

MERKBLÄTTER

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.

Rückenkappen aus Beton
Fassung April 2011



BETONTECHNOLOGE

Egolf Joachim Steinbacher

Transportbeton-Steinbacher GmbH
Neugasse 9
55234 Wendelsheim

Mobil: +49 (0)171 9914895
E-Mail: transportbeton.steinbacher@t-online.de



BETONTECHNOLOGE

Andreas Groß

Dipl.Ing.(FH) Andreas Groß
Wilhelm-Schech-Str.16
76829 Landau
Mobil: +49 (0)152 58742095
E-Mail:
andreasgross52@gmail.com



BETONTECHNOLOGE

Stefan Bley

BTB Betonprüfstelle GmbH Bley
Am Bornbruch 10
64546 Mörfelden
Mobil: +49 (0) 6105 9666400
E-Mail: info@btb-ffm.de





Thema

Referent

Uhrzeit

- | | | |
|----------------------------|-------------------|---------------|
| ➤ Einleitung | Egolf Steinbacher | 09:30 – 10:15 |
| ➤ Ausgangsstoffe | Andreas Groß | 10:15 – 11:00 |
| ➤ Kaffee Pause | | 11:00 – 11:15 |
| ➤ Frischbetonanforderungen | Andreas Groß | 11:15 – 12:00 |
| ➤ Mittagspause | | 12:00 – 13:00 |
| ➤ Festbetonanforderungen | Stefan Bley | 13:00 – 15:00 |
| ➤ Oberflächengestaltung | | |
| ➤ Nachbehandlung | | |
| ➤ Diskussionen | | 15:00 – 15:30 |

A
G
E
N
D
A

Inhaltsverzeichnis

- Vorbemerkung
- **1 Einleitung**
- **2 Ausschreibung Regelwerke**
- **3 Beton**
 - **3.1 Ausgangsstoffe**
 - 3.1.1 Gesteinskörnung
 - 3.1.2 Zement
 - 3.1.3 Zusatzmittel
 - **3.2 Betonzusammensetzung**
 - 3.2.1 Allgemeines
 - 3.2.2 Verarbeitungskonsistenz
 - 3.2.3 Luftgehalt und Luftporenkennwerte
 - 3.2.4 Mörtelgehalt
 - **3.3 Erweiterte Erstprüfungen**
 - 3.3.1 Allgemeines
 - 3.3.2 Frischbetonprüfungen
 - 3.3.3 Festbetonprüfungen
 - 3.3.4 Annahmekriterien aus der Erstprüfung





- **4 Bauteilerstellung**

- **4.1 Schalung**

- **4.2 Betondeckung**

- **4.3 Annahmeprüfung auf der Baustelle**

- 4.3.1 Frischbetonprüfung

- 4.3.2 Festbetonprüfungen

- **4.4 Verarbeiten des Betons**

- 4.4.1 Allgemeines

- 4.4.2 Transport und Fördern des Betons

- 4.4.3 Verdichten des Betons

- 4.4.4 Oberflächengestaltung

- **4.5 Nachbehandlung**

Inhaltsverzeichnis





- 5 **Bauteilnutzung**

- **5.1 Schutz des jungen Betons**

- **5.2 Verschleiß, Last und Abwitterung**

- 5.2.1 Allgemeines

- 5.2.2 Popouts

- 5.2.3 Fehlstellen infolge organischer Bestandteile

- 5.2.4 Flache Abplatzungen der Zementstein- bzw. Mörtelschicht über der Gesteinskörnung

- 5.2.5 Flächige und teilflächige Abwitterungen

- 5.2.6 Risse

- **5.3 Zustandsbeurteilung von Brückenkappen**

- 5.3.1 Allgemeines

- 5.3.2 Bewertung der in den Abschnitten 5.2.2 bis 5.2.6 beschriebenen Zustände

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

- **6 Schrifttum**
 - 6.1 Normen und andere Regelwerke
 - 6.2 Literatur
 - Anhang A Gesteinskörnung
 - Anhang B Bildliche Darstellung Oberflächiger Abwitterungen
 - Anhang C Checklisten

Überwachungsklasse 1

Überwachung durch das Bauunternehmen
(Eigenüberwachung)

Baustellenpersonal

Bauleiter

Ständige Betonprüfstelle

(Leitung durch Betonfachmann mit nachgewiesenen Kenntnissen E Schein)

Überwachungsklasse 2 und 3

Überwachung durch das Bauunternehmen
(Eigenüberwachung)

Überwachung durch Überwachungsstelle
(Fremdüberwachung)

Anerkannte Überwachungsstelle



Wir weisen darauf hin dass die aufgeführten **Regelwerke** und **DIN Vorschriften** den Stand von 2011 wiedergeben. Diese können sich in der Zwischenzeit geändert bzw. aktualisiert haben.





BRÜCKENKAPPEN

Concrete for Edge Beams

Fassung April 2011

Intakte Brückenkappe



Vorbemerkung

- Das Merkblatt wurde von einem gemeinsamen Arbeitskreis des DBV und des Vereins Deutscher Betoningenieure (VDB) erstellt.
- Dabei hat dieser Arbeitskreis Aktivitäten zusammengeführt die in den Jahren 2007-2009 sowohl als auch im VDB zum Thema Brückenkappen aus Beton begonnen wurden.
- Es wird gebeten, Erfahrungen bei der Anwendung dieses Merkblatts und Anregungen dem Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Postfach 11 05 12, 10835 BERLIN , info@betonverein.de, mitzuteilen.

1 Einleitung

Brückenkappen haben **unterschiedlichste Funktionen** zu erfüllen. Neben dem **Schutz der tragenden Brückenkonstruktion** dienen sie der **Verankerung passiver Schutzeinrichtungen** sowie als **Fahrrad-** und/oder **Fußgängerweg**. Aufgrund Ihrer exponierten Lage sind sie **besonders starken Angriffen** (z.B. durch **Temperaturwechsel, Nass-Trocken-Wechsel, Frost-Tau-Wechsel** oder **Beaufschlagungsmittel mit Taumitteln**) ausgesetzt. Im Bereich von Einbauteilen, wie z.B. Schutzplanken oder Geländerausfachungen, kann es zur Ansammlung von Taumitteln angereichertem Schnee und Eis oder abtropfendem Wasser kommen.

Aus diesen unterschiedlichen Funktionen und Einwirkungen ergeben sich Anforderungen, die einer sachgerechten Planung, Konstruktion und Ausführung einen besonderen Stellenwert zukommen lassen. **Die Konstruktion einer Brückenkappe muss insbesondere folgenden Kriterien genügen [\[R2\]](#).**



[R2]

- [R2]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
- Richtzeichnungen für Ingenieurbauten – RIZ-ING. Ausgabe Dezember 2009, Sammlung Brücken- und Ingenieurbauwerke, Verkehrsblattsammlung **S1053, Dortmund**
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

Kriterien

- Funktionstüchtigkeit
- Verkehrssicherheit
- geringe Ausführungsrisiken
- Robustheit
- Dauerhaftigkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Leichte Bauwerksüberprüfbarkeit
(DIN 1076)
- Erhaltungsfreundlichkeit [R9]

[R9]

- DIN 1076:
- Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen-
Überwachung und Prüfung.
- Ausgabe November 1999
- Beuth Verlag

Das Merkblatt soll dem **Transportbetonhersteller**, dem **Bauunternehmen** und dem **Auftraggeber** eine Hilfe sein, Brückenkappen sicher und dauerhaft erstellen zu können. Die Handlungshinweise und Maßnahmenempfehlungen sowie Checklisten sollen, unter Berücksichtigung der unternehmenseigenen Erfahrungen und Fertigkeiten, der Erarbeitung eigener Festlegungen dienen.

