

**Bundesanstalt für Straßenwesen**

---

---

**Zusätzliche Technische  
Vertragsbedingungen und Richtlinien  
für Ingenieurbauten**

**ZTV-ING**

**Teil 3  
Massivbau**

**Abschnitt 4  
Schutz und Instandsetzung  
von Betonbauteilen**

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

---

Stand: 2017/05

ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

Inhalt	Seite	Seite
<b>1 Allgemeines</b> .....	5	
1.1 Grundsätzliches .....	5	
1.2 Begriffsbestimmungen .....	5	
1.3 Anwendung .....	6	
1.3.1 Allgemeines .....	6	
1.3.2 Zuordnung der Bauteile .....	6	
1.3.3 Betonersatzsysteme .....	7	
1.3.4 Oberflächenschutzsysteme .....	7	
1.4 Bestandsaufnahme .....	7	
1.4.1 Allgemeines .....	7	
1.4.2 Umfang .....	7	
1.4.3 Schadensbeurteilung .....	7	
1.5 Baugrundsätze .....	8	
1.6 Baustoffe und Baustoffsysteme .....	8	
1.7 Ausführung .....	9	
1.7.1 Allgemeines .....	9	
1.7.2 Anforderungen an Unternehmen und Personal .....	9	
1.7.3 Angaben zur Ausführung .....	10	
1.7.4 Bearbeitungsabschnitte .....	10	
1.7.5 Äußere Bedingungen .....	10	
1.7.6 Nachbehandlung .....	10	
1.7.7 Dokumentation .....	10	
1.8 Qualitätssicherung .....	11	
1.8.1 Erstprüfung/Eignungsprüfung/Nachweis der Verwendbarkeit .....	11	
1.8.2 Überwachung der Stoffherstellung .....	11	
1.8.3 Überwachung der Ausführung .....	11	
1.8.4 Kontrollprüfungen .....	11	
1.8.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen .....	11	
1.9 Abrechnung .....	11	
<b>2 Vorbereitung der Betonunterlage</b> ....	11	
2.1 Allgemeines .....	11	
2.2 Anwendung .....	12	
2.3 Baugrundsätze .....	12	
2.4 Ausführung .....	12	
2.4.1 Allgemeines .....	12	
2.4.2 Vorbereitungsverfahren .....	12	
2.4.3 Behandlung der Bewehrung .....	12	
2.4.4 Behandlung freiliegender Einbauteile .....	13	
2.4.5 Behandlung von Bewegungsfugen .....	13	
2.4.6 Behandlung von Rissen .....	13	
2.4.7 Säubern der Betonunterlage .....	13	
2.5 Prüfung der Abreißfestigkeit .....	13	
2.6 Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage .....	16	
2.7 Abrechnung .....	16	
2.8 Freigabe der Betonunterlage .....	16	
<b>3 Beton</b> .....	16	
3.1 Allgemeines .....	16	
3.2 Anwendung .....	17	
3.3 Baugrundsätze .....	17	
3.3.1 Allgemeines .....	17	
3.3.2 Vorbereitung der Betonunterlage .....	17	
3.4 Baustoffe und Baustoffsysteme .....	17	
3.5 Ausführung .....	17	
3.5.1 Allgemeines .....	17	
3.5.2 Betonunterlage .....	17	
3.5.3 Baustoffe .....	17	
3.5.4 Einbau .....	17	
3.5.5 Nachbehandlung .....	17	
3.6 Qualitätssicherung .....	17	
3.6.1 Erstprüfung .....	17	
3.6.2 Überwachung der Stoffherstellung .....	17	
3.6.3 Überwachung der Ausführung .....	18	
<b>4 Spritzbeton</b> .....	18	
4.1 Allgemeines .....	18	
4.2 Anwendung .....	18	
4.3 Baugrundsätze .....	18	
4.4 Baustoffe und Baustoffsysteme .....	18	
4.5 Ausführung .....	18	
4.5.1 Allgemeines .....	18	
4.5.2 Anforderungen an das Personal .....	19	
4.5.3 Baustoffe .....	19	
4.5.4 Betonunterlage .....	19	
4.5.5 Einbau .....	19	

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen**

	Seite		Seite
4.5.6	Nachbehandlung.....19	6.5.3	Betonunterlage .....22
4.5.7	Abreißfestigkeit .....19	6.5.4	Äußere Bedingungen .....22
4.6	Qualitätssicherung .....19	6.5.5	Konsistenz .....22
4.6.1	Eignungsprüfung.....19	6.5.6	Luftgehalt.....22
4.6.2	Überwachung des Bereitstellungs- gemisches.....19	6.5.7	Nachbehandlung .....22
4.6.3	Überwachung der Ausführung.....19	6.5.8	Trockenrohdicke.....22
<b>5</b>	<b>Spritzmörtel / -beton SRM/SRC (unbekannte Zusammensetzung) .....20</b>	6.5.9	Abreißfestigkeit.....23
5.1	Allgemeines .....20	6.6	Qualitätssicherung.....23
5.2	Anwendung .....20	6.6.1	Nachweis der Verwendbarkeit.....23
5.3	Baugrundsätze.....20	6.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme.....23
5.4	Baustoffe und Baustoffsysteme.....20	6.6.3	Überwachung der Ausführung.....23
5.5	Ausführung.....20	6.6.4	Kontrollprüfungen .....23
5.5.1	Anforderungen an das Personal.....20	<b>7</b>	<b>Reaktionsharzbeton PRC (unbekannte Zusammensetzung).....23</b>
5.5.2	Baustoffe.....20	7.1	Allgemeines.....23
5.5.3	Betonunterlage .....20	7.2	Anwendung.....23
5.5.4	Einbau der Bewehrung .....20	7.3	Baugrundsätze .....23
5.5.5	Schalung.....20	7.4	Baustoffe und Baustoffsysteme.....23
5.5.6	Spritzen.....20	7.5	Ausführung .....24
5.5.7	Frischmörtelrohdicke .....21	7.5.1	Allgemeines .....24
5.5.8	Nachbehandlung.....21	7.5.2	Baustoffe .....24
5.5.9	Trockenrohdicke .....19	7.5.3	Betonunterlage .....24
5.5.10	Abreißfestigkeit .....19	7.5.4	Äußere Bedingungen .....24
5.6	Qualitätssicherung .....19	7.5.5	Witterungsschutz.....24
5.6.1	Nachweis der Verwendbarkeit.....19	7.5.6	Trockenrohdicke.....24
5.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme .....19	7.5.7	Abreißfestigkeit.....24
5.6.3	Überwachung der Ausführung.....19	7.6	Qualitätssicherung.....24
5.6.4	Kontrollprüfungen .....19	7.6.1	Nachweis der Verwendbarkeit.....24
<b>6</b>	<b>Zementmörtel / -beton RM/RC (unbekannte Zusammensetzung) .....21</b>	7.6.2	Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme .....24
6.1	Allgemeines .....21	7.6.3	Überwachung der Ausführung.....24
6.2	Anwendung .....21	7.6.4	Kontrollprüfungen .....24
6.3	Baugrundsätze.....22	<b>8</b>	<b>Oberflächenschutzsysteme (OS).....25</b>
6.4	Baustoffe und Baustoffsysteme.....22	8.1	Allgemeines .....25
6.5	Ausführung.....22	8.2	Anwendung.....25
6.5.1	Allgemeines .....22	8.2.1	Allgemeines .....25
6.5.2	Baustoffe.....22	8.2.2	Auswahl .....25
		8.2.3	Farbpalette .....25

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen**

	Seite		Seite	
8.3	Baustoffe und Baustoffsysteme .....	25		
8.4	Ausführung.....	26		
8.4.1	Allgemeines .....	26		
8.4.2	Baustoffe.....	26		
8.4.3	Betonunterlage.....	26		
8.4.5	Einbauteile .....	26		
8.4.6	Hydrophobierung (OS-A) .....	26		
8.4.7	Schichtdicke (OS-B bis OS-F) .....	26		
8.4.8	Abreißfestigkeit .....	28		
8.4.9	Witterungsschutz .....	28		
8.5	Qualitätssicherung .....	28		
8.5.1	Überwachung der Ausführung.....	28		
8.5.2	Kontrollprüfungen.....	29		
<b>Anhang A</b>	Bestimmung der Betonfeuchte nach der Carbid-Methode (CM-Gerät).....	30		
<b>Anhang B</b>	Bestimmung der Qualität von Hydrophobierungen .....	334		
	Formblatt B 3.4.1 Hydrophobierungsmessung.....	345		
<b>Anhang C</b>	Formblatt C 3.4.1 Ausgeführte Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen an Betonbauteilen.....	356		
<b>Anhang D</b>	Bestimmung der Schichtdicken von Oberflächenschutzsystemen .....	367		
	Formblatt D 3.4.1 Dokumentation von Verbrauchs- bzw. Einbaumengen von Oberflächenschutzsystemen (OS).....	37		
	Formblatt D 3.4.2 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) durch Differenzdickenmessung .....	38		
	Formblatt D 3.4.3 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) mit dem Keilschnittverfahren .....	39		
			Formblatt D 3.4.4 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) an Bohrkernen.....	41
			Formblatt D 3.4.5 Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschicht (hwO) über die Verbrauchsmenge .....	42
<b>Anhang E</b>			Formblatt E 3.4.1 Frischmörtelrohrichte SRM/SRC43	
			Formblatt E 3.4.2 Prüfung am Frischmörtel RM/RC44	
			Formblatt E 3.4.3 Bestimmung der Trockenrohrichte SRM/SRC, RM/RC, PRC.45	
<b>Anhang F</b>			Nachweis der Verwendbarkeit ...	46
<b>Anhang G</b>			Einwirkungen auf Bauwerk aus Umgebung und Untergrund.....	457

## 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 Probenahme 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 Graffiti prophylaxe 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, ergänzend

Besteht aus mindestens zwei Grundbeschichtungen und schützt die Bewehrung vor Korrosion, wenn die Betondeckung durch den Betonersatz nicht ausreichend ist oder durch die stoffliche Zusammensetzung des Betonersatzes kein Korrosionsschutz gewährleistet ist.

#### (19) Kunststoffzusatz

Zusatz in Form von Kunststoffdispersion, wasserdispergierbarem Kunststoffpulver oder wasseremulgierbarem Reaktionsharz.

#### (20) Lage

Wird in einem Arbeitsgang hergestellt. Eine oder mehrere Lagen gleicher Zusammensetzung bilden eine Schicht.

#### (21) Maximalschichtdicke $d_{\max}$

Schichtdicke der hwO, die nicht überschritten werden darf (Anforderungen z.B. an Wasserdampfdiffusionseigenschaften).

#### (22) Mindestschichtdicke $d_{\min}$

Schichtdicke der hwO, die nicht unterschritten werden darf (Anforderungen z.B. an CO<sub>2</sub>-Diffusionswiderstand, Rissüberbrückungseigenschaften).

**(23) Oberflächennaher Beton**

Beton in Bereichen bis unter die Bewehrung.

**(24) Oberflächenschutz**

Maßnahmen zum Schutz der Betonoberfläche durch Hydrophobierung oder Beschichtung.

**(25) Oberflächenschutzsystem (OS-System)**

Besteht aus den Stoffen der einzelnen Schichten des Oberflächenschutzes. Es beinhaltet ggf. den Feinspachtel.

**(26) Reaktionsharzbeton PRC (unbekannte Zusammensetzung)**

Beton im Handauftrag aus Gesteinskörnungen und Reaktionsharzen als Bindemittel. (Reaktionsharzbeton, Polymer Repair Concrete). ().

**(27) Riss**

Trennung im Betongefüge und in Fugen. Es wird zwischen oberflächennahen Rissen und Trennrissen unterschieden:

- Oberflächennahe Risse erfassen nur geringe Querschnittsteile und sind häufig netzartig ausgebildet.
- Trennrisse erfassen wesentliche Teile des Querschnitts (z.B. Zugzone, Steg) oder den Gesamtquerschnitt.

