. 10.3.2.

#### 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. Die Schütthöhendifferenz darf auf einer Seite in Längsrichtung 0,70 m nicht übersteigen.

(2) Alle Risse mit Rissbreiten von 0,20 mm und größer sowie alle wasserführenden Risse sind nach Teil 3 Abschnitt 5 zu füllen.

### 7.3 Konstruktionen außerhalb des Grundwassers

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

(2) *Die Blocklängen sind abhängig vom Grundrissradius und der Querschnittsgröße des Bauwerks. Sie liegen zwischen 7,50 m und 12,50 m.*

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

(4) 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.

## 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 Trennschicht vorzusehen.*

(2) Rohr- und Kabeldurchführungen nach außen sind mittels einbetonierter Einbauteile mit Dichtkrägen 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) Die Blocklängen sind abhängig von der Querschnittsgröße und vom Grundrissradius des Bauwerks. Sie dürfen 10 m nicht überschreiten.

(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.

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

(8) *Die Blöcke sind in der Regel monolithisch ohne Arbeitsfugen herzustellen.*

(9) Werden Arbeitsfugen vorgesehen, sind sie mit Fugenblechen auszuführen. Die Fugenbleche sind mit den Stahllaschen des innenliegenden Fugenbandes wasserdicht zu einem geschlossenen Abdichtungssystem zu verschweißen.

(10) 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- bzw. 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 5.2.1 geregelt.

(4) *Bei Wasserdrücken größer als 30 m WS ist zu überprüfen, ob besondere Maßnahmen zu ergreifen sind.*

(5) 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.

(6) Hinsichtlich der Dichtigkeitsanforderungen sind die Dichtigkeitsklassen gemäß Abschnitt 1 Tabelle 5.1.1 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 5.2.1 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) *Folgende Wässer und andere Flüssigkeiten sind über die Entwässerung abzuleiten:*

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

(2) *Für die Planung und Ausführung von Dränagesystemen ist die Richtlinie für*

Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln (RI-BWD-TU) zu beachten.

(3) Alle anfallenden Wässer und anderen Flüssigkeiten müssen gesammelt und vor Einleitung in einen Vorfluter je nach Verschmutzungsgrad in einem Absetzbecken, Leichtflüssigkeitsabscheider und / oder in einer Neutralisationsanlage entsprechend den wasserrechtlichen Vorgaben und Auflagen behandelt werden.

(4) Für die Entsorgung der Wässer ist ein den örtlichen Randbedingungen entsprechendes Konzept aufzustellen.

## 9.2 Bemessung der Entwässerungsanlagen

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

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

(3) 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 Bauliche Ausbildung der Entwässerungsanlagen

### 9.3.1 Längsentwässerungsleitungen

(1) Es gilt Abschnitt 1.

(2) Die Entwässerung der Tunnelrampen 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 Nr. 9.1 zu behandeln.

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

### 9.3.2 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.

### 9.3.3 Hebe- und Gewässerschutzanlagen

Es gilt Abschnitt 1.

Tabelle 5.2.1: Abdichtungssysteme von Tunnelbauwerken in offener Bauweise

Abdichtungsgeometrie	Hydrostatischer Druck über Tunnelsohle [m WS]	Chemischer Betonangriff nach DIN 4030	erforderliche Zusatzmaßnahmen				
			Decke / Gewölbe	Wand	Sohle (falls erforderlich)	Blockfuge	Arbeitsfuge (falls vorhanden)
Regenschirm	ohne	chemisch schwach bis mäßig angreifend	KDB 3 mm	KDB 3 mm	-	-	ohne Fugenblech
			WUB-KO <sup>1)</sup>			innenliegendes Fugenband	
rundum	bis ca. 30	chemisch stark angreifend	KDB 3 mm			-	mit Fugenblech
		chemisch schwach bis mäßig angreifend	WUB-KO <sup>1)</sup>			innenliegendes Fugenband mit Stahlflaschen	
		chemisch stark angreifend	WUB-KO + KDB 3 mm			innenliegendes Fugenband mit Stahlflaschen	

<sup>1)</sup> Regelkonstruktion

## 10 Baulicher Brandschutz

### 10.1 Allgemeines

Es gilt Abschnitt 1.

### 10.2 Thermische Einwirkungen

Es gilt Abschnitt 1.

### 10.3 Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion

#### 10.3.1 Allgemeines

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

(2) Für Gewölbequerschnitte gilt Abschnitt 1.

#### 10.3.2 Konstruktive Maßnahmen

(1) Die konstruktiven Maßnahmen sind darauf abzustellen, dass die tragende Bewehrung im Brandfall nicht über 300 °C erwärmt wird. Dies kann in der Regel durch Einhaltung einer ausreichenden Betondeckung und Herstellung der Tunnelwände und -decke sowie Zwischendecken aus PP-Faserbeton gemäß Abschnitt 1 Anhang B sichergestellt werden.

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

(4) Bei Ausbildung der Decken- und Wandfugen als Raumbfugen sind Fugeneinlagen aus Baustoffen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 zu verwenden.

#### 10.3.3 Rechnerischer Nachweis

(1) Für Rahmen mit oder ohne Sohle, ein- und zweizellig, mit Bauteildicken von 0,80 m bis 1,60 m und Stützweiten bis 16 m darf ein vereinfachter rechnerischer Nachweis des Lastfalls Brand geführt werden. Dabei ist ein Temperaturunterschied von 50 K 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 1991-2 zu führen.

(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 genauere rechnerischer Nachweis durchzuführen.

(4) Bei abweichenden Querschnitten und Systemen ist ein genauere rechnerischer Nachweis unter Berücksichtigung der realen Querschnittserwärmung und Steifigkeitsveränderung während des Brandes zu führen.

### 10.4 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau

Es gilt Abschnitt 1.

## 11 Innenausbau

### 11.1 Straßenaufbau und Sohlabdichtung

(1) In der Regel wird der Straßenaufbau in der gleichen Bauweise und Bauklasse wie auf der anschließenden freien Strecke ausgeführt. Es gelten die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO).

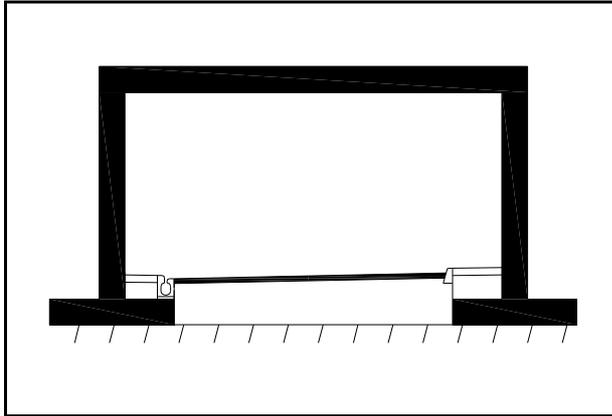
(2) Hinsichtlich der Querschnittsform unterscheidet man die in den Bildern 5.2.3 bis 5.2.6 dargestellten Tunnelquerschnitte.

(3) Ist bei Rechteck- und Gewölbequerschnitten mit offener Sohle (Bilder 5.2.3 und 5.2.5) eine Drainageleitung erforderlich, ist diese oberhalb der Gründungsebene vorzusehen.

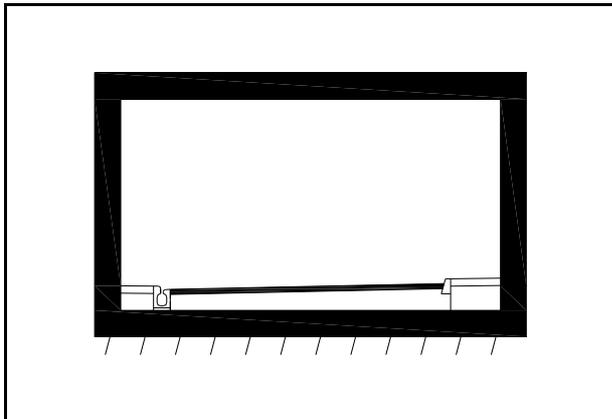
(4) Bei Rechteck- und Gewölbequerschnitten mit geschlossener Sohle (siehe Bilder 5.2.4 und 5.2.6) ist bei Ausbildung des Straßenaufbaus wie auf der freien Strecke keine innenseitige Abdichtung der Sohle erforderlich.

(5) Zum Abführen des eventuell anfallenden Sickerwassers ist auf der Sohle eine mindestens 20 cm dicke ungebundene Tragschicht gemäß den Anforderungen der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB) anzuordnen. Zuschläge aus Kalkstein und Dolomit sind nicht zugelassen. Die Durchlässigkeit des Materials dieser Tragschicht muss mindestens  $10^{-5}$  m/s betragen. Am Tiefpunkt ist eine Drainageleitung mit einem Mindestdurchmesser von DN 150 vorzusehen. Diese Leitung ist in einem gebundenen Filterkörper zu verlegen.

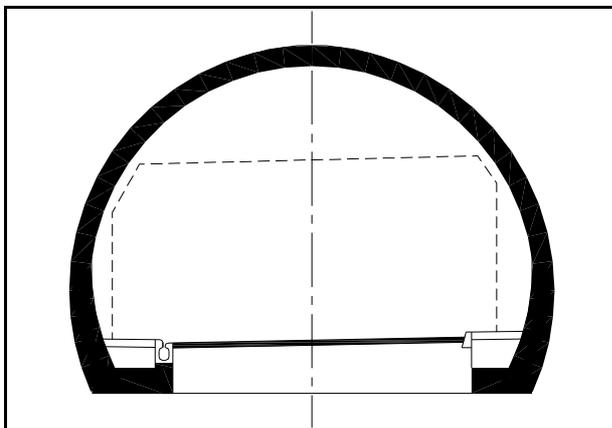
(6) Wird im Ausnahmefall der Straßenaufbau der freien Strecke im Bauwerksbereich nicht durchgeführt, ist der Fahrbahnbelag einschließlich der Abdichtung gemäß Teil 7 Abschnitt 1 Anhang A auszuführen.



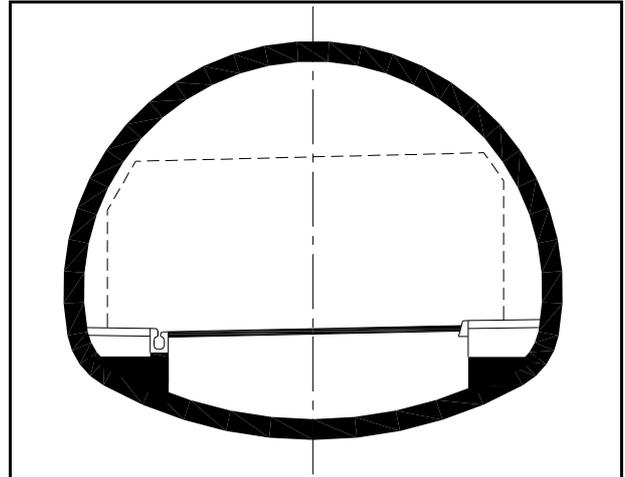
**Bild 5.2.3:** Rechteckquerschnitt mit offener Sohle



**Bild 5.2.4:** Rechteckquerschnitt mit geschlossener Sohle



**Bild 5.2.5:** Gewölbequerschnitt mit offener Sohle



**Bild 5.2.6:** Gewölbequerschnitt mit geschlossener Sohle

## 11.2 Wandflächen und Deckenflächen

Es gilt Abschnitt 1.

## 11.3 Lärmschutzbekleidungen

Es gilt Abschnitt 1.

## 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 Auflagern zu gewährleisten. Trennwände sind mindestens 20 cm dick auszuführen. Die Zwischendecken und Trennwände sind denselben Expositionsklassen zuzuordnen wie Tunnelwände und -decken.

## 11.5 Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte

Es gilt Abschnitt 1.

## 11.6 Zugänglichkeit der Konstruktion

Es gilt Abschnitt 1.

## 12 Bauwerksunterlagen und Dokumentation

Es gilt Abschnitt 1.

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

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

# **ZTV-ING**

## **Teil 5 Tunnelbau**

## **Abschnitt 3 Maschinelle Schildvortriebsverfahren**

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

---

Inhalt	Seite		Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	4	5.3.1 Schildmantel .....	10
1.1 Grundsätzliches .....	4	5.3.2 Schildschwanzdichtung .....	10
1.2 Geltungsbereich.....	4	5.3.3 Ringspaltverpressung.....	10
1.3 Begriffsbestimmungen .....	4	5.4 Vortriebspresen .....	10
1.4 Anforderungen an die Beteiligten .....	4	5.5 Tübbingversetzeinrichtung .....	10
<b>2 Geotechnische Untersuchungen</b> .....	4	5.6 Personen- und Materialschleusen.....	11
<b>3 Standsicherheitsnachweise</b> .....	5	5.7 Steuer- / Kontrolleinrichtungen .....	11
3.1 Allgemeines .....	5	5.8 Zusatzeinrichtungen .....	11
3.2 Einwirkungen .....	5	5.9 Wartung und Reparatur.....	11
3.2.1 Ständige Lasten .....	5	5.10 Probetrieb .....	11
3.2.2 Verkehrslasten .....	6	5.11 Sicherheitsanforderungen .....	11
3.2.3 Sonstige Lasten .....	6	<b>6 Tunnelvortrieb</b> .....	11
3.3 Nachweise und Bemessung .....	6	6.1 Allgemeines .....	11
3.3.1 Allgemeines .....	6	6.2 Start- und Zielvorgänge.....	11
3.3.2 Berechnungsmodelle .....	6	6.3 Standsicherheit der Ortsbrust.....	11
3.3.3 Schnittgrößenermittlung.....	7	6.3.1 Allgemeines .....	11
3.3.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	7	6.3.2 Arten der Ortsbruststützung .....	12
3.3.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	7	6.4 Überwachung und Steuerung.....	12
3.4 Messungen während der Bauausführung.....	7	6.4.1 Fahrt der Vortriebsmaschine .....	12
<b>4 Baubegleitende Maßnahmen</b> .....	8	6.4.2 Datenerfassung und -protokollierung ...	13
4.1 Allgemeines .....	8	6.5 Qualitätskontrolle.....	13
4.2 Ausführungsunterlagen.....	8	6.6 Notfallplan.....	13
4.2.1 Allgemeines .....	8	<b>7 Konstruktion</b> .....	13
4.2.2 Standsicherheitsnachweise und Ausführungszeichnungen .....	8	7.1 Allgemeines .....	13
4.2.3 Bauzeiten- und Bauablaufplan.....	8	7.2 Anforderungen an die Tübbingkonstruktion .....	14
4.2.4 Baustelleneinrichtungsplan.....	8	7.2.1 Abmessungen.....	14
4.2.5 Pflichtenheft .....	9	7.2.2 Betontechnologie.....	14
4.2.6 Tunnelbauhandbuch .....	9	7.2.3 Mindestbewehrung und Betondeckung	14
4.2.7 Tübbinghandbuch .....	9	7.2.4 Konstruktion im Fugenbereich.....	14
4.3 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen .....	9	7.2.5 Toleranzen und Kontrollmessungen.....	14
<b>5 Maschinentechnik</b> .....	10	7.3 Ringbau .....	15
5.1 Allgemeines .....	10	7.3.1 Ringgeometrie .....	15
5.2 Abbausystem .....	10	7.3.2 Verbindung der Tübbingelemente .....	15
5.2.1 Konzeption .....	10	7.3.3 Ringspaltverpressung.....	15
5.2.2 Lockergesteinsvortrieb.....	10	<b>8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser</b> ...	17
5.2.3 Festgesteinsvortrieb.....	10	8.1 Allgemeines .....	17
5.3 Schildkonstruktion.....	10	8.2 1-schalige Konstruktionen .....	17
		8.2.1 Konstruktionsgrundsätze.....	17

	Seite
8.2.2	Anforderungen an den Dichtungsrahmen / an das Dichtungsprofil .....17
8.3	2-schalige Konstruktionen .....17
8.3.1	Konstruktionsgrundsätze .....17
8.3.2	Abdichtung mit KDB.....17
8.3.3	Innenschale als WUB-KO .....17
<b>9</b>	<b>Tunnelentwässerung</b> .....17
9.1	Allgemeines .....17
9.2	Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit.....17
9.3	Entwässerungsanlagen .....18
<b>10</b>	<b>Baulicher Brandschutz</b> .....18
10.1	Allgemeines .....18
10.2	Thermische Einwirkungen .....18
10.3	Brandschutzmaßnahmen für die Konstruktion .....18
10.3.1	1-schalige Konstruktionen .....18
10.3.2	2-schalige Konstruktionen .....18
10.4	Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau .....18
<b>11</b>	<b>Innenausbau und Querschläge</b> .....18
11.1	Allgemeines .....18
11.2	Straßenaufbau und Sohlabdichtung .....18
11.2.1	1-schalige Konstruktionen .....18
11.2.2	2-schalige Konstruktionen .....18
11.3	Wand- und Deckenflächen .....18
11.3.1	1-schalige Konstruktionen .....18
11.3.2	2-schalige Konstruktionen .....19
11.4	Lärmschutzbekleidungen.....19
11.5	Zwischendecken und Trennwände .....19
11.6	Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte .....19
11.7	Querschläge .....19
11.8	Zugänglichkeit der Konstruktion .....19
<b>12</b>	<b>Bauwerksunterlagen und Dokumentation</b> .....19

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 5 Abschnitt 3 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 von Straßentunneln, die mittels maschineller Schildvortriebsverfahren hergestellt werden, d.h. es werden ausschließlich Regelungen für den Einsatz von Tunnelvortriebsmaschinen mit Schild behandelt.

(2) Für die Herstellung von kleinen Querschnitten, z.B. Rettungsstollen, sind die Regelungen sinngemäß anzuwenden.

## 1.3 Begriffsbestimmungen

### (1) Tunnelvortriebsmaschinen (TVM)

Maschinen, die entweder den gesamten Tunnelquerschnitt mit einem Bohrkopf bzw. einem Schneidrad im Vollschnitt oder teilflächig durch geeignete Lösevorrichtungen abbauen. Beim Abbauvorgang wird die Maschine entweder kontinuierlich oder hubweise vorgeschoben.

### (2) Maschinelle Schildvortriebsverfahren

Verfahren, bei denen entweder der gesamte Tunnelquerschnitt mit einem Bohrkopf bzw. einem Schneidrad im Vollschnitt oder teilflächig durch geeignete Lösevorrichtungen abgebaut wird. Der Abbau des Baugrunds und der Einbau der Sicherung verlaufen im Schutze eines Schildes. Dabei kommen sowohl Tunnelbohrmaschinen (TBM) mit Schild als auch Schildmaschinen (SM) zum Einsatz.

### (3) 1-schalige Konstruktion

Hierbei werden Fertigteilelemente (Tübbinge) im Schutze des Schildes zu einer Schale montiert. Die Tübbingschale dient dabei als endgültige Konstruktion und übernimmt dauerhaft die Trag- und Dichtigkeitsfunktionen (siehe Bild 5.3.1).

### (4) 2-schalige Konstruktion

Hierbei wird die Tübbingschale durch eine abgedichtete oder wasserundurchlässig ausgeführte Innenschale ergänzt. Die Tübbingschale übernimmt im Regelfall im Endzustand keine Dichtigkeitsfunktion, sondern hat ausschließlich Erddrucklasten aufzunehmen (siehe Bild 5.3.2).

(5) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen aus den einschlägigen DIN-Normen.

## 1.4 Anforderungen an die Beteiligten

(1) Mit der Vorkundung, Planung, Berechnung, Prüfung, Herstellung und Erhaltung von Straßentunneln dürfen nur solche Personen verantwortlich betraut werden, die gründliche Fachkenntnisse und praktische Erfahrungen auf diesen Gebieten nachweisen können.

(2) Zur Bauleitung und Arbeitsaufsicht dürfen nur Führungskräfte eingesetzt werden, die bereits bei entsprechenden Tunnelbauarbeiten nachweislich tätig waren und ausreichende Kenntnisse für die ordnungsgemäße Ausführung derartiger Arbeiten besitzen.

# 2 Geotechnische Untersuchungen

(1) Die geotechnischen Untersuchungen sind nach Abschnitt 1 Nr. 2 durchzuführen.

(2) Zusätzlich sind verfahrens- und maschinenrelevante Baugrundeinflüsse zu benennen und daraus resultierende mögliche Konsequenzen für die Maschinenauslegung bzw. den Vortrieb anzugeben, z.B. im Hinblick auf:

- Bewältigung von Steinen bzw. Blöcken,
- Hindernisse im Baugrund,
- Zusatzmaßnahmen zur Sicherstellung der Ortsbruststabilität,
- Hohlräume / Grobkiesschichten mit der Gefahr von Suspensionsverlusten,
- Verschleiß- und Verklebungsprobleme infolge Mineralogie / Quellerscheinungen,
- Fließsandschichten mit der Gefahr der Ortsbrustinstabilität,
- gespannte Grundwasserverhältnisse, Hauptfließrichtungen des Grundwassers, Fließgeschwindigkeit, Wasserstände, Tideeinflüsse,
- Grundwasserchemismus, z.B. Salzgehalt des Grundwassers,
- Setzungsempfindlichkeit des Baugrundes,
- Injizierbarkeit des Baugrundes,
- Konditionierbarkeit des Baugrundes,
- Verspannbarkeit der Maschine im Baugrund,
- Kontamination des Baugrundes,
- Deponierbarkeit.

### 3 Standsicherheitsnachweise

#### 3.1 Allgemeines

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

(2) Die Standsicherheitsnachweise umfassen die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise.

(3) Die Standsicherheitsnachweise müssen ausreichende Angaben über die Bau- und Endzustände in übersichtlicher und prüfbarer Form enthalten. Hierzu zählen insbesondere:

- Geometrie des Bauwerks,
- Lastannahmen,
- Baustoffkennwerte,
- statische Systeme und Berechnungsverfahren,
- Baugrund,
- Ermittlung der Beanspruchungen und Verformungen,
- Bauverfahren und Bauzustände unter Berücksichtigung der Verformungen,
- Sicherheitsbeiwerte,
- Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Verformungen des Bauwerks mit Einzelnachweisen für alle tragenden Bauteile.

(4) Die Standsicherheitsnachweise der Ortsbrust sind in Nr. 6.3 geregelt.

(5) Hinweise zu den Standsicherheitsnachweisen im Lockergestein enthalten die Empfehlungen zur Berechnung von Tunneln im Lockergestein der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT).

#### 3.2 Einwirkungen

##### 3.2.1 Ständige Lasten

###### 3.2.1.1 Eigenlasten

Als Eigenlasten gelten das Eigengewicht des Ausbaus und die Gewichte der übrigen eingebrachten Bauteile.

###### 3.2.1.2 Erddruck, Gebirgsdruck

(1) Die Bodeneigenlasten sowie die anzusetzenden bodenmechanischen Kennwerte sind dem geotechnischen Bericht zu entnehmen.

(2) Bereits bekannte künftige Geländeaufhöhungen oder –abgrabungen sind zu berücksichtigen.

(3) Bei zweischaligen Konstruktionen ist die äußere

re Tübbingschale für den Endzustand nur auf Erddruck zu bemessen.

(4) Die Wechselwirkungen zwischen Gebirge und Ausbau, welche die Spannungs- und Verformungszustände von Gebirge und Ausbau beim Tunnelbau bestimmen, z.B. Quellen, Schwellen und Kriechen des Gebirges sowie Einwirkungen aus Erdfallschloten, Karsterscheinungen und Störungszonen, sind hinsichtlich Art und Größe nachvollziehbar herzuleiten und zu begründen.

###### 3.2.1.3 Wasserdruck und Auftrieb

(1) Es ist zu überprüfen, ob die tatsächlichen Wichten von den Angaben der DIN EN 1997-1, und DIN 1054 abweichen (z. B. Bewehrungsgrad, Aussparungen).

(2) Als Wasserdruck sind die Kräfte des ruhenden oder strömenden Wassers entsprechend dem höchsten zu erwartenden Wasserstand anzusetzen. Die Änderung der Potentialverhältnisse durch Bauzustände und durch das fertige Bauwerk ist zu berücksichtigen.

(3) Es ist auch die Bemessungssituation „minimaler Grundwasserstand“ zu untersuchen.

(4) In der Leistungsbeschreibung ist für den Nachweis der Auftriebssicherheit anzugeben, inwieweit z.B. Einbauten, Sohlauffüllung, Überschüttungen und Abgrabungen anzusetzen sind.

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

(6) Für den späteren Austausch des Straßenoberbaus ist die Bemessungssituation, „ohne Straßenoberbau“ nachzuweisen. Diese ist als Bemessungssituation BS-A mit den Teilsicherheitsbeiwerten gemäß DIN 1054 anzusetzen.

(7) Bei zweischaligen Konstruktionen ist der Wasserdruck für den Endzustand nur für die Innenschale anzusetzen.

###### 3.2.1.4 Temperatureinwirkungen

(1) Die Ansätze für gleichmäßige und ungleichmäßige Temperaturänderungen der Tunnelauskleidung sind im Einzelfall nach den Betriebsbedingungen und Bauzuständen des Tunnels festzulegen.

(2) Es gelten die Angaben in Abschnitt 1.

(3) Temperatureinwirkungen im Brandfall und entsprechende Schutzmaßnahmen sind in Nr. 10 beschrieben.

### 3.2.1.5 Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen

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

### 3.2.1.6 Einwirkungen aus benachbarten Tunnelröhren

Einwirkungen aus benachbarten Tunnelröhren sind für alle Bauzustände und für den Endzustand zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch Einflüsse aus einer beabsichtigten späteren Herstellung benachbarter Tunnelröhren.

### 3.2.2 Verkehrslasten

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

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

(3) Für begehbare Teile von Tunneln (z.B. Podeste, Treppen) ist eine Verkehrslast von  $5 \text{ kN/m}^2$  anzusetzen. Für Lüftungskanäle ist eine Verkehrslast von  $1 \text{ kN/m}^2$  bzw.  $P = 1 \text{ kN}$  (Mannlast) anzusetzen.

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

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

### 3.2.3 Sonstige Lasten

(1) Als sonstige Lasten sind folgende Lasten zu berücksichtigen:

- Temporäre Belastungen während der Bauzeit, z.B. Vortriebslasten aus Pressenkräften, Nachläuferlasten, Auftriebslasten, Verpressdrücke aus Ringspaltverfüllung,
- Druck und Sog auf die Tunnelauskleidung, siehe Abschnitt 1 Nr. 3.2.3

(2) *Bei den Vortriebslasten aus Pressenkräften sind die maximal installierte Pressenkraft und die Betriebspressenkraft zu unterscheiden. Die maximal installierte Pressenkraft ist die Kraft, die aufgrund der Auslegung der Pressen und Hydraulik maximal möglich ist. Die Betriebspressenkraft ist im Regelfall geringer und ist die beim Vortrieb maximal aktivierbare Kraft.*

(3) Bei der Unterquerung von Gewässern sind mögliche Auskolkungen zu berücksichtigen. Weiterhin sind bei schiffbaren Gewässern die Wracklast für das jeweils zutreffende Bemessungsschiff, Ankerwurf sowie Baggertoleranzen zu berücksichtigen.

(4) Falls erforderlich, ist auch der Sonderlastfall „Innendruck im Tunnel“ (z. B. gefluteter Tunnel) zu untersuchen.

## 3.3 Nachweise und Bemessung

### 3.3.1 Allgemeines

(1) Für Bereiche des Baugrunds mit jeweils gleichbleibenden boden- und felsmechanischen Eigenschaften (Homogenbereiche) ist jeweils ein mechanisches Modell zu erarbeiten, das die folgenden Elemente erfasst:

- Struktureller Aufbau, Klüftung, Schichtung,
- Verformbarkeit und Festigkeit des Locker- bzw. Festgesteins,
- Primärspannungen,
- Wasserstände und Durchlässigkeit des Baugrunds, Grundwasserströmungsverhalten,
- Einwirkungen aus Baugrundverbesserungen wie z. B. Injektionen, Rüttelstopfsäulen, Drainage, Gefrierverfahren.

(2) Die erforderlichen boden- und felsmechanischen Kennwerte sind dem geotechnischen Bericht zu entnehmen.

(3) Neben den Belastungsfällen im Endzustand sind auch andere Zustände, wie z.B. diejenigen unmittelbar hinter der Vortriebsmaschine, zu untersuchen.

### 3.3.2 Berechnungsmodelle

(1) Aufgrund der geotechnischen Untersuchungen ist ein mechanisches Gebirgs- und Berechnungsmodell entsprechend Abschnitt 1 Nr. 3.3.2 aufzustellen.

(2) Die Standsicherheitsnachweise sind nach dem Bettungsmodulverfahren (elastisch gebetteter Stabzug) oder auf der Grundlage von Kontinuummodellen zu führen.

(3) Beim Bettungsmodulverfahren muss der Ansatz der tangentialen Bettung und der tangentialen Lastanteile die geotechnischen und baubetrieblichen Randbedingungen berücksichtigen. (z.B. die Eigenschaften der Ringspaltverpressung). Die Summe der vertikal auf den Tunnel wirkenden Lasten ist als entgegengerichtete Gleichlast auf die

Sohle anzusetzen, um eine Translation des Tunnels zu vermeiden.

(4) Bei der Verwendung von Kontinuummodellen sind der Ausbau und der umgebende Baugrund durch diskrete Elemente abzubilden, deren mechanisches Verhalten den jeweiligen Baustoffen bzw. Baugrundverhältnissen entspricht. Die Auswirkungen der natürlichen Streubreite der Baugrundparameter und der Einflussgrößen aus dem Vortriebsgeschehen sind zu berücksichtigen.

### 3.3.3 Schnittgrößenermittlung

(1) Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt nach dem Bettungsmodulverfahren oder nach dem Kontinuummodell. Bei Anwendung des Kontinuummodells sind für die maßgebenden Querschnitte zu Kontrollzwecken Vergleichsberechnungen mit einem vereinfachten Berechnungsmodell durchzuführen.

(2) Die Momenten-Verdrehungsbeziehung der Längsfugen ist unter Berücksichtigung der Fugen-geometrie und der Betonsteifigkeit anzusetzen.

(3) Neben der Betrachtung der Teilflächenpressung ist die Wirkung der Pressenkräfte an einem Einzelsegment zu untersuchen (Scheibenbeanspruchung). Imperfektionen sind dabei zu berücksichtigen.

(4) Sofern eine Querkraftkopplung benachbarter Tübbingringe vorhanden ist, ist sie statisch zu berücksichtigen.

(5) Die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Tunnelröhren ist bei einem Achsabstand  $< 2D$  zu untersuchen.

### 3.3.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Die Sicherheit der Tunnelröhre gegen Auftrieb ist für alle relevanten Lastfallkombinationen nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054 nachzuweisen.

(2) Die Kraftdurchleitung in den Längsfugen und die Kraftübertragung in den Ringfugen sind nachzuweisen.

(3) Bei der Bemessung der Stahlbetontübbinge auf die für den Vortrieb erforderlichen Pressenkräfte ist nachzuweisen, dass die Flächenpressung in den Kraftübertragungsflächen zwischen den Ringen die maximal zulässige Teilflächenbelastung nach DIN EN 1992-2 nicht überschreitet. Hierbei ist die Betriebspressenkraft als Gebrauchszustand anzusetzen.

(4) Soll die maximal installierte Pressenkraft ausgenutzt werden, sind die Sicherheitsbeiwerte mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die hierbei zusätzlich auftretenden Spaltzugspannungen sind durch Bewehrung abzudecken.

(5) Zusätzlich ist der Nachweis auf Scheibenbeanspruchung zu führen.

(6) Darüber hinaus sind die Tübbinge so zu dimensionieren, dass durch die auftretenden Verformungen die Funktionsfähigkeit der Dichtungsprofile nicht beeinträchtigt wird.

### 3.3.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit ist ein Rissbreitennachweis nach DIN EN 1992-2 zu führen. Für den Nachweis sind die rechnerischen Rissbreiten nach Nr. 8 anzusetzen.

## 3.4 Messungen während der Bauausführung

(1) Die Herstellung des Tunnelbauwerkes ist durch eine messtechnische Überwachung zu begleiten. Diese umfasst:

- Die Kontrolle der Achse, der Gradienten und des Tunnelquerschnitts zur Überprüfung des Lichtraumprofils (Lage- und Höhenmessungen) während des Vortriebs,
- ein untertägliches Messprogramm zur Überwachung von Konvergenzen und Deformationen,
- ein obertägliches Messprogramm zur Überwachung von Setzungen und Verformungen (Nivellement-, Extensometermessungen),
- ein Messprogramm zur Überwachung von Verformungen des Tunnelringes in Folge bauverfahrenstechnischer Einflüsse, wie z.B. Ringspaltverpressung, Maschinensteuerung (Konvergenz- und Deformationsmessungen),
- ein Messprogramm zur Überwachung dichtigkeitsrelevanter Differenzverformungen (Versatz- und Fugenspaltmessungen),
- eine Maschinensteuerung (siehe Nr. 6.4).

(2) Das erforderliche Messprogramm ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(3) Der Zeitpunkt des Einbaus der Messeinrichtungen und der Durchführung der Nullmessung sind so früh wie möglich mit dem Auftraggeber abzustimmen.

(4) Die Messpunkte an der Geländeoberkante sind so rechtzeitig zu installieren, dass die Nullmessung noch keinen Einflüssen des Vortriebs unterliegt.

(5) Die im Messprogramm geplanten Abstände der Messquerschnitte in Tunnellängsrichtung und die Messintervalle sind den Erfahrungen beim Vortrieb anzupassen. Insbesondere ist bei ungünsti-

gen Baugrundbeschaffenheiten (z.B. setzungsempfindliche Baugrundformationen) sowie bei kritischen Unterfahrungen von baulichen Anlagen oder Verkehrswegen der Abstand der Messquerschnitte zu verringern und die Anzahl der Messungen zu erhöhen.

(6) Die Messquerschnitte des untertägigen und obertägigen Messprogramms sind möglichst zu kombinieren.

(7) Die Verformungen des Tübbingringes in Folge bauverfahrenstechnischer Einflüsse sind durch entsprechende Vermessungen an mindestens fünf hintereinander liegenden Ringen durchzuführen. Dabei ist jeder Ring unmittelbar nach Einbau, nach erfolgter Ringspaltverpressung sowie nach Erstbelastung durch den Nachläufer hinsichtlich der Konvergenz, Höhen- und Lageveränderung aufzunehmen.

(8) Die Versatz- und Fugenspaltmessungen sind an mindestens fünf hintereinander liegenden Ringen festzustellen. Dabei ist jeder Ring unmittelbar nach Einbau sowie nach erfolgter Ringspaltverpressung sowie nach Durchfahren mit dem Nachläufer hinsichtlich des Versatzes und des Fugenspaltes aufzunehmen.

(9) Die Messwerte sind auf Datenträger aufzunehmen. Die Messdaten sind auszuwerten, dem Auftraggeber zur Beurteilung zuzuleiten und kontinuierlich fortzuschreiben. Die wichtigsten Daten sind darzustellen und über eine einzurichtende Online-Übertragung zum Auftraggeber zu übermitteln (siehe Nr. 6.4.2).

## 4 Baubegleitende Maßnahmen

### 4.1 Allgemeines

Für baubegleitende Maßnahmen gelten die Regelungen des Abschnittes 1 Nr. 4.

### 4.2 Ausführungsunterlagen

#### 4.2.1 Allgemeines

*Die Ausführungsunterlagen sind in statischer und konstruktiver sowie zusätzlich in tunnelbauspezifischer Hinsicht zu prüfen. Hierbei ist auch die geplante betriebstechnische Ausstattung zu berücksichtigen.*

#### 4.2.2 Standsicherheitsnachweise und Ausführungszeichnungen

(1) Tunnelbauspezifische Ausführungsunterlagen sind mindestens zu liefern für:

- Schachtkonstruktionen,
- Konstruktionen für Start- und Zielvorgänge,
- Schildvortriebsmaschine,
- Tübbingkonstruktion,
- Sicherungsmaßnahmen,
- Ausbaukonstruktionen für Regel- und Sonderquerschnitte (z.B. Querschläge),
- bauliche Vorkehrungen für Betriebseinrichtungen,
- messtechnisches Überwachungsprogramm.

(2) Bei einer zweischaligen Konstruktion sind zusätzlich Ausführungsunterlagen zu liefern für:

- Abdichtung,
- Schalwagen,
- Innenschale.

#### 4.2.3 Bauzeiten- und Bauablaufplan

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

- Art und zeitliche Reihenfolge der Bauarbeiten innerhalb der vom Auftraggeber gesetzten Fristen,
- Angaben über die Bauleistungen in unterschiedlichen Bauabschnitten,
- angenommene Vortriebsleistung,
- Anzahl der vorgesehenen Arbeitskräfte und Geräte, bezogen auf die Leistungsphasen,
- Finanzbedarf im Verlauf der Bauzeit.

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

#### 4.2.4 Baustelleneinrichtungsplan

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

- Die gesamte Baustelleneinrichtung,
- Ver- und Entsorgungsanlagen,
- Zwischenlager für Ausbruchmaterial,
- Zuwegungen und Baustraßen innerhalb sowie außerhalb der Baustelle bis zum Anschluss an das bestehende Straßennetz.

### 4.2.5 Pflichtenheft

(1) Der Auftragnehmer hat zur Darstellung der notwendigen Ausstattung und Einrichtungen der Vortriebsmaschine ein Pflichtenheft vor Fertigung der Maschine dem Auftraggeber zu übergeben. Es hat zur Aufgabe, die Vortriebsmaschine auf die Bewältigung der projektspezifischen, vorhersehbaren Betriebssituationen auszulegen und die dazugehörige Maschinen- und Verfahrenstechnik einschließlich Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen darzulegen.

(2) Im Pflichtenheft sind mindestens die nachfolgenden Komponenten zu behandeln:

- Ortsbruststützung,
- Materialförderung,
- Vorschubeinrichtung,
- Steuerung,
- Zusatzausrüstungen (Steinbrecher, Injektionen, Vorauserkundung),
- Drucklufteinrichtungen,
- übrige maschinentechnische Ausstattung.

(3) Spezielle sicherheitstechnische Auflagen für die Vortriebsmaschinen sind zu berücksichtigen.

### 4.2.6 Tunnelbauhandbuch

Der Auftragnehmer hat für die Ausführung vor Beginn des Tunnelvortriebs ein Tunnelbauhandbuch dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen. Das Tunnelbauhandbuch ist der Leitfaden zur sicheren Ausführung der Tunnelbaumaßnahme. Im Handbuch sind mindestens die nachfolgend aufgeführten Punkte zu behandeln:

- Baustellenorganisation,
- Baustelleneinrichtung,
- Baustellennormalbetrieb,
- Baustellensonderbetrieb,
- Arbeits- und Betriebssicherheit,
- Sicherheitskonzept einschließlich Störfallanalyse,
- Messtechnische Überwachung einschließlich Warneinrichtungen,
- Qualitätssicherungsprogramme,
- Vortriebsplan nach Nr. 6.5,
- Notfallplan nach Nr. 6.6.

### 4.2.7 Tübbinghandbuch

(1) Das Tübbinghandbuch ist als Qualitätssiche-

rungelement für die Stahlbetontübbinge aufzustellen. Im Handbuch sind die nachfolgenden Punkte detailliert zu beschreiben:

- Allgemeine Beschreibung der Organisation und der Fertigungsanlage,
- Ablaufbeschreibung der Tübbingfertigung, der Tübbingausrüstung und -lagerung,
- Auflistung der verwendeten Materialien und Stoffe mit Bezeichnung und Lieferantenangabe,
- Betonherstellung mit Rezeptur, Eignungsprüfung, Eigenüberwachung und Dokumentation,
- Bewehrungskorbherstellung, -einbau mit Gewährleistung und Überprüfung der Betondeckung,
- Fertigungskontrollen mit Grundvermessung der Schalung, der Tübbinge, Schalungskontrolle und Dokumentation vor jedem Betoniervorgang,
- Nacharbeiten, Kennzeichnung und Ausrüstung der Tübbinge,
- Beschreibung von Schäden und Mängeln einschließlich Vorschlägen für deren Beseitigung.

(2) Das Tübbinghandbuch ist dem Auftraggeber vor Fertigungsbeginn vorzulegen.

### 4.3 Genehmigungen und Schutzmaßnahmen

(1) Der Auftragnehmer hat alle Genehmigungen, die aus seinem Baubetrieb resultieren, bei den zuständigen Fachbehörden einzuholen. Dies gilt auch für Arbeiten im Überdruckbereich, die Genehmigungen zu Sonderregelungen erfordern können.

(2) *Zur Einhaltung der zulässigen Grenzwerte sind besondere Schutzmaßnahmen gegen Lärm- und Staubeinwirkungen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen, z.B. durch Schallschirme oder -schleusen, Schutzore an den Tunnelportalen sowie Anordnung von Staubfiltern.*

(3) Für die Zustandserfassung und Beweissicherung von Gebäuden und sonstigen Anlagen gilt Abschnitt 1 Nr. 4.2.

(4) *Erforderliche Schutzmaßnahmen an Gebäuden und Anlagen (z.B. Fundamentsicherung, Bodenstabilisierung) sind in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

## 5 Maschinentechnik

### 5.1 Allgemeines

(1) Die Wahl der Tunnelvortriebsmaschine richtet sich nach den geotechnischen Verhältnissen in Verbindung mit dem Trassen- und Gradientenverlauf der aufzufahrenden Strecke.

(2) Die Regelungen zur Maschinentechnik gelten für Einsätze mit Vollschnittabbau.

### 5.2 Abbausystem

#### 5.2.1 Konzeption

(1) Die Abbauwerkzeuge müssen einen schonenden Abbau der zu erwartenden Baugrundformationen sicherstellen. Dabei ist das Durchfahren von Kunstbauten und verfestigten Böden, z.B. in den Start- und Zielbereichen, zu berücksichtigen.

(2) Es sind eine Werkzeuggüte und ein Werkzeugdesign zu wählen, die zu einer Minimierung des Verschleißes der Abbauwerkzeuge führt. Die gegenseitige Beeinflussung der unterschiedlichen Werkzeuge und der dadurch bedingte Verschleiß ist zu berücksichtigen.

(3) Das Abbausystem ist strömungsgünstig auszubilden. Eine mögliche Verklebungsgefahr ist zu beachten. Gegebenenfalls sind zusätzliche Einbauten vorzusehen, z.B. Zentrumsschneider, Bedüsungen, Agitatoren.

#### 5.2.2 Lockergesteinsvortrieb

(1) Der Schneiradantrieb muss zwei Arbeitsdrehrichtungen ermöglichen, worauf der Werkzeugbesatz auszurichten ist. Es muss ein Verschieben in Achsrichtung möglich sein. Die Drehzahl des Schneirades muss stufenlos veränderbar sein.

(2) Je nach den geotechnischen Verhältnissen kann ein Kippen des Schneirades erforderlich werden. Dies ist in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

#### 5.2.3 Festgesteinsvortrieb

(1) Der Bohrkopf muss eine Arbeitsdrehrichtung und eine gegenläufige Drehrichtung, als passive Drehrichtung, ermöglichen. Die Drehzahl des Bohrkopfes muss mindestens in zwei Stufen veränderbar sein.

(2) Je nach den geotechnischen Verhältnissen kann ein Verschieben in Achsrichtung und ein Verkippen oder das horizontale/vertikale Verschieben des Bohrkopfes erforderlich werden. Dies ist in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

## 5.3 Schildkonstruktion

### 5.3.1 Schildmantel

Der Schildmantel ist für die maximal auftretenden Beanspruchungen auszulegen. Dabei sind auch verfahrenstechnische Einflüsse zu berücksichtigen. Hierfür ist eine Statik vorzulegen.

### 5.3.2 Schildschwanzdichtung

Die Schildschwanzdichtung muss segmentweise auswechselbar sein. Bei einfach wirkender Schildschwanzdichtung mit Gummiprofilen oder Schaumstoff mit Federblechen ist eine unabhängig arbeitende Notdichtung auszuführen, die gegen mechanische Beschädigungen geschützt ist. Bei Konstruktion der Schildschwanzdichtung mit Bürsten sind mindestens zwei Kammern herzustellen.

### 5.3.3 Ringspaltverpressung

(1) Der Ringspalt zwischen Tübbingaußenlaibung und umgebenden Baugrund ist kontinuierlich mit dem Vortrieb durch Verpresskanäle im Schildschwanz zu verpressen.

(2) Die Einrichtung zur Ringspaltverpressung muss eine gleichmäßige Verteilung des Verpressmörtels und ein vollständiges Verpressen durch mehrere über den Schildumfang verteilte Verpressstellen ermöglichen. Durch entsprechende Überwachungs- und Steuerungsvorrichtungen ist eine druckgesteuerte und volumenkontrollierte Verpressung sicherzustellen.

(3) Beim Festgesteinsvortrieb sind auch alternative Verfahren möglich, z.B. Verblasen mit Perlkies.

## 5.4 Vortriebspresen

Die Vortriebspresen sind so zu dimensionieren, dass die notwendigen Vortriebskräfte sowie Stützdruckkräfte erzeugt werden können. Anzahl und Anordnung der Vortriebspresen und die Tübbingkonstruktion sind aufeinander abzustimmen.

## 5.5 Tübbingversetzeinrichtung

(1) Für die Montage der Tübbingringe ist eine Versetzeinrichtung mit Dreh- und Fahrtrieb vorzusehen. Zur Positionierung der Tübbinge muss eine in alle Richtungen schwenkbare Einrichtung installiert werden.

(2) Die Einrichtung muss ruckfreie und ruhige Bewegungen und einen passgenauen Einbau der Tübbinge ermöglichen.

(3) Die Versetzeinrichtung muss in der Lage sein, einen Tübbingring auch im Bereich der Schildschwanzdichtung aus- und einzubauen.

## 5.6 Personen- und Materialschleusen

Bei Schildmaschinen mit Ortsbruststützung sind als Zugang in den Abbauraum bzw. zur Ortsbrust Personen- und Materialschleusen vorzusehen. Die Schleusen sind mit allen Installationen gemäß den sicherheitstechnischen Vorschriften auszustatten.

## 5.7 Steuer- / Kontrolleinrichtungen

(1) Es ist ein Steuerstand mit Kontroll-, Regel- und Datenerfassungssystemen für den Betrieb der Tunnelvortriebsmaschine einzurichten.

(2) Es muss eine Ausrüstung und ein Hydrauliksystem der Vortriebspresen vorhanden sein, das die schonende Kraftübertragung auf die Tübbinge und die differenzierte Beaufschlagung einzelner Pressen oder Pressengruppen zur Schildsteuerung gewährleistet.

(3) Es ist eine Einrichtung vorzusehen, die eine kontinuierliche Gegenüberstellung der theoretischen mit der tatsächlich abgeführten Bodenmenge ermöglicht.

(4) Es sind Einrichtungen zur Verschleißüberwachung der Abbauwerkzeuge vorzusehen.

## 5.8 Zusatzeinrichtungen

*Im Bedarfsfall sind in der Leistungsbeschreibung zusätzliche Einrichtungen an der Maschine aufzuführen. Diese können u.a. sein:*

- *Einrichtungen für Störfälle und zum Schutz des Personals im Abbauraum, z.B. Sicherungsplatten,*
- *Einrichtungen, mit denen z.B. eine Vorauserkundung, Baugrundverfestigung sowie Grundwasserentspannung aus dem Schild heraus möglich ist,*
- *Brechereinrichtungen, um Steine und Blöcke oder unbewehrte Betonteile auf ein förderbares Maß zu zerkleinern,*
- *Einrichtungen zur Stützung der Ortsbrust und zur Baugrundkonditionierung.*

## 5.9 Wartung und Reparatur

(1) Die Möglichkeit des Werkzeugwechsels unter Aufrechterhaltung der Standsicherheit der Ortsbrust muss gegeben sein.

(2) Wartungs- und Austauschmaßnahmen von Maschinenkomponenten sind im Pflichtenheft zu beschreiben (siehe Nr. 4.2.5).

(3) Das Hauptlager der Tunnelvortriebsmaschine muss tunnelseitig auswechselbar sein.

## 5.10 Probetrieb

Vor Auslieferung der Maschine an die Baustelle und bei Vortriebsbeginn ist die Funktionstüchtigkeit der Hauptkomponenten der Tunnelvortriebsmaschine dem Auftraggeber gegenüber zu demonstrieren.

## 5.11 Sicherheitsanforderungen

Es gelten DIN EN 12336 und DIN EN 12110.

# 6 Tunnelvortrieb

## 6.1 Allgemeines

*In der Leistungsbeschreibung ist die Vortriebsklasse gemäß DIN 18312 anzugeben.*

## 6.2 Start- und Zielvorgänge

Zur Sicherstellung der Start- und Zielvorgänge für die Schildfahrt sind die Schächte bzw. die Baugruben den geometrischen, statischen und baubetrieblichen Anforderungen der TVM anzupassen und nachzuweisen. Es sind mindestens Angaben über die:

- Schildwiege,
- Rücksteifkonstruktion,
- Anfahr- und Ausfahrbrille mit Dichtungen und
- Sondermaßnahmen zur Baugrundstabilisierung erforderlich.

## 6.3 Standsicherheit der Ortsbrust

### 6.3.1 Allgemeines

(1) Die Standsicherheit der Ortsbrust muss während der Ausführung in jeder Phase des Baubetriebs (Vortrieb, Stillstand für z.B. Ringbau, Inspektion und Wartung), auch bei unvorhergesehenen Ereignissen, sichergestellt sein. Soweit für die Standsicherheit erforderlich, muss die Ortsbrust in allen oder in einzelnen Phasen des Baubetriebs gestützt werden.

(2) Die Standsicherheit der Ortsbrust ist für jeden Bauzustand rechnerisch nachzuweisen.

*(3) Es sind mindestens die bodenmechanischen Kennwerte, die Bemessungswasserstände, das Berechnungsmodell und die Sicherheitsbeiwerte auf der Basis der geotechnischen Untersuchungen in der Leistungsbeschreibung anzugeben.*

(4) Zur Beurteilung der Ortsbruststabilität sind baubegleitend der aktuelle Wasserdruck, die Suspensionseigenschaften, die Bodenabfuhr und die Baugrundverformungen durch den Auftragnehmer

zu kontrollieren. In Abhängigkeit von den gemessenen Baugrundverformungen sind die Eigenschaften des Stützmediums und der Stützdruck vortriebsbegleitend anzupassen.

*(5) Um die geforderten Sicherheiten zu erfüllen, können zusätzliche bautechnische Maßnahmen erforderlich werden, wie z.B. Baugrundertüchtigung, Aufschüttung, Grundwasserabsenkung, Grundwasserentspannung, Vereisung.*

### 6.3.2 Arten der Ortsbruststützung

(1) Es werden folgende Arten der Ortsbruststützung unterschieden:

- Flüssigkeitsstützung,
- Erddruckstützung,
- Druckluftstützung.

(2) Unterschiedliche Phasen des Baubetriebs (z.B. Vortrieb oder Inspektion) erfordern unter Umständen unterschiedliche Arten der Stützung.

(3) Sicherungslatten dürfen beim Standsicherheitsnachweis der Ortsbruststützung nicht berücksichtigt werden.

#### 6.3.2.1 Flüssigkeitsstützung

(1) Als Stützmedium werden in Abhängigkeit von der Kohäsion des Baugrunds Suspensionen unterschiedlicher Dichte oder Wasser verwendet. Während des Vortriebs ist die Abbaukammer stets vollständig mit Flüssigkeit gefüllt und unter definiertem Druck zu halten.

(2) Die innere Standsicherheit der Ortsbrust ist analog DIN 4126 nachzuweisen.

*(3) Neben der vollen Flüssigkeitsstützung ist auch eine Teilstützung (auch zusammen mit anderen Stützmedien) möglich.*

(4) Die Sicherheit gegen Instabilität der Ortsbrust ist nachzuweisen, wobei die Teilsicherheiten für Wasserdruck mit  $\gamma_G = 1,05$  und für Erddruck mit  $\gamma_G = 1,5$  anzusetzen sind. Zudem ist eine Regeltoleranz von  $\pm 10 \text{ kN/m}^2$  zu berücksichtigen.

(5) Die Sicherheit gegen Aufbruch des Überdeckungsbodens ist nachzuweisen, wobei die günstigen ständigen Einwirkungen (Erd- und Wassereigenlast) mit  $\gamma_{G, \text{stb}} = 0,9$  eingehen und für die Baugrundwichten die unteren Werte anzusetzen sind. Hierbei ist der unter (4) ermittelte Stützdruck zu berücksichtigen.

(6) Die Betriebszustände Teil- oder Vollabsenkung (z.B. für Werkzeugwechsel) sind gesondert mit den dabei vorgesehenen Stützmedien nachzuweisen.

#### 6.3.2.2 Erddruckstützung

(1) Als stützendes Medium wird ein fließfähiger Erdbrei verwendet, der aus dem gelösten Boden vermischt mit zugegebenen Konditionierungsmitteln besteht und während des Vortriebs in der Abbaukammer unter definiertem Druck zu halten ist.

(2) Es gilt Nr. 6.3.2.1 entsprechend. Es ist eine Regeltoleranz von  $\pm 30 \text{ kN/m}^2$  zu berücksichtigen.

*(3) Neben der vollen Erdbreistützung ist auch eine Teilstützung mit Erdbrei (auch zusammen mit anderen Stützmedien) möglich.*

#### 6.3.2.3 Druckluftstützung

(1) Die Stützung der Ortsbrust mit Druckluft ist nur im Ausnahmefall anzuwenden, sofern die Baugrundverhältnisse in technischer Hinsicht kein anderes Stützprinzip zulassen.

(2) Bei Einstiegen mit Druckluft (z.B. Inspektion) ist eine Membranwirkung an der Ortsbrust herbeizuführen und aufrecht zu erhalten. Bei erhöhten Druckluftverlusten sind Sondermaßnahmen einzuleiten, z.B. Verbesserung bzw. Erneuerung der Membranwirkung durch Aufsprühen von Suspension oder Überführung in den Betriebszustand Suspensionsstützung ohne/mit Ausführung einer Baugrundverbesserung.

(3) Der Luftdruck und der Luftverbrauch sind laufend zu messen und zu überwachen. Bei signifikanten Änderungen der Werte sind Sondermaßnahmen entsprechend Absatz (2) zu ergreifen oder der Einstieg ist zu beenden.

(4) Bei Stützung durch Druckluft ist die Standsicherheit der Ortsbrust entsprechend Nr. 6.3.2.1 Absatz (4) nachzuweisen. Dabei muss der Wasserdruck im tiefsten Punkt der druckluftgestützten Ortsbrust mit  $\gamma = 1,05$ -facher Sicherheit durch die entsprechende Luftdruckordinate gehalten werden.

(5) Die Sicherheit gegen Aufbruch des Überdeckungsbodens ist nach Nr. 6.3.2.1 nachzuweisen.

(6) Bei allen Drucklufteinstiegen ist dem Auftraggeber ein Einzelnachweis vorzulegen.

## 6.4 Überwachung und Steuerung

### 6.4.1 Fahrt der Vortriebsmaschine

(1) Zur Einhaltung der vorgesehenen Trasse und Gradienten ist die Vortriebsmaschine mittels Steuersystem zu betreiben. Der Fehlerkreis um die Soll-Achse beträgt im Radius max. 100 mm (Schildfahrttoleranz).

(2) Die Luftspaltmaße zwischen Schildschwanz und Tübbingaußenfläche sind regelmäßig aufzunehmen und zu protokollieren.

### 6.4.2 Datenerfassung und -protokollierung

(1) Sämtliche während der Vortriebsfahrt erfassten Vermessungs-, Vortriebs-, Verfahrens- und Maschinendaten sind kontinuierlich zu protokollieren, dem Auftraggeber online zur Verfügung zu stellen und auf Datenträgern abzulegen. Die wichtigsten Daten sind grafisch darzustellen. Dazu zählen:

- Fahrt und Position der Vortriebsmaschine,
- Tübbingeinbau,
- Stützdruck, Eigenschaften des Stützmediums,
- Verpressdrücke, Bohrgutvolumen, Eigenschaften des separierten Bohrgutes,
- Anpress- und Vorschubdrücke, Pressenausführung,
- minimale und maximale Drehmomente sowie Bohrkopfstellung des Bohrkopfantriebes,
- Temperaturen und Drücke im Hauptlagerdichtungssystem,
- Lage des Tübbingrings im Schildschwanz.

(2) Weitere Messungen während der Bauausführung sind gemäß Nr. 3.4 durchzuführen.

### 6.5 Qualitätskontrolle

Zur Qualitätskontrolle des Vortriebes ist der Vortriebsplan, der sich über den gesamten Vortriebsbereich zu erstrecken hat, in das Tunnelbauhandbuch aufzunehmen. Er muss alle wesentlichen Arbeitsvorgänge und Arbeitsabläufe enthalten. Hierzu zählen:

- Prognostizierte Geologie,
- Vortriebsleistung,
- mögliche Bereiche für Inspektionseinstiege,
- mögliche Bereiche für Werkzeugwechsel,
- Stützungsmaßnahmen an der Ortsbrust, erforderliche Stützdrücke für die Standsicherheit der Ortsbrust im Betriebszustand,
- Standsicherheit der Ortsbrust bei Arbeiten in der Arbeits- und Abbaukammer,
- Ringspaltverpressdruck,
- Volumenabschätzung der gewonnenen Materialien und
- maschinentechnisches Wartungsprogramm.

### 6.6 Notfallplan

Der Auftragnehmer hat einen Notfallplan aufzustellen, der die Sicherheitseinrichtungen beschreibt und deren regelmäßige Wartung und Überprüfung

festlegt sowie die Organisation in Notfällen regelt. Der Notfallplan ist in das Tunnelbauhandbuch aufzunehmen.

## 7 Konstruktion

### 7.1 Allgemeines

(1) Es gelten Abschnitt 1 Nrn. 5.2.7 und 5.2.8.

(2) Es sind 1- und 2-schalige Konstruktionen zu unterscheiden (Bilder 5.3.1 und 5.3.2),

(3) Bei 1-schaligen Konstruktionen ist die Aggressivität des Wassers zu berücksichtigen. Anstehendes Wasser darf höchstens „chemisch mäßig angreifend“ nach DIN 4030 sein.

(4) Bei Ausbildung einer zusätzlich abgedichteten oder wasserundurchlässig ausgeführten Innenschale ist Abschnitt 1 Nrn. 5 und 7 zu beachten.

(5) Zur Herstellung der Anprallwände sind die Regelungen des Abschnittes 1 Nrn. 5 und 7 sinngemäß anzuwenden.

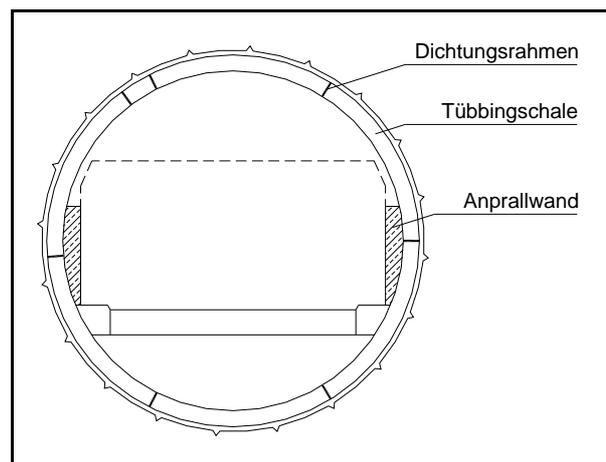


Bild 5.3.1: 1-schalige Konstruktion

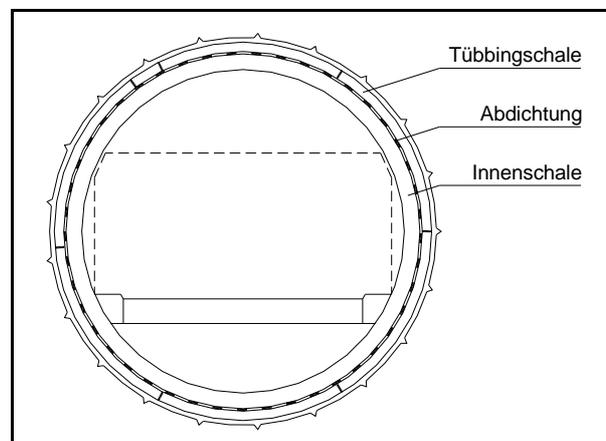


Bild 5.3.2: 2-schalige Konstruktion

## 7.2 Anforderungen an die Tübbingkonstruktion

Die Regelbauweise besteht aus Blocktübbing. Sie werden als Stahlbetonfertigteile hergestellt.

### 7.2.1 Abmessungen

Die Tübbingelemente 1-schaliger Konstruktionen sind mit einer Mindestdicke von 30 cm auszuführen.

### 7.2.2 Betontechnologie

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

(2) Die Betonzusammensetzung ist auf die Verarbeitbarkeit abzustimmen. Dabei sind die Bauteilabmessungen, die Bewehrungsanordnung, das vorgesehene Betonierverfahren und die Erzielung eines dauerhaften Betons zu berücksichtigen.

(3) Alle für die Erstellung des Bauwerks vorgesehenen Betonzusammensetzungen sind dem Auftraggeber mindestens 6 Wochen vor Betonierbeginn vorzulegen.

#### 7.2.2.1 Eigenschaften

(1) Tübbinge für 1-schalige Konstruktionen sind mindestens aus Beton der Festigkeitsklasse C35/45 herzustellen.

(2) Bei 2-schaligen Konstruktionen ist für die Tübbinge mindestens eine Festigkeitsklasse C25/30 einzuhalten.

(3) Für das Anheben aus der Schalung ist eine Mindestdruckfestigkeit von 15 N/mm<sup>2</sup> einzuhalten.

#### 7.2.2.2 Temperatur

Der in die Schalung eingebrachte Beton darf eine Maximaltemperatur von 65 °C nicht überschreiten. Der Temperaturgradient zwischen Betonkern und Betonoberfläche darf 20 K nicht überschreiten. An einem Probetübbing ist der Temperaturverlauf während der Hydratation kontinuierlich zu messen und aufzuzeichnen.

### 7.2.3 Mindestbewehrung und Betondeckung

(1) Sofern die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise keine größeren Bewehrungsquerschnitte ergeben, ist für Tübbinge, die auch im Endzustand Tragfunktionen übernehmen, mindestens die folgende Oberflächenbewehrung (einschließlich Stirnflächen) vorzusehen:

- Betonstabstahl B500B nach DIN 488,  $\varnothing$  10 mm, e = 10 cm oder

- Betonstahlmatten B500A oder B500B nach DIN 488, e = 10 cm, mit gleichwertigem Bewehrungsgrad.

(2) An den Oberflächen ist eine Mindestbetondeckung von 40 mm und an den Stirnflächen von 20 mm einzuhalten. Hierbei ist ein Vorhaltemaß von 5 mm zu berücksichtigen.

(3) Wird die Mindestbewehrung aus konstruktiven Gründen unterbrochen (z.B. bei Schraubentaschen) oder ist der geforderte Bewehrungsabstand nicht einzuhalten, ist die Bewehrung in den Nachbargbereichen entsprechend zu verstärken.

### 7.2.4 Konstruktion im Fugenbereich

(1) Im Regelfall werden die Ringfugen eben oder mit Nut-Feder- oder Topf-Nocke-Konstruktionen ausgeführt.

(2) Die Ringfuge ist so auszubilden, dass eine definierte Kraftübertragung gewährleistet ist.

(3) Außerhalb der Kraftübertragungsflächen soll der Ringfugenspalt dauerhaft 2 bis 3 mm betragen.

(4) Die Längsfugen werden bei einschaligen Tübbingkonstruktionen in der Regel eben und bei zweischaligen Konstruktionen eben oder gekrümmt ausgebildet.

(5) Ein zulässiger Montageversatz von 15 mm zwischen zwei Tübbingelementen ist zu berücksichtigen.

### 7.2.5 Toleranzen und Kontrollmessungen

#### 7.2.5.1 Toleranzen

Für das fertige Tübbingelement und den Probetübbingring sind die Toleranzen nach Tabelle 5.3.1 bzw. Bild 5.3.3 einzuhalten.

**Tabelle 5.3.1:** Herstellungstoleranzen am fertigen Tübbingelement 1-schaliger Konstruktionen

Position	Toleranzen
Ebenheit Längs-/ Ringfuge	± 0,5 mm
Breite	± 0,6 mm
Dicke	± 3,0 mm
Innenradius (Einzeltübbing)	± 1,5 mm
Außenradius (Einzeltübbing)	± 2,0 mm
Neoprenenutachse	± 1,5 mm
Dichtungsprofilnut (Breite, Tiefe)	± 0,2 mm
Teilungswinkel (Segmente)	± 0,01°
Verschränkung Kontaktfläche Längsfuge	± 0,3 mm
Längsfugenkonizität	± 0,5 mm

#### 7.2.5.2 Kontrollmessungen

(1) Die Schalformen der Tübbinge sind vor jedem Betoniervorgang auf Maßhaltigkeit zu kontrollieren.