Brückenkappen sind **sehr stark beanspruchte Betonbauteile**, die auch bei sachgemäßer und sorgfältiger Herstellung infolge von Verschleiß, Last oder Abwitterung Veränderungen während der geplanten Nutzungsdauer erfahren und aufweisen können. Das Merkblatt gibt auch Hinweise zur **Beurteilung der Betonoberfläche von Brückenkappen**, insbesondere in den ersten Jahren der Nutzung.

Für ähnliche wie Brückenkappen beanspruchte und ausgeführte Betonbauteile, z.B. Rampen/ Freiflächen, kann das Merkblatt sinngemäß angewendet werden.

2 Ausschreibung / Regelwerke

Ausschreibung / Regelwerke

Das Merkblatt “Brückenkappen aus Beton“ umfasst Hinweise zu Fragen der **Ausschreibung**, der **Betonherstellung**, der **Bauteilerstellung** einschließlich der **Nachbehandlung** sowie der **Bauteilnutzung**. Die Anwendung der ZTV-Ing. [\[R1\]](#) wird hierbei im Merkblatt als Grundlage vorausgesetzt. Unter dieser Voraussetzung sind insbesondere

[DIN EN 206-1](#) / [DIN 1045-2](#) und [DIN Fachbericht 100 \[R10\]](#) sowie Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton [\[R5\]](#) zu beachten.

Außerdem gilt es zu berücksichtigen, dass Brückenkappen aus Beton zusätzlich folgenden **bauteiltypischen Gegebenheiten** unterliegen.



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

Gegebenheiten

- Im Bauablauf häufig als **letztes Betonbauteil** erstellt
- Beanspruchungen durch die **nachfolgenden Montagearbeiten**
- Beanspruchungen durch **nachfolgenden Straßenbelagsarbeiten**
- Beanspruchungen durch eine **zügige Verkehrsfreigabe**
- Beanspruchungen und **Zustand durch den Fertigstellungszeitpunkt**
- z.B, **Spätherbst / Winter**

Ausschreibungen / Regelwerke

Festlegungen aus älteren Vorschriften wurden eingearbeitet, wenn ihr **Praxisnutzen** anerkannt ist.

Die ergänzenden Maßnahmenempfehlungen basieren auf **langjähriger praktischer Erfahrung**, auch im Bereich der **Verkehrsflächen aus Beton**, und zeigen zusätzliche Möglichkeiten zur **Sicherung der Qualität** auf.

Aus der Bauausführung können sich zusätzliche Anforderungen ergeben. Die Betonanfrage durch das Bauunternehmen sollte neben den üblichen Angaben auch Aussagen zur **geplanten Förderart** und zum **geplanten Ausführungszeitraum** beinhalten, da z.B. **pumpfähiger Kappenbeton** bzw. zu erwartende **besondere Witterungsbedingungen** zusätzliche qualitätssichernde Maßnahmen als Bestandteil der Bauleistung erfordern können.



3 BETON 3.1 Ausgangsstoffe

3.1.1 Gesteinskörnung

Gesteinskörnung

- Nach den ZTV-ING [\[R1\]](#) dürfen nur **Gesteinskörnungen** nach [DIN EN 12620 \[R14\]](#) und DIN V 20000-103 sowie nach [DIN EN 13055-1 \[R15\]](#) und [DIN V 20000-104 \[R18\]](#) verwendet werden. Zusätzlich gelten nach den ZTV-ING [\[R1\]](#) besondere Anforderungen an die Gesteinskörnung.
- Z.B darf der Anteil leichtgewichtiger **organischer Verunreinigungen** für die grobe Gesteinskörnung (2-32mm) [0,05 M.-%](#) und für die feine Gesteinskörnung (0-2mm) [0,25 M.-%](#) nicht überschreiten.



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R14]

- [R14]
- DIN EN 12620:
- Gesteinskörnungen für Beton ; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008. Ausgabe Juli 2008
- **Beuth-Verlag**

[R15]

- [R15]
- DIN EN 13055-1:
 - Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel; Deutsche Fassung
 - EN 13055-1:2002-08 + Berichtigung zu DIN EN 13055-1:2002-08
Ausgabe Dezember 2004
- Beuth-Verlag

[R18]

- [R18]
- DIN V 20000-103:
- Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 104:
Gesteinskörnungen nach **DIN EN 13055-1 Ausgabe 2004**
- Beuth-Verlag

Tabelle A.1 Verunreinigung durch: Holz - Torf - Kohle

Organische Verunreinigung **je m³** Beton, wenn diese 0,05M.-% der angegebenen Korngruppe ausmachen.

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm³) Anzahl (Stück/m³)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)
2	2 / 8	180	0,09	5	1440	2400	720	1800
3	8 / 16	450	0,23	12	260	434	130	326
4	16 / 32	500	0,25	24	36	60	18	43
5	Summe	1130	0,57		1736	2894	868	2169

Verunreinigung durch Holz - Torf – Kohle verschärfte Anforderungen **je m³ Beton**

Organische Verunreinigung **je m³ Beton**, wenn diese 0,05M.-% der angegebenen Korngruppe ausmachen.