**(28) Rückseitige Durchfeuchtung**

Von der Rückseite des Bauteils zur instandzusetzenden Bauteilfläche transportiertes Wasser.

**(29) Schicht**

Besteht aus einer oder mehreren Lagen gleicher Zusammensetzung.

**(30) Sollschichtdicke  $d_s$**

Aufgrund statistischer Annahmen über den Verbrauch ermittelte Schichtdicke, die nach Ausführung im Mittel mindestens erreicht werden muss.

**(31) Spritzmörtel/-beton SRM/SRC (unbekannte Zusammensetzung)**

Im Spritzverfahren aufzubringender Zementmörtel/-beton mit Kunststoffzusatz (Sprayable Repair Mortar/Sprayable Repair Concrete).

**(32) Spritzwasserbereich**

Bereich, der mit Tausalzsole beaufschlagt werden kann.

**(33) Sprühnebelbereich**

Bereich, der mit Tausalzsprühnebel, jedoch nicht mit Spritzwasser, beaufschlagt werden kann.

**(34) Zementmörtel/-beton mit Kunststoffzusatz RM/RC (unbekannte Zusammensetzung)**

Zementmörtel/Beton im Handauftrag mit Kunst-

stoffzusatz (Repair Mortar, Repair Concrete).

**(35) Wirkstoffgehalt**

Wirksamer Anteil einer Hydrophobierung.

**(36) Wirkstoffmenge**

Auf die Betonunterlage aufgebrauchte Menge des wirksamen Anteils einer Hydrophobierung.

**1.3 Anwendung**

**1.3.1 Allgemeines**

*(1) Dieser Abschnitt bezieht sich auf den oberflächennahen Beton. Eine weitergehende Anwendung ist möglich. Erforderlichenfalls sind gesonderte Untersuchungen, z.B. Standsicherheitsnachweise, Nachweise über den Verbund bzw. die Mitwirkung des Betonersatzes, durchzuführen.*

*(2) Oberflächennahe Risse sind nach Nr. 2.4.6 zu behandeln. Alle anderen Risse sind nach Abschnitt 5 zu behandeln.*

*(3) Bei Betonfahrbahn tafeln gilt dieser Abschnitt nur für die Instandsetzung der Betonoberfläche. Zu den Abdichtungsmaßnahmen für Betonfahrbahn tafeln 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 (XDYN). Insbesondere bei Betonersatz aus Beton bzw. Spritzbeton können Verkehrsbeschränkungen erforderlich werden.*

**1.3.2 Zuordnung der Bauteile**

*(1) Die Zuordnung von Bauteilen zu Einwirkungsklassen dient der projektspezifischen Festlegung von Anforderungen an Baustoffe und Baustoffsysteme (Anhang G, Tabelle G.1)*

*(2) Die Einwirkungsklasse XALL fasst alle Einwirkungen auf Bauteile zusammen, die nicht durch die in Tabelle G.1 aufgeführten Einwirkungsklassen abgebildet werden. Die Einwirkungsklasse XDYN berücksichtigt dynamische Beanspruchungen bei Applikation unter Verkehr.*

*(3) Die Einwirkungsbereiche werden unterschieden in Spritzwasserbereich, Sprühnebelbereich und sonstigen Bereich. Die Abgrenzung dieser Bereiche ist fließend. Bauwerksgeometrie und Lage der Bauteile zu den Fahrbahnen müssen besonders berücksichtigt werden.*

*(4) Zum Spritzwasserbereich zählen z.B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen und Teilbereiche von Trogwänden, Stützwänden, 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 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2.

(5) Dem Sprühnebelbereich sind alle Bauteile zuzuordnen, die im Einwirkungsbereich des Tausalzsprühnebels, aber außerhalb des Spritzwasserbereiches liegen. Zum Sprühnebelbereich zählen z.B. Überbauten, Pfeiler und Widerlager auch unterhalb von hohen Talbrücken und Tunneldecken. Die Expositionsklasse des Sprühnebelbereichs entspricht XF2 in Verbindung mit XD1 und XC4 nach DIN-Fachbericht „Beton“.

(6) Bauteile, die weder im Spritzwasser- noch im Sprühnebelbereich liegen, sind dem sonstigen Bereich zuzuordnen. Die Expositionsklasse dieses Bereichs entspricht XF2 in Verbindung mit XD1 und XC3 nach DIN-Fachbericht „Beton“. Hierzu zählen z.B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern und Hohlkästen.

### 1.3.3 Betonersatzsysteme

(1) Betonersatzsysteme dienen der Instandsetzung geschädigter Betonbauteile, zur Herstellung von Ausgleichsschichten oder zum Füllen von Fehlstellen im Beton.

(2) Der Baustoff für den Betonersatz kann bestehen aus:

- Beton,
- Spritzbeton,
- Spritzmörtel/-beton SRM/SRC (unbekannte Zusammensetzung),
- Zementmörtel/-beton mit Kunststoffzusatz RM/RC (unbekannte Zusammensetzung) oder
- ReaktionsharzbetonPRC (unbekannte Zusammensetzung).

(3) Vergussbeton und Vergussmörtel nach DAfStB-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“ kommen als Betonersatzsystem nicht zur Anwendung.

### 1.3.4 Oberflächenschutzsysteme

(1) Bei der Planung von OS-Systemen ist zu beachten, dass nur eine ausreichend dichte und dicke Betondeckung, bei Neubauten nach DIN-EN 1992-2 sowie bei Erhaltungsmaßnahmen aus alkalisch wirkenden Betonersatzsystemen nach diesem Abschnitt, Gewähr für eine langfristige Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken bietet.

(2) OS-Systeme sind nicht gleichwertig gegenüber einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung, weil sie nur eine zeitlich begrenzte Wirk-

samkeit besitzen und der ständigen Erhaltung bedürfen.

(3) Ein Oberflächenschutz bei vorhandenen Bauwerken ist unter Berücksichtigung der Gesamtsituation eines Bauwerks vorzusehen,

– wenn die Risiken weitergehender Wasseraufnahme und Schadstoffeindringung (Karbonatisierung bzw. Chloridanreicherung) untersucht worden sind und keine anderen wirtschaftlichen Erhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden können oder

– bei bereichsweise instandgesetzten Bauteilen bzw. Bauwerken.

Ist mit dem Auftrag von Graffiti zu rechnen, ist ein Oberflächenschutz mit AGS-Eigenschaften vorzusehen

(4) Bei Anwendung von OS-Systemen auf Beton mit Hinweis auf Gefährdung durch Alkali-Zuschlag-Reaktion ist darauf zu achten, dass sich die Verhältnisse im Bauteil nicht ungünstig verändern.

## 1.4 Bestandsaufnahme

### 1.4.1 Allgemeines

Zur Beurteilung des Bauwerkszustandes sind in Abhängigkeit von der Bauwerkssituation die jeweils zutreffenden Kriterien, z.B. aus der Tabelle 3.4.1, heranzuziehen. Dabei sind Prüfungen, Beobachtungen und Erfahrungen so einzusetzen, dass Verkehrssicherheit, Tragfähigkeit, Gebrauchsfähigkeit und Dauerhaftigkeit beurteilt werden können. Umfang und Ausmaß der Untersuchungen richten sich nach Art und Größe der Schäden am Bauteil und nach der Bedeutung des Bauwerks.

### 1.4.2 Umfang

(1) Bei Schäden größeren Ausmaßes muss die Bestandsaufnahme mindestens umfassen:

- Art und Zweck des Bauwerks, Schäden, Baujahr, Bestandszeichnungen, zwischenzeitliche Veränderungen sowie
- Bezeichnung und Lage der betroffenen Bauteile, Bewehrung, Baustoffe, Abmessungen und Schadensbild

(2) Bei geringen Schäden reicht in der Regel ein Prüfbericht nach der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF) aus.

### 1.4.3 Schadensbeurteilung

Aufgrund der Prüfungen und des Schadensbildes sind:

## ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

- Aussagen über die Ursachen der Schäden zu treffen,
- die Notwendigkeit und die Zweckmäßigkeit einer Schutz- und Instandsetzungsmaßnahme festzustellen und
- Erfordernisse als Grundlage für ein material-spezifisches Schutz- und Instandsetzungskonzept zusammen zu stellen.

### 1.5 Baugrundsätze

- (1) Vor dem Aufbringen des Betonersatz- oder OS-Systems ist die Betonunterlage nach Nr. 2 vorzubereiten.
- (2) Die Ebenheit der instandgesetzten Betonflächen ist den umgebenden Bereichen anzupassen.
- (3) Durch die Instandsetzungs- und Schutzmaßnahmen darf die Funktionsfähigkeit von Bewegungsfugen nicht beeinträchtigt werden.
- (4) Bei Betonersatz- und OS-Systemen ist projektspezifisch auf folgende Eigenschaften zu achten:
  - ein der Betonunterlage angepasstes Festigkeits- und Verformungsverhalten,
  - einen abreiß- und scherfesten Verbund mit der Betonunterlage bzw. der Schichten untereinander (ggf. auch unter dynamischer Beanspruchung),
  - keine Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit und der Dauerhaftigkeit der Betonunterlage,
  - einen hinreichender Frost- und Tausalz-widerstand 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,
  - praxiserrechte Verarbeitungszeit, breite Klimaspinne,
  - baustellengerechte Verarbeitbarkeit, auch bei Arbeiten in Zwangslagen (Überkopfarbeit),
  - leichte Überarbeitbarkeit,
  - geringe Verschmutzungsneigung,
  - ausreichende Abriebfestigkeit bei dem System OS-FEs können weitere Anforderungen erforderlich

sein.

(5) Es sind ggf. zusätzliche projektspezifische Anforderungen nach TL/TP AGS-Beton und ZTV-ING 5-1 zu berücksichtigen.

(6) Durch Beschichtungen dürfen im Beton der zu schützenden Bauteile keine bauphysikalisch und / oder chemisch ungünstigen Verhältnisse geschaffen werden, die Folgeschäden verursachen können.

### 1.6 Baustoffe und Baustoffsysteme

- (1) Die Anforderung an die Baustoffe und Baustoffsysteme ergeben sich projektspezifisch bezogen auf Einwirkung und Widerstand und sind vom Auftragnehmer nachzuweisen. Es dürfen nur Baustoffe und Baustoffsysteme verwendet werden, die unter den bauwerksspezifischen Einwirkungen und Rahmenbedingungen geeignet sind.
- (2) Hinweise zur Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind in Anhang G zusammengestellt.
- (3) Als Zugabewasser ist Trinkwasser zu verwenden.
- (4) Angaben über Baustoffe und Baustoffsysteme können im Baustoff- bzw. Bieterangabenverzeichnis gefordert werden.
- (5) Die Merkmale des Baustoffs- bzw. Baustoffsystems sind mit Bezug auf die projektspezifischen Anforderungen anzugeben. Die Leistungserklärung gemäß BauPVO ist Bestandteil hiervon.
- (6) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Anhang F ist zu dokumentieren und dem AG vorzulegen.

## ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

Tabelle 3.4.1: Beispiele für Untersuchungsmethoden und -kriterien zur Ermittlung des Ist-Zustandes eines Bauwerks

	Kriterien zur Beschreibung des Ist-Zustandes	Untersuchungsmethoden, Hilfsmittel	Untersuchungsergebnisse und Bewertung
1	Umgebungs- und Nutzungsbedingungen		
1.1	Mechanische Einwirkungen (z.B. Fahrzeuganprall, Überlastung)	Inaugenscheinnahme	Bewertung im Einzelfall
1.2	Physikalische und chemische Einwirkungen (z.B. von Temperatur, Feuchte, Frost, Tausalzen, Gasen, Ölen, Fetten)	Messungen, Erkundungen	Angabe über Art und Umfang der Einwirkungen, Bewertung im Einzelfall
1.3	Einwirkung aus Betrieb (Reinigung, Wartung)	Auswertung von Protokollen, (z.B. Streckenwartung)	Häufigkeit und Art der Reinigung, Reinigungsmittel, Bewertung im Einzelfall
1.4	Zugänglichkeit	Örtlich Feststellungen	Bewertung im Einzelfall (Hinweis auf Zugänglichkeit und/oder Unzugänglichkeiten, evtl. Geräte und Beleuchtung)
2	Bauwerks- und Bauteileigenschaften		
2.1	Trag- und Verformungseigenschaften	Vermessung, Schwingungsmessungen, Nachrechnung, Probebelastung	Bewertung im Einzelfall
2.2	Brückenklasse, Statische Systeme	Bauwerksbuch, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.3	Herstellungsbedingungen (z.B. Witterung, Besonderheiten)	Bautagebuch, Wetteramt, Bauwerksakten	Bewertung im Einzelfall
2.4	Optischer Eindruck (z.B. Abplatzung, Risse, Rostfahnen, Ausblühungen, Verschmutzungen, Absandungen)	Inaugenscheinnahme, Rissaufnahme (z.B. mit Risslupe)	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.5	Gefüge (Hohlstellen, Fehlstellen)	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, Endoskopie, Ultraschall, Radar, Impakt-Echo	Lokalisierung und Ausmaß, Bewertung im Einzelfall
2.6	Betondeckung	Magnetisches Verfahren, Wirbelstromverfahren, Radar, Anbohren	Bewertung durch Vergleich mit DIN EN 1992-2
2.7	Verformung, Zwang, Pressungen	Messungen und Berechnungen	Bewertung im Einzelfall
2.8	Entwässerung, Abdichtung, Belag, Fugen	Inaugenscheinnahme, Abklopfen, ggf. Öffnen und/oder Messen	Bewertung nach dem Zustand und dem Grad der Funktionsfähigkeit
2.9	Fahrbahnübergänge		
3	Baustoffeigenschaften		
3.1	Druckfestigkeit	Zerstörungsfreie Prüfung (Schmidt-Hammer). In begründeten Einzelfällen: Zerstörende Prüfung durch Entnahme von Bohrkernen	Nennfestigkeit, Vergleich mit geforderten Werten
3.2	Abreißfestigkeit gemäß DIN EN 1542	Geregeltes Abreißprüfgerät a) Oberfläche b) ggf. tieferliegende Schichten (Profilaufnahme)	Vergleich mit geforderten Werten. Falls nicht ausreichend, Überprüfung des Festigkeits- und Verformungsverhaltens
3.3	Korrosion der Bewehrung	Inaugenscheinnahme, Endoskopie, Potenzialmessung	Zur Bewertung sind sowohl die Absolutwerte als auch die gegenseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Baustoffeigenschaften in ihrer Gesamtheit zu berücksichtigen. Grenzwerte einzelner Baustoffeigenschaften werden daher nicht angegeben.
3.4	Karbonatisierung	Indikatorverfahren, z.B. Phenolphthalein (Bruchfläche)	
3.5	Chloridbelastung	Indikatorverfahren (Bruchfläche), chemische Analyse	

## 1.7 Ausführung

### 1.7.1 Allgemeines

(1) Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen sind terminlich so einzuplanen, dass sie bei günstiger Witterung durchgeführt werden können.

(2) Müssen Schutz- und Instandsetzungsarbeiten bei ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt werden, sind witterungsbedingte Schutz-einrichtungen nach Teil 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

Für die Instandsetzung mit SRM/SRC-, RM/RC-, PRC- und OS-Systemen sind die Angaben zur Ausführung einzubeziehen.

### 1.7.4 Bearbeitungsabschnitte

Bearbeitungsabschnitte sind so zu wählen, dass eine mit den Angaben zur Ausführung übereinstimmende Durchführung der Arbeit sichergestellt ist.

### 1.7.5 Äußere Bedingungen

(1) Betonersatz- und OS-Systeme dürfen nur innerhalb der in den Angaben zur Ausführung und / oder DIN-Normen angegebenen Grenzwerte für Temperatur und Feuchte von Luft, Betonunterlage und Baustoff aufgebracht werden. Dies gilt auch für einzelne Arbeitsgänge zur Herstellung von Teilen der Betonersatz- und OS-Systeme.

(2) Der Auftragnehmer hat die Messwerte im Rahmen der Eigenüberwachung zu protokollieren und sie dem Auftraggeber zu übergeben.

(3) Zur Aufnahme der Messwerte sind vom Auftragnehmer die Geräte gemäß Teil 1 Abschnitt 3 auf der Baustelle vorzuhalten.

(4) Lufttemperatur und relative Luftfeuchte sind während der Ausführung kontinuierlich aufzuzeichnen. Die Messungen sind danach so lange fortzuführen, wie die Stoffe des Betonersatz- bzw. OS-Systems durch Witterungseinflüsse geschädigt werden können.

(5) Vor Beginn der Ausführung ist die Temperatur der Betonunterlage bzw. der bereits eingebauten Schichten des Betonersatz- bzw. OS-Systems – bei Schichtarbeit und Wetteränderung auch mehrmals täglich – zu kontrollieren.

### 1.7.6 Nachbehandlung

(1) Mit der Nachbehandlung ist so rechtzeitig zu beginnen, dass die geforderten Eigenschaften des Instandsetzungssystems uneingeschränkt erreicht werden.

(2) Sofern für die einzelnen Betonersatz- und OS-Systeme nichts Anderes geregelt ist, gelten die Angaben zur Ausführung.

(3) Nachbehandlungsmittel sind nicht zugelassen.

### 1.7.7 Dokumentation

Entsprechend der Ausführung sind das Bauwerksbuch (siehe Anhang C) und die vorhandenen Bestandsunterlagen zu aktualisieren.

## 1.8 Qualitätssicherung

### 1.8.1 Erstprüfung / Eignungsprüfung / Nachweis der Verwendbarkeit

(1) Für Beton ist eine Erstprüfung nach Abschnitt 1 durchzuführen.

(2) Für Spritzbeton ist eine Eignungsprüfung nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 durchzuführen.

(3) Für SRM/SRC, RM/RC, PRC und OS-Systeme sind die in der Leistungsbeschreibung festgelegten Anforderungen an diese Baustoffe und Baustoffsysteme vom Auftragnehmer rechtzeitig vor Baubeginn durch entsprechende projektspezifische Nachweise der Verwendbarkeit Anhang F nachzuweisen.

(4) Seitens des Auftragnehmers ist sicherzustellen, dass die eingesetzten Baustoffe und Baustoffsysteme zu jeder Zeit während der Bauausführung den Anforderungen gemäß (4) genügen.

### 1.8.2 Überwachung der Stoffherstellung

Die Überwachung für die Herstellung der Stoffe für die Betonersatz-Systeme erfolgt bei

- Beton nach Abschnitt 1,
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- SRM/SRC, RM/RC, PPC und OS-Systemen nach den zugehörigen Produktnormen.

### 1.8.3 Überwachung der Ausführung

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

(2) *Da bei kleineren Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen ggf. der Aufwand für die Eigenüberwachung nicht in einem wirtschaftlichen Verhältnis zu der auszuführenden Leistung steht, kann in solchen Fällen die Eigenüberwachung, abgestimmt auf die jeweilige Maßnahme, in der Häufigkeit bzw. in der Art der Prüfung reduziert werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

(3) Für die Ausführung ist eine Fremdüberwachung vorzusehen. Der Auftragnehmer hat der fremdüberwachenden Stelle rechtzeitig die Ausführungszeiten anzuzeigen und dies dem Auftraggeber nachzuweisen.

(4) *Bei zeitlich kurzen Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen kann von einer Fremdüberwachung abgesehen werden. Dies ist in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.*

### 1.8.4 Kontrollprüfungen

*Kontrollprüfungen werden vom Auftraggeber in Abhängigkeit von Bedeutung und Umfang der Baumaßnahme durchgeführt, ggf. im Zusammenhang mit der Überwachung der Ausführung.*

### 1.8.5 Zusätzliche Kontrollprüfungen

Die den Ergebnissen aus zusätzlichen Kontrollprüfungen zuzuordnenden Teilflächen sind von Auftragnehmer und Auftraggeber vorher gemeinsam festzulegen. Die einer zusätzlichen Kontrollprüfung zuzuordnende Summe der Teilflächen soll nicht kleiner als 20% der Fläche sein, die der ursprünglichen Kontrollprüfung zugeordnet war.

## 1.9 Abrechnung

(1) *In der Leistungsbeschreibung ist vorzusehen, ob die Abrechnung nach Einbaufäche, 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:

## ZTV-ING Teil 3 Massivbau Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Anhang F

- Entfernen von Beschichtungen und Nachbehandlungsfilmen sowie von Verunreinigungen,
- Entfernen von Zementschlümmen 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 Probestellen und bei Anwesenheit des Auftraggebers nachzuweisen, und die Abreißfestigkeit ist zu bestimmen.

(2) Größe, Anzahl und Vergütung der Probestellen 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. Die Entrostung muss dem Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2½ (ggf. PSa 2½) gemäß

DIN EN ISO 12944-4 entsprechen.

(3) *Lässt sich ein hinreichend dichter Betonersatz mit ausreichender Betondeckung nicht herstellen, ist zu Prüfen, ob die Bewehrung unmittelbar nach vorausgegangener Entrostung mit einem Korrosionsschutz zu beschichten ist. In der Regel ist dafür ein mineralischer Korrosionsschutz aufzubringen.*

(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.

#### 2.4.7 Säubern der Betonunterlage

(1) Jede vorbereitete Betonunterlage ist unmittel-

bar 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

### ZTV-ING Teil 3 Massivbau Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Anhang F

Vorbereitung durch Stemmen, sind je angefangene 250 m<sup>2</sup> Gesamtfläche sechs Abreißversuche durchzuführen.

(3) Auf anderen Betonunterlagen als Betonfahrbahnplatten sind nach der Vorbereitung je angefangene 500 m<sup>2</sup> Einzelfläche sechs Abreißversuche durchzuführen.

(4) Die Prüfung der Abreißfestigkeit entfällt bei:

- einer Gesamteinbaufäche von höchstens 50 m<sup>2</sup> bei Leistungen nach den Nrn. 3 bis 7, wenn sich die Gesamteinbaufäche aus mehreren Einzelflächen zusammensetzt,
- einer Gesamteinbaufäche von Beschichtungen von höchstens 250 m<sup>2</sup>,
- Hydrophobierungen.

(5) Die Abreißversuche sind gleichmäßig über die Gesamteinbaufäche zu verteilen.

(6) Die Abreißfestigkeit der Betonunterlage muss den Werten der Tabelle 3.4.3 entsprechen.