(2) Der Tübbing ist wie folgt zu vermessen:

- Räumliche Vermessung des ersten Tübbings aus jeder Schalung,
- Vermessung eines Probetübbingringes vor Beginn der Serienfertigung aus jedem Schalungssatz.

Die Ergebnisse sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Das Vermessungsprogramm für die Kontrolle der Maßhaltigkeit der Tübbinge ist vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Auftraggeber aufzustellen.

(4) Vor Beginn der Serienfertigung sind mit dem Beton, der Schalung und den Verdichtungsgeräten mindestens zwei Proberinge herzustellen, um die Eignung der Anlage nachzuweisen. Durch den Zusammenbau der übereinanderliegenden Proberinge ist die Passgenauigkeit der Fugenkonstruktionen und der Verbindungsmittel per Sichtkontrolle zu überprüfen.

### 7.2.5.3 Oberflächenbeschaffenheit

Die Betonoberfläche der Nut zur Aufnahme des Dichtungsprofils muss eben und hohlraumfrei (lunkerfrei) sein.

## 7.3 Ringbau

### 7.3.1 Ringgeometrie

(1) Die Ringgeometrie ist so auszulegen, dass der Ringbau einer vorgegebenen Raumkurve (Gradient, Trasse, Korrekturkurve) folgen kann. Hierbei dürfen keine Zwängungen, z.B. Kontakt mit dem Schild, auftreten.

(2) Längsfugen sind versetzt anzuordnen. Kreuzfugen sind zu vermeiden.

### 7.3.2 Verbindung der Tübbingelemente

(1) Im Bauzustand ist eine Verschraubung der Tübbinge erforderlich, die für den Endzustand wieder ausgebaut wird. Die Verschraubung muss die einzelnen Segmente gegen die Rückstellkraft des

Dichtungsprofils zusammenhalten.

(2) Bei Ausbildung doppelter Dichtungsrahmen sind die Verschraubungskanäle der temporären Verschraubung nach Entfernen der Verschraubungen von der Innenseite abzudichten.

*(3) Für doppelte Dichtungsrahmen ist in der Leistungsbeschreibung die Art der Dichtigkeitsprüfungen festzulegen.*

(4) Für den Endzustand ist eine permanente Verschraubung der Tübbinge untereinander nur in den Anfangs- und Endbereichen des Ausbaus sowie in Sonderbereichen (z.B. Querschläge und Nischen) erforderlich. Zur endgültigen Verschraubung sind Schrauben der Stahlsorte mit der Werkstoff-Nr. 1.4529 oder 1.4547 nach DIN EN ISO 3506 sowie nach DIN EN 10088 vorzusehen.

(5) Der Montageversatz zwischen zwei Tübbingenden darf 15 mm nicht überschreiten.

### 7.3.3 Ringspaltverpressung

(1) Zur endgültigen Bettung des Tübbingausbaus ist eine Ringspaltverpressung durchzuführen. Es gilt Nr. 5.3.3.

*(2) Die Eignung des Verpressmaterials ist durch Versuche gegenüber dem Auftraggeber nachzuweisen. Die Versuche sind in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

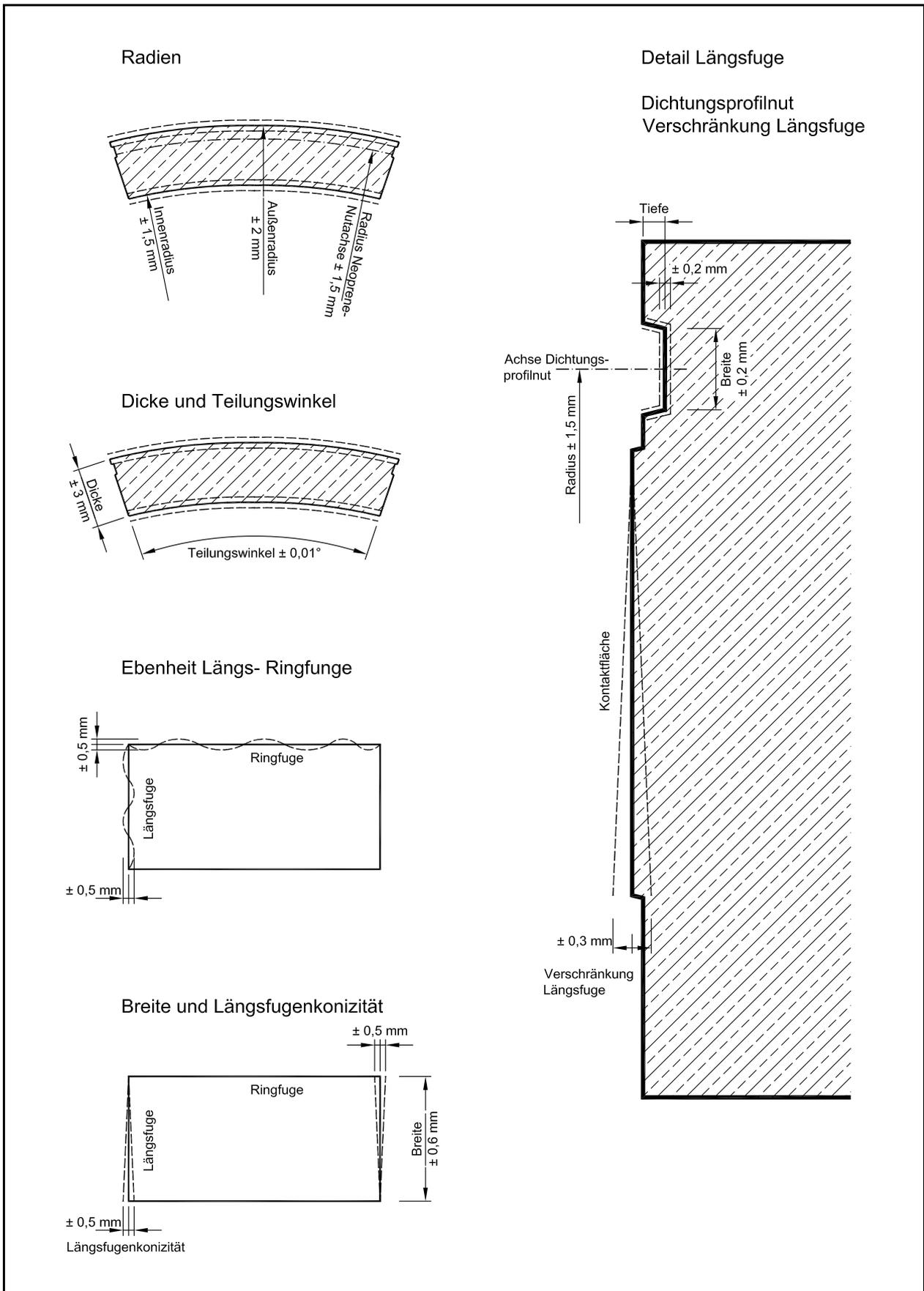


Bild 5.3.3: Toleranzen am fertigen Tübbingelement 1-schaliger Konstruktionen

## 8 Schutzmaßnahmen gegen Wasser

### 8.1 Allgemeines

(1) Für die Abdichtung von Tunneln gegen von außen drückendes Wasser ist zwischen 1- und 2-schaligen Konstruktionen zu unterscheiden.

(2) Hinsichtlich der Dichtigkeitsanforderungen sind die Dichtigkeitsklassen gemäß Abschnitt 1 Tabelle 5.1.1 zu beachten.

### 8.2 1-schalige Konstruktionen

#### 8.2.1 Konstruktionsgrundsätze

(1) Zur Abdichtung der Längs- und Ringfuge sind Dichtungsrahmen vorzusehen.

(2) Die Anordnung der Dichtungsrahmen kann entweder ausschließlich außenliegend oder außen- und innenliegend erfolgen.

(3) Doppelte Dichtungsrahmen sind durch Stegprofile in der Ringfuge zu kammern. Der Anschluss zwischen Stegprofil und Dichtungsrahmen ist wasserdicht auszuführen.

(4) Es ist die Dichtigkeitsklasse 2 einzuhalten.

(5) Bei den Tübbingem beträgt der Rechenwert für die zulässige Rissbreite 0,20 mm. In drückendem Wasser ist auf der Druckwasserseite eine Rissbreite von 0,15 mm einzuhalten.

#### 8.2.2 Anforderungen an den Dichtungsrahmen / an das Dichtungsprofil

Für den Eignungsnachweis und die Lieferung des Dichtungsrahmens/des Dichtungsprofils gelten die Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Dichtungsprofile (TL/TP DP).

### 8.3 2-schalige Konstruktionen

#### 8.3.1 Konstruktionsgrundsätze

Es können Schutzmaßnahmen gegen Wasser durch folgende Maßnahmen getroffen werden:

- Abdichtung mit einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) zwischen dem Tübbingausbau und der Innenschale des Tunnels oder durch
- Ausführung der Innenschale als wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WUB-KO).

#### 8.3.2 Abdichtung mit KDB

(1) Die Abdichtung mit KDB ist generell bei „chemisch stark angreifendem“ Wasser nach DIN 4030

vorzusehen. Dabei ist sinngemäß nach Abschnitt 5 zu verfahren.

(2) Es ist die Dichtigkeitsklasse 1 einzuhalten.

#### 8.3.3 Innenschale als WUB-KO

(1) Falls zwischen Außen- und Innenschale keine Dichtungsschicht angeordnet wird, d.h. die Innenschale selbst die Dichtungsfunktion übernehmen muss, ist die Innenschale als wasserundurchlässige Betonkonstruktion auszuführen. Dabei ist die Konstruktion entsprechend Abschnitt 1 Nr. 8 auszubilden.

(2) Es ist die Dichtigkeitsklasse 2 einzuhalten.

## 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) Alle anfallenden Wässer und andere Flüssigkeiten müssen gesammelt und vor Einleitung in einen Vorfluter je nach Verschmutzungsgrad ggf. in einem Absetzbecken, Leichtflüssigkeitsabscheider und/oder einer Neutralisationsanlage entsprechend den wasserrechtlichen Vorgaben und Auflagen behandelt werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

### 9.2 Maßnahmen zur Wasserableitung während der Bauzeit

(1) Während der Bauzeit eines Tunnels können folgende Wässer anfallen:

- Brauchwasser,
- Bergwasser,
- Niederschlagswasser,
- Leckwasser.

(2) Die unterschiedlichen Maßnahmen der Wasserableitung bei steigendem bzw. fallendem Vortrieb sind zu beachten.

(3) Bei 2-schaligen Konstruktionen ist in der Leistungsbeschreibung eine Grenze für die zulässige Leckwassermenge im Bauzustand anzugeben.

(4) Während der Baudurchführung sind die Mengen der anfallenden Wässer zu protokollieren.

(5) Örtlich austretendes Wasser ist zu fassen und abzuleiten.

### 9.3 Entwässerungsanlagen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 9.3.

## 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

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.3.

#### 10.3.1 1-schalige Konstruktionen

(1) Bei 1-schaligen Tübbingkonstruktionen dienen die seitlich des Verkehrsraumes angeordneten Anprallwände auch als Brandschutz. Als Nennmaß ist eine Betondeckung von 6 cm vorzusehen

(2) Der freiliegende Firstbereich ist mit Brandschutzsystemen auszukleiden. Bei der Dimensionierung des Brandschutzsystems sind die Sog- und Druckbelastungen aus dem Straßenverkehr zu beachten.

(3) Alternativ zur Auskleidung mit Brandschutzplatten sind auch andere Schutzsysteme zulässig (z.B. Brandschutzbeton mit PP-Fasern), soweit ein entsprechender Nachweis erbracht ist.

#### 10.3.2 2-schalige Konstruktionen

Bei 2-schaligen Tübbingkonstruktionen sind für die Innenschale bei Einhaltung der konstruktiven Anforderungen nach Abschnitt 1 Nr. 7 keine zusätzlichen Brandschutzmaßnahmen erforderlich.

### 10.4 Brandschutzmaßnahmen für den Innenausbau

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 10.4.

## 11 Innenausbau und Querschläge

### 11.1 Allgemeines

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.

### 11.2 Straßenaufbau und Sohlabdichtung

#### 11.2.1 1-schalige Konstruktionen

(1) Bei 1-schaligen Konstruktionen unterscheidet man die in Bild 5.3.4 und Bild 5.3.5 dargestellten Möglichkeiten der Sohlgestaltung. In der Regel werden Systeme mit Sohlauffüllung ausgebildet.

(2) Bei Systemen mit Sohlauffüllung gelten für die Sohlauffüllung die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB).

(3) Vor dem Einbau der Sohlauffüllung ist der Sohlbereich der Tübbingröhre mit einem Trennvlies auszukleiden.

(4) Neben der Vollauffüllung besteht die Möglichkeit, Kanäle zu integrieren (Bild 5.3.4).

(5) Es ist jeweils am Tiefpunkt eine geeignete Dränagemöglichkeit vorzusehen.

(6) Bei aufgeständerten Systemen (Bild 5.3.5) ist die Fahrbahnabdichtung gemäß Teil 7 Abschnitt 1 auszuführen.

(7) Es ist eine geeignete Entwässerung auszubilden.

#### 11.2.2 2-schalige Konstruktionen

(1) Bei 2-schaligen Konstruktionen werden in der Regel Systeme mit geschlossener Sohle ausgebildet (siehe Bild 5.3.6).

(2) Bei Ausbildung des Straßenaufbaus wie auf der freien Strecke, ist keine innenseitige Abdichtung der Sohle erforderlich.

### 11.3 Wand- und Deckenflächen

#### 11.3.1 1-schalige Konstruktionen

(1) Als Schutz der Tübbingkonstruktion vor Fahrzeuganprall sowie zum baulichen Brandschutz sind seitlich des Verkehrsraumes Anprallwände in hellem Sichtbeton herzustellen (siehe Nr. 10.3.1).

(2) Bei der Planung und Gestaltung der Wand- und Deckenflächen sind die Anforderungen der technischen Ausrüstung (z.B. Notrufnischen) zu berücksichtigen. Insbesondere ist auf eine ausreichende Betondicke unter Berücksichtigung der Herstelltoleranzen einschließlich der Schildfahrttoleranz und der erforderlichen Leerrohre und Nischen zu achten.

(3) Die Fugen der Anprallwände sind versetzt zu den Tübbingfugen anzuordnen.

(4) Für die Aufhängung der Anprallwände sind

Bolzen oder andere Konstruktionselemente vorzusehen.

(5) Die Tübbingkonstruktion und die Anprallwände sind baulich zu trennen (z.B. durch eine Noppenfolie).

### 11.3.2 2-schalige Konstruktionen

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.2.

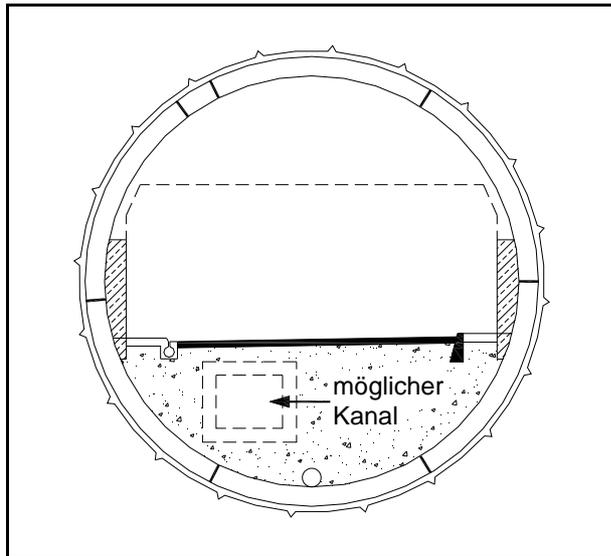


Bild 5.3.4: 1-schalige Konstruktion mit Sohlauffüllung

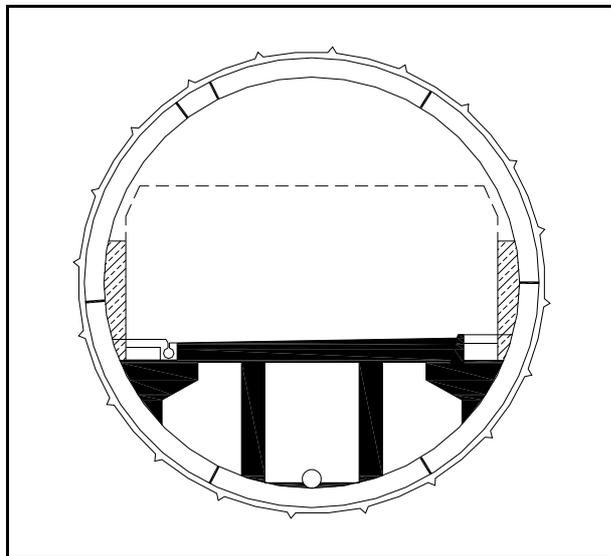


Bild 5.3.5: 1-schalige Konstruktion mit aufgeständerter Fahrbahn

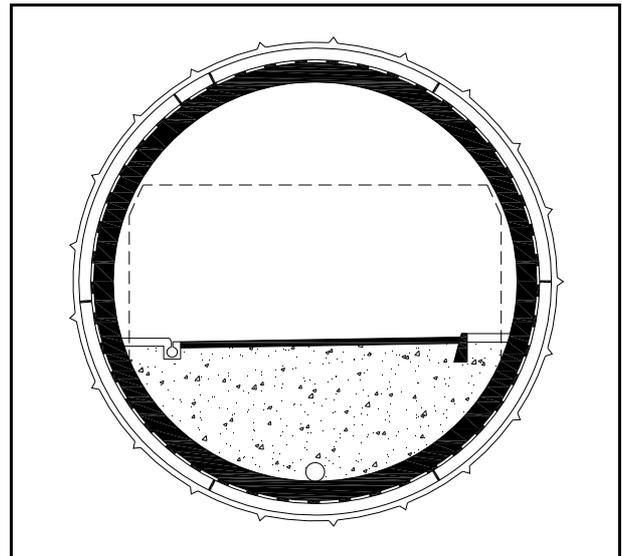


Bild 5.3.6: 2-schalige Konstruktion mit geschlossener Sohle

### 11.4 Lärmschutzbekleidungen

Es gilt Abschnitt 1 Nr.11.3.

### 11.5 Zwischendecken und Trennwände

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.4.

### 11.6 Notgehwege, Leitungstrassen und Schächte

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.5.

### 11.7 Querschläge

Bei der Konstruktion der Querschläge sind die betriebstechnischen Einrichtungen zu berücksichtigen.

### 11.8 Zugänglichkeit der Konstruktion

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 11.6.

## 12 Bauwerksunterlagen und Dokumentation

Es gilt Abschnitt 1 Nr. 12.

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 5  
Tunnelbau**

**Abschnitt 4  
Betriebstechnische Ausstattung**

*Der Teil 5 Abschnitt 4 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.*

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 5  
Tunnelbau**

**Abschnitt 5  
Abdichtung**

Inhalt	Seite	Seite	
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	5.2.2 Einbau der Schutzschicht.....	9
1.1 Grundsätzliches .....	3	5.2.3 Einbau der Kunststoffdichtungsbahnen..	9
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	5.2.4 Fugenausbildung .....	9
1.3 Geltungsbereich.....	3	5.2.5 Fügetechnik .....	10
1.4 Anforderungen an die Beteiligten .....	3	5.2.6 Prüf- und Injektionseinrichtungen.....	11
<b>2 Anwendungskriterien</b> .....	5	5.2.7 Einbau der Schutzschicht in der Sohle.	12
2.1 Allgemeines .....	5	5.2.8 Verlegehilfen.....	12
2.2 Dichtigkeitsklassen .....	5	5.3 Übergang offene / geschlossene Bauweise .....	12
<b>3 Systemgrundlagen</b> .....	5	<b>6 Qualitätssicherung</b> .....	12
3.1 Allgemeines .....	5	6.1 Überwachung der Bauprodukte der Abdichtung.....	12
3.2 Offene Bauweise.....	5	6.1.1 Erst- und Eignungsprüfung.....	12
3.3 Geschlossene Bauweise .....	6	6.1.2 Konformitätsnachweise / Überein- stimmungsnachweise .....	12
3.4 Druckentlastungssysteme.....	6	6.2 Überwachung der Ausführung.....	12
<b>4 Abdichtungselemente und Einbauteile</b> .....	7	6.2.1 Eigenüberwachung der Bauausführung .....	12
4.1 Allgemeines .....	7	6.2.2 Baustoffeingangsprüfungen .....	13
4.1.1 Offene Bauweise.....	7	6.2.3 Fremdüberwachung der Bauausführung .....	13
4.1.2 Geschlossene Bauweise .....	7	6.3 Dokumentation der Ausführung.....	13
4.2 Kunststoffdichtungsbahnen .....	7	<b>7 Abrechnung und Vergütung</b> .....	13
4.2.1 Allgemeines .....	7		
4.2.2 Offene Bauweise.....	7		
4.2.3 Geschlossene Bauweise .....	8		
4.3 Schutz- und Dränschichten.....	8		
4.3.1 Allgemeines .....	8		
4.3.2 Offene Bauweise.....	8		
4.3.3 Geschlossene Bauweise .....	8		
4.4 Einbauteile .....	8		
4.4.1 Befestigungselemente .....	8		
4.4.2 Profilbänder.....	8		
4.4.3 Prüf- und Injektionseinrichtungen .....	9		
<b>5 Ausführungstechnische Anforderungen</b> .....	9		
5.1 Offene Bauweise.....	9		
5.1.1 Verlegen der Kunststoffdichtungs- bahnen .....	9		
5.1.2 Schutzschichten und Schutz- maßnahmen.....	9		
5.2 Geschlossene Bauweise .....	9		
5.2.1 Allgemeines .....	9		

## 1 Allgemeines

Straßentunnel in geschlossener und offener Bauweise behandelt.

### 1.1 Grundsätzliches

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

(2) Für die Betonkonstruktionen in Verbindung mit KDB und für wasserundurchlässige Betonkonstruktionen (WUB-KO) gelten die Abschnitte 1 und 2, soweit in diesem Abschnitt keine abweichenden Regelungen vorgegeben werden.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

(1) Es werden die Begriffe aus den einschlägigen DIN-Normen und Regelwerken verwendet. Ausführliche Begriffsbestimmungen enthalten die Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau (EAG-EDT) der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT).

(2) Weitere Begriffsbestimmungen sind in den Bildern 5.5.1 und 5.5.2 enthalten.

### 1.4 Anforderungen an die Beteiligten

(1) *Mit der Planung und Herstellung von Abdichtungsmaßnahmen von Straßentunneln dürfen nur solche Personen verantwortlich betraut werden, die fundierte Fachkenntnisse und praktische Erfahrungen bei Abdichtungsarbeiten im Tunnelbau nachweisen können.*

### 1.3 Geltungsbereich

(1) Dieser Abschnitt gilt für die bautechnische Ausführung neuer sowie für die Erhaltung bestehender Straßentunnel. Es werden Abdichtungssysteme mit Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) für

(2) Zur Bauleitung und Arbeitsaufsicht dürfen nur Führungskräfte eingesetzt werden, die bereits bei entsprechenden Abdichtungsarbeiten nachweislich tätig waren und ausreichende Kenntnisse für die ordnungsgemäße Ausführung derartiger Arbeiten besitzen.

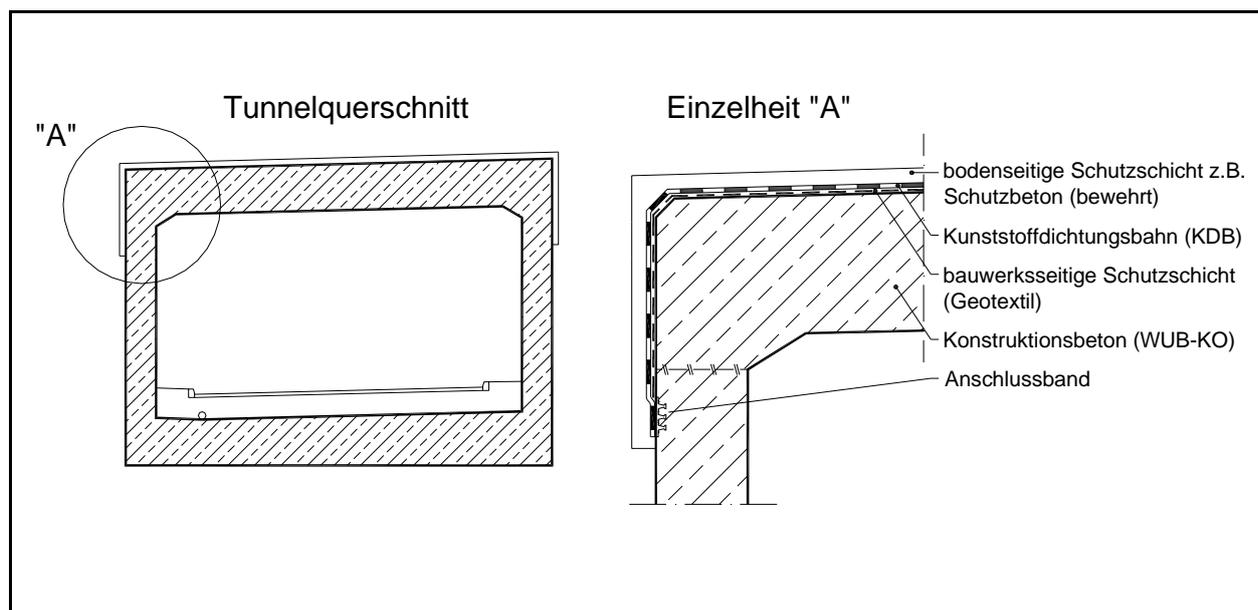
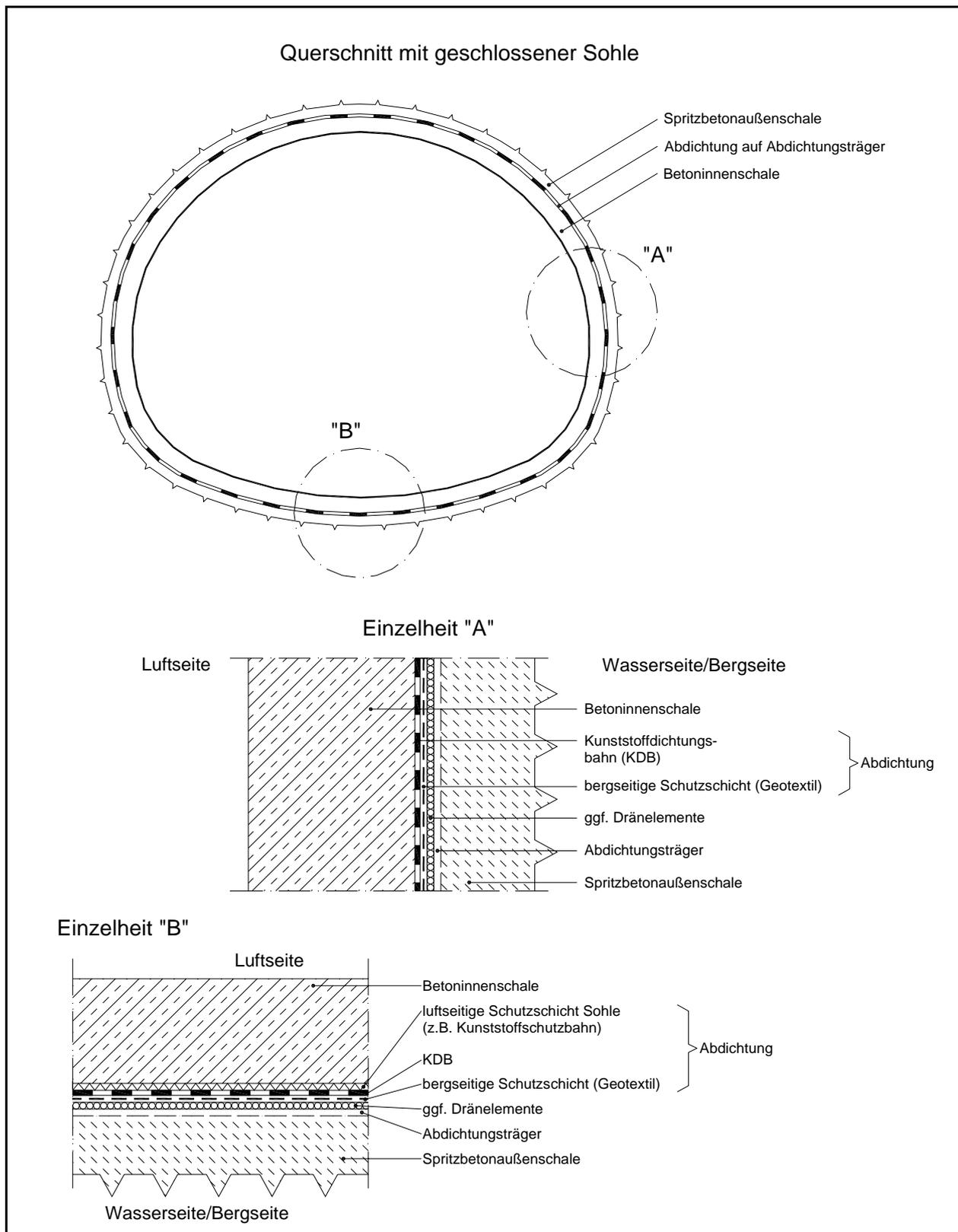


Bild 5.5.1: Begriffsbestimmungen (Beispiel: Tunnel in offener Bauweise unter Verkehrswegen, Überdeckung > 1 m)



**Bild 5.5.2:** Begriffsbestimmungen (Beispiel Tunnel in geschlossener Bauweise)

## 2 Anwendungskriterien

### 2.1 Allgemeines

Hauptkriterien für die Systemauswahl der Abdichtung sind der Wasserdruck sowie die chemische Zusammensetzung des Wassers und des anstehenden Bodens.

### 2.2 Dichtigkeitsklassen

- (1) Für die Dichtigkeitsklassen gilt Tabelle 5.5.1.
- (2) Bei der Ausführung der Abdichtung mit KDB ist die Dichtigkeitsklasse 1 einzuhalten. Die dazu erforderlichen Maßnahmen sind den Tabellen 5.5.2 und 5.5.3 zu entnehmen.

## 3 Systemgrundlagen

### 3.1 Allgemeines

(1) Die Abdichtung aus miteinander gefügten KDB liegt bei Tunneln in geschlossener Bauweise als flexible und in engen Grenzen dehnbare Schicht zwischen der Außen- und der Innenschale. Die KDB ist gegen die Außenschale mit einer Schutzschicht zu sichern. Bei Tunneln in offener Bauweise liegt die KDB auf der Außenseite der tragenden Konstruktion und ist bauwerkseitig und bodenseitig jeweils mit einer Schutzschicht zu sichern.

(2) Die Abdichtung darf nicht zur Abtragung von Schubkräften herangezogen werden.

(3) Sie muss mögliche Bewegungen aus den umgebenden Bauwerksteilen schadlos aufnehmen können.

(4) Die Abdichtung ist gegen Beschädigungen z.B. durch raue Kontaktflächen, Punktbelastung sowie

durch Befahrung während der Einbauphase zu schützen.

(5) Die Abdichtung muss unabhängig von den angrenzenden Bauteilen durchgängig dicht sein. Einbauhilfsmittel – wie z.B. Befestigungselemente – oder Injektionsanschlüsse dürfen die Wirksamkeit der Abdichtung im Betriebszustand des Tunnels nicht vermindern.

### 3.2 Offene Bauweise

(1) Die Abdichtungssysteme sind in Tabelle 5.5.2 geregelt.

(2) Tunnel in offener Bauweise (Rechteck-, Gewölbequerschnitte) werden in der Regel als WUB-KO, nach Abschnitt 2, ohne äußere Abdichtung ausgeführt.

(3) Bei Abdichtung mit KDB gegen nicht drückendes Wasser darf die KDB nicht in waagerechten oder schwach geneigten Deckenflächen enden (Gefahr der Unterläufigkeit). Die KDB ist mittels Anschlussband oder Klemmschiene mindestens 30 cm unterhalb der Übergangskante von der waagerechten in die senkrechte Fläche zu befestigen. Wenn die Tunneldecke mit einer Arbeitsfuge zur Wand hergestellt wird, muss die KDB nach unten mindestens 20 cm über die Arbeitsfuge hinausreichen (siehe Bild 5.5.1).

(4) Übergänge zur geschlossenen Bauweise oder an andere Dichtungssysteme sind nach den Vorgaben von Nr. 5.3 vorzunehmen.

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

Tabelle 5.5.1: Dichtigkeitsklassen

Dichtigkeitsklasse	Feuchtigkeitsmerkmale	Anforderungen an die Dichtigkeit
1	vollständig trocken	Die Konstruktion muss so dicht sein, dass keine Feuchtstellen an den Innenseiten feststellbar sind.
2	weitgehend trocken	Die Konstruktion muss so dicht sein, dass nur vereinzelt eine schwache Durchfeuchtung an den Innenseiten feststellbar ist (z.B. aufgrund von Verfärbung). Nach Berührung mit der trockenen Hand dürfen an der Hand keine Wasserspuren erkennbar sein. Ein aufgelegtes Löschblatt oder ein saugfähiges Zeitungspapier darf sich nicht infolge Feuchtigkeitsaufnahme verfärben.
3	kapillare Durchfeuchtung	Die Konstruktion muss so dicht sein, dass an den Innenseiten nur vereinzelt und örtlich begrenzt handfeuchte Stellen auftreten. Als handfeuchte Stellen sind solche anzusehen, an denen zwar eine Durchfeuchtung der Konstruktion zu erkennen ist und aufgelegtes Zeitung- oder Löschpapier sich infolge Feuchtigkeitsaufnahme verfärbt, aber kein Tropfwasser austritt.

### 3.3 Geschlossene Bauweise

(1) Die Abdichtungssysteme sind in Tabelle 5.5.3 geregelt.

(2) Tunnel in Spritzbetonbauweise erhalten in der Regel eine Abdichtung mit einer Lage KDB (siehe Bild 5.5.2).

(3) Bei Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser muss durch die Lage des Tunnels über dem Bergwasserspiegel und/oder durch den Einbau zuverlässiger Einrichtungen zum Druckabbau (z.B. Dränagen) dauerhaft sichergestellt sein, dass keine Wasserdruckbeanspruchung auftritt.

(4) Bei der dränierten Regelbauweise bleibt die Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser auf das Tunnelgewölbe beschränkt (Regenschirmabdichtung). Die KDB endet dabei am Gewölbetafel/Sohlrand in Höhe der Dränage. Bei chemisch stark angreifender Umgebung muss die KDB auch in der Sohle durchlaufen.

(5) Kann das anstehende Bergwasser zuverlässig auf Dauer drucklos abgeführt werden, ist eine Regenschirmabdichtung aus 2 mm dicker KDB ausreichend.

(6) Ist das umliegende Wasser/Bodengemisch chemisch stark angreifend, ist auch bei nicht drückendem Wasser eine Rundumabdichtung mit 2 mm dicker KDB erforderlich.

(7) Ist ein ständiger Wasserandrang mit Aufbau von Wasserdruck zu erwarten und ist eine druckloswerden.

se Ableitung des Bergwassers nicht möglich, muss eine wasserdruckhaltende Rundumabdichtung mit 3 mm dicker KDB vorgesehen werden.

(8) Bei einlagiger Rundumabdichtung gegen drückendes Wasser muss an jeder Blockfuge ein umlaufendes außenliegendes Fugenband (Schottfugenband) angeordnet werden.

(9) Ab einem Wasserdruck von 10 m Wassersäule (WS) ist die Möglichkeit einer nachdichtenden Verpressung durch ein integriertes Injektionssystem zwischen KDB und Innenschale vorzusehen.

(10) Bei Wasserdrücken größer als 30 m WS ist zu überprüfen, ob besondere Maßnahmen zu ergreifen sind. Hinweise und Beispiele finden sich in den EAG-EDT.

### 3.4 Druckentlastungssysteme

(1) Bei extrem hohem Wasserdruck können auch Druckentlastungssysteme z.B. Entlastungsöffnungen in der Tunnelauskleidung zum Einsatz kommen. Sie müssen an ein geschlossenes Leitungssystem mit Begrenzung des Wasserdrucks angeschlossen werden.

(2) Bei längeren Tunnelbauwerken kann bei entsprechenden geologischen Voraussetzungen auch eine Trennung in Abschnitte unterschiedlichen Wasserdruckes durch Einbau von Dammringen und Injektionsschirmen vorgesehen

Tabelle 5.5.2: Abdichtungssysteme von Tunnelbauwerken in offener Bauweise

Abdichtungsgeometrie	Hydrostatischer Druck über Tunnelsohle [m WS]	Chemischer Betonangriff nach DIN 4030	erforderliche Zusatzmaßnahmen				
			Decke / Gewölbe	Wand	Sohle (falls erforderlich)	Blockfuge	Arbeitsfuge (falls vorhanden)
Regenschirm	ohne	chemisch schwach bis mäßig angreifend	KDB 3 mm	KDB 3 mm	-	-	ohne Fugenblech
		chemisch stark angreifend	WUB-KO <sup>1)</sup>			innenliegendes Fugenband	
rundum	bis ca. 30	chemisch schwach bis mäßig angreifend	KDB 3 mm			-	mit Fugenblech
		chemisch stark angreifend	WUB-KO <sup>1)</sup>			innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	
		chemisch stark angreifend	WUB-KO + KDB 3 mm			innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	mit Fugenblech

<sup>1)</sup> Regelkonstruktion (siehe Abschnitt 2)

Tabelle 5.5.3: Abdichtungssysteme von Tunnelbauwerken in geschlossener Bauweise (Spritzbetonbauweise)

Abdichtungsgeometrie	Hydrostatischer Druck über Tunnelsohle [m WS]	Chemischer Betonangriff nach DIN 4030	erforderliche Zusatzmaßnahmen				
			Gewölbe	Sohle (falls erforderlich)	Blockfuge	Arbeitsfuge (falls vorhanden)	Sonstiges
Regenschirm	ohne	chemisch schwach bis mäßig angreifend	KDB 2 mm <sup>1)</sup>	-	-	-	-
			WUB-KO <sup>4)</sup>		innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	mit Fugenblech	-
rundum	bis ca. 30 <sup>3)</sup>	chemisch stark angreifend	KDB 2 mm		-	-	-
		chemisch schwach bis mäßig angreifend	KDB 3 mm <sup>1)</sup>		außenliegendes Schottfugenband	mit Injektions-schlauch	integriertes Injektionssystem <sup>2)</sup>
		WUB-KO <sup>4)</sup>		innenliegendes Fugenband mit Stahllaschen	mit Fugenblech	-	
	chemisch stark angreifend	KDB 3 mm		außenliegendes Schottfugenband	mit Injektions-schlauch	integriertes Injektionssystem <sup>2)</sup>	

<sup>1)</sup> Regelkonstruktion

<sup>2)</sup> ab 10 m WS; bei einlagiger Abdichtung zwischen KDB und Innenschale

<sup>3)</sup> bei Wasserdruck > 30 m WS sind ggf. besondere Maßnahmen zu ergreifen, die im Einzelfall festzulegen sind

<sup>4)</sup> siehe Abschnitt 1

## 4 Abdichtungselemente und Einbauteile

### 4.1 Allgemeines

(1) Die Materialien der Abdichtungselemente und Einbauteile müssen untereinander und mit den angrenzenden Baustoffen und Bauteilen verträglich und ggf. schweißbar sein. Die Einbauteile dürfen weder im Einbauzustand noch im Gebrauchszustand die Funktion der Abdichtung mindern.

(2) Wenn die Abdichtungselemente und Einbauteile in Sonderfällen langfristig besonderen Beanspruchungen (z.B.: hohen Temperaturen, Drücken oder starken chemischen Angriffen) ausgesetzt sind, sind im Einzelfall besondere Anforderungen an die Abdichtungselemente und Einbauteile festzulegen.

#### 4.1.1 Offene Bauweise

(1) Die Abdichtung besteht aus der KDB und einer bodenseitigen sowie bauwerkseitigen Schutzschicht.

(2) Als zusätzliche Einbauteile sind Profilbänder und sonstige abdichtungswirksame Hilfsmaßnahmen zu verwenden.

#### 4.1.2 Geschlossene Bauweise

(1) Die Abdichtung besteht aus der KDB und einer bergseitigen Schutzschicht (siehe Bild 5.5.2). Im Sohlbereich ist eine zusätzliche innenliegende Schutzschicht anzuordnen. In dränen Tunneln ist bei Wasserzutritt durch die Außenschale örtlich zusätzlich zwischen der Spritzbetonaußenschale und der bergseitigen Schutzschicht streifenweise eine Dränschicht einzubauen.

(2) Als zusätzliche Einbauteile sind Befestigungselemente, Profilbänder, ggf. Prüf- und Injektions-systeme und sonstige abdichtungswirksame Hilfsmaßnahmen zu verwenden.

## 4.2 Kunststoffdichtungsbahnen

### 4.2.1 Allgemeines

Die KDB müssen den Anforderungen der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüf-vorschriften für Kunststoffdichtungsbahnen und zugehörige Profilbänder (TL/TP KDB) genügen.

### 4.2.2 Offene Bauweise

Die KDB müssen in der Sohle bauwerksseitig und im Wand- und Deckenbereich bodenseitig eine Signalbeschichtung aufweisen, die Beschädigungen beim Verlegen oder bei nachfolgenden Arbeiten erkennen lässt.

### 4.2.3 Geschlossene Bauweise

Die KDB müssen auf der Tunnelinnenseite eine Signalbeschichtung aufweisen, die Beschädigungen beim Verlegen oder bei nachfolgenden Arbeiten erkennen lässt.

## 4.3 Schutz- und Dränschichten

### 4.3.1 Allgemeines

Schutzschichten mit oder ohne Dränfunktion und Dränschichten aus Geokunststoffen müssen den Anforderungen der Technischen Lieferbedingungen und Technischen Prüfvorschriften für Schutz- und Dränschichten aus Geokunststoffen (TL/TP SD) genügen.

### 4.3.2 Offene Bauweise

(1) Zwischen Betonkonstruktion und KDB sind im Decken- und Wandbereich Geotextilien als bauwerkseitige Schutzschicht zu verwenden. Im Sohlbereich ist als bauwerkseitige Schutzschicht eine Kunststoffschutzbahn oder ein Schutzbeton anzuordnen.

(2) *Abhängig von den jeweiligen Randbedingungen sind bodenseitig Schutzschichten mit oder ohne Dränfunktion vorzusehen.*

(3) Die für die verschiedenen Bauteile erforderlichen Arten der bodenseitigen Schutzschicht sind Tabelle 5.5.4 zu entnehmen.

(4) Es sind auch Kombinationen aus den genannten Schutzschichtarten möglich.

### 4.3.3 Geschlossene Bauweise

(1) Als bergseitige Schutzschicht ohne Dränfunktion sind Geotextilien einzubauen.

(2) *Abhängig von den jeweiligen Randbedingungen sind bergseitige Dränschichten aus Geokunststoffen anzuordnen.*

(3) *Als Schutz für die Sohlabdichtung werden bewehrter Schutzbeton oder Schutzschichten aus Kunststoffschutzbahnen verwendet.*

(4) Der Schutzbeton muss mindestens 7 cm dick sein und mindestens mit einer Matte Q 131 A bewehrt sein.

(5) Die Kunststoffschutzbahnen müssen mindestens 3 mm dick und materialverträglich an die KDB anschweißbar sein.

(6) Bei Befahrung der Sohlabdichtung muss die Schutzschicht als bewehrter Schutzbeton ausgeführt werden.

## 4.4 Einbauteile

### 4.4.1 Befestigungselemente

(1) Die KDB darf nicht von den Befestigungssystemen durchstoßen werden.

(2) Beim Einsatz von Rondellen darf der Nagel beim Einschließen das Befestigungselement nicht durchstanzen. Die Elemente sind so auszubilden, dass der Nagelkopf vertieft sitzt und das Verkanten der Unterlegscheiben verhindert wird, um die Beschädigung der KDB zu vermeiden.

(3) Das Befestigungselement ist so auszubilden, dass eine Überbeanspruchung der KDB vermieden wird. Bei einer Überbeanspruchung der Verbindungen KDB / Befestigungselement muss der Bruch im Befestigungselement erfolgen (Sollbruchstelle).

### 4.4.2 Profilbänder

Die Profilbänder müssen den Anforderungen der TL/TP KDB genügen.

**Tabelle 5.5.4:** Schutzschichtarten in Abhängigkeit vom Einbauort der Schutzschicht für Tunnel in offener Bauweise

Art der Schutzschicht	Einbauort der Schutzschicht			
	Sohle	Wand Rechteckquerschnitt	Tunneldecke Rechteckquerschnitt	Gewölbequerschnitt
Schutzbeton	X		X	X <sup>1)</sup>
Kunststoffschutzbahnen	X	X	X	X
Geotextilien / Dränmatten	X	X	X	X
Schutzmauerwerk		X		X <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> nur in Ausnahmefällen

#### 4.4.3 Prüf- und Injektionseinrichtungen

(1) Alle Prüf- und Injektionseinrichtungen sind so zu konstruieren, dass sie beim Einbringen des Betons nicht ihre Lage verändern damit eine Beschädigung der KDB vermieden wird.

(2) Im Fall einer Undichtigkeit der Abdichtung muss durch diese Injektionseinrichtungen sowohl die Möglichkeit des Wasseraustritts als auch der Injektion gegeben sein.

(3) *Injektionsmittel und ihre Verwendung sind in Teil 3 Abschnitt 5 geregelt.*

## 5 Ausführungstechnische Anforderungen

### 5.1 Offene Bauweise

#### 5.1.1 Verlegen der Kunststoffdichtungsbahnen

(1) Die KDB sind lose zu verlegen und durch Schweißen zu einer Gesamtfläche zu fügen.

(2) An allen Endungen der Abdichtung ist die KDB an das Anschlussband zu schweißen oder mit einer Klemmschiene zu verwahren.

#### 5.1.2 Schutzschichten und Schutzmaßnahmen

(1) Abgedichtete und für weitere Arbeiten freigegebene Flächen sind sofort nach den Verlegearbeiten gegen die zu erwartenden Einwirkungen und Beanspruchungen, wie z.B. Witterungseinflüsse, zu schützen.

(2) Bei der Verfüllung der Baugrube darf die Abdichtung nicht beschädigt werden. Im Bereich bis zu 20 cm über den Schutzschichten, darf das Größtkorn des Schüttmaterials 8 mm nicht überschreiten. Es ist nach den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB) zu verfüllen.

(3) Die Bahnen der geotextilen Schutzschichten sind mindestens 10 cm zu überlappen und in ihrer Lage zu sichern.

### 5.2 Geschlossene Bauweise

#### 5.2.1 Allgemeines

(1) Es ist ein Abdichtungsträger als separate Schicht herzustellen (siehe Abschnitt 1).

(2) Die KDB sind lose zu verlegen und durch Schweißen zu einer Gesamtfläche zu fügen.

(3) Bei einer Rundumabdichtung gegen drückendes Wasser ist an jeder Blockfuge eine Abschottung vorzusehen. Hierzu sind in der Blockfuge an die KDB umlaufend außenliegende Fugenbänder (Schottfugenbänder) zu schweißen, die in die Innenschale einbetoniert werden.

#### 5.2.2 Einbau der Schutzschicht

(1) Das Geotextil ist mit geeigneten Befestigungselementen / -mitteln zu befestigen.

(2) Die Bahnen sind mindestens 10 cm zu überlappen.

#### 5.2.3 Einbau der Kunststoffdichtungsbahnen

(1) Die KDB sind mittels Befestigungselementen so zu fixieren, dass sie einerseits beim Betonieren der Innenschale möglichst wenig auf Zug beansprucht, andererseits eine Faltenbildung vermieden wird.

(2) Nicht ausreichend fest sitzende Befestigungselemente müssen vor Aufschweißen der KDB entfernt und ersetzt werden.

(3) Für die Anzahl der Befestigungspunkte sind folgende Mindestforderungen einzuhalten:

- Sohle: 1 Stück/m<sup>2</sup>,
- Ulmen: 2 Stück/m<sup>2</sup>,
- Firste: 3 Stück/m<sup>2</sup>.

(4) Vor dem Einbau einer Schutzschicht in der Sohle (siehe Nr. 5.2.7) darf die KDB nicht befahren werden.

#### 5.2.4 Fugenausbildung

(1) Bei Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser ist mittig über der Blockfuge ein mindestens 0,50 m breiter zusätzlicher Verstärkungsstreifen KDB oder eine Kunststoffschutzbahn in der Materialdicke der KDB auf der Luftseite der KDB anzuordnen und beidseitig zu schweißen. Dabei ist für eine Entlüftungsmöglichkeit zu sorgen.

(2) Bei wasserdruckhaltenden Abdichtungen ist ein mindestens 0,60 m breites 6-stegiges außenliegendes Fugenband (Schottfugenband) mit den Abmessungen gemäß Bild 5.5.3 anzuordnen. Das Fugenband ist an beiden Rändern mit einer mindestens 30 mm breiten Fügenaht auf die zuvor verlegten und gefügten KDB aufzuschweißen. Die Verbindung muss so fest sein, dass ein nachträgliches Ablösen des Fugenbandes von der Abdichtung ausgeschlossen ist.

(3) *Sind bei Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser größere Bewegungen im Bereich der*

Blockfugen zu erwarten, ist der Einsatz eines Schottfugenbandes gemäß Bild 5.5.3 zu prüfen.

(4) Im Firstbereich sind alle Zwischenräume der Stege zu entlüften. Es sind pro Stegzwischenraum mindestens drei symmetrisch zum Scheitel angeordnete Entlüftungen einzubauen (Bild 5.5.4 und Bild 5.5.5).

(5) Um beim Betonieren zwischen KDB und Schottfugenband einen Lufteinschluss zu verhindern, ist eine Öffnung im Schottfugenband (Bild 5.5.4) vorzusehen.

(6) Bei erwarteten Bewegungen von mehr als 5 mm zwischen den Blöcken sind besondere Maßnahmen im Bereich der Blockfuge zu ergreifen (z.B. Abpolsterung).

(7) Arbeitsfugen werden in der Regel nicht mit Profilbändern abdichtet (siehe Tabelle 5.5.3),

sondern erhalten einen Injektionsschlauch zur bedarfsweisen Verpressung.

### 5.2.5 Fügetechnik

(1) Die Nähte zwischen den KDB und die Nähte zwischen KDB und Fugenband müssen den Anforderungen der DVS 2225-5 entsprechen. Die Fügenähte sind mit Schweißmaschinen auszuführen.

(2) Die einzelnen KDB sind mindestens 8 cm zu überlappen. Verbindungen der lose verlegten KDB sind als Überlappnaht mit Prüfkanal durch Warmgas- oder Heizelement-Schweißen auszuführen.

(3) Bei T-Stößen muss die zuletzt geschweißte Naht durchgängig prüfbar sein.

(4) Kreuzstöße sind nicht zulässig.

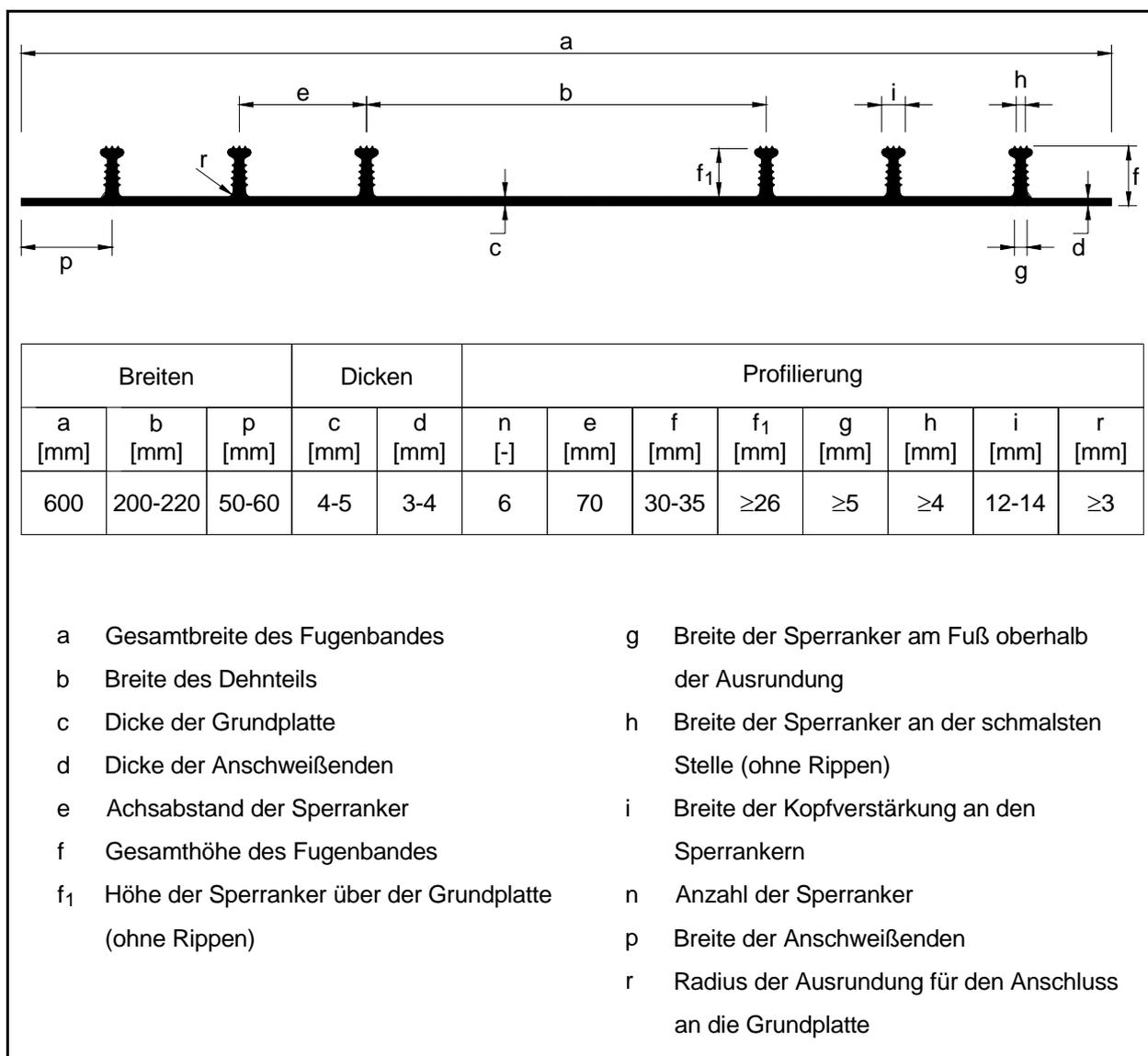


Bild 5.5.3: Grundabmessungen Schottfugenband, Tunnel in geschlossener Bauweise

(5) Die Breite der Einzelnähte einer Überlappnaht mit Prüfkanal muss mindestens 15 mm betragen.

(6) Der Prüfkanal der Schweißnaht zur Verbindung von zwei KDB ist in Abhängigkeit vom Material zwischen 10 und 20 mm breit auszuführen.

(7) Kann die Schweißnaht an einzelnen Stellen (z.B.: Nischen, Flicker) nicht als Überlappnaht mit Prüfkanal ausgebildet werden, ist eine mindestens 30 mm breite Überlappnaht ohne Prüfkanal (Vollnaht) mit Warmgasschweißung zulässig. Die Dichtigkeit ist mit Vakuumglocken zu prüfen. Dabei darf bei einem Unterdruck von 0,5 bar nach 10 Sekunden kein Druckabfall auftreten.

(8) Die Vollnaht kann nach bestandener Prüfung ggf. mit einer Extrusionsauftragsnaht zusätzlich abgesichert werden (Herstellerangaben sind zu berücksichtigen).

(9) Der zur Prüfung von Überlappnähten mit Prüfkanal aufgebrachte Druck von 2,5 bar darf nach 10 Minuten ohne weitere Luftzufuhr einen Abfall von 10% nicht übersteigen.

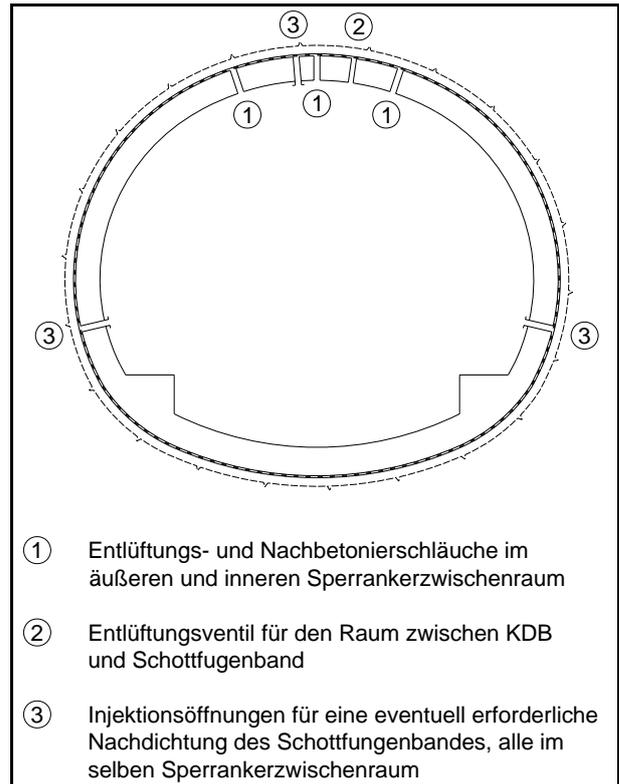
(10) Klebeverbindungen und Quellschweißungen sind nicht zulässig.

(11) Schweißnahtverbindungen von lose verlegten KDB dürfen ohne besondere Maßnahmen nicht bei Umgebungstemperaturen unter 5 °C und nicht bei relativer Luftfeuchtigkeit über 80% hergestellt werden.

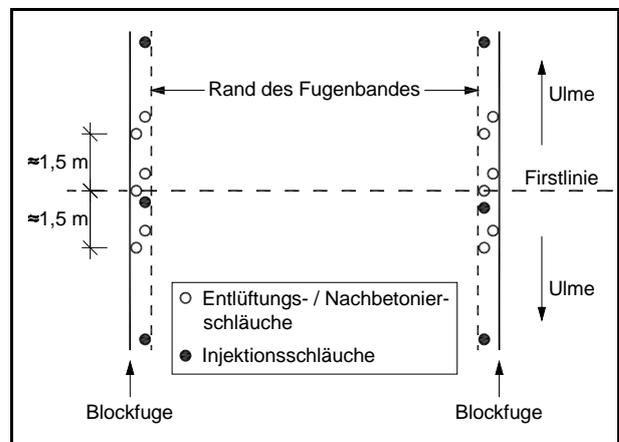
(12) Stumpfstoße von Profilbändern sind mit dem Heizschwert unter Verwendung einer Führungsmechanik auszuführen. Nach der Fügung der Stumpfnaht ist der entstandene Schweißwulst vorsichtig abzutragen. Der maximal zulässige Versatz der Sperrankerachsen beträgt 2 mm.

(13) Die Fügearbeiten dürfen nur von Schweißern mit gültigen Prüfzeugnissen gemäß DVS 2212-3 ausgeführt werden.

(14) Die Umgebungs- und Schweißbedingungen sind während der Ausführung zu dokumentieren.



**Bild 5.5.4:** Injektions-, Entlüftungs- und Nachbetoniereinrichtungen im Bereich der Blockfugen, Tunnel in geschlossener Bauweise



**Bild 5.5.5:** Injektions-, Entlüftungs- und Nachbetoniereinrichtungen im Bereich der Blockfugen, Abwicklung

### 5.2.6 Prüf- und Injektionseinrichtungen

(1) Zum Entlüften und Nachbetonieren im Bereich der Blockfugen sind beiderseits der Blockfuge jeweils mindestens sechs radial eingebaute Schläuche oder Rohre mit ca. 20 mm Innendurchmesser in die Zwischenräume der Sperranker zu führen (siehe Nr. 5.2.4). Die Anordnung der Nachbetonier- und Entlüftungsschläuche ist Bild 5.5.4 und Bild 5.5.5 zu entnehmen.

(2) Beiderseits der Blockfugen sind im First- und Ulmenbereich zusätzlich jeweils drei radial eingebaute Injektionsschläuche für eine eventuell erforderliche Nachdichtung des Schottfugenbandes in jeweils einen Sperrankerzwischenraum zu führen. Die Anordnung der Injektionseinrichtungen im Bereich der Blockfugen ist Bild 5.5.4 und Bild 5.5.5 zu entnehmen.

(3) Ab einem Wasserdruck von 10 m WS sind die durch die Blockfugenbänder begrenzten Felder mit einem Prüf- und Injektionssystem auszustatten. Die Prüf- und Injektionsöffnungen sollen durch frei gehaltene Aussparungen, Schläuche oder Rohre gebildet werden und sind gegen Verschließen beim Betonieren und bei der Firstspaltverfüllung zu schützen. Bei einer Undichtigkeit der KDB muss sowohl die Möglichkeit des Wasseraustritts, als auch der Injektion durch die Öffnungen gegeben sein. Der gegenseitige Abstand der Öffnungen in Längs- und Ringrichtung darf höchstens 5 m betragen. Die Öffnungen müssen wasserdicht verschließbar sein, bei Leitungen auch gegen den angrenzenden Beton.

(4) *Die Durchführung von Nachbetonier- und Injektionsarbeiten im Zuge der Herstellung der Innenschale erfolgt nach Abschnitt 1.*

### 5.2.7 Einbau der Schutzschicht in der Sohle

(1) Ein Eindringen von Fremdstoffen und Beton zwischen Schutzschicht und KDB ist beim Einbau der Schutzschicht und den nachfolgenden Arbeiten auszuschließen.

(2) Die Schutzschicht muss für den Bauzustand gegen Verschiebungen gesichert sein.

### 5.2.8 Verlegehilfen

Die Verlegehilfen (Gerüste, Verlegewagen etc.) sind so auszubilden, dass sie die KDB nicht beschädigen.

## 5.3 Übergang offene / geschlossene Bauweise

*Der Übergang von der offenen zur geschlossenen Bauweise bzw. die Anschlüsse und Durchdringungen an andere Abdichtungssysteme sind mit Profilhändern oder Los- und Festflanschkonstruktionen auszuführen.*

## 6 Qualitätssicherung

### 6.1 Überwachung der Bauprodukte der Abdichtung

#### 6.1.1 Erst- und Eignungsprüfung

(1) Für KDB und geotextile oder geotextilverwandte Schutz- und Dränschichten sind Erstprüfungen durchzuführen.

(2) Für Profilhänder, Kunststoffschutzbahnen und nicht den Geotextilien zuzuordnenden Dränschichten sind Eignungsprüfungen durchzuführen.

(3) Der Umfang der Prüfungen und die Anforderungen an die Beschaffenheit und die Eigenschaften der Bauprodukte sind in den TL/TP KDB und TL/TP SD festgelegt.

#### 6.1.2 Konformitätsnachweise / Übereinstimmungsnachweise

(1) Der Konformitätsnachweis für die KDB und die geotextilen oder geotextilverwandten Schutz- und Dränschichten ist gemäß TL/TP KDB und TL/TP SD durchzuführen.

(2) Der Übereinstimmungsnachweis für die Profilhänder und Kunststoffschutzbahnen ist gemäß TL/TP KDB und TL/TP SD durchzuführen.

### 6.2 Überwachung der Ausführung

#### 6.2.1 Eigenüberwachung der Bauausführung

(1) Die Ausführung muss einer laufenden Eigenüberwachung unterliegen.

(2) Die Produktidentität, die Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck und die allgemeine Beschaffenheit der Materialien sind laufend zu kontrollieren.

(3) Für die Prüfung des Abdichtungsträgers sind die folgenden Prüfungen durchzuführen:

- Prüfung der Oberflächenstruktur (Ebenheit und Mikrostruktur des Abdichtungsträgers),
- Prüfung der Wasserzutritte.

(4) Der Abdichtungsträger muss vom Auftragnehmer kontrolliert werden. Darüber ist ein Protokoll anzufertigen und dem Auftraggeber zu übergeben. Die Kontrolle kann auch abschnittsweise erfolgen. Der Auftraggeber ist rechtzeitig über die Durchführung der Kontrolle zu unterrichten. Die Schutzschicht und die KDB dürfen nur mit Zustimmung des Auftraggebers eingebaut werden.

(5) Nach dem Verlegen der KDB ist eine Prüfung der Oberfläche durchzuführen bzgl. der Gefahr einer Faltenbildung beim Betonieren bzw. Überschütten. Die Prüfung ist vom Auftragnehmer durchzuführen. Das Ergebnis ist zu protokollieren und dem Auftraggeber zu übergeben. Der Auftraggeber ist über die Durchführung der Prüfung zu unterrichten.