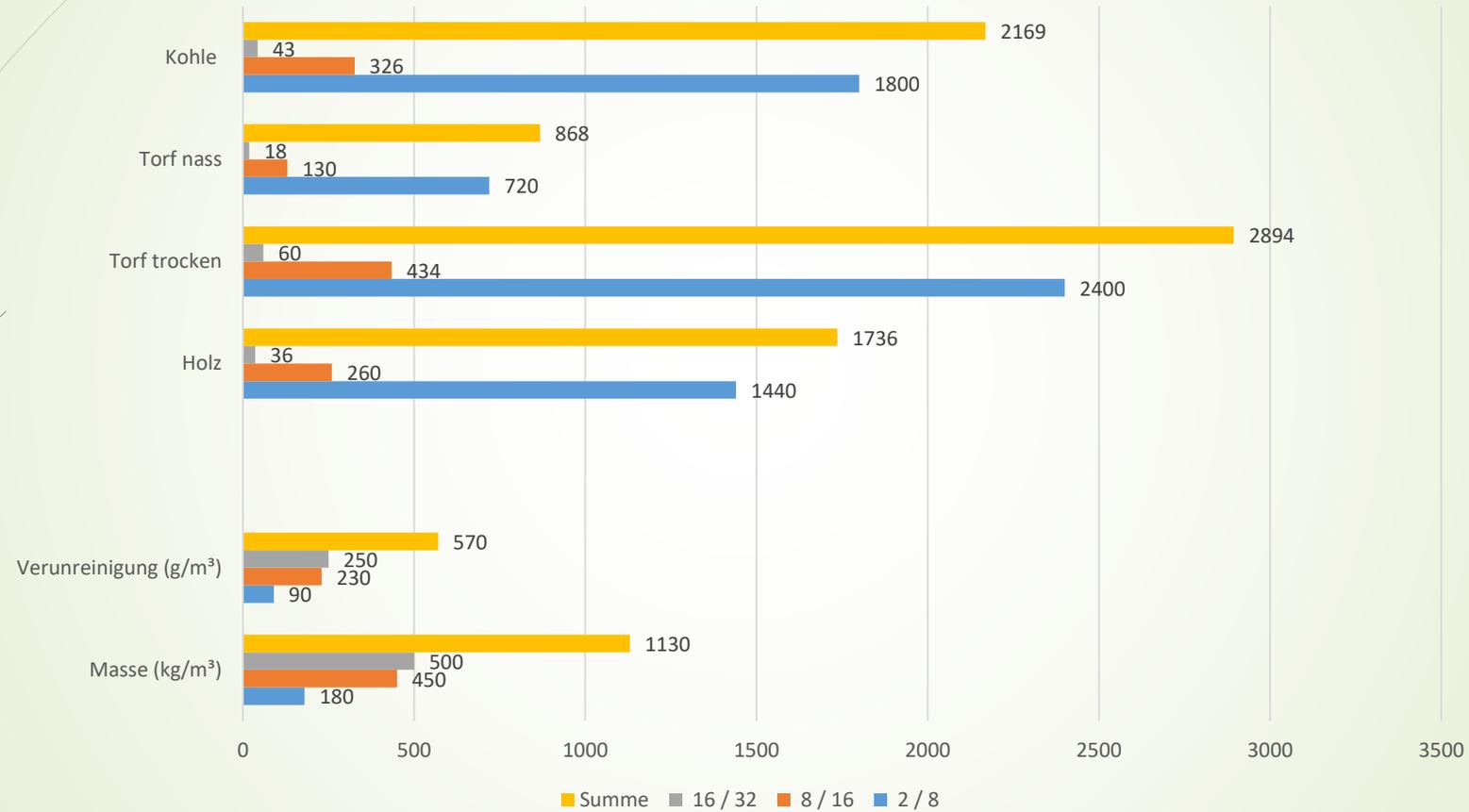
	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)
2	2 / 8	180	0,09	5	1440	2400	720	1800
3	8 / 16	450	0,23	12	260	434	130	326
4	16 / 32	500	0,25	24	36	60	18	43
5	Summe	1130	0,57		1736	2894	868	2169

Organische Verunreinigung **je m³ Beton**, wenn diese 0,02M.-% der angegebenen Korngruppe ausmachen.

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)
2	2 / 8	180	0,04	5	576	960	288	720
3	8 / 16	450	0,09	12	104	174	52	130
4	16 / 32	500	0,1	24	14	24	7	18
5	Summe	1130	0,23		694	1158	347	868

Tabelle A.1 Verunreinigung durch: Holz - Torf - Kohle

0,05 M.- %/m³



Gesteinskörnung

- In [R8] werden weitere zusätzliche Forderungen gestellt. Hier ist der Anteil an organischen Verunreinigungen generell auf 0,02 M.% zu begrenzen.
- Den Empfehlungen in [R8] sollte gefolgt werden. Leichtgewichtige organische Verunreinigungen können während des Verdichtens des Betons an die Oberfläche aufschwimmen und zu Fehlstellen in der Festbetonoberfläche führen.

BILD Organische Bestandteile in Gesteinskörnung 8/16mm



[R8]

- [R8]
- Verfügung Landesbetrieb Bau Sachsen-Anhalt:
- Frost-Tausalz-Widerstand von Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und Beton, Anwendungsbereich ZTV Beton-Stb 01 und ZTV-ING; Fassung 2005
- **Beuth-Verlag**

- **Für das Aussehen und die Widerstandsfähigkeit der Betonoberfläche** ist vor allem der Anteil an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen in der **groben Gesteinskörnung entscheidend**. Aufgrund der Größe der groben Gesteinskörnung gegenüber der feinen Gesteinskörnung sind Fehlstellen, die aus den Verunreinigungen entstehen können, in der Betonoberfläche optisch deutlich sichtbar. Im Anhang [A](#) wird auf diese Zusammenhänge genauer und mit Zahlenbeispielen eingegangen.

Verunreinigung durch Holz - Torf – Kohle

Konsistenzklasse F2

verschärfte Anforderungen je m² Betonoberfläche

Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,05 M.-% dieser Korngruppe ausmachen

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	65	108	32	81
3	8 / 16	450	0,23	12	12	20	6	15
4	16 / 32	500	0,25	24	2	3	1	2
5	Summe	1130	0,57		79	131	39	98

Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,02 M.-% dieser Korngruppe ausmachen

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	26	43	13	32
3	8 / 16	450	0,23	12	5	8	2	6
4	16 / 32	500	0,25	24	1	1	1	1
5	Summe	1130	0,57		32	52	16	39

Verunreinigung durch Holz - Torf – Kohle

Konsistenzklasse F4

verschärfte Anforderungen je m² Betonoberfläche

Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F4), wenn diese 0,05 M.-% dieser Korngruppe ausmachen

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm³) Anzahl (Stück/m²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	151	252	76	189
3	8 / 16	450	0,23	12	27	46	14	34
4	16 / 32	500	0,25	24	4	6	2	5
5	Summe	1130	0,57		182	304	92	228

Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F4), wenn diese 0,02 M.-% dieser Korngruppe ausmachen

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm³) Anzahl (Stück/m²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	60	101	30	76
3	8 / 16	450	0,23	12	11	18	5	14
4	16 / 32	500	0,25	24	1	3	1	2
5	Summe	1130	0,57		72	122	36	92

Gesteinskörnung

Hinsichtlich des Frost-Tau-Widerstandes muss die Gesteinskörnung mindestens der **Kategorie F2** nach DIN EN 12620 [\[R14\]](#) entsprechen. Der Nachweis des Frost-Tau-Widerstandes in der Expositonsklassen [XF4](#) gilt nur dann als erbracht, wenn bei der Prüfung gemäß [DIN EN 1367-1:2000](#), Anhang B (**Natriumchloridverfahren**) [\[R19\]](#) der Massenverlust 8 M.-% nicht überschreitet. In Anlehnung an die [TL-Beton—Stb 07 \[R6\]](#) wird in **Abhängigkeit von der Klimazone** ggf. **=<5 M.-% empfohlen**. Weitere Forderungen aus den **ZTV-ING [R1]** sind zu beachten.

Einstufung des Frost-Tau-Widerstandes

Kategorie F	Masseverlust [M. -%] ¹⁾
F ₁	<= 1
F ₂	<= 2
F ₄	<=4
F angegeben	> 4
F _{NR}	keine Anforderung

¹⁾ Alternativ kann auch eine Prüfung nach DIN EN 1367-1, Anhang B, unter Verwendung einer 1%igen NaCl-Lösung oder Urea vereinbart werden. Die Grenzwerte dieser Tabelle sind dann nicht anwendbar.

[R14]

- [R14]
- DIN EN 12620:
- Gesteinskörnungen für Beton ; Deutsche Fassung EN 12620:2002+A1:2008. Ausgabe Juli 2008
- **Beuth-Verlag**

[R19]

- [R19]
- DIN EN 1367:
- Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 6: Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel in der Gegenwart von Salz (NaCl) Deutsche Fassung N 1367-6 2008. Ausgabe 2008 Dezember
- Beuth-Verlag

[R6]

- [R6]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- TL Beton-StB 07 für die Lieferung der Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. Ausgabe 2007, Köln
- FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

Gesteinskörnung

Geologisch bedingt werden regionale unterschiedliche Gesteinsarten verwendet.