ZTV-ING Teil 3 Massivbau Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Anhang F

Tabelle 3.4.2: Verfahren für die Vorbereitung von Oberflächen

	Verfahren		Anwendungszweck					Anwendungsbereich	Anforderungen	Umfang der Nachbearbeitung	
	Art	Gerät, Material, Stoff	1	2	3	4	5				
1	Stemmen	Hammer von Hand	x	x	x			örtlich, für kleine Flächen a)	Beschädigungen des Betonstahls sind zu vermeiden; besondere Vorsicht bei Spanngliedern	Strahlen	
		Meißel				x					
		Meißel Pressluft oder elek- trisch				x					
		Nadelpistole	x	x			(x) f)				
2	Bürsten	rotierende Stahlbürste	x	x			(x) g)	Anwendungsbereich ist geräteabhängig		Säubern	
3	Fräsen	Fräsmaschine für klein- flächigen Abtrag	x j)	x j) h)	x j) i) h)			Abtragung auf waage- rechten und schwach- geneigten Oberflächen a)	Abtrag Altbeschichtung und Vorbereitung banda- genartige Beschichtung Betonabtrag je Arbeits- gang ≤ 5 mm; höhen- gleiche Überlappungen der Fräsbahnen ≤ 5 cm	Strahlen ein- schließlich unbe- handelt verbliebe- ner kleinerer Flächen	
		Fräsmaschine für groß- flächigen Abtrag									
4	Schleifen	Schleifgerät	x	x				geräteabhängig auf waagerechten oder senkrechten Flächen		Säubern nach Zeile 7b	
5	Staubfreies Strahlen	Gerät mit festen Strahl- mitteln bei gleichzeitigem Absaugen; Kugelstrahlen	x	x			x	geräteabhängig auf waagerechten oder senkrechten Flächen		Säubern/Aufnahme der Kugeln	
6a	Strahlen	Druckluftstrahlen mit festem Strahlmittel	x	x			x	unabhängig von der Flächeneigung	Staubschutz erforderlich; Gefahrstoffverordnung beachten; Druckluft ölfrei c)	Säubern	
		Druckwasserstrahlen mit festem Strahlmittel	x	x			x				
6b		Nebelstrahlen; Feucht- strahlen mit festen Strahlmittel	x	x			(x) g)				Druckluft ölfrei c)
6c		Hochdruckwasserstrah- len, mindestens 60 MPa (600 bar)	x	x	(x) d)		(x) g)				
6d		Hochdruckwasserstrah- len k)	x	x	x		x				
7a	Säubern	Abblasen mit Druckluft					x	vorzugsweise auf nicht waagerechten Flächen	Druckluft ölfrei c) Staub- schutz erforderlich		
7b		Absaugen mit Industrie- saugern					x	Regelverfahren auf großen waagerechten Flächen	Verwendete Sauger müssen Wasser und grobe Teile aufnehmen können		
7c		Wasserstrahlen, Dampfstrahlen, Heißwasserstrahlen	(x) e)					x	Entfernen von atmo- sphärischen Verunrei- nungen auf der Betonun- terlage		

## ZTV-ING Teil 3 Massivbau Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Anhang F

### Anwendungszweck

- 1 = Entfernen der Reste von Beschichtungen und Nachbehandlungsfilmern sowie von oberflächigen Verunreinigungen
- 2 = Entfernen von Zementschlammern 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 tieferegreifenden Zerstörung des Betons

- b) Grad des Betonabtrags ist abhängig vom Druck und von der Art und Menge des Strahlmittels
- c) Ölfrei: Die eingesetzten Baukompressoren müssen Ölauscheider mit einem nachgewiesenen Wirkungsgrad von  $\leq 0,01 \text{ mg/m}^3$  Restölgehalt haben (Klasse 1 nach ISO 8573-1)
- d) Grad des Betonabtrags ist abhängig vom Strahldruck, der Wassermenge und der Düsengeometrie
- e) Reste von Beschichtungen können nicht immer entfernt werden
- f) Nicht für zu beschichtende Bewehrung und andere Metallteile
- g) Ggf. trocken nachstrahlen
- h) Der maximale Abtrag von  $\leq 5 \text{ mm}$  ist unbedingt einzuhalten, da bei größerem Abtrag eine tiefergehende Zerstörung des Betons wahrscheinlich ist
- i) Nicht zum Freilegen der Bewehrung
- j) Bei Fräsarbeiten mit Abtragstiefen  $> 5 \text{ mm}$  je Arbeitsgang sind Musterflächen anzulegen, an denen die Anwendbarkeit des Verfahrens überprüft werden kann
- k) siehe DBV Merkblatt „Hochwasserdruckstrahltechnik im Betonbau“

**Tabelle 3.4.3:** Geforderte Abreißfestigkeiten der Betonunterlage (Mindestwerte)

	System	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Zulässiger kleinster Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]
1	Betonersatzsysteme	1,5	1,0
2a	Oberflächenschutzsysteme *)	OS-B	0,8
2b		OS-D (System ohne Feinspachtel)	1,0
2c		OS-C, OS-D, OS-E (Systeme mit Feinspachtel)	1,3
2d		OS-F	1,5

\*) Systembezeichnung siehe Nr. 8

(7) Werden Einzelwerte unterhalb des zulässigen kleinsten Einzelwertes gefunden, ist durch mindestens zwei Einzelprüfungen in örtlicher Nähe (Entfernung bis zu 1 m) festzustellen, ob es sich um Ausreißer handelt. Sind die zusätzlichen Werte einwandfrei, wird der zunächst gefundene Wert verworfen. Sind die zusätzlichen Werte ebenfalls kleiner als der zulässige kleinste Einzelwert, ist durch ein geeignetes Flächenraster der fehlerhafte Bereich einzugrenzen.

(8) Die Bewertung der Ergebnisse hat nach Teil 1 Abschnitt 3 zu erfolgen. Der Auftraggeber entscheidet über das weitere Vorgehen.

## 2.6 Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage

(1) Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(2) Die Feuchte der Betonunterlage ist mit dem CM-Gerät (siehe Anhang A) zu bestimmen.

## 2.7 Abrechnung

(1) Für die Vorbereitung der Betonunterlage ist die Abrechnungseinheit  $\text{m}^2$  vorzusehen.

(2) Für das Vorbereiten von Bewegungsfugen, offenen Arbeitsfugen und Rissen ist die Abrechnungseinheit  $\text{m}$  vorzusehen.

(3) Für einen evtl. erforderlichen Korrosionsschutz der Bewehrung und anderer Metallteile kann auch die Abrechnung auf Nachweis vorgesehen werden.

## 2.8 Freigabe der Betonunterlage

Mit dem Aufbringen des vorgesehenen Betonersatz- oder OS-Systems darf erst nach Freigabe der vorbereiteten Fläche durch den Auftraggeber begonnen werden.

## 3 Beton

### 3.1 Allgemeines

Der Baustoff ist Beton nach Abschnitt 1.

## 3.2 Anwendung

(1) Mit Beton können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden, sofern die Einbaudicke mindestens 5 cm beträgt.

(2) An Betonunterseiten und auf stark geneigten Flächen ist wegen der ungünstigen Einbaumöglichkeiten in der Regel der Einsatz von Betonerersatzsystemen nach Nrn. 4, 5, 6 oder 7 angebracht.

## 3.3 Baugrundsätze

### 3.3.1 Allgemeines

(1) Die Schichtdicke beträgt mindestens 5 cm.

(2) Kann durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40$  mm) planmäßig nicht erreicht werden, soll ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 aufgebracht werden.

### 3.3.2 Vorbereitung der Betonunterlage

Die Vorbereitung der Betonunterlage erfolgt gemäß Nr. 2.

## 3.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) RM/RC- und Epoxidharz-Haftbrücken müssen den projektspezifischen Anforderungensprechen.

(2) Haftbrücken aus Zementmörtel müssen aus Wasser und zu gleichen Gewichtsteilen aus Zementen gemäß Abschnitt 1 und Sand 0/2 mm bestehen.

## 3.5 Ausführung

### 3.5.1 Allgemeines

(1) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(2) Betonkanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

### 3.5.2 Betonunterlage

Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

### 3.5.3 Baustoffe

Alle erforderlichen Prüfzeugnisse und Zulassungen sind rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten dem Auftraggeber vorzulegen.

### 3.5.4 Einbau

(1) Insbesondere an senkrechten und stark geneigten Flächen muss die Schalung ausgesteift und dicht sein. Die Fuge zwischen Schalung und altem Beton ist besonders abzudichten.

(2) Ob im Betonersatz aus statischen oder konstruktiven Gründen eine zusätzliche Bewehrung und / oder Verdübelung mit dem alten Beton notwendig wird, ist im Einzelfall zu entscheiden.

(3) Es ist eine Haftbrücke aus dickflüssigem Zementmörtel, aus RM/RC oder aus Epoxidharz aufzubringen.

(4) Sofern die Ausbildung der freiliegenden Bewehrung den Auftrag einer Haftbrücke verhindert, ist die Betonunterlage vor dem Einbau des Betons gemäß Absatz (5) vorzunässen.

(5) Die Betonunterlage muss vor dem Aufbringen einer Haftbrücke aus Zementmörtel oder aus RM/RC (beginnend etwa 24 h vorher) vorgehäst werden. Sie muss zur Zeit des Aufbringens der Haftbrücke matt feucht sein.

(6) Eine Haftbrücke aus Zementmörtel ist einzubürsten.

(7) Das Auftragen von RM/RC oder Epoxidharz hat nach den Angaben zur Ausführung gemäß 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.

### 3.5.5 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Der Beton ist gemäß Abschnitt 2 nachzubehandeln, jedoch mindestens 5 d.

## 3.6 Qualitätssicherung

### 3.6.1 Erstprüfung

(1) Die Erstprüfung ist nach Abschnitt 1 durchzuführen.

### 3.6.2 Überwachung der Stoffherstellung

(1) Für Beton gilt Abschnitt 1.

## ZTV-ING Teil 3 Massivbau Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Anhang F

(2) RM/RC- und Epoxidharz-Haftbrücken müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung nach den zugehörigen Produktnormen 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 Expositionsklassen 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 gemäß Nr. 5.3 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) Die Anwendungsbereiche nach Abschnitt 1 sind zu beachten.

(2) Abschnitt 1 Nr. 3.1 ist zu beachten. Für Schichtdicken von weniger als 5 cm ist Gesteinskörnung mit einem Größtkorn bis zu 8 mm zu verwenden, bei Schichtdicken von mindestens 5 cm darf das Größtkorn bis zu 16 mm betragen.

(3) Die Dicke der einzelnen Spritzlagen beträgt im Allgemeinen 2 cm bis 5 cm, mindestens jedoch das 3-fache des Größtkorns.

(4) Die Verwendung von Betonzusatzstoffen und -mitteln bedarf der vorherigen Zustimmung des Auftraggebers.

### 4.5 Ausführung

#### 4.5.1 Allgemeines

(1) Spritzbeton darf nur aufgebracht werden, wenn die Temperatur der Auftragsfläche mindestens 3 °C beträgt.

(2) Sind während der Ausführung Luft- und Bau-

teilttemperaturen 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 Bereitstellungs-gemisches

Das Bereitstellungsgemisch muss einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle und Fremdüberwachung gemäß DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 unterliegen.

#### 4.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Die Ausführung muss einer Eigen- und Fremdüberwachung gemäß DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 unterliegen.

(2) Die fertiggestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.

(3) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene 250 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufäche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufäche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung muss im Beisein des Auftraggebers erfolgen.

## 5 Spritzmörtel / -beton SRM/SRC (unbekannte Zu- sammensetzung)

### 5.1 Allgemeines

(1) SRM/SRC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz und ggf. dem Korrosionsschutz. Eine Haftbrücke ist nicht erforderlich.

(2) Ein SRM/SRC-Betonersatzsystem darf nur mit zu-gehöriger und für den vorgesehenen Verwendungszweck geeigneter Spritzanlage angewendet werden.

### 5.2 Anwendung

(1) SRM/SRC kann als Betonersatz innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 verwendet werden, mit Ausnahme von waagerechten oder schwach geneigten Flächen, die von oben gespritzt werden müssten (z.B. Oberseiten von Fahrbahnplatten der Brücken).

(2) In speziellen Anwendungsfällen können besondere Anforderungen an das Betonersatzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarende Prüfungen nachzuweisen ist.

### 5.3 Baugrundsätze

(1) Es können sowohl Nass- als auch Trockenspritzverfahren entsprechend des projektspezifischen Nachweises der Verwendbarkeit gemäß Anhang F angewendet werden.

(2) Rückprall darf in keinem Fall als Bestandteil des Bereitstellungsgemisches wiederverwendet werden. Die ordnungsgemäße Entsorgung des Rückpralls ist vom Auftragnehmer nachzuweisen.

(3) Die Schichtdicke beträgt mindestens 1 cm und höchstens 5 cm.

(4) 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.

### 5.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung muss auf die erforderliche Schichtdicke abgestimmt sein und darf höchstens 1/3 der Schichtdicke und/oder höchstens 8 mm betragen.