(6) Die Prüfung der Nähte der KDB ist vom Auftragnehmer gemeinsam mit dem Auftraggeber durchzuführen und zu protokollieren. Das gleiche gilt für die Schweißnähte zwischen Profilmänteln und KDB. Es gilt die DVS 2225-5. Die Protokolle sind dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Vor und nach dem Bewehren der Innenschale ist die Abdichtung auf Beschädigungen zu überprüfen. Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber ein Protokoll zu übergeben.

(8) Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass einzelne Bauteile für die Überprüfung fertiggestellter Teilleistungen zugänglich sind.

(9) Werden fertiggestellte Teilleistungen freigegeben, damit nachfolgende Teilleistungen ausgeführt werden können (z.B. Innenschale), gilt dies nicht als Abnahme im Sinn der VOB/B.

### 6.2.2 Baustoffeingangsprüfungen

(1) Für die KDB sowie für geotextile und geotextilverwandte Schutz- und Dränschichten sind vor dem Einbau auf der Baustelle Baustoffeingangsprüfungen nach den TL/TP KDB und TL/TP SD durchzuführen.

(2) Die Durchführung der Baustoffeingangsprüfungen liegt im Verantwortungsbereich des Auftragnehmers.

(3) Die Proben für die Baustoffeingangsprüfungen werden auf Veranlassung des Auftragnehmers durch den Fremdüberwacher der Bauausführung bzw. durch die örtliche Bauüberwachung entnommen.

(4) Die Ergebnisse der Prüfungen sind in einem Prüfzeugnis gemäß TL/TP KDB oder TL/TP SD zu dokumentieren.

### 6.2.3 Fremdüberwachung der Bauausführung

*Für die Ausführung ist eine Fremdüberwachung vorzusehen. Bei entsprechender Qualifikation kann die Fremdüberwachung der Abdichtungsarbeiten auch von der örtlichen Bauüberwachung übernommen werden.*

## 6.3 Dokumentation der Ausführung

(1) Wichtige Bauzustände werden durch Fotos dokumentiert.

(2) Die projektbezogene Dokumentation muss mindestens nachfolgende Punkte aufweisen:

- Beschreibung und Erläuterung des Bauverfahrens und des Bauablaufes der Abdichtungsarbeiten,
- Bezeichnung der verwendeten Werkstoffe, Produkte, Einbauteile und Baubehelfe,
- Datenblätter der Abdichtungselemente und Beschreibung der Einbauteile,
- Übereinstimmungsnachweis bzw. CE-Begleitdokumente,
- Ergebnisse der Eignungsprüfung,
- Ergebnisse der Eigenüberwachung (Ausführung) einschließlich Prüfzeugnis gemäß 6.2.2 (4),
- Ergebnisse der Kontrollprüfungen,
- Verlegebestandsplan (Schweißnahtplan),
- Einbaudaten bzw. Einbauzeitraum.

## 7 Abrechnung und Vergütung

(1) Abdichtungsträger, KDB, Dränschicht und Schutzschicht werden einzeln nach der Fläche abgerechnet. Profilmäntel werden nach der Länge abgerechnet.

(2) Die Fläche wird ermittelt aus dem theoretischen äußeren Umfang der Innenschale multipliziert mit der Länge in Tunnelachse. Öffnungen, Nischen und Aussparungen mit einer bis zu 2,50 m<sup>2</sup> großen Fläche werden übermessen.

(3) Die Maßnahmen und Aufwendungen zum Herstellen der gebrauchsfertigen und funktionsfähigen Abdichtung (z.B. Verlegewagen, Verankerung der Bahnen, Schweißen der Bahnen untereinander bzw. mit den Profilmänteln, Prüfung auf Dichtigkeit) sind Nebenleistungen.

*(4) Profilmäntel und Verstärkungstreifen sind als gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(5) Die Kosten für die Baustoffeingangsprüfungen trägt der Auftragnehmer.

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

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

# **ZTV-ING**

## **Teil 6 Bauverfahren**

## **Abschnitt 1 Traggerüste**

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

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches .....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Ausführungsunterlagen</b> .....	3
<b>3 Gründung</b> .....	3
<b>4 Grundsätze für Entwurf und bauliche Durchbildung</b> .....	3
<b>5 Prüfung und Überwachung</b> .....	3
<b>6 Bestimmungen für die Baustelle</b> .....	4
<b>7 Maßnahmen im Bereich von Verkehrswegen und baulichen Anlagen</b> .....	4
 <b>Anhang A</b>	
Formblatt A 6.1.1 Ausführungsprotokoll .....	5
Formblatt A 6.1.2 Überwachungsbericht .....	6

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 6 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Für Befestigungsmittel von Traggerüsten gilt Teil 8 Abschnitt 6.

(3) Zu den Traggerüsten gehören auch die Gründungen, Schalungen, Arbeitsplattformen und Zugänge, wenn diese an Traggerüsten oder Schalungen angebaut werden oder fest mit diesen verbunden sind.

(4) Es gilt DIN EN 12812 unter Berücksichtigung der Anwendungsrichtlinie des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt).

(5) Traggerüste für Überbauten, Wand- und Stützenschalungen von Brücken und Ingenieurbauten sind in die Bemessungsklasse B1 oder B2 nach DIN EN 12812 einzustufen. Dies gilt auch für die Unterstützung von Kappen.

(6) Wand- und Stützenschalungen bis zu einer Höhe von 5 m sind abweichend von DIN EN 12812 der Bemessungsklasse A zuzuordnen.

(7) Traggerüste der Bemessungsklasse A gehören zu den Nebenleistungen.

(8) Traggerüste sind so zu planen, dass im Bereich von Verkehrswegen, baulichen Anlagen und Leitungen die Verkehrssicherheit und Betriebssicherheit gewährleistet werden.

(9) Abweichend von DIN EN 12812 Nr. 7.1 dürfen nur fachkundige Unternehmen mit ausgebildetem Personal für Gerüstbauarbeiten beauftragt werden, die z.B. durch ausgeführte Maßnahmen ihre Qualifikation nachgewiesen haben.

(10) Der Ansatz der Windlast erfolgt entsprechend DIN EN 1991-1-4. Davon abweichend darf im Lastfall 2 der Tabelle 1 der DIN EN 12812 der Arbeitswind nach Nr. 8.2.4.2 derselben Norm angesetzt werden.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen der DIN EN 12812.

## 2 Ausführungsunterlagen

(1) Der nach Teil 1 Abschnitt 2 für das Bauwerk benannte Koordinator ist auch für das Traggerüst zuständig. Dieser hat die erfolgte Koordination nach DIN EN 12812 Anhang A auf den Ausführungsunterlagen zu bestätigen.

(2) Es sind prüffähige Ausführungsunterlagen vorzulegen, die vom Auftragnehmer, Koordinator, Auf-

steller und dem Verantwortlichen des Gerüstbauunternehmens zu unterschreiben sind.

(3) Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) bzw. europäische technische Zulassungen / Europäische Technische Bewertungen (ETA) sowie Prüfbescheide und Prüfberichte von Typenberechnungen sind den Ausführungsunterlagen beizufügen (siehe Teil 1 Abschnitt 2). Auf Anforderung sind auch die vollständigen Typenberechnungen vorzulegen.

(4) Versuche nach DIN EN 12812 dürfen nur bei einer vom Auftraggeber anerkannten Prüfstelle durchgeführt werden.

## 3 Gründung

Ein vom Auftraggeber zur Verfügung gestelltes Baugrundgutachten gilt nur für die Gründung des ausgeschriebenen Bauwerkes. Es ist auf die Gründung des Traggerüstes nicht ohne Weiteres übertragbar. Der Auftragnehmer hat erforderlichenfalls einen ergänzenden Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 bzw. einen Geotechnischen Entwurfsbericht nach DIN EN 1997-1 als Ausführungsunterlage vorzulegen.

## 4 Grundsätze für Entwurf und bauliche Durchbildung

(1) Traggerüste dürfen nur in die Bemessungsklasse B1 eingestuft werden, wenn ihre Planung, Fertigung und Güteüberwachung auf dem Niveau von Permanentkonstruktionen erfolgen.

(2) Eine Reduktion der Imperfektionsansätze auf die Werte der DIN EN 1993-1-1 aufgrund von Messungen ist bei Bemessungsklasse B2 nicht zulässig. Für Konstruktionen mit außergewöhnlichen Abmessungen wie z.B. weitgespannten Fachwerkträgern ist es möglich, mit angemessenen Imperfektionsansätzen zu arbeiten, deren Einhaltung bei der Montage nachgewiesen werden muss. Als Mindestwert ist  $l/500$  zu verwenden.

(3) Durch geeignete Vorrichtungen (z.B. Spindeln) ist ein erschütterungsfreies Absenken sicherzustellen. Der Absenkungsvorgang muss in jeder Zwischenstellung unterbrochen werden können.

## 5 Prüfung und Überwachung

(1) Die Ausführungsunterlagen sind von einem vom Auftraggeber benannten Prüfsachverständigen zu prüfen.

(2) *In der Regel soll der Prüfsachverständige des Bauwerks auch die Gerüstkonstruktion prüfen. Hat der Prüfsachverständige keine Anerkennung in der Fachrichtung der Gerüstkonstruktion, ist bei schwierigen*

Gerüsten ein separater Prüfingenieur hinzu zu ziehen.

(4) Die Richtlinie zur Ermittlung der Vergütung für die statische und konstruktive Prüfung von Ingenieurbauwerken für Verkehrsanlagen (RVP) ist der Abrechnung zugrunde zulegen.

(5) Die Benutzungsfreigabe wird auf der Grundlage des Überwachungsberichtes gemäß Formblatt A 6.1.2 durch den Auftraggeber erteilt.

(2) Sofern die örtliche Situation den Ansatz von Anpralllasten erfordert, sind Größe und Angriffspunkt in den Unterlagen des Auftraggebers vorzugeben.

(3) Die Sicherung von Traggerüsten im Bereich von Schienenverkehrsstrecken oder Wasserstraßen ist mit dem jeweiligen Eigentümer / Betreiber abzustimmen.

(4) Ggf. erforderliche Schutzgerüste sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

## 6 Bestimmungen für die Baustelle

(1) Mit der Errichtung der Traggerüste darf erst begonnen werden, wenn die geprüften Ausführungsunterlagen mit dem Gesehenvermerk des Auftraggebers auf der Baustelle vorliegen.

(2) Der Auftragnehmer hat im Rahmen seiner Eigenüberwachung dafür zu sorgen, dass Auf-, Um- und Abbau sowie ggf. Verschieben der Traggerüste unter Verantwortung eines fachkundigen Ingenieur erfolgen. Dieser hat seine Überwachungstätigkeiten auf dem Ausführungsprotokoll A 6.1.1 zu dokumentieren.

(3) Vor dem Aufbringen der Nutzlast ist mit den Protokollen A 6.1.1 und A 6.1.2 zu bestätigen, dass die Ausführung mit den geprüften Ausführungsunterlagen übereinstimmt, dass die eingebauten Teile unbeschädigt sind und dass alle Schweißarbeiten von Betrieben durchgeführt worden sind, die über eine gültige Bescheinigung nach DIN EN 1090 (Schweißzertifikat und EG-Zertifikat) für mindestens die Ausführungsklasse 2 (EXC 2) verfügen.

(4) Vor dem Betonieren bzw. vor der Belastung sind sämtliche Verbindungen zu kontrollieren und ggf. nachzuziehen. Während des Betonierens und des Vorspannens bzw. während der Aufbringung der Nutzlast sind die Verformungen und Setzungen des Gerüstes ständig zu überprüfen (Soll-Ist-Vergleich) und zu dokumentieren. Ggf. sind besondere Maßnahmen einzuleiten oder erforderlichenfalls die Arbeiten zu unterbrechen.

## 7 Maßnahmen im Bereich von Verkehrswegen und baulichen Anlagen

(1) Traggerüste im Bereich von Verkehrswegen sind entsprechend ZTV-SA durch unabhängige Schutzeinrichtungen an Verkehrswegen gegen Anprall zu sichern. Dies gilt auch, wenn z.B. während der Herstellung der Brücke gleichlaufend mit einer Erdbaustelle Transporte in dafür vorgesehenen Verkehrsräumen erfolgen sollen.

**Formblatt A 6.1.1**

<b>Ausführungsprotokoll</b>	___. Ausfertigung										
<b>Baumaßnahme</b>	<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>										
<b>Bauteil / Traggerüst / Bauabschnitt</b>	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>										
<b>Auftraggeber</b>	<b>Bauwerksname</b>										
<b>Auftragnehmer</b>	<b>oben</b>										
	<b>unten</b>										
<b>Aufsteller Ausführungsplanung Traggerüst</b>											
<b>Aufbaufirma Traggerüstkonstruktion</b>											
<b>Fachkundige Ingenieure</b>											
<b>Koordinator</b>											
<p>Es wird bestätigt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Ausführung des Traggerüstes stimmt mit den genehmigten Ausführungsunterlagen überein. Abweichungen sind begründet und belegt.</li> <li>2. Die eingebauten Teile sind nach sorgfältiger Sichtkontrolle unbeschädigt. Es ist ein einwandfreier Kraftschluss in den Verbindungselementen vorhanden.</li> <li>3. Alle Schweißarbeiten wurden von Betrieben durchgeführt, die ein EG- und Schweißzertifikat nach DIN EN 1090 für mindestens Ausführungsklasse 2 (EXC 2) besitzen.</li> <li>4. Die der Bemessung zugrundegelegten Baugrundverhältnisse stimmen mit den bei der Ausführung angetroffenen überein.</li> </ol>											
<p>Besondere Vorkommnisse während der Montage, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausführung von Teilen, die auf Zeichnungen nicht eindeutig oder abweichend dargestellt worden sind <sup>1)</sup></li> <li>– Schwierigkeiten, die Traggerüstgeometrie (z.B. Achsmaße, Gradienten, Sollhöhen) zu erfüllen und deren Korrektur <sup>1)</sup></li> <li>– Weitere besondere Vorkommnisse:</li> </ul>											
<b>Getroffene Maßnahmen (mit Begründung)</b>											
<b>Unterschriften</b>											
<b>Aufgestellt</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%; border-bottom: 1px dotted black; text-align: center;">Ort</td> <td style="width: 20%; border-bottom: 1px dotted black; text-align: center;">Datum</td> <td style="width: 40%; border-bottom: 1px dotted black; text-align: center;">Koordinator (Name Unterschrift)</td> </tr> </table>	Ort	Datum	Koordinator (Name Unterschrift)							
Ort	Datum	Koordinator (Name Unterschrift)									
<b>(Trag-)Gerüst</b>	Fachkundiger Ingenieur des AN/Nachunternehmers <sup>2)</sup>										
<b>Schalung</b>	Fachkundiger Ingenieur des AN/Nachunternehmers <sup>2)</sup>										
<b>Gründung</b>	Fachkundiger Ingenieur des AN/Nachunternehmers <sup>2)</sup>										
	Auftragnehmer (AN) <sup>2)</sup>										
<b>Gesehen</b>											
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px dotted black; text-align: center;">Ort</td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px dotted black; text-align: center;">Datum</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px dotted black; text-align: center;">Auftragnehmer (AN) <sup>2)</sup></td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px dotted black; text-align: center;">Auftraggeber (AG) <sup>2)</sup></td> </tr> </table>	Ort	Datum	Auftragnehmer (AN) <sup>2)</sup>	Auftraggeber (AG) <sup>2)</sup>						
Ort	Datum										
Auftragnehmer (AN) <sup>2)</sup>	Auftraggeber (AG) <sup>2)</sup>										
<p><b>Durchschrift an:</b>    <b>Auftragnehmer</b>                      <b>Auftraggeber</b>                      <b>Prüfingenieur</b>                      <b>Koordinator</b></p>											

<sup>1)</sup> Nichtzutreffendes streichen    <sup>2)</sup> jeweils Name und Unterschrift



# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 6 Bauverfahren

## Abschnitt 2 Taktschiebeverfahren

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

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Spanngliedführung.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Verschiebelager.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Führungslager.....</b>	<b>3</b>
<b>5 Grenzwerte der Lagerreibung.....</b>	<b>3</b>
<b>6 Sicherung des Überbaus.....</b>	<b>3</b>
<b>7 Stabilitätsnachweis der Unterbauten.....</b>	<b>3</b>
<b>8 Bauungenauigkeiten.....</b>	<b>3</b>
<b>9 Vermeidung von Schäden im unteren Stegbereich.....</b>	<b>4</b>
<b>10 Korrekturmöglichkeiten, Beseitigung von Schadensfällen.....</b>	<b>4</b>
<b>11 Arbeitsanweisung.....</b>	<b>4</b>
<b>12 Anwesenheit des Bauleiters.....</b>	<b>4</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 6 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Dieser Abschnitt gilt für Betonbrücken sowie für Stahl- und Stahlverbundbrücken entsprechend.

## 2 Spanngliedführung

Spannglieder, die über die Vorspannung des Bauzustandes hinaus für den Endzustand erforderlich sind, sind so zu führen, dass sie der Eigengewichtsverformung entgegenwirken, d.h. im Allgemeinen entsprechend der Momentenlinie gekrümmt sind.

## 3 Verschiebelager

(1) Verschiebelager sind nach den gültigen Normen bzw. sinngemäß nach den Grundsätzen für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung endgültiger Lager zu bemessen. Anforderungen an die Dauerhaftigkeit können entsprechend verringert werden. Der Einfluss von Winkelverdrehungen der Überbauten (längs und quer) einschl. Vorbauschnabel und von Bauungenauigkeiten (siehe Nr. 8) ist nachzuweisen und bei der Bemessung zu berücksichtigen.

(2) Die endgültigen Lager dürfen erst nach Erreichen der Solllage des Überbaus belastet werden.

## 4 Führungslager

(1) In Querrichtung ist in Höhe der Führungslager eine zusätzliche Horizontallast von  $\pm V/100$  anzusetzen und mit den planmäßigen Lasten (z.B. Wind, evtl. Zusatzkräfte aus Brückenkrümmung, aus Querneigung der Gleitflächen bzw. aus Lastumlagerungen infolge Steifigkeitsunterschieden der Stützungen) ungünstigst zu überlagern. Bei Ausfall eines Führungslagers muss für den Verschiebe- und für den Ruhezustand in allen Bauteilen eine Sicherheit gegen Versagen von 1,2 vorhanden sein; für die Gründung gilt dabei die außergewöhnliche Bemessungssituation BS-A nach DIN 1054. Der Verschiebevorgang darf erst nach Behebung von Schadensfällen wieder aufgenommen werden.

(2) Führungslager sind so anzuordnen, dass auch in den Anfangsstadien des Verschiebevorganges eine einwandfreie Führung des Überbaus gewährleistet ist.

## 5 Grenzwerte der Lagerreibung

(1) Bei der Berechnung der Verschiebezustände ist von einer minimalen Reibung von 0 % und einer maximalen Reibung von 4 % auszugehen. Die Voraussetzungen sind eine Gleitpaarung zwischen PTFE (entsprechend den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Verformungs-Gleitlager) und Chromnickelstahl (maximale Rautiefe 3  $\mu\text{m}$ , maximal 0,2 mm Abweichungen von der Ebenheit) sowie saubere und gefettete Gleitflächen.

(2) Die zugehörigen Pfeilerkopfauslenkungen und Horizontalkräfte sind nachzuweisen und beim Verschiebevorgang durch Kontrolle der Pfeilerkopfauslenkungen und der Verschiebekräfte zu überprüfen. Beim Erreichen der rechnerischen Grenzwerte ist der Verschiebevorgang durch geeignete Vorrichtungen automatisch zu unterbrechen. Von jedem Bedienungspunkt aus muss der Verschiebevorgang gestoppt werden können.

## 6 Sicherung des Überbaus

(1) Zur Sicherung des Überbaus gegen unkontrolliertes Gleiten sind für jeden Bauzustand eindeutige Festhaltungen und bei Längsneigungen besondere Maßnahmen zum Anhalten des Verschiebevorganges vorzusehen.

(2) Stromausfall darf nicht zum Versagen von Sicherungseinrichtungen führen.

## 7 Stabilitätsnachweis der Unterbauten

Beim Stabilitätsnachweis der Unterbauten sind in den Verschiebezuständen die Horizontallasten aus den Grenzwerten der Lagerreibung sowie die nach Nr. 4 in Querrichtung anzusetzende Horizontallast als äußere Lasten anzusetzen.

## 8 Bauungenauigkeiten

(1) Zur Berücksichtigung der Bauungenauigkeiten sind in der statischen Berechnung des Bauwerks in Brückenlängsrichtung vertikal bzw. horizontal fiktive Abweichungen des Überbaus von der Solllage von mindestens  $\pm 0,5$  cm für jede Auflagerachse anzusetzen. In Querrichtung des Bauwerks ist eine vom Lagerabstand abhängige Verdrehung ( $\pm$ ) anzunehmen. Diese ergibt sich aus einer fiktiven Höhendifferenz zwischen benachbarten Lagern derselben Auflagerachse von mindestens

- 0,3 cm bei einem Lagerabstand  $\leq 2,00$  m und
- 0,8 cm bei einem Lagerabstand  $\geq 12,00$  m.

Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.

(2) Die Werte sind entsprechend zu erhöhen, wenn eine Vermessungsgenauigkeit von  $\pm 1,0$  mm bzw. eine relative Genauigkeit in Querrichtung von  $\pm 0,5$  mm sowie eine maximale Fertigungstoleranz aus Betonierlast von  $\pm 1,0$  mm nicht einwandfrei gewährleistet werden können.

(3) Die Höhenlage der Verschiebelager ist laufend zu überprüfen. Abweichungen zur Solllage von mehr als 3 mm sind unverzüglich auszugleichen.

(4) Im Bereich der Fertigung und von dazu benachbarten Unterstützungen dürfen die vertikalen rechnerischen Bauungenauigkeiten in Längsrichtung auf bis zu  $\pm 0,3$  cm und die Höhendifferenz in Querrichtung auf 0,3 cm reduziert werden. Abweichungen der Höhenlage der Verschiebelager von der Solllage von mehr als 1,5 mm müssen unverzüglich ausgeglichen werden.

(5) Die aus den vorstehenden Verformungslastfällen ermittelten Schnittgrößen sind den übrigen Bemessungslastfällen in ungünstigsten Kombinationen zu überlagern.

(6) Für Bauungenauigkeiten im Bereich der Lagerflächen ist eine fiktive örtliche Verdrehung der Auflagerflächen des Überbaus gegenüber denen der Lager in Längs- und Querrichtung von  $\pm 1$  ‰ anzunehmen. Die daraus resultierenden örtlich erhöhten Auflagerpressungen sind bei der Bemessung der Lager-Lasteinleitungsbereiche zu berücksichtigen bzw. durch entsprechende konstruktive Maßnahmen zu vermeiden. Kleinere unvermeidliche örtliche Unebenheiten der Betonunterseite des Überbaus und der Gleitflächen der Verschiebelager (siehe Nr. 5) sind durch entsprechend elastische Ausbildung der Verschiebeplatten auszugleichen.

(7) Baugrundbewegungen, die nicht unverzüglich ausgeglichen werden, sind zusätzlich zu berücksichtigen. Dies gilt auch für den Bereich der Fertigungsanlage.

(8) Bauungenauigkeiten sind rechnerisch wie Zwängungen aus wahrscheinlicher Baugrundbewegung zu berücksichtigen. Ein Abbau der Zwangsschnittgrößen durch Kriechen darf bis zur Beendigung des Verschiebevorganges nicht berücksichtigt werden.

## 9 Vermeidung von Schäden im unteren Stegbereich

(1) Der Nachweis der Beanspruchungen im Steg über den Verschiebelagern ist unter Berücksichtigung der Hüllrohrhohlräume zu führen. Es ist zu beachten, dass die Bügel bereichsweise auf Druck beansprucht werden. Eine möglichst zentrische Einleitung der Lagekraft in den Steg ist anzustreben. Exzentrizitäten, auch infolge einseitiger Hüllrohrhohlräume und von Bauungenauigkeiten, sind zu berücksichtigen.

(2) Der Abstand Unterkante Hüllrohr bis Unterkante Überbau muss im Bereich der Auflagerbahn mindestens 15 cm betragen.

(3) Die Verschiebeplatten sind mit einem horizontalen Randabstand von mindestens 5 cm von Außenkante Bügelbewehrung des Überbausteges einzulegen. Eine ausreichend genaue Lage der Verschiebeplatten ist durch konstruktive Maßnahmen zu gewährleisten.

## 10 Korrekturmöglichkeiten, Beseitigung von Schadensfällen

(1) Für den Austausch von Verschiebelagern oder deren Einzelteilen sind entsprechende Geräte vorzuhalten. Hierfür sind Pressenansatzpunkte einzuplanen und die Anhebemaße bei der Bemessung der Überbauten zu berücksichtigen.

(2) Die Möglichkeit für ein Zurückfahren oder Querverschieben des Überbaus ist bei der Bemessung der Unterbauten zu berücksichtigen.

## 11 Arbeitsanweisung

(1) Es ist eine Arbeitsanweisung zu erstellen, aus der alle notwendigen Kontroll- und Korrekturmaßnahmen hervorgehen. Dies gilt auch für die Kontrolle der Pfeilerauslenkungen und die Überwachung der erreichten Fertigungsgenauigkeit.

(2) Diese Anweisung ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(3) Alle Kontrollmessungen sowie besondere Vorkommnisse sind zu protokollieren.

## 12 Anwesenheit des Bauleiters

Der verantwortliche Bauleiter muss jeden Verschiebevorgang persönlich überwachen und hat das Taktschiebepersonal nachweislich in die Aufgaben einzuweisen.

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 6 Bauverfahren

### Abschnitt 3 Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse

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

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Anwendungsgrundsätze.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Anforderungen.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Angebots- und Ausführungs- unterlagen .....</b>	<b>4</b>

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 6 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind stationäre oder verfahrbare, mit Planen oder anderen Abdeckungen versehene Einrüstungen.

## 2 Anwendungsgrundsätze

(1) Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind so auszubilden, dass die Verarbeitungsbedingungen der für den Einbau vorgesehenen Stoffe und Stoffsysteme eingehalten werden können.

(2) Die Bestimmungen des Arbeitsschutzes sind einzuhalten. Dabei hat der Auftragnehmer alle für den Arbeitsschutz erforderlichen Konstruktionen und ausführungstechnischen Maßnahmen mit den zuständigen Aufsichtsbehörden abzustimmen.

(3) *Die Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse einschließlich zusätzlicher Maßnahmen zur Verkehrssicherung sind in gesonderten Leistungspositionen auszuweisen.*

## 3 Anforderungen

(1) Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind so zu planen und auszuführen, dass ihre Standsicherheit und Verkehrssicherheit jederzeit gewährleistet sind, die zulässigen Beanspruchungen der betroffenen Bauwerksteile nicht überschritten werden und eine einfache und schnelle Montage und Umsetzbarkeit möglich sind.

(2) Für Wind und Schneelasten gilt DIN EN 13782.

(3) Art, Anzahl und Abmessungen der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind auf das Objekt, die vorgesehene Ausführung, die örtlichen und verkehrlichen Bedingungen und die Bearbeitungszeit abzustimmen, wobei insbesondere

- die vorgesehene Tagesleistung,
- die temperaturbedingten Standzeiten, wie z.B. Aufheiz- und Aushärtezeit,
- die Gesamtbauzeit,
- die verkehrlichen Randbedingungen,
- die Umsetzbarkeit der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse

zu beachten sind.

(4) Die lichten Innenraummaße sind auf die unter bzw. in den Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse auszuführenden Arbeiten abzu-

stimmen, wobei eine Mindestlichthöhe von 2,00 m nicht unterschritten werden darf.

(5) Die Schutzeinrichtungen sind so auszubilden, dass Niederschlags-, Oberflächen- und Spritzwasser sowie Sprühnebel von den zu bearbeitenden Flächen ferngehalten werden.

(6) Wasser ist schadlos abzuleiten.

(7) *Es kann zweckmäßig sein, bergseitig ankommendes Wasser durch eine vorgelagerte Schwelle aufzufangen.*

(8) Die Konstruktion unter einer flexiblen Dachhaut ist so auszubilden, dass keine Wasseransammlungen auftreten.

(9) Die Außenhaut der Schutzeinrichtung muss zerreifest und schwer entflammbar sein.

(10) Bei der Befestigung der Außenhaut sind insbesondere die Druck und Sogbeanspruchungen aus Wind und Verkehr zu berücksichtigen.

(11) Der Innenraum ist so zu beleuchten, dass ein geordneter Arbeitsablauf sichergestellt ist.

(12) Für ausreichende Belüftung ist zu sorgen. Die Belüftung darf nicht zu einer mangelhaften Ausführung führen.

(13) Ein Herabtropfen von Kondensatwasser auf die zu behandelnden Flächen ist zu verhindern.

(14) *Eine geeignete Maßnahme gegen Kondensatbildung kann z.B. eine doppelwandige Dachhaut sein. Bei einer evtl. Beheizung ist zu beachten, dass dadurch die Kondensatbildung gefördert werden kann.*

(15) Alle Konstruktionen sind auf lastverteilende Unterlagen abzusetzen.

(16) Verfahrbare Konstruktionen sind mit leichtgängigen Rollen auszustatten, für deren Führung und Lastverteilung U-Profile oder Schienen vorzusehen sind. Die Rollen müssen feststellbar sein.

(17) Die Schutzeinrichtungen dürfen nicht in den Lichtraum von unter Betrieb befindlichen Verkehrsanlagen reichen. Die Sicherheitsbestimmungen für Arbeiten im Bereich von Oberleitungsanlagen und sonstigen elektrischen Freileitungen sind zu beachten.

(18) Sofern es die Führung und Sicherung des Verkehrs und der Schutz der Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse erfordern, sind gegen Anfahrnfälle passive Schutzeinrichtungen vorzusehen.

(19) Der ordnungsgemäße Zustand passiver Schutzeinrichtungen und sonstiger zusätzlicher Maßnahmen zur Verkehrssicherung ist auch während der arbeitsfreien Zeiten sicherzustellen.

## 4 Angebots- und Ausführungsunterlagen

(1) Vom Bieter ist zur Angebotsabgabe die Vorlage der zeichnerischen Darstellung der gewählten Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse, gegebenenfalls einschließlich heizungs-, lüftungs- und beleuchtungstechnischer Ausrüstung, mit detaillierter Beschreibung zu verlangen.

(2) Falls erforderlich, sollen die zulässigen Belastungen von Bauteilen (z.B. Tragarme) angegeben werden.

(3) Für die Schutzeinrichtungen gegen Witterungseinflüsse sind statische Nachweise und Ausführungspläne erforderlich. Inbegriffen ist der Nachweis, dass durch die entstehenden Zusatzlasten die zulässigen Beanspruchungen der betroffenen Bauwerksteile nicht überschritten werden. Ist in der Leistungsbeschreibung nichts anderes festgelegt, sind diese Unterlagen von einem Prüfsachverständigen zu prüfen vorzulegen.

(4) Soll eine Prüfung durch einen vom Auftragnehmer zu beauftragenden Prüfsachverständigen nicht erfolgen, ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben, dass die statischen Nachweise und Ausführungspläne dem Auftraggeber zur Prüfung vorzulegen sind.

(5) Die geprüften Unterlagen müssen während der Bauausführung auf der Baustelle vorliegen.

(6) Eventuelle Hilfskonstruktionen für die Verankerung am Bauwerk bedürfen der Zustimmung des Auftraggebers und sind mit ihm rechtzeitig vor Baubeginn abzustimmen. Eine Beschädigung von Bauwerksteilen ist möglichst zu vermeiden. Trotzdem erforderlich werdende Instandsetzungen sind vom Auftragnehmer auf seine Kosten vorzunehmen.

(7) Vom Auftragnehmer ist ein Ausführungsprotokoll zu erstellen, in dem die Übereinstimmung des Aufbaus der Schutzeinrichtung gegen Witterungseinflüsse mit den geprüften Unterlagen bescheinigt wird.

(8) Soll die Übereinstimmungsbescheinigung durch den Prüfsachverständigen erfolgen, ist dies zu vereinbaren.

(9) Erst nach Vorlage des Ausführungsprotokolls darf mit den Bauarbeiten unter bzw. in der Schutzeinrichtung begonnen werden.

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 7  
Brückenbeläge**

**Abschnitt 1  
Brückenbeläge auf Beton mit einer  
Dichtungsschicht aus einer  
Bitumen-Schweißbahn**

---

**ZTV-ING - Teil 7 Brückenbeläge - Abschnitt 1 Brückenbeläge auf Beton mit einer  
Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn**

---

*Der Teil 7 Abschnitt 1 kann bei der FGSV-Verlag  
GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen  
werden.*

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 7  
Brückenbeläge**

**Abschnitt 2  
Brückenbeläge auf Beton mit einer  
Dichtungsschicht aus zwei  
Bitumen-Schweißbahnen**

---

**ZTV-ING - Teil 7 Brückenbeläge - Abschnitt 2 Brückenbeläge auf Beton  
mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen**

---

*Der Teil 7 Abschnitt 2 kann bei der FGSV-Verlag  
GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen  
werden.*

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 7  
Brückenbeläge**

**Abschnitt 3  
Brückenbeläge auf Beton mit einer  
Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff**

---

## **ZTV-ING - Teil 7 Brückenbeläge - Abschnitt 3 Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff**

---

Es gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton, Teil 3 Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff (ZTV-BEL-B Teil 3).

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 7  
Brückenbeläge**

**Abschnitt 4  
Brückenbeläge auf Stahl  
mit einem Dichtungssystem**

---

*Der Teil 7 Abschnitt 4 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.*

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 7  
Brückenbeläge**

**Abschnitt 5  
Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge  
auf Stahl**

---

*Der Teil 7 Abschnitt 5 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.*

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

# **ZTV-ING**

## **Teil 8 Bauwerksausstattung**

### **Abschnitt 1 Fahrbahnübergänge aus Stahl und aus Elastomer**

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

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Grundsätzliches.....	3
1.2 Begriffsbestimmungen.....	4
<b>2 Verankerungen am Stahl .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Verankerungen im Beton .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Einbau.....</b>	<b>4</b>
<b>5 Wasserdichte Fahrbahnübergänge .....</b>	<b>5</b>
5.1 Wasserdichte Fahrbahnüber- gänge mit einem Dichtprofil .....	5
5.2 Wasserdichte Fahrbahnübergänge mit mehr als einem Dichtprofil .....	5
<b>6 Wasserdurchlässige Fahrbahnübergänge 5</b>	
6.1 Mehrplattenübergänge .....	5
6.2 Fingerübergänge .....	6
6.3 Entwässerungsrinnen .....	6
<b>7 Werkstoffe .....</b>	<b>6</b>

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines. Er gilt auch für Gehwegübergänge.

(2) Es gelten DIN EN 1990, DIN EN 1090-2, DIN EN 1993-1-9, DIN EN1993-2, DIN EN 10025 und DIN EN 10088,. Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3 entsprechend.

(3) Zu den Fahrbahnübergängen gehören auch alle Verbindungsmittel, Verankerungen sowie Tropfbleche, Tropfbahnen, Abdeckbleche und Rinnen im Kappenbereich, auf Stahlkonstruktionen auch etwaige Futterbleche.

(4) Fahrbahnübergänge für Straßen- und Wegbrücken sind nach den Technischen Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise und Fingerübergänge mit Entwässerung von Straßen- und Wegbrücken (TL/TP FÜ) zu bemessen.

(5) Bei Straßen- und Wegbrücken sind die Horizontallasten auch innerhalb der Fahrbahnübergänge einwandfrei weiterzuleiten. Etwaige entlastend wirkende Reibungskräfte dürfen nicht berücksichtigt werden, sofern der rechnerische Ansatz im Zuge der TL/TP FÜ nicht im Einzelfall begründet wird.

(6) Bei häufig wiederkehrender Bauweise dürfen nur solche Fahrbahnübergänge mit mehr als einem Dichtprofil verwendet werden, die nach den TL/TP FÜ geprüft sind.

(7) Für den Nachweis gegen Ermüdung sind die TL/TP FÜ zu beachten.

(8) Fahrbahnübergänge sind auf die Einbauhöhen des Fahrbahnbelages und die Bewegungsrichtung der Lager auszurichten. Die Schiefe, die Längs- und Querneigungen sowie die Verformungen der Brückenüberbauten infolge Temperatur, Kriechen, Schwinden, Verkehrslasten und ggf. Setzungen sowie die Endwinkelverdrehungen der Überbauten sind zu berücksichtigen.

(9) Die Abschlüsse zum Fahrbahnbelag sind aus Stahl herzustellen. Die Verwendung anderer Materialien ist nur dann zulässig, wenn ihre Eignung zweifelsfrei nachgewiesen wird. Die Oberkanten der Konstruktion dürfen nicht aus dem Fahrbahnbelag herausragen, sondern müssen 3 mm bis 5 mm unter der Oberfläche liegen. Alle befahrenen Stahlkanten sind mit mindestens 3 mm Radius abzurunden. Die Ebenheitsbedingungen des Fahrbahnbelages nach den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau

von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (ZTV Asphalt-StB) sind kontinuierlich über den Fahrbahnübergang hinweg einzuhalten. Stauwasserbildung vor den Fahrbahnübergängen über der Abdichtung ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (Teil 8 Abschnitt 5).

(10) Die lichte Weite von Fugenspalten darf 5 mm nicht unter- und 70 mm (100 mm bei Lamellen mit Sinusblech-, Rautenblech- oder ähnlicher Abdeckung zur Lärminderung) nicht überschreiten. Dabei bleiben horizontale Lamellenverformungen außer Ansatz (siehe TL/TP FÜ).

(11) Für den einwandfreien Anschluss der Brückenabdichtung an die Fahrbahnübergänge ist ein horizontaler Flansch von mindestens 80 mm Breite vorzusehen.

(12) Im Bereich von Geh- und Radwegen sind die Fugenspalte abzudecken oder durch geeignete Fugenprofile so zu gestalten, dass Unfallgefahren ausgeschlossen werden.

(13) Abdeckbleche im Gesims- und Kappenbereich müssen aus mindestens 10 mm dickem nicht rostendem Stahl mit der Werkstoff-Nr. 1.4571 und ihre Befestigungsmittel aus nicht rostendem Stahl der Werkstoff-Nr. 1.4401 jeweils nach DIN EN 10088 bestehen. Sie müssen mit den Gesimsen und Kappen bündig sein.

(14) Zur Erhöhung der Griffigkeit sind bei Stahlplatten über 200 mm Breite in Fahrbahnen und Gehwegbereichen Profilierungen oder gleichwertige und dauerhafte Maßnahmen vorzusehen.

(15) Falls Stöße nicht vermieden werden können, sind sie kraftschlüssig und wasserdicht zu verschweißen.

(16) Werden Dichtprofile um mehr als 45° abgewinkelt geführt, sind sie auf Gehrung zu schneiden und zu stoßen. Sind Stöße von Dichtprofilen auch sonst nicht zu vermeiden, sind sie durch Vulkansierverfahren abrißfest herzustellen.

(17) Dichtprofile, die nicht direkt befahren werden dürfen, müssen in jeder Stellung des Fahrbahnüberganges mindestens 5 mm unter der Oberseite der benachbarten Stahlprofile liegen. Die Austauschbarkeit der Dichtprofile muss sichergestellt sein.

(18) Für das Verschweißen tragfähiger Verbindungen zwischen der Bewehrung und der Randkonstruktion benötigt der Hersteller den Eignungsnachweis zum Schweißen von Betonstahl nach DIN EN ISO 17660 (siehe auch Nr. 5.1 Absatz (11)).

(19) Drei Monate nach Verkehrsübergabe sind sämtliche Schrauben tragender Verbindungen im Fahrbahnbereich auf festen Sitz zu überprüfen und

bei Lockerheit gegen Lösen zu sichern. Dies ist zu protokollieren. Das Protokoll ist dem Auftraggeber zu übergeben.

(20) Für tragende Bauteile von Fahrbahnübergängen gilt die Ausführungsklasse EXC 3 nach DIN EN 1090-2 sowohl für die Werkstatt als auch für die Baustelle.

*(21) Die Vergussfuge zwischen Randkonstruktionen und Stahlbetonkappe kann nur Verschiebungen zwischen Kappe und tragendem Beton in der Größe weniger Millimeter aufnehmen. Durch konstruktive Maßnahmen ist sicherzustellen, dass größere gegenseitige Verschiebungen verhindert werden (derartige Verschiebungen können insbesondere bei aufgelegten Kappen ohne Gesimsanschlussbewehrung auftreten).*

(22) Fahrbahnübergänge mit Elastomer-Matten müssen so ausgebildet werden, dass eine Aufwölbung nicht möglich ist.

## 1.2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen der TL/TP FÜ.

## 2 Verankerungen am Stahl

Bei Stahlüberbauten dürfen Fahrbahnübergänge zum besseren Ausrichten nur über Ausgleichsbleche und nicht direkt auf dem Deckblech befestigt werden. Unterbrochene Anschlussnähte sind wegen der erforderlichen Wasserdichtigkeit nicht zugelassen.

## 3 Verankerungen im Beton

(1) Der Fahrbahnübergang darf nicht in aufbetonierten Teilen, z.B. Kappen, verankert werden. Zur Verankerung im Konstruktionsbeton sind durchgehende Aussparungen im Fahrbahnbereich von mindestens 300 mm Breite und 250 mm Höhe und im Gehwegbereich von mindestens 300 mm Breite und 150 mm Höhe vorzusehen. Der Ankerabstand darf nicht größer als 250 mm sein. Die Verankerungen müssen aus Rundstahlschlaufen mit einem Durchmesser von mindestens 20 mm bestehen und dürfen im Fahrbahnbereich nur über Ankerbleche angeschlossen werden. Sie müssen parallel zur Anschlussbewehrung liegen.

(2) Stählerne Randkonstruktionen müssen im Fahrbahnbereich eine Gesamthöhe von mindestens dem 0,9-fachen Ankerabstand und eine Breite von mindestens dem 0,5-fachen Ankerabstand haben. Die Mindestblechdicke muss 14 mm betragen. Der Fahrbahnübergang muss so ausgebildet sein, dass der Beton einwandfrei eingebracht und verdichtet werden kann. Zur Kontrolle und Entlüftung sind im Randprofil Öffnungen mit 20 mm

Durchmesser im Abstand von 250 mm vorzusehen. Eventuelle Hohlräume sind gemäß Teil 3 Abschnitt 5 zu füllen.

(3) Sowohl der Beton der unmittelbar angrenzenden Bauteile (z.B. Kammerwände, Endquerträger, Konsolen) als auch der Füllbeton der Aussparungen müssen der Expositionsklasse des Überbaus entsprechen.

(4) Die Ankerschlaufen an den Randprofilen sind im Regelfall rechtwinklig zur Fuge ausgerichtet. Abweichungen von dieser Richtung sind bis zu 20° zulässig. Die Verankerungsbewehrung des Bauwerks muss parallel zu den Ankerschlaufen liegen. Lassen sich die oben vorgegebenen Randbedingungen im Einzelfall nicht ausführen, sind besondere Nachweise zu führen. Die daraus folgenden Maßnahmen sind auch in den Ausführungszeichnungen darzustellen.

*(5) Zur Unterbringung der Traversenkästen von Fahrbahnübergängen in Lamellenbauweise in Kragarmen ist auf eine ausreichende Kragarmhöhe zu achten. Die Betonabmessungen unter den Traversenkästen müssen den statisch-konstruktiven Erfordernissen entsprechen.*

## 4 Einbau

(1) Der Einbau darf nur unter der Anleitung erfahrener Fachkräfte des Herstellers vorgenommen werden.

(2) Vor dem Einbau ist dem Auftraggeber eine Einbauanweisung vorzulegen, die Folgendes enthalten muss:

- Angaben über die Voreinstellung und deren Markierung (Der zur Einbauzeit herrschende Verformungszustand des Bauwerkes aus Kriechen, Schwinden, Setzungen und Bauwerkstemperatur ist zu berücksichtigen; ggf. ist die werkseitig vorgenommene Voreinstellung zu korrigieren.),
- Hilfsabstützung und endgültige Abstützung,
- Zeitpunkt des Lösens der Voreinstellung und
- Zeitpunkt des Betonierens.

(3) Das Einbetonieren der Fahrbahnübergänge bedarf der Freigabe durch den Auftraggeber.

(4) Die Protokolle nach Anhang A sind dem Auftraggeber zu übergeben.

## 5 Wasserdichte Fahrbahnübergänge

### 5.1 Wasserdichte Fahrbahnübergänge mit einem Dichtprofil

(1) Bei der Konstruktion sind die Regelungen der Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING) anzuwenden.

(2) Der Einsatz ist auf eine maximale Spaltbreite von 70 mm oder, sofern bewehrte Elastomerlager zur elastischen Lagerung von Brückenüberbauten zur Anwendung kommen, auf eine max. Spaltbreite von 80 mm begrenzt. Für Fahrbahnübergänge, die von den vorgenannten Regelungen abweichen, sind Einzelprüfungen bzw. Regelprüfungen nach TL/TP FÜ durchzuführen.

(3) Das Dichtprofil muss in der Lage sein, den rechnerisch ermittelten Bewegungen in Richtung der Fuge und rechtwinklig zur Fuge unbeschadet zu folgen. Für einen eventuell erforderlichen Austausch der Lager unter dem Überbauende muss der Überbau angehoben werden können. Das erforderliche Anhebemaß beträgt mindestens 10 mm. Dieses Anheben muss vom Fahrbahnübergang ohne Schaden ertragen werden, insbesondere auch unter Verkehr und unter Berücksichtigung evtl. vorhandener Abdeckbleche. In den Ausführungszeichnungen sind Angaben zu machen, wenn hierfür besondere Maßnahmen erforderlich sind.

(4) Die Konstruktion des Fahrbahnübergangs ist so auszubilden, dass Verschleißteile ausgetauscht werden können.

(5) Für die Dichtprofile sowie ihre Stöße, Abwinklungen und ihre Verankerung gelten die Anforderungen der TL/TP FÜ wie bei einer Regelprüfung. Die Einhaltung der Anforderungen muss von einer Materialprüfanstalt (MPA) nachgewiesen werden. Es sind die Dauerhaftigkeit und die Wasserdichtigkeit entsprechend TL/TP FÜ nachzuweisen.

(6) Die Lage und Ausführung des Baustellenstoßes der Randprofile muss für den Fall der Auswechslung in der Ausführungszeichnung dargestellt werden.

(7) Mit der Zeichnung sind ein Prüfbericht einer MPA und eine Erklärung des Lieferanten (Herstellers) über die Einhaltung der Anforderungen der Absätze (4) und (5) zu übergeben.

(8) Es ist eine Arbeitsanweisung für das Herstellen und die zulässige Lage der Stöße aufzustellen. Hierbei gelten die Bestimmungen der TL/TP FÜ.

(9) Die vorgelegten Ausführungs- bzw. Werkstattzeichnungen müssen alle Einzelheiten und Vermaßungen des Fahrbahnüberganges enthalten. Daneben müssen die Fahrbahn, deren Aufbau und Oberflächenniveau, der Dehnweg, die Voreinstellung, die angrenzenden Stahl- und Betonbauteile, die Ankerschlaufen, die Vergussfuge zwischen Randprofil und Stahlbetonkappe maßstäblich dargestellt und vollständig vermaßt enthalten sein.

(10) Die Einhaltung aller festgelegten Anforderungen an das Dichtprofil ist bei deren Hersteller durch Eigen- und Fremdüberwachung zu überprüfen. Im Übrigen gelten sinngemäß die TL/TP FÜ.

(11) Beim Einbau von Fahrbahnübergängen in Betonbauteilen gilt für die Schweißnähte Ausführungsklasse EXC 2. Bei Anschlüssen an Stahlbrücken gilt Ausführungsklasse EXC 3.

### 5.2 Wasserdichte Fahrbahnübergänge mit mehr als einem Dichtprofil

(1) Wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise, welche mehr als ein Dichtprofil aufweisen, müssen den TL/TP FÜ entsprechen.

(2) Die Gleitflächen beweglicher Stahlteile müssen geräuschkämpfend und verschleißarm ausgebildet werden.

(3) Werden wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise in Straßen mit starkem Längsgefälle  $s$  von mehr als 5 % eingesetzt, darf die durch das Öffnen und Schließen der Spalte entstehende Gefälleänderung höchstens 2 % betragen. Falls erforderlich ist durch Einfügen zusätzlicher Lamellen die Gefälleänderung auf den genannten Wert zu beschränken.

## 6 Wasserdurchlässige Fahrbahnübergänge

### 6.1 Mehrplattenübergänge

(1) Die Dicke der Schleppbleche und der Zungenplatten muss im Fahrbahnbereich mindestens 50 mm und an der Zungenspitze mindestens 14 mm, im Gehweg- und Kappenbereich jedoch mindestens 10 mm, bei Randwinkeln mindestens 14 mm betragen.

(2) Die Oberflächenhärte von Gleitböcken muss größer sein als die der aufliegenden Gleitnocken. Die Kanten der Gleitnocken sind abzurunden.

(3) Häufig bewegte Teile, wie z.B. Federn, Gelenke und Gleitbahnen, müssen vom Wartungsgang aus zugänglich sein und sind gegen Verschmutzen und Korrosion zu schützen. Tellerfedern

sind nicht zugelassen. Schrauben und Bolzen, welche die Platten halten, müssen zwangungsfrei drehbar gelagert sein.

## 6.2 Fingerübergänge

(1) Unter Fingerübergängen werden Fahrbahnübergänge sowohl mit frei auskragenden als auch mit aufliegenden Fingern verstanden.

(2) Fingerübergänge müssen den TL/TP FÜ entsprechen.

(3) Im Fugenspalt ist unmittelbar unterhalb des Fingerübergangs eine Dichtmembrane aus Elastomer einzubauen. Sie ist mit einer Mindestdicke von 4 mm in Form einer Rinne zur Entwässerung des Fingerübergangs und mit einer Mindestneigung von 2 % auszubilden. Das elastische Dichtelement ist an das einbetonierte Stahlprofil der Fahrbahnübergangskonstruktion mechanisch wasserdicht mit Klemmleisten aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 -1 und -2, als Schraubverbindung zu befestigen. Zwischen dem einbetonierten Stahlprofil und der Dichtungsmembrane ist ein Dichtungsband aus Naturkautschuk einzubauen.

(4) Der Anschluss an die Brückenentwässerung muss mit Ablaufstutzen aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5 Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 -1 und -2 erfolgen; Auffangtrichter sind nicht zulässig. Bei der Bestimmung der Anzahl der Ablaufstutzen ist die rechnerisch abzuführende Wassermenge gemäß Abschnitt 5 zu berücksichtigen.

(5) Die Wasserdichtigkeit ist gemäß TL/TP FÜ nachzuweisen.

(6) Der Fingerübergang ist so zu konstruieren, dass:

- die Prüfung und Reinigung von oben erfolgen kann. Dazu ist eine Reinigungs- bzw. Spülöffnung im Abdeckblech auf der Kappe vorzusehen,
- bei Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen erforderlich werdende Straßensperrungen auf einzelne Fahrstreifen beschränkt werden können und
- er bereichsweise in Teilen mit einfachem Hebegerät herausgenommen werden kann.

(7) Wenn eine Nutzung der Fahrbahn durch Radfahrer möglich ist, muss gewährleistet sein, dass eine Gefährdung durch die Längsspalte ausgeschlossen oder durch geeignete Maßnahmen verhindert wird.

## 6.3 Entwässerungsrinnen

Die Blechdicken von Entwässerungsrinnen aus Stahlblech und deren Befestigungen müssen mindestens 4 mm betragen. Sie sind aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A 4 bzw. A 5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 -1 und -2 herzustellen.

## 7 Werkstoffe

(1) Für Bleche und Formstähle sind die Festigkeitsklassen S 235 und S 355 zu wählen, die Wahl der Stahlgütegruppe erfolgt nach DASt-Richtlinie 009.

(2) Die Anschlussbewehrung ist in B500B auszuführen.

(3) Für Schrauben, Bolzen und Scheiben sind die Schraubenwerkstoffe 4.6, 5.6, 8.8 und 10.9 nach DIN EN ISO 898 in verzinkter Ausführung oder nicht rostender Stahl der Stahlsorte A 4 bzw. A 5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506-1 und -2 zu verwenden.

(4) Für Kunststoffteile und für abdichtende Einlagen sind die TL/TP FÜ anzuwenden.

(5) Für die Lieferung der Werkstoffe wird die Ausstellung eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 verlangt.

**ZTV-ING - Teil 8 Bauwerksausstattung - Abschnitt 1 Fahrbahnübergänge aus  
Stahl und aus Elastomer - Anhang A**

**Formblatt A 8.1.1** (Anlage zum Bauwerksbuch)

<b>Protokoll für Übergangskonstruktion</b>		Seite		
<b>Baumaßnahme</b>		<b>Bauwerksnummer (ASB)</b>		
<b>Straßenbauverwaltung</b>				
<b>Bauamt</b>		<b>Bauwerksname</b>		
<b>AM/SM</b>		<b>oben</b>		
		<b>unten</b>		
<b>Blatt-Nr.</b> <sup>1)</sup>				
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>2)</sup>		<input type="checkbox"/> Austausch <sup>2)</sup>		
Auftragnehmer		Hersteller:		
Auftrags-Nr.		Fachkraft (Name):		
Zeichnungs-Nr.		anwesend am:		
Konstruktionsart		<input type="checkbox"/> mit Regelprüfung <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> Prüfung im Einzelfall <sup>2)</sup>		
Fremdüberwachung		<input type="checkbox"/> Überwachungszeichen <sup>2)</sup> <input type="checkbox"/> Überwachungsbestätigung <sup>2)</sup>		
1	Einbauort (Widerlager, Achse)			
2	Anlieferungsdatum			
3	vor dem Einbau	Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 vorhanden		
4		Arretierung fest und planmäßig		
5		Voreinstellung planmäßig		
6		Sauberkeit und Korrosionsschutz		
7		Ordnungsgemäß abgeladen, gelagert, abgedeckt		
8		Einbauanweisung vorhanden und vollständig		
9		Temperatur Luft/Bauwerk (°C)	/	/
10		Voreinstellung geändert/korrigiert auf (mm)		
11	Einbau	Arretierung gelöst am		
12		Abstand der Randprofil-Innenkanten nach Verbindung mit dem Bauwerk		
13		Höhenkontrolle gemäß Gradienten/Ausgleichsgradienten erfolgt		
14		Freigabe zum Betonieren am		
15		Lieferschein-Nr. für Beton		
16		Einbetoniert am		
17	Bemerkungen, besondere Hinweise usw. (ggf. auf zusätzlichem Blatt)			
Fußnoten: <sup>1)</sup> Wenn mehr als 2 Übergangskonstruktionen: fortlaufende Nr. <sup>2)</sup> Zutreffendes ankreuzen				
Aufgestellt: _____ Ort _____ Datum _____ _____ Auftragnehmer		Gesehen: _____ Ort _____ Datum _____ _____ Auftraggeber		

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 8  
Bauwerksausstattung**

**Abschnitt 2  
Fahrbahnübergänge aus Asphalt**

## **ZTV-ING - Teil 8 Bauwerksausstattung - Abschnitt 2 Fahrbahnübergänge aus Asphalt**

---

*Der Teil 8 Abschnitt 2 kann bei der FGSV-Verlag GmbH, Wesseling Str. 17 in 50999 Köln bezogen werden.*

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 8 Bauwerksausstattung

## Abschnitt 3 Lager und Gelenke

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

---

<b>Inhalt</b> .....	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches .....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Lager</b> .....	3
2.1 Grundsätzliches .....	3
2.2 Anforderungen .....	3
2.3 Planung, Bemessung .....	3
2.4 Einbau .....	4
<b>3 Gelenke</b> .....	4
<b>Anhang A</b> Formblatt A 8.3.1 Lagerprotokoll .....	5
<b>Anhang B</b> Typenschild .....	7

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 3 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Festhaltekonstruktion

Lager, das in zwei Richtungen horizontale Verschiebungen unterbindet, Verdrehungen zulässt und keine Vertikalkräfte überträgt.

#### (2) Festhaltung

Bauteil eines Lagers, das in zwei Richtungen horizontale Verschiebungen unterbindet oder begrenzt.

#### (3) Führungslager

Lager, das nur in einer horizontalen Richtung Verschiebungen unterbindet, Verdrehungen zulässt und keine Vertikalkräfte überträgt. Es wird zwischen Führungen mit der Gleitpaarung Stahl-Stahl und Führungen mit einer Gleitpaarung nach DIN EN 1337-2:2004-07 unterschieden.

#### (4) Führung

Bauteil eines Lagers, das das Bauwerk einachsrig beweglich führt.

#### (5) Wirksame Lagertemperatur

Temperatur zur Bestimmung des Anwendungsbereichs nach DIN EN 1337.

(6) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen der DIN EN 1337 und DIN 4141-13.

## 2 Lager

### 2.1 Grundsätzliches

(1) Es gelten die DIN EN 1337-1:2001-02, -2:2004-07, -3:2005-07 und -5:2005-07 sowie DIN EN 1990 DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1993-2 und DIN EN 1994-2. Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

(2) Für Führungslager und Festhaltekonstruktionen mit der Gleitpaarung Stahl - Stahl gilt DIN 4141-13.

(3) Für Lager nach DIN EN 1337 ist die Ausstattungszulassung des Deutschen Instituts für Bau-technik (DIBt) zu beachten.

(4) Lager, die von der DIN EN 1337 abweichen, dürfen verwendet werden, wenn der Verwendbarkeitsnachweis durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder durch eine europäische

technische Zulassung / Europäische Technische Bewertung (ETA) unter Beachtung der Ausstattungszulassung des DIBt erbracht wurde.

(5) Für Lager nach DIN EN 1337 oder mit ETA ist das Konformitätsbescheinigungsverfahren 1 anzuwenden.

(6) Es dürfen zur Abtragung von Vertikallasten nur Punktkipplager wie Elastomerlager, Topflager und Kalottenlager verwendet werden.

(7) Beim Austausch von Lagern dürfen Linienkipplager nur verwendet werden, wenn Punktkipplager (z.B. aus geometrischen Gründen) nicht verwendet werden können.

### 2.2 Anforderungen

(1) Elastomerlager sind aus dem Rohpolymer Chloroprenkautschuk (CR) nach DIN EN 1337-3:2005-07 herzustellen.

(2) Es dürfen nur Elastomerlager der Lagerquerschnitts-Typen B, C und E nach DIN EN 1337-3:2005-07, verwendet werden. Elastomerlager vom Typ E sind mit einer lösbaren PTFE-Aufnahme auszustatten, die nach DIN EN 1337-2:2004-07 zu bemessen ist.

(3) Topflager dürfen nur mit Innendichtungen mit einem akkumulierten Gleitweg „c“ nach DIN EN 1337-5:2005-07 verwendet werden.

(4) Die Lagerteile sind so zu verbinden, dass das Lager auswechselbar ist. Werden dafür Verschraubungen verwendet, die von DIN EN 1993-2 bzw. DIN EN 1090-2 abweichen, hat der Lagerhersteller die entsprechende Zertifizierung für die Verfahrensweisung nachzuweisen.

(5) Zur Verankerung der Ankerplatten im Beton sind Kopfbolzen vorzusehen. Bei nachträglich eingebauten Lagern (z.B. bei Taktschiebebrücken) darf die obere Lagerplatte auch konstruktiv (z.B. durch zugzonentaugliche Dübel) gegen Herunterfallen gesichert werden, sofern der statische Nachweis keine mechanische Verankerung erfordert.

(6) Die Lager sind mit einem Typenschild nach Anhang B auszurüsten.

(7) Die Lager sind mit Markierungen zur Messung der Kipp- und Gleitpalte zu versehen.

(8) Für die Auswahl der Stahlsorten gilt DIN EN 1993-2. Für die Materialgüten ist dem Auftraggeber die Fremdüberwachung unter Beachtung des Konformitätsnachweisverfahrens nach Deutsche Bahn Standard (DBS) 918 002-2 Abschnitt 4 nachzuweisen.

### 2.3 Planung, Bemessung

(1) Es ist ein Lagerungsplan und Lagerversetz-

plan zu erstellen.

(2) Für Lagerwechsel ist eine Anhebeanweisung aufzustellen und zur Prüfung vorzulegen. Die Aufnahme der Horizontalkräfte im angehobenen Zustand, insbesondere beim Ausbau der festen Lager, ist nachzuweisen und durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen.

(3) *Unter- und Überbauten sind so zu dimensionieren, dass bei jeder Lagerstellung die Hubpressen auf den Unterbauten abgesetzt werden können.*

(4) Bei horizontal elastischer Lagerung oder bei Anordnung mehrerer Festpunktpfeiler ist der Gesamtruhepunkt mittels Grenzbetrachtung aller maßgebenden Steifigkeiten zu ermitteln.

(5) Bei der Bemessung der Bauwerke ist unabhängig von der eingebauten Lagerart eine Lagerreibung von mindestens 3 % der Vertikalkraft der maßgebenden Einwirkungskombination anzusetzen, wenn sich dadurch ungünstigere Schnitt- und Verformungsgrößen ergeben. Beim Nachweis der Montagezustände darf die Lagerreibung nicht zur Erhöhung der Sicherheit berücksichtigt werden.

(6) Bei der Ermittlung der vertikalen Gesamtverformung für den Nachweis der Verdrehungsgrenzbedingung nach DIN EN 1337-3:2005-07 ist für verankerte Lager  $F_{z,d}/A'$  unabhängig von dem errechneten Wert mit mindestens 3 N/mm<sup>2</sup> anzusetzen. Als verankerte Lager in diesem Sinne gelten auch Elastomerlager mit einseitiger Dübelscheibensicherung.

(7) Die minimale wirksame Lagertemperatur darf mit -24 °C und die maximale wirksame Lagertemperatur mit 37 °C angenommen werden.

(8) Für einen Überbau ist die Verwendung verschiedener Lagerarten für Vertikallasten in einer Lagerachse zu vermeiden und im technisch begründeten Ausnahmefall nur möglich, wenn die unterschiedliche Steifigkeit und Verformung der verschiedenartigen Lager erfasst sind.

(9) Bei elastischer Lagerung erhält der Überbau auf jedem Widerlager an einem Lager Führungen in Längsrichtung. Auf diese kann verzichtet werden, wenn nachfolgende Bedingungen erfüllt sind:

- Dehnlänge weniger als 15 m, gemessen vom Verformungsruepunkt bis zum Überbauende und
- Brückenschiefe größer als 80 gon.

## 2.4 Einbau

(1) Beim Einbau des ersten Lagers seiner Art am Bauwerk muss eine Fachkraft des Lagerherstellers am Einbauort anwesend sein. Dieses gilt nicht für die Elastomerlager der Nrn. 1.1, 1.2 und 1.6 nach

DIN EN 1337-1:2001-02, Tabelle 1.

(2) Die Lager sind mit Stellschrauben in die geforderte Lage zu bringen.

(3) Für das Untergießen von Lagern gilt die Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Die Mörtel müssen mindestens der Schwindmaßklasse SKVM III und der Frühfestigkeitsklasse B entsprechen.

(4) Die Verwendung von speziellen Kunststoffmörteln zum Ausgleich von Passungenauigkeiten beim Einbau von Lagern an der Stahlkonstruktion von Brücken, z.B. Metall Polymer, ist bei Neubauten nicht zulässig. Zur Herstellung der Ebenheitsanforderungen sind die Oberflächen der entsprechenden Bauteile des Lagers bzw. der Keilplatte erforderlichenfalls mechanisch zu bearbeiten.

(5) *Bei Instandsetzungsmaßnahmen dürfen diese Kunststoffmörtel nur verwendet werden, wenn ein Verwendbarkeitsnachweis, z.B. in Form einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung vorliegt. Die Anwendbarkeit ist bereits bei der Aufstellung des Instandsetzungsentwurfs zu untersuchen und bei der Ausschreibung zu berücksichtigen.*

(6) Die Lagerprotokolle gemäß Anhang A sind dem Auftraggeber spätestens zur ersten Hauptprüfung zu übergeben.

(7) Beim Anheben von Überbauten sind Pressen mit Stelling und Kalottenkopf und erforderlichenfalls mit Gleitteil zu verwenden.

(8) Die Pressenaufstell- und -ansatzpunkte sind am Bauwerk dauerhaft zu markieren.