Bei Hart- und Quarzgesteinen- sofern diese keine organischen Verunreinigungen enthalten- kann in der Regel von einem hohen Frost-Tau-Widerstand ausgegangen werden.

Bei anderen Gesteinskörnungen, wie z.B. Kiesen oder weniger festen Gesteinsarten, kann ein Teil mit nicht ausreichend hohem Frost-Tau-Widerstand dabei sein, der ggf. zu Popouts (s. Abschnitt 5) führen kann.

Bei Verwendung von Hart- oder Quarzgesteinen mit glatter Oberfläche kann es zu Mörtelabplatzungen über dem Gesteinskorn kommen.

Mörtelabplatzungen

Flächig-blättrige Abwitterungen



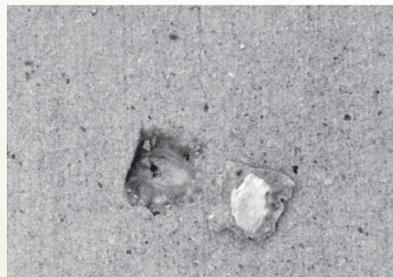
Punktförmige Abwitterungen



Abwitterung einer dünnen Zementmörtelschicht über der Gesteinskörnung



Punktförmige Abwitterung über nicht frostbeständigem Gesteinskorn



Gesteinskörnung

Die Zusammensetzung der **Gesteinskörnung sollte eine stetige Sieblinie aufweisen**, wobei empfohlen wird, den Sandgehalt, ähnlich wie bei Fahrbahndeckenbeton, auf ein Minimum zu begrenzen.

Das Größtkorn sollte, auch im Hinblick auf einen geringen Mörtelgehalt des Betons, bei 22mm (Splitt) bzw. bei 32mm (Kies) liegen.

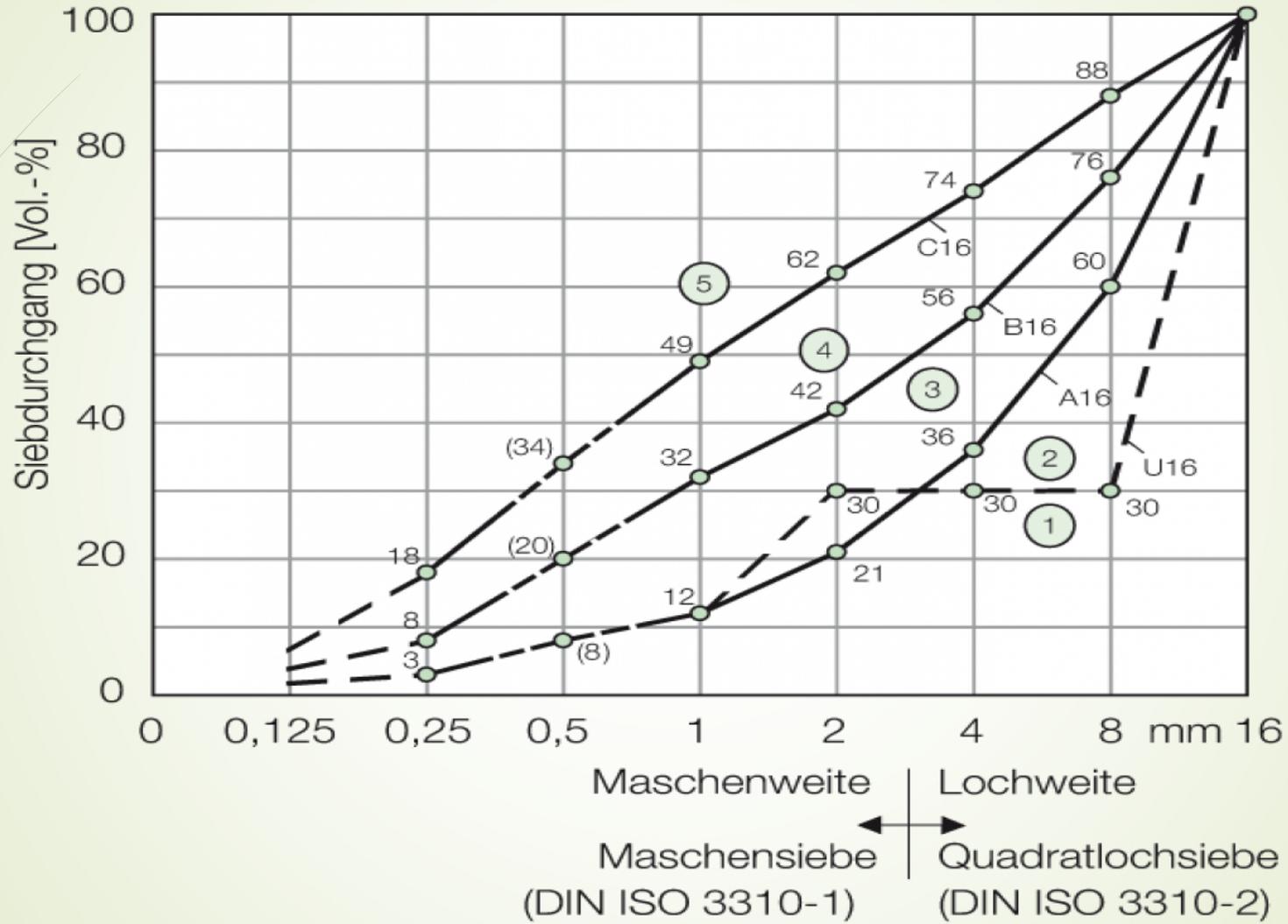
Bei der Verwendung von **gebrochener Gesteinskörnung** ist auf die Einhaltung einer Kornform-Kennzahl von mindest **SI 20** zu achten [\[R1\]](#)