## 5.5 Ausführung

### 5.5.1 Anforderungen an das Personal

Es gilt Nr. 4.5.2

### 5.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des SRM/SRC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen.

(2) Die Gebinde müssen nach gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

### 5.5.3 Betonunterlage

(1) Freiliegende Bewehrung ist nach Nr. 2.4.3 zu behandeln.

(2) Die Betonunterlage ist vor dem Aufbringen des SRM/SRC gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

(3) Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass bereits vorbereitete Flächen vor Auftrag des SRM/SRC nicht wieder verunreinigt werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Einflüsse aus Spritzarbeiten in benachbarten Arbeitsabschnitten.

### 5.5.4 Einbau der Bewehrung

Die Bewehrung ist so zu befestigen, dass sie ihre Lage beibehält und beim Spritzen wenig federt.

### 5.5.5 Schalung

Ist eine Schalung erforderlich, muss sie so ausgebildet werden, dass sie nicht federt und sich beim Spritzen kein Rückprall innerhalb der Schalung festsetzen kann.

### 5.5.6 Spritzen

(1) Die zulässigen Längen der Förderleitungen sind den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.

(2) Die Spritzdüse ist so zu führen, dass ein gut verdichteter Mörtel/Beton mit gleichmäßigem Gefüge bei geringem Rückprall entsteht, Spritzschatten vermieden und ggf. freiliegende Stahleinlagen ausreichend umhüllt werden.

(3) Die Dicke der einzelnen Spritzlagen ist den Angaben zur Ausführung zu entnehmen.

### 5.5.7 Frischmörtelrohichte

Die Frischmörtelrohichte darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung höchstens um  $0,07 \text{ kg/dm}^3$  über- oder unterschreiten.

### 5.5.8 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Nachbehandlung ist nach Art und Dauer entsprechend den Angaben des Stoffherstellers in den Angaben zur Ausführung unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen, mindestens jedoch 3 d, durchzuführen.

### 5.5.9 Trockenrohichte

Die Trockenrohichte ist an drei Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als  $0,04 \text{ kg/dm}^3$  unterschreiten.

### 5.5.10 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 5.6 Qualitätssicherung

### 5.6.1 Nachweis der Verwendbarkeit

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit Anhang F ist durchzuführen.

### 5.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

SRM/SRC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle nach den zugehörigen Produktnormen unterliegen.

### 5.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer,
- Ü-Zeichen.

(2) Die Frischmörtelrohichte ist je angefangene  $100 \text{ m}^2$  Einbaufläche, mindestens jedoch einmal je Arbeitstag, mit an der Einbaustelle hergestellten Proben gemäß 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 SRM/SRC und die Förderung zur Auftragsfläche zu überprüfen.

(6) Die fertig gestellten Flächen sind nach ausreichender Erhärtszeit 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 Trockenrohichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

### 5.6.4 Kontrollprüfungen

Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens  $50 \text{ m}^2$  können die Kontrollprüfungen entfallen.

## 6 Zementmörtel / -beton RM/RC (unbekannte Zusammensetzung)

### 6.1 Allgemeines

(1) RM/RC-Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz und in der Regel aus der Haftbrücke sowie ggf. dem Korrosionsschutz und dem Feinspachtel.

(2) Als RM/RC-Betonersatzsysteme dürfen nur solche verwendet werden, die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind.

### 6.2 Anwendung

(1) Mit RM/RC-Betonersatzsystemen können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden. Der Einbau kann auch unter dynamischer Beanspruchung erfolgen.

## ZTV-ING Teil 3 Massivbau Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Anhang F

(2) Es werden folgende Anwendungsfälle unterschieden:

- RC  
waagerechte und schwach geneigte Oberseiten, dynamisch beansprucht (z.B. befahrbare Flächen unter Belägen),
- RM  
beliebige Lage der Auftragsfläche, dynamisch (z.B. Kappen, Brückenuntersichten) oder nicht dynamisch (z.B. Stützwände, Widerlager) beansprucht.

(3) In speziellen Anwendungsfällen können besondere Anforderungen an das Betonersatzsystem gestellt werden, deren Einhaltung durch zusätzlich zu vereinbarenden Prüfungen nachzuweisen ist.

### 6.3 Baugrundsätze

(1) Die Schichtdicke beträgt mindestens 1 cm und höchstens 5 cm.

(2) In besonderen Fällen (z.B. bei tieferen Ausbruchstellen) kann die Schichtdicke bis zu 10 cm betragen.

(3) Wenn durch den Betonersatz eine Betondeckung gemäß DIN-EN 1992-2 ( $c_{min} = 40 \text{ mm}$ ) planmäßig nicht erreicht werden kann, ist ein Korrosionsschutz der Bewehrung und ein geeignetes OS-System nach Nr. 8 erforderlich.

### 6.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung muss auf die erforderliche Schichtdicke abgestimmt sein und darf höchstens 1/3 der Schichtdicke und / oder höchstens 8 mm betragen.

### 6.5 Ausführung

#### 6.5.1 Allgemeines

(1) Bei Verwendung einer Haftbrücke muss der Betonersatz auf die noch frische Haftbrücke aufgetragen werden. Die Haftbrücke darf oberflächlich nicht angetrocknet sein.

(2) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.

(3) Kanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

(4) Die Verdichtung hat bei RM/RC in der Regel mit maschinellen Verdichtungsgeräten zu erfolgen.

#### 6.5.2 Baustoffe

(1) Vor Einbau des RM/RC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüf-

zeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen.

(2) Die Gebinde müssen nach gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde der Trockenkomponente verwendet werden.

(3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

#### 6.5.3 Betonunterlage

(1) Bei Verwendung einer Epoxidharzhaftbrücke darf die Feuchte der Betonunterlage die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

(2) Bei Verwendung einer zementgebundenen Haftbrücke ist die Betonunterlage vor dem Aufbringen der Haftbrücke gemäß Nr. 3.5.4 vorzunässen.

#### 6.5.4 Äußere Bedingungen

Epoxidharzhaftbrücken dürfen nur verarbeitet werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

#### 6.5.5 Konsistenz

Die Konsistenz ist zu ermitteln. Das Ausbreitmaß darf nicht mehr als 15 % vom zugehörigen Bezugswert der Angaben zur Ausführung abweichen.

#### 6.5.6 Luftgehalt

(1) Der Luftgehalt des Frischmörtels ist zu ermitteln.

(2) Der Luftgehalt darf nicht mehr als 2 % absolut bzw. 50 % relativ (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend) vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung abweichen.

#### 6.5.7 Nachbehandlung

(1) Für die Dauerhaftigkeit des Betonersatzes ist eine sorgfältige Nachbehandlung unerlässlich.

(2) Die Nachbehandlung ist nach Art und Dauer entsprechend den Angaben des Stoffherstellers in den Angaben zur Ausführung unter Beachtung der jeweiligen Umgebungsbedingungen, jedoch mindestens 3 d, durchzuführen.

#### 6.5.8 Trockenrohndichte

Die Trockenrohndichte 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 Nachweis der Verwendbarkeit

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Anhang F ist durchzuführen.

#### 6.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

RM/RC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle nach den zugehörigen Produktnormen unterliegen.

#### 6.6.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,
- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Bei Verwendung einer Epoxidharzhaftbrücke ist vom Auftragnehmer zur Bestimmung der Feuchte der Betonunterlage ein CM-Gerät mit Zubehör vorzuhalten.

(3) Vom Frischmörtel/-beton sind je Arbeitstag eine Konsistenzprüfung und eine Prüfung des Luftgehalts gemäß Anhang G durchzuführen.

(4) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage und der zu verwendenden Stoffe zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.

(5) Beim Mischen der Komponenten des RM/RC ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu überprüfen.

(6) Die in stand 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 ange-

fangene  $250 \text{ m}^2$  Gesamteinbaufäche mittels fünf gleichmäßig über die Einbaufäche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.

(8) Die Trockenrohdichte 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 Gesamteinbaufäche von höchstens  $50 \text{ m}^2$  können die Kontrollprüfungen entfallen.

## 7 Reaktionsharzbeton PRC (unbekannte Zusammensetzung)

### 7.1 Allgemeines

(1) PRC -Betonersatzsysteme bestehen aus dem Betonersatz, der Haftbrücke und ggf. dem Korrosionsschutz.

(2) Als PRC-Betonersatzsysteme dürfen nur solche verwendet werden, die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sind.

### 7.2 Anwendung

(1) PRC-Betonersatzsysteme sollen nur in Ausnahmefällen und nur bei kleinen Flächen (nicht größer als etwa  $1 \text{ m}^2$ ) angewendet werden, wenn bei Instandsetzungsmaßnahmen hydraulisch erhärtende Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen (z.B. aus Zeitgründen und bei zu geringer Schichtdicke).

(2) Mit PRC-Betonersatzsystemen können Instandsetzungen innerhalb aller Bereiche gemäß Nr. 1.3.2 ausgeführt werden. Der Einbau kann auch unter dynamischer Beanspruchung erfolgen.

### 7.3 Baugrundsätze

PRC-Betonersatzsysteme können in Schichtdicken ab  $5 \text{ mm}$  ausgeführt werden.

### 7.4 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Der Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung darf höchstens  $1/3$  der Schichtdicke und/oder höchstens  $8 \text{ mm}$  betragen.

## 7.5 Ausführung

### 7.5.1 Allgemeines

- (1) Der Betonersatz ist auf die noch frische Haftbrücke aufzubringen.
- (2) Bei Sichtbetonflächen ist die Oberflächenstruktur der Instandsetzungsbereiche der umgebenden Betonoberfläche anzupassen.
- (3) Kanten sind durch Dreikantleisten zu brechen.

### 7.5.2 Baustoffe

- (1) Vor Einbau des PRC-Betonersatzsystems sind dem Auftraggeber auf Verlangen die für die jeweiligen Chargen maßgebenden Werksprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 vorzulegen.
- (2) Die Gebinde müssen gekennzeichnet und unbeschädigt sein. Die zulässige Lagerungsdauer darf nicht überschritten werden. Beim Mischen dürfen nur ganze Gebinde verwendet werden.
- (3) An der Mischanlage ist die Mischanweisung gut lesbar anzubringen.

### 7.5.3 Betonunterlage

Die Feuchte der Betonunterlage darf die in den Angaben zur Ausführung angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

### 7.5.4 Äußere Bedingungen

PRC-Betonersatzsysteme dürfen nur verarbeitet werden, wenn die Temperatur der Betonunterlage und die Temperatur der zu verwendenden Stoffe jeweils mindestens 3 K höher sind als die Taupunkttemperatur und wenn die Temperatur der Betonunterlage mindestens 8 °C beträgt.

### 7.5.5 Witterungsschutz

PRC-Betonersatzsysteme sind gemäß den Angaben zur Ausführung ausreichend lange gegen Nässe zu schützen.

### 7.5.6 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte ist an Bohrkernscheiben von mindestens 15 mm Dicke zu ermitteln. Sie darf den Bezugswert in den Angaben zur Ausführung um nicht mehr als 0,04 kg/dm<sup>3</sup> unterschreiten.

### 7.5.7 Abreißfestigkeit

Es gilt Nr. 4.5.7 sinngemäß.

## 7.6 Qualitätssicherung

### 7.6.1 Nachweis der Verwendbarkeit

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit nach Anhang F ist durchzuführen.

### 7.6.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

PC-Betonersatzsysteme müssen einer laufenden werkseigenen Produktionskontrolle nach den zugehörigen Produktnormen unterliegen.