## 3 Gelenke

(1) Es gilt Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(2) *Ungeschützte Betongelenke dürfen im Erdreich und / oder im Einflussbereich von korrosionsfördernden Medien (z.B. Sprühnebelbereich oder Spritzwasserbereich) nicht verwendet werden.*

Formblatt A 8.3.1

<h1 style="margin: 0;">Lagerprotokoll</h1>				Seite	
Baumaßnahme				Bauwerksnummer (ASB)	
Auftraggeber					
Auftragnehmer				Bauwerksname	
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Austausch <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Korrektur <sup>1)</sup>					
Hersteller					
Auftrags-Nr.			Fachkraft (Name)		
Lagerungs- / Lagerversetzplan-Nr.			anwesend am:		
Lagerart					
<input type="checkbox"/> nach Zulassungs-Nr. <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> nach DIN EN 1337, Teil <sup>1)</sup>					
Geltung der Zulassung			Fremdüberwacher		
Mörtelfabrikat, Eignungsprüfung und Verarbeitungshinweise					
Herstellungsart der Mörtelfuge					
			(unten)		(oben)
1	Einbauort (Stützungs-Nr./Lage) nach Plan				
2	Lagertyp (Kurzzeichen nach EN 1337-1)/Lager-Nr.				
3	Auflast $N_d$ in kN				
4	Horizontalkräfte $V_{xd} / V_{yd}$ in kN				
5	Verschiebung $v_x \pm / v_y \pm$ in mm <sup>2)</sup>		/	/	/
6	Voreinstellung $e_{vx} \pm / e_{vy} \pm$ in mm <sup>2)</sup>		/	/	/
7	Zeichnungs-Nr. / Blatt-Nr.		/	/	/
8	Datum der Anlieferung				
9	Ordnungsgemäß abgeladen, gelagert, abgedeckt				
10	Kennzeichnung auf der Lageroberseite				
11	Anzeigevorrichtung vorhanden				
12	Typenschild vorhanden				
13	3-Stift-Meßebeine am Lagerunterteil vorhanden				
14	Sauberkeit und Korrosionsschutz				
15	Planmäßiger und fester Zusammenhalt der Arretierung				
16	Einbauort laut Zeile 1				
17	Anheben des Überbaues Datum / Uhrzeit		/	/	/
18	Zustand der Mörtelkontaktflächen				
19	Richtung und Größe der Voreinstellung in mm <sup>2)</sup>				
20	Abweichung von der Horizontalen in mm je m, festgestellt an der Meßebeine (längs/quer) <sup>3)</sup>		/	/	/
21	Mörtel eingebracht am	Uhrzeit (von/bis)	/	/	/
22	Temperatur Luft / Bauwerk in °C		/	/	/
23	Dicke der Mörtelfuge in mm (u) = unbewehrt, (b) = bewehrt	oben / unten	/	/	/

noch Formblatt A 8.3.1

<h1 style="margin: 0;">Lagerprotokoll</h1>				Seite			
Baumaßnahme				Bauwerksnummer (ASB)			
Auftraggeber							
Auftragnehmer				Bauwerksname			
<input type="checkbox"/> Ersteinbau <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Austausch <sup>1)</sup> <input type="checkbox"/> Korrektur <sup>1)</sup>							
24	Funktions- beginn	Absenken des Überbaues am Datum/ Uhrzeit	/	/	/	/	/
25		Arretierung gelöst / entfernt am					
26		Gleitflächenschutz vorhanden					
27		Sauberkeit und Korrosionsschutz					
28	Nullmessung	Datum / Uhrzeit	/	/	/	/	/
29		Temperatur Luft / Bauwerk in °C	/	/	/	/	/
30		Abweichung von der Horizontalen in mm je m, festgestellt an der Messebene (längs/quer) <sup>3)</sup> <sup>4)</sup>	/	/	/	/	/
31		Verschiebung $v_x \pm / v_y \pm$ in mm <sup>2)</sup>	/	/	/	/	/
32		Gleitspalt max. / min. in mm	/	/	/	/	/
33		Kippspalt max. / min. in mm	/	/	/	/	/
34 Bemerkungen bzw. Hinweise: <sup>5)</sup>							
ANMERKUNG: Die Lager sind ausschließlich mit Stellschrauben zu justieren.							
<b>Fußnoten:</b> <sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen <sup>2)</sup> + = vom Festpunkt weg, muss bei fehlendem konstruktivem Festpunkt definiert werden <sup>3)</sup> Angaben mit Vorzeichen der Verdrehung nach DIN EN 1337-1:2001-02 Tabelle 1 <sup>4)</sup> Bei belasteten Lagern können sich durch Verdrehung der Messebene Werte ergeben, die nicht der tatsächlichen Abweichung entsprechen <sup>5)</sup> z.B. über Bauzustände, vorübergehende Festpunktänderung, Skizze über Bezugspunkte bei Zeilen 20 und 30							
Aufgestellt:				Gesehen:			
Ort				Ort			
Datum				Datum			
Auftragnehmer				Auftraggeber			

## Anhang B Typenschild

170																								
26																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;"><b>Logo</b> des Herstellers</td> <td style="width: 15%;">Typ. <input type="text"/></td> <td style="width: 15%;">S.-Nr. <input type="text"/></td> <td style="width: 10%;">TR <input type="text"/></td> <td style="width: 15%;">Nr. der Leistungs- erklärung</td> <td style="width: 25%; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">                 aaa bbb             </div> </td> </tr> <tr> <td></td> <td>Orf <input type="text"/></td> <td>N<sub>d</sub> <input type="text"/></td> <td>kN TR <input type="text"/></td> <td>ccc <input type="text"/></td> <td>L.-S. <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>A-Nr. <input type="text"/></td> <td>V<sub>xd</sub>/V<sub>yd</sub> <input type="text"/></td> <td>kN TR <input type="text"/></td> <td>ddd <input type="text"/></td> <td>Jahr <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td>K-Nr. <input type="text"/></td> <td>V<sub>xd</sub>/V<sub>yd</sub> <input type="text"/></td> <td>mm TR <input type="text"/></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<b>Logo</b> des Herstellers	Typ. <input type="text"/>	S.-Nr. <input type="text"/>	TR <input type="text"/>	Nr. der Leistungs- erklärung	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">                 aaa bbb             </div>		Orf <input type="text"/>	N <sub>d</sub> <input type="text"/>	kN TR <input type="text"/>	ccc <input type="text"/>	L.-S. <input type="text"/>		A-Nr. <input type="text"/>	V <sub>xd</sub> /V <sub>yd</sub> <input type="text"/>	kN TR <input type="text"/>	ddd <input type="text"/>	Jahr <input type="text"/>		K-Nr. <input type="text"/>	V <sub>xd</sub> /V <sub>yd</sub> <input type="text"/>	mm TR <input type="text"/>		
<b>Logo</b> des Herstellers	Typ. <input type="text"/>	S.-Nr. <input type="text"/>	TR <input type="text"/>	Nr. der Leistungs- erklärung	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">                 aaa bbb             </div>																			
	Orf <input type="text"/>	N <sub>d</sub> <input type="text"/>	kN TR <input type="text"/>	ccc <input type="text"/>	L.-S. <input type="text"/>																			
	A-Nr. <input type="text"/>	V <sub>xd</sub> /V <sub>yd</sub> <input type="text"/>	kN TR <input type="text"/>	ddd <input type="text"/>	Jahr <input type="text"/>																			
	K-Nr. <input type="text"/>	V <sub>xd</sub> /V <sub>yd</sub> <input type="text"/>	mm TR <input type="text"/>																					
<p><b>aaa</b>     Hersteller / Herstellwerk</p> <p><b>bbb</b>     Bezeichnung oder Bildzeichen der Zertifizierungsstelle</p> <p><b>ccc</b>     in den Handel gebracht durch</p> <p><b>ddd</b>     Herstellwerk des CE gekennzeichneten Lagers</p> <p><b>TR</b>     Maßgebende technische Regel als Grundlage für das Ü-Zeichen oder das EG-Konformitätszertifikat</p> <p><b><u>Befestigung:</u></b>     dauerhaft und gut sichtbar auf Anker- bzw. Lagerplatte mit Zylinderschrauben DIN EN ISO 4762-M6x10.</p> <p><b><u>Werkstoff:</u></b>     Messing, t = 1 mm, Acryllack beschichtet oder Zwei-Schicht-Verbund-Kunststoff, t = 0,5 mm, UV-Licht- und witterungsbeständig.</p> <p><b><u>Verbindungsmittel:</u></b>     Aus nichtrostendem Stahl, Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571.</p> <p><b><u>Schrift:</u></b>     nach DIN 1451-4, Größe 3,5 mm.</p>																								

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

# **ZTV-ING**

## **Teil 8 Bauwerksausstattung**

### **Abschnitt 4 Rückhaltesysteme**

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

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
<b>2 Fußgänger- Rückhaltesysteme</b> .....	3
2.1 Allgemeines .....	3
2.2 Geländer aus Stahl .....	3
2.2.1 Abmessungen und Querschnitte .....	3
2.2.2 Werkstoffe .....	3
2.2.3 Statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten .....	3
2.2.4 Korrosionsschutz .....	4
2.3 Geländer aus Aluminium .....	5
2.3.1 Allgemeines .....	5
2.3.2 Abmessungen und Querschnitte .....	5
2.3.3 Werkstoffe .....	5
2.3.4 Weitere statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten .....	5
2.3.5 Korrosionsschutz von Aluminiumteilen .....	5
2.3.6 Kennzeichnung .....	6
2.4 Ausführung und Herstellung von Geländern .....	6
<b>3 Fahrzeug-Rückhaltesysteme</b> .....	6
3.1 Allgemeines .....	6
3.1.1 Geltungsbereich .....	6
3.1.2 Begriffsbestimmungen .....	6
3.2 Anforderungen .....	6
3.3 Entwurf und Planung .....	7
3.4 Bemessung .....	8
3.5 Ausführung .....	8

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 8 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten DIN EN 1991-2, DIN EN 1992-2, DIN EN 1993-2, DIN EN 1994-2 sowie DIN EN 1317-1 bis -5 und die Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS). Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

## 2 Fußgänger-Rückhaltesysteme

### 2.1 Allgemeines

(1) Ergänzend zu Nr. 1 gelten DIN EN 1993-1-1, DIN EN 1993-1-8 und für Ausführung und Herstellung DIN EN 1090 mit mindestens Ausführungs-klasse 2 (EXC 2). Bei der Ausführung sind die jeweils maßgebenden Regelungen der Richtzeichnungen Gel zu beachten.

(2) Horizontale Füllstäbe sind nur zulässig, wenn ein Übersteigen anderweitig verhindert wird.

(3) Bei Straßenbrücken und anderen Ingenieurbauwerken mit einer Länge von  $\geq 20$  m zwischen den Flügeln ist der Handlauf von Geländern mit Drahtseil auszubilden.

(4) Auf Brücken ohne Anordnung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen ist an den Enden von Geländern der Handlauf abzusenken oder umzulenken, um ein Eindringen in frontal anprallende Fahrzeuge zu vermeiden.

(5) Geländer neben Betriebswegen außerhalb von Bauwerken und in Böschungen, jedoch nicht neben öffentlichen Verkehrsflächen, sind mindestens für eine horizontal in Geländeroberkante wirkende Linienlast von 0,50 kN/m zu bemessen. Der Teilsicherheitsbeiwert beträgt 1,5.

(6) Wenn aus Gründen des Übersteigschutzes gemäß Nr. 3.3 eine Erhöhung des Geländers erforderlich wird, sind Geländer und Erhöhung zusätzlich für eine in OK Geländererhöhung wirkende Linienlast von 0,50 kN/m – ohne gleichzeitigen Ansatz der regulären Holmlast – nachzuweisen. Der Teilsicherheitsbeiwert beträgt 1,5.

(7) Maßgeblich für die Geländerhöhe ist der Abstand von dem vor dem Geländer vom Fußgänger oder Radfahrer planmäßig benutzten Niveau der Verkehrsfläche bis zur Oberkante des Geländers.

## 2.2 Geländer aus Stahl

### 2.2.1 Abmessungen und Querschnitte

Die Mindestabmessungen nach Tabelle 8.4.1 und Tabelle 8.4.2 sind einzuhalten.

### 2.2.2 Werkstoffe

(1) Es sind Kaltprofile aus S 235 JR nach DIN EN 10025 und Rohre aus S 235 JR nach DIN EN 10220 zu verwenden.

(2) Verbundanker, Sechskantschrauben und -mutter nach DIN EN ISO 4017 bzw. DIN EN ISO 4032 sowie Scheiben nach DIN EN ISO 7090 müssen aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 hergestellt sein. Bei Rohrgeländern in Böschungen sind Verbindungsmittel mit Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 10684 zu verwenden.

(3) Als Drahtseil kommt ein vorgeformtes (spannungsarmes) Rundlitzenseil mit einem Seilnenn-durchmesser von 20 mm nach DIN EN 12385-4 6 x 19- oder 6 x 37-SFC 1770 A sZ zum Einsatz.

### 2.2.3 Statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten

(1) Für Geländer sind die Lastannahmen nach DIN EN 1991-2 maßgebend.

(2) Bei Geländern mit Drahtseil ist der Handlauf zweiteilig mit abnehmbarem Oberteil auszuführen. Ober- und Unterteil sind miteinander im Abstand von höchstens 600 mm, jedoch mit mindestens 4 M 10 je Feld, zu verschrauben. Der Abstand des Handlaufstoßes von Pfostenmitte darf höchstens 250 mm betragen.

(3) Zum Ausgleich der unterschiedlichen Bewegungen von Geländer und Überbau infolge Temperatur sind am Überbauende bzw. an Dehnungsfugen im Überbau Bewegungsfugen im Geländer mit dem jeweils erforderlichen Fugenspalt auszubilden. In gleicher Form sind Montagefugen auszuführen. Die Konstruktion ist so auszubilden, dass sich in Hohlprofilen kein Wasser sammelt.

(4) Seile sollen möglichst in einem Stück eingebaut werden. Die Seilbefestigung erfolgt an jedem Pfosten durch Seilschikanen oder als Endverankerung durch mindestens 2 Seilklemmen. Das Seil ist straff einzulegen. Bei Verschiebungen bis zu 20 mm in der Bewegungsfuge ist das Seil wellenförmig mit mindestens 5 Krümmungen in dem entsprechenden Feld einzulegen.

(5) Bei Verschiebungen über 20 mm in der Bewegungsfuge ist das Seil zu unterbrechen und die Zugkraft durch eine Anschlagkonstruktion zu übertragen.

(6) Das Spiel  $b$  der Anschlagkonstruktion für Bewegungen aus Temperatur, Kriechen und Schwinden ist wie folgt zu bestimmen:

$$b = l_0 * (1,0 + 0,01 * t) \text{ [mm]}$$

Es bedeuten:

$l_0$  Abstand zwischen Anschlagkonstruktion und Bewegungsnulldpunkt des Überbaus [m]

$t$  Temperatur des Überbaus beim Einbau [°C]

(7) Bei zusätzlichen Bewegungen ist  $b$  entsprechend zu vergrößern.

(8) Pfosten und Füllstäbe werden in der Regel lotrecht gesetzt. Bis zu einer Längsneigung von 1 % können sie auch rechtwinklig zur Neigung aufgestellt werden.

(9) Die Füllstäbe sind unten und oben mit Kehlnähten ( $a = 4 \text{ mm}$ ) anzuschließen.

(10) Sofern geschweißte Stöße in Handläufen, Holmen und Fußholmen angeordnet werden, sind sie über den gesamten Querschnitt voll zu verschweißen und glatt zu schleifen. Unterbrochene Schweißnähte sind nicht zugelassen. Das Schweißen an verzinkten Geländern ist, abgesehen von

der Schweißnaht am Pfostenschuh bei einer Verankerung des Geländers mittels Pfostenschuh und Fußplatte, nicht zulässig. Pfosten und Füllstäbe sind ungestoßen auszuführen.

(11) Kanten sind abzurunden.

### 2.2.4 Korrosionsschutz

(1) Stahlgeländer und Geländererhöhungen erhalten ein Korrosionsschutzsystem mit Feuerverzinkung gemäß Teil 4 Abschnitt 3.

(2) Die Geländer sind feuerverzinkungsgerecht gemäß DIN EN ISO 12944-3 und DIN EN ISO 14713-2, Anhang A herzustellen. Insbesondere sind die bei geschlossenen Hohlprofilen und Rohren erforderlichen Öffnungen für das Entweichen von Luftblasen und das Abfließen des schmelzflüssigen Zinkes mit der Verzinkerei abzustimmen und so anzuordnen, dass nach Montage des Geländers kein Oberflächenwasser eindringen kann.

(3) Rohrgeländer in Böschungen erhalten eine Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461.

Tabelle 8.4.1: Mindestabmessungen

Geländerhöhen bei Absturzhöhen < 12,00 m bei Absturzhöhen ≥ 12,00 m jedoch bei Radwegen und Geh- und Radwegen <sup>1)</sup>	≥ 1000 mm ≥ 1100 mm ≥ 1300 mm
Pfostenabstände bei Füllstab- und Holmgeländern und bei Geländern mit Drahtgitterfüllung bei Kurzpfosten-Füllstabgeländern bei Rohrgeländern	2000 bis 2500 mm ≤ 2000 mm 1500 bis 2000 mm
Handlaufbreite bei Straßen- und Wegbrücken bei Geh- und Radwegbrücken bei Rohrgeländern an Betriebswegen	≥ 120 mm ≥ 80 mm ≥ 60,3 mm
Lichter Abstand der Füllstäbe	≤ 120 mm
Lichter Abstand zwischen Fußholm und Gesims bei Kurzpfosten-Füllstabgeländern bei Geländern mit Drahtgitterfüllung	≤ 120 mm 80 mm 50 bis 120 mm
Abstand zwischen Achse des Pfosten und der Fuge oder des Flügelendes	≥ 250 mm
Überstand des Handlaufs (Unterteil) über Endpfosten	50 mm

<sup>1)</sup> Geländerhöhen von ≥ 1,20 m stellen im Bestand keine Nutzungseinschränkung für den Radverkehr dar.

Tabelle 8.4.2: Abmessungen für Geländer aus Stahl

Bauteil	Profile [mm]
	a) Kaltprofile b) Rohre für Betriebswege gemäß Nr. 2.1 Absatz (5)
Handlauf ungeteilt	a) 120/28/27, 5/23/65/23/27, 5/28 x 4 oder gleichwertig bzw. 80/30/17, 5/12/45/12/17, 5/30 x 4 bei Geh- und Radwegbrücken b) 60,3 x 2,9
Handlauf geteilt Oberteil Unterteil	a) 18/25/120/25/18 x 4 b) 15/50/80/50/15 x 4
Holm	a) 60 x 40 x 4 b) 60,3 x 2,9
Pfosten	a) 70 x 70 x 5 b) 60,3 x 2,9
Kurzpfofen	a) 60 x 60
Füllstab	a) 15 x 30

## 2.3 Geländer aus Aluminium

### 2.3.1 Allgemeines

Soweit nachfolgend nichts anderes festgelegt ist, gilt Nr. 2.2.

### 2.3.2 Abmessungen und Querschnitte

Die Maße der Tabelle 8.4.3 sind einzuhalten.

### 2.3.3 Werkstoffe

(1) Aluminiumteile sind in der Legierung EN AW-6063 T66 nach DIN EN 573-3 und DIN EN 755-2, Stahlteile (z.B. Kaltprofile) sind in S 235 JR nach DIN EN 10025 herzustellen.

(2) Die Verbindungen von Fuß- und Knieholm beidseitig zum Pfosten sind mit Sechskantschrauben  $\geq M 8$  nach DIN EN ISO 4017 bzw. Bolzen  $\geq \varnothing 8$  mm sowie Scheiben nach DIN EN ISO 7090 aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 auszuführen.

### 2.3.4 Weitere statische Anforderungen und konstruktive Einzelheiten

(1) Die Bemessung und Konstruktion ist nach DIN EN 1999-1-1 durchzuführen.

(2) Der Anschluss der Füllstäbe an das Handlaufunterteil und den Fußholm erfolgt für eine

Bruchlast in Füllstablängsrichtung von mindestens 5 kN.

(3) Alle Verbindungen, insbesondere alle Klemm- und Steckverbindungen, sind verdrehungssicher und klapperfrei auszuführen sowie gegen Lösen und mutwillige Demontage zu sichern. Die Seilbefestigung erfolgt an allen Pfosten mit Seilklemmen.

(4) Bei Füllstabgeländern können offene Profile als Fußholme verwendet werden.

(5) Profilkanten sind mit einem Außenradius von mindestens 2 mm auszuführen.

### 2.3.5 Korrosionsschutz von Aluminiumteilen

(1) Alle Aluminiumteile erhalten eine farblose anodische Oxidation gemäß DIN 17611 mit der Vorbehandlung E0 und mit der kleinsten mittleren Schichtdicke von 25  $\mu\text{m}$ . Alternativ kann eine Beschichtung nach einer der folgenden Varianten A1 bis A3 erfolgen:

— Variante A1 (Stückbeschichtung)

Chromatieren der zu beschichtenden Flächen nach DIN EN 12487 oder chromfreie Oberflächenvorbereitung und anschließende Polyesterpulver-Einbrennbeschichtung oder PUR-Beschichtung mit forcierter Ofentrocknung in einer Sollsichtdicke von 60  $\mu\text{m}$ . Beschädigte Stellen sind mit PUR-Beschichtung auszubessern. Nachträgliche Verformung von stückbeschichteten Teilen ist nicht zulässig.

Tabelle 8.4.3: Abmessungen für Geländer aus Aluminium

Handlauf	bei Straßen- und Wegbrücken: $b \geq 120$ mm, $h \geq 55$ mm, $d \geq 4$ mm bei Geh- und Radwegbrücken: $b \geq 90$ mm, $h \geq 45$ mm, $d \geq 2,5$ mm
Holm	$b \geq 60$ mm, $h \geq 40$ mm, $d \geq 2,5$ mm
Pfosten	Stahlkern: bei Straßenbrücken $\geq 70 \times 70 \times 5$ mm, bei Gehwegbrücken $\geq 60 \times 40 \times 5$ mm Hohlprofil: $d = 2$ mm; Pfosten (ohne Stahlkern) bei Gehwegbrücken: $\geq 65 \times 40 \times 5$ mm
Füllstab	$\geq 40 \times 20 \times 2$ mm

— Variante A2 (Bandbeschichtung)

Chromatieren der zu beschichtenden Flächen nach DIN EN 12487 oder chromfreie Oberflächenvorbehandlung und zweischichtige PVDF-Einbrennbeschichtung in einer Sollschildtdicke von insgesamt 25 µm nach DIN EN 1396. Die Ausbesserung von beschädigten Stellen ist mit dem Bandbeschichter abzustimmen.

— Variante A3 (Baustellenbeschichtung)

Vorbereiten der Oberfläche durch Schleifen oder Strahlen mit ferritfreiem Strahlmittel. Zweischichtige PUR-Beschichtung in einer Sollschildtdicke von insgesamt 100 µm. Beschädigte Stellen sind mit PUR-Beschichtung auszubessern.

(2) Die gemäß DIN 17611 erforderlichen Güte-merkmale der anodischen Oxidation sind durch Werksprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 des Herstellerwerkes vor der Montage nachzuweisen. Im Abstand von 4 bis 5 m je Profilart (Handlauf, Holm, Füllstäbe, Pfosten) sind Prüfungen durch Messen der Schichtdicke und des Scheinleitwertes durchzuführen.

(3) Die Gütesicherung der Stückbeschichtung hat nach den Qualitätsrichtlinien GSB AL 631 der Gütegemeinschaft für die Stückbeschichtung von Bauteilen (GSB international e.V.) zu erfolgen. Im Abstand von 4 bis 5 m je Profilart ist eine Prüfung durch Messen der Schichtdicke durchzuführen.

(4) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber auf Verlangen zur Kalibrierung von zerstörungsfrei messenden Schichtdickenmessgeräten für jedes unterschiedliche Bauteil je ein repräsentatives, unbeschichtetes Stück (Mindestfläche 10 cm x 10 cm) gleicher Dicke und gleicher Zusammensetzung ohne besondere Vergütung zu überlassen. Diese Stücke sind vom Auftragnehmer zu kennzeichnen.

**2.3.6 Kennzeichnung**

An den Endpfosten sind System, Hersteller, Baujahr und Kommissionsnummer dauerhaft anzugeben.

**2.4 Ausführung und Herstellung von Geländern**

(1) Vor Ausführung ist dem Auftraggeber ein Geländerplan zur Genehmigung einzureichen.

(2) Der Hersteller von Geländern muss zum Nachweis seiner Eignung vorlegen:

- WPK-Zertifikat gemäß DIN EN 1090-1
- Schweiß-Zertifikat gemäß DIN EN 1090-2 für Stahlgeländer bzw. DIN EN 1090-3 für Aluminiumgeländer

**3 Fahrzeug-Rückhaltesysteme**

**3.1 Allgemeines**

**3.1.1 Geltungsbereich**

(1) Die folgenden Regelungen gelten für Schutzeinrichtungen (SE) und Übergangskonstruktionen, die am Rand von Brücken und Ingenieurbauwerken und im Mittel- und Seitentrennstreifen auf Brücken vorgesehen sind.

(2) Die Regelungen gelten auch für Schutzeinrichtungen, die neben ihrer Funktion als Fahrzeug-Rückhaltesystem gleichzeitig als Fußgänger-Rückhaltesystem (Geländer) dienen.

**3.1.2 Begriffsbestimmungen**

**(1) Nutzbreite der Kappe**

Die Nutzbreite der Kappe ist der horizontale, lichte Abstand von Schrammbordvorderkante bis zum Geländer.

(2) Zusätzlich gelten die Begriffsbestimmungen der Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS).

**3.2 Anforderungen**

Es sind die Anforderungen aus den RPS, dem Bauwerksentwurf und die jeweiligen produktspezifischen Kenngrößen entsprechend der Einsatzfreigabeliste (z.B. Klasse der Horizontalkraft A, B, C

oder D nach DIN EN 1991-2, Vertikalkraft, Wirkungsbereich usw.) zu berücksichtigen. Es dürfen nur Systeme verwendet werden, die dem Einsatzfreigabeverfahren der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) entsprechen. Die Einsatzfreigabeliste wird von der BASt geführt.

### 3.3 Entwurf und Planung

(1) Es wird empfohlen schon im frühen Entwurfsstadium die grundsätzlichen Anforderungen an die einzusetzenden Schutzeinrichtungen (Aufhaltstufe, Wirkungsbereich, Einsatzort etc.) festzulegen und diese Informationen in den Planungsprozess einzubinden. Dabei ist ebenso der Einfluss der vor und hinter dem Bauwerk auf der Strecke verwendeten Schutzeinrichtungen zu berücksichtigen.

(2) In der Leistungsbeschreibung sind unter anderem folgende Kriterien zu berücksichtigen :

- Erforderliche Aufhaltstufe (N2, H1, H2 oder H4b), die jeweils höchste Aufhaltstufe ist über die gesamte Bauwerkslänge je Seite anzuwenden,
- max Klasse des Wirkungsbereiches (W1 bis W8),
- Anprallheftigkeitsstufe und / oder Bauart (Stahl / Beton),
- max Klasse der Horizontalkraft nach DIN EN 1991-2 (Klasse A bis D) und die max mögliche Lastangriffshöhe der Horizontalkraft,
- max möglicher Erhöhungsfaktor der einwirkenden Vertikalkraft,
- max Höhe der Schutzeinrichtung,
- SE mit oder ohne Mitwirkung des Geländers,
- Angaben zur max / min möglichen Dilatation und
- Angaben zur SE auf der Strecke (ggf. erforderliche Übergangskonstruktion beachten).

(3) Die Regelbreite von Außenkappen mit Schutzeinrichtung beträgt mindestens 2,05 m.

(4) Die Breite von Mittelkappen richtet sich in erster Linie nach den Richtlinien für die Anlage von Autobahnen RAA, den Richtlinien für die Anlage von Landstraßen RAL<sup>2)</sup>, den Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen RAS<sup>t</sup> und örtlichen Besonderheiten. Zu beachten ist dabei auch die Linienführung in Lage und Höhe, sowie die Entwicklung der Querneigung (Höhensprung im Bereich der Mittelkappen), was zu Einschränkungen bei der Auswahl geeigneter SE und / oder zu größeren

<sup>2)</sup> Bis zur Einführung der RAL gelten die entsprechenden Regelungen in den RAS-Q und den RAS-L.

Mittelstreifenbreiten führen kann und damit ggf. auch Auswirkungen auf die Trassierung hat.

(5) Bei sonst gleicher Eignung sollten Schutzeinrichtungen ohne Mitwirkung des Geländers gewählt werden.

(6) Die Breite des Notgehwegs auf Außenkappen beträgt mindestens 75 cm, auf Mittelkappen und bei Um- oder Ausbau bestehender Bauwerke darf eine Breite von 50 cm nicht unterschritten werden.

(7) Für die Mindestabmessungen von Geländern gilt Tab. 8.4.1. Darüber hinaus gilt am Außenrand von Brücken bei Anordnung einer Schutzeinrichtung für die Ermittlung der Höhe des Geländers einschließlich Übersteigschutz:

$$h_{\text{Gel+Ü}} \geq h_{\text{SE}} + h - b - 0,05 \geq h_{\text{min}} \quad \text{Gl. (I)}$$

mit

$h_{\text{Gel+Ü}}$ : mind. erforderliche Höhe des Geländers einschließlich Übersteigschutz [m]

$h_{\text{SE}}$ : Höhe der Schutzeinrichtung über OK Notgehweg [m]

$h$ : mind. erforderliche Geländerhöhe [m] am Brückenrand:

bei Absturzhöhen < 12 m: 1,00 m

bei Absturzhöhen ≥ 12 m: 1,10 m

$b$ : Abstand Hinterkante Schutzeinrichtung in Höhe OK SE – Vorderkante Geländer [m]

$h_{\text{min}}$ : Mindestgeländerhöhe nach Tab. 8.4.1 [m]

(8) Um die Höhe des Geländers zu begrenzen, sollen bei sonst gleicher Eignung möglichst niedrige Schutzeinrichtungen verwendet werden.

(9) Bei Anordnung von Schutzeinrichtungen der Aufhaltstufe H2 auf Außenkappen wird die Höhe des Geländers auf 1,20 m begrenzt.

$$h_{\text{SE}} \leq h_{\text{Gel}} - h + b + 0,05 \quad \text{Gl. (II)}$$

mit

$h_{\text{Gel}}$ : gewählte Höhe des Geländers ≥  $h_{\text{min}}$  und ≤ 1,20 m

(10) Bei Anordnung von Schutzeinrichtungen der Aufhaltstufe H4b kann von der Höhenbegrenzung des Geländers abgewichen werden und die erforderliche Höhe des Geländers einschließlich Übersteigschutz mit Gl. (I) ermittelt werden. Dies gilt auch in begründeten Ausnahmefällen für H2 Systeme, wie z.B. bei beengten Verhältnissen mit geringer Kappenbreite im Bestand.

(11) Die Ausbildung des Übersteigschutzes kann gemäß Richtzeichnung Gel 16 erfolgen.

(12) Für die Schrammbordhöhe und die Nutzbreite der Kappe auf Brücken, für die gemäß RPS keine

Schutzeinrichtung erforderlich ist, gelten die Abmessungen in Tabelle 8.4.4.

**Tabelle 8.4.4:** Schrammbordhöhe und Nutzbreite der Kappe auf Brücken ohne Schutzeinrichtung

V <sub>zul</sub> [km/h]	Schrammbordhöhe [cm]	Nutzbreite der Kappe [m]
≤ 50	15	≥ 1,00
> 50	7,5	≥ 1,25

(13) Bei Wirtschaftswegbrücken beträgt bei einer Schrammbordhöhe von 20 cm die Nutzbreite der Kappe 50 cm.

(14) In begründeten Ausnahmefällen kann die Abwägung zwischen Belangen der Verkehrssicherheit und anderen Belangen abweichende Lösungen erforderlich machen. Für diese Fälle sind Lösungen anzustreben, die im Sinne der RPS und den hier getroffenen Regelungen das unter den vorhandenen Randbedingungen bestmögliche Schutzniveau erzielen.

### 3.4 Bemessung

(1) Die Aufnahme der, in der Einsatzfreigabeliste der Schutzeinrichtung zugeordneten, Anpralllasten durch das Bauwerk (Kragarmbemessung) muss mit einer statischen Berechnung nachgewiesen werden (DIN EN 1991-2, 4.7.3.3 (1)).

(2) Bei Neubauten ist eine Kappenanschlussbewehrung von Ø14, a = 20 cm vorzusehen. Die Mindesthöhe der Kragplatte am Außenrand beträgt 25 cm. Wird von diesen Regelungen abgewichen (z.B. bei bestehenden Bauwerken) ist ein gesonderter statischer Nachweis gemäß DIN EN 1991-2, 4.7.3.3 (2) erforderlich.

### 3.5 Ausführung

(1) Sofern hier keine Regelungen getroffen sind, sind die ZTV FRS<sup>3)</sup> (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme) zu beachten.

(2) Fahrzeug-Rückhaltesysteme einschließlich Verankerung sind nur wie geprüft und zertifiziert gemäß Einbauanleitung einzusetzen.

(3) Die Befestigung auf Beton erfolgt mit Verbundankern, vorgefertigten Ankerkonstruktionen oder Betonschrauben mit Bohrlochvergussmasse für ungerissenen Beton (≥ M12) mit einer Einbindetiefe ≤ 13 cm (Betondeckung mindestens 2 cm). Die Anker müssen eine Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) oder eine Europäische Technische Zulassung (ETA) besitzen und durch die Zertifizierung des Fahrzeug-Rückhaltesystems eingeschlossen sein. Die Verwendung von Stahlspreizankern ist nicht zulässig.

(4) Die Befestigung auf Stahl ist im Einzelfall zu betrachten und ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

(5) Freiliegende Gewindebolzen der Fußverankerung dürfen nicht mehr als 15 mm über die Muttern herausragen.

(6) Schutzeinrichtungen aus Beton sind durch Verankerungen in ihrer Lage zu sichern.

(7) Die Bohrlöcher von Ankern und Schrauben sind dauerhaft zu verschließen. Die Vergussmasse muss frost- und tausalzbeständig sein.

(8) Der Korrosionsschutz der Verankerung ist gemäß TLP FRS<sup>4)</sup> feuerverzinkt auszuführen. Alternativ ist eine Beschichtung, geprüft für Korrosivitätskategorie C5-I, Schutzdauer mittel nach DIN EN ISO 12944-6 und ISO 3231 oder die Ausführung in nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5, Werkstoff-Nr. 1.4571 bzw. 1.4401 möglich.

(9) Bei der Befestigung von Schutzeinrichtungen auf Beton ist zum Ausgleich von Unebenheiten eine Ausgleichsschicht zwischen Betonoberfläche und Ankerplatte aus Zementmörtel mit Kunststoffzusatz (PCC II) nach Teil 3 Abschnitt 4, oder eine, im Mittel maximal 5 mm dicke, wetterbeständige, elastische Dichtungsplatte erforderlich.

(10) Im Bereich von Fahrbahnübergängen nach den Abschnitten 1 und 2 sind Dilatationsstöße in die Schutzeinrichtung einzubauen.

<sup>3)</sup> Bis zur Einführung der ZTV FRS gelten die hier genannten Regelungen.

<sup>4)</sup> Bis zur Einführung der TLP FRS gilt: Der Korrosionsschutz der Verankerung ist gemäß DIN EN ISO 1461 feuerverzinkt auszuführen.

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 8 Bauwerksausstattung

## Abschnitt 5 Entwässerungen

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

---

Inhalt	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
<b>2 Leitungen und Abläufe</b> .....	3
2.1 Leitungen .....	3
2.2 Abläufe .....	3
2.3 Werkstoffe für Rohre und Formstücke, Schraubverschlüsse, Befestigungen und Abläufe.....	4

## 1 Allgemeines

(1) Der Teil 8 Abschnitt 5 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Es gelten DIN EN 10025, DIN EN 10088, DIN EN 1090-2 sowie DIN EN 1993-2. Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3 entsprechend.

(3) Bei Änderung der Entwässerung aufgrund eines Nebenangebotes hat der Auftragnehmer eine hydraulische Berechnung aufzustellen und dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen. Dabei sind die Nrn. 2.1 und 2.2 zu beachten.

(4) Für die Rohraufhängungen bzw. -auflagerungen ist ein statischer Nachweis zu erbringen.

(5) Anfallendes Wasser muss bereits während der Bauzeit schadlos abgeführt werden. Es darf weder das Bauwerk verunreinigen noch auf Konstruktionsteile nachteilig einwirken.

(6) Alle Teile der Entwässerung müssen zur Wartung und Kontrolle zugänglich sein.

## 2 Leitungen und Abläufe

### 2.1 Leitungen

(1) *Sammelleitungen von Straßenbrücken dürfen nicht als offene Rinnen ausgebildet werden.*

(2) *Die Regelnennweite von Sammelleitungen beträgt DN 200. Sind nicht mehr als drei Abläufe anzuschließen, darf die Nennweite bei günstigem Rohrgefälle auch DN 150 betragen. Das Gefälle ist in der Regel mit mindestens 2 % auszubilden.*

(3) *Sammelleitungen sind mindestens für eine Regenspende von 115 l/(s · ha) und 15 min Dauer zu bemessen. Die Fließgeschwindigkeit soll zwischen 1 m/s und 3 m/s liegen und darf bei einer Regenspende von 15 l/(s · ha) und 15 min Dauer nicht kleiner als 0,5 m/s sein.*

(4) *Die Regelnennweite von Querleitungen beträgt DN 150. Das Gefälle ist in der Regel mit mindestens 5 % auszubilden.*

(5) Querleitungen sollen von oben in Längsleitungen einmünden. Hierzu sind Abzweige mit Einlaufwinkeln von höchstens 45° zu verwenden.

(6) Die Nennweite von Falleleitungen ist mindestens gleich derjenigen der Längsleitungen zu wählen. Am Kopf- und Fusspunkt und an nicht vermeidbaren Krümmungen sind Revisionsmöglichkeiten vorzusehen.

(7) Richtungsänderungen in Quer- und Falleleitungen dürfen nur mit Bogenstücken mit Öffnungswinkeln von höchstens 45° erstellt werden. Größere

Öffnungswinkel sind mit einem Bogenstück zulässig, wenn sich dabei die gleiche Bogenlänge ergibt.

(8) Die Dichtigkeit der Rohrstöße und die Durchgängigkeit der Rohrstränge sämtlicher im Bauwerk und im Boden verlegter Leitungen sind bei der Abnahme nachzuweisen.

(9) Die Rohraufhängungen von Leitungen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) sind gegen Verschieben in Längsrichtung auszusteifen, z.B. durch Diagonalen in Leitungslängsrichtung, sodass die Dichtigkeit an den Verbindungsstellen der Rohre gewährleistet ist. Der Abstand der Aussteifungen darf 20 m nicht überschreiten.

(10) Längs- und Falleleitungen dürfen nicht einbetoniert werden. Sie sind durch Betonteile, z.B. Stege, Querträger und Kammerwände, in Aussparungen oder Mantelrohren zu führen. Freiliegende Querleitungen sind bei Durchdringungen von Stegen in Mantelrohren zu verlegen.

(11) Um Ablagerungen beseitigen zu können, sind Reinigungsöffnungen im Abstand von höchstens 30 m sowie im Bereich jeder Querleitung und bei jeder größeren Richtungsänderung vorzusehen.

(12) Für den Einsatz von Hochdruckspülgeräten ist am tiefgelegenen Ende der Längsleitung und ggf. an Zwischenpunkten eine Reinigungsöffnung für die Einführung des Spülschlauches anzuordnen.

(13) In Hohlkästen sind an allen Tiefpunkten Öffnungen von 150 mm Durchmesser mit Vogelschutzgittern vorzusehen.

(14) Auflagerbänke dürfen nicht in die Hinterfüllung des Widerlagers entwässert werden.

(15) Abdeckungen von Fallrohr-Nischen müssen zur Kontrolle und Wartung der Rohrleitungen abnehmbar sein.

### 2.2 Abläufe

(1) *Für je 400 m<sup>2</sup> Einzugsfläche ist mindestens ein Ablauf anzuordnen.*

(2) *Die Abstände der Abläufe sind nach folgenden Formeln zu wählen:*

$$L = (155 \cdot q_f - 132) \cdot s^{0,40} / B \text{ für Straßenablauf der Abmessungen } 300 \times 500 \text{ mm}^2,$$

$$L = (185 \cdot q_f - 170) \cdot s^{0,48} / B \text{ für Straßenablauf der Abmessungen } 500 \times 500 \text{ mm}^2,$$

*Es bedeuten:*

*L Abstand der Abläufe mit  $5 \text{ m} \leq L \leq 50 \text{ m}$*

*q<sub>f</sub> Fahrbahnquerneigung mit  $q_f \leq 5,0 \%$*

$s$  *Fahrbahnlängsneigung mit  $0,5 \% \leq s \leq 5,0 \%$*

$B$  *Entwässerungsbreite [m] = Fahrbahnbreite + Kappenbreite(n)*

(3) *Bei Straßenabläufen anderer Abmessungen und / oder außerhalb der angegebenen Grenzen ist der Abstand der Abläufe nach den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung (RAS-Ew) zu bemessen.*

(4) Abläufe sind für Klasse D 400 nach DIN EN 124 und DIN 1229 zu bemessen.

(5) Abläufe sind mit Schlammeimern mit umlaufendem Auflagerkragen auszustatten. Ablaufober- teile müssen diebstahlsicher, stufenlos höhenver- stellbar, neigungs- und seitenverstellbar sowie drehbar sein.

(6) Der Einlaufquerschnitt eines Ablaufes darf 500 cm<sup>2</sup> nicht unterschreiten.

(7) Die Ablaufunterteile sind mit der Bewehrung zu versetzen und einzubetonieren. Sie müssen so ausgebildet sein, dass unterhalb des Fahrbahnbe- lages eine wirksame Entwässerung der Dichtungsschicht möglich ist.

(8) Die Anbindung der Dichtungsschicht erfolgt gemäß DIN EN 1253. Beim Einbau der Abläufe sind die RiZ-ING zu beachten.

(9) An den Tiefpunkten, insbesondere vor den Fahrbahnübergängen, sind Tropftüllen mit An- schlussflanschen für die Dichtung einzubauen. Tropftüllen dürfen nicht über Verkehrsflächen und nicht im Bereich von elektrischen Leitungen ange- ordnet werden.

(10) Abläufe bei orthotropen Fahrbahnplatten müssen sicher gegen Ermüdung eingebaut wer- den.

aus Brandschutzgründen mit Aluminiumhydroxid innen und außen zu beschichten. Sie müssen der Nenndruckstufe 1 entsprechen. Bei einem Nenn- durchmesser bis DN 300 muss ihre Mindestnenn- steifigkeit 10.000 N/m<sup>2</sup>, bei solchen über DN 300 muss ihre Mindestnennsteifigkeit 5.000 N/m<sup>2</sup> be- tragen.

(5) Bei Schraubverschlüssen, Befestigungen von Rohraufhängungen bzw. –auflagerungen sowie bei Abdeckungen von Fallrohr-Nischen sind Verbin- dungsmittel, Scheiben und Befestigungsteile aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A 4 bzw. A 5, Werkstoff-Nr. 1.4401 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 zu verwen- den. Kontaktkorrosion ist durch Einbau nicht lei- tender Trennschichten auszuschließen.

(6) Bei Abläufen müssen Roste aus Sphäroguss (GGG), Rahmen und Unterteile aus Grauguss (GG) und Eimer aus feuerverzinktem Stahl beste- hen.

### 2.3 Werkstoffe für Rohre und Form- stücke, Schraubverschlüsse, Befestigungen und Abläufe

(1) Für die Ausführung von Rohrleitungen können Gusseisen, nicht rostender Stahl und glasfaserver- stärkter Kunststoff (GFK) verwendet werden.

(2) Für die Ausführung von gusseisernen Abfluss- rohren und Formstücken ohne Muffe (SML) gilt DIN 19522. Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

(3) Für die Ausführung von Rohrleitungen aus nicht rostendem Stahl ist Stahl mit der Werkstoff- Nr. 1.4571 nach DIN EN 10088 mit einer Mindest- wanddicke von 2 mm zu wählen. Die Einbauvor- schriften der Hersteller sind dabei zu beachten.

(4) Rohrleitungen aus GFK sind nach DIN 16868-1 und -2 oder DIN 16869-1 und -2 herzustellen und

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

### Teil 8 Bauwerksausstattung

### Abschnitt 6 Befestigungseinrichtungen und Unterfütterung von Ankerplatten

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

---

<b>Inhalt</b>	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3
1.1 Grundsätzliches .....	3
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3
<b>2 Bauarten und Bauprodukte</b> .....	3
2.1 Befestigungsmittel.....	3
2.2 Unterfütterung von Ankerplatten.....	4

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 8 Abschnitt 6 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines. Er gilt nicht für die Befestigung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen und für Konstruktionen, für die in anderen Abschnitten gesonderte Regelungen getroffen werden.

(2) Es gelten DIN EN 10025, DIN EN 10088, DIN EN 1090 sowie DIN EN 1993-2. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ ist zu beachten.

(3) Für den Korrosionsschutz gilt Teil 4 Abschnitt 3.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Befestigungsmittel

Als Befestigungsmittel werden alle Elemente bezeichnet, die nachträglich oder vor dem Betonieren dazu bestimmt sind, Ausstattungsteile an einem Bauteil oder Bauwerk zu befestigen

#### (2) Verankerungen

sind Teil der Befestigungsmittel. Sie stellen die durchgehende tragende Verbindung zwischen Bauteil und Ausstattungsteil her.

#### (3) Verbundmittel

sind Teil der Befestigungsmittel. Sie dienen der kraftschlüssigen Verbindung zwischen Bauteil bzw. Bauwerk und nachträglich eingebrachten Verankerungen. Dazu gehören auch Dübel und Ankerschienen.

#### (4) Mörtelfugen

sind die Bereiche, die zwischen einer Ankerplatte und dem vorhandenen Betonteil mit Mörtel verfüllt werden.

## 2 Bauarten und Bauprodukte

### 2.1 Befestigungsmittel

(1) Als tragende Befestigungsmittel sind einbetonierte Stähle oder Ankerschienen mit mindestens 5-facher Sicherheit gegen Versagen oder nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bzw. nach europäisch technischer Zulassung / Europäisch Technischer Bewertung (ETA) zu verwenden.

(2) Für den nachträglichen Einbau in der Druck- und Zugzone sind

- hinterschnittene Schwerlastanker,
- Schwerlastanker mit kraftkontrollierter zwangsweiser Spreizung oder
- Verbundanker für die Verankerung in gerissem Beton

jeweils mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bzw. nach europäisch technischer Zulassung / Europäisch Technischer Bewertung (ETA) zu verwenden.

(3) Für Verankerungen mit Dübel sind die „Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen“ des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zu beachten. Der Nachweis der erforderlichen Kompetenz des Personals ist dem Auftraggeber vorzulegen.

(4) Bei dynamischer Beanspruchung müssen die verwendeten Befestigungsmittel hierfür eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung bzw. eine europäisch technische Zulassung / Europäisch Technische Bewertung (ETA) dafür besitzen.

(5) Befestigungsmittel, welche die Abdichtung eines Bauwerks durchdringen, sind nicht zulässig.

(6) Befestigungsmittel zur Übertragung von vorwiegend ruhender Belastung müssen aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A 4 bzw. A 5, Werkstoff-Nr. 1.4401, 1.4404 bzw. 1.4571 nach DIN EN 10088 bzw. DIN EN ISO 3506 bestehen. Diese Forderung gilt nicht bei einbetonierten Betonstählen.

(7) Kontaktkorrosion ist durch Einbau nicht leitender Trennschichten auszuschließen.

(8) Bei Verwendung von Befestigungsmittel, die nicht der Witterung ausgesetzt sind, ist die Stahlsorte (Gruppe) entsprechend der Korrosionsschutzbelastung festzulegen. Es sind jedoch mindestens feuerverzinkte Befestigungsmittel zu verwenden.

(9) Zur Sicherung von nicht planmäßig vorgespannten Schrauben dürfen Kontermuttern und zugelassene Sicherungssysteme zur Anwendung kommen. Als Kontermuttern sind ganze Muttern zu verwenden. Bei Bedarf können Sicherungselemente gegen Losdrehen wie z.B. Keilsicherungsscheiben eingesetzt werden. Es sind nur Sicherungselemente mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bzw. mit europäisch technischer Zulassung / Europäisch Technischer Bewertung (ETA) zu verwenden.

## 2.2 Unterfütterung von Ankerplatten

(1) Fugen unterhalb von Fußplatten sind mit geeignetem Mörtel zu verfüllen. Bei Fußplatten bis zu einer Größe von ca. 80 x 80 [cm] und einer Fugendicke  $d \geq 15$  mm und  $d \leq 50$  mm sind Vergussmörtel gemäß der Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) einzusetzen, die ergänzend die Anforderungen gemäß den Absätzen (2) bis (4) erfüllen müssen. Bei Fußplatten bis zu einer Größe von ca. 30 x 30 [cm] und einer Fugendicke  $d \geq 15$  mm und  $d \leq 50$  mm können auch PCC II gem. Teil 3 Abschnitt 4 als Stopfmörtel verwendet werden.

(2) Für Ausgangsstoffe, Zusammensetzung, Herstellung und Verwendung von Vergussbeton oder -mörtel gelten sinngemäß die Festlegungen von DIN Fachbericht „Beton“ für die Expositionsklassen XD3, XF4 und die Feuchtigkeitsklasse WA, sofern in der in Absatz (1) genannten DAfStb-Richtlinie und im Folgenden nichts anderes festgelegt wird.

(3) Es sind folgende Zemente zu verwenden:

- Portlandzement CEM I oder
- Portlandkompositzemente CEM II/A-LL, CEM II/A-S, CEM II/A-V, CEM II/A-T.

(4) Es sind Gesteinskörnungen für die Expositionsklasse XF4 zu verwenden, die ergänzend zu DIN-Fachbericht „Beton“ die Anforderungen nach Teil 3 Abschnitt 1 Nr. 2.1 und Nr. 3.1 Absätze (4) bis (7) erfüllen.

(5) Auf den Nachweis des Luftgehalts im Vergussbeton oder -mörtel für die Expositionsklasse XF4 darf verzichtet werden, wenn in der Prüfung des Betons mit dem CDF-Verfahren die Abwitterung im Mittel  $1500 \text{ g/m}^2$  und im Einzelwert  $1700 \text{ g/m}^2$  nicht überschreitet. Dieser Nachweis ist nach dem Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) für das Nachweisalter von 28 d zu führen.

(6) Der Vergussmörtel muss der Fließmaßklasse f3, und der Schwindklasse SKVM I, der Vergussbeton der Ausfließmaßklasse a3 und der Schwindklasse SKVB I gemäß der DAfStb Richtlinie in Absatz (1) genügen.

(7) Es ist Vergussmörtel oder -beton der Frühfestigkeitsklasse C zu verwenden.

(8) Mörtelfugen, deren Dicke 50 mm überschreitet, sind mit schwindarmem Beton nach DIN Fachbericht „Beton“ und Teil 3 Abschnitt 1 sowie DIN EN 13670, DIN 1045-3 und Teil 3 Abschnitt 2 auszuführen. Die Tragfähigkeit dieser Mörtelfugen ist nach DIN EN 1992-2 nachzuweisen. Für schwindarmen Beton dürfen in Abhängigkeit vom

Größtkorn der Gesteinskörnung der Gesamtwassergehalt folgende Werte nicht überschritten werden:

- Größtkorn 8 mm: Gesamtwassergehalt  $\leq 175 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ ,
- Größtkorn 16 mm: Gesamtwassergehalt  $\leq 160 \text{ dm}^3/\text{m}^3$  und
- Größtkorn 32 mm: Gesamtwassergehalt  $\leq 155 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ .

# Bundesanstalt für Straßenwesen

---

---

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten

# ZTV-ING

## Teil 9 Bauwerke

## Abschnitt 1 Verkehrszeichenbrücken

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

---

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	7.8
1.1 Grundsätzliches .....	3	
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	
<b>2 Baugrundsätze</b> .....	3	
<b>3 Bau- und Werkstoffe</b> .....	4	
<b>4 Abmessungen</b> .....	4	
<b>5 Konstruktion und Ausstattung</b> .....	4	
5.1 Allgemeines .....	4	
5.2 Baugruben, Gründungen und Betonsockel .....	5	
5.3 Fußpunktverankerungen .....	5	
5.4 Verbindung zwischen Riegel und Stiel ....	5	
5.5 Befestigungselemente .....	6	
5.6 Korrosionsschutz .....	6	
5.7 Kabelführung .....	6	
5.8 Steigleitern .....	7	
5.9 Besichtigungsstege .....	7	
<b>6 Annahmen für die Einwirkungen</b> .....	7	
6.1 Eigenlasten .....	7	
6.2 Windlasten .....	8	
6.3 Schnee- und Eislasten .....	9	
6.4 Temperaturschwankungen .....	9	
6.5 Ersatzlasten für Personen und Material ..	9	
6.6 Lasten auf Geländer .....	9	
6.7 Fahrzeuganprall .....	9	
6.8 Montagelasten .....	9	
<b>7 Bemessung und Nachweise</b> .....	9	
7.1 Allgemeines .....	9	
7.2 Nachweis der Tragsicherheit für Konstruktionsteile aus Stahl, Stahlbeton und Gründung .....	9	
7.3 Nachweis der Tragsicherheit für Konstruktionsteile aus Aluminium .....	10	
7.4 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....	10	
7.5 Überhöhung .....	10	
7.6 Nachweis der Betriebsfestigkeit .....	10	
7.7 Nachweis der Lagesicherheit .....	10	
		8
		9
		10
		11
		11
		10
		10
		11
		11

## 1 Allgemeines

### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 9 Abschnitt 1 gilt nur in Verbindung mit Teil 1 Allgemeines.

(2) *Dieser Abschnitt gilt auch für die Gründungen, die Betonsockel, die Verankerungen, die Besichtigungseinrichtungen und die Befestigungselemente. Er gilt nicht für die an Verkehrszeichenbrücken (VZB) angebrachten Schilder / Zeichengeber und Beleuchtungseinrichtungen.*

(3) *Für VZB, die umgesetzt werden, ist dieser Abschnitt sinngemäß anzuwenden.*

(4) *Die konstruktiven Anforderungen dieses Abschnitts sollen auch bei entsprechenden Konstruktionen, die neben dem Verkehrsraum stehen, beachtet werden.*

(5) *Dieser Abschnitt kann auch bei einfachen handelsüblichen Masten (Auslegermaste oder Peitschenmaste), an denen nur kleine Schilder, Signalgeber oder Wechselverkehrszeichengeber über dem Verkehrsraum befestigt sind, angewendet werden. Derartige Konstruktionen sind keine Ingenieurbauwerke im Sinne der DIN 1076. Über die Abgrenzung ist ggf. im Einzelfall zu entscheiden.*

(6) VZB sind als vorwiegend nicht ruhend belastete Tragwerke einzustufen. Dies ist zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit insbesondere bei der konstruktiven Durchbildung zu berücksichtigen. Die Bemessung kann, soweit nachfolgend keine Einschränkungen enthalten sind (siehe Nr. 7.6) mit statisch wirkenden Ersatzlasten durchgeführt werden.

(7) Die Annahmen für Windlasten nach Nr. 6.2 sind für alle Schilder / Zeichengeber und Verkehrszeichenträger über oder neben dem Verkehrsraum vorzusehen, soweit hierfür statische Nachweise zu führen sind.

(8) Die Beanspruchungen infolge Lkw-Durchfahrten sind durch die Windersatzlasten abgedeckt.

(9) Die Kraglänge von Kragträgern darf 12 m nicht überschreiten.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Befestigungselemente

Bauteile zur Befestigung von Schildern / Zeichengebern und Beleuchtungseinrichtungen an Verkehrszeichenträgern.

#### (2) Beleuchtungseinrichtungen

Leuchten, die Schilder anstrahlen.

#### (3) Besichtigungseinrichtungen

An die Tragkonstruktionen angebaute oder in sie integrierte Steigleitern, Laufebenen, Besichtigungsstege und Geländer zum Zweck der Bauwerksüberwachung, Prüfung, Wartung und Erhaltung.

#### (4) Lichtzeichen

Wechsellichtzeichen und Dauerlichtzeichen nach § 37 StVO.

#### (5) Schild

Verkehrszeichen auf einem Trägerblech einschließlich der Blechaussteifung und des Randprofils.

#### (6) Schilder / Zeichengeber

Sammelbegriff für Schilder, Signalgeber, innenbeleuchtete Verkehrszeichen und Wechselverkehrszeichengeber.

#### (7) Signalgeber

Gerät, mit dem ein Lichtzeichen dargeboten wird.

#### (8) Verkehrsraum

Raum über der befestigten Fahrbahn einschließlich der befahrbaren Entwässerungsrinnen und befestigten Seitenstreifen.

#### (9) Verkehrszeichen

Verkehrszeichen nach § 39 (1) StVO.

#### (10) Verkehrszeichenbrücken (VZB)

Tragkonstruktionen, an denen Schilder / Zeichengeber über dem Verkehrsraum befestigt werden. Zu den VZB zählen auch entsprechende Tragkonstruktionen mit einseitiger oder beidseitiger Auskragung.

#### (11) Verkehrszeichenträger

VZB und andere Tragkonstruktionen für Schilder / Zeichengeber.

#### (12) Wechselverkehrszeichen

Verkehrszeichen, das bei Bedarf gezeigt, geändert oder aufgehoben werden kann.

#### (13) Wechselverkehrszeichengeber

Gerät, mit dem ein Wechselverkehrszeichen dargeboten wird.

## 2 Baugrundsätze

(1) *In der Regel sollen Ortbetonsockel vorgesehen werden.*

(2) Zum Schutz vor Fahrzeuganprall sind bei  $v > 50$  km/h Ortbetonsockel entsprechend DIN EN 1991-1-7 mit einer Höhe von mindestens 80 cm über Fahrbahn vorzusehen, wobei deren Stirnseiten halbkreisförmig auszurunden sind.

(3) Für die VZB sind Nachweise nach Nr. 7 einschließlich der Gründungen, der Betonsockel, der Verankerungen, der Besichtigungseinrichtungen und der Befestigungselemente zu führen. Für die Konstruktion sind Ausführungszeichnungen gemäß Teil 1 Abschnitt 2 anzufertigen.

(4) Als Werkstoff für die Tragkonstruktion ist Stahl oder Aluminium zu verwenden.

(5) Für die VZB sind Rahmenkonstruktionen mit Vollwand- oder Vierendeelträgern vorzusehen. Dabei sind Hohlprofile oder Bauteile mit Hohlquerschnitt zu verwenden. Die Ecken sind abzurunden.

(6) Die Riegel-Stiel-Verbindung ist biegesteif auszubilden. Die Schrauben der Rahmenecken sind so anzuordnen, dass sie bei den Bauwerksprüfungen zugänglich und handnah prüfbar sind. Es ist eine kerbarme Ausbildung der Konstruktion auszuführen.

(7) Riegel bzw. Kragträger sind zu überhöhen, siehe Nr. 7.5.

(8) Auf der Baustelle sind zur Montage der Tragkonstruktion Schraubverbindungen zu verwenden.

(9) Baustellenschweißnähte sind nicht zugelassen.

### 3 Bau- und Werkstoffe

(1) Für den Beton der Fundamente bzw. den Betonsockel gelten die Anforderungen nach Teil 3 Abschnitt 1.

(2) Für den Mörtel zwischen Fußplatte und Fundament gilt Teil 8 Abschnitt 6.

(3) Für Tragkonstruktionen und Befestigungselemente aus Stahl muss die Stahlgüte entsprechend den auftretenden Beanspruchungen und Einsatzbedingungen gewählt werden. Als Mindestanforderung gilt für den Werkstoff S 235 die Stahlgüte JR, Werkstoff Nr. 1.0038, und für den Werkstoff S 355 J2 + N (für Bleche), S 355 J2 + AR (für Profile), Werkstoff Nr. 1.0577 gemäß DIN EN 10025-2.

(4) Für Rohre sind mindestens die Werkstoffe S 235 JRH, Werkstoff Nr. 1.0039 oder S 355 J2H, Werkstoff Nr. 1.0576 nach DIN EN 10210 und DIN EN 10219 zu verwenden.

(5) Für Tragkonstruktionen aus Aluminium dürfen nur folgende Werkstoffe nach DIN EN 573-3 verwendet werden:

- EN AW-6082 T6 (EN AW- $\text{AlSi1MgMn}$ ),
- EN AW-5083 H111 (EN AW- $\text{AlMg4,5Mn0,7}$ ) und
- EN AW-5086 H 24 (EN AW- $\text{AlMg4}$ ).

(6) Für Anbauteile wie Geländer und Leitern darf auch EN AW-6060 T66 (EN AW- $\text{AlMgSi}$ ) verwendet werden.

(7) Bei Tragkonstruktionen aus Aluminium ist als Werkstoff für die Fußplatten der Stiele nur EN AW-5083 H111 nach DIN EN 573-3 zugelassen.

(8) Für Schraubverbindungen sind feuerverzinkte Schrauben der Güte 5.6 nach DIN EN ISO 898 oder Schrauben aus nicht rostendem Stahl der Stahlsorte A4 bzw. A5 nach DIN EN ISO 3506 zu verwenden. Für die Sicherung der Schraubverbindungen gilt Teil 8 Abschnitt 6. In den biegesteifen Eckverbindungen Riegel / Stiel und an Stößen im Riegel / Stiel sind jedoch voll vorgespannte, feuerverzinkte Schraubverbindungen der Güte 10.9 nach DIN EN ISO 898 auszuführen. Für die Verankerungen am Fußpunkt sind feuerverzinkte Ankerschrauben der Güte 5.6 nach DIN EN ISO 898 zu verwenden.

## 4 Abmessungen

(1) Die Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Landstraßen (RAL) bzw. Stadtstraßen (RASt) und die Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesysteme (RPS) sind zu beachten.

(2) Bei Neubaumaßnahmen soll der lichte Abstand zum Rand der befestigten Fläche um einen Zuschlag von 10 cm zur erforderlichen lichten Weite vergrößert werden.

(3) Die lichte Durchfahrtshöhe muss mindestens 5,0 m auch gegenüber der Schildersatzfläche betragen, soweit nicht beim Auswechseln von Schildern / Zeichengebern von bestehenden VZB das vorhandene Maß beibehalten werden muss. Der Abstand ist rechnerisch zu ermitteln, dabei sind die maßgeblichen Abmessungen der tatsächlichen Schildfläche oder der Schildersatzfläche zu berücksichtigen.

## 5 Konstruktion und Ausstattung

### 5.1 Allgemeines

(1) Den Verdingungsunterlagen ist eine Entwurfszeichnung beizufügen, in der die Gründungen, die Betonsockel, die Tragkonstruktion und die Ausstat-

ting mit den Hauptabmessungen und den Materialien dargestellt sind.

(2) Die bauliche Durchbildung der Konstruktion ist auf einfache Erhaltung und auf gute Zugänglichkeit für Bauwerksprüfungen und Erhaltungsarbeiten abzustellen.

(3) Aussteifungen und Verstärkungsteile sind möglichst nach innen zu legen. Dies gilt sinngemäß auch für Materialdickenabstufungen. Scharfe Kanten sind zu brechen.

(4) Unterbrochene Schweißnähte sind unzulässig.

(5) Die Mindestblechdicke für die Wandbleche einer Tragkonstruktion aus Aluminium oder aus Stahl beträgt 6 mm.

(6) Für die Wandbleche einer Tragkonstruktion aus Stahl darf das Verhältnis von Einzelbeulfeldbreite zu Blechdicke zur Begrenzung der Verformung beim Verzinken höchstens 70 betragen.

(7) In Tiefpunkten sind Entwässerungsöffnungen mit 30 mm Durchmesser anzuordnen. Entwässerungsöffnungen sind gegen Vogeleinflug zu sichern.

(8) An den Enden der Riegel und Kragarme sowie bei Rahmenkonstruktionen in Feldmitte sind Entwässerungsöffnungen mit 30 mm Durchmesser anzuordnen. Schotte und Aussteifungsbleche müssen einen Wasserabfluss ermöglichen.

(9) Zum Abtropfen ist ein Stutzen mit einem Überstand von 15 mm vorzusehen.

(10) Am Fußpunkt der Stiele sind zwei einander gegenüberliegende halbkreisförmige Entwässerungsöffnungen mit  $r = 15$  mm anzuordnen. Öffnungen in der Fußplatte müssen mit einem umlaufenden Aufkantsblech  $h = 30$  mm wasserdicht angeschweißt werden.

(11) Über allen vertikalen Öffnungen sind Abtropfbleche vorzusehen.

(12) Bei der Formgebung der Tragkonstruktion sind die Spannungsamplituden infolge Windlasten konstruktiv zu berücksichtigen. Die Formgebung muss so erfolgen, dass örtliche Spannungsspitzen gering gehalten werden. Dabei sind u.a. folgende Regeln zu beachten:

- Einspringende Ecken von Blechöffnungen sind mit einem Mindestradius von 30 mm auszurunden.
- Kehlnähte von angeschweißten Bauteilen (z.B. Schotte) sind rundum zu schweißen. Einseitige Kehlnähte sind nicht zulässig. Bei einseitiger Zugänglichkeit sind HY- bzw. HV-Nähte auszuführen.

– Eingeschweißte Schotte einschließlich Montageschotte sind nach Betriebsfestigkeitsgrundsätzen unter Vermeidung von Spannungsspitzen zu konstruieren.

– Die Zahl der Schweißnähte quer zur Spannungsrichtung ist gering zu halten.