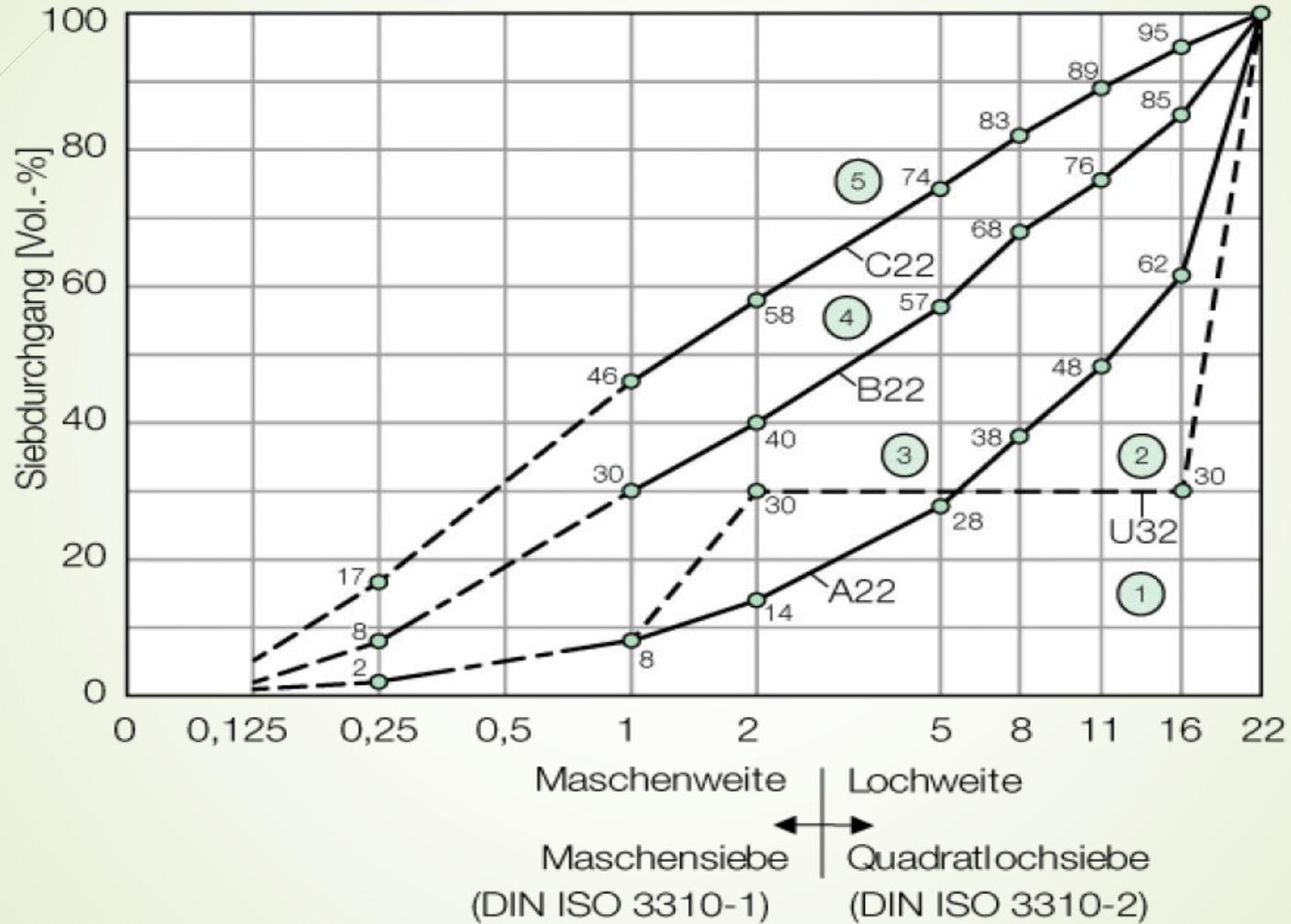
Kornformschieblehre



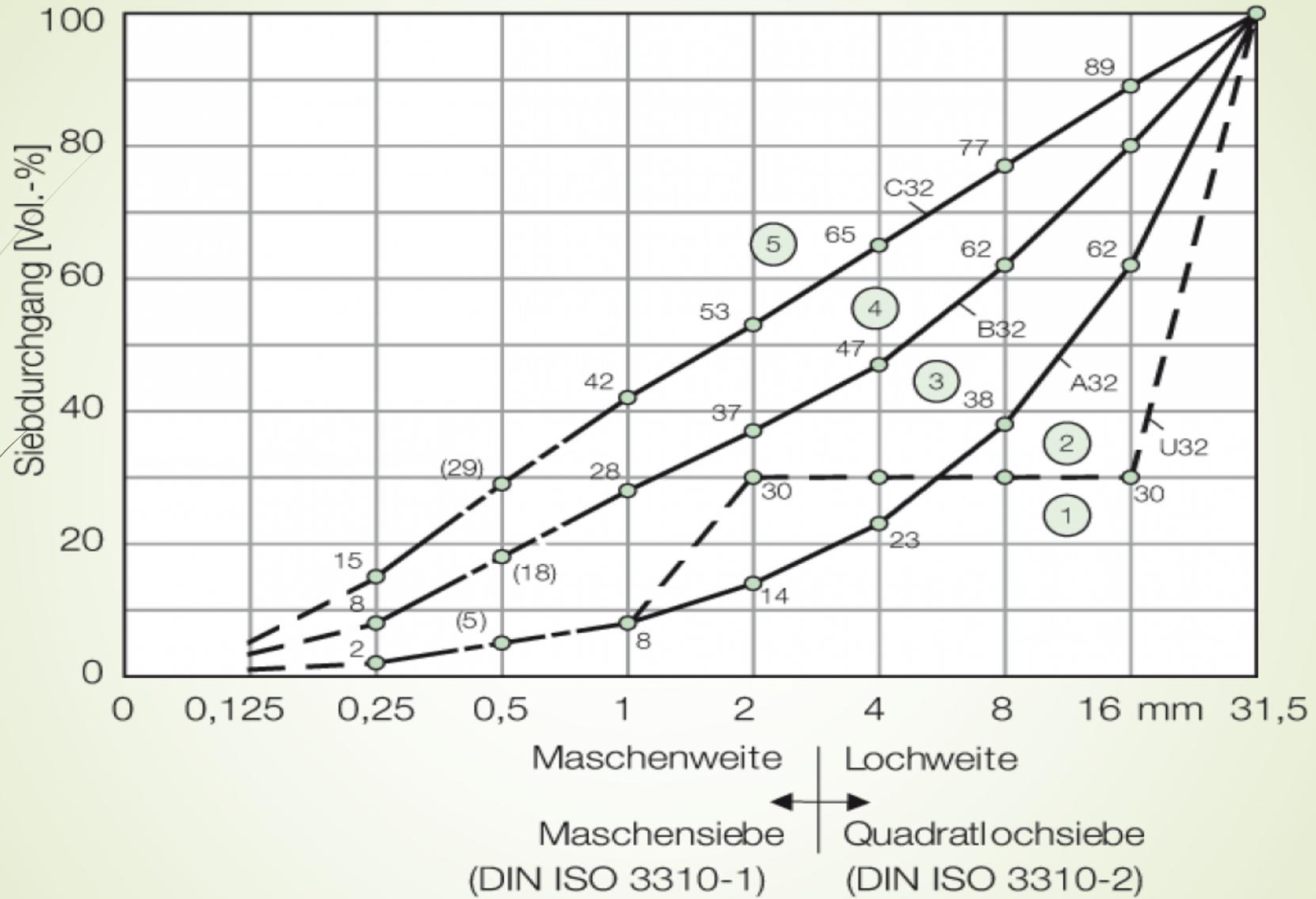
Sieblinien [Vol.-%] mit einem Größtkorn von 16 mm



Sieblinien [Vol.-%] mit einem Größtkorn von 22 mm



Sieblinien [Vol.-%] mit einem Größtkorn von 32 mm





3 BETON 3.1 Ausgangsstoffe

3.1.2 Zement

Gemäß den ZTV-Ing [\[R1\]](#) können Zemente nach **DIN EN 197-1** [\[R20\]](#), DIN 1164-10 oder DIN 1164-11 [\[R22\]](#) verwendet werden. Die Verwendung von Portlandzement (CEM I) hat sich über Jahrzehnte bewährt [\[R1\]](#). Beim Einsatz von **hüttensandhaltiger Zemente der Festigkeitsklasse 32,5**, z.B. CEM II/B-S oder CEM III A, ist tendenziell eine schnellere und mengenmäßige **größere Abwitterung** an der Betonoberfläche zu erwarten als beim Einsatz von **Portlandzement** gleicher Festigkeitsklasse.

ZEMENTE

Es wird empfohlen, Zemente zu verwenden, für die beim Transportbetonhersteller positive Erfahrungen in der Herstellung von Luftporenbeton vorliegen (Nachweis).