### 7.6.3 Überwachung der Ausführung

- (1) Vor Einbau ist an den gelieferten Baustoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:
  - Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
  - unbeschädigter Zustand der Verpackung,
  - vorschriftsmäßige Lagerung,
  - Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.
- (2) Vor Beginn der Ausführung sind die Temperaturen der Unterlage und der zu verwendenden Stoffe zu messen. Die Messungen sind während der Ausführung zu wiederholen, wenn die gemessenen Werte in die Nähe der Grenzwerte gelangen, die in den Angaben zur Ausführung festgelegt sind.
- (3) Beim Mischen der Komponenten des PRC ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu überprüfen.
- (4) Die instand gesetzten Flächen sind nach ausreichender Erhärtungszeit im Beisein des Auftraggebers zur Feststellung von Hohlstellen durch Abklopfen zu überprüfen.
- (5) Die Prüfung der Abreißfestigkeit ist je angefangene 50 m<sup>2</sup> Gesamteinbaufläche mittels drei gleichmäßig über die Einbaufläche verteilter Abreißversuche nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen. Die Prüfung hat im Beisein des Auftraggebers zu erfolgen.
- (6) Die Trockenrohddichte ist jeweils an einem Bohrkern aus jedem Satz der Abreißfestigkeitsprüfung, jedoch je Bauwerk an mindestens drei Bohrkernen, zu ermitteln.

### 7.6.4 Kontrollprüfungen

Bei einer Baumaßnahme mit einer Gesamteinbaufläche von höchstens 10 m<sup>2</sup> können die Kontroll-

prüfungen entfallen.

## 8 Oberflächenschutzsysteme (OS)

### 8.1 Allgemeines

(1) Es werden folgende Arten von OS-Systemen unterschieden:

- Hydrophobierung (OS-A) und
- Beschichtungen (OS-B bis OS-F).

(2) Wegen der zeitlich begrenzten Wirksamkeit von OS-Systemen können diese nicht als gleichwertig gegenüber einer ausreichend dichten und dicken Betondeckung angesehen werden.

(3) Anhang F enthält Hinweise zur Zertifizierung der Baustoffe und Baustoffsysteme.

### 8.2 Anwendung

#### 8.2.1 Allgemeines

(1) Es dürfen nur die in Tabelle 3.4.5 beschriebenen OS-Systeme für die jeweils zugeordneten Anwendungsbereiche verwendet werden.

(2) Ist mit einer Feuchteanreicherung hinter einer vorgesehenen Beschichtung zu rechnen, ist durch gesonderte Untersuchungen festzustellen, ob der Einsatz eines OS-Systems sinnvoll ist.

#### 8.2.2 Auswahl

(1) Bei der Auswahl von OS-Systemen sind insbesondere folgende Kriterien zu beachten:

- Funktion des Bauteils,
- Einwirkungsbereich von Tausalzen,
- mechanische Beanspruchung,
- Wasserdampfdurchlässigkeit,
- Rissüberbrückung,
- ggf. erforderliche AGS-Eigenschaften.

(2) Bei der Auswahl von OS-Systemen ist folgendes zu beachten:

a) Für Brückenuntersichten sind in der Regel Systeme OS-D bis OS-F nicht zu verwenden, da durch rissüberbrückende Beschichtungen die Kontrolle vorhandener Risse (Hinweise auf Schädigungen) nur eingeschränkt möglich ist.

b) Folgende OS-Systeme sind für den vorbeugenden Oberflächenschutz bevorzugt anzuwenden:

- Hydrophobierung (OS-A) oder
- Beschichtung (OS-B oder OS-C).

(3) Systeme mit ausreichender Wasserdampfdurchlässigkeit sind zu bevorzugen.

(4) Bauteile dürfen nicht allseitig mit Systemen beschichtet werden, die keine ausreichende Wasserdampfdurchlässigkeit aufweisen.

(5) In der Leistungsbeschreibung sind anzugeben:

- Systembezeichnung nach Tabelle 3.4.5,
- Einwirkungsbereich von Tausalzen (nur bei Systemen OS-C und OS-D) nach Nr. 1.3.2,
- Nachweis der Anforderung an Funktionalität für Anti-Graffiti-System.

#### 8.2.3 Farbpalette

Für die letzte Schicht von pigmentierten Beschichtungen sind nur folgende Farbtöne zu verwenden:

- RAL 1024 (ockergelb),
- RAL 3009 (oxidrot),
- RAL 6011 (resedagrün),
- RAL 7023 (betongrau),
- RAL 7032 (kieselgrau),
- RAL 9010 (reinweiß).

### 8.3 Baustoffe und Baustoffsysteme

(1) Für OS-Systeme dürfen nur Baustoffe und Baustoffsysteme verwendet werden, die den projektspezifischen Anforderungen genügen.

(2) Projektspezifisch ist auf Folgendes zu achten:

- Für den Feinspachtel und OS-D I müssen Zement nach DIN EN 197 und Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 verwendet werden.

- Verschleißschichten von OS-F-Systemen müssen geeignete Füllstoffe und anorganische Abstreumaterialien enthalten.

- Soll der Feinspachtel im Verbund mit einem RM/RC verwendet werden, ist zusätzlich die Verbundkörperprüfung auf Abreißfestigkeit nach Temperatur-Wechsel-Beanspruchung durchzuführen.

- Es hat für die Prüfungen der Haftzugfestigkeit und Gitterschnittkennwert nach Temperaturwechsel- und Frost-Tausalz-Beanspruchung die Applikation bei  $T_{min} = 8\text{ °C}$  im Vergleich zur unbehandelten Probe zu erfolgen und anschließend sind nach der Applikation der letzten Lage / Schicht die Probe-körper 2 d bei  $T_{min} = 8\text{ °C}$  und anschließend 12 d im Laborklima vor der Witterungsprüfung zu lagern.

- Die Prüfung erfolgt jeweils für das System mit dem Farbton RAL 7032 – kieselgrau.

## ZTV-ING Teil 3 Massivbau Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen Anhang F

- OS-Systeme mit Deckversiegelung sind ohne Versiegelung zu prüfen. Griffigkeit, Verschleiß und Rissüberbrückung sind zusätzlich mit Versiegelung zu prüfen.

- Ggf. sind die Anforderungen der TL/TP- AGS Beton und ZTV-ING 5-1 zu berücksichtigen

### 8.4 Ausführung

#### 8.4.1 Allgemeines

(1) Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber den Beginn und die Fertigstellung jedes Auftrags einer Hydrophobierung sowie jeder Lage einer Beschichtung anzuzeigen. Der Auftraggeber behält sich das Recht vor, jede Lage oder Schicht einzeln freizugeben.

(2) Sollen vor Beginn der Ausführung von OS-Systemen am Bauwerk, neben den in Nr. 8.4.6 geforderten, Vergleichsflächen angelegt werden (insbesondere bei OS-Systemen ohne Feinspachtel), ist dies in der Leistungsbeschreibung vorzusehen.

#### 8.4.2 Baustoffe

(1) Der Auftragnehmer muss für alle Stoffe vor deren Applikation auf der Baustelle dem Auftraggeber ein Abnahmeprüfzeugnis 3.2 nach DIN EN 10204 vorlegen. Der Prüfumfang ergibt sich nach Anhang F.

(2) Das Abnahmeprüfzeugnis ist von einem von der Fertigungsabteilung unabhängigen Abnahmebeauftragten auszustellen und muss von einer anerkannten Konformitätsbewertungsstelle 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 Maximalschichtdicke  $d_{max}$  der hwO werden je nach System angegeben.

(2) Um die Mindestschichtdicke sicher zu erzielen, sind für die Untergrundraheiten, Materialeigenschaften und Verarbeitungsverfahren Materialzuschläge notwendig.

(3) Bei Bestimmung der Schichtdicke durch Messung ist die Mindestschichtdicke der hwO bei 95 % der Messwerte zu erreichen. 5 % der Messwerte dürfen Minderdicken von bis zu 0,7  $d_{min}$  aufweisen. Die Maximalschichtdicke darf an keiner Stelle überschritten werden.

(4) Die bei der Messung entstandenen Fehlstellen sind zu überarbeiten.

Tabelle 3.4.5: Instandsetzungsziele bei Oberflächenschutzsystemen

Instandsetzungsziele	geeignete Oberflächenschutzsysteme
Schutz gegen das Eindringen von Stoffen: Hydrophobierung	OS A
Schutz gegen das Eindringen von Stoffen: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F
Schutz gegen das Eindringen von Stoffen: Örtliche Abdeckung von Rissen (Bandagen)	OS F
Regulierung des Wasserhaushaltes des Be- tons: Hydrophobierung	OS A
Regulierung des Wasserhaushaltes des Be- tons: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F
Erhöhung des Chemikalienwiderstandes: Beschichtung	OS C, OS D II, OS D I, OS F mit entsprechendem Nachweis des Herstellers
Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F
Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität: Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)	OS F
Erhöhung des elektrischen Widerstandes: Hydrophobierung	OS A
Erhöhung des elektrischen Widerstandes: Beschichtung	OS B, OS C, OS D II, OS D I, OS F

(5) Bei der Bestimmung der Schichtdicke über den Verbrauch darf die ermittelte Schichtdicke  $d$  nicht kleiner als die Sollschichtdicke  $d_s$  und nicht größer als die Maximalschichtdicke  $d_{max}$  sein. Die Sollschichtdicke  $d_s$  ergibt sich aus der Summe von Mindestschichtdicke  $d_{min}$  und Schichtdickenzuschlag  $d_z$ . Für  $d_z$  sind pauschal  $60 \mu\text{m}$  anzusetzen.

#### 8.4.8 Abreißfestigkeit

(1) Die Abreißfestigkeit des OS-Systems muss Tabelle 3.4.6 entsprechen.

(2) Bei OS-Systemen mit Feinspachtel ist der Feinspachtel zusätzlich zu prüfen, und es sind die erte der Tabelle 3.4.6 einzuhalten.

Tabelle 3.4.6: Abreißfestigkeiten (Mindestwerte)

System	Mittelwert [N/mm <sup>2</sup> ]	Kleinster Einzelwert [N/mm <sup>2</sup> ]
OS-A	-	-
OS-B bis OS-D	0,8	0,5
OS-E	1,0	0,6
OS-F	1,5	1,0
Feinspachtel	1,3	0,8

#### 8.4.9 Witterungsschutz

OS-Systeme sind gemäß den Angaben zur Ausführung ausreichend lang gegen ungünstige Witterungseinflüsse zu schützen.

### 8.5 Qualitätssicherung

#### 8.5.1 Nachweis der Verwendbarkeit

Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Anhang F ist durchzuführen.

#### 8.5.2 Überwachung der Stoffe und Stoffsysteme

OS-Systeme müssen einer laufenden werkseitigen Produktionskontrolle nach den zugehörigen Produktnormen unterliegen.

#### 8.5.3 Überwachung der Ausführung

(1) Vor Aufbringen des OS-Systems ist an den gelieferten Stoffen vom Auftragnehmer im Rahmen der Eigenüberwachung zusätzlich zu Nr. 1.8.3 folgendes zu prüfen:

- Übereinstimmung mit der Bestellung (Lieferschein und Verpackungsaufschrift),
- unbeschädigter Zustand der Verpackung,

- vorschriftsmäßige Lagerung,
- Verfallsdatum bzw. Herstellungsdatum und zulässige Lagerungsdauer.

(2) Müssen zur Herstellung des OS-Systems Komponenten auf der Baustelle gemischt werden, ist die Einhaltung des in den Angaben zur Ausführung angegebenen Mischungsverhältnisses zu kontrollieren. Die ausreichende Homogenisierung der fertigen Mischung ist zu prüfen.

(3) Der Verbrauch an Stoffen zur Herstellung von OS-Systemen ist für jeden Arbeitsabschnitt und jede Schicht gemäß Formblatt D 3.4.1 zu protokollieren.

(4) Die Prüfung der Schichtdicke ist im Beisein des Auftraggebers zum jeweils frühestmöglichen Zeitpunkt durchzuführen.

(5) Bei dem System OS-B und ggf. OS-C ist die Dicke der hwO je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch je abgeschlossener Tagesleistung, über die entsprechende Verbrauchsmenge nach Anhang D zu bestimmen. Die mittlere Auftragsschichtdicke muss gleich oder größer als die Sollschichtdicke sein.