– Einkerbungen sind auszuschleifen.

### 5.2 Baugruben, Gründungen und Betonsockel

(1) Es gelten Teil 2 Abschnitte 1 und 2 sowie Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(2) Fundamente bzw. Betonsockel sind bei ortsfesten VZB aus Ortbeton herzustellen.

(3) Der Abstand zwischen Oberkante Beton und Gelände muss an jeder Stelle mindestens 25 cm betragen.

### 5.3 Fußpunktverankerungen

(1) Es sind Ankerkonstruktionen zu verwenden, die vorgefertigt und einbetoniert werden. Die Verankerungsmuttern sind gegen Lösen durch Konterung zu sichern.

(2) Die Schraubenverbindung kann durch eine einteilige Kappe und mit einer säurefreien Korrosionsschutzpaste geschützt werden.

(3) Die Fuge unter der Fußplatte der Stiele ist mit einem Mörtel nach Nr. 3 kraftschlüssig und hohlraumfrei zu verfüllen (Dicke 30 bis 50 mm). Die Mörtelschicht ist ohne Überstand bis mindestens 3 cm unter Unterkante der Fußplatte abzuschrägen.

(4) Das Lochspiel der Ankerschrauben in der Fußplatte darf 2 mm nicht überschreiten oder es sind Knaggen anzuordnen.

### 5.4 Verbindung zwischen Riegel und Stiel

(1) Es sind mindestens sechs Schrauben M16 anzuordnen. Bei innenliegenden Verschraubungen sind die Öffnungen in den Schotten auf die Riegel-Stiel-Verbindungen abzustimmen.

(2) In den Schotten des Riegel-Stiel-Knotens sind Öffnungen mit einem Durchmesser von mindestens 120 mm vorzusehen.

(3) Der Riegel-Stiel-Anschluss ist so auszubilden, dass der Riegel vollflächig aufliegt. Von einer vollflächigen Verbindung kann ausgegangen werden, wenn ein Spaltmaß von 1 mm an keiner Stelle

überschritten wird und das Spaltmaß über wenigstens 2/3 der Grundfläche kleiner als 0,5 mm ist.

(4) Riegel-Stiel-Verbindungen müssen so ausgebildet sein, dass auch unter Berücksichtigung der Toleranzen bei der Montage eine zwängungsfreie Verbindung gewährleistet wird. Die Konstruktion muss im statischen Modell realistisch abgebildet werden, so dass alle übertragbaren Kräfte und Momente in der Berechnung ermittelt und Aussagen hinsichtlich der Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit (siehe Nr. 7.6) der einzelnen Verbindungselemente gemacht werden können.

### 5.5 Befestigungselemente

(1) Die Halterungen für Schilder / Zeichengeber sind als verformungsarme Rahmenkonstruktionen auszubilden. Die Verbindung mit der Tragkonstruktion ist so zu gestalten, dass ggf. später notwendige Umbeschilderungen vorgenommen werden können, ohne die Tragkonstruktion zu ändern. Die Schilder sind gegen Abrutschen konstruktiv zu sichern.

*(2) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob Spannbänder aus Stahl zugelassen werden sollen.*

(3) Die Befestigungselemente sind mit einer solchen Maßgenauigkeit herzustellen, dass das angesetzte statische System gewährleistet wird. Zur Lasteintragung zwischen Riegel und Halterung sind elastische Distanzstücke oder ein umlaufendes elastisches Distanzband anzuordnen, damit keine örtliche Überbeanspruchung von Bauteilen und keine Schädigung des Korrosionsschutzes auftreten. Sie sind gegen Herausfallen dauerhaft mechanisch zu sichern. Klebungen allein sind nicht zulässig.

(4) Alle Schrauben außer voll vorgespannten HV-Schrauben sind gegen selbständiges Lösen zu sichern, z.B. durch Konterung mit Sicherungsmutter oder durch zugelassene Sicherungssysteme. Es gilt Teil 8 Abschnitt 6.

### 5.6 Korrosionsschutz

*(1) In der Leistungsbeschreibung ist das Korrosionsschutzsystem anzugeben.*

(2) Die Beschichtungen sind vollständig im Werk aufzubringen.

(3) Die Flächen sind so auszubilden, dass Wasser ungehindert abfließen kann. Dazu sind ggf. die Schweißnähte plan zu schleifen.

(4) Die Stahlteile erhalten eine Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 unter Berücksichtigung der „DAST-Richtlinie 022 – Feuerverzinken von tragenden Stahlkonstruktionen“, siehe auch Teil 4 Ab-

schnitt 3, und werden außen zusätzlich nach Teil 4 Abschnitt 3 beschichtet. Die Befestigungselemente erhalten mindestens eine Feuerverzinkung.

(5) Öffnungen für die Feuerverzinkung sind so anzuordnen, dass im Gebrauchszustand die Entwässerung der Tiefpunkte gemäß Nr. 5.1 gewährleistet ist.

(6) Alle Schotte und Aussteifungsbleche sind so auszuführen, dass im Zinkbad auch eine ordnungsgemäße Verzinkung der Innenseiten erfolgen kann.

(7) Alle Beschädigungen der Feuerverzinkung sind vor Aufbringung weiterer Beschichtungen bzw. vor der Auslieferung der Konstruktion auf die Baustelle durch thermisches Spritzen von Zink nach DIN EN 22063 mit einer Sollschriddicke von 100 µm auszubessern. Die angrenzenden Flächen sind dabei durch Abkleben zu schützen. Für die Beseitigungen von Beschädigungen der Beschichtung nach der Auslieferung auf die Baustelle ist ein System nach Teil 4 Abschnitt 3 zu wählen.

(8) Alle Schraubenverbindungen an beschichteten Teilen sind zum Schutz der Beschichtung mit Unterlegscheiben (beidseitig) auszuführen. Am Fußpunkt kann auf die Unterlegscheibe unter der Fußplatte verzichtet werden.

(9) Ist das Sweep-Strahlen zur Oberflächenvorbereitung nicht ausführbar, muss für die Beschichtung der Nachweis einer ausreichenden Haftfestigkeit auf feuerverzinkter Oberfläche erbracht werden (Eignungsprüfung nach Teil 4 Abschnitt 3). Bei Bestellungen der Stückverzinkung ist die Bezeichnung DIN EN ISO 1461 Beiblatt 1 zu verwenden.

### 5.7 Kabelführung

*(1) Es ist abzuwägen, ob für mögliche Nachrüstungen in allen Stielen und Riegeln Leerrohre einschließlich Einziehdraht für Kabel sowie Riegelöffnungen vorgesehen werden sollen. Die erforderlichen Leerrohrabmessungen und Krümmungsradien sind vorzugeben.*

(2) Sind Kabelführungen vorgesehen, gelten folgende Regelungen:

- Die Leerrohre im Fundament bzw. Betonsockel sind mindestens 50 mm über die Oberkante der Fußplatte der Tragkonstruktion zu führen.
- Die seitliche Einführung in das Fundament bzw. den Betonsockel ist wasserdicht zu schließen.
- In den Schotten und Aussteifungsblechen sind Öffnungen so vorzusehen, dass die Leerrohre ohne Knicke durchgeführt werden können.
- Am Eckpunkt zwischen Stiel und Riegel sind die Besichtigungsöffnungen so anzuordnen,

dass eine ordnungsgemäße Kabeldurchführung möglich ist.

- Die Deckel der Besichtigungsöffnungen sind gegen Herabfallen mit Seilen oder Ketten zu sichern.
- (3) Es sind Kabelleerrohre mit einer glatten Innenwandung zu verwenden.
- (4) Für Wechselverkehrszeichen ist eine Erdung vorzusehen.

## 5.8 Steigleitern

(1) Sind Steigleitern vorgesehen, gelten folgende Regelungen:

- Die Steigleiter ist am Stiel der Tragkonstruktion fest anzubringen.
- Die Leiter ist an der der Fahrbahn abgewandten Seite oder in Fahrtrichtung hinter dem Stiel anzuordnen.
- Die Leiterholme aus Rohrprofilen müssen oben geschlossen und unten offen sein. Die lichte Weite beträgt mindestens 300 mm.
- An der Austrittsstelle auf den Besichtigungssteg sind die Leiterholme als Haltestangen mit einer Durchstiegsbreite von mindestens 500 mm bis Geländerhöhe hochzuführen, um ein sicheres Ein- und Aussteigen zu ermöglichen. Die Haltestangen sind zur Aussteifung mit dem Geländer zu verbinden.
- Der lichte Abstand zwischen Sprosse und Stiel der Tragkonstruktion muss an der engsten Stelle mindestens 150 mm betragen.
- Die Sprossen sind mit waagerechter Auftrittstiefe von mindestens 30 mm herzustellen.
- Die Sprossenabstände dürfen 280 mm nicht überschreiten. Der vertikale Abstand zwischen Austrittsstelle und oberster Sprosse darf nicht mehr als 100 mm betragen.

(2) Um unbefugtes Besteigen der VZB zu verhindern, sind geeignete Maßnahmen oder technische Vorrichtungen vorzusehen (z.B. Verschlusseinrichtungen).

(3) Um das sichere Aufstellen einer Anlegeleiter zu gewährleisten, muss die Aufstellfläche befestigt und horizontal sein. Als Aufstellwinkel sind 70° gegenüber der Horizontalen anzunehmen.

(4) Die Art der Schutzeinrichtungen (Rückenkorb, Steigschutzschienen) ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

## 5.9 Besichtigungsstege

(1) Bei Straßen mit hoher Verkehrsbelastung, erhöhter Unfallgefahr und / oder bei Richtungsfahrbahnen mit mindestens drei Fahrstreifen einschließlich Beschleunigungs- oder Verzögerungsstreifen je Richtung sollten VZB mit Besichtigungsstegen ausgestattet werden. In die Entscheidung ist die Gefahr von Vandalismus (einschließlich Graffiti) einzubeziehen.

(2) VZB für Verkehrsbeeinflussungsanlagen sind mit Besichtigungsstegen auszustatten.

(3) Bei VZB mit dünnen Riegeln bzw. bei Tragkonstruktionen mit Auskragungen können Besichtigungsstege entfallen.

(4) Die begehbare Breite des Besichtigungssteges darf 800 mm nicht unterschreiten.

(5) Die Besichtigungsstege sind mit gesicherten Gitterrosten nach DIN 24537 (Maschenweite ca. 10 x 20 [mm]), oder mit gleichwertigen Konstruktionen, wie z.B. mit gesicherten (Halteklammern) und rutschhemmenden (Bewertungsgruppe der Rutschgefahr R 12) Blechprofilrosten und mit einer 150 mm hohen umlaufenden Fußleiste zu versehen.

(6) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob der Spalt zwischen Schild / Zeichengeber und dem Besichtigungssteg bzw. dem Riegel abgedeckt werden soll.

(7) Die zulässige Belastung des Besichtigungssteges ist am Zugang deutlich erkennbar und dauerhaft anzugeben.

(8) Wenn der Riegel direkt begangen werden kann, muss ein rutschhemmender Belag aufgebracht werden.

(9) Besichtigungsstege sind so anzuordnen, dass die Befestigungselemente und die Tragkonstruktion der VZB ohne weitere Hilfsmittel zugänglich sind.

(10) Die Lauffläche ist allseitig durch Geländer zu sichern, wenn nicht durch die vorhandene Konstruktion eine gleichwertige Sicherung gegeben ist.

(11) Das Geländer ist durch zwei Zwischenholme zu unterteilen. Die Geländerhöhe über der Lauffläche beträgt 1,10 m.

## 6 Annahmen für die Einwirkungen

### 6.1 Eigenlasten

(1) Die Eigenlasten der Konstruktion sind nach DIN EN 1991-1-1 zu ermitteln. Dabei sind die Ei-

genlasten von elektrischen Kabeln und von Kleinteilen, z.B. an Stößen, durch Zuschläge angemessen zu berücksichtigen.

(2) Sofern sich aus den tatsächlichen Abmessungen und Belastungen keine höheren Beanspruchungen ergeben, sind die Werte der Tabelle 9.1.1 anzunehmen.

Tabelle 9.1.1: Ersatzflächen und -lasten

1		Höhe der Ersatzfläche h [m]	Ersatzlast g [kN/m <sup>2</sup> ]	Ersatzlast g [kN/m]
2	Schilder retroreflektierend  innenbeleuchtete Verkehrszeichen	5,00*)	0,4  0,5	
3	Außenbeleuchtung			0,2
4	Wechselverkehrszeichengeber	1,50	1,0	
5	Ausfahrtspfeile (VZ 333-20)	2,50	0,2	
<p>*) Der Schwerpunkt der Ersatzfläche ist 0,5 m oberhalb der Riegelachse anzusetzen.</p> <p>Die angegebenen Ersatzlasten enthalten auch die Eigenlasten der jeweiligen Befestigungselemente.</p>				

Die Ersatzfläche und die Exzentrizität sind fiktive Werte, die der Ausführungsplanung zu Grunde zu legen sind.

(3) Die Ersatzflächen für Zeile 2 der Tabelle 9.1.1 sind als durchgehendes Band über der befestigten Fahrbahn anzusetzen. Hiervon ist dann abzuweichen, wenn Teilbeschilderungen in bestimmten Nachweisfällen ungünstigere Beanspruchungen ergeben. Bei Tragkonstruktionen mit beidseitiger Auskrägung gehört hierzu auch die Beschilderung nur einer Auskrägung.

(4) Die horizontale und vertikale Anordnung der Schilder/Zeichengeber ist in der Leistungsbeschreibung vorzugeben.

(5) Die Breite der Ersatzfläche des Ausfahrtspfeils beträgt 5 m.

## 6.2 Windlasten

(1) Sofern sich aus den tatsächlichen Abmessungen keine höheren Beanspruchungen ergeben, sind die Ersatzflächen nach Nr. 6.1 anzusetzen.

(2) Die Windzone ist in der Leistungsbeschreibung vorzugeben (siehe [www.dibt.de](http://www.dibt.de) - Aktuelles - Technische Baubestimmungen - Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen). Für besonders exponierte Lagen sind spezielle Windlasten anzugeben

(3) Der rechnerische horizontale Winddruck  $w$  rechtwinklig auf die Windangriffsflächen beträgt in Abhängigkeit von den Windzonen I bis IV:

– Zone IV:  $w = 3,0 \text{ kN/m}^2$

– Zone III:  $w = 2,0 \text{ kN/m}^2$

– Zone II:  $w = 1,5 \text{ kN/m}^2$

– Zone I:  $w = 1,2 \text{ kN/m}^2$

– für Kragarme in Zone I:  $w = 1,5 \text{ kN/m}^2$

(4) In dem Windlastansatz sind Formbeiwerte und Böeneinwirkung bereits berücksichtigt.

(5) In Höhenlagen von 800 m bis 1100 m über NN sind in Windzone I die Werte der Zone II anzusetzen; über 1100 m ist in Zone I nach DIN EN 1991-1-4 zu verfahren.

(6) In Stadtbereichen mit geschlossener Bebauung darf der Winddruck  $w$  um 20 % abgemindert werden. Dieses ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben.

(7) Die rechnerische Windangriffsfläche ist die Ansichtsfläche der VZB, einschließlich der Flächen nach Nr. 6.1. Konstruktionsteile im Windschatten erhalten keine Windlasten.

(8) Die Ersatzflächen sind so anzunehmen, dass sich für den jeweiligen Nachweis die ungünstigste Beanspruchung ergibt.

(9) Für bestehende Fachwerkkonstruktionen sind bei Nachrechnungen die Regelungen der DIN EN 1991-1-4 anzuwenden.

(10) Parallel zur Schilderebene ist in der Riegelachse horizontal eine Windersatzlast  $W$  anzusetzen. Sie beträgt in der Windzone I:

–  $W_1 = 12 \text{ kN}$  bei VZB mit Besichtigungssteg und

–  $W_1 = 8 \text{ kN}$  bei VZB ohne Besichtigungssteg.

(11) Für andere Windzonen sind die Werte der Windersatzlast proportional zu den Werten für den Winddruck  $w$  zu erhöhen.

### 6.3 Schnee- und Eislasten

(1) Schneelasten sind nach DIN EN 1991-1-3 anzusetzen. Eislasten sind nicht zu berücksichtigen.

(2) Die Schneelastzone ist in der Leistungsbeschreibung gemäß der Zuordnung der Schneelastzonen nach Verwaltungsgrenzen (siehe [www.dibt.de](http://www.dibt.de) - Aktuelles - Technische Baubestimmungen) vorzugeben.

(3) Diese Schneelast ist auch für Gitterroste und vergleichbare Konstruktionen anzunehmen.

### 6.4 Temperaturschwankungen

Es sind gleichmäßige Temperaturschwankungen von  $\pm 35$  K zu berücksichtigen.

### 6.5 Ersatzlasten für Personen und Material

Als Ersatzlasten für Personen und Material sind bei begehbaren VZB  $1,0 \text{ kN/m}^2$  oder  $3,0 \text{ kN}$  Einzellast an statisch ungünstigster Stelle anzusetzen. Roste sind für eine Einzellast von  $1,5 \text{ kN}$  verteilt auf eine Lastfläche von  $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$  bei einer zulässigen Durchbiegung von  $l/200$  auszulegen.

### 6.6 Lasten auf Geländer

Für Geländer sind waagrecht in Holmhöhe jeweils nach innen und nach außen Lasten von  $0,5 \text{ kN/m}$  anzusetzen.

### 6.7 Fahrzeuganprall

(1) Es gelten die RPS.

(2) Zur Bemessung des Stiels ist immer eine Ersatzlast von  $100 \text{ kN}$  in einer Höhe von  $1,25 \text{ m}$  über OK Straße in Rahmenebene oder rechtwinklig dazu in jeweils ungünstigster Richtung zu berücksichtigen.

### 6.8 Montagelasten

Montagelasten sind entsprechend den Montagezuständen zu berücksichtigen.

## 7 Bemessung und Nachweise

### 7.1 Allgemeines

(1) Folgende Konstruktionsteile sind nachzuweisen:

- die Tragkonstruktion einschließlich der Verbindungen und Verankerungen,

- die Befestigungselemente und Besichtigungseinrichtungen sowie ihre Lasteinleitung in die Tragkonstruktion,

- der Betonsockel und

- die Gründung.

(2) Für die Bemessung und die Nachweise der Tragkonstruktion aus Stahl und der Befestigungselemente gilt DIN EN 1993-1-1, DIN EN 1993-1-5 und DIN EN 1993-1-10 in Verbindung mit DIN EN 1090-2.

(3) Für die Tragkonstruktion aus Aluminium gilt DIN EN 1999-1-1 und DIN EN 1999-1-4 in Verbindung mit DIN EN 1090-3.

(4) Für den Nachweis der Betriebsfestigkeit der Ankerschrauben, der Riegel-Stiel-Verbindung und der Befestigungselemente ist Nr. 7.5 zu beachten.

(5) Für Gründungen und Betonsockel gelten Teil 2 Abschnitt 2 und Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(6) Bei Einwirkungskombinationen mit vollen Windlasten dürfen die halben Schneelasten angesetzt werden. Eine gleichzeitige Einwirkung von Schneelasten und Lasten nach Nr. 6.5 braucht nicht berücksichtigt zu werden.

(7) Die Einwirkungen der Ersatzlasten für Fahrzeuganprall sind in den unmittelbar betroffenen Bauteilen einschließlich der Einleitung in die unmittelbar anschließenden Bauteile (Fundament, Bohrpfehl etc.) zu verfolgen. Nachweise zur Einleitung der Lasten in den Baugrund sind nicht erforderlich.

(8) Die maßgebenden Einwirkungskombinationen bzw. Lastfälle sind jeweils getrennt für die beiden Richtungen, in Rahmenebene und senkrecht zur Rahmenebene zu bilden.

### 7.2 Nachweis der Tragfähigkeit

Zur Berechnung der Beanspruchungen aus den Einwirkungen gilt folgende Einteilung:

a) Ständige Einwirkung

- Eigenlasten nach Nr. 6.1

b) Veränderliche Einwirkungen

- Windlasten nach Nr. 6.2
- Schneelasten nach Nr. 6.3
- Temperaturschwankungen nach Nr. 6.4
- Ersatzlasten für Personen und Material nach Nr. 6.5
- Lasten auf Geländer nach Nr. 6.6
- Montagelasten nach Nr. 6.8

- c) Sonderlast  
 – Fahrzeuganprall nach Nr. 6.7

### 7.3 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

(1) Die Verformungen der Tragkonstruktion dürfen unter Gebrauchslasten folgende Werte nicht überschreiten:

- Stiele in Quer- und in Längsrichtung  $h_S/150$
- Riegel vertikal  $l_R/200$
- Riegel horizontal  $l_R/200$
- Kragarm vertikal (ohne Stielverformung)  $l_K/200$
- Kragarm horizontal (es sind alle Verformungsanteile zu berücksichtigen)  $l/100$

Es bedeuten:

- $h_S$  Stiellänge
- $l_R$  Riegellänge
- $l_K$  Kragarmlänge
- $l = h_S + l_K$

(2) Vorgespannte Stöße dürfen sich unter den Einwirkungen nicht öffnen.

(3) Wird die Tragsicherheit von Tragkonstruktionen aus Stahl nach den Verfahren elastisch-plastisch oder plastisch-plastisch nachgewiesen, ist zusätzlich die Einhaltung des Grenzzustands „Beginn des Fließens“ unter Gebrauchslasten nachzuweisen.

### 7.4 Überhöhung

Die Durchbiegung des Riegels bzw. des Kragträgers aus den vertikalen Eigenlasten nach Nr. 6.1 ist durch Überhöhung auszugleichen. Eine verbleibende Überhöhung von  $l_R/500$  bzw.  $l_K/250$  ist einzurechnen.

### 7.5 Nachweis der Betriebsfestigkeit

(1) Für Ankerschrauben (SL-Verbindungen), Riegel-Stiel-Verbindungen (SLV-Verbindungen) und Befestigungselemente ist der Nachweis der Betriebsfestigkeit zu führen. Als  $\Delta\sigma$  ist die Spannung infolge 30 % der ungünstigsten maximalen Windlasten anzusetzen. Die zulässige Spannungsschwingbreite ist der Ermüdungsfestigkeitskurve der zugehörigen Kerbgruppe bei der Spannungsspielzahl  $n = 1,5 \cdot 10^7$  zu entnehmen. Der Nachweis erfolgt nach DIN EN 1993-1-9. Der Betriebsfestigkeitsnachweis bei vorgespannten Schrauben hinsichtlich Scherbeanspruchung kann entfallen.

(2) Der Zahlenwert der Teilsicherheitsbeiwerte für die Ermüdungsbelastung  $\gamma_{FF}$  und der für die Ermüdungsfestigkeit  $\gamma_{MF}$  ist jeweils 1,00.

### 7.6 Nachweis der Lagesicherheit

(1) Der Nachweis der Lagesicherheit umfasst die Nachweise der Sicherheit nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054 gegen Gleiten und Umkippen. Die Lagesicherheit ist, sofern sie nicht zweifelsfrei feststeht, für Gründungsfugen nachzuweisen.

(2) Der Nachweis der Sicherheit gegen Abheben und Umkippen ist zusätzlich zu den Nachweisen zu führen, die in den Bemessungsnormen für den Gebrauchszustand und / oder den rechnerischen Bruchzustand gefordert sind. Er ist erbracht, wenn in den untersuchten Fugen die aufnehmbaren Schnittgrößen, ermäßigt durch Division mit den Widerstands-Teilsicherheitsbeiwerten, mindestens gleich denen sind, die sich aus den mit den Last-Teilsicherheitsbeiwerten vervielfachten Lasten ergeben.

### 7.7 Bodenpressungen

Es gilt DIN EN 1997-1 und DIN 1054. Darüber hinaus ist nachzuweisen, dass unter halben Windlasten keine klaffende Bodenfuge auftritt.

## 8 Herstellung

(1) Für die Ausführung von VZB in Stahl ist Teil 4 Abschnitt 1 und DIN EN 1090-2 zugrundezulegen.

(2) Für die Ausführung von VZB in Aluminium DIN EN 1090-3 zugrundezulegen.

(3) *In die Leistungsbeschreibung ist aufzunehmen, in welchem Umfang Sperrungen des Verkehrsweges zum Zwecke der Herstellung der VZB zugelassen werden und ob der Auftragnehmer einen Verkehrszeichenplan zu erstellen hat.*

(4) Die Verkehrssicherheit ist während der Herstellung der Gründungen bzw. der Betonsockel und während der Montage der Tragkonstruktion vom Auftragnehmer zu gewährleisten.

(5) Vom Auftragnehmer sind sämtliche Maße für Fundamente, Brückenlängen und dgl. zu überprüfen.

(6) Der Auftragnehmer hat vor der Montage der Tragkonstruktion Lage und Höhe der Ankerschrauben des Fußpunktes zur Kontrolle der Einhaltung der zulässigen Abweichungen aufzumessen und das Ergebnis dem Auftraggeber vorzulegen.

(7) Die maximalen Abweichungen der Ankerschrauben des Fußpunktes in Lage und Höhe sind

durch den Auftragnehmer vorzugeben, statisch nachzuweisen und auf der Ausführungszeichnung anzugeben.

(8) Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (ZTV-SA) sind zu beachten.

(9) Die Montage der Tragkonstruktion muss durch einen Vertreter des Herstellers überwacht werden.

### 9 Qualitätssicherung

(1) Für die Prüfungen und die Überwachung des Betons und des Betonstahles gilt Teil 3 Abschnitte 1 und 2.

(2) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob eine Fremdüberwachung auf der Baustelle erforderlich ist.*

(2) Der Fertigstellungstermin der Tragkonstruktion ist dem Auftraggeber so frühzeitig anzugeben, dass die Fertigungsüberwachung vor dem Aufbringen des Korrosionsschutzes vorgenommen werden kann.

(3) Für die Werkstoffe Stahl bzw. Aluminium der Tragkonstruktion ist nach DIN EN 10204 das Abnahmeprüfzeugnis 3.2 oder Abnahmeprüfzeugnis 3.1 in Verbindung mit einer Materialbescheinigung einer anerkannten Stelle einschließlich Materialbeprobung erforderlich. Diese sind im Rahmen der Fertigungsüberwachung dem Auftraggeber vor Beginn der Fertigung vorzulegen.

(4) Dem Auftraggeber sind rechtzeitig die Ausführungsunterlagen gemäß Teil 1 zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen.

(5) *Für die statisch konstruktive Prüfung ist ein vom Auftraggeber zu benennender Prüfenieur zu beauftragen, soweit die Prüfung nicht vom Straßenbaulasträger selbst durchgeführt wird.*

(6) *Die fachtechnische Durchführung soll von der für den Ingenieurbau zuständigen Abteilung des Auftraggebers erfolgen.*

(7) Die Fertigungsüberwachung der Tragkonstruktion und des Korrosionsschutzes im Werk und die Überwachung der Montage werden durch eine Überwachungsstelle des Auftraggebers oder durch eine vom Auftraggeber beauftragte qualifizierte Überwachungsstelle durchgeführt.

(8) Für das Schweißen der Tragkonstruktion aus Stahl gilt die Ausführungsklasse EXC2 nach DIN EN 1090-2.

(9) Für das Schweißen der Tragkonstruktion aus Aluminium gilt die Ausführungsklasse EXC2 nach DIN EN 1090-3

(10) Die Befähigung zur Herstellung ist mit dem Angebot durch Vorlage eines gültigen EG-Zertifikats gem. DIN EN 1090-1 für mind. Ausführungsklasse EXC2 nachzuweisen.

(11) Schweißnähte müssen grundsätzlich der Bewertungsgruppe B für Stahl nach DIN EN ISO 5817 bzw. für Aluminium DIN EN ISO 10042 entsprechen. Wenn Schweißnähte technisch nicht in Bewertungsgruppe B ausführbar sind, ist durch Einordnung in die Bewertungsgruppe C die Beanspruchung auf 75 % der zulässigen Werte zu begrenzen. Diese Einordnung bedarf der Zustimmung des Auftraggebers und muss in den Ausführungsplänen gekennzeichnet sein.

### 10 Vermessung

Die vorgegebenen Randabstände und Durchfahrtshöhen sind durch Vermessung nachzuweisen und in der Bestandsübersichtzeichnung zu dokumentieren.

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

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

# **ZTV-ING**

## **Teil 9 Bauwerke**

## **Abschnitt 2 Bewegliche Brücken**

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

---

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	4	
1.1 Grundsätzliches .....	4	
1.2 Begriffsbestimmungen .....	4	
<b>2 Brückentypen</b> .....	5	
2.1 Klappbrücke .....	5	
2.1.1 Klappbrücke ohne Gegengewicht.....	5	
2.1.2 Klappbrücke mit tiefliegender Gegengewicht .....	5	
2.1.3 Waagebalkenklappbrücke .....	5	
2.1.4 Roll-Klappbrücke.....	5	
2.1.5 Ausführungsarten von Überbauten.....	5	
2.2 Drehbrücke .....	5	
2.3 Hubbrücke.....	5	
<b>3 Baugrundsätze</b> .....	5	
<b>4 Betriebsanforderungen</b> .....	8	
4.1 Bewegungsvorgang .....	8	
4.2 Witterungsbedingungen .....	8	
4.3 Betriebsarten.....	9	
4.4 Bedienung der Brücke .....	9	
4.5 Brückenwärter.....	9	
4.6 Bedienstände und Betriebsräume .....	9	
4.7 Zugänglichkeit.....	9	
4.8 Redundanz.....	9	
<b>5 Technische Unterlagen</b> .....	9	
5.1 Allgemeines .....	9	
5.2 Beweglicher Überbau.....	10	
5.3 Maschinenbau.....	10	
5.4 Antrieb.....	10	
5.5 Elektrotechnik und Steuerung.....	11	
5.6 Verkehrssicherungsanlagen .....	11	
5.7 Brückenbeleuchtung .....	11	
<b>6 Werkstoffe und Bauteile</b> .....	11	
6.1 Allgemeines .....	11	
6.2 Stahlkonstruktionen .....	12	
6.3 Maschinenkonstruktionen .....	12	
6.4 Elektrische Ausrüstung .....	12	
6.4.1 Elektrische Betriebsmittel.....	12	
6.4.2 Kabel- und Leitungsführung.....	12	
6.5 Beschichtungen .....	12	
6.6 Vergussmörtel.....	13	
<b>7 Betriebsstoffe</b> .....	13	
7.1 Hydrauliköl für Antriebe.....	13	
7.2 Schmierstoffe für Lager und mechanische Antriebe .....	13	
<b>8 Nachweise für die Tragkonstruktion</b> 13		
8.1 Allgemeines.....	13	
8.2 Einwirkungen .....	13	
8.2.1 Ständige Einwirkungen .....	13	
8.2.2 Quasi-ständige Einwirkungen .....	13	
8.2.3 Veränderliche Einwirkungen .....	13	
8.2.4 Außergewöhnliche Einwirkungen .....	15	
8.2.5 Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände .....	15	
8.3 Nachweis der Tragfähigkeit .....	15	
8.4 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ..	15	
<b>9 Nachweise für die Maschinenkonstruktion</b> .....	15	
9.1 Einwirkungen .....	15	
9.2 Antriebsleistung .....	16	
9.3 Betriebsdrücke ölhdraulischer Antriebe.....	17	
9.4 Nachweis der Tragfähigkeit .....	17	
9.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ..	17	
<b>10 Berechnung und Konstruktion</b> .....	17	
10.1 Beweglicher Überbau.....	17	
10.1.1 Fahrbahnübergänge .....	17	
10.1.2 Gewichtsausgleich .....	17	
10.1.3 Tariergewichte .....	17	
10.2 Maschinenbau.....	17	
10.2.1 Rauheiten.....	17	
10.2.2 Gelenklager.....	17	
10.2.3 Puffer.....	17	
10.2.4 Verriegelungen.....	18	

	Seite
10.3	Antriebstechnik .....18
10.3.1	Antriebsmotoren .....18
10.3.2	Seiltriebe, Seilrollen und Seiltrommeln.18
10.4	Elektrotechnik und Steuerung .....18
<b>11</b>	<b>Prüfung der technischen Unterlagen</b> .....18
11.1	Prüfung des beweglichen Überbaus....18
11.2	Prüfung der technischen Ausrüstung ..19
<b>12</b>	<b>Baudurchführung</b> .....19
12.1	Bauleitung .....19
12.2	Messungen .....19
12.3	Montage .....19
12.4	Probetrieb .....19
12.5	Funktionsprüfung .....20
12.6	Abnahmen .....20
<b>13</b>	<b>Betriebshandbuch, Wartung, Einweisung</b> .....20
<b>14</b>	<b>Mängelansprüche</b> .....20
<b>Anhang A</b>	Windstärkenskala nach Beaufort ..21
<b>Anhang B</b>	Hinweise zur Antriebstechnik, Elektrotechnik und Steuerung .....22
<b>Anhang C</b>	Hinweise zu Verkehrssicherungs- anlagen, Beleuchtung und Bedienung .....26
<b>Anhang D</b>	Ersatzteile .....29

# 1 Allgemeines

## 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 9 Abschnitt 2 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) *An der Planung und Ausführung beweglicher Brücken sind Ingenieure des Bauingenieurwesens, des Maschinenbaus und der Elektrotechnik zu beteiligen.*

(3) In der Planungsphase ist eine Gefahrenanalyse nach der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (EG-Maschinenrichtlinie) zu erstellen.

(4) *Für die Leistungen:*

- Ausführungsunterlagen,
- zur Durchführung der Abnahme,
- Schulung der Brückenwärter und
- Schulung des Wartungspersonals

*sind gesonderte Positionen in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(5) Dieser Abschnitt ist bei der Planung, Baudurchführung, Betrieb und Erhaltung von beweglichen Brücken anzuwenden.

(6) *Für Bedienstände und Betriebsgebäude sowie die technische Gebäudeausrüstung sind die jeweiligen Vorschriften zu beachten.*

(7) Die Regelungen des Brückenbaues sind auch auf das Tragwerk des beweglichen Überbaus anzuwenden.

(8) Für die verriegelte Verkehrs- und Endlage einer beweglichen Brücke gelten neben den ZTV-ING die DIN EN 1991, DIN EN 1992-2 und DIN EN 1993-2.

(9) Die Regelungen zum Maschinenbau sind auch auf Lagerungen und Verriegelungen der beweglichen Brücke oder von Brückenteilen anzuwenden. Verankerungen der maschinellen Ausrüstung und Vergussfugen der Lagerböcke sind als Bestandteile des Maschinenbaus vorzugeben.

(10) Die Regelungen zur Antriebstechnik sind auf mechanische und hydraulische Komponenten anzuwenden, welche zum Betrieb des beweglichen Überbaus erforderlich sind.

(11) Die Regelungen zur Elektrotechnik und Steuerung, Verkehrssicherungsanlagen und Brückenbeleuchtung sind auf die Komponenten

anzuwenden, welche zum Betrieb des beweglichen Überbaus erforderlich sind.

(12) *Art und Umfang der Wartungsarbeiten sind in der Leistungsbeschreibung als Mindestanforderung vorzugeben.*

## 1.2 Begriffsbestimmungen

### (1) Bewegliche Brücke

Kreuzungsbauwerk von Wasserstrasse und Fahrstrasse oder Weg, durch das der Verkehr der sich kreuzenden Verkehrswege freigegeben oder gesperrt wird.

### (2) Beweglicher Überbau

Dieser Bereich umfasst alle beweglichen Teile des Gesamtbauwerks.

### (3) Feste Bauwerke

Dieser Bereich umfasst alle festen Teile des Gesamtbauwerks, wie z.B. Gründungskörper, Widerlager, Brückenpfeiler (Unterbau) und feste Überbauten. Dazu gehören auch Gebäude für Bedienstände und Betriebsräume.

### (4) Maschinenbau

Er umfasst alle Bauteile, die zur Lagerung, Bewegung und Sicherung der Brücke erforderlich sind.

### (5) Technische Ausrüstung

Die Gesamtheit aller am Bewegungsvorgang beteiligten technischen Komponenten. Diese bestehen aus Komponenten des Maschinenbaus, der Antriebstechnik sowie der Elektrotechnik und der Steuerung. Dazu gehören auch Verkehrssicherungsanlagen und die Brückenbeleuchtung.

### (6) Lager

Sie bestehen aus dem Lagerkörper, den unmittelbar am Lagerkörper befindlichen Stahlteilen, abdichtenden und abdeckenden Bauteilen sowie allen für die Wartung und Inspektion erforderlichen Bauteilen wie z.B. Schmierleitungen und Abdrückschrauben.

### (7) Verkehrslage

Die Brücke ist geschlossen, d.h. für den Straßenverkehr freigegeben.

### (8) Endlage

Die Brücke ist vollständig geöffnet.

### (9) SPS-Programm

Das Programm über Steuerungsabläufe in der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) umfasst Automatikbetrieb, Halbautomatikbetrieb und Wartungsbetrieb.

(10) **Automatikbetrieb**

Die Steuerung des Betriebs erfolgt über SPS in einem automatischen Ablauf unter Einhaltung der Sicherheitsketten.

(11) **Halbautomatikbetrieb**

Die Steuerung des Betriebs erfolgt in Einzelschritten, die Sicherheitsketten sind einzuhalten.

(12) **Wartungsbetrieb**

Die Steuerung des Betriebs erfolgt in Einzelschritten gemäß dem Ablaufdiagramm für den Halbautomatikbetrieb. Die Einzelschritte sind unter Beachtung der Vorgaben gemäß Gefahrenanalyse nach Quittierung überbrückbar.

(13) **Handbetrieb**

Der Betrieb erfolgt mittels mechanischer Hilfseinrichtungen über Sichtkontrolle (Handpumpe, Notablassen, Handkurbel).

(14) **Betriebshalt**

Darunter ist die kontrollierte Beendigung der Bewegung zu verstehen.

(15) **Not-Halt**

Dieser Zustand wird durch Betätigung des Not-Halt-Tasters erreicht. Die Bewegung wird kontrolliert beendet.

(16) **Not-Aus**

Dieser Zustand tritt bei Unterbrechung der Stromversorgung auf. Die dabei auftretenden Beanspruchungen sind bei hydraulischen Antrieben durch die Einstellung der Druckbegrenzungsventile, bei mechanischen Antrieben durch die Einstellung der Bremsen oder andere geeignete Maßnahmen zu begrenzen.

## 2 Brückentypen

### 2.1 Klappbrücke

*Der bewegliche Überbau wird zur Freigabe der Wasserstraße um eine horizontale Achse gedreht.*

#### 2.1.1 Klappbrücke ohne Gegengewicht

*Es ist kein Gegengewicht zur Reduzierung der Antriebskräfte vorhanden.*

#### 2.1.2 Klappbrücke mit tiefliegendem Gegengewicht

*Das Gegengewicht ermöglicht geringere Antriebskräfte (siehe Bild 9.2.1).*

#### 2.1.3 Waagebalkenklappbrücke

*Die Antriebskräfte werden durch das am Waagebalken befindliche Gegengewicht reduziert. Der Waagebalken ist mit der Brückenklappe über Zugstangen verbunden (siehe Bild 9.2.2).*

#### 2.1.4 Roll-Klappbrücke

*Zur Öffnung wird die Brückenkonstruktion auf einer Rollbahn bewegt (siehe Bild 9.2.3).*

#### 2.1.5 Ausführungsarten von Überbauten

*Folgende Ausführungsarten sind zu unterscheiden:*

- Einteilig (Es befinden sich alle Fahrstreifen auf einem beweglichen Überbau.),*
- Zweiteilig (Für jede Fahrtrichtung ist ein beweglicher Überbau vorhanden.),*
- Einflügelig (Der bewegliche Überbau besteht aus einem Flügel.) und*
- Zweiflügelig (Der bewegliche Überbau besteht aus zwei Flügeln, die in der Verkehrslage in der Regel in der Mitte verbunden sind. Die Verbindung kann zur Übertragung von Querkraften und Momenten oder nur zur Übertragung von Querkraften ausgebildet werden.).*

### 2.2 Drehbrücke

*(1) Der bewegliche Überbau wird zur Freigabe der Wasserstraße um eine vertikale Achse gedreht (siehe Bild 9.2.4).*

*(2) Folgende Ausführungsarten sind zu unterscheiden:*

- Symmetrisch (Es werden eine oder zwei Durchfahrtsöffnungen freigegeben.) und*
- Asymmetrisch (Es wird eine Durchfahrtsöffnung freigegeben.).*

### 2.3 Hubbrücke

*Der bewegliche Überbau wird zur Freigabe des Schiffsverkehrs an Hubtürmen vertikal angehoben (siehe Bild 9.2.5).*

## 3 Baugrundsätze

*(1) Bei der Wahl des Brückentyps müssen das Lichtraumprofil und die zu erwartenden Baugrundbewegungen berücksichtigt werden.*

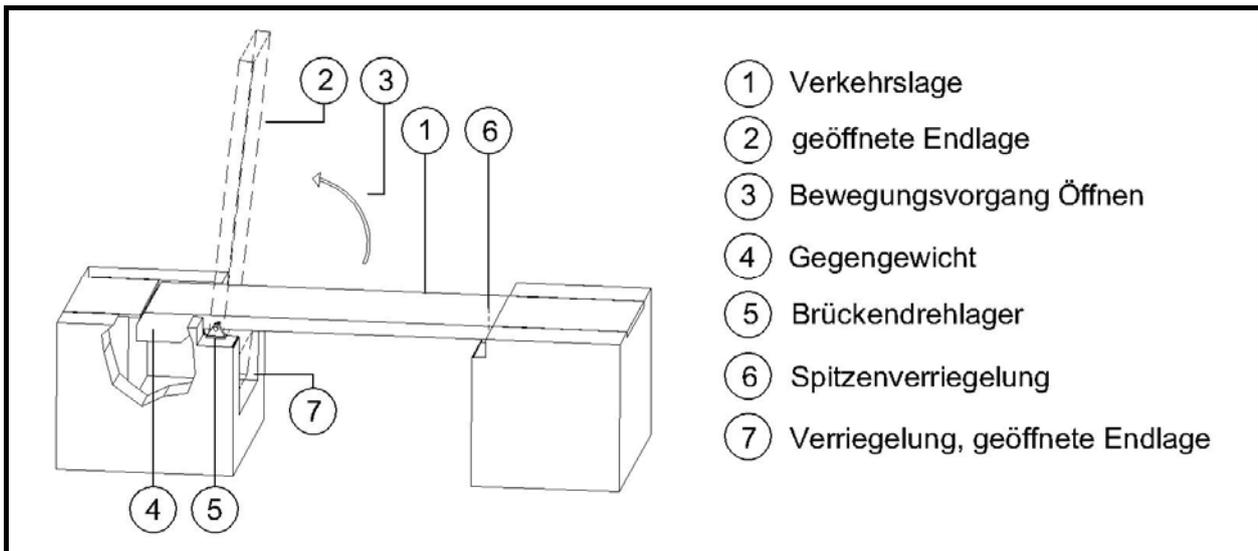


Bild 9.2.1: Klappbrücke mit tiefliegendem Gegengewicht

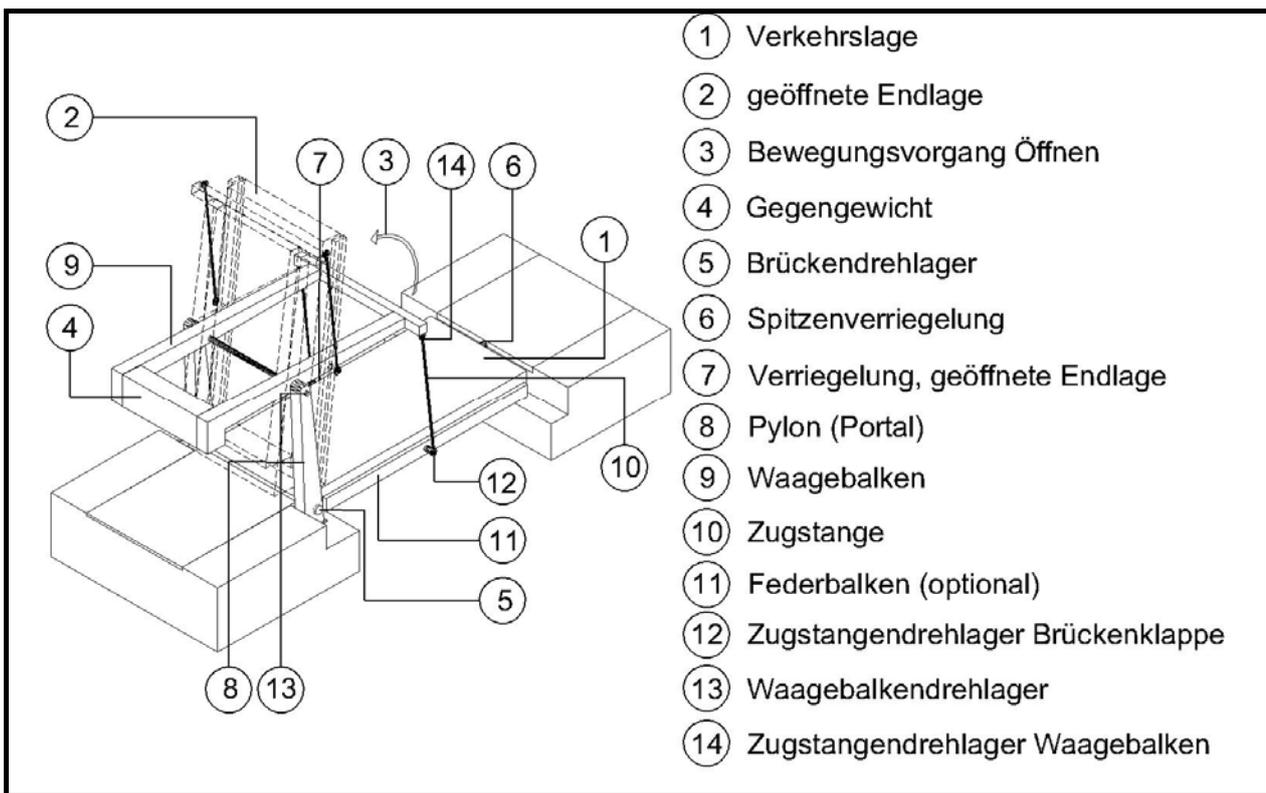


Bild 9.2.2: Waagebalkenklappbrücke

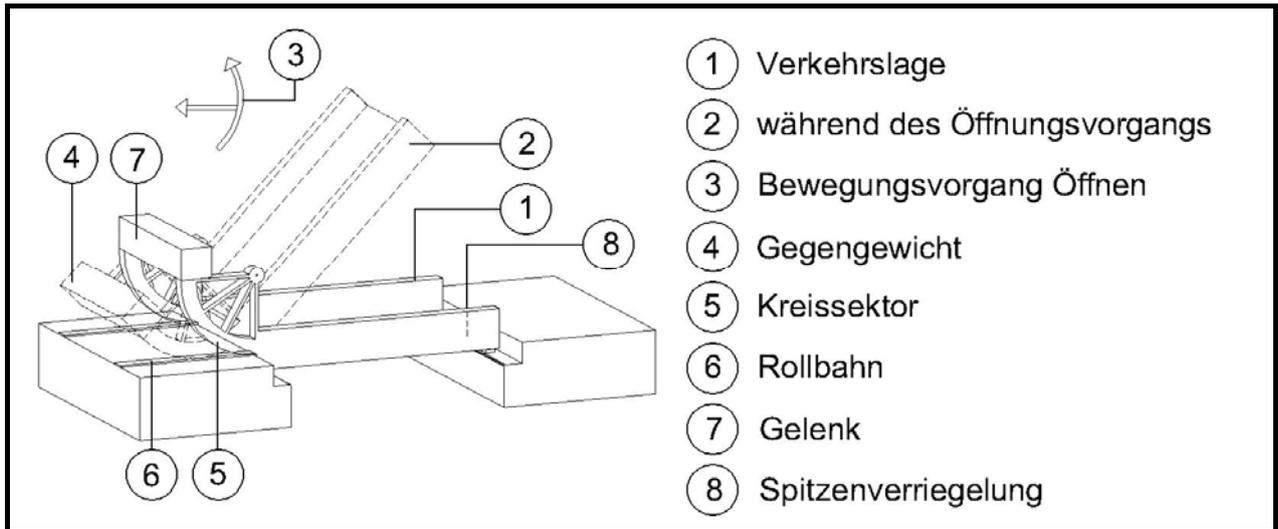


Bild 9.2.3: Roll-Klappbrücke (Scherzerbrücke)

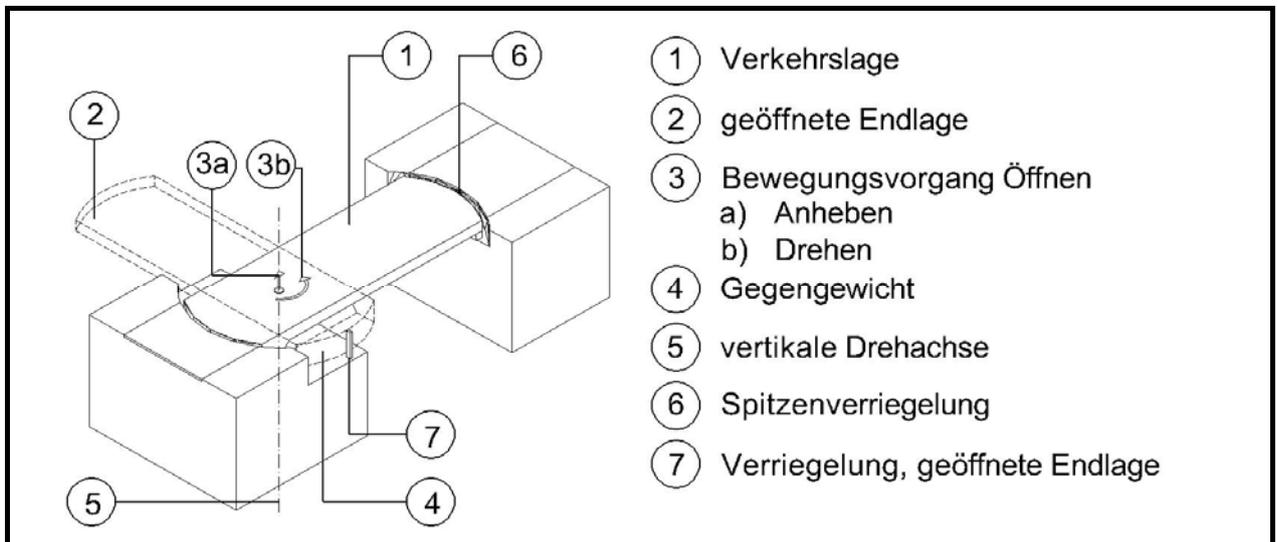


Bild 9.2.4: Drehbrücke (asymmetrisch)

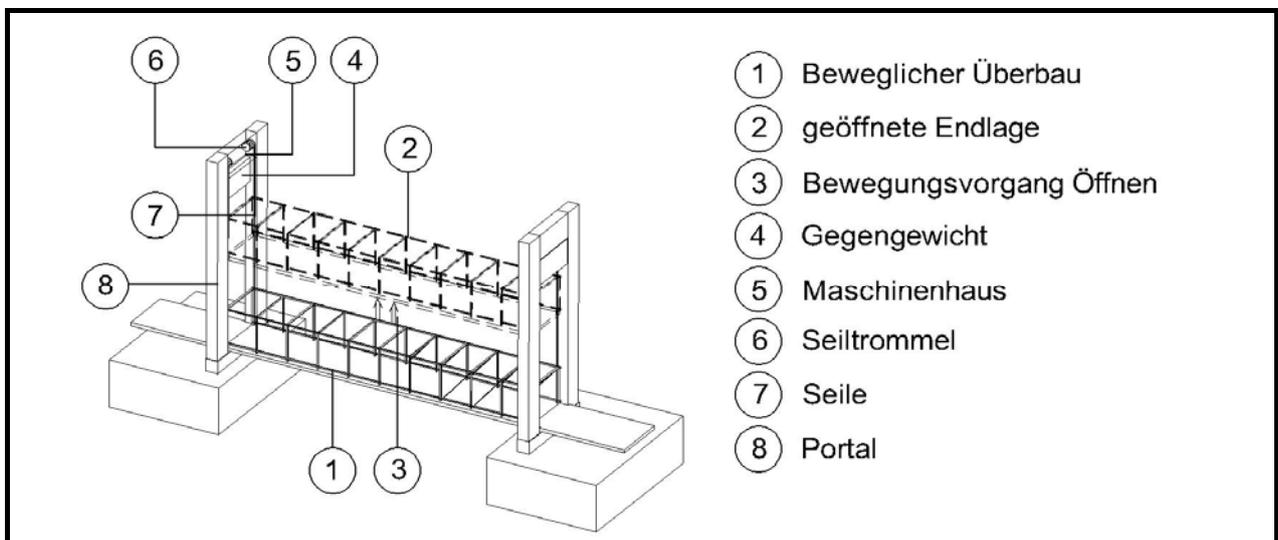


Bild 9.2.5: Hubbrücke

(2) Das Lichtraumprofil der geöffneten Brücke ergibt sich grundsätzlich aus dem für die Wasserstraße erforderlichen Lichtraumprofil. Liegt dieses nicht vor, ergibt es sich aus den Anforderungen der Schifffahrt. Bei dieser Ermittlung sind ferner:

- Krängungs- und Trimmwinkel (Abweichung von der Lotrechten) der Schiffe von jeweils 5°,
- die größte seitliche Verschiebung der Leiteinrichtungen, die sich aus der Bemessung aus Schiffsanprall ergibt,
- die elastischen Verschiebungen der Brückenkonstruktion aus Eigengewicht und Wind im Betrieb sowie
- ein Sicherheitsabstand von 30 cm zu berücksichtigen.

(3) Bei Bedienung der Brücke aus einem bauwerksnahen Bedienstand ist dieser so anzuordnen, dass alle Bewegungsvorgänge vom Brückenwärter möglichst direkt beobachtet werden können.

(4) Um der Forderung nach möglichst geringen zu bewegendenden Massen gerecht zu werden, ist der bewegliche Teil der Brücke als Stahlkonstruktion auszuführen.

(5) Die Deckblechdicke der Fahrbahntafel muss mindestens 16 mm betragen.

(6) Antriebsart und Verriegelungen sind auch unter Beachtung der zu erwartenden Relativverschiebungen der Bauwerksteile festzulegen.

(7) Die Antriebselemente dürfen nicht durch Fahrzeugüberfahrt beansprucht werden.

(8) Alle Lager und Gelenke sind unter Beachtung von Nutzungsdauer, Wartung und Auswechselbarkeit auszubilden. Für Brückendrehlager sind geschmierte Lager mit Nachschmiereinrichtung zu verwenden. Die Notlaufeigenschaften dieser Lager sind durch Herstellerangaben zu belegen. Ein Auswechseln der Lager und Gelenke muss möglich sein.

(9) Die Brücke ist in der Verkehrs- und Endlage zu sichern. In der Endlage ist die Lagesicherung über den Antrieb ausreichend, wenn die Stellung überwacht wird.

(10) Die Entwässerung ist so zu gestalten, dass sich auch in den tief gelegenen Räumen kein Wasser sammeln kann.

(11) Die Zugänglichkeit ist entsprechend der „Richtlinie für bauliche Durchbildung und Ausstattung von Brücken zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung“ (RBA-BRÜ) sicherzustellen.

(12) Für die Demontage von Zugstangen sind Anschlagvorrichtungen vorzusehen.

(13) Es sind die Auswirkungen des Ausfalls einzelner Teile des beweglichen Überbaus und der technischen Ausrüstung nachzuweisen. Teile, deren Ausfall zu unkontrollierbaren Vorgängen führen kann, sind doppelt anzuordnen.

(14) Das Brückenbauwerk ist straßen- und wasserseitig zu beleuchten.

(15) Zur Brückenbeleuchtung gehören die im Brückenbereich befindliche Straßen- und Wegebeleuchtung, die Dalbenbeleuchtung und die für die Schifffahrt erforderlichen Brückenanstahlungen.

(16) Weitere Beleuchtung bedarf einer gesonderten Regelung. Diese ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

(17) In der Planungsphase ist die Vorrangigkeit der sich kreuzenden Verkehrswege festzulegen.

(18) Alle Kabel, Leitungen und Schläuche in frei zugänglichen Bereichen sind vor Manipulation oder Sabotage zu schützen.

(19) Die Anzahl der täglich zu erwartenden Öffnungen ist in der Ausschreibung anzugeben.

## 4 Betriebsanforderungen

### 4.1 Bewegungsvorgang

(1) Die Aktionszeit einer beweglichen Brücke umfasst die Dauer:

- des Öffnungsvorganges,
- der Benutzung der freigegebenen Wasserstraße und
- des Schließvorganges.

(2) Der Öffnungsvorgang beginnt mit der Verkehrssperrung des Straßenabschnitts und endet mit der Freigabe der Wasserstraße.

(3) Der Schließvorgang beginnt mit der Sperrung der Wasserstraße und endet mit der Freigabe des Straßenabschnitts.

(4) Die Zeit zum Öffnen oder Schließen der Brücke darf im Automatikbetrieb nicht mehr als 90 s betragen.

### 4.2 Witterungsbedingungen

(1) Die für den Betrieb der Wasserstraße gültigen Regelungen gelten auch für die bewegliche Brücke.

(2) Das Öffnen oder Schließen der Brücke darf nur bis Windstärke 9 (s. Anhang A) erfolgen.

(3) Die Temperaturbereiche der DIN EN 1991-1-5 gelten auch für die beweglichen Brückenteile.

(4) Schnee- und Eislasten auf den beweglichen Brückenteilen sind zu berücksichtigen.

### 4.3 Betriebsarten

Die Betriebsarten sind zu unterscheiden nach:

- der Anzahl der Antriebe (ein Antrieb, mehrere Antriebe mit Berücksichtigung des Schräglaufs),
- der Beanspruchung (Hauptlasten *H*, Zusatzlasten *Z*, Sonderlasten *S* und Grenzlaster *G* in Anlehnung an ISO 5049-1) und
- der Steuerung des Bewegungsablaufes (Automatik-, Halbautomatik-, Hand- und Wartungsbetrieb).

### 4.4 Bedienung der Brücke

(1) Für die Bedienung der Brücke und Eingriffe in die Steuerung sind mindestens die Zugriffs Ebenen:

- Automatikbetrieb / Halbautomatikbetrieb,
- Handbetrieb / Wartung und
- Änderung der Parameter bzw. des Steuerungsprogramms

vorzusehen.

(2) Der gesamte Bedienungsablauf ist in Einzelschritten anzugeben. Zusammenhängend oder einzeln ablaufende Schritte dürfen nur durch Aktivierung und Bestätigung des Einzelschrittes eingeleitet werden.

(3) Die Brückenfernsteuerung bedarf einer gesonderten Regelung.

### 4.5 Brückenwärter

Die Aufgaben der Brückenwärter sind in der Bedienungsanweisung umfassend und zusätzlich in Kurzform verbindlich anzugeben. Vom Brückenwärter darüber hinaus zu erledigende Wartungsarbeiten müssen in der Bedienungsanweisung festgelegt werden.

### 4.6 Bedienstände und Betriebsräume

(1) Der Bewegungsvorgang muss von einem witterungsgeschützt angeordneten Bedienstand aus gesteuert und überwacht werden.

(2) Weitere Bedienstände vorzugsweise für Wartungsarbeiten sind in Brückennähe auf beiden Sei-

ten der Wasserstraße und im Betriebsraum anzuordnen.

(3) Die visuelle Überwachung der Verkehrswege und der Brückenbewegung ist durch die Lage der Bedienstände und ggf. durch Überwachungseinrichtungen wie Kameras oder Spiegel zu gewährleisten.

(4) Die Betriebsräume enthalten maschinelle und elektrische Einrichtungen und einen Zusatzbedienstand.

(5) Alle Bedienstände und Betriebsräume sind mit Not-Halt-Tastern zu versehen. Bedienstände und Betriebsräume müssen untereinander über Sprechanlagen erreichbar sein.

(6) In den Bedienständen und Betriebsräumen sind bei Neubauten Doppelböden zur Aufnahme von Kabeln und Leitungen vorzusehen, deren Höhe mindestens 30 cm beträgt.

### 4.7 Zugänglichkeit

(1) An Ausrüstungsgegenständen ist die Zugänglichkeit durch Anordnung von Podesten und Stegen zu ermöglichen. Zu allen für den Bewegungsvorgang erforderlichen Bauteilen ist die Zugänglichkeit durch Podeste und Laufstege zu ermöglichen.

(2) Die Besichtigungsstege sind mit gesicherten Gitterrosten nach DIN 24537 (Maschenweite ca. 10 x 20 [mm]) oder mit gleichwertigen Konstruktionen, z.B. mit gesicherten und rutschhemmenden Blechprofilrosten (Bewertungsgruppe der Rutschgefahr R12) zu versehen.

(3) Alle begehbaren Bereiche müssen mit Beleuchtung ausgestattet sein.

### 4.8 Redundanz

Bei Steuerung des Bewegungsvorganges durch Brückenwärter sind Teile, die häufig ausfallen können und deren Austauschzeit für den Betrieb der Brücke nicht akzeptabel ist (z.B. Endlagensensoren oder Endschalter), doppelt, ansonsten dreifach anzuordnen.

## 5 Technische Unterlagen

### 5.1 Allgemeines

(1) Zu den technischen Unterlagen gehören die Gefahrenanalyse nach EG-Maschinenrichtlinie, Berechnungen, Ausführungspläne, Funktionsbeschreibungen, Bedienungsanweisungen in ausführlicher und in Kurzform, Wartungs-

anweisungen, Inspektionsanweisungen und Bestandsunterlagen.

(2) Der in Teil 1 Abschnitt 2 geforderte Koordinator hat zusätzlich die Erstellung der Technischen Unterlagen für die hier genannten Gewerke zu koordinieren.

(3) Der Planlauf und die Genehmigungsschritte werden durch den Auftraggeber festgelegt.

## 5.2 Beweglicher Überbau

Die technischen Unterlagen für den beweglichen Überbau müssen Angaben über:

- Form- und Lagetoleranzen,
- Anordnung und Konstruktion von Komponenten des Maschinenbaus, der Antriebstechnik sowie der Elektrotechnik und Steuerung sowie
- Montagehilfsmittel und Konstruktionen zum Austausch von Komponenten des Maschinenbaus und der Antriebstechnik

enthalten.

## 5.3 Maschinenbau

Für den Maschinenbau sind mindestens folgende technische Unterlagen zu liefern:

- Bau- und Funktionsbeschreibungen,
- Festigkeitsberechnungen,
- Übersichtspläne und Bauzeichnungen sowie Stücklisten mit Angaben über Werkstoffe und Bearbeitung,
- bei Verwendung von genormten Werkstoffen eine Prüfbescheinigung 3.2 nach DIN EN 10204,
- bei Verwendung nicht genormter Werkstoffe Werkstoffblätter des Herstellers oder Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204,
- für die als Serienprodukte zugelieferten Maschinenteile oder Maschinenkonstruktionen Technische Datenblätter oder Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204,
- Maßnahmen für den Korrosionsschutz,
- Anordnung und Lage von Montagehilfsmitteln (z.B. Anschlagösen),
- Montage- und ggf. Demontageanweisungen für Maschinenbauteile,
- Terminpläne,
- Wartungsanweisungen für Maschinenbauteile mit Schmierplan und Datenblättern zu Schmierstoffen,

- Ablaufprotokolle über Funktionsprüfungen, Abnahmen und Inbetriebnahme,
- Bestandspläne und
- Ersatzteillisten.

## 5.4 Antrieb

(1) Für die Antriebstechnik sind mindestens folgende technische Unterlagen zu liefern:

- Montage- und ggf. Demontageanweisungen für Antriebsteile,
- Weg-Kraft-Diagramme zu allen Bewegungsvorgängen,
- Leistungsermittlung der Antriebe mit Angabe der Bewegungszeiten, der Drehzahlen und Wirkungsgrade,
- Terminpläne,
- Bedienungs- und Wartungsanweisungen,
- Ablaufprotokolle über Funktionsprüfungen, Abnahmen und Inbetriebnahme,
- Bestandspläne und
- Ersatzteillisten.

(2) Für hydraulische Antriebe sind zusätzlich zu liefern:

- Weg-Volumenstrom-Diagramme zu allen Bewegungsvorgängen,
- Berechnungen der Strömungsgeschwindigkeiten und Druckverluste,
- Leistungsermittlung der Antriebe mit Angabe der Drücke,
- Schaltpläne der ölhydraulischen Antriebe sowie zugehörige Stücklisten mit Angaben der Gerätehersteller und Typenbezeichnungen,
- Verlegepläne der Hydraulikrohrleitungen mit Angabe der Lage der Ventile und der Leitungsdurchbrüche und -schlitze und
- Datenblätter zu Druckmedien.