Dies kann regional unterschiedlich sein. Die Zementfestigkeitsklasse sollte entsprechend des dem Beton zugrunde liegenden Konzepts der Betonzusammensetzung ([s. Abschnitt 3.2](#)) gewählt werden. Der Transportbetonhersteller sollte das Konzept gegenüber dem Bauunternehmer erläutern.

Zemente nach DIN EN 197-1

Hauptzementarten	Bezeichnung (Normalzementarten)		Zusammensetzung: (Massenanteile in Prozent)*										
			Hauptbestandteile									Nebenbestandteile	
			Portlandzementklinker	Hüttensand	Silicastaub	Puzzolane		Flugasche		Gebrannter Schiefer	Kalkstein		
						natürlich	natürlich getempert	kieselsäure reich	kalkreich		L		LL
		K	S	D	Puzzolane	Q	V	W	T	L	LL		
CEM I	Portlandzement	CEM I	95-100 %										0-5 %
		Portlandhüttenzement	CEM II/A-S	80-94 %	6-20 %								
	CEM II/B-S		65-79 %	21-35 %									0-5 %
	Portlandsilicastaubzement	CEM II/A-D	90-94 %		6-10 %								0-5 %
		Portlandpuzzolan zement	CEM II/A-P	80-94 %			6-20 %						
	CEM II/B-P		65-79 %				21-35 %						0-5 %
	CEM II/A-Q		80-94 %					6-20 %					0-5 %
	CEM II/B-Q		65-79 %						21-35 %				0-5 %

Haupt zement arten	Bezeichnung (Normalzementarten)		Zusammensetzung: (Massenanteile in Prozent)*										
			Hauptbestandteile										Neben bestand teile
			Portland zement klinker	Hüttensand	Silicastaub	Puzzolane		Flugasche		Gebrannter Schiefer	Kalkstein		
						natürlich	natürlich getempert	kieselsäure reich	kalkreich		L	LL	
K	S	D	Puzzolane	Q	V	W	T	L	LL				
CEM II	Portland flugasche zement	CEM II/A-V	80-94 %					6-20 %					0-5 %
		CEM II/B-V	65-79 %					21-35 %					0-5 %
		CEM II/A-W	80-94 %						6-20 %				0-5 %
		CEM II/B-W	65-79 %						21-35 %				0-5 %

Hauptzementarten	Bezeichnung (Normalzementarten)		Zusammensetzung: (Massenanteile in Prozent)*										
			Hauptbestandteile										Nebenbestandteile
			Portlandzementklinker	Hüttensand	Silicastaub	Puzzolane		Flugasche		Gebrannter Schiefer	Kalkstein		
						natürlich	natürlich getempert	kieselsäurereich	kalkreich		L	LL	
		K	S	D	Puzzolane	Q	V	W	T	L	LL		
CEM II	Portland schiefer zement	CEM II/A-T	80-94 %							6-20 %			0-5 %
		CEM II/B-T	65-79 %							21-35 %			0-5 %
	Portland kalkstein zement	CEM II/A-L	80-94 %								6-20 %		0-5 %
		CEM II/B-L	65-79 %								21-35 %		0-5 %
		CEM II/A-LL	80-94 %									6-20 %	0-5 %
		CEM II/B-LL	65-79 %									21-35 %	0-5 %
	Portland komposit zement	CEM II/A-M	80-94 %	6-20 %									0-5 %
		CEM II/B-M	65-79 %	21-35 %									0-5 %

Haupt zement arten	Bezeichnung (Normalzementarten)		Zusammensetzung: (Massenanteile in Prozent)*										
			Hauptbestandteile										Nebenbestandteile
			Portland zement klinker	Hüttensand	Silicastaub	Puzzolane		Flugasche		Gebrannter Schiefer	Kalkstein		
						natürlich	natürlich getempert	kieselsäure reich	kalkreich		L	LL	
K	S	D	Puzzolane	Q	V	W	T	L	LL				
CEM III	Hochofen zement	CEM III/A	35-64 %	36-65 %	...	...	...	...	...	...	...	0-5 %
		CEM III/B	20-34 %	66-80 %	...	...	...	...	...	...	...	0-5 %
		CEM III/C	5-19 %	81-95 %	...	...	...	...	...	...	...	0-5 %
CEM IV	Puzzolan zement	CEM IV/A	65-89 %	...	11-35 %				...	...	...	0-5 %
		CEM IV/B	45-64 %	...	36-55 %				...	...	...	0-5 %
CEM V	Komposit zement	CEM V/A	40-64%	18-30 %	...	18-30 %		...	...	...	...	0-5 %
		CEM V/B	20-38 %	31-50 %	...	31-50 %		...	...	...	...	0-5 %



[R20]

- [R20]
- DIN EN 197-1:
- Zement Teil 1 Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2000 + A1:2004 Ausgabe August 2004
- Beuth-Verlag



BETON Ausgangsstoffe

3.1.3 Zusatzmittel

ZUSATZMITTEL

In den ZTV-ING [\[R1\]](#) sind die Anforderungen an Zusatzmitteln und deren Verwendung im Beton beschrieben.

Bei Verwendung von Luftporenbildnern gilt nach ZTV-ING [\[R1\]](#) **das Merkblatt für die Herstellung für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton.**

ZUSATZMITTEL

Werden **Luftporenbildner** und **Fließmittel** bzw. **Luftporenbildner** und **Betonverflüssiger** gleichzeitig bei der Herstellung des Betons verwendet, so ist im Rahmen einer Wirksamkeitsprüfung (Bestimmung der Luftporenkennwerte am Festbeton) vom Zusatzmittelhersteller nachzuweisen, dass der **Abstandsfaktor $L \leq 0,20\text{mm}$** und der **Mikroluftporengehalt $A_{300} \geq 1,5 \text{ Vol.-%}$** beträgt.

Der Nachweis ist durch ein Prüfzeugnis zu erbringen. Es wird empfohlen auch im Rahmen der Wirksamkeitsprüfung den Luftporengehalt $A_{300} \geq 1,8 \text{ Vol.-%}$ zu erreichen [\[R5,Tabelle2\]](#)

Cemex Admixtures GmbH

Geseker Straße 31-33
33154-Salzkotten

Prüfbericht

über die

Bestimmung der Luftporenkennwerte in Festbeton

gemäß ONR 23303: 2010

C30/37 Straßendeckenbeton F2 GK32

Auftraggeber	wie Adressat	Auftrag vom	2011-06-15
Prüfbericht Nr.	11/2659/7344	Bearbeiter	Schabelreiter
Textseiten	3	Ausfertigung	1-fach
Anlagen / Seiten	3 / 3	Fotos	0

Krieglach, 2011-07-11

Die Ergebnisse dieses Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die von der Fa. Baustofftechnik GmbH
untersuchten Prüfgegenstände (Proben).

Eine Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieses Prüfberichtes darf nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung
der Fa. Baustofftechnik GmbH erfolgen.

Baustofftechnik GmbH, Schwöbing 26, A-8670 Krieglach, Firmenbuch Nr. FN 74796 w
Telefon: 03855/2861, Fax: 03855/2861-47, e-mail: oliver.schabelreiter@cemex.com

1. Prüfauftrag

Prüfung der Luftporenkennwerte an einer vom AG beigestellten Probe (s. Pkt.2).