(6) Die Dicke der hwO der Systeme OS-D bis OS-F ist je angefangene  $350 \text{ m}^2$ , mindestens jedoch je abgeschlossene Tagesleistung, durch Messen der Schichtdicke an mindestens 40 gleichmäßig über die Fläche verteilten Stellen (bei Bohrkernentnahme an jeweils fünf Stellen von acht Bohrkernen) nach Anhang D zu ermitteln.

*(7) Bei dem System OS-C ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen, ob die Schichtdicke durch Messen (wie bei den Systemen OS-D bis OS-F) oder über die Verbrauchsmenge (wie bei dem System OS-B) zu prüfen ist. Das Verfahren zur Bestimmung der Schichtdicke der Systeme OS-D bis OS-F ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen.*

(8) Bei Hydrophobierungen ist für Beschichtungsflächen von mindestens  $500 \text{ m}^2$  in Abstimmung mit dem Auftraggeber je angefangene  $100 \text{ m}^2$  behandelte Fläche nach Ablauf der in den Angaben zur Ausführung angegebenen Wartezeit die Qualität der Hydrophobierung im Beisein des Auftraggebers an einer Messfläche zu prüfen. Messergebnisse sind dem Auftraggeber zu übergeben.

*(9) Die Prüfung der Qualität der Hydrophobierung kann nach Anhang B erfolgen. An der Messfläche sollte der Mittelwert der Messungen unter den gleichen Messbedingungen den auf der Vergleichsfläche gemessenen Wert um nicht mehr als 25 % überschreiten.*

(10) Die Prüfung der Abreißfestigkeit des Feinspachtels ist im Beisein des Auftraggebers je angefangene  $350 \text{ m}^2$  Gesamteinbaufläche an einem Satz aus drei gleichmäßig über die Einbaufläche

verteilten Stellen nach Teil 1 Abschnitt 3 durchzuführen.

#### **8.5.4 Kontrollprüfungen**

*Die Prüfung der fertigen Beschichtungen erfolgt nach Augenschein. Werden Abreißprüfungen durchgeführt, sind je angefangene 350 m<sup>2</sup> beschichteter Fläche an drei gleichmäßig über die Einbaufäche 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, abgeseibt 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).

**ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Anhang A**

**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.

ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Anhang B

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"/> waagrecht <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 Schichtdicken 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 Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit von der Konformitätsbewertungsstelle festzulegen.

##### D 2.2 Differenzdickenmessung

- (1) Die Messung erfolgt durch Durchstechen der Oberflächenschutzschicht mit einer Messsonde.
- (2) Das Messverfahren muss eine Messgenauigkeit von 10 µm erlauben. Geeignet ist z.B. ein im Bild D 3.4.1 dargestelltes Schichtdickenprüfgerät.
- (3) Das Gerät ist vor jeder Messreihe auf einer ebenen Glasplatte zu justieren. Die Messung ist senkrecht zur Beschichtungsoberfläche durchzuführen. Mit hervorstehender Nadelspitze ist das Gerät mit mäßigem Druck in die Oberflächenschutzschicht bis zu einem spürbaren Widerstand einzustechen. Anschließend wird die kreisförmige

Aufstandsfläche des Gerätes vorsichtig auf die Oberflächenschutzschicht gesetzt und die Schichtdicke an der Messuhr abgelesen.

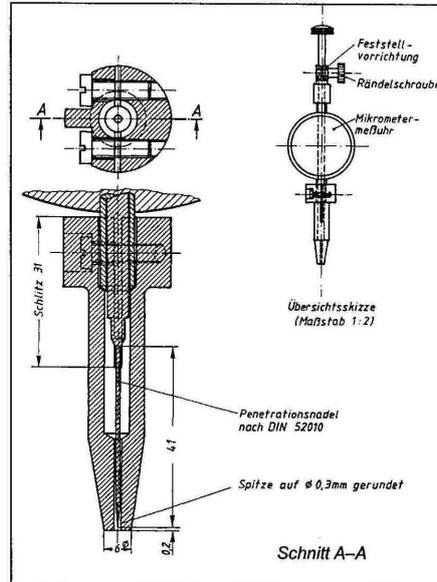


Bild D 3.4.1: Schichtdickenprüfgerät der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

##### D 2.3 Keilschnitt-Verfahren

Die Oberflächenschutzschicht wird mit einer Schneidvorrichtung unter einem vorgegebenen Winkel eingeschnitten, die Projektion der Schnittflanke mit einem Messmikroskop gemessen und die Schichtdicke trigonometrisch berechnet. Die Durchführung erfolgt nach DIN 50986.

##### D 2.4 Messung an Bohrkernen

Die Messung an Bohrkernen erfolgen an 8 gleichmäßig über die Fläche entnommenen Bohrkernen (Durchmesser höchstens 50 mm). Durch den Bohrvorgang örtlich eingetretene Veränderungen der Schichtdicke sind zu beachten und ggf. durch geeignete Maßnahmen zu entfernen. Die Schichtdicke wird an fünf gleichmäßig verteilten Stellen mit Hilfe einer Messlupe oder eines Messmikroskops bestimmt.

##### D 2.5 Auswertung

Jede Prüfung ist entsprechend Formblatt D 3.4.2, Formblatt D 3.4.3 bzw. Formblatt D 3.4.4 auszuwerten.

### D 3 Bestimmung der Schichtdicke über die Verbrauchsmenge

#### D 3.1 Beschreibung und Durchführung des Verfahrens

(1) Über die Verbrauchsmenge kann nur eine über die Fläche gemittelte Schichtdicke bestimmt werden. Aussagen über die Gleichmäßigkeit der Schichtdicke sind nicht möglich.

(2) Zu ermitteln ist die zu einer bestimmten Fläche  $A$  [m<sup>2</sup>] (z.B. Tagesleistung) zugehörige Verbrauchsmenge  $M_v$  [kg]. Mit den in den Angaben zur Ausführung enthaltenen Angaben über die Dichte des flüssigen Stoffes  $\rho_f$  [g/cm<sup>3</sup>] und dem Festkörpervolumen  $FV$  [%] ergibt sich die mittlere Auftragsschichtdicke  $d$  [μm] zu

$$d = \frac{M_v * FV * 10}{\rho_f * A} \text{ [}\mu\text{m]}.$$

#### D 3.2 Auswertung

(1) Jede Prüfung ist entsprechend Formblatt D 3.4.5 auszuwerten.

(2) Die Sollschichtdicke ergibt sich aus:

$$d_s = d_{\min} + d_z \text{ [}\mu\text{m]}.$$

Für  $d_z$  sind pauschal 60 μm einzusetzen.





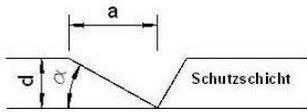
Formblatt D 3.4.2

Stand: 2017/05

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) durch Differenzdickenmessung				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		1						21										
Größe der zugeordneten Prüffläche Länge l <input type="text"/> m Breite b <input type="text"/> m Fläche <input type="text"/> m <sup>2</sup>			2						22										
			3							23									
			4								24								
			5								25								
			6								26								
Prüfgerät	Eine Prüfung je angefangene 350 m <sup>2</sup> mindestens jedoch je Tagesleistung		7							27									
			8							28									
			9								29								
			10								30								
			11								31								
Prüfung Nr.  Prüfungsdatum  Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Name des Prüfgutes	Beauftragte Firma	12							32									
			13							33									
			14								34								
			15								35								
			16								36								
			17								37								
			18								38								
			19								39								
			20								40								
Unterschriften			Summe (1-20)				Summe (21-40)												
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%; border-top: 1px dashed black; text-align: center;">Prüfer</div> <div style="width: 30%; border-top: 1px dashed black; text-align: center;">Auftragnehmer</div> <div style="width: 30%; border-top: 1px dashed black; text-align: center;">Auftraggeber</div> </div>			<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												

ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Anhang D

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 $d_{min} =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span>		Messwerte und Auswertung																									
	$0,7 \cdot d_{min} =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span>		Messstellen	Schichtdicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>				Messstellen	Schichtdicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]	Auswertung <sup>1)</sup>																	
Maximalschichtdicke $d_{max} =$ <span style="float: right;"><math>\mu\text{m}</math></span>		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																				
			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)																			
Größe der zugeordneten Prüffläche Länge l            m Breite b            m Fläche                m <sup>2</sup>			 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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>			$\alpha$	$\tan \alpha$	45°	1	26,6°	0,5	21,8°	0,4	5,7°	0,1	4,3°	0,075	Eine Prüfung je angefangenen 350 m <sup>2</sup> mindestens jedoch je Tagesleistung										
$\alpha$	$\tan \alpha$																											
45°	1																											
26,6°	0,5																											
21,8°	0,4																											
5,7°	0,1																											
4,3°	0,075																											
Prüfung Nr. Prüfungsdatum Fertigstellungsdatum des Prüfgutes		Name des Prüfgutes	Beauftragte Firma																									
Unterschriften			1) 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																								

ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Anhang D

Formatiert: Rahmen: Oben: (Kein Rahmen)

Formblatt D 3.4.4

Stand: 2017/05

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) an Bohrkernen			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 Bohrkern je Prüfung			Bohrkern I	1						Bohrkern V	1						
Größe der zugeordneten Prüffläche Länge l m Breite b m Fläche 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	2								2								
		3								3								
		4								4								
		5								5								
		1							1									
Prüfgerät	Name des Prüfgutes <input style="width: 100%;" type="text"/>  Beauftragte Firma <input style="width: 100%;" type="text"/>	Bohrkern II Bohrkern III Bohrkern IV		2						Bohrkern VI	2							
				3							3							
				4							4							
				5							5							
				1							1							
Prüfung Nr.	Prüfungsdatum <input style="width: 100%;" type="text"/>  Fertigstellungsdatum des Prüfgutes <input style="width: 100%;" type="text"/>	Bohrkern VII Bohrkern VIII		2						Bohrkern VII	2							
				3							3							
				4							4							
				5							5							
				1							1							
Prüfungsdatum	Bohrkern I Bohrkern II Bohrkern III Bohrkern IV	Bohrkern VIII		2						2								
				3						3								
				4						4								
				5						5								
			1						1									
Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Bohrkern V Bohrkern VI Bohrkern VII Bohrkern VIII	Bohrkern I	2						Bohrkern VI	2								
			3							3								
			4							4								
			5							5								
			1							1								
Unterschriften	Prüfer <input style="width: 100%;" type="text"/>  Auftragnehmer <input style="width: 100%;" type="text"/>  Auftraggeber <input style="width: 100%;" type="text"/>	Bohrkern I Bohrkern II Bohrkern III Bohrkern IV	2						Bohrkern VII	2								
			3							3								
			4							4								
			5							5								
			1							1								
Prüfer <input style="width: 100%;" type="text"/>  Auftragnehmer <input style="width: 100%;" type="text"/>  Auftraggeber <input style="width: 100%;" type="text"/>	Bohrkern V Bohrkern VI Bohrkern VII Bohrkern VIII	Bohrkern I	2						Bohrkern VI	2								
			3							3								
			4							4								
			5							5								
			1							1								

<sup>1)</sup> Zutreffendes ankreuzen

a: $d_{max} \geq d \geq d_{min}$	<input type="checkbox"/> $\sum a \geq 38$
b: $d \geq 0,7 \cdot d_{min}$	<input type="checkbox"/> $\sum b \leq 2$
c: $d < 0,7 \cdot d_{min}$	<input type="checkbox"/> $\sum c = 0$
d: $d > d_{max}$	<input type="checkbox"/> $\sum d = 0$

ZTV-ING - Teil 3 Massivbau - Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Anhang D