(3) Für mechanische Antriebe sind zusätzlich zu liefern:

- Bau- und Funktionsbeschreibungen,
- Festigkeitsberechnungen,
- Berechnungen über die Nutzungsdauer,
- Übersichts- und Teilzeichnungen sowie Stücklisten mit Angaben über Werkstoffe und Bearbeitung,
- bei Verwendung nicht genormter Werkstoffe Werkstoffblätter des Herstellers oder Prüfbescheinigungen

scheinigungen nach DIN EN 10204 bei Verwendung nicht genormter Werkstoffe,

- für die als Serienprodukte zugelieferten Antriebsteile Technische Datenblätter oder Prüfbescheinigungen nach DIN EN 10204,
- Maßnahmen für den Korrosionsschutz und
- Anordnung und Lage von Montagehilfsmitteln (z.B. Anschlagösen).

## 5.5 Elektrotechnik und Steuerung

(1) Für die Elektrotechnik sind mindestens folgende technische Unterlagen zu liefern:

- Aufstellung einer Leistungsbilanz,
- Berechnung der Kabel- u. Leitungsquerschnitte,
- Installations-, Schalt-, Stromlauf- und Klemmpläne einschließlich Kabelverzeichnissen und Gerätestücklisten für Elektroarbeiten,
- Pläne über Erdung und Potenzialausgleich,
- Bedienanweisungen und
- Technische Dokumentation nach DIN EN 60204-1 / VDE 0113 Teil 1.

(2) Für die Steuerung sind mindestens die folgenden technischen Unterlagen zu liefern:

- Funktionsplan (FUP) nach DIN EN 60848,
- Funktionsbeschreibung, Programmablaufplan mit Querverweisen und Liste der einstellbaren Werte,
- Bedienungsanweisung mit Monitorbildern für die Zugriffsebenen,
- Wartungsanweisungen,
- Stör- und Fehlerlisten,
- Ablaufprotokolle über Funktionsprüfungen, Abnahmen und Inbetriebnahme sowie
- die den Prozessablauf und die Steuerungsabläufe verarbeitenden Programme.

(3) Die den Prozessablauf und die Steuerungsabläufe verarbeitenden Programme sind zur Dokumentation zu übergeben.

## 5.6 Verkehrssicherungsanlagen

(1) Unter Verkehrssicherungsanlagen von beweglichen Brücken sind Straßenverkehrszeichen, Schranken, Signalanlagen und Dalbenkennzeichnungen zu verstehen, nicht jedoch Leitwerke. Weiterhin gehören dazu die Windmessanlage und Überwachungseinrichtungen wie Kameras und Spiegel.

(2) Hinweise zu Verkehrssicherungsanlagen enthält der Anhang C.

- Technische Unterlagen für die Verkehrssicherungsanlagen sind nach den Vorschriften des Auftraggebers und des Baulastträgers der Wasserstraße zu liefern, dazu gehören mindestens:
- Berechnungen zur Standsicherheit und Nutzungsdauer mit Datenblättern und Prüfbescheinigungen,
- Dokumentation der durch die Brückensteuerung zu berücksichtigenden Programme,
- Ausführungspläne,
- Bedienungsanweisungen,
- Wartungsanweisungen und
- Ersatzteillisten.

## 5.7 Brückenbeleuchtung

Die folgenden technischen Unterlagen sind für die Brückenbeleuchtung zu liefern:

- Beleuchtungsstärkeberechnungen und Leuchtdichtenberechnung,
- Berechnungen zur Standsicherheit, auch für Zustände während des Bewegungsvorgangs,
- Ausführungspläne und
- Ersatzteillisten.

## 6 Werkstoffe und Bauteile

### 6.1 Allgemeines

Für das Grundmaterial und die Verbindungsmittel aller tragenden Stahl-, Maschinen- und Antriebsbauteile sind ausschließlich Werkstoffe mit dem Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 zu verwenden. Tragende Stahl-, Maschinen- und Antriebsbauteile sind z.B.:

- Achsen und Wellen,
- Bolzen,
- Lagerböcke,
- Zahnräder,
- Triebstöcke,
- Laufrollen,
- Rohrleitungen,
- Kolbenstangen und -rohre sowie
- Flansche.

**Tabelle 9.2.1:** Für nicht rostende Stähle festgelegte charakteristische Werte

Nr.	Kurzname nach DIN EN 10088-1 bis DIN EN 10088-3	Werkstoff Nr.	Erzeugnis-	0,2 %	Zug-	Härte	Elastizi-	Schub-	Tempera-
			dicke	Dehn-	festigkeit		tätsmodul	modul	turdehnzah
			t	grenze	$f_{uk}$		E	G	$\alpha_T$
			[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[HBS]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> ]
1	X17CrNi16-2	1.4057	160 <sup>3)</sup>	600 <sup>3)</sup>	800 <sup>3)</sup>	295 <sup>4)</sup>	215 000	83000	10,0
	z.B. für Bolzen, Kolbenstangen								
2	X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	75 <sup>1)</sup>	460 <sup>1)</sup>	640 <sup>1)</sup>	270 <sup>2)</sup>	200 000	77 000	13,0
	z.B. für Kolbenstangen		160 <sup>2)</sup>	450 <sup>2)</sup>	650 <sup>2)</sup>				
3	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	75 <sup>1)</sup>	220 <sup>1)</sup>	520 <sup>1)</sup>	215 <sup>2)</sup>	200 000	77 000	16,5
	z.B. für Rohrleitungen, Kabelprianschen		250 <sup>2)</sup>	200 <sup>2)</sup>	500 <sup>2)</sup>				

<sup>1)</sup> Warmgewalzte Bleche und Bandstähle

<sup>3)</sup> Halbzeug, Stäbe und Profile, vergütet (QT 800)

<sup>2)</sup> Halbzeug, Stäbe und Profile

<sup>4)</sup> Halbzeug, Stäbe und Profile, gegläht

**Tabelle 9.2.2:** Für nicht rostende Schrauben festgelegte charakteristische Werte

Stahlsorte und Werkstoffnummer nach DIN EN ISO 3506	Festigkeitsklasse	Gewinde	Streckgrenze $f_{ybk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Zugfestigkeit $f_{ubk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A4 1.4404, 1.4429	50	≤ M39	210	500
	70	≤ M20	450	700
	80	≤ M20	600	800

## 6.2 Stahlkonstruktionen

Für nicht rostende Stähle sind die in den Tabellen 9.2.1 und 9.2.2 genannten Werkstoffe oder gleichwertige Werkstoffe zu verwenden.

## 6.3 Maschinenkonstruktionen

(1) Für die Werkstoffe der Maschinenteile sind die Werkstoffkonstanten und die Kennwerte der Festigkeitseigenschaften aus den Werkstoffnormen für nicht rostende Stähle, z.B. aus Tabelle 1 und 2 der DIN 19704-1 zu entnehmen. Bei nicht genormten Werkstoffen sind diese Angaben durch die Fremdüberwachung zu bescheinigen.

(2) Die Nennwerte der Streckgrenze  $f_y$ , der 0,2 %-Dehngrenze  $f_{0,2}$  und der Zugfestigkeit  $f_u$  sind die charakteristischen Werte.

(3) Die Abhängigkeit der Werkstoffeigenschaften von der Bauteildicke sowie der Beeinflussung durch eine Wärmebehandlung oder durch die Umwelttemperaturen am Einsatzort sind zu berücksichtigen.

## 6.4 Elektrische Ausrüstung

### 6.4.1 Elektrische Betriebsmittel

Die elektrischen Betriebsmittel müssen den bei beweglichen Brücken vorherrschenden Betriebsbedingungen, z.B. erhöhten mechanischen Beanspruchungen, Witterungs- und Umwelteinflüssen, elektromagnetischen Feldern und Blitz, genügen (DIN VDE 0100-510). Sie sind mit mindestens IP54 zu schützen (DIN EN 60529; VDE 0470-1).

### 6.4.2 Kabel- und Leitungsführung

(1) Die Verlegesysteme müssen den Betriebsbedingungen dauerhaft genügen.

(2) In Innenräumen ist für Bauteile aus Stahl als Korrosionsschutz mindestens eine Feuerverzinkung vorzusehen.

## 6.5 Beschichtungen

(1) Der Korrosionsschutz ist nach Teil 4 Abschnitt 3 auszuführen.

(2) Für reaktionsharzgebundene Dünnbeläge gilt Teil 7 Abschnitt 5.

## 6.6 Vergussmörtel

Es gilt ZTV-ING 8-6.

## 7 Betriebsstoffe

### 7.1 Hydrauliköl für Antriebe

(1) Das verwendete Hydrauliköl muss mindestens WGK 1 gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) entsprechen

(2) Die Inhaltstoffe des Hydrauliköls, die Grenzwertangaben der Fließgeschwindigkeiten und die Temperaturen sind vom Auftragnehmer anzugeben.

### 7.2 Schmierstoffe für Lager und mechanische Antriebe

(1) Die verwendeten Schmierstoffe müssen mindestens WGK 1 nach VwVwS entsprechen.

(2) Die Eignung der Schmierstoffe ist vom Auftragnehmer durch Prüfzeugnisse nachzuweisen.

## 8 Nachweise für die Tragkonstruktion

### 8.1 Allgemeines

Soweit hier nicht anders festgelegt, gelten für alle nicht beweglichen und beweglichen Brückenteile in ihren verriegelten Endlagen die Festlegungen in DIN EN 1991-1-1, DIN EN 1991-1-4, DIN EN 1991-2.

### 8.2 Einwirkungen

#### 8.2.1 Ständige Einwirkungen

(1) *Ständige Einwirkungen bestehen aus dem Eigengewicht des Tragwerks und den Ausbaulasten. Zu den Ausbaulasten gehören z.B.*

- *Treppen, Podeste und Laufstege,*
- *Fahrbahnbeläge,*
- *Entwässerungseinrichtungen,*
- *Schutzeinrichtungen, Beschilderungen, Beleuchtung,*
- *maschinelle, antriebstechnische und elektrische Ausrüstung einschließlich aller Leitungen und Kabel,*
- *ständig vorhandene Betriebsmittel (z.B. Hydrauliköl, Kühlmittel, Löschwasser) und*

– *ständig vorhandene Ballast- und Tariergewichte.*

(2) Die Eigenlasten und ihre Schwerpunkte sind aus den Ausführungsplänen und den Stücklisten zu ermitteln.

(3) Bei beweglichen Brücken sind keine zusätzlichen Lasten für den Mehreinbau von Fahrbahnbelag oder zum Ausgleich von Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Eigenlast anzusetzen.

#### 8.2.2 Quasi-ständige Einwirkungen

(1) *Folgende Einwirkungen sind zu berücksichtigen:*

- *Herstellungs- und Montageungenauigkeiten,*
- *zusätzliche Lasten durch Verschmutzungen,*
- *Verschiebungen und Verdrehungen der Gründungsbauwerke,*
- *Einwirkungen aus Auftrieb, z.B. bei Eintauchen des Gegengewichtes in das zu überbrückende Gewässer und*
- *auf das Tragwerk wirkende Einwirkungen aus Antrieben der kontrollierten Grenzwerte (siehe Nr.9.1).*

(2) Die Massenkräfte infolge Beschleunigung und Verzögerung bewegter Tragwerksteile müssen berücksichtigt werden. Ist der Betragswert kleiner als  $0,2 \text{ m/s}^2$ , bezogen auf den Schwerpunkt des betrachteten Tragwerksteils, dürfen die daraus folgenden Einwirkungen vernachlässigt werden. Der Bewegungsablauf ist so zu gestalten, dass an keiner Stelle der Betragswert  $0,5 \text{ m/s}^2$  überschritten wird.

(3) Zweiseitig angetriebene bewegliche Brücken sind für ungleiche Einwirkung aus dem Antrieb auszulegen (Schräglauf). Dabei ist zu unterscheiden zwischen

- den unvermeidbaren Weg- oder Kraftabweichungen, die sich aus den von den Überwachungseinrichtungen (Weg- oder Kraftmessung) maximal tolerierten Abweichungen ergeben, und
- dem Ausfall eines Antriebselementes mit Berücksichtigung der Bewegungswiderstände des ausgefallenen Antriebes.

(4) Einwirkungen aus Reibung sind gemäß DIN 19704-1 zu berücksichtigen.

#### 8.2.3 Veränderliche Einwirkungen

(1) Treppen, Podeste und Laufstege sind wie eine Gewichtslast wirkend für eine vertikal wirkende Einzellast von 3 kN in ungünstigster Stellung oder

eine Flächenlast von 2,5 kN/m<sup>2</sup> auszulegen. Geländer sind für eine horizontal wirkende Linienlast von ±0,8 kN/m in Oberkante Geländer zu bemessen,

(2) Müssen Podeste vorübergehend größere Lasten aufnehmen, sind sie entsprechend auszulegen.

(3) Für den sich im Bewegungsvorgang befindenden Überbau müssen höchstzulässige Windgeschwindigkeiten angegeben werden. Die Windgeschwindigkeiten sind in der Nähe der beweglichen Brücke zu messen. Die maßgebende Windstärkenskala nach Beaufort zeigt Anhang A. Der Bewegungsvorgang darf nur bis zu einer Windstärke von 9 Beaufort durchgeführt werden.

(4) Der Staudruck ermittelt sich über die Beziehung

–  $q = v^2 / 1600$

– mit

– q Staudruck in kN/m<sup>2</sup> und

– v Windgeschwindigkeit in m/s.

Der Formbeiwert ist mit

–  $c_f = 1,6$

anzunehmen.

Die sich ergebende Windlast aus

–  $w = c_f * q$

ist waagrecht wirkend anzunehmen.

(5) Bei Klappbrücken ist für die Windlast  $W_{Q\varphi}$  aus Anströmung in Brückenquerrichtung mindestens 2/3 der Windlast  $W_L$  aus Anströmung in Brückenlängsrichtung (Anströmwinkel  $\varphi = 0$ , siehe Bild 9.2.6) anzusetzen. Es sind alle Windrichtungen zu untersuchen. Dabei darf gemäß Bild 9.2.7 interpoliert werden.

(6) Bei Drehbrücken ist der Wind rechtwinklig zur Drehachse auf die Windangriffsfläche je eines Kragarms anzusetzen.

(7) Ferner ist eine lotrecht wirkende Windlast von ±0,2 kN/m<sup>2</sup> auf die Projektion der Klappenfläche anzusetzen. Für Dreh- und Hubbrücken gelten die Annahmen entsprechend.

(8) Entlastende Windlasten dürfen nicht berücksichtigt werden.

(9) Für die verriegelte Verkehrslage gilt DIN EN 1991-1-4. Die verriegelte Endlage ist mit den Tabellenwerten nach DIN EN 1991-1-4 Anhang NA auszulegen.

(10) Als gleichmäßige Temperaturänderungen gegenüber einer Aufstelltemperatur von 10° C sind

±35 K für die Stahlkonstruktion und die Fahrbahnübergänge anzusetzen.

(11) Als ungleichmäßige Temperaturänderungen sind gegenüber der Aufstelltemperatur

– -20 K bis +20 K von beschatteten zu unbeschatteten Bauteilkanten und

– -20 K bis +20 K zwischen wassernaher Unterseite und Fahrbahn

anzusetzen.

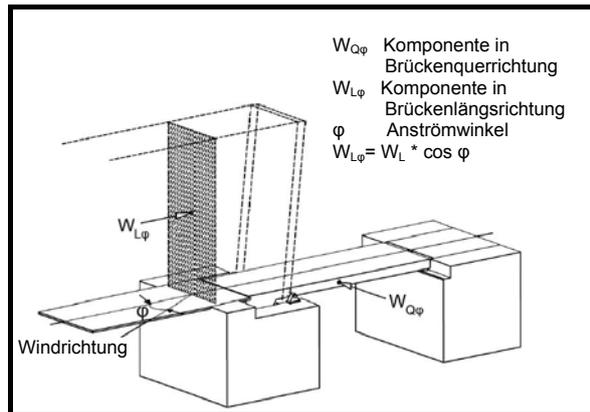


Bild 9.2.6: Anströmwinkel und Windlast-Komponenten bei Klappbrücken

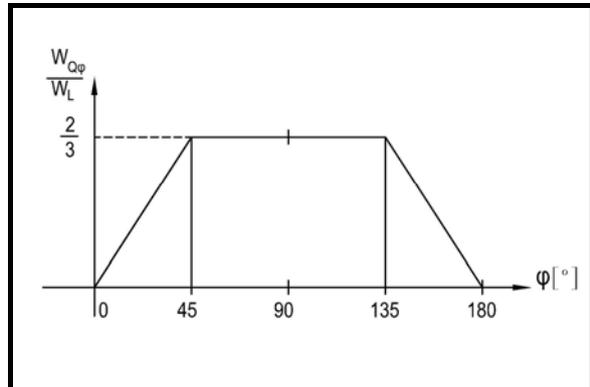


Bild 9.2.7: Windlastkomponente  $W_{Q\varphi}$

(12) Eine Eislast ist in der Regel nicht anzusetzen.

(13) Der Eisdruck auf die Gründungsbauwerke ist gemäß DIN 19704-1 anzusetzen. Die Eisrohdichte ist mit 7 kN/m<sup>3</sup> anzunehmen.

(14) Die aus Anfahren an einen Puffer herrührenden Einwirkungen (Rückstellkräfte) und die in der Endlage auftretenden Rückstellkräfte aus Puffern sind zu berücksichtigen.

(15) In der Leistungsbeschreibung sind Mindestauflagerkräfte unter Beachtung der Einwirkungen aus lotrechter Windlast und dyna-

*mischer Einwirkung des Straßenverkehrs anzugeben.*

*(16) Bei Klappbrücken kann die Mindestauflagerkraft aus der anteiligen zweifachen Einwirkung der lotrechten Windlast ermittelt werden.*

(17) Bei Unterschreiten der Mindestauflagerkräfte sind Verriegelungen anzuordnen.

(18) Die Mindestauflagerkräfte sind durch Messungen nach Nr. 12.2 nachzuweisen.

(19) Rückstellkräfte aus Zentriervorrichtungen sind zu berücksichtigen.

(20) Massenkkräfte, die in der Nutzungsdauer mit weniger als  $2 \cdot 10^4$  Lastwechseln auftreten, brauchen beim Betriebsfestigkeitsnachweis nicht berücksichtigt zu werden.

### 8.2.4 Außergewöhnliche Einwirkungen

(1) Einwirkungen aus dem Blockieren von Gelenken der Antriebstechnik (z.B. Drehgelenke, Verriegelungsbolzen, Zentriereinrichtungen) sind mit den vom Lagerhersteller angegebenen Höchstwerten zu berücksichtigen.

(2) Einwirkungen aus Reibung an statischen und nur selten bewegten kinematischen Gelenken sind zu berücksichtigen (bei statischen Gelenken treten Drehungen nur infolge von elastischen und temperaturbedingten Formänderungen auf, z.B. Federbalken-Lager).

(3) Bewegungsbehinderungen durch Hindernisse oder Verklemmungen sind in der Größe zu berücksichtigen, wie sie durch Überwachungseinrichtungen (z.B. Drucküberwachungen) der Antriebstechnik begrenzt werden.

(4) Einwirkungen aus ungewollten Brückenbewegungen, z.B. Anprall infolge Versagens der Bremsvorrichtungen, sind zu berücksichtigen.

(5) Bei Binnenschiffahrtsstraßen ist gemäß DIN EN 1991-1-7 ein Schiffsanprall zu berücksichtigen. Die Bemessung des Überbaus auf Schiffstoß ist jedoch nicht erforderlich, wenn im geschlossenen Zustand kein Schiffsverkehr unter der Brücke durch Binnenschiffe bzw. Seeschiffe stattfindet.

*(6) In der Leistungsbeschreibung sind die Einwirkungen auf die festen Bauwerke nach Absprache mit dem zuständigen Wasser- und Schifffahrtsamt anzugeben.*

### 8.2.5 Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände

(1) Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände sind in den Technischen Unterlagen ausführlich zu beschreiben und rechnerisch zu berücksichtigen. Es sind alle auftretenden Beanspruchungen, realen Auflagerbedingungen und evtl. vorhandene Abspannungen zu berücksichtigen.

(2) Die Beanspruchung infolge der Druckprüfung von Hohlkörpern mit einem Prüfdruck von 0,3 bar und einer Prüfzeit von mindestens 6 h ist zu berücksichtigen.

### 8.3 Nachweis der Tragfähigkeit

(1) Die charakteristischen Werte der Einwirkungen sind gemäß Tab. 9.2.3 unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  und Kombinationsbeiwerte  $\psi$  zu ermitteln.

(2) Für Stahl beträgt der Teilsicherheitsbeiwert der Widerstandsgröße  $\gamma_M = 1,1$ . Für Anschlüsse gilt DIN EN 1993-2.

(3) Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise sind mit den angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch zu führen.

(4) Der Betriebsfestigkeitsnachweis ist unter Beachtung der Angaben in Tabelle 9.2.3, Spalte 1a zu führen.

### 8.4 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_F = 1,0$  und  $\gamma_M = 1,0$  sowie den Kombinationsbeiwerten  $\psi = 1,0$  zu führen.

## 9 Nachweise für die Maschinenkonstruktion

### 9.1 Einwirkungen

(1) Für die Beanspruchung der Maschinenbauteile gelten dieselben Einwirkungen und Einwirkungskombinationen wie für die Tragkonstruktion (siehe Tab. 9.2.3).

(2) Die sich durch die Antriebe ergebenden größtmöglichen Beanspruchungen sind zu berücksichtigen.

(3) Die Einwirkungen der Antriebe sind durch die größtmögliche Kraftübertragung des Antriebes selbst oder durch deren kontrollierte Begrenzung gegeben. Eine mögliche Rückwirkung der größtmöglichen Kraftübertragung ist zu berücksichtigen.

Tabelle 9.2.3: Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationen für den Nachweis der Tragfähigkeit der Stahlkonstruktionen

Einwirkungsart	Einwirkung	Nummer	LF <sup>5)</sup>	I (H)		II (HZ)	III (HZZ)		IV (HZG)	Montage	
			$\psi \rightarrow$	1,0		0,9	0,8		0,75	1,0	0,8
			$\gamma_F \downarrow$	1a <sup>3)</sup> 3)	1b <sup>4)</sup>	2 <sup>4)</sup>	3a <sup>4)</sup>	3b <sup>4)</sup>	4 <sup>4)</sup>	5a <sup>4)</sup>	5b <sup>4)</sup>
ständig	Konstruktionsgewicht	8.2.1	1,35	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	Ausbaulasten			+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
quasi-ständig	Herstellungs- und Montagegenauigkeiten	8.2.2(1)	1,35	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	Verschmutzung	8.2.2(2)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	Form- und Lageänderungen	8.2.2(3)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕		
	Massenkräfte aus planmäßigen Bewegungsvorgängen	8.2.2(4)		+/-	⊕	⊕		⊕			
	Auftrieb	8.2.2(5)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕		
	Antriebskräfte	8.2.2(6)		+/-	⊕	⊕	⊕				
	Schräglauf	8.2.2(7)		+/-	⊕	⊕	⊕		⊕		
	Reibung	8.2.2(8)		+/-	⊕	⊕		⊕	⊕		
veränderlich	Verkehrseinwirkungen auf Treppen, Podesten und Laufstegen	8.2.3(1)	1,35			⊕	⊕	⊕	⊕		
	Wind	8.2.3(2)-(8)		+/- <sup>2)</sup>		⊕	⊕	⊕			⊕
	Temperatur	8.2.3(9)-(10)				⊕	⊕	⊕	⊕		
	Schnee und Eislast	8.2.3(11)-(12)				⊕	⊕	⊕	⊕		
	Eisdruck	8.2.3(13)				⊕	⊕	⊕	⊕		
	Puffer, Verriegelung, Zentrierung	8.2.3(14)-(19)			⊕	⊕	⊕				
	Nicht-ständige dynamische Einwirkungen, <sup>1)</sup>	8.2.3(20)				⊕					
außergewöhnlich	Erhöhte Lagerreibung	8.2.4(1)-(2)	1,35				⊕				
	Bewegungsbehinderungen	8.2.4(3)						⊕			
	Ungewollte Brückenbewegungen	8.2.4(4)							⊕		
	Schiffsstoß	8.2.4(5)-(6)							⊕		
Montage	Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände	8.2.5	1,35							⊕	⊕

<sup>1)</sup> für Lastspielzahlen  $n < 2 \cdot 10^4$

<sup>2)</sup> schädigungsgleiches Einstufenkollektiv mit 1/3 der Windlast im Betrieb

<sup>3)</sup> Nachweis der Betriebsfestigkeit:

(+): Einwirkung stets vorhanden mit dem betragsmäßig größten Wert

(+/-): Wechsel zwischen den Extremwerten

<sup>4)</sup> Die jeweils in den Spalten mit (⊕) gekennzeichneten Einwirkungen sind zu kombinieren (Verknüpfung durch und bzw. oder)

<sup>5)</sup> Lastfälle (LF) H, HZ, HZZ, HZG nach Ziff. 6.3

(4) Massenkräfte sind aus den tatsächlich durch die Antriebe bewirkten Bewegungsvorgängen zu ermitteln. Dies gilt auch für die Vorgänge Betriebshalt, Not-Halt und Not-Aus.

## 9.2 Antriebsleistung

(1) Die erforderliche Antriebsleistung ist aus den maßgebenden Kombinationen der Einwirkungen unter Berücksichtigung der erforderlichen Bewegungszeiten zu ermitteln.

(2) Handantriebe sind so auszulegen, dass die Dauerleistung 80 Nm/s nicht überschritten wird. Die Handkraft sollte hierbei etwa 80 bis 100 N je Person betragen. Kurzzeitig sollte sie 250 N nicht überschreiten.

### 9.3 Betriebsdrücke ölhydraulischer Antriebe

Die Betriebsdrücke sind entsprechend DIN 19704-1 zu ermitteln.

### 9.4 Nachweis der Tragfähigkeit

(1) Der Nachweis der Tragfähigkeit ist mit den Einwirkungen nach Nr.9.1 unter Beachtung der Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  gemäß Tabelle 9.2.4 zu führen.

**Tabelle 9.2.4:** Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_F$  für die Einwirkungen auf die Maschinenkonstruktionen der Antriebe

Nr.	Einwirkung	$\gamma_F$
1	Antriebsmomente bei mechanischen Antrieben, durch Zusatzeinrichtungen begrenzt	1,35
2	Bremsmoment im Betrieb, Betriebshalt	1,35
3	Rechnerischer Betriebsdruck im Hydrauliksystem im Betriebsfall, bezogen auf die Einstellwerte der Druckbegrenzungsventile DV1 und DV2	1,35
4	Antriebsmomente bei Ersatz- und Handantrieben	1,35
5	Bremsmoment bei Not-Halt	1,2
6	Bremsmoment bei Not-Aus	1,1
7	Motorkippmoment	1,1
8	Maximaler Betriebsdruck im Hydrauliksystem im Störfall, bezogen auf den Einstellwert des Druckbegrenzungsventile DV1 und DV2	1,1

(2) Der Teilsicherheitsbeiwert der Widerstandsgrößen beträgt  $\gamma_M = 1,1$ . Werden keine Gebrauchstauglichkeitsnachweise geführt, ist für die Ermittlung der Widerstandsgrößen der Maschinenbauteile der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,5$  anzusetzen.

(3) Die Spannungs- und Stabilitätsnachweise sind nach DIN 19704-1 zu führen.

(4) Der Betriebsfestigkeitsnachweis ist nach DIN 19704-1 zu führen.

### 9.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeitsnachweise (z.B. Verformungsbeschränkungen hinsichtlich Nutzungsdauer und Verschleiß) sind mit den

Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_F = 1,0$  und  $\gamma_M = 1,0$  sowie den Kombinationsbeiwerten  $\psi = 1,0$  zu führen.

## 10 Berechnung und Konstruktion

### 10.1 Beweglicher Überbau

#### 10.1.1 Fahrbahnübergänge

(1) Für Fahrbahnübergänge sind die in Tabelle 9.2.5 angegebenen Spaltmaße einzuhalten.

(2) Ab einem Spaltmaß  $e_3 > 70$  mm ist ein Schleppblech anzuordnen.

#### 10.1.2 Gewichtsausgleich

(1) Zur Entlastung der Antriebe für den Bewegungsvorgang können Gegengewichte angeordnet werden. Die Wichte ihrer Füllung sollte  $65 \text{ kN/m}^3$  nicht überschreiten.

(2) An Gegengewichten ist Raum zum Gewichtsausgleich in der Größe von mindestens 10 % des Gegengewichtes vorzusehen.

#### 10.1.3 Tariergewichte

(1) Es sind Möglichkeiten zur Anordnung von Tariergewichten zu berücksichtigen.

(2) Bei Klappbrücken sind Tariergewichte auch an der Klappenspitze vorzusehen.

### 10.2 Maschinenbau

#### 10.2.1 Rauheiten

(1) Die Rauheiten sind nach DIN EN ISO 1302 zu ermitteln.

(2) Die in Tabelle 9.2.6 angegebenen Rauheitswerte dürfen nicht überschritten werden.

#### 10.2.2 Gelenklager

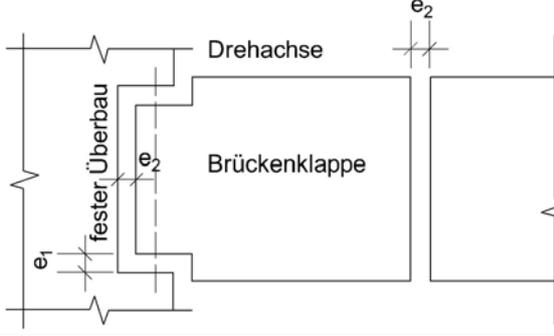
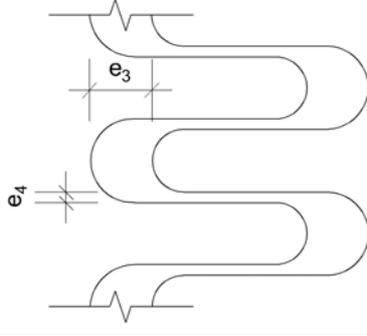
(1) Die Schmierung der Lager ist für eine mittlere Nutzungsdauer von 35 Jahren sicherzustellen.

(2) Lager sind mindestens gemäß dem Beispiel nach Bild 9.2.8 abzudichten.

#### 10.2.3 Puffer

Puffer dürfen keine Einwirkungen aus Verkehr aufnehmen.

Tabelle 9.2.5: Spaltmaße in [mm] für Fahrbahnübergänge

Draufsicht	Gerader Abschluss		Fingerübergang	
				
	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>	e <sub>3</sub>	e <sub>4</sub>
Fahrbahn	≤ 10	≤ 20	≤ 70	≤ 10
Geh- und Radweg			≤ 40	

### 10.2.4 Verriegelungen

- (1) Verriegelungen müssen ohne Zwang ein- und ausgefahren werden können.
- (2) Die Stellung des Riegels muss in den Kontrollständen angezeigt werden.

Tabelle 9.2.6: Größtwerte der Rauheiten

Oberfläche	Mitten- rauheiten	Gemittelte Rautiefe
	R <sub>a</sub> [µm]	R <sub>z</sub> [µm]
Bolzen, Achsen	0,8	10
Bohrungen	3,2	25
Planflächen für Lagerdeckel	3,2	25
Anlegeflächen von Dichtungen	3,2	25
Schleifflächen von Dichtungen	0,8	10
Sonstige bearbeitete Flächen	12,5	40

## 10.3 Antriebstechnik

### 10.3.1 Antriebsmotoren

- (1) Die Antriebsmotoren sind für einen S4-Betrieb nach VDE 0520 und das aus den Beanspruchungen ermittelte 1,2-fache Drehmoment auszulegen.
- (2) Hinweise zur Antriebstechnik enthält der Anhang B.

### 10.3.2 Seiltriebe, Seilrollen und Seiltrommeln

- (1) Die Berechnung der Seiltriebe einschließlich der Seile, Seilrollen und Seiltrommeln sind gemäß DIN 19704-1 auszuführen.

- (2) Das Verhältnis von Rollen- bzw. Trommeldurchmesser D zu Seilennendurchmesser d darf die in Tabelle 9.2.7 angegebenen Werte nicht unterschreiten.

Tabelle 9.2.7: Durchmesser-Verhältnisse für Seiltriebe

	Durchmesser-Verhältnis D/d
Seilrollen	≥ 40
Seiltrommeln	≥ 32

## 10.4 Elektrotechnik und Steuerung

- (1) Für die Steuerung und Überwachung von beweglichen Brücken ist ein offenes nicht firmenspezifisches Bussystem (z.B. PROFIBUS bzw. Ethernet) zu verwenden.

- (2) Hinweise zur Elektrotechnik und Steuerung enthält der Anhang B.

## 11 Prüfung der technischen Unterlagen

### 11.1 Prüfung des beweglichen Überbaus

Der Prüfer für die statisch konstruktive Prüfung der beweglichen Brücke hat auch die Nachweise für die verriegelten Verkehrs- und Endlagen zu prüfen.

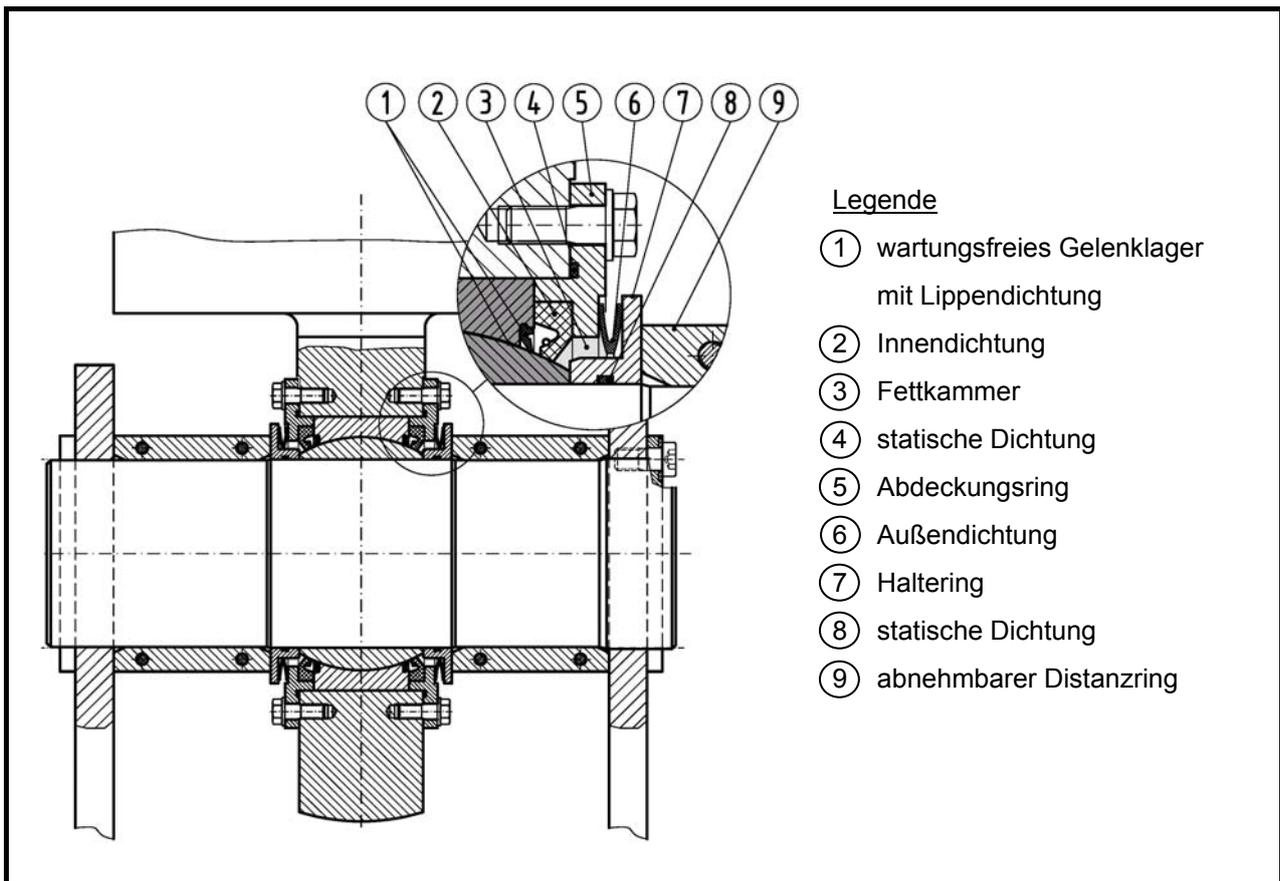


Bild 9.2.8: Lagerdichtungen

## 11.2 Prüfung der technischen Ausrüstung

(1) Der Sachverständige für die technische Ausrüstung prüft die Unterlagen des Maschinenbaus, der Antriebstechnik sowie der Elektrotechnik und Steuerung.

(2) Die Prüfung der Anschluss- und Verbindungsstrukturen zwischen beweglichem und festem Überbau obliegt dem Sachverständigen für die technische Ausrüstung.

## 12 Baudurchführung

### 12.1 Bauleitung

Der Auftragnehmer hat zusätzlich für die technische Ausrüstung Fachbauleiter zu benennen und zu koordinieren.

### 12.2 Messungen

(1) In Ergänzung zu Teil 1 Abschnitt 1 sind die Brückendrehachsen und Eingriffe der mechanischen Antriebe zu vermessen.

(2) Hydraulische Drücke und die Stromaufnahme sind kontinuierlich über den gesamten Bewegungsvorgang aufzuzeichnen.

(3) Die Eigengewichte und Schwerpunkte des beweglichen Überbaus sind zu bestimmen.

(4) Die aus Eigenlasten und ihren Schwerpunkten folgenden Antriebs-, Auflager- und Verriegelungskräfte sind durch Messungen am fertigen Bauwerk zu bestätigen.

(5) Rechnerisch ermittelte Massenkräfte müssen durch Messungen am ausgeführten Bauwerk bestätigt werden.

### 12.3 Montage

Der Auftragnehmer hat die Fachmontageleiter für die technische Ausrüstung zu benennen und zu koordinieren.

### 12.4 Probetrieb

(1) Der Probetrieb dient zur Einstellung und Erprobung der technischen Ausrüstung. Dazu gehört auch die Simulation des Ausfalls von sicherheitsrelevanten Komponenten.

(2) Die technischen Unterlagen für den Probetrieb sind dem Auftraggeber mindestens vier Wochen vor Beginn des Probetriebes zur Prüfung und Genehmigung einzureichen.

(3) Für den Probetrieb ist eine Dauer von mindestens 2 Wochen vorzusehen.

(4) Der Probetrieb ist unter Verantwortung des Auftragnehmers im Beisein des Auftraggebers durchzuführen.

(5) Das für den Probetrieb vom Auftragnehmer zu stellende Personal sowie die notwendigen Geräte, Betriebsstoffe und die Stromversorgung werden nicht gesondert vergütet.

### 12.5 Funktionsprüfung

(1) Die Funktionsprüfung dient dem Nachweis der Funktionsfähigkeit nach Abschluss des Probetriebs.

(2) Die Überwachung der Funktionsprüfung ist vom Sachverständigen für die technische Ausrüstung durchzuführen.

(3) Die technischen Unterlagen für die Funktionsprüfung sind dem Auftraggeber mindestens vier Wochen vor Beginn der Funktionsprüfung zur Genehmigung einzureichen.

(4) Vor Überprüfung der maschinen- und steuerungstechnischen Funktionalität der Brücke ist dem Auftraggeber ein Prüfprogramm vorzulegen.

(5) Das für die Funktionsprüfung vom Auftragnehmer zu stellende Personal sowie die notwendigen Geräte, Betriebsstoffe und die Stromversorgung werden nicht gesondert vergütet.

### 12.6 Abnahmen

(1) Die vorzeitige Nutzung der Brücke in den verriegelten Verkehrs- und Endlagen gilt nicht als Abnahme im Sinne der VOB/B.

(2) Vor der Abnahme sind die notwendigen Freigabebescheinigungen für die technische Ausrüstung einschließlich der technischen Gebäudeausrüstung vom Auftragnehmer an den Auftraggeber zu übergeben.

(3) 14 Werktage vor Abnahme sind dem Auftraggeber die Protokolle über den Probetrieb und die Funktionsprüfungen vorzulegen.

(4) Es gilt die Reihenfolge Probetrieb – Abnahme – Inbetriebnahme.

## 13 Betriebshandbuch, Wartung, Einweisung

(1) Das Betriebshandbuch ist vom Auftragnehmer aufzustellen.

(2) In dem Betriebshandbuch sind die im Automatik- und Halbautomatikbetrieb möglichen Einzelschritte zu beschreiben und die zugehörigen Bedienungsoberflächen abzubilden.

(3) Alle erforderlichen Wartungsarbeiten und -zyklen sind im Betriebshandbuch anzugeben.

(4) Art und Umfang des Ersatzes von Verschleißteilen sowie die dazu benötigten besonderen Werkzeuge sind im Betriebshandbuch anzugeben, siehe Anhang D.

(5) Im Betriebshandbuch ist die mittlere Nutzungsdauer der technischen Ausrüstung anzugeben.

(6) Handlungsanweisungen zur Beseitigung möglicher Störungen sind im Betriebshandbuch textlich und symbolisch ausführlich zu beschreiben.

(7) In der Leistungsbeschreibung ist der Abschluss eines Wartungsvertrages mindestens für die Dauer der Verjährungsfrist der Mängelansprüche vorzusehen.

(8) Die Einweisung der Brückenwärter / des Wartungspersonals ist vom Auftragnehmer vorzunehmen. Über die erfolgreiche Teilnahme ist eine Bescheinigung auszustellen.

## 14 Mängelansprüche

(1) Bei Übertragung der Wartung an den Auftragnehmer für die Dauer der Verjährungsfrist gilt Teil 1 Abschnitt 1.

(2) Wenn der Auftraggeber sich entschieden hat, dem Auftragnehmer die Wartung für die Dauer der Verjährungsfrist nicht zu übertragen, sollen, abweichend von Teil 1 Abschnitt 1, für maschinelle sowie elektrotechnische / elektronische Anlagen oder Teilen davon, bei denen die Wartung Einfluss auf die Sicherheit und Funktionsfähigkeit hat, die Zeiten nach Tabelle 9.2.8 in der Leistungsbeschreibung zu Grunde gelegt werden.

Tabelle 9.2.8: Verjährungsfristen für Mängelansprüche

zwei Jahre für	drei Jahre für
USV-Anlage, Steuer- / Regelungsanlagen, Sensoren, Lichtzeichen, Wechselverkehrszeichen, Kameras, Sprechanlage	Puffer, Verriegelungen, Niederhalter, Antriebspumpen, Verkabelungen, Schrankenanlagen Leuchten.

## Anhang A

### Windstärkenskala nach Beaufort

Tabelle A 9.2.1: Windstärkenskala nach Beaufort

Windstärke	Bezeichnung des Windes	Windgeschwindigkeit [m/s]	Auswirkung des Windes
0	Windstille	0 – 0,2	Rauch steigt senkrecht empor
1	leiser Zug	0,3 - 1,5	Windrichtung an leicht gekräuseltem Rauch erkennbar
2	leichter Zug	1,6 - 3,3	Wind bewegt Blätter, Luftzug im Gesicht spürbar
3	schwache Brise	3,4 - 5,4	Wind bewegt dünne Zweige, leichte Flagge wird gestreckt
4	mäßige Brise	5,5 - 7,9	Wind bewegt kleinere Äste, weht Staub und Papierfetzen auf
5	frischer Wind	8,0 - 10,7	Wind bewegt kleine Bäume, Schaumkämme auf Binnenseen
6	starker Wind	10,8 - 13,8	Wind bewegt starke Äste, pfeift an Telegrafendrähten
7	steifer Wind	13,9 - 17,1	Wind bewegt mittelgroße Bäume, behindert beim Gehen
8	stürmischer Wind	17,2 - 20,7	Wind bricht Zweige, erschwert das Gehen
9	Sturm	20,8 - 24,4	Sturm verursacht an Häusern kleinere Schäden
10	starker, voller Sturm	24,5 - 28,4	Sturm entwurzelt Bäume
11	schwerer, heftiger Sturm	28,5 - 32,6	Schwere Sturmschäden
12	Orkan	32,7 - 36,9	Verwüstung, schwerste Schäden; an Land selten
13 14 15 16 17	Wirbelstürme	37,0 - 41,4 41,5 - 46,1 46,2 - 50,9 51,0 - 56,0 56,0 – 61,2	Nur auf dem Meer und an Küsten; Verheerende Zerstörungen

## Anhang B

### Hinweise zur Antriebstechnik, Elektrotechnik und Steuerung

#### B 1 Antriebstechnik

##### B 1.1 Hydraulischer Antrieb

Die Anlage sollte so ausgelegt werden, dass die durch die Verbraucher verursachten Druckverluste höchstens 25 % des Betriebsdrucks betragen.

##### B 1.2 Elektro-Mechanischer Antrieb

Die Vorbemessung von geradverzahnten Stirnrädern ohne Profilverschiebung kann nach folgenden Formeln durchgeführt werden:

Zahnfußspannung  $\sigma_F$ :

$$\frac{\sigma_F}{\sigma_{F \text{ lim}}} = f \frac{F_t}{(b * m)} * \frac{1}{\sigma_{F \text{ lim}}} \leq 1$$

Flankenpressung  $\sigma_H$ :

$$\frac{\sigma_H}{\sigma_{H \text{ lim}}} = \frac{h}{\sigma_{H \text{ lim}}} \sqrt{\frac{E * F_t}{b * d} * \frac{u + 1}{u}} \leq 1$$

$$\text{mit } E = \frac{2 * E_1 * E_2}{E_1 + E_2}$$

Es bedeuten:

$E_1$	Elastizitätsmodul des Ritzels
$E_2$	Elastizitätsmodul des Großrades
$F_t$	max. Umfangskraft aus äußerer Belastung
$b$	Zahnbreite des Großrades
$m$	Modul
$d$	Teilkreisdurchmesser Ritzel
$u$	Zähnezahlverhältnis
$\sigma_{F \text{ lim}}$	Zahnfußdauerfestigkeit
$\sigma_{H \text{ lim}}$	Grübchendauerfestigkeit
$f$	Beiwert $f = 11$ für das Ritzel, $f = 10$ für das Rad

Die Beiwerte  $f$  und  $h$  ergeben sich unter folgenden Voraussetzungen:

$\eta = 0,96$  Wirkungsgrad je Getriebestufe

$K_A = 1,5$  Anwendungsfaktor

$K_V * K_{H\alpha} * K_{H\beta} = 1,2$

Dynamikfaktor  $K_V$

Stirnradfaktor  $K_{H\alpha}$

Breitenfaktor  $K_{H\beta}$

für Zahnfußtragfähigkeit

$K_V * K_{F\alpha} * K_{F\beta} = 1,2$

Dynamikfaktor  $K_V$

Stirnradfaktor  $K_{F\alpha}$

Breitenfaktor  $K_{F\beta}$

für Zahnflankentragfähigkeit

$Y_{FA} * F_{SA} = 4,5$  für das Ritzel

$Y_{FA} * F_{SA} = 5$  für das Großrad

Formfaktor  $Y_{FA}$

Spannungsfaktor  $F_{SA}$

$Y_\epsilon = 0,8$  Überdeckungsfaktor

$Y_X * Y_a * Y_{Rrel} * Y_{\delta rel} * Y_{ST} = 1,2$

Größenfaktor  $Y_X$

Wechselfaktor  $Y_a = 0,5$

Oberflächenfaktor  $Y_{Rrel}$

Stützziffer  $Y_{\delta rel}$

Spannungskorrekturfaktor  $Y_{ST}$

$Z_H * Z_E * Z_\epsilon = 430 \text{ N}^{1/2} / \text{mm}$

Zonenfaktor  $Z_H$

Elastizitätsfaktor  $Z_E$

Überdeckungsfaktor  $Z_\epsilon$

$Z_L * Z_v * Z_R * Z_W * Z_X = 1,2$

Schmierstofffaktor  $Z_L$

Geschwindigkeitsfaktor  $Z_v$

Rauheitsfaktor  $Z_R$

Werkstoffpaarungsfaktor  $Z_W$

Größenfaktor  $Z_X$

$Y_{NT} = Z_{NT} = 1$  Lebensdauerfaktoren

$S_H = 0,8$  Sicherheit gegen Grübchenbildung

$S_F = 2,0$  Sicherheit gegen Zahnbruch

## B 2 Elektrotechnik und Steuerung

### B 2.1 Allgemeines

(1) Die Stromversorgung muss eine hohe Verfügbarkeit sicherstellen.

(2) Mit dem Stromlieferanten ist die Blindstromkompensation und die Vertragsbedingungen der Stromlieferung zu klären. Mit dem Netzbetreiber sind die folgenden Bedingungen in der Planungsphase zu klären:

- Art der Einspeisung,
- Übergabestellen,
- technische Anschlussbedingungen,
- Gestaltung, Einrichtung und Erhaltung der Anschlussanlagen und
- Vertragsbedingungen der Stromlieferung und der Blindstromkompensation.

(3) Die Anschlussleistung ergibt sich aus der Leistungsbilanz. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in der Regel nicht alle elektrischen Verbraucher gleichzeitig betrieben werden.

### B 2.2 Einspeisung

(1) Die Einspeisung hat bis zu einem Strombedarf von 200 A aus dem Niederspannungsnetz und bei größerem Strombedarf aus dem Mittelspannungsnetz zu erfolgen.

(2) Die Versorgung mit Niederspannung kann durch eine Stickleitung erfolgen. Bei Ausfall dieser Leitung ist die Stromversorgung durch:

- ein Notstromaggregat oder
- einen Anschluss mit Umschaltmöglichkeit für eine externe Stromersatzversorgung oder
- einen Handantrieb, ggf. unterstützt durch ein batteriebetriebenes Gerät

sicherzustellen.

(3) Die Versorgung mit Mittelspannung sollte durch eine Ringleitung erfolgen. Bei Ausfall dieser Leitung ist die Stromversorgung durch einen Anschluss mit Umschaltmöglichkeit für eine externe Stromersatzversorgung oder einen Handantrieb, ggf. unterstützt durch ein batteriebetriebenes Gerät sicherzustellen.

(4) Einspeisungs- und Verbrauchsgrößen sind aufzuzeichnen.

(5) Die Funktion der Verkehrssicherungsanlagen ist durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) mit Batterien sicherzustellen. Sie ist bei einem fest installierten Notstromaggregat für 1 h und sonst für 8 h auszulegen.

(6) Die Leistung der USV muss mindestens 2000 VA betragen und über eine Kurzschlussleistung verfügen, die eine sichere Auslösung der höchsten Verbraucherabsicherung gewährleistet, ohne dass die übrigen Verbraucher beeinflusst werden.

(7) Die USV braucht nicht für einen Halbblast-Parallelbetrieb ausgelegt zu werden.

(8) Als Batterien sind wartungsfreie wieder aufladbare Bleiakkumulatoren mit festgelegten Elektrolyten nach DIN 43534 und DIN EN 60896-11 zu verwenden. Sie müssen eine Brauchbarkeitsdauer von mindestens 10 Jahren, bezogen auf eine 80 %-ige Restkapazität, aufweisen. Ihre Haltbarkeit muss mindestens 450 Ladezyklen betragen.

(9) Die USV-Anlage muss für den Leistungsbedarf der folgenden Verbraucher ausgelegt werden:

- Prozessleitsystem,
- Ersatzbeleuchtung, mindestens eine Leuchte je Raum,
- Verkehrssicherungsanlagen,
- Kommunikations- und Messeinrichtungen sowie
- Automatisierungsgeräte.

(10) Die Blindstromkompensation kann auf die Festkompensation der Blindströme der größten Verbraucher beschränkt werden.

### B 2.3 Erdung, Blitzschutz und Potentialausgleich

(1) Die Brückenanlage ist nach VDE 0185 gegen Blitzeinschläge zu sichern. Hierzu gehören der Grobschutz (Anforderungsklasse B) für die Sicherung der Einspeisung und der Mittelschutz (Anforderungsklasse C) für die Steuerung.

(2) Damit keine Überspannungen in die Schaltanlage eingetragen werden können, sind Kabel und Leitungen von im Freien angeordneten Bauteilen in ihrer unmittelbaren Nähe (z.B. im Sammelmarmkasten) und in einem besonderen Abschnitt des Schaltschranks gegen Überspannung zu sichern. Diese Absicherung kann entfallen, wenn die zu schützenden Bauteile durch geerdete Abdeckungen (Blitzschutz) geschützt sind.

(3) Die Überspannungsableiter sind in den Stromlaufplänen zu verzeichnen.

(4) Erdung und Potentialausgleiche sind an allen Lagern und Gelenken sowie den Brückenpfeilern anzuordnen. Die Maßnahmen, einschließlich der Blitzschutzmaßnahmen, sind in einem Erdungsplan festzuhalten.

(5) Geländer, Lichtmaste, Lager, Gelenke und andere Einbauteile sind in Anlehnung an die Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING) zu erden.

### B 2.4 Kabel und Leitungen

(1) Für die Verlegung im Erdreich und zur Übertragung von mehr als 1 kW Leistung sind Kabel zu verwenden.

(2) Freiliegende Leitungen müssen beständig sein gegen UV-Bestrahlung, Lösungsmittel und Tausalz.

(3) Die Kabel müssen vom Typ NYY sein. Für die Anlagen der Haustechnik dürfen in Innenbereichen NYM-Leitungen verwendet werden, sofern der Geräteanschluss keine höherwertige Verkabelung bzw. Leitungsverlegung erfordert.

(4) Signalkabel müssen vom Typ A2Y sein.

(5) Steuerleitungen sind mit einem Polyurethan-Mantelwerkstoff zu isolieren. Die Adern von Leitungen müssen nummeriert werden.

(6) Alle Adern, einschließlich der nicht genutzten Adern, müssen Klemmen zugeführt werden.

(7) Alle Kabelverschraubungen sind mindestens in der Schutzart IP 65 und mit integrierter Zugentlastung auszuführen.

(8) Öffnungen für Kabeldurchführungen in Geschossdecken und raumabschließenden Wänden sind widerstandsfähig gegen Brandeinwirkung mindestens entsprechend der Feuerwiderstandsklasse des Gebäudeelementes zu verschließen. Diese Verschlüsse müssen auch für nachträgliche Kabelverlegungen geeignet sein.

(9) Kabel und Leitungen sind gegen mechanische Beschädigung zu schützen.

(10) An Einführungen in Gebäuden und an Dehnfugen sind Kabel und Leitungen so zu verlegen, dass sie Setzungen und Verschiebungen schadlos folgen können.

(11) Kabeleinführungen in Gebäuden sind waserdicht herzustellen.

### B 2.5 Elektrische Ausrüstung

(1) Es sind zwei die Brückenbewegung überwachende Messsysteme anzuordnen:

- Messsystem 1 für die Steuerung des Brückenantriebes einschließlich Endlagenschalter zum Abschalten der Antriebe,
- Messsystem 2 für die Signalisierung der Brückenlagen, geöffnet bzw. geschlossen, unter Einbeziehung von Verriegelungen (ausge-

nommen Ampeln und Schranken). Die Signalisierung muss mit Sensoren erfolgen, die unabhängig vom Messsystem 1 sind.

(2) Das Messsystem 1 ist stets redundant auszuliegen. Die Komponenten des Messsystems 2 dürfen 1-fach ausgelegt werden, wenn das Bewegen des Brückenteiles über die planmäßige End- bzw. Verkehrslage nicht zu Sach- oder Personenschäden führen kann und dies im Rahmen der Gefahrenanalyse für ausreichend befunden worden ist.

(3) Die Forderung nach redundanter Auslegung bezieht sich auf alle Komponenten der Messsysteme.

(4) End- und Positionsmelder müssen über eine Öffner- und Schließfunktion verfügen und auf Plausibilität überwacht werden.

(5) Die Stop-Kategorien werden wie folgt definiert:

- die Stop-Kategorie 0 umfasst alle Zustände, die als Not-Aus bezeichnet werden,
- die Stop-Kategorie 1 umfasst alle Zustände, die als Not-Halt bezeichnet werden und
- die Stop-Kategorie 2 umfasst alle Zustände der planmäßigen Betriebshalte.

(6) Not-Halt-Taster sind in allen Bedienständen, Betriebsräumen und an Orten, an denen eine Gefährdung von Personen auftreten kann, anzuordnen.

(7) Unterbrechungen des Bewegungsvorganges dürfen nicht zu ungewollten Bewegungen der Brücke oder zum Ausfall einer Sicherheitskette führen. Das erneute Starten des Bewegungsvorganges nach einer Unterbrechung darf nur erfolgen, wenn das Vorhandensein der Startbedingungen durch das Steuerungsprogramm bestätigt worden ist.

(8) Bei einer Abweichung der Brückenbewegung von den Sollwerten muss die Bewegung automatisch korrigiert oder zum Stillstand gebracht werden.

(9) Die zulässige Abweichung von der planmäßigen Brückenbewegung ist systemabhängig festzulegen.

(10) Bremsen sind so auszulegen, dass sie stets durch Unterbrechungen der Stromversorgung wirksam werden. Die für das Lösen und das Einfallen der Bremsen notwendigen Kontakte der Stromversorgung sind zur Absicherung gegen Verschweißen der Kontakte stets zweifach, in Reihe geschaltet, auszulegen.

### B 2.6 Steuerung

(1) Die hauptsächlichen Abfolgen von Steuerungsschritten sind als Diagramm des Steuerungsablaufes an den Bedienständen anzuordnen. Der normale Ablauf des Steuerungsablaufs (Automatikbetrieb) soll als Blockdiagramm dargestellt werden und an den Bedienständen vorliegen

(2) Die für den Bewegungsablauf maßgebenden Parameter der Prozessleitung sind dem Programm der SPS in einer Parameterliste voranzustellen.

(3) Es sind alle Prozessdaten zu erfassen.

(4) Weitere Messwerte sind vom Auftraggeber festzulegen.

(5) Die zu erfassenden Daten müssen gespeichert werden. Die Löschung dieser Daten darf nur nach den Angaben der Wartungsanweisung vorgenommen werden.

(6) Es muss die Möglichkeit zum Anschluss an eine Fernbedienung ohne Erweiterung der bestehenden Anlage (z.B. kein neuer Prozessor) vorgesehen werden.

(7) Für die Steuerung und Überwachung von Beweglichen Brücken gilt das in Bild B 9.2.1 dargestellte Funktionsschema. Für die Steuerung gelten sinngemäß die Regeln der Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT). Dabei ist zu beachten, dass bei beweglichen Brücken im Allgemeinen nur ein Leitsystem und eine Steuerungseinheit erforderlich sind.

(8) Der Eingriff in die Prozesssteuerung darf nur durch Sachkundige erfolgen.

(9) Bagatellstörungen sind Störungen, deren Umgehung mit vertretbarem Aufwand durch die Brückenwärter organisiert werden kann (z.B. Nichtschließen einer Schranke wird ersetzt durch Aufstellung einer temporären Absperrung).

(10) Bagatellstörungen dürfen nach Beseitigung des daraus folgenden gefährlichen Zustandes durch Quittieren dieser Störung umgangen werden, dass die nächsten Schritte der Steuerung eingeleitet werden können.

(11) Die durch Quittierung zu überbrückenden Störungen sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber festzulegen.

(12) Die der Sicherheit dienenden Stromkreise sind nach DIN EN 60204-1 auszuführen. Dazu gehören:

- Endlagenmeldungen und
- Halteeinrichtungen, die bei Betätigung von Not-Aus oder Not-Halt, oder Betriebshalt die Stellung des beweglichen Brückenteils sichern.

(13) Kontaktvervielfachungen für die Funktionen Not-Aus und Betriebshalt und Kontaktübergaben der Endlagen an nicht zum Brückenantrieb gehörende Steuerungssysteme sind mit Geräten gemäß DIN EN 62061 in SIL 3 (Safety Integrity Level) bzw. nach DIN EN ISO 13849-1 in der PLe (Performance Level, e = niedrigste Ausfallwahrscheinlichkeit) zu realisieren.

(14) Die Kontakte sind unabhängig von der Datenübertragung durch BUS-Systeme vorzusehen.

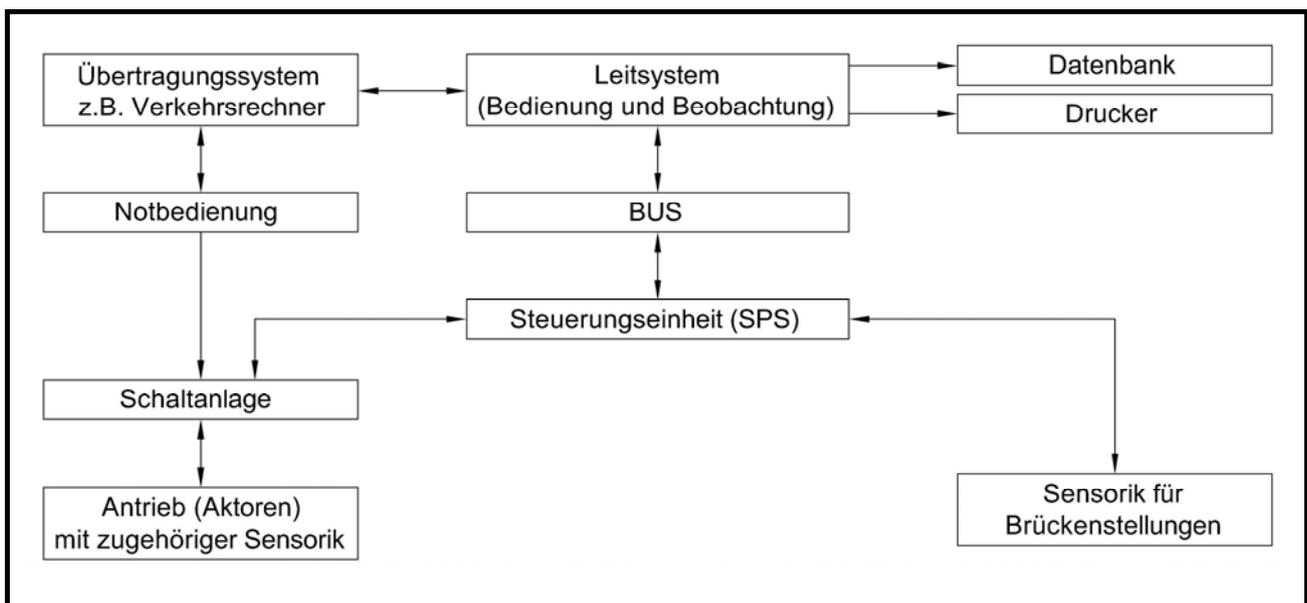


Bild B 9.2.1: Funktionsschema für die Steuerung und Überwachung von beweglichen Brücken (Prozesssteuerung)

## Anhang C

### Hinweise zu Verkehrssicherungsanlagen, Beleuchtung und Bedienung

#### C 1 Verkehrssicherungsanlagen

(1) Für alle beweglichen Brücken ist eine verkehrstechnische Mindestausstattung in Abhängigkeit der verkehrlichen, baulichen und örtlichen Gegebenheiten vorzusehen, die mit der örtlich zuständigen Straßenverkehrsbehörde abzustimmen ist. Sie besteht aus einer stationären Beschilderung vor und hinter dem beweglichen Überbau mit den Verkehrszeichen (s. Bild C 9.2.1)

- Geschwindigkeitsbeschränkung (Z 274 StVO) im Bedarfsfall,
- Überholverbot (Z 276 StVO),
- Ende der Streckenverbote (Z 282 StVO),
- Lichtzeichenanlage (Z 131 StVO) (siehe oberhalb Ampelwarnschild 200 m: gelbes Blinklicht)
- zweifeldrigen Wechsellichtzeichen (WLZ) Rot / Gelb auf Höhe der Sperrschranken,
- gelbem Blinklicht, das bei Aktivierung der WLZ eingeschaltet wird,
- Wechselverkehrszeichen (WVZ (Z 274-53 StVO) und
- Sperrschranken.

(2) Bei einer örtlich oder verkehrlich bedingten besonderen Gefahrenlage im Zusammenhang mit einer „beweglichen Brücke“ ist ein Gefahrzeichen gemäß § 39 Abs. 8 StVO und zugehöriger VwV-StVO anzuordnen.

(3) Der Brückenwärter muss den Verkehrsraum zwischen den Sperrschranken lückenlos einsehen können. Bei eingeschränkter Sichtweite sind Kamerasysteme einzusetzen. Bei Dunkelheit bzw. schlechten Sichtverhältnissen ist der Verkehrsraum im Bereich der Sperrschranken zu beleuchten.

(4) Auf Höhe der Sperrschranken sind Lautsprecher anzuordnen, welche die Information der Verkehrsteilnehmer über Durchsagen gewährleisten. Die Lautsprecher sollen sowohl einzeln als auch gruppenweise betrieben werden können.