2. Angaben zum Prüfgegenstand

Probeneingangsdatum	2011-06-15
Überbringer der Probe	Lieferung per Post
Übernehmer der Probe	Hr. Meisterhofer (Baustofftechnik Zentrallabor)
Probenbezeichnung lt. AG	C30/37 Straßendeckenbeton F2 GK32
Probenanzahl / -art	1 / 150 mm Würfel
Probekörperherstellung	Frankfurt Ostend / 06.05.2011
Frischbetonkennwerte lt. AG	siehe Anlage 3
zusätzliche Angaben lt. AG	Straßendeckenbeton

k.A.: keine Angaben seitens AG

3. Bezugnehmende Richtlinien

ÖNORM EN 480-11:2005 Zusatzmittel für Beton, Mörtel und
Bestimmung von Luftporenkennwerten in Festbeton
ONR 23303:2010 Prüfverfahren Beton
ÖNORM B4710-1:2007 Beton
~~ONR 23302:2008 Festprüfung Luftporenkennwerte~~

4. Probenvorbereitung

Herausschneiden des Prüfkörpers (senkrecht zur abgezogenen Fläche)
Nassschleifen (Schleifscheiben, Körnungen 74 und 40 µm) und Polieren
Reinigung im Ultraschallbad (dest. H₂O)
Trocknung der Probe bei 50°C im Trockenschrank

5. Angaben zur Durchführung der Prüfung

Prüfdatum / -zeitraum	2011-07-11
Prüfungsdurchführung	Daniel Meisterhofer
Verwendete Prüfmittel	Trockenschrank / Memmert Mikroskop MZ12 (100x) / Leica Bildanalysesystem QWin V3 / Leica

6. Prüfergebnisse

Prüfnummer	7344
Messlänge T_{tot} [mm]	2416
Sehnenlänge Poren [mm]	143
Gesamtanteil Porenvolumen [%]	5,9
$L_{1000 \text{ gemessen}}$ [%] ²⁾	4,5
Gehalt an Mikroluftporen L_{300} [%]	2,3
Porenanzahl	1008
Spezif. Oberfläche Luftporen [mm] ³	28
Volumsanteil Zementstein [%] ¹⁾	28
Verhältnis Zementstein / Luftgehalt	4,8
Abstandsfaktor AF [mm]	0,16

Prüfer

Daniel Meisterhofer

Daniel Meisterhofer

Laborleiter

çQ. Waking

Oliver Schabelreiter

Verzeichnis der Anlagen

Nr.	Bezeichnung
1	Datenblatt Luftporenkennwerte gem. ÖNORM EN 480-11
2	Darstellung der Luftporenverteilung
3	Datenblatt Frischbetonprüfung

Datenblatt für Luftporenkennwerte in Festbeton gem. ÖNORM EN 480-11

Prüfnummer

7344

Anzahl der Mesfelder

900

Feldlänge

2.684 [mm]

Gesamtlänge der Messlinie l_{tot}

2416 [mm]