## Formblatt D 3.4.5

Bestimmung der Schichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) über die Verbrauchsmenge					Seite																																																
Bauwerksnummer (ASB)			Baumaßnahme																																																		
Bauabschnitt			Bauteil																																																		
Auftragnehmer			Auftraggeber																																																		
Oberflächenschutzsystem  <b>OS-</b>	Mindestschichtdicke $d_{min} =$ Maximalschichtdicke $d_{max} =$ (Sofern die Angaben zur Ausführung keine Angaben zum Zuschlag $d_z$ enthalten, ist $d_z = 60 \mu\text{m}$ anzusetzen.)		$\mu\text{m}$ $\mu\text{m}$	Sollschichtdicke  $d_s = d_{min} + d_z =$ $d_z = 60$		$\mu\text{m}$ $\mu\text{m}$																																															
Lage der zugeordneten Prüffläche (ggf. in Zeichnung eintragen)	Festkörpervolumen $FV =$ Dichte des flüssigen Stoffes $\rho_{fl} =$ (entsprechend Angaben zur Ausführung)		% $\text{g/cm}^3$	$\frac{FV \cdot 10}{\rho_{fl}} =$	Eine Prüfung je Arbeitsabschnitt, mindestens jedoch je Tagesleistung																																																
$d = \frac{M_v \cdot FV \cdot 10}{A \cdot \rho_{fl}} \quad [\mu\text{m}] \geq d_s$ $M_v \text{ Verbrauchsmenge } [\text{kg}]$ $A \text{ zugehörige Fläche } [\text{m}^2]$			Mittlere Auftragsschichtdicke $d$ [ $\mu\text{m}$ ]																																																		
Größe und Daten der zugeordneten Prüfflächen			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nr.</th> <th><math>M_v</math></th> <th>A</th> <th><math>M_v/A</math></th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Nr.	$M_v$	A	$M_v/A$	d																																											
Nr.	$M_v$	A	$M_v/A$	d																																																	
<table border="1"> <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						Name des Prüfgutes		Beauftragte Firma
Prüfung Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Fertigstellungsdatum des Prüfgutes	Prüfdatum																																																
1																																																					
2																																																					
3																																																					
4																																																					
5																																																					
6																																																					
7																																																					
Unterschriften																																																					
..... Prüfer		..... Auftragnehmer		..... Auftraggeber																																																	

## Formblatt E 3.4.1

Frischmörtelrohddichte SRM/SRC						Seite			
Bauwerksnummer (ASB)			Baumaßnahme						
Bauabschnitt			Bauteil						
Auftragnehmer			Auftraggeber						
Prüfgut	Prüfdatum zugeordnete Fläche								
Hersteller	Durchführung an gespritzten Proben; Spritzpfanne 46 cm · 46 cm · 4 cm								
Chargen-Nr.	Häufigkeit: mindestens 1x je Arbeitstag; 1 x je angefangene 100 m <sup>2</sup> Über- oder Unterschreitung des Bezugwertes der Angaben zur Ausführung höchstens 0,07 kg/dm <sup>3</sup>								
Prüfdatum	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 RM/RC								Seite		
Bauwerksnummer (ASB)				Baumaßnahme						
Bauabschnitt				Bauteil						
Auftragnehmer				Auftraggeber						
RM/RC	Prüfdatum									
Material	Mischungsverhältnis Trockenkomponente : Wasser = 1 : _ _ _ _									
Hersteller	Mischdauer _ _ _ _ sec									
Chargen-Nr.	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%								
	Luftgehalt	Messung nach dem Druckausgleichsverfahren nach DIN 18555 (LP-Topf); Prüfgerät mit Druckkammer und 1 dm <sup>3</sup> Probenbehälter; Verdichtung im Vibrationsverfahren; Häufigkeit: 1x je Arbeitstag Abweichungen vom Bezugswert der Angaben zur Ausführung höchstens 2% absolut bzw. 50% relativ								
Prüfdatum	Mischung Nr.	Konsistenz [mm]				Luftgehalt [Vol.-%]				
		Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	zulässig ≤ 15%	Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	zulässig ≤ 2% abs. / ≤ 50% rel.	
	zugeordnete Fläche	1								
	2									
	3									
Unterschriften										
-----			-----			-----				
Prüfer			Auftragnehmer			Auftraggeber				

<sup>1)</sup> Sollwert gemäß Angaben zur Ausführung

## Formblatt E 3.4.3

Bestimmung der Trockenrohddichte SRM/SRC, RM/RC, PRC						Seite	
Bauwerksnummer (ASB)			Baumaßnahme				
Bauabschnitt			Bauteil				
Auftragnehmer			Auftraggeber				
SRM/SRC, RM/RC, PRC	Prüfdatum						
Prüfgut	Bemerkungen						
Hersteller Chargen-Nr.	Mörteltemperatur / Untergrundtemperatur						
zugeordnete Fläche	Durchführung nach DIN 52170 $r_t = m_t / V$ Trocknung bei 110°C bis zur Gewichtskonstanz, Volumenbestimmung durch Tauchwägung Proben: Scheiben aus Bohrkernen der Abreißprüfung, Durchmesser = 50 mm, Dicke mindestens 15 mm Häufigkeit: 1x je Satz Abreißprüfung, mindestens 3x je Bauwerk Unterschreitung des Bezugswertes aus den Angaben zur Ausführung höchstens 0,04 kg/dm <sup>3</sup>						
Prüfdatum				Trockenrohddichte [kg/dm <sup>3</sup> ]			
	Mischung Nr.	Volumen [dm <sup>3</sup> ]	Masse [kg]	Ist	Soll <sup>1)</sup>	Abweichungen	Unterschreitung ≤ 0,04 kg/dm <sup>3</sup>
SRM/SRC							
RM/RC	1						
PRC	2						
Nicht betroffene Produkte streichen	3						
Unterschriften							
		-----		-----		-----	
		Prüfer		Auftragnehmer		Auftraggeber	

1) Sollwert gemäß Angaben zur Ausführung

## **Anhang F**

### **Nachweis der Verwendbarkeit**

(1) Für die Baustoffe und Baustoffsysteme sowie das Applikationsverfahren sind im Auftrag des Auftragnehmers projektspezifische Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit von einer hierfür anerkannten Konformitätsbewertungsstelle an den angelieferten Ausgangsmaterialien / an der zur Verwendung vorgesehenen Charge durchzuführen, um festzustellen, ob die vertraglichen Anforderungen nach Art und Güte erfüllt werden.

(2) Der Umfang der Prüfungen ergibt sich aus der Überprüfung der erforderlichen projektspezifischen Merkmale, die der sachkundige Planer festlegt. Diese sind vollständig zu überprüfen.

(3) . Ebenso ist zu prüfen, inwieweit eine werkseigene Produktionskontrolle stattgefunden hat. Andernfalls darf der Baustoff nicht verwendet werden.

(4) Im Rahmen des projektspezifischen Nachweises der Verwendbarkeit sind als Grundlage für einen Übereinstimmungsnachweis Merkmale gemäß den Vorgaben der Leistungsbeschreibung zu bestimmen und zu dokumentieren.

(5) Die Übereinstimmung der Baustoffe und Baustoffsysteme mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit geprüften Baustoffen und Baustoffsystemen ist vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch einen Übereinstimmungsnachweis gemäß Leistungsbeschreibung sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren.

(6) Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber die vollständige Dokumentation der projektspezifische Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit vor Einbau der Produkte vorlegen und die Produkte vom Auftraggeber für den Einbau freigeben lassen.

## Anhang G

### Einwirkungen auf das Bauwerk aus Umgebung und Betonuntergrund

Nachstehend sind Hinweise für die Festlegung der Expositions- und Einwirkungsklassen hinsichtlich der Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund für Oberflächenschutzsysteme und Betonersatzsysteme aufgeführt.

Tabelle G.1: Einwirkungen auf Bauwerk aus Umgebung und Betonuntergrund

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Beispiele <sup>1)</sup> (informativ)	
<b>1 Einwirkungen aus der Umgebung</b>			
Expositionsclassen nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2	XALL	Einwirkungen auf das Bauwerk bzw. Bauteil mit Auswirkungen auf das Instandsetzungssystem und dessen Verbund zum instand zu setzenden Bauteil, welche nicht durch die nachfolgenden Expositionsclassen abgebildet werden; bewehrungskorrosionsfördernde Stoffe aus dem Instandsetzungssystem	Alle Bauteile
	X0	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Umgebungsbedingungen, ausgenommen Frostangriff, Verschleiß oder chemischer Angriff	
	<b>Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Carbonatisierung</b>		
	XC1	Trocken oder ständig nass	
	XC2	Nass, selten trocken	
	XC3	Mäßige Feuchte	
	XC4	Wechselnd nass und trocken	Sonstiger Bereich, z.B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern, Hohlkästen Spritzwasserbereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen, Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler, auch horizontale Flächen  Sprühnebelbereich, z.B. Überbauten, Pfeiler, Widerlager auch unterhalb von Talbrücken
	<b>Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride, ausgenommen Meerwasser</b>		
	XD1	Mäßige Feuchte	Sprühnebelbereich, z.B. Überbauten, Pfeiler, Widerlager auch unterhalb von Talbrücken  Sonstiger Bereich, z.B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern, Hohlkästen
	XD2	Nass, selten trocken	Spritzwasserbereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen, Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler
XD3	Wechselnd nass und trocken	Spritzwasserbereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen, Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler (horizontale Flächen)	

s. DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2

<b>Bewehrungskorrosion, verursacht durch Chloride aus Meerwasser</b>		
XS1	Bewehrungskorrosion infolge Chlorid aus Meerwasser	
XS2	Unter Wasser	
XS3	Tidebereiche, Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche	
<b>Frostangriff mit und ohne Taumittel/Meerwasser</b>		
XF1	Mäßige Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	
XF2	Mäßige Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Spritzwasserbereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen, Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler  Sprühnebelbereich, z. B. Überbauten, Pfeiler, Widerlager auch unterhalb von Talbrücken  Sonstiger Bereich, z. B. Innenflächen von Hohl Pfeilern, Widerlagern, Hohlkästen
XF3	Hohe Wassersättigung mit Süßwasser ohne Taumittel	
XF4	Hohe Wassersättigung mit Meerwasser und/oder Taumittel	Spritzwasserbereich, z. B. Kappen, Schutz- und Leiteinrichtungen, Teilbereiche von Trog-, Tunnel-, Stütz- und Widerlagerwänden, Stützen, Pfeiler (horizontale Flächen)
<b>Betonkorrosion durch chemischen Angriff</b>		
XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung	
XA2	Chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke	
XA3	Chemisch stark angreifende Umgebung	
<b>Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung</b>		
XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung	
XM2	Starke Verschleißbeanspruchung	
XM3	Sehr starke Verschleißbeanspruchung	
<b>Feuchtigkeitsklassen</b>		
W0	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt.	
WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist.	
WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung der Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist.	
WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkali-eintrag ausgesetzt ist.	
XW1	Ständige Wasserbeaufschlagung durch Süß- oder Meerwasser	
XW2	Wechselnd nass und trocken durch Süß- oder Meerwasserbeaufschlagung	

Formatiert: Rahmen: Oben: (Kein Rahmen)

<b>2 Einwirkungen aus dem Betonuntergrund</b>		
XSTAT (static)	Statisch mitwirkend	Reprofilierung von druckbeanspruchten Bauteilen; kraftschlüssiges Füllen von Rissen und Hohlräumen
XBW1 (backfacing water)	Rückseitige Durchfeuchtung (keine Durchströmung) oder erhöhte Restfeuchtigkeit	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser
XBW2 (backfacing water)	Rückseitige Durchfeuchtung mit Durchströmung (flächig)	Bauteile mit Beanspruchung durch drückendes Wasser;
XDYN	Dynamische Beanspruchung bei Applikation	Brücke unter Verkehr;
<sup>1)</sup> Diese Beispiele gelten für die überwiegende Beanspruchung während der Nutzungsdauer. Abweichende Umgebungsbedingungen während der Bauzeit oder Nutzung (z.B. Trockenlegung) führen erfahrungsgemäß nicht zu Schäden.		