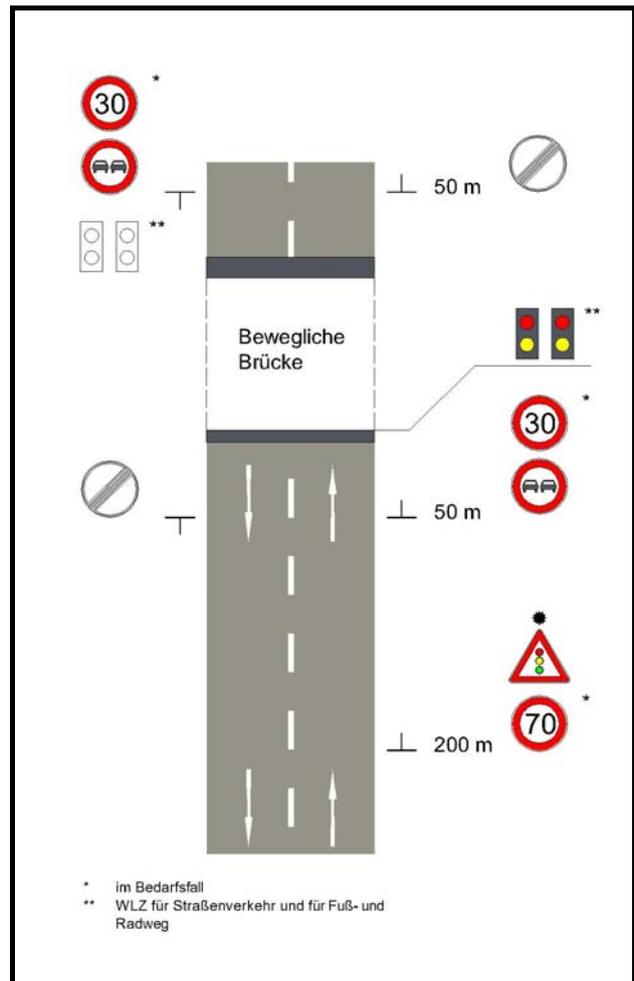


Bild C 9.2.1: Verkehrszeichen – Systemskizze - (ohne Schifffahrtssignale)

(5) Die Sperrschranken bei Geh- und Radwegen sind zur Verkürzung der Räumzeiten, unter Berücksichtigung der baulichen und örtlichen Gegebenheiten, so dicht wie möglich zum beweglichen Überbau anzuordnen.

(6) Sperrschranken sind unter Beachtung des seitlichen Sicherheitsraumes anzuordnen. Wartungsarbeiten müssen ohne Behinderung des Verkehrs möglich sein. Die Schrankenbäume sind mit je drei roten Baubleuchten auszustatten. In Höhe der Sperrschranken sind akustische Signalgeber anzuordnen. Die Schrankenbäume dürfen sich bei Störungen (z.B. Stromausfall, Wind) nicht selbstständig bewegen. Eine Notbedienung der Sperrschranken muss möglich sein. Bei Rad- und Fußgängerverkehr sind die Schrankenbäume mit Behang auszustatten. Sperrschranken sind wie Geländer nach DIN EN 1991-2 zu bemessen. Die elektrische Steuerung ist nach EN IEC 62061 in SIL bzw. nach DIN EN ISO 13849-1 in PL entsprechend zu realisieren und anhand einer durchzuführenden Gefahrenanalyse und Risikobeurteilung festzulegen.

(7) Die Beschilderung der Wasserstraße ist in Abstimmung mit der Wasserstraßenverwaltung anzuordnen.

## **C 2 Brückenbeleuchtung**

(1) Bewegliche Brücken sind im Straßenbereich zu beleuchten. Die Anforderungen der DIN 13201-1 sind einzuhalten.

(2) Dies gilt insbesondere für Adaptationsstrecken und Haltesichtweiten.

(3) Es sind die für kreuzende Verkehrswege geltenden Bestimmungen sinngemäß anzuwenden.

## **C 3 Bedienung**

Die Brückenwärter sind für jedes Bauwerk namentlich zu benennen. Die Befähigung für die verlangten Tätigkeiten kann nur durch eine vom Betreiber der Brückenanlage festgelegte Ausbildung erlangt werden.

## Anhang D

### Ersatzteile

(1) Art und Umfang von Ersatzteilen sowie die dazu benötigten besonderen Werkzeuge sind anzugeben.

(2) Die in Tabelle D 9.2.1 angegebene mittlere Nutzungsdauer der Technischen Ausrüstung ist zu berücksichtigen.

**Tabelle D 9.2.1:** Technische Ausrüstung und mittlere Nutzungsdauer

Gewerke \ Jahre	10	20	35
<b>Maschinenbau</b>			
* Gelenklager			X
* Puffer		X	
* Zentrierung			X
* Verriegelung		X	
* Niederhalter		X	
<b>Antriebstechnik</b>			
* Antriebsmotoren			X
* Antriebspumpe		X	
* Hydraulischer Antrieb			X
* Elektro-Mech. Antrieb			X
<b>Elektrotechnik und Steuerung</b>			
* Einspeisung			X
* USV-Anlage	X		
* Verkabelung		X	
* Steuer-/Regelungsanlage	X		
* Sensoren	X		
<b>Verkehrssicherungsanlagen</b>			
* Lichtzeichen	X		
* Wechselverkehrszeichen	X		
* Schrankenanlagen		X	
* Kameras	X		
* Sprechanlage	X		
<b>Brückenbeleuchtung</b>			
* Leuchten		X	
* Vorschaltgeräte	X		

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 9  
Bauwerke**

**Abschnitt 3  
Lärmschutzwände**

Es gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen (ZTV-Lsw) einschließlich der Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Borpfahlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen (Ergänzungen zu den ZTV-Lsw).

# **Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

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

# **ZTV-ING**

## **Teil 9 Bauwerke**

## **Abschnitt 4 Wellstahlbauwerke**

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

---

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	3	8.2 Einbindung der Bauwerksenden .....10
1.1 Grundsätzliches .....	3	8.2.1 Sohlbereich .....10
1.2 Begriffsbestimmungen .....	3	8.2.2 Böschungsbereich.....10
<b>2 Werkstoffe</b> .....	3	8.3 Innenausbau.....10
2.1 Stahlblechelemente .....	3	8.4 Ausstattung .....10
2.2 Verbindungselemente.....	3	<b>9 Ausführungs- und Bestandsunterlagen</b> ..... 10
<b>3 Einwirkungen</b> .....	4	<b>Anhang A</b> Entwurfsgrundlagen..... 11
3.1 Allgemeines .....	4	<b>Anhang B</b> Bemessung von Wellstahlbauwerken nach K. Klöppel / D. Glock..... 13
3.2 Ständige Einwirkungen .....	4	
3.3 Einwirkungen während der Bauausführung.....	4	
3.4 Einwirkungen infolge Verkehr.....	4	
3.5 Bemessungsscheiteldruck .....	4	
<b>4 Bemessung</b> .....	4	
4.1 Allgemeines .....	4	
4.2 Zuordnung der Querschnittsformen.....	4	
4.3 Durchschlagen des Bauwerksscheitels ....	5	
4.4 Grundbruch.....	5	
4.4.1 Scheitelbereich .....	5	
4.4.2 Sohlbereich.....	5	
4.5 Bruch der Schraubenverbindung .....	5	
4.6 Biegebruch beim Hinterfüllen .....	6	
4.7 Bereich der Schrägschnitte .....	6	
<b>5 Konstruktive Festlegungen</b> .....	7	
5.1 Mindestblechdicken .....	7	
5.2 Verbindungen der Stahlblechelemente ....	7	
5.3 Gründung von Bogenprofilen.....	7	
5.4 Mehrfachanlagen .....	7	
5.5 Instandsetzung bestehender Bauwerke ...	7	
<b>6 Korrosionsschutz</b> .....	8	
<b>7 Einbau</b> .....	8	
7.1 Allgemeines .....	8	
7.2 Bettungs- und Frostschutzbereich.....	8	
7.3 Böden .....	9	
7.4 Ausführung der Erd- und Gründungsarbeiten .....	9	
7.5 Baubegleitende Messungen und Scheitelauflast.....	9	
<b>8 Komplettierung</b> .....	10	
8.1 Abdichtung.....	10	

## 1 Allgemeines

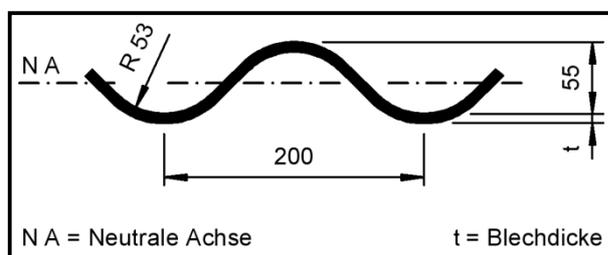
### 1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 9 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Der Teil 9 Abschnitt 4 gilt für Wellstahlbauwerke mit Wellungen bis 200 mm Wellenlänge und 55 mm Wellentiefe (siehe Bild 9.4.1) der in Anhang A dargestellten Querschnitte mit einer Spannweite  $s \leq 8$  m und einer Überdeckung  $h_{\bar{u}} \leq 15$  m.

(3) Die Mindestüberdeckung  $h_{\bar{u},\min}$  beträgt  $s/6$  [m] oder 0,60 m. Der größere Wert ist maßgebend.

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



**Bild 9.4.1:** Schematischer Schnitt durch die Wellung des Stahlbleches; Maße in [mm]

### 1.2 Begriffsbestimmungen

#### (1) Wellstahlbauwerke

sind biegeeweiche, stählerne, im Boden eingebettete Bauwerke. Sie werden nur aus gewellten und beim Hersteller korrosionsgeschützten Stahlblechelementen auf der Baustelle zu verschiedenen Querschnitten in Längs- und Umfangsrichtung verschraubt und danach in verdichtungsfähigem Boden eingebettet. Kennzeichnend für das Tragverhalten der Bauwerke ist, dass sie sich unter Belastung verformen, bis sich am Bauwerksumfang aus den Belastungen durch Boden und Verkehr und den durch die Verformung entstehenden Rückstellkräften angenähert eine in der Bauwerkswandung verlaufende Stützlinie ausgebildet hat. Das Steifigkeitsverhältnis gemäß Anhang A 1 muss  $c \leq 0,05$  betragen.

#### (2) Spannweite $s$

Definition gemäß Anhang A 2.

#### (3) Höhe $h$

Definition gemäß Anhang A 2.

#### (4) Kreuzungswinkel $\alpha$

Definition gemäß Bild A 9.4.6.

#### (5) Bauwerksabschlusswinkel $\beta$

Definition gemäß Bild A 9.4.6.

#### (6) Überdeckung $h_{\bar{u}}$

ist der lotrechte Abstand zwischen Bauwerksscheitel und OK Fahrbahn.

#### (7) Hinterfüllen und Überschütten

bezeichnen die Erdarbeiten für das vollständige Einbetten des Wellstahlbauwerkes durch lagenweises Einbauen und Verdichten von geeignetem Boden.

#### (8) Schrägschnitte

sind die offenen Enden eines Wellstahlbauwerkes, deren Schnittführung üblicherweise der geplanten Böschungsoberfläche angepasst ist.

#### (9) Bettungsbereich $B$

Definition gemäß Bild 9.4.4.

#### (10) Frostschutzbereich $T_F$

Definition gemäß Bild 9.4.4.

#### (11) Schutzbereich $T_V$

Definition gemäß Bild 9.4.4.

## 2 Werkstoffe

### 2.1 Stahlblechelemente

(1) Als Werkstoff für die gewellten Stahlblechelemente ist die Stahlsorte S 235 mit Eignung zur Kaltumformung und Schmelztauchverzinkung nach DIN EN 10025 zu verwenden. Es ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß DIN EN 10204 beizufügen.

(2) Der Einsatz eines Stahls mit höherer Festigkeitsklasse ist möglich, wenn die Bemessung unter Beachtung von Wellung, Spannweite und Überdeckung angepasst wird.

### 2.2 Verbindungselemente

(1) Die Schrauben müssen den Festigkeitsklassen 8.8 bis 10.9 nach DIN EN ISO 898-1 entsprechen. Die zugehörigen Muttern müssen den Festigkeitsklassen 8 bis 10 nach DIN EN ISO 898-2 entsprechen.

(2) Es ist ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß DIN EN 10204 unter Berücksichtigung der DIN EN ISO 10684 erforderlich.

### 3 Einwirkungen

#### 3.1 Allgemeines

Für geotechnische Einwirkungen mit Ausnahme der Auflast aus ständig vorhandenen Bodenmassen gelten DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054.

#### 3.2 Ständige Einwirkungen

(1) Es gilt DIN EN 1991-1-1.

(2) Das Eigengewicht des Wellstahlbauwerkes wird vernachlässigt.

(3) Als lotrechte Last aus ständig vorhandenen Bodenmassen ist die volle Auflast

$$p_{B,k} = \gamma_{B,k} * h_{\bar{u}}$$

mit  $\gamma_{B,k} \geq 20 \text{ kN/m}^3$

anzusetzen. Auch bei hoher Überdeckung dürfen Lastabminderungen nicht berücksichtigt werden.

(4) Als Teilsicherheitsbeiwert ist  $\gamma_G = 1,35$  anzusetzen.

#### 3.3 Einwirkungen während der Bauausführung

(1) Es gilt DIN EN 1991-1-6.

(2) Ein Überfahren des Bauwerkes ist nur für den Einbau der gebundenen Schichten des Oberbaus bei Einhaltung der für den Endzustand statisch erforderlichen Mindestüberdeckung  $h_{\bar{u},min}$  vermindert um max. 30 cm Bearbeitungstiefe und einer Achslast von max. 120 kN durch die Bemessung abgedeckt.

(3) In allen anderen Fällen sind die vorhandene Überdeckung und die Achslasten bzw. Gewichte der realen Fahrzeuge statisch zu berücksichtigen. Die ermittelte Mindestüberdeckung darf nicht durch Fahrspurbildung unterschritten werden.

#### 3.4 Einwirkungen infolge Verkehr

(1) Es gilt DIN EN 1991-2.

(2) Die vertikalen Verkehrslasten sind nach DIN EN 1991-2 für das Lastmodell 1 anzusetzen.

(3) Die Lastausbreitung der auf OK Fahrbahn anzusetzenden Verkehrslasten erfolgt unter einem Winkel von 30 ° zur Vertikalen.

(4) Die gleichmäßig verteilten Lasten  $q_{ik}$  (UDL-System) sind quer zur Fahrtrichtung zu verteilen.

(5) Die Lasten  $Q_{ik}$  der Doppelachsen (Tandem-System TS) sind für jeden Fahrstreifen durch eine gleichmäßig verteilte Last  $q_{ieq}$  mit rechteckiger Aufstandsfläche von 3 m Breite und 5 m Länge zu

ersetzen. Diese Flächenlasten sind quer und längs zur Fahrtrichtung zu verteilen.

(6) Der Scheiteldruck  $p_{v,k}$  infolge Verkehrslasten ergibt sich aus der Überlagerung der verteilten Lasten  $q_{ik}$  und  $q_{ieq}$  und der Überlagerung der vorhandenen Fahrstreifen.

(7) Für den Nachweis des Grundbruchs im Scheiteltbereich sind auf OK Fahrbahn die Flächenlasten im Fahrstreifen 1 anzusetzen:

$$q_1 = q_{1k} + q_{1eq}$$

(8) Als Teilsicherheitsbeiwert ist  $\gamma_Q = 1,35$  zu verwenden.

(9) Mit diesem Lastansatz sind bei mindestens zwei Fahrstreifen für Überdeckungen  $h_{\bar{u}} \geq 1,40 \text{ m}$  die Einwirkung der Verkehrslasten nach MLC 50/50-100 (STANAG 2021) mit erfasst. Für alle anderen Fälle sind gesonderte Nachweise zu führen.

#### 3.5 Bemessungsscheiteldruck

(1) Bei hoher Überdeckung ( $h_{\bar{u}} > 2,60 \text{ m}$ ) gilt:

$$p_{s,d} = \gamma_G * p_{B,k} + \gamma_Q * p_{v,k}$$

$$p_{s,d} = 1,35 * p_{B,k} + 1,35 * p_{v,k}$$

(2) Bei geringer Überdeckung ( $h_{\bar{u}} \leq 2,60 \text{ m}$ ) gilt:

$$p_{s,d} = 1,10 (\gamma_G * p_{B,k} + \gamma_Q * p_{v,k}),$$

$$p_{s,d} = 1,10 (1,35 * p_{B,k} + 1,35 * p_{v,k}).$$

## 4 Bemessung

#### 4.1 Allgemeines

(1) Grundlage der Bemessung von Wellstahlbauwerken ist die Veröffentlichung des Institutes für Statik und Stahlbau der Technischen Hochschule Darmstadt, Heft 10, 1970, „Theoretische und experimentelle Untersuchungen zu den Traglastproblemen biegeweicher, in die Erde eingebetteter Rohre“ von K. Klöppel und D. Glock (Klöppel / Glock).

(2) Das Bemessungsverfahren ist für den Neubau von Wellstahlbauwerken anzuwenden. Es ist sinngemäß auch für die Instandsetzung von bestehenden Bauwerken mittels Einziehen eines Wellstahlbauwerkes anzuwenden.

#### 4.2 Zuordnung der Querschnittsformen

(1) Die Traglastgrenzen sind unter Berücksichtigung der Querschnitte in Anhang A nachzuweisen.

(2) Querschnitte, die von Kreis- und Maulprofilen abweichen, sind für die Traglastberechnung den in

Tabelle 9.4.1 angegebenen Querschnittsformen nach Klöppel / Glock zuzuordnen.

**Tabelle 9.4.1:** Zuordnung abweichender Querschnitte zu den Querschnittsformen nach Klöppel / Glock

Querschnitte	Nachweise	
	Durchschlagen und Schraubenverbindung	Grund- und Biegebruch
Ellipsenprofil	K	K
Unterführungsprofil	M	K
Bogenprofil	K	M
K: Kreisprofil, M: Maulprofil		

### 4.3 Durchschlagen des Bauwerksscheitels

(1) Mit Hilfe von Bild B 9.4.4 in Verbindung mit Nr. B 2 ist der kritische Scheiteldruck  $p_{SD,k}$  als untere Traglastgrenze zu ermitteln.

(2) Bei hoher Überdeckung ( $h_{\bar{u}} > 2,60 \text{ m}$ ) gilt:

$$\text{Lastangriffsparameter } \Psi_B = 2,36.$$

(3) Bei geringer Überdeckung ( $h_{\bar{u}} \leq 2,60 \text{ m}$ ) gilt:

$$\text{Lastangriffsparameter } \Psi_B = 1,57.$$

(4) Bei  $h/s < 0,7$  ist der Teilsicherheitsbeiwert:

$$\gamma_{M,Ep} = 1,75.$$

(5) Bei  $h/s \geq 0,7$  ist der Teilsicherheitsbeiwert:

$$\gamma_{M,Ep} = 1,40.$$

(6) Für den Bemessungsscheiteldruck  $p_{s,d}$  ist nachzuweisen:

$$p_{s,d} \leq \frac{p_{SD,k}}{\gamma_{M,Ep}}$$

### 4.4 Grundbruch

#### 4.4.1 Scheitelbereich

(1) Der Nachweis ist bei einem Verhältnis  $h_{\bar{u}}/r_1 < 0,6$  zu führen.

(2) Der Widerstand des Wellstahlbauwerkes  $p_{otr,k}$  setzt sich aus dem Grundbruchwiderstand des Bodens  $p_{ogr,k}$  und aus dem Biege- widerstand des gewellten Stahlbleches  $\Delta p_{o,k}$  zusammen:

$$p_{otr,k} = p_{ogr,k} + \Delta p_{o,k}$$

(3) Der Grundbruchwiderstand des Bodens  $p_{ogr,k}$  ist Bild B 9.4.5 in Verbindung mit Nr. B 3 zu entnehmen. Der Biege- widerstand  $\Delta p_{o,k}$  ist Bild B 9.4.6 bzw. Bild B 9.4.7 in Verbindung mit Nr. B 3 zu entnehmen.

(4) Mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,40$  für den Widerstand des Wellstahlbauwerkes und  $\gamma_Q = 1,35$  für die veränderlichen Einwirkungen in- folge Verkehr ist nachzuweisen:

$$\gamma_Q * q_1 \leq \frac{p_{otr,k} - \gamma_{B,k} * h_{\bar{u}}}{\gamma_{R,v}}$$

#### 4.4.2 Sohlbereich

##### 4.4.2.1 Allgemeines

Bei einem Verhältnis  $h/s < 0,7$  ist die Sicherheit gegen Grundbruch im Ulmenbereich und gegen Aufbruch der Sohle nachzuweisen.

##### 4.4.2.2 Grundbruch im Ulmenbereich

(1) Die maßgebende Bodenbeanspruchung ergibt sich zu

$$p_{2,d} = p_{s,d} * \frac{r_1}{r_2}$$

(2) Der Grundbruchnachweis ist mit dem Grund- bruchwiderstand des Bodens  $p_{2Gr,k}$ , der gemäß Nr. B 4.1 zu ermitteln ist, dem zugehörigen Teilsicher- heitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,40$  und der maßgebenden Bodenbeanspruchung  $p_{2,d}$  zu führen:

$$p_{2,d} \leq \frac{p_{2Gr,k}}{\gamma_{R,v}}$$

##### 4.4.2.3 Aufbruch der Sohle

Mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{R,v} = 1,40$  für den Bodenwiderstand  $p_{1C,k}$  der gemäß Nr. B 4.2 zu ermitteln ist, ist die Einhaltung der Grenzzustands- bedingung zum Bemessungsscheiteldruck  $p_{s,d}$  nachzuweisen:

$$p_{s,d} \leq \frac{p_{1C,k}}{\gamma_{R,v}}$$

### 4.5 Bruch der Schraubenverbindung

(1) Die für den Nachweis der Schraubenverbin- dung einwirkende Normalkraft  $N_d$  ist nach Theorie 2. Ordnung zu bestimmen. Stellvertretend hierfür darf der ungünstigste Verformungszustand kurz vor dem Durchschlagen mit dem Scheitelradius

$$R'' = \frac{N_{D,k}}{p_{SD,k}}$$

nach Bild B 9.4.8 in Verbindung mit Nr. B 5 ange- setzt werden, woraus die Bemessungskraft

$$N_d = p_{s,d} * R''$$

resultiert.

(2) Die Traglasten  $N_{R,k}$  mittig gedrückter Stöße sind durch Versuche einer hierfür nach Landesbauordnung oder dem Bauproduktengesetz anerkannten Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle (PÜZ-Stelle) zu ermitteln und auszuwerten.

(3) Die Durchführung der Versuche ist vor Beginn mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) abzustimmen.

(4) Die Auswertung der Versuche ist nach DIN EN 1990, Anhang D vorzunehmen.

(5) Mit dem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M2} = 1,25$  ist der Nachweis

$$N_d \leq \frac{N_{R,k}}{\gamma_{M2}}$$

zu führen.

#### 4.6 Biegebruch beim Hinterfüllen

(1) Wenn zwischen Bauwerkswandung und Böschungsoberfläche bzw. Verbau stets ein Abstand  $a \geq h/3$  eingehalten wird (s. Bild 9.4.2), darf mit einem Erddruckbeiwert  $K = 0,40$  gerechnet werden.

(2) Mit  $K = 0,40$  ergeben sich nach Klöppel/Glock die einwirkenden, maximalen Biegemomente  $M_H$  für:

- Kreisprofile  $|M_H| = 1,20 * r_1^3$  (kNm/m) und
- Maulprofile  $|M_H| = 0,42 * r_1^3$  (kNm/m).

(3) Mit dem plastischen Moment des gewellten Stahlblechs:

$$M_{pl,k} = 1,24 * f_{y,k} * W_{el}$$

und den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_M = 1,10$  und  $\gamma_G = 1,35$  ist nachzuweisen:

$$M_H * \gamma_G \leq \frac{M_{pl,k}}{\gamma_M}$$

(4) Falls der Nachweis nicht erbracht werden kann, sind baubegleitende Messungen durchzuführen und ab einer gewissen Scheitelhebung eine Scheitelauflast aufzubringen. Scheitelhebung und -auflast sind vom Aufsteller der Tragwerksplanung vorzugeben.

(5) Kann der Abstand  $a$  zwischen Bauwerkswandung und Böschungsoberfläche nicht eingehalten werden, so ist den dann vorliegenden Grabenbedingungen durch Ansatz eines höheren Erddruckbeiwertes Rechnung zu tragen.

#### 4.7 Bereich der Schrägschnitte

(1) Im Bereich der Schrägschnitte kann die Blechdicke ohne besonderen Nachweis beibehalten werden, wenn die Böschungsneigung nicht flacher als 1:1,5 und der Bauwerksabschlusswinkel  $\beta \geq 85^\circ$  sowie die Spannweite des Bauwerkes  $s \leq 5$  m sind.

(2) In anderen Fällen ist ein gesonderter Standsicherheitsnachweis nach Nr. B 6 zu führen.

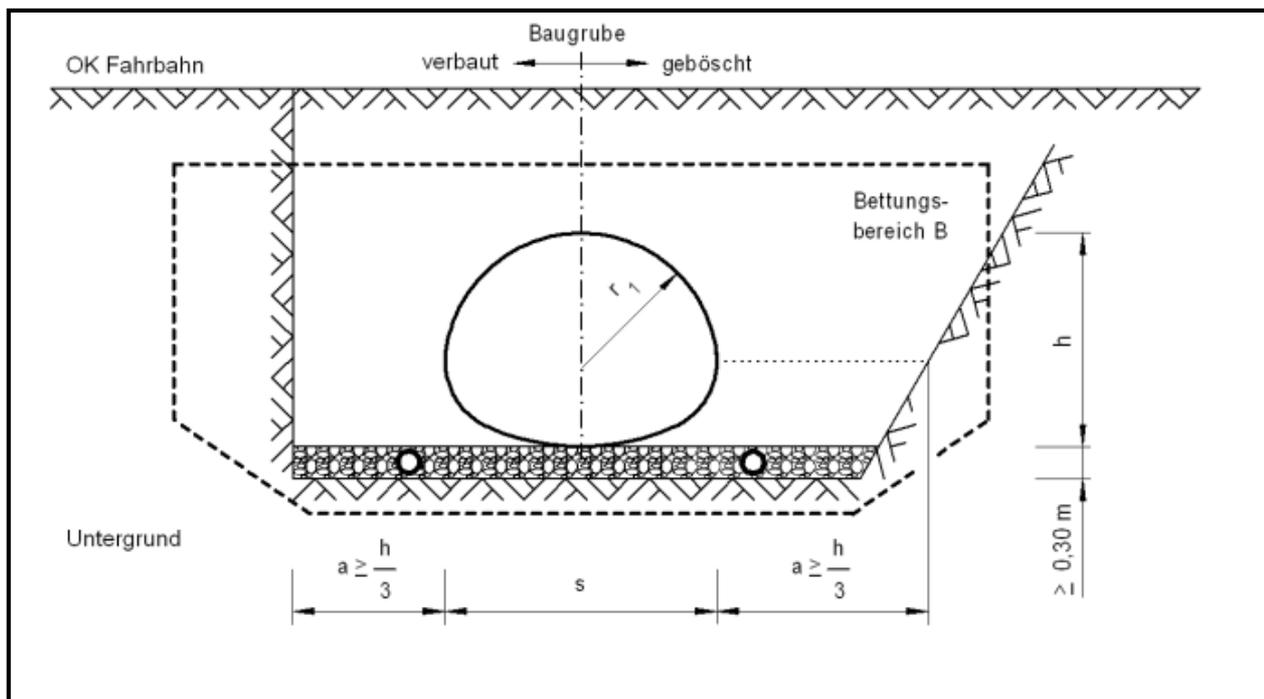


Bild 9.4.2: Mindestabstand  $a$  für den Ansatz des Erddruckbeiwertes  $K = 0,40$

## 5 Konstruktive Festlegungen

### 5.1 Mindestblechdicken

(1) Die Blechdicke der gewellten Stahlblechelemente setzt sich aus der statisch erforderlichen Dicke zuzüglich eines Korrosionszuschlages von 1 mm zusammen. Sie muss insgesamt mindestens 3 mm betragen.

(2) Die statischen Nachweise sind grundsätzlich mit der um den Korrosionszuschlag von 1 mm reduzierten gewählten Blechdicke zu führen. Bei den Nachweisen „Biegebruch beim Hinterfüllen“ und „Standicherheit im Bereich der Schrägschnitte“ darf die Nennblechdicke einschließlich Korrosionszuschlag berücksichtigt werden.

### 5.2 Verbindungen der Stahlblechelemente

(1) Die Herstellung und die Ausführung der Schraubenverbindungen müssen den Versuchen gemäß Nr. 4.5 entsprechen.

(2) Die Schrauben der Längsstöße sind in zwei Reihen anzuordnen. Unter Beachtung des Nachweises „Bruch der Schraubenverbindung“ gilt:

- für den Reihenabstand  $p_1 \geq 2,0 \cdot d_0$  und
- für den Randabstand  $e_1 \geq 1,5 \cdot d_0$   
( $d_0$  = Lochdurchmesser).

(3) Bei Umfangsstößen sind

- ein Lochabstand  $p_1 \leq 250$  mm und
- ein Randabstand  $e_2 \geq 1,5 \cdot d_0$

einzuhalten.

(4) Die Schraubenlöcher können durch Stanzen hergestellt werden. Für die tragende Längsver-schraubung ist ein Lochspiel von maximal 3 mm zulässig. Zur Erleichterung der Montage darf die Umfangsver-schraubung mit Langloch ausgeführt werden.

(5) Es dürfen Schrauben mit durchgehendem Gewinde verwendet werden. Auf Unterlegscheiben kann verzichtet werden. Die Schraubenköpfe und Muttern sind an die Form der Wellung anzupassen, damit ein formschlüssiger Sitz gewährleistet wird (s. Bild 9.4.3).

(6) Die Schaftlänge der Schrauben ist in Abhängigkeit von den Blechdicken so zu bestimmen, dass nach dem Anziehen der Mutter noch mindestens ein voller Gewindegang aus der Mutter herausragt. Die Muttern sind innen anzuordnen, um ein späteres Nachziehen zu ermöglichen.

(7) Die Überlappung der Längsstöße ist so anzuordnen, dass die Stahlblechelemente dachziegel-artig übereinander greifen.

(8) Wegen der hier vorliegenden Scher-Lochleibungs-Verbindung ist kein planmäßiges Anziehmoment erforderlich. Aus konstruktiven Gründen ist ein Anziehmoment vom Hersteller vorzugeben.

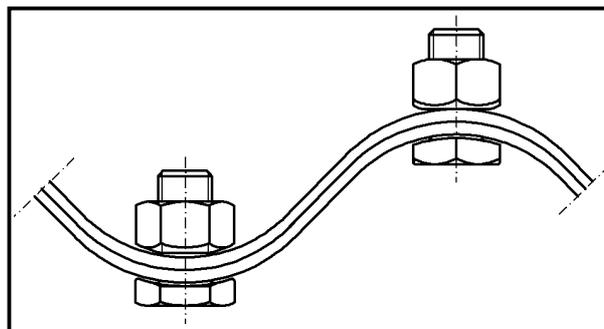


Bild 9.4.3: Anpassung der Schraubenverbindung an die Wellung der Stahlblechelemente

### 5.3 Gründung von Bogenprofilen

(1) Bogenprofile sind auf statisch nachzuweisenden Fundamenten frostsicher zu gründen.

(2) Die Fundamente bzw. Unterbauten sind mit Aussparungen zur Aufnahme der Stahlblechelemente gemäß Herstellervorgabe zu versehen. Auflagerfläche und Systemlinie der Stahlblechelemente müssen einen rechten Winkel bilden.

(3) Der Anschluss der Stahlblechelemente ist nach den Vorgaben des Herstellers vorzunehmen.

(4) Die Aussparungen sind nach Beendigung der Montage mit Vergussbeton / -mörtel zu verfüllen. Die Oberfläche ist zur Sickerwasserabführung mit einem Quergefälle zu versehen.

### 5.4 Mehrfachanlagen

Der Abstand zwischen den Außenseiten nebeneinander liegender Wellstahlbauwerke muss  $b > s/4$  sein, mindestens jedoch  $b > 1,0$  m. Bei „s“ handelt es sich um die Spannweite des größeren zweier benachbarter Bauwerke.

### 5.5 Instandsetzung bestehender Bauwerke

Bei einer Instandsetzung durch Einziehen eines Wellstahlbauwerkes ist ein Ringraum von mindestens 15 cm einzuhalten. Dieser Ringraum ist mit geeignetem Material, z.B. Dämmen, Zementmörtel, ohne Vorspannung hohlraumfrei zu verfüllen.

## 6 Korrosionsschutz

(1) Es gilt Teil 4 Abschnitt 3.

(2) Für verkehrsführende Bauwerke wird luftseitig ein heller Farbton empfohlen. Der Farbton ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

## 7 Einbau

### 7.1 Allgemeines

(1) Für die Ausführung von Baugruben gilt Teil 2 Abschnitt 1.

(2) Für die Gründung der Bauwerke gilt Teil 2 Abschnitt 2.

(3) Für Wasserhaltungen gilt Teil 2 Abschnitt 3.

(4) Für das Hinterfüllen und Überschütten der Bauwerke gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB).

### 7.2 Bettungs- und Frostschutzbereich

(1) Der Boden muss im Bettungsbereich B den für die Tragfähigkeit des Bauwerkes erforderlichen Bettungswiderstand besitzen und im Frostschutzbereich  $T_F$  auf die örtliche Frosteindringtiefe  $t_F$  (s. Bild 9.4.4), mind. jedoch auf 80 cm, nicht frostempfindlich sein.

(2) Die Anforderungen des Bettungsbereichs B sind oberhalb des Bauwerksscheitels bis zu einer Höhe  $h_r = 2,0$  m zu erfüllen (s. Bild 9.4.4). Bei  $h_{\bar{u}} < 2,0$  m ist  $h_r$  gleich  $h_{\bar{u}}$ . Die Schichten des Oberbaues einer Verkehrsfläche sind auf die Höhe  $h_r$  anrechenbar.

(3) Die Anforderungen des Bettungsbereichs B sind unterhalb der Bauwerkssohle bis zu einer Tiefe  $h_s \geq (r_1 / 2)$  zu erfüllen (s. Bild 9.4.4).

(4) In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob ein Bodenaustausch vorzunehmen ist.

(5) Der Bettungsbereich B entspricht dem Hinterfüll- und Überschüttbereich nach den ZTV E-StB.

(6) Der Frostschutzbereich  $T_F$  stellt den Entwässerungsbereich nach den ZTV E-StB dar.

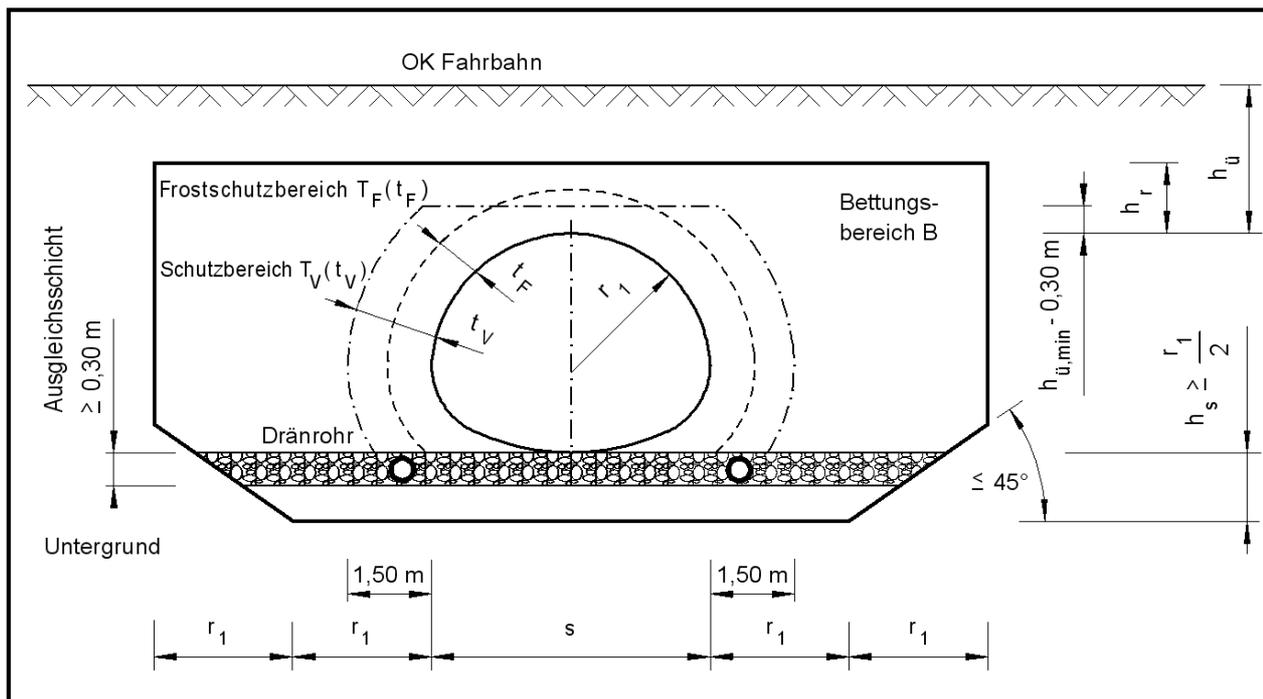


Bild 9.4.4: Darstellung der Einbaubereiche

### 7.3 Böden

(1) Die Böden müssen verwitterungsbeständig sein und dürfen keine quellfähigen, zerfallsempfindlichen oder bauwerksaggressiven Bestandteile enthalten.

(2) Für den Bettungsbereich B sind nur grobkörnige Böden der Gruppen SW, SI, SE, GW, GI und GE oder gemischtkörnige Böden der Gruppen GU, GT, SU und ST nach DIN 18196 mit einem Größtkorn von 63 mm und einer Ungleichförmigkeitszahl  $U \geq 3$  zu verwenden. Im Rahmen einer qualifizierten Bodenverbesserung können weitere Böden verwendet werden. Es muss ein Reibungswinkel  $\varphi_k' \geq 30^\circ$  erreicht werden.

(3) Im Frostschutzbereich  $T_F$  sind nicht frostempfindliche Böden zu verwenden. Eine qualifizierte Bodenverbesserung ist nicht zulässig. Zum Schutz der Beschichtung dürfen nur ungebrochene Gesteinskörnungen verwendet werden. Ausgehend von der Bauwerkswandung ist in einer Schicht von mindestens 20 cm Dicke das Größtkorn auf 32 mm zu begrenzen.

### 7.4 Ausführung der Erd- und Gründungsarbeiten

(1) *Wahrscheinliche Setzungen sind erforderlichenfalls durch Überhöhung des Längsprofils zu berücksichtigen. Die Überhöhungswerte sind in der Leistungsbeschreibung anzugeben*

(2) Alle Erd- und Montagearbeiten sind in wasserfreien Baugruben auszuführen.

(3) Für die Montage ist zwischen Bauwerkswandung und Böschungfußpunkt bzw. Verbau ein Arbeitsraum von mindestens 0,80 m Breite freizuhalten.

(4) Unter der Bauwerkssohle ist eine nicht frostempfindliche Ausgleichsschicht von mind. 30 cm Dicke mit einem maximalen Größtkorn von 32 mm vorzusehen, die bei Felsuntergrund auf mind. 50 cm Dicke zu vergrößern ist.

(5) Für verkehrsführende Bauwerke ist bei bindigem Untergrund oder Felsuntergrund, im äußeren Bettungsbereich beidseits des Bauwerkes eine dauerhaft wirksame Dränung auszuführen (s. Bild 9.4.4).

(6) Die Dränrohre müssen für Kontrollen und Reinigungen zugänglich sein und den Anforderungen gemäß Teil 5 Abschnitt 1, Nr. 5.2.7 entsprechen.

(7) Das Sohlbett ist ab einer Spannweite  $s \geq 5$  m nach Herstellerangabe vorzuprofilieren. Die Bauwerkszwickel sind durch Stopfen und Stampfen von Hand oder durch Flaschenrüttler einwandfrei zu verfüllen. Abweichend von den ZTV E-StB ist auch Einschlämmen zulässig, sofern grobkörniger

Untergrund vorliegt. Die schadloose Ableitung des Wassers ist sicherzustellen.

(8) Bogenprofile sind auf Fundamenten frostsicher zu gründen.

(9) Der Boden ist gleichzeitig auf beiden Seiten des Bauwerkes in gleicher Schüttlagendicke auf der gesamten Breite der Baugrube einzubauen und zu verdichten.

(10) Gefrorener Boden, Eis und Schnee dürfen nicht eingebaut werden.

(11) Der Schutzbereich  $T_V$  (s. Bild 9.4.4) ist von Baumaschinen und Fahrzeugen freizuhalten. Hier darf kein Boden abgekippt bzw. gelagert werden. Der Boden muss vor Kopf eingebracht werden. Verdichtungsgeräte dürfen nur parallel zur Bauwerksachse fahren und im Bereich über dem Bauwerk nicht ein- und ausgeschaltet werden. Es dürfen nur Flächenrüttler mit einem Dienstgewicht von maximal 750 kg (7,5 kN) verwendet werden. Außerhalb dieses Bereiches können auch schwere Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Die Höhe der Schüttlagen darf 30 cm nicht überschreiten.

(12) Im Bereich der Schrägschnitte dürfen innerhalb des Schutzbereiches  $T_V$  nur leichte Flächenrüttler mit einem Dienstgewicht von maximal 100 kg (1 kN) eingesetzt werden. Die Höhe der Schüttlagen darf nicht größer als 20 cm sein.

(13) Im Bettungsbereich B ist nachzuweisen, dass das 10 %-Mindestquantil des Verdichtungsgrades  $D_{pr} \geq 98\%$  beträgt. In diesem Fall darf bei der statischen Bemessung mit einem Steifemodul  $E_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^2$  gerechnet werden. Wird zusätzlich durch Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 nachgewiesen, dass der Verformungsmodul der Erstbelastung  $E_{v1} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  beträgt, darf mit  $E_{s,k} = 40 \text{ MN/m}^2$  gerechnet werden.

(14) Sollen höhere Werte für den Reibungswinkel ( $\varphi_k' > 30^\circ$ ) und / oder den Steifemodul ( $E_{s,k} > 40 \text{ MN/m}^2$ ) angesetzt werden, muss nachgewiesen werden, dass diese mit dem Boden und dem Einbauverfahren erreicht werden.

### 7.5 Baubegleitende Messungen und Scheitelaufast

(1) Während des Einbaus ist bis zum Erreichen der Mindestüberdeckung  $h_{ü,min}$  die Verformung des Bauwerkes laufend zu überwachen.

(2) Zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit dürfen die einbaubedingten Verschiebungen in jeder Richtung  $0,015 * s$  nicht überschreiten. Die Messungen sind bei Bauwerken mit Spannweiten  $s > 5$  m vom Auftragnehmer zu protokollieren. Eine Durchsicht der Protokolle ist dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Zusätzlich ist bei Bauwerken mit Spannweiten  $s > 5$  m sicherzustellen, dass Zusammenbau, Hinterfüllen und Überschütten bis zum Erreichen der Mindestüberdeckung  $h_{ü,min}$  von einem fachkundigen Vertreter des Herstellers ständig überwacht werden.

(4) Kann der Nachweis „Biegebruch bei Hinterfüllen“ nicht erfüllt werden, ist ab einer gewissen Scheitelhebung eine Scheitelauflast aufzubringen. Die zulässige Scheitelhebung und die erforderliche Scheitelauflast sind vom fachkundigen Vertreter des Herstellers vor Ort in Abstimmung mit dem Auftraggeber vorzugeben.

## 8 Kompletterung

### 8.1 Abdichtung

(1) Ist bei verkehrtführenden Bauwerken eine Abdichtung mit Kunststoffdichtungsbahnen vorgesehen, sind die Anforderungen in der Leistungsbeschreibung vorzugeben.

(2) Bei Wellstahlbauwerken mit planmäßiger Wasserführung oder anderen nicht begehbaren Bauwerken erübrigt sich eine Abdichtung.

(3) In Abhängigkeit von der Einbaulage der Kunststoffdichtungsbahnen zum Bauwerk sind textile oder mineralische Stütz- bzw. Schutzschichten auszuführen.

(4) Die Verlegung der Kunststoffdichtungsbahnen ist nach den Vorgaben des Herstellers vorzunehmen.

(5) Die Standsicherheit der Böschung ist unter Berücksichtigung des Reibungsverhaltens des Abdichtungssystems nachzuweisen.

### 8.2 Einbindung der Bauwerksenden

#### 8.2.1 Sohlbereich

Bei Wellstahlbauwerken mit planmäßiger Wasserführung ist an beiden Enden bis in frostfreie Tiefe ein Kolkenschutz zur Unterläufigkeitssicherung vorzusehen.

#### 8.2.2 Böschungsbereich

(1) Als Abschluss im Böschungsbereich ist im Regelfall der Böschungsschrägschnitt in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

(2) Sofern die geometrischen Voraussetzungen der Nr. 4.7 eingehalten sind, kann die Einfassung, z.B. aus Naturstein, rein konstruktiv vorgenommen werden. Aus Gründen der Verkehrssicherheit ist eine Einfassung aus Steinen zu verankern.

(3) Für den im Ausnahmefall vorgesehenen vertikalen Bauwerksabschluss ist eine selbsttragende Stirnwand vorzusehen.

### 8.3 Innenausbau

(1) Bei Wellstahlbauwerken mit planmäßiger Wasserführung sind Schäden am Korrosionsschutz durch Geschiebeführung durch geeigneten Innenausbau auszuschließen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass Bauwerk und Innenausbau sich unabhängig voneinander verformen können.

(2) Die Bauwerkssohle muss tiefer als die Bachsohle liegen.

(3) Die Ausführung des Innenausbaus sollte in der Regel erst nach vollständiger Überschüttung vorgenommen werden. Der Zeitpunkt ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.

### 8.4 Ausstattung

(1) In der Leistungsbeschreibung sind an beiden Bauwerksenden um den Schrägschnittbereich geeignete Absturzsicherungen, z.B. Rohrgeländer, vorzusehen.

(2) Die Notwendigkeit von Böschungstreppe ist zu prüfen.

## 9 Ausführungs- und Bestandsunterlagen

(1) Ausführungs- und Bestandszeichnungen müssen über den Teil 1 Abschnitt 2 hinaus folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung der Böden,
- erforderlicher Steifemodul  $E_{s,k}$  und erforderlicher Reibungswinkel  $\varphi_k'$ ,
- Bereich, in dem diese einzuhalten sind und
- hierzu erforderliche Proctordichte.

(2) Ausführungszeichnungen müssen zusätzlich eine Einbauvorschrift des Herstellers der Stahlblechelemente beinhalten.

## Anhang A

### Entwurfsgrundlagen

#### A 1 Steifigkeitsverhältnis

Das Steifigkeitsverhältnis muss

$$c = \frac{E \cdot I}{k_{s,k} \cdot r_1^4} \leq 0,05$$

betragen.

Es bedeuten:

E = Elastizitätsmodul des Stahls [MN/m<sup>2</sup>],

I = Trägheitsmoment des gewellten Stahlbleches [m<sup>4</sup>/m],

r<sub>1</sub> = Scheitelradius [m],

k<sub>s,k</sub> = charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B:

$$k_{s,k} = 0,5 \cdot \frac{E_{s,k}}{r_1} \text{ [MN/m}^3\text{]}$$

mit

E<sub>s,k</sub> = charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B [MN/m<sup>2</sup>].

#### A 2 Querschnittskenngrößen

##### A 2.1 Allgemeines

Alle Maßangaben beziehen sich auf die neutrale Achse (s. Bild 9.4.1).

##### A 2.2 Kreisprofil

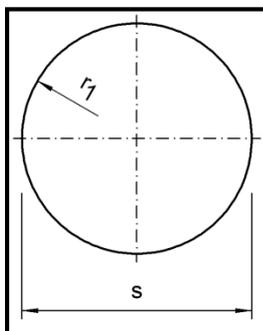


Bild A 9.4.1: Querschnitt Kreisprofil

##### A 2.3 Maulprofil (α<sub>1</sub> ≤ 180°)

Folgende Grenzradienverhältnisse müssen eingehalten werden:

$$\frac{r_3}{r_1} \leq 3,5 \text{ und } \frac{r_2}{r_1} \geq 0,2 .$$

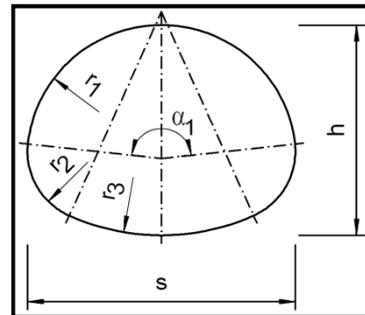


Bild A 9.4.2: Querschnitt Maulprofil

##### A 2.4 Unterführungsprofil (α<sub>1</sub> > 180°)

Folgende Grenzradienverhältnisse müssen eingehalten werden:

$$\frac{r_3}{r_1} \leq 3,5 \text{ und } \frac{r_2}{r_1} \geq 0,2 .$$

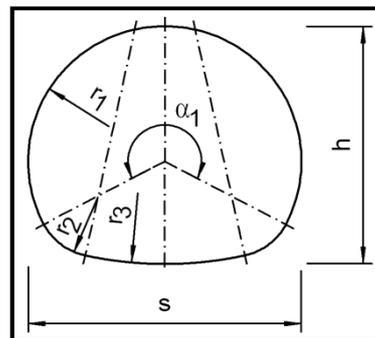


Bild A 9.4.3: Querschnitt Unterführungsprofil

##### A 2.5 Ellipsenprofil

(1) Folgender Verhältniswert muss eingehalten werden:

$$\frac{h-s}{h+s} \leq 0,10 .$$

(2) Für die statische Berechnung ist als Scheitelradius

$$r_1 = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

einzusetzen.

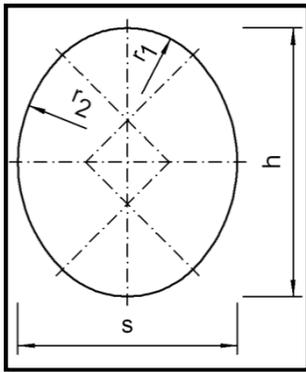


Bild A 9.4.4: Querschnitt Ellipsenprofil

### A 2.6 Bogenprofil ( $\alpha_1 \geq 150^\circ$ )

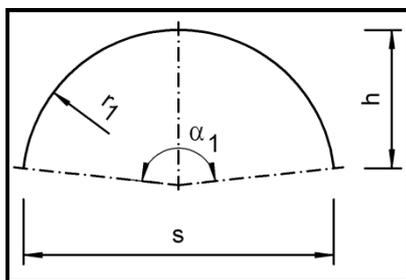


Bild A 9.4.5: Querschnitt Bogenprofil

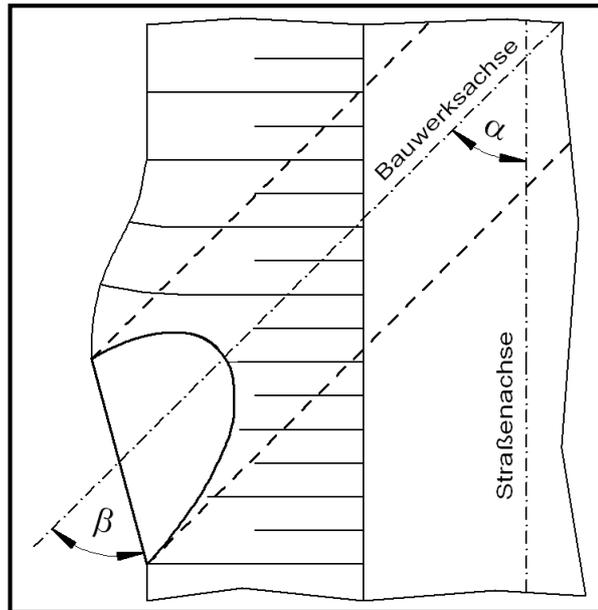


Bild A 9.4.6: Kreuzungswinkel  $\alpha$  und Bauwerksabschlusswinkel  $\beta$

## A 3 Lichtraumabmessungen

Wegen möglicher Verformungen und Ausführungsungenauigkeiten sind die Lichtraumabmessungen um mindestens  $0,03 \cdot s$  zu vergrößern.

## A 4 Kreuzungs- und Bauwerksabschlusswinkel

(1) Generell sind rechtwinkelige Kreuzungen mit  $\alpha = \beta = 90^\circ$  zu bevorzugen.

(2) Für den Regelfall  $\alpha = \beta$  ergibt sich eine ebene Böschungsoberfläche.

(3) Für  $\alpha \neq \beta$  ist die Böschung zu modellieren (s. Bild A 9.4.6).

(4) Der Bauwerksabschlusswinkel darf zwischen  $60^\circ \leq \beta \leq 120^\circ$  und der Kreuzungswinkel zwischen  $45^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$  liegen.

## Anhang B

$$k_{s,k} = 0,5 \cdot \frac{E_{s,k}}{r_1} \text{ (MN/m}^3\text{)}$$

### Bemessung von Wellstahlbauwerken nach K. Klöppel / D. Glock

#### B 1 Allgemeines

(1) Die Bilder des Anhangs B sind Entwicklungen aus den Tafeln der Veröffentlichung des Institutes für Statik und Stahlbau der Technischen Hochschule Darmstadt, Heft 10, 1970, „Theoretische und experimentelle Untersuchungen zu den Traglastproblemen biegeeweicher, in die Erde eingebetteter Rohre“ von K. Klöppel und D. Glock.

(2) Die Zuordnung der hier abgebildeten Bilder zur Veröffentlichung von K. Klöppel und D. Glock stellt sich gemäß Tabelle B 9.4.1 dar.

**Tabelle B 9.4.1:** Zuordnung der Bilder im Anhang B zur Veröffentlichung Klöppel/Glock

Anhang B	Klöppel / Glock
Bild B 9.4.4: kritischer Scheiteldruck für das Durchschlagen von Kreis- und Maulprofilen	Tafeln 53, 55, 57 und 59 (S. 291, 293, 295 und 297)
Bild B 9.4.5: Grundbruchwiderstand des Bodens im Scheitelbereich	Tafeln 28 bis 35 (S. 348-355)
Bild B 9.4.6: Biege­widerstand von Kreisprofilen	Tafeln 28 bis 31 (S. 348-351)
Bild B 9.4.7: Biege­widerstand von Maulprofilen	Tafeln 32 bis 35 (S. 352-355)
Bild B 9.4.8: Kritische Normal­kraft für Kreis- und Maulprofile	Tafeln 54,56,58 und 60 (S. 292, 294, 296, 298)

#### B 2 Durchschlagen des Bauwerksscheitels

(1) Der kritische Scheiteldruck  $p_{SD,k}$  für das Durchschlagen des Bauwerksscheitels wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$\frac{p_{SD,k}}{k_{s,k} * r_1} = f\left(\frac{EI}{k_{s,k} * r_1^4}\right)$$

mit

$EI$  Biegesteifigkeit des gewellten Stahlbleches (MNm<sup>2</sup>/m),

$k_{s,k}$  charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B gemäß Bild 9.4.4:

mit

$E_{s,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B gemäß Bild 9.4.4 (MN/m<sup>2</sup>),

$r_1$  Scheitelradius (m).

(2) Der kritische Scheiteldruck ist gemäß Bild B 9.4.4 zu ermitteln.

#### B 3 Grundbruch im Scheitelbereich

(1) Der Grundbruchwiderstand  $p_{ogr,k}$  wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$p_{ogr,k} = f(r_1, \varphi_k', h_{\bar{u}})$$

mit

$r_1$  Scheitelradius (m),

$\varphi_k'$  charakteristischer Wert des effektiven Reibungswinkels im Scheitelbereich (°),

$h_{\bar{u}}$  Überdeckung (m).

(2) Der Grundbruchwiderstand des Bodens im Scheitelbereich ist gemäß Bild B 9.4.5 zu ermitteln.

(3) Der Biege­widerstand  $\Delta p_{o,k}$  des gewellten Stahlbleches wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$\Delta p_{o,k} = f(r_1, t)$$

mit

$r_1$  Scheitelradius (m),

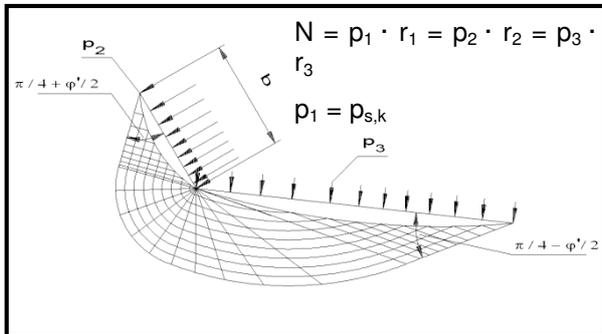
$t$  Blechdicke (mm).

(4) Für Kreisprofile ist der Biege­widerstand gemäß Bild B 9.4.6 zu ermitteln.

(5) Für Maulprofile ist der Biege­widerstand gemäß Bild B 9.4.7 zu ermitteln.

## B 4 Grundbruch im Sohlbereich

### B 4.1 Grundbruch im Ulmenbereich



**Bild B 9.4.1:** Schematische Darstellung von Belastung und Bruchfigur beim Grundbruch im Ulmenbereich

(1) Der Grundbruchwiderstand des Bodens ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$p_{2Gr,k} = c_k' * N_c + p_3 * N_d + \gamma_{B,k} * b * N_b$$

mit

$c_k'$  charakteristischer Wert der effektiven Kohäsion im Ulmenbereich (kN/m<sup>2</sup>),

$p_3$  charakteristische Druckbeanspruchung im Sohlbereich (kN/m<sup>2</sup>) gemäß Bild B 9.4.1,

$\gamma_{B,k}$  charakteristischer Wert der Wichte im Ulmenbereich (kN/m<sup>3</sup>),

$b$  druckbeanspruchter Ulmenbereich:

$$b = 1,15 * r_2$$

mit

$r_2$  Eckradius (m),

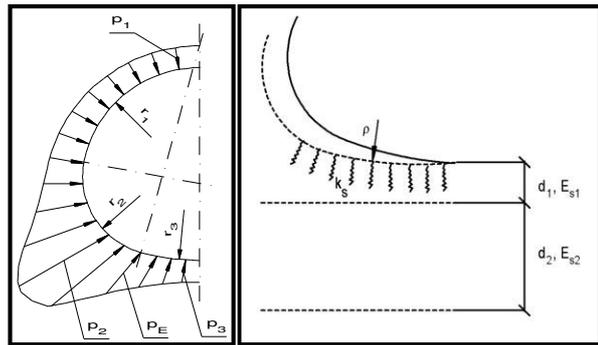
$N_c, N_d, N_b$  Tragfähigkeitsbeiwerte ( - ) gem. Tabelle B 9.4.2.

(2) Bei Verwendung grob- und gemischtkörniger Böden gemäß Nr. 7.3 ist  $c_k' = 0$ .

**Tabelle B 9.4.2:** Tragfähigkeitsbeiwerte in Abhängigkeit des Reibungswinkels des Bodens im Ulmenbereich

Reibungswinkel (°) $\phi_k'$	Tragfähigkeitsbeiwerte (-)		
	$N_c$	$N_d$	$N_b$
30,0	77,19	45,57	10,00
32,5	103,41	66,88	15,00
35,0	141,38	100,02	23,00

### B 4.2 Aufbruch der Sohle



**Bild B 9.4.2:** Schematische Darstellung von Spannungen und Bettung beim Aufbruch der Sohle

Der Bodenwiderstand ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$p_{1C,k} = 0,375 * k_{s,k} * \frac{r_1 * r_2}{r_3}$$

mit

$r_1$  Scheitelradius (m),

$r_2$  Eckradius (m),

$r_3$  Bodenradius (m),

$k_{s,k}$  charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B gemäß Bild 9.4.4 (MN/m<sup>3</sup>)

$$k_{s,k} = \frac{E_{s1,k}}{2 * r_1} * \frac{1 + \frac{E_{s2,k} * d_2}{E_{s1,k} * d_1}}{1 + \frac{d_2}{d_1}}$$

mit

$E_{s1,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B (s. Bild 9.4.4 und Bild B 9.4.2) (MN/m<sup>2</sup>),

$d_1$  Schichtdicke des Bettungsbereiches B (s. Bild 9.4.4 und Bild B 9.4.2) (m),

$E_{s2,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls des wenig tragfähigen Bodens unterhalb des Bettungsbereiches B (s. Bild 9.4.4 und Bild B 9.4.2) (MN/m<sup>2</sup>),

$d_2$  Schichtdicke des wenig tragfähigen Bodens unterhalb des Bettungsbereiches B (s. Bild 9.4.4 und Bild B 9.4.2) (m).

## B 5 Bruch der Schraubenverbindung

(1) Die einwirkende kritische Normalkraft  $N_{D,k}$  (kurz vor dem Durchschlagen des Scheitels) wird von folgenden Parametern beeinflusst:

$$\frac{N_{D,k}}{k_{s,k} * r_1^2} = f \left( \frac{EI}{k_{s,k} * r_1^4} \right)$$

mit

$EI$  Biegesteifigkeit des gewellten Stahlblechs (MNm<sup>2</sup>/m),

$k_{s,k}$  charakteristischer Wert des Bettungsmoduls im Bettungsbereich B

$$k_{s,k} = 0,5 * \frac{E_{s,k}}{r_1} \text{ (MN/m}^3\text{)}$$

mit

$E_{s,k}$  charakteristischer Wert des Steifemoduls im Bettungsbereich B (s. Bild 9.4.4) (MN/m<sup>2</sup>),

$r_1$  Scheitelradius (m).

(2) Die einwirkende kritische Normalkraft ist gemäß Bild B 9.4.8 zu ermitteln.

## B 6 Bereich der Schrägschnitte

(1) Die Standsicherheit im Bereich der Schrägschnitte ist bei Einhaltung nachfolgender Gleichung gegeben. Es handelt sich hierbei um eine empirisch abgeleitete Gleichung, die nicht einheitenkonform ist. Die aufgeführten Kenngrößen sind ausschließlich in den dargestellten Einheiten zu verwenden.

$$\frac{M_{pl} * L_S + b * F_{pl} * \frac{r_1^3}{L_S}}{a * L_S * r_1^3} \geq 2,0$$

mit

$M_{pl}$  plastisches Moment des Querschnittes in Umfangsrichtung (Mpm/m),

$F_{pl}$  beim Plastifizieren in Bauwerkslängsrichtung aufnehmbare maximale Normalkraft des Querschnittes (Mp/m),

$a$  profilabhängiger Parameter (-),

$b$  profilabhängiger Parameter (-),

$r_1$  Scheitelradius (m),

$L_S$  größte Schrägschnitlänge (s. Bild B 9.4.3) (m).

$$L_S = \frac{(h-x) * m}{\sin \beta} + \frac{s}{2} \cdot \tan(|90^\circ - \beta|)$$

mit

$h$  Querschnittshöhe (m),

$s$  Spannweite des Querschnitts (m),

$x$  vertikale Schnittansatzhöhe (m),

$m$  Steigung der Böschung, senkrecht zur Achse der überführten Straße (-),

$\beta$  Bauwerksabschlusswinkel (°).

(2) Bei der Berechnung der Schrägschnitlänge ist ggf. auch ein Gefälle des Wellstahlbauwerks in Achsrichtung zu berücksichtigen.

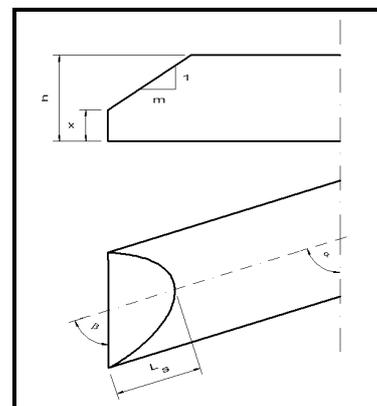
(3) Die Werte für  $M_{pl}$ ,  $F_{pl}$ ,  $a$  und  $b$  sind den Tabellen B 9.4.3 und B 9.4.4 zu entnehmen.

**Tabelle B 9.4.3:** Profilabhängige Parameter a und b

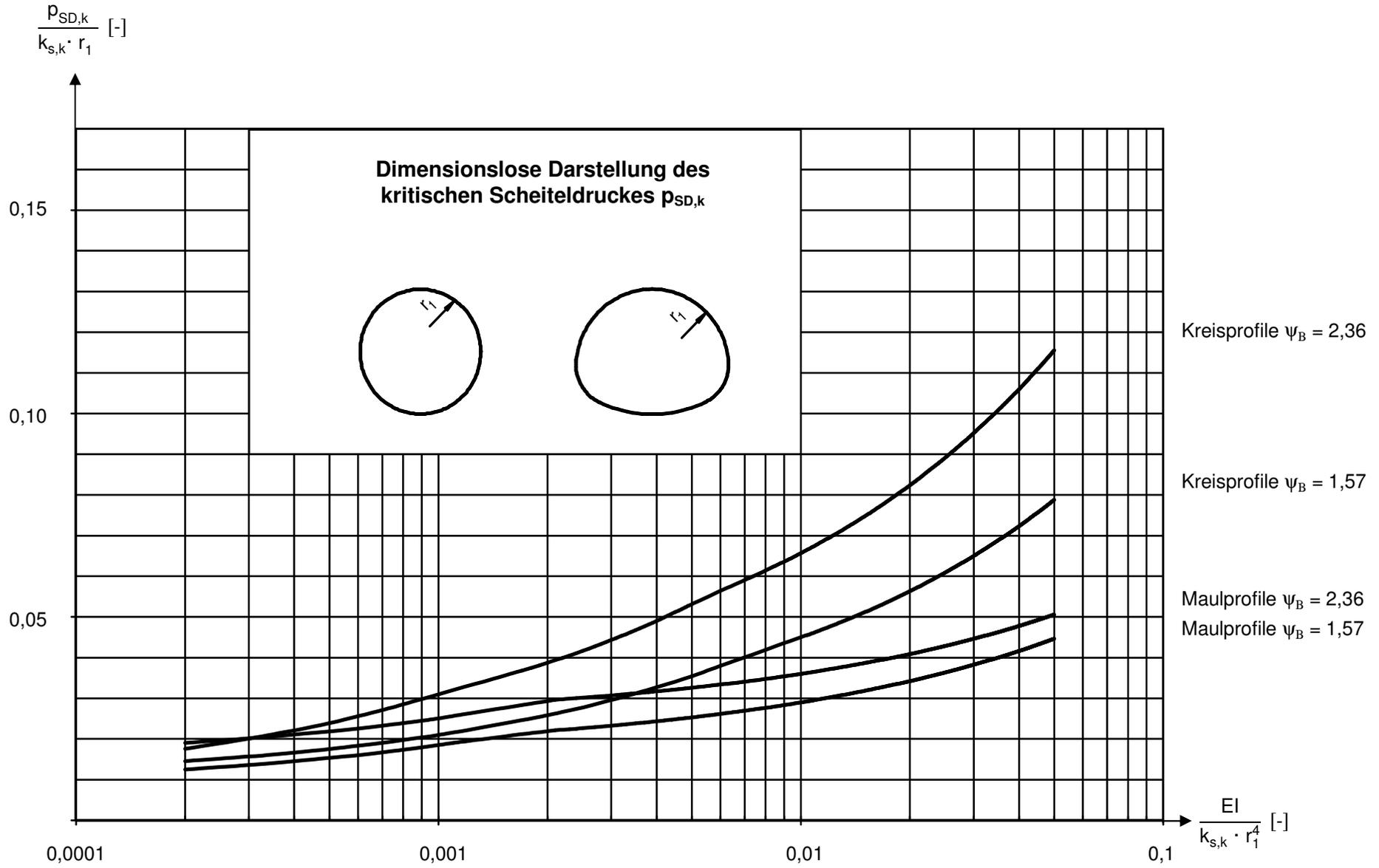
a	b	Querschnitte	für $K = 0,33$ $\gamma_{B,k} = 20 \text{ kN/m}^3$
0,0777	0,9	für Bogenprofile	
0,1257	1,53	für Maulprofile	
0,157	1,92	für Unterführungsprofile	
0,195	2,36	für Kreis- und Ellipsenprofile	

**Tabelle B 9.4.4:** Plastische Schnittgrößen  $M_{pl}$  und  $F_{pl}$  der Wellung 200 x 55 mm, S235

t (mm)	$M_{pl}$ (Mpm/m)	$F_{pl}$ (Mp/m)
2,00	0,92	0,57
3,00	1,36	1,28
4,00	1,80	2,28
5,00	2,22	3,56
6,00	2,64	5,13
7,00	3,06	6,98
8,00	3,47	9,12



**Bild B 9.4.3:** Geometrie am Schrägschnitt in Ansicht und Grundriss



**Bild B 9.4.4:** Kritischer Scheiteldruck für das Durchschlagen von Kreis- und Maulprofilen

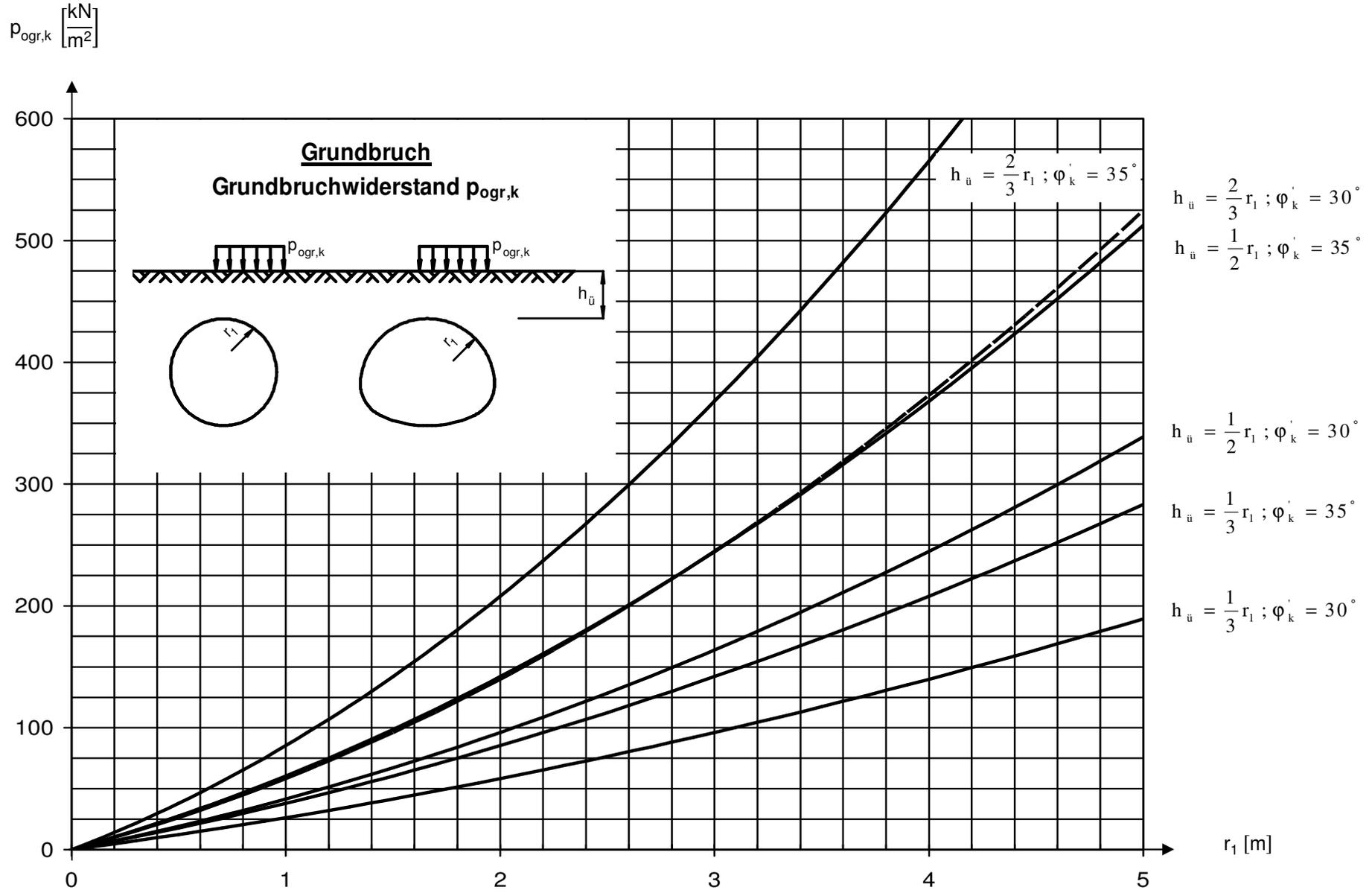


Bild B 9.4.5: Grundbruchwiderstand des Bodens im Scheitelbereich

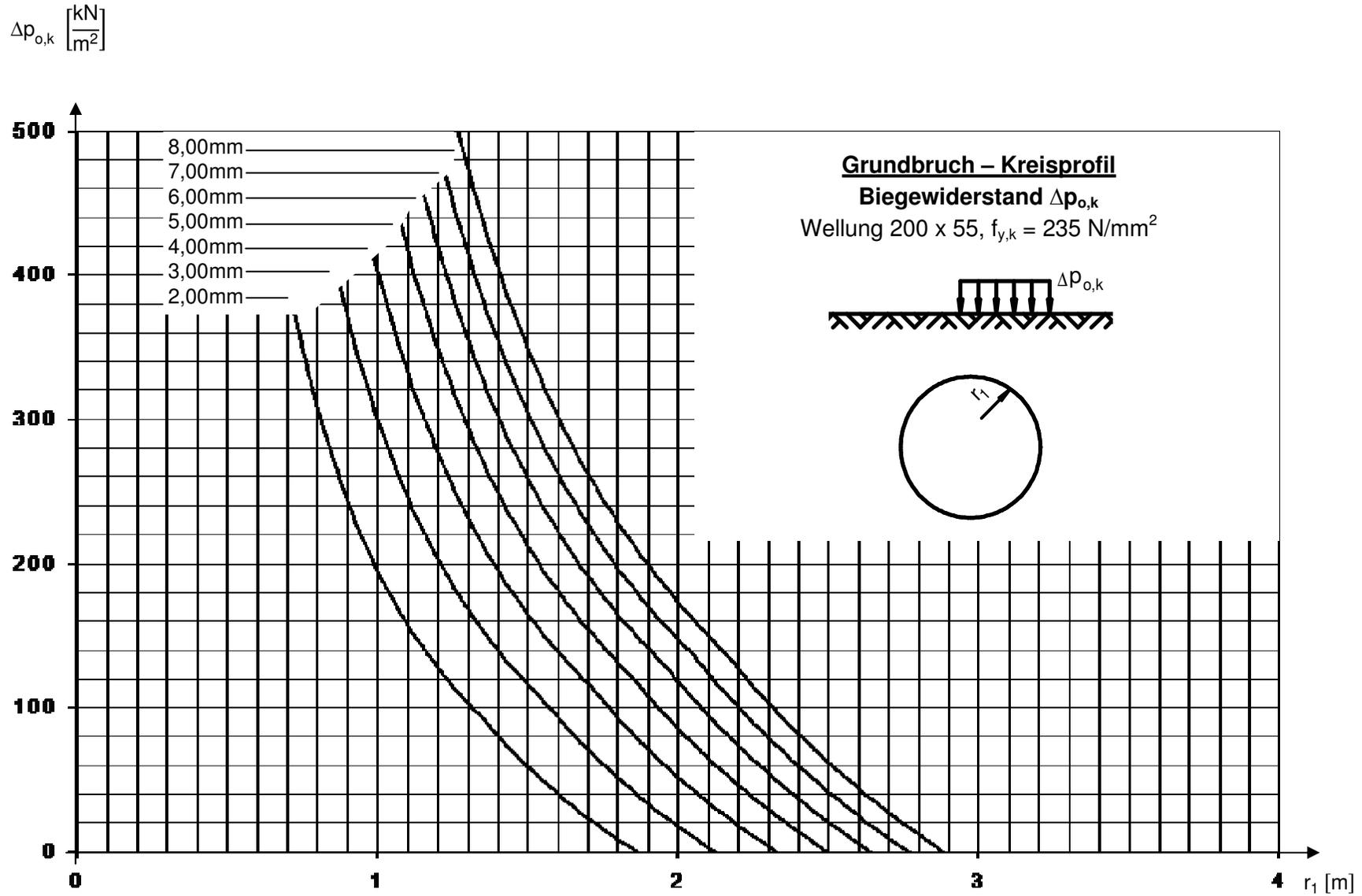


Bild B 9.4.6: Biege­wider­stand von Kreis­pro­filen

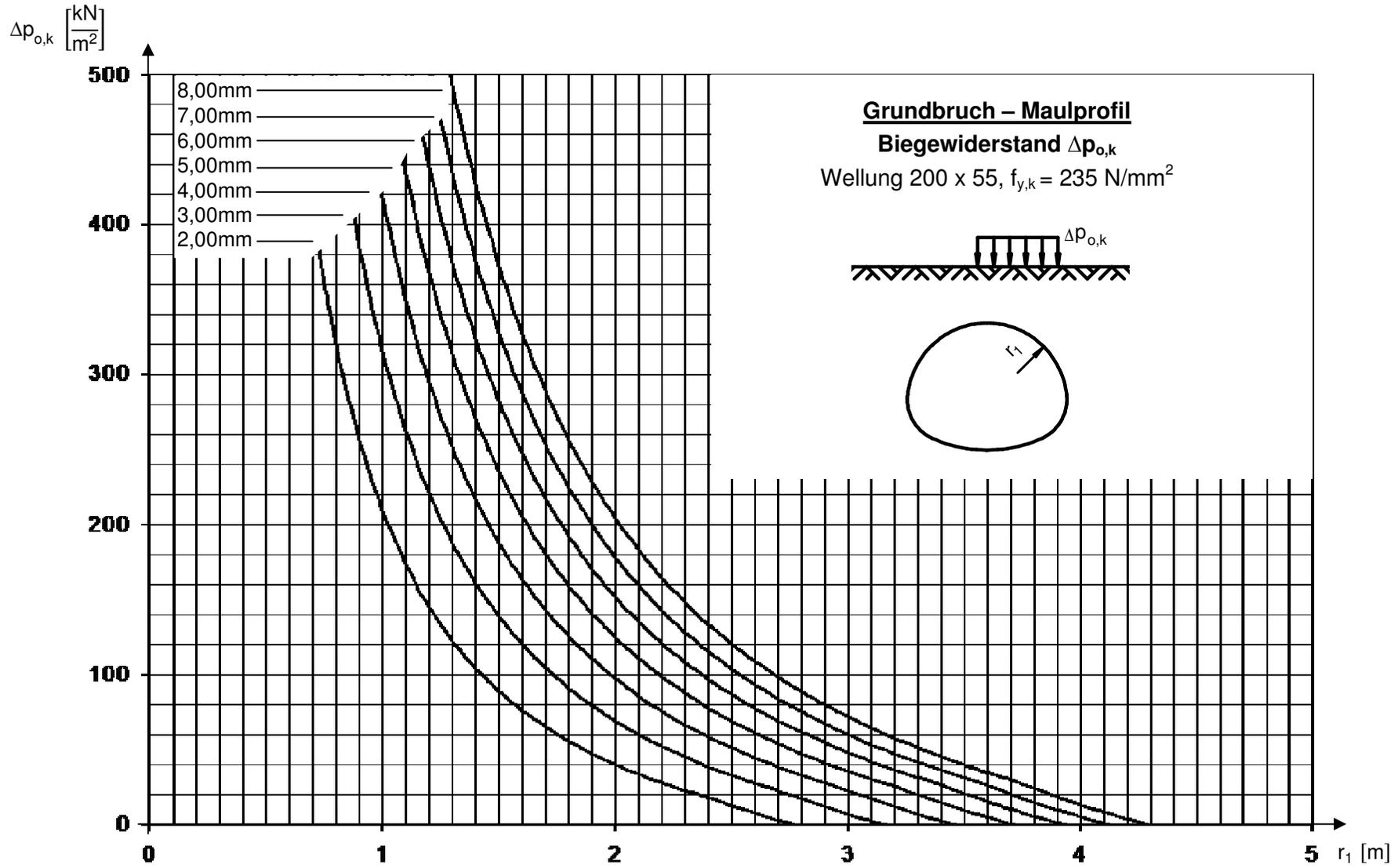
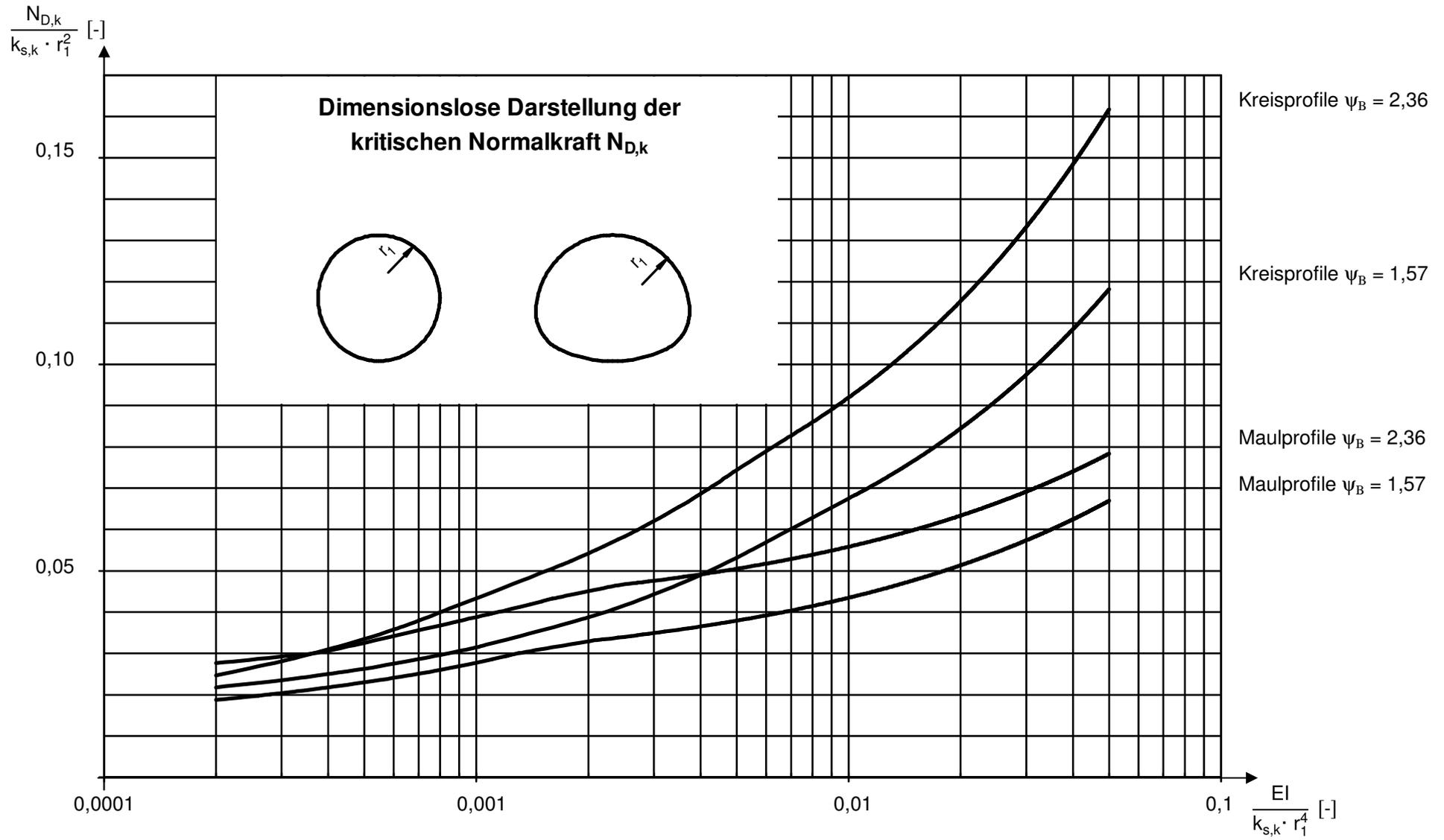


Bild B 9.4.7: Biegewiderstand von Maulprofilen



**Bild B 9.4.8:** Kritische Normalkraft für Kreis- und I-profile

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

# **ZTV-ING**

### **Teil 10 Anhang**

### **Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke**

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

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Normen .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Zusätzliche Technische Vertrags- bedingungen und Richtlinien .....</b>	<b>19</b>
<b>3 Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften ....</b>	<b>20</b>
<b>4 Sonstige Technische Regelwerke....</b>	<b>22</b>
<b>5 Bezugsquellen.....</b>	<b>25</b>

## 1 Normen <sup>1)</sup>

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 124	Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Baugrundsätze, Prüfungen, Kennzeichnung, Güteüberwachung	5-1, 8-5
DIN EN ISO 128-20	Technische Zeichnungen; Allgemeine Grundlagen der Darstellung – Teil 20: Linien Grundregeln	1-2
DIN ISO 128-24	Technische Zeichnungen – Allgemeine Grundlagen der Darstellung – Teil 24: Linien in Zeichnungen der mechanischen Technik	1-2
DIN EN 197-1	Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement	3-1, 3-4
DIN EN 197-4	Zement - Teil 4: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Hochofenzement mit niedriger Anfangsfestigkeit	3-1
DIN EN 206-1	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität	3-1, 5-1
DIN EN 287-1	Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißern – Teil 1: Stähle	4-1
DIN EN 295	Steinzeugrohre und Formstücke sowie Rohrverbindungen für Abwasserleitungen und –kanäle	5-1
DIN EN 445	Einspressmörtel für Spannglieder – Prüfverfahren	3-2
DIN EN 446	Einpressmörtel für Spannglieder – Einpressverfahren	3-2
DIN EN 447	Einpressmörtel für Spannglieder – Anforderungen für üblichen Einpressmörtel	3-2
DIN 459	Baustoffmaschinen – Mischer für Beton und Mörtel	4-3
DIN EN 462-3	Zerstörungsfreie Prüfung – Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen - Teil 3: Bildgüteklassen für Eisenwerkstoffe	4-1
DIN 488	Betonstahl	5-1, 5-3
DIN 488-1	Betonstahl - Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung	3-2, 4-2
DIN 488-3	Betonstahl – Teil 3: Betonstahl in Ringen, Bewehrungsdraht	3-2
DIN 488-6	Betonstahl - Teil 6 Übereinstimmungsnachweis	3-2
DIN ISO 565	Analysesiebe; Metalldrahtgewebe, Lochbleche und galvanische Lochbleche; Nennöffnungsweiten	3-4
DIN EN 573-3	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug – Teil 3: Chemische Zusammensetzung	8-4, 9-1
DIN EN 573-4	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug – Teil 4: Erzeugnisformen	5-4
DIN EN 755-2	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile - Teil 2: Mechanische Eigenschaften	8-4
DIN 824	Technische Zeichnungen; Faltung auf Ablageformat	1-2

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 877	Rohre und Formstücke aus Gusseisen, deren Verbindungen und Zubehör zur Entwässerung von Gebäuden – Anforderungen, Prüfverfahren und Qualitätssicherung	4-3
DIN EN ISO 898	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl	8-1, 9-1
DIN EN ISO 898-1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen - Regelgewinde und Feingewinde	9-4
DIN EN ISO 898-1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl - Teil 2: Muttern mit festgelegten Festigkeitsklassen - Regelgewinde und Feingewinde	9-4
DIN EN 934-2	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 2: Betonzusatzmittel; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung	3-1
DIN EN 934-4	Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Teil 4: Zusatzmittel für Einpressmörtel für Spannglieder; Definitionen und Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung	3-1
DIN EN 998-2	Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Teil 2: Mauermörtel; Deutsche Fassung EN 998-2	3-6
DIN EN 1015-3	Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk – Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel mit Ausbreittisch	3-4
DIN 1045-2	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität	3-1
DIN 1045-3	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670	3-2, 3-3, 8-6
DIN 1045-4	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen	3-1
DIN 1048-5	Prüfverfahren für Beton – Teil 5: Festbeton, gesondert hergestellte Probekörper	4-2, 5-1, 5-2
DIN 1054	Baugrund; Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1	2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 5-1, 5-2, 5-3, 6-2, 9-1, 9-4
DIN 1076	Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung	1-1, 1-2, 3-4, 3-5, 4-3, 5-1, 9-1
DIN EN 1090	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken	4-1, 6-1, 8-6
DIN EN 1090-1	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile	4-1, 8-4
DIN EN 1090-2	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken	1-2, 4-1, 4-2, 8-3, 8-4, 8-5, 9-1
DIN EN 1090-3	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken	1-2, 8-4, 9-1

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN 1123	Rohre und Formstücke aus längsnahtgeschweißtem, feuerverzinktem Stahlrohr mit Steckmuffe für Abwasserleitungen	5-1
DIN 1164-10	Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 10: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen Eigenschaften	3-1, 3-4
DIN 1164-11	Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 11: Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zement mit verkürztem Erstarren	3-1, 3-4
DIN V 1201	Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton für Abwasserleitungen und -kanäle - Typ 1 und Typ 2 - Anforderungen, Prüfung und Bewertung der Konformität	5-1
DIN 1229	Einheitsgewichte für Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen	5-1, 8-5
DIN EN 1253	Abläufe für Gebäude	8-5
DIN EN ISO 1302	Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation	9-2
DIN EN 1317-1	Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 1: Terminologie und all-gemeine Kriterien für Prüfverfahren	8-4
DIN EN 1317-2	Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen und Fahrzeugbrüstungen	8-4
DIN EN 1317-3	Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 3: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anpralldämpfer	8-4
DIN EN 1317-4	Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 4: Leistungsklassen, Abnahmekriterien und Anprallprüfungen für Übergangskonstruktionen von Schutzeinrichtungen	8-4
DIN EN 1317-5	Rückhaltesysteme an Straßen - Teil 5: Anforderungen an die Produkte, Konformitätsverfahren und -bewertung für Fahrzeurrückhaltesysteme	8-4
DIN EN 1337	Lager im Bauwesen	8-3
DIN EN 1337-1	Lager im Bauwesen – Teil 1: Allgemeine Regelungen	4-3, 8-3
DIN EN 1337-2	Lager im Bauwesen – Teil 2: Gleitteile	8-3
DIN EN 1337-3	Lager im Bauwesen – Teil 3: Elastomerlager	8-3
DIN EN 1337-5	Lager im Bauwesen – Teil 5: Topflager	8-3
DIN EN 1367-6	Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 6: Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel in der Gegenwart von Salz (NaCl)	3-1
DIN EN 1396	Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bandbeschichtete Bleche und Bänder für allgemeine Anwendungen - Spezifikationen	8-4
DIN EN 1401-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) - Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem	5-1

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 1418	Schweißpersonal - Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschweißen und von Einrichtern für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen	4-1
DIN EN 1427	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Erweichungspunktes – Ring- und Kugel-Verfahren	7-1, 7-2
DIN EN 1433	Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen - Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Beurteilung der Konformität	5-1
DIN EN 1435	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen	4-1
DIN 1451-4	Schriften; Serifenlose Linear-Antiqua; Schablonenschrift für Gravieren und andere Verfahren	8-3
DIN EN ISO 1461	Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen	2-4, 4-3, 8-4, 9-1
DIN EN 1504	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität	3-4
DIN EN 1504-2	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton	3-4
DIN EN 1504-5	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 5: Injektion von Betonbauteilen	3-5
DIN EN 1536	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle	2-1, 2-2
DIN EN 1537	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verpressanker	1-2, 2-1, 5-1
DIN EN 1538	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Schlitzwände	2-1, 2-4
DIN EN 1542	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Prüfverfahren – Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch	1-3, 3-4
DIN EN 1706	Aluminium und Aluminiumlegierungen – Gussstücke – Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften	5-4
DIN EN 1852-1	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen - Polypropylen (PP) - Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem	5-1
DIN 1910-3	Schweißen, Teil 3: Schweißen von Kunststoffen; Verfahren	3-3
DIN 1961	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen	1-1, 4-3, 7-5
DIN EN 1990	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung	1-2, 2-1, 2-2, 8-1, 8-3, 9-4
DIN EN 1991	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke	1-2, 2-2, 9-2
DIN EN 1991-1-1	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	9-1, 9-2, 9-4

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 1991-1-3	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten	6-1, 6-3, 9-1
DIN EN 1991-1-4	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten	6-3, 9-1, 9-2
DIN EN 1991-1-5	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen	9-2
DIN EN 1991-1-6	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der Bauausführung	9-4
DIN EN 1991-1-7	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen	9-2
DIN EN 1991-2	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken	1-2, 2-1, 2-2, 2-4, 4-1, 5-1, 5-2, 5-3, 8-3, 8-4, 9-2, 9-4
DIN EN 1992	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken	2-2
DIN EN 1992-1-1	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau	2-1, 3-2
DIN EN 1992-1-2	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall	2-1
DIN EN 1992-2	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln	1-2, 2-2, 2-4, 3-2, 5-1, 5-2, 5-3, 8-3, 8-4, 8-6, 9-2
DIN EN 1993	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten	2-2, 4-1
DIN EN 1993-1	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1 bis Teil 1-12	2-1
DIN EN 1993-1-1	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau	4-1, 6-1, 8-4
DIN EN 1993-1-5	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile	9-1
DIN EN 1993-1-8	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen	8-4
DIN EN 1993-1-9	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung	8-1, 9-1
DIN EN 1993-1-10	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung	9-1
DIN EN 1993-2	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 2: Stahlbrücken	2-4, 4-1, 8-1, 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6, 9-2
DIN EN 1993-5	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 5: Pfähle und Spundwände	2-1, 2-2
DIN EN 1994-2	Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton – Teil 2: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für Brücken	3-2, 4-2, 8-3 8-4

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 1995-1-1	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau	2-1
DIN EN 1995-1-2	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall;	2-1
DIN 1996-13	Prüfung von Asphalt; Eindringversuch mit ebenem Stempel	7-1
DIN EN 1997-1	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln	5-1, 5-2, 5-3, 6-1, 9-1
DIN EN 1997-1	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Ausgabe 2009-09	2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 9-4
DIN EN 1997-2	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds	2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 5-1, 5-2
DIN EN 1998	Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben	1-2
DIN EN 1999-1-1	Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	8-4, 9-1
DIN EN 1999-1-4	Eurocode 9 - Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-4: Kaltgeformte Profiltafeln	9-1
DIN EN ISO 2063	Thermisches Spritzen – Metallische und andere anorganische Schichten – Zink, Aluminium und ihre Legierungen	4-3
DIN EN ISO 2409	Lacke und Anstrichstoffe – Gitterschnittprüfung	4-3
DIN EN ISO 2431	Lacke und Anstrichstoffe – Bestimmung der Auslaufzeit mit Auslaufbechern	4-3
DIN EN ISO 2808	Beschichtungsstoffe – Bestimmung der Schichtdicke	4-3
DIN EN ISO 2813	Beschichtungsstoffe - Bestimmung des Reflektometerwertes von Beschichtungen (außer Metallic-Beschichtungen) unter 20°, 60° und 85°	5-1
DIN EN ISO 3098	Technische Produktdokumentation – Schriften	1-2
DIN EN ISO 3506	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nicht rostenden Stählen	3-6, 4-1, 5-1, 5-3, 8-4, 8-5, 8-6, 9-1, 9-2
DIN EN ISO 3506-1	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nicht rostenden Stählen – Teil 1: Schrauben	8-1
DIN EN ISO 3506-2	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nicht rostenden Stählen – Teil 2: Muttern	8-1
DIN EN ISO 3766	Zeichnungen für das Bauwesen – Vereinfachte Darstellung von Bewehrungen	1-2
DIN EN ISO 4017	Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf – Produktklassen A und B	8-3, 8-4
DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke; Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2	2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 5-1, 5-2, 6-1, 9-4
DIN 4023	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen	1-2
DIN 4030	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase	5-1, 5-2, 5-3, 5-5

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN 4030-1	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte	2-4
DIN EN ISO 4032	Sechskantmuttern, Typ 1 – Produktklassen A und B	8-4
DIN EN ISO 4063	Schweißen und verwandte Prozesse – Liste der Prozesse und Ordnungsnummern	4-2
SN EN ISO 4066	Zeichnungen für das Bauwesen – Stabliste	1-2
DIN 4084	Baugrund; Gelände- und Böschungsbruchberechnungen	2-1
DIN 4085	Baugrund; Berechnung des Erddrucks	2-1, 5-2
DIN 4093	Bemessung von verfestigten Bodenkörpern - Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren	2-1, 2-2
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen	5-1, 5-2
DIN 4102-12	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen; Anforderungen und Prüfungen	5-4
DIN 4107	Geotechnische Messungen	1-2
DIN 4113-1/A1	Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung; Berechnung und bauliche Durchbildung mit Änderung A1	5-4
DIN 4123	Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude	2-1, 2-2
DIN 4124	Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten	1-2, 2-1
E DIN 4126	Nachweis der Standsicherheit von Schlitzwänden; Ausgabe: 2004-08	5-3
DIN 4126	Nachweis der Standsicherheit von Schlitzwänden	2-1
DIN 4127	Erd- und Grundbau; Prüfverfahren für Stützflüssigkeiten im Schlitzwandbau und für deren Ausgangsstoffe	2-1
DIN 4141-13	Lager im Bauwesen – Teil 13: Führungslager und Festhalterkonstruktionen – Bemessung und Herstellung	8-3
DIN 4150-1	Erschütterungen im Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen	2-1
DIN 4150-2	Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	2-1
DIN 4150-3	Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen	2-1
DIN 4235	Verdichten von Beton durch Rütteln	5-1
DIN 4421	Traggerüste; Berechnung, Konstruktion und Ausführung	1-2
DIN EN ISO 4624	Beschichtungsstoffe – Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit	4-3
DIN EN ISO 5457	Technische Produktdokumentation – Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken	1-2
DIN EN ISO 5817	Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten	4-1, 9-1

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN ISO 4762	Zylinderschrauben mit Innensechskant	8-3
DIN 5401	Wälzlager – Kugeln für Wälzlager und allgemeinen Industriebedarf	7-2, 7-5
DIN ISO 6428	Technische Zeichnungen – Anforderungen für die Mikroverfilmung	1-2
DIN EN ISO 7090	Flache Scheiben mit Fase– Normale Reihe, Produktklasse A	8-4
DIN EN ISO 7200	Technische Produktdokumentation – Datenfelder in Schriftfeldern und Dokumentationsstammdaten	1-2
DIN 7865-1	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 1: Form und Maße	3-3
DIN 7865-2	Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton – Teil 2: Werkstoff-Anforderungen und Prüfung	3-3
DIN 8061	Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid - Allgemeine Qualitätsanforderungen	5-1
DIN 8062	Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U, PVC-HI); Maße	5-1
DIN 8074	Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Maße	5-1
DIN 8075	Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen	5-1
DIN 8077	Rohre aus Polypropylen (PP) - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT – Maße	5-1
DIN 8078	Rohre aus Polypropylen (PP) - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung	5-1
DIN EN ISO 8501-1	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen	4-3
DIN EN ISO 8502	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Prüfungen zum Beurteilen der Oberflächenreinheit	4-3
DIN EN ISO 8503-1	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen – Teil 1: Anforderungen und Begriffe für ISO-Rauheitsvergleichsmuster zur Beurteilung gestrahlter Oberflächen	4-3
DIN EN ISO 8503-2	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Rauheitskenngrößen von gestrahlten Stahloberflächen – Teil 2: Verfahren zur Prüfung der Rauheit von gestrahltem Stahl; Vergleichsmusterverfahren	4-3

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN ISO 8503-3	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 3: Vorbereitungsgrade von Schweißnähten, Kanten und anderen Flächen mit Oberflächenunregelmäßigkeiten	4-3
DIN EN ISO 9712	Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung	4-1
DIN EN 10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen	5-1, 8-1, 8-4, 8-5, 8-6
DIN EN 10025-1	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen	4-1, 9-4
DIN EN 10025-2	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle	4-1, 9-1, 9-4
DIN EN 10025-3	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle	4-1
DIN EN 10025-4	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 4: Technische Lieferbedingungen für thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle	4-1
DIN EN 10025-5	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 5: Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle	4-1
DIN EN ISO 10042	Schweißen – Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten	9-1
DIN EN 10088	Nichtrostende Stähle	4-3, 5-1, 5-3, 8-1, 8-2, 8-4, 8-5, 8-6
DIN EN 10088-1	Nichtrostende Stähle – Teil 1: Verzeichnis der nichtrostenden Stähle	3-6, 9-2
DIN EN 10088-2	Nichtrostende Stähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band für allgemeine Verwendung	3-6, 7-1, 9-2
DIN EN 10088-3	Nichtrostende Stähle – Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht und Profile für allgemeine Verwendung	3-6, 9-2
DIN EN 10204	Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen	3-4, 4-1, 4-3, 5-4, 8-1, 8-4, 9-1, 9-2, 9-4
DIN EN 10210	Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen	9-1
DIN EN 10219	Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen	4-1, 9-1
DIN EN 10220	Nahtlose und geschweißte Stahlrohre; Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse	8-4
DIN EN 10248-1	Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen	2-1, 2-2
DIN EN 10248-2	Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen – Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen	2-1, 2-2, 2-4

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN ISO 10684	Verbindungselemente - Feuerverzinkung	4-3, 8-4, 9-4
DIN EN ISO 11126	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen – Anforderungen an nichtmetallische Strahlmittel	7-4, 7-5
DIN EN ISO 11666	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Ultraschallprüfung – Zulässigkeitsgrenzen	4-1
DIN EN ISO 11998	Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Nassabriebbeständigkeit und der Reinigungsfähigkeit von Beschichtungen	5-1
DIN EN 12063	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Spundwandkonstruktionen	2-1, 2-2
DIN EN 12110	Tunnelbaumaschinen - Druckluftschleusen – Sicherheits-technische Anforderungen	5-3
DIN EN 12336	Tunnelbaumaschinen - Schildmaschinen, Pressbohrmaschinen, Schneckenbohrmaschinen, Geräte für die Errichtung der Tunnelauskleidung - Sicherheitstechnische Anforderungen	5-3
DIN EN 12350-7	Prüfung von Frischbeton – Teil 7: Luftgehalt - Druckverfahren	5-1
DIN EN 12385-4	Drahtseile aus Stahldraht - Sicherheit - Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke	8-4
DIN EN 12390-2	Prüfung von Festbeton – Teil 2: Herstellung und Lagerung von Probekörpern für Festigkeitsprüfungen	5-1
DIN CEN/TS 12390-9	Prüfung von Festbeton – Teil 9: Frost- und Frost-Tausalz-widerstand - Abwitterung	3-1
DIN EN 12487	Korrosionsschutz von Metallen - Gespülte und no-rinse Chromatierüberzüge auf Aluminium und Aluminiumlegierungen	8-4
DIN EN 12591	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an Straßenbaubitumen	7-4
DIN EN 12593	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Brechpunktes nach Fraaß	7-1, 7-2
DIN EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton	3-1, 3-4
DIN EN 12699	Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) – Verdrängungspfähle	2-2
DIN EN 12715	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Injektionen	2-2
DIN EN 12716	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Düsenstrahlverfahren (Hochdruckinjektion, Hochdruckbodenvermörtelung, Jetting)	2-2
DIN EN 12794	Betonfertigteile – Gründungspfähle	2-2
DIN EN 12811-1	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Teil 1: Arbeitsgerüste –Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung	4-1
DIN EN 12811-1	Temporäre Konstruktionen für Bauwerke – Teil 2: Informationen zu den Werkstoffen	4-1

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 12812	Traggerüste – Anforderungen, Bemessung und Entwurf; Deutsche Fassung EN 12812:2008	1-2, 5-1, 6-1
DIN EN ISO 12944	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme	4-3
DIN EN ISO 12944-2	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen	4-3
DIN EN ISO 12944-3	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung	4-1, 8-4
DIN EN ISO 12944-4	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung	3-4, 7-1, 7-2, 7-4, 7-5
DIN EN ISO 12944-5	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 5: Beschichtungssysteme	4-3
DIN EN ISO 12944-6	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen	8-4
DIN EN ISO 12944-7	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten	4-3
DIN EN 13055-1	Leichtzuschläge – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel	3-1
DIN 13201-1	Straßenbeleuchtung – Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen	9-2
DIN EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für den Ingenieur- und Straßenbau	2-4
DIN EN 13479	Schweißzusätze - Allgemeine Produktnorm für Zusätze und Pulver zum Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen	4-1
DIN EN 13501-1	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten	5-1
DIN EN 13670	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung	3-2, 3-3, 8-6
DIN EN 13782	Fliegende Bauten – Zelte – Sicherheit	6-3
DIN EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze	9-2
DIN EN ISO 13918	Schweißen – Bolzen und Keramikringe für das Lichtbogenbolzenschweißen	4-2
DIN EN 14199	Ausführungen von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)	2-1, 2-2
DIN EN 14475	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bewehrte Schüttkörper	2-4
DIN EN 14487-1	Spritzbeton	3-4

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN EN 14487-1	Spritzbeton - Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität	2-1, 5-1
DIN EN 14487-2	Spritzbeton - Teil 2: Ausführung	2-1, 5-1
DIN EN 14490	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bodenvernagelung	2-1
DIN EN 14532-1	Schweißzusätze - Prüfverfahren und Qualitätsanforderungen – Teil 1: Grundprüfungen und Konformitätsbewertung von Schweißzusätzen für Stahl,	4-1
DIN EN ISO 14555	Schweißen - Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen	4-2
DIN EN ISO 14713-1	Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit	4-3
DIN EN ISO 14713-2	Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 2: Feuerverzinken	8-4
DIN EN ISO 14731	Schweißaufsicht - Aufgaben und Verantwortung	2-2, 4-1
DIN EN 14889-2	Fasern für Beton – Teil 2: Polymerfasern – Begriffe, Festlegungen und Konformität	5-1
DIN EN ISO 15613	Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe - Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung	4-1
DIN EN ISO 15614-1	Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe - Schweißverfahrensprüfung – Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen	4-1
DIN EN ISO 16276-1	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Beurteilung der Adhäsion / Kohäsion (Haftfestigkeit) einer Beschichtung und Kriterien für deren Annahme – Teil 1: Abreißversuch	4-3
DIN EN ISO 16276-2	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Beurteilung der Adhäsion / Kohäsion (Haftfestigkeit) einer Beschichtung und Kriterien für deren Annahme – Teil 2: Gitterschnitt- und Querschnittprüfung	4-3
DIN 16868-1	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) – Teil 1: Gewickelt, gefüllt; Maße	8-5
DIN 16868-2	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) – Teil 2: Gewickelt, gefüllt; Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung	8-5
DIN 16869-1	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt – Teil 1: Maße	8-5
DIN 16869-2	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt – Teil 2: Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung	8-5
DIN 17611	Anodisch oxidierte Erzeugnisse aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen – Technische Lieferbedingungen	5-4, 8-4
DIN EN ISO 17640	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Ultraschallprüfung – Techniken, Prüfklassen und Bewertung	4-1

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
DIN EN ISO 17660	Schweißen – Schweißen von Betonstahl	8-1
DIN V 18004	Anwendungen von Bauprodukten in Bauwerken – Prüfverfahren für Gesteinskörnungen nach DIN V 20000-103 und DIN V 20000-104	3-1
DIN V 18026	Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2	3-4
DIN V 18028	Rissfüllstoffe nach DIN EN 1504-5 mit besonderen Eigenschaften	3-5
DIN 18134	Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte – Plattendruckversuch	9-4
DIN SPEC 18140	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle	2-1, 2-2
DIN 18165-1	Faserdämmstoffe für das Bauwesen – Teil 1: Dämmstoffe für die Wärmedämmung	5-2
DIN 18197	Abdichten von fugen in Beton mit Fugenbändern	3-3
DIN 18196	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke	9-4
DIN 18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte; Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten	1-1, 7-4
DIN 18218	Frischbetondruck auf lotrechten Schalungen	5-1
DIN 18299	VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen	1-1
DIN 18312	VOB Vergabe – und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Untertagebauarbeiten	5-1, 5-3
DIN 18335	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Stahlbauarbeiten	4-1
DIN SPEC 18537	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1537:2001-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verpressanker	2-1, 2-2
DIN SPEC 18539	Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)	2-1, 2-2
DIN 18551	Spritzbeton – Anforderungen, Herstellung, Bemessung und Konformität:2005-01	5-1
DIN 18551	Spritzbeton - Nationale Anwendungsregeln zur Reihe DIN EN 14487 und Regeln für die Bemessung von Spritzbetonkonstruktionen	2-1, 3-4
DIN 18555	Prüfung von Mörteln mit mineralischen Bindemitteln	3-4
DIN V 18580	Mauermörtel mit besonderen Eigenschaften	3-6
DIN 19052-1	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 1: Mikrofilm 35 mm, Maße	1-2
DIN 19052-2	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 2: Mikrofilm 35 mm, Aufnahmetechnik	1-2

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN 19052-3	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 3: Mikrofilm 35 mm, Verkleinerungs- und Vergrößerungsfaktoren	1-2
DIN 19052-4	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung – Teil 4: Aufnahme in Teilen auf Mikrofilm 35 mm	1-2
DIN 19052-6	Mikrofilmtechnik, Zeichnungsverfilmung - Teil 6: Mikrofilm 35 mm, Mindestanforderungen an Vergrößerungen	1-2
DIN 19053	Mikrofilmkarte für Film 35 mm	1-2
DIN 19522	Gusseiserne Abflussrohre und Formstücke ohne Muffe (SML)	5-1, 8-5
DIN 19537	Rohre, Formstücke und Schächte aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für Abwasserkanäle und -leitungen; Fertigschächte; Maße, Technische Lieferbedingungen	5-1
DIN 19580	Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen – Dauerhaftigkeit, Einheitsgewicht und Bewertung der Konformität	5-1
DIN 19704-1	Stahlwasserbauten – Teil 1: Berechnungsgrundlagen	9-2
DIN V 20000-104	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 104: Leichte Gesteinskörnungen nach DIN EN 13055-1	3-4
DIN V 20000-412	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 412: Regeln für die Verwendung von Mauermörtel nach DIN EN 998-2	3-6
DIN 21521-1	Gebirgsanker für den Bergbau und den Tunnelbau; Begriffe	5-1
DIN 21521-2	Gebirgsanker für den Bergbau und den Tunnelbau: Allgemeine Anforderungen für Gebirgsanker aus Stahl; Prüfungen, Prüfverfahren	5-1
DIN 21530	Ausbau für den Bergbau	5-1
DIN EN 22063	Metallische und andere anorganische Schichten – Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen	4-3, 9-1
DIN EN ISO 23279	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Ultraschallprüfung – Charakterisierung von Anzeigen in Schweißnähten	4-1
DIN 24537	Roste als Bodenbelag	9-1, 9-2
DIN EN ISO 24624	Lacke und Anstrichstoffe; Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfähigkeit	7-4, 7-5
DIN 30673-3	Umhüllung von Rohren aus duktilem Gusseisen – Teil 3: Zink-Überzug mit Deckbeschichtung	4-3
DIN 32539	Flammstrahlen von Stahl- und Betonoberflächen	3-4, 4-3
DIN 40050	Straßenfahrzeuge: IP-Schutzarten; Schutz gegen Fremdkörper, Wasser und Berühren; Elektrische Ausrüstung	5-4
DIN 43534	Blei-Akkumulatoren; Wartungsfreie verschlossene Akkumulatoren mit Gitterplatten und festgelegtem Elektrolyt; Kapazitäten, Spannungen, Hauptmaße, konstruktive Merkmale, Anforderungen	9-2
DIN 50933	Messung von Schichtdicken; Messung der Dicke von Schichten durch Differenzmessung mit einem Taster	3-4
DIN 50939	Korrosionsschutz – Chromatieren von Aluminium - Verfahrensgrundsätze und Prüfverfahren	4-3, 5-4

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Norm	Titel	Teil-Abschnitt
DIN 50982-3	Messung von Schichtdicken; Allgemeine Arbeitsgrundlagen; Auswahl der Verfahren und Durchführung der Messung	7-4, 7-5
DIN 50986	Messung von Schichtdicken; Keilschnitt-Verfahren zur Messung der Dicke von Anstrichen und ähnlichen Schichten	3-4, 4-3
DIN 51043	Trass; Anforderungen, Prüfung	3-1
DIN 51220	Werkstoffprüfmaschinen – Allgemeines zu Anforderungen an Werkstoffprüfmaschinen und zu deren Prüfung und Kalibrierung	1-3
DIN 52133	Polymerbitumen-Schweißbahnen – Begriffe, Bezeichnungen, Anforderungen	7-1
DIN 52143	Glasvlies-Bitumendachbahnen; Begriffe, Bezeichnungen, Anforderungen	7-1, 7-2
DIN 52170	Bestimmung der Zusammensetzung von erhärtetem Beton	3-4
DIN 55634	Beschichtungsstoffe und Überzüge - Korrosionsschutz von tragenden dünnwandigen Bauteilen aus Stahl	4-3
DIN EN 60204-1	VDE 0113-1; Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1 modifiziert)	9-2
DIN EN 60529	VDE 0470-1; Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529 + A1)	9-2
DIN EN 60695-2-11	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht; Prüfungen mit dem Glühdraht zur Endzündbarkeit von Enderzeugnissen (IEC 60695-2-11)	5-4
DIN EN 60695-11-10/A1	VDE 0471-11-10, Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüfflammen – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal (IEC 60695-11-10 + A1)	5-4
DIN EN 60695-11-20/A1	VDE 0471-11-20, Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-20: Prüfflammen – Prüfverfahren mit einer 500-W-Prüfflamme (IEC 60695-11-20 + A1)	5-4
DIN EN 60848	GRAFSET – Spezifikationssprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung (IEC 60848)	9-2
DIN EN 60896-11	Ortsfeste Blei-Akkumulatoren – Teil 11: Geschlossene Batterien; Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (IEC 60896-11)	9-2
DIN EN 62061	VDE 0113-50; Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061)	9-2
DIN 67524-2	Beleuchtung von Straßentunnels und Unterführungen - Teil 2: Berechnung und Messung	5-4
DIN VDE 0100-510	VDE 0100.510; Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen (IEC 60364-5-51 modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-51	9-2
EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau	2-4
prEN 14490	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bodenvernagelung	2-1

<b>Norm</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
ISO 3231	Lacke und Anstrichstoffe; Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchte, Schwefeldioxid enthaltende Atmosphären	8-4
ISO 5049-1	Fahrbare Stetigförderer für Schüttgut – Teil 1: Regeln für die Berechnung der Tragwerke	9-2
ISO 8501-1	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungstoffen; Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit – Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach gänzlichem Entfernen vorhandener Beschichtungen	7-5
ISO 9969	Rohre aus Thermoplasten; Bestimmung der Ringsteifigkeit	5-1

## 2 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
ZTV Asphalt-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt <sup>4)</sup>	7-1, 7-2, 7-4, 7-5, 8-1, 8-2
ZTV-Lsw	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen <sup>3), 4)</sup>	9-3
	Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Bohrpfahlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden an Straßen (Ergänzungen zu den ZTV-Lsw) <sup>4)</sup>	9-3
ZTV-W (LB 218)	Zusätzliche Technische Vorschriften – Wasserbau für Korrosionsschutz im Stahlwasserbau <sup>17)</sup>	2-4, 4-3
ZTV-SA	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten von Arbeitsstellen an Straßen <sup>3), 4)</sup>	6-1, 9-1
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau <sup>4)</sup>	2-1, 2-2, 2-4, 5-3, 5-5, 9-4
ZTV-BEL-B 3	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton – Teil 3: Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff <sup>4)</sup>	7-3
ZTV Fug-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugen in Verkehrsflächen <sup>4)</sup>	7-1, 7-2, 7-4
ZTV-SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau <sup>4)</sup>	5-1, 5-2
ZTV Beton-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton <sup>4)</sup>	7-2
ZTV-FRS	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme <sup>4)</sup>	8-4

### 3 Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
TL AGS-Beton	Technische Lieferbedingungen für Anti-Graffiti-Systeme auf Beton <sup>22)</sup>	3-4
TP AGS-Beton	Technische Prüfvorschriften für Anti-Graffiti-Systeme auf Beton <sup>22)</sup>	3-4
TL BE-PCC	Technische Lieferbedingungen für Betonersatzsysteme aus Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz (PCC) <sup>3)</sup>	3-4
TL BE-SPCC	Technische Lieferbedingungen für im Spritzverfahren aufzubringende Betonersatzsysteme aus Zementmörtel/Beton mit Kunststoffzusatz (SPCC) <sup>3)</sup>	3-4
TL BE-PC	Technische Lieferbedingungen für Betonersatzsysteme aus Reaktionsharz-mörtel/Reaktionsharzbeton (PC) <sup>3)</sup>	3-4
TL/TP DP	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Dichtungsprofile <sup>22)</sup>	5-3
TL/TP KDB	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Kunststoffdichtungsbahnen und zugehörige Profilbänder <sup>22)</sup>	5-5
TL/TP SD	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Schutz- und Dränschichten aus Geokunststoffen <sup>22)</sup>	5-5
TL BEL-B-1	Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton nach ZTV-BEL-B Teil 1 <sup>4)</sup>	7-1
TP BEL-B-1	Technische Prüfvorschriften für Brückenbeläge auf Beton mit Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn nach den ZTV-BEL-B Teil 1 <sup>4)</sup>	7-1, 8-2
TL BEL-B 2	Technische Lieferbedingungen für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton <sup>4)</sup>	7-2
TP BEL-B 2	Technische Prüfvorschriften für die Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton <sup>4)</sup>	7-2
TL BEL-EP	Technische Lieferbedingungen für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton <sup>4)</sup>	7-1, 7-2, 8-2
TP BEL-EP	Technische Prüfvorschriften für Reaktionsharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton <sup>4)</sup>	7-1, 7-2
TL BEL-ST	Technische Lieferbedingungen für Baustoffe der Dichtungssysteme für Brückenbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	4-3, 7-4
TP BEL-ST	Technische Prüfvorschriften für die Prüfung der Dichtungssysteme für Brückenbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	7-4
TL RHD-ST	Technische Lieferbedingungen für die Baustoffe der reaktionsharzgebundenen Dünnbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	4-3, 7-5

**ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke**

<b>Regelwerk</b>	<b>Titel</b>	<b>Teil-Abschnitt</b>
TP RHD-ST	Technische Prüfvorschriften für die Prüfung der reaktionsharzgebundenen Dünnbeläge auf Stahl <sup>4)</sup>	7-5
TL/TP FÜ	Technische Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise und Fingerübergänge mit Entwässerung von Straßen- und Wegbrücken <sup>22)</sup>	8-1
TL BEL-FÜ	Technische Lieferbedingungen für die Baustoffe zur Herstellung von Fahrbahnübergängen aus Asphalt <sup>4)</sup>	8-2
TP BEL-FÜ	Technische Prüfvorschriften für Fahrbahnübergänge aus Asphalt <sup>4)</sup>	8-2
TL/TP-KOR-Stahlbauten	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Beschichtungsmaterialien für den Korrosionsschutz von Stahlbauten <sup>3)</sup>	4-3
TL/TP-KOR-Seile	Technische Liefer- und Prüfbedingungen für Beschichtungs-, Dicht- und Injizierstoffe für den Korrosionsschutz von Seilen und Kabeln (in Vorbereitung) <sup>3)</sup>	4-3
TL Fug-StB	Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen <sup>4)</sup>	7-1, 7-2, 7-4
TL Min-StB	Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau <sup>4)</sup>	7-1, 7-5, 8-2
TL Gestein-StB	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau <sup>4)</sup>	7-2, 7-4
TL Geok E-StB	Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaues <sup>4)</sup>	2-4
TL NBM-StB	Technische Lieferbedingungen für flüssige Beton-Nachbehandlungsmittel <sup>4)</sup>	3-2
TL PmB	Technische Lieferbedingungen für gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen	7-4
TL G Asphalt-StB	Technische Lieferbedingungen für Asphalt im Straßenbau – Teil: Güteüberwachung <sup>4)</sup>	7-4
TLP FRS	Technische Liefer- und Prüfbedingungen für Fahrzeugrückhaltesysteme <sup>4)</sup>	8-4
TL 918 300	Technische Lieferbedingungen Anstrich und ähnliches Beschichtungsmaterial vorwiegend für Stahlbauten (nicht mehr verfügbar)	4-3
RG Min-StB	Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau <sup>4)</sup>	7-1, 7-5

## 4 Sonstige Technische Regelwerke

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
DIN-Fachbericht 28	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen – Prüfung von Oberflächen auf visuell nicht feststellbare Verunreinigungen vor dem Beschichten <sup>1)</sup>	4-3
DIN-Fachbericht 100	DIN-Fachbericht „Beton“ <sup>1)</sup>	1-2, 2-1, 2-2, 2-4, 3-1, 3-4, 5-1, 5-2, 8-6, 9-2
RABT	Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln <sup>4)</sup>	5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 9-2
RE-ING	Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauten (in Bearbeitung) <sup>22)</sup>	9-4
RPS	Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme <sup>4)</sup>	8-4, 9-1
RAA	Richtlinien für die Anlage von Autobahnen <sup>4)</sup>	8-4, 9-1
RAL	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen <sup>4)</sup>	8-4, 9-1
RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen <sup>4)</sup>	8-4, 9-1
RStO	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen <sup>4)</sup>	3-1, 5-1, 5-2, 7-1, 7-2
RAS Q	Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Querschnitte <sup>4)</sup>	8-4
RAS L	Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil: Linienführung <sup>4)</sup>	8-4
RI-BWD-TU	Richtlinie für Bergwasserdränagesysteme von Straßentunneln <sup>22)</sup>	5-1, 5-2
RI-EBW-PRÜF	Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 <sup>22)</sup>	3-4
RI-ERH-KOR	Richtlinien für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten <sup>22)</sup>	4-3
RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßen; Teil Entwässerung <sup>4)</sup>	8-5
RI-EDV-AP	Richtlinien für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise <sup>7)</sup>	1-2
RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten <sup>4)</sup>	5-1, 5-2
RiZ-ING	Richtzeichnungen für Ingenieurbauten <sup>22)</sup>	7-1, 7-2, 8-1, 8-3, 8-4, 8-5, 9-2
ASB-ING	Anweisung Straßeninformationsbank – Teilsystem Bauwerksdaten <sup>22)</sup>	5-1
RBA-BRÜ	Richtlinie für die bauliche Durchbildung und Ausstattung von Brücken zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung <sup>3)</sup>	9-2
	Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke <sup>4)</sup>	2-1, 2-2, 2-4
	Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton <sup>4)</sup>	3-1
EAB	Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ <sup>21)</sup>	2-1, 2-2, 2-4, 5-2
DWA-A 138	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser <sup>20)</sup>	2-3

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
EA-Pfähle	Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ <sup>21)</sup>	2-2
EBGEO	Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen <sup>21)</sup>	2-4
	Merkblatt „Besondere Eigenschaften zur Prüfung von Frischbeton“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein e.V. (DBV) <sup>23)</sup>	5-1
	Merkblatt Sichtbeton des Deutschen Beton- und Bautechnikverein E.V.	3-1
	Merkblatt "Stahlfaserbeton" des Deutschen Beton- und Bautechnikvereins (DBV) <sup>23)</sup>	5-1
	Empfehlungen zu Schutzmaßnahmen bei Tunnelvortrieben in asbestbelastetem Gestein; Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V. (DAUB) <sup>24)</sup>	5-1
MES 93	Merkblatt zur Entnahme repräsentativer Strahlschuttproben <sup>16)</sup>	4-3
M-Geok E	Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues <sup>4)</sup>	2-4
	DAfStb-Richtlinie: Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton <sup>9)</sup>	3-1
	DAfStb-Richtlinie: Massige Bauteile aus Beton <sup>9)</sup>	3-1
	DAfStb-Richtlinie: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen <sup>9)</sup>	9-2
	Richtlinie zur Überwachung des Herstellers und Einpressens von Zementmörtel in Spannkanäle: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) <sup>10)</sup>	3-2
Heft 422	Prüfung von Beton, Empfehlung und Hinweise als Ergänzung zu DIN 1048, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton <sup>9)</sup>	3-1
	Zusammenstellung der Grundbegriffe der Felsmechanik und der Ingenieurgeologie, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) <sup>5)</sup>	5-1
	Empfehlungen zur Berechnung von Tunneln im Lockergestein der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) <sup>5)</sup>	5-3
Heft 466	Grundlagen und Bemessungshilfen für die Ribbreitenbeschränkung im Stahlbeton und Spannbeton sowie Kommentare, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton <sup>9)</sup>	5-2
	Gründruck Richtlinie „Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauwerke“; Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) <sup>26)</sup>	5-1
EAG-EDT	Empfehlungen zu Dichtungssystemen im Tunnelbau der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT) <sup>5)</sup>	5-5
DAST-Ri 006	Richtlinien für das Überschweißen von Fertigungsbeschichtungen im Stahlbau <sup>6)</sup>	4-3
DAST-Ri 007	Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle; Deutscher Ausschuss für Stahlbau <sup>6)</sup>	4-1
MFB	BAW-Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ <sup>11)</sup>	3-1
DAST-Ri 012	Beulsicherheitsnachweis für Platten; Deutscher Ausschuss für Stahlbau <sup>6)</sup>	9-1

## ZTV-ING - Teil 10 Anhang - Abschnitt 1 Normen und sonstige Technische Regelwerke

Regelwerk	Titel	Teil-Abschnitt
DASSt-Ri 022	Feuerverzinken von tragenden Stahlkonstruktionen <sup>6)</sup>	4-1, 9-1
Ril 804	Richtlinie 804 - Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauewerke) planen, bauen und instand halten <sup>15)</sup>	3-2
DV 807	Technische Vorschrift für den Schutz von Stahlbauwerken (RoSt) (nicht mehr verfügbar)	4-3
DBS 918 002-02	Technische Lieferbedingungen: Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen für den Eisenbahnbrückenbau <sup>2)</sup>	4-1, 8-3
SEP 1390	Stahl-Eisen-Prüfblatt 1390 Aufschweißbiegeversuch <sup>13)</sup>	4-1
	Merkblatt für die Wasserhaltungen bei Baugruben <sup>5)</sup>	2-3
	Merkblatt über Stützkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen und Gabionen <sup>4)</sup>	2-4
	Merkblatt für Raumgitterkonstruktionen <sup>4)</sup>	2-4
	Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau <sup>4)</sup>	2-2
M-SASE	Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern <sup>4)</sup>	2-4
DVS 2212-3	Prüfung von Kunststoffschweißern - Prüfgruppe III - Bahnen im Erd- und Wasserbau <sup>14)</sup>	5-5
DVS 2225-5	Schweißen von Dichtungsbahnen aus thermoplastischen Kunststoffen im Tunnelbau <sup>14)</sup>	5-5
	Verbände-Richtlinie Korrosionsschutz von Stahlbauten; Duplexsysteme; Feuerverzinkung plus Beschichtung; Auswahl, Ausführung, Anwendung <sup>19)</sup>	4-3
M SNAR	Merkblatt für Schichtenverbund, Nähte, Anschlüsse und Randausbildung von Verkehrsflächen aus Asphalt <sup>4)</sup>	7-1, 7-2
	RILEM Recommendation „CDF-Test-Prüfverfahren des Frost-Tau-Widerstand von Beton – Prüfung mit Taumittel-Lösung (CDF)“; Betonwerk und Fertigerteiltechnik, Heft 3, 1997, S. 100 – 105	3-2
GSB AL 631	Internationale Qualitätsrichtlinien für die Beschichtung von Bauteilen aus Aluminium <sup>25)</sup>	8-4
STANAG 2021	NATO-Standardisierungsübereinkommen Nr. 2021 „Klassifizierung von Brücken, Fähren, Flößen und Fahrzeugen“ (Originaltitel: NATO Standardization Agreement (STANAG) Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles)	9-4

## 5 Bezugsquellen

- 1) Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin
- 2) DB Systemtechnik, Normenmanagement, Ruschestr. 104, 10365 Berlin
- 3) Verkehrsblatt-Verlag, Schleefstraße 14, 44287 Dortmund
- 4) FGSV Verlag GmbH, Wesseling Str. 17, 50999 Köln
- 5) Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Gutenbergstr. 43, 45128 Essen
- 6) Stahlbau-Verlagsgesellschaft mbH, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
- 7) Bundesvereinigung der Prüfeningenieure für Baustatik, Jungfernstieg 42, 20354 Hamburg
- 8) Lammerich-Design und Typo-Druck, Irmtrudisstraße 1B, 53111 Bonn
- 9) Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin
- 10) Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Kolonnenstr. 30 L, 10829 Berlin
- 11) Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Kußmaulstr. 17, 76187 Karlsruhe oder [www.baw.de](http://www.baw.de)
- 12) Gütegemeinschaft für Stückbeschichtung von Bauteilen e.V. (GSB), Franziskanergasse 6, 73525 Schwäbisch Gmünd
- 13) Verlag Stahleisen, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
- 14) Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren, DVS-Verlag GmbH, Postfach 10 19 65, 40010 Düsseldorf
- 15) Deutsche Bahn AG, TZF 62, Richelstraße 3, 80634 München
- 16) Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bürgermeister Smidt-Str. 74, 27568 Bremerhaven
- 17) Drucksachenstelle der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Am Waterlooplatz 5, 30169 Hannover
- 18) Bundesanstalt für Straßenwesen, Postfach 10 01 50, 51401 Bergisch Gladbach
- 19) Institut für angewandtes Feuerverzinken GmbH, Sohnstraße 70, 40237 Düsseldorf
- 20) Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef
- 21) Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Rotherstraße 21, 10245 Berlin
- 22) Internet-Seite der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
- 23) Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V., Kurfürstenstr. 129, 10785 Berlin
- 24) Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V., Mathias-Brüggen-Str. 41, 50827 Köln
- 25) GSB International e.V., Am Bonnhof 5, 40474 Düsseldorf
- 26) Österreichische Bautechnik Vereinigung, Karlgasse 5, 1040 Wien