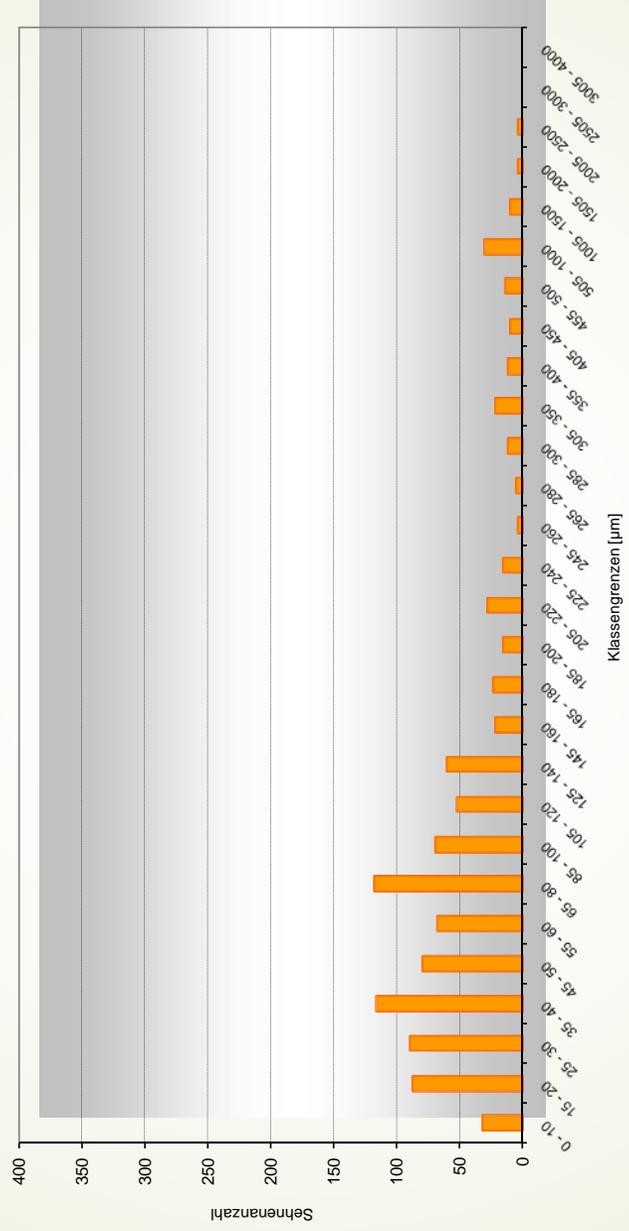


Nr. der Klasse	Klassengrenzen [µm]	Anzahl der Sehnen in der Klasse	Sehnenhäufigkeit [mm ⁻¹]	ermitteltes Rechenmittel [mm]	mögliche Gesamtzahl der Sehnen [mm]	Anzahl der Poren in der Klasse [mm ³]	Volumen einer Pore [mm ³]	Luftporengehalt je Pore [%]	Summe des Luftporengehaltes [%]
1	0 - 10	32	0,001325	0,0001178	114,4523	30,086	0,00000524	-0,001	0,00
2	15 - 20	86	0,03643	-0,0002748	132,52045	46,276	-0,00000416	0,015	0,02
3	25 - 30	90	0,03726	0,0004320	86,24496	4,715	0,0000141	0,007	0,15
4	35 - 40	116	0,04802	0,0005900	81,53004	37,142	0,0000335	0,124	0,24
5	45 - 50	80	0,03312	0,0007461	44,38824	13,221	0,0000654	0,086	0,35
6	55 - 60	68	0,02815	0,0009032	31,16736	9,723	0,000113	0,110	0,65
7	65 - 80	118	0,04885	0,0022780	21,44387	11,472	0,0002088	0,307	0,65
8	85 - 100	70	0,02898	0,0029060	9,97189	3,881	0,000524	0,203	0,86
8	85 - 100	70	0,02898	0,0029060	9,97189	3,881	0,000524	0,203	0,86
9	105 - 120	52	0,02153	0,0035340	6,09133	0,125	0,000905	0,011	0,87
10	125 - 140	46	0,01911	0,0042910	4,69146	0,147	0,00140	0,015	0,91
11	145 - 160	22	0,00951	0,0047910	1,90095	0,068	0,002100	0,014	1,47
12	165 - 180	24	0,00994	0,0054190	1,83344	0,738	0,003050	0,225	1,69
13	185 - 200	16	0,00662	0,006476	1,09525	-0,641	0,004190	-0,269	1,42
14	205 - 220	28	0,01159	0,0065760	1,73627	0,829	0,005590	0,463	1,89
15	225 - 240	16	0,00662	0,0073040	0,90885	0,698	0,007240	0,505	2,39
15	225 - 240	16	0,00662	0,0073040	0,90885	0,698	0,007240	0,505	2,39
16	245 - 260	4	0,00166	0,0029330	0,20874	-0,041	0,009200	-0,075	2,32
17	265 - 280	6	0,00248	0,0095510	0,29014	-0,250	0,011500	-0,288	2,03
18	285 - 300	12	0,00497	0,0091900	0,54051	0,187	0,014100	0,263	2,29
18	285 - 300	12	0,00497	0,0091900	0,54051	0,187	0,014100	0,263	2,29
19	305 - 350	12	0,00911	0,0257200	0,35970	0,171	0,024600	0,418	2,71
20	355 - 400	10	0,00414	0,0335700	0,12326	0,031	0,034700	0,159	2,71
21	405 - 450	10	0,00414	0,0335700	0,12326	0,031	0,034700	0,159	2,72
22	455 - 500	14	0,00500	0,0375900	0,15455	0,134	0,065400	0,873	3,59
22	455 - 500	14	0,00500	0,0375900	0,15455	0,134	0,065400	0,873	3,59
23	505 - 1000	30	0,01242	0,5910000	0,02101	0,017	0,524000	0,881	4,47
23	505 - 1000	30	0,01242	0,5910000	0,02101	0,017	0,524000	0,881	4,47
24	1005 - 1500	10	0,00414	0,8937000	0,00421	0,003	1,77	0,532	5,00
24	1005 - 1500	10	0,00414	0,8937000	0,00421	0,003	1,77	0,532	5,00
25	1505 - 2000	4	0,00166	1,3760000	0,00120	0,000	4,19	0,112	5,12
25	1505 - 2000	4	0,00166	1,3760000	0,00120	0,000	4,19	0,112	5,12
26	2005 - 2500	0	0,00000	1,7690000	0,00094	0,001	8,18	0,766	5,88
26	2005 - 2500	0	0,00000	1,7690000	0,00094	0,001	8,18	0,766	5,88
27	2505 - 3000	0	0,00000	2,1620000	0,00000	0,000	14,1	0,000	5,88
27	2505 - 3000	0	0,00000	2,1620000	0,00000	0,000	14,1	0,000	5,88
28	3005 - 4000	0	0,00000	5,5020000	0,00000	0,000	33,5	0,000	5,88
28	3005 - 4000	0	0,00000	5,5020000	0,00000	0,000	33,5	0,000	5,88

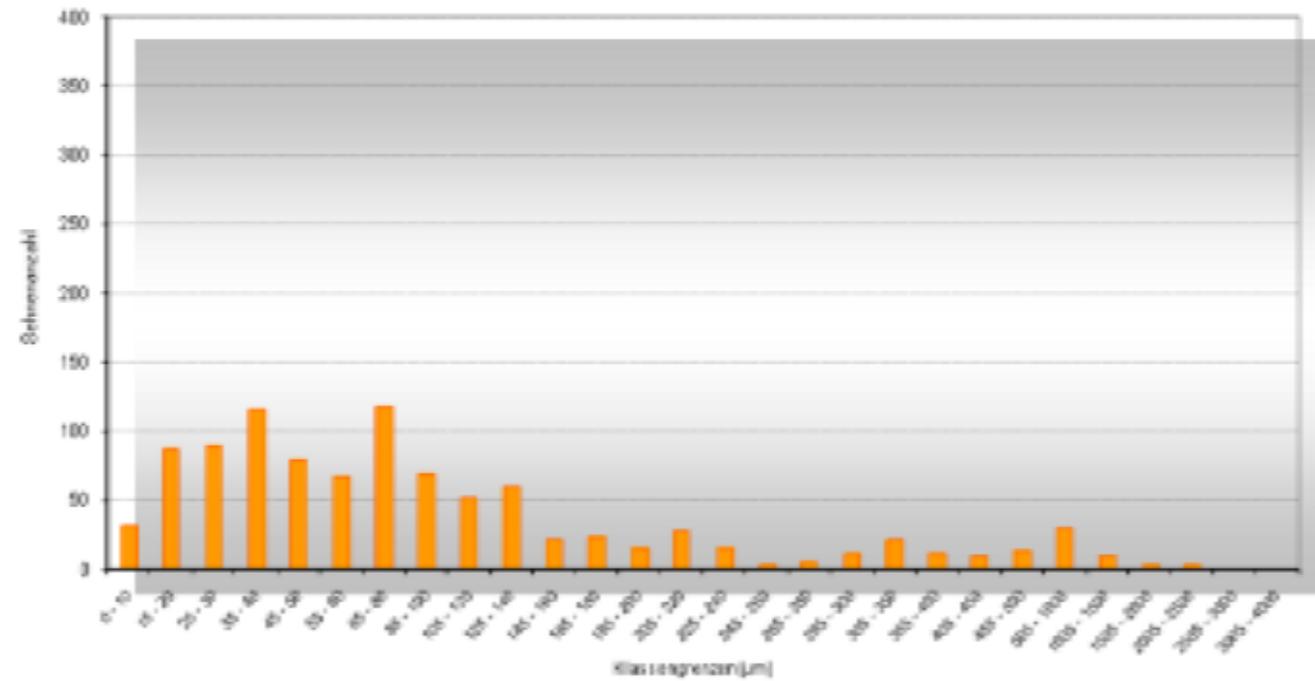
Sehnenlänge Poren	142,86 [mm]	Spezif. Oberfläche der Luftporen	28,20 [mm ⁻¹]
Anzahl Luftporen	1008	Volumensanteil Zementstein	28,28 [Vol-%]
Luftporenvolumen	5,92 [Vol-%]	Zementstein / Luftgehalt	0,478
Mikroluftporengehalt L ₃₀₀	2,29 [Vol-%]	Abstands faktor AF	0,161 [mm]
Luftporengehalt L ₁₀₀₀	4,47 [Vol-%]		



Darstellung der Luftporenverteilung



Darstellung der Luftporenverteilung



Werk: **Frankfurt Ostend (Osthafen)**

7344

Betonzusammensetzung

1. Eigenschaften

Sortennr: CSAIX-037-5-F-28-F2-0-D-ZMZ Konsistenzklasse: F2
Festigkeitsklasse: 030/37 Sieblinienbereich: AB3
Festigkeitsentwicklung: MITTEL Größtkorn: 32
Expositionsklassengruppe: XC4;XD3 LP;XS3 LP;XF4 LP;XI Sieblinien: Z1 AB32S34

Eignung/besondere Eigenschaften:
Feuchtklasse WS
ZTV-StB 07

2. Ausgangsstoffe/Zusammensetzung bezogen auf 1 m³

	Anteil	Stoff-	Dichte	Menge	Feuchte		Menge
	%	raum	kg/dm ³	trocken	%	dm ³	feucht
		dm ³		kg			kg
Bindemittel							
I4N	100,0	116,1	3,10	360			
Zusatzstoffe							
Zusatzmittel							
LP	1,00	3,6	1,01	3,60			
BV	0,40	1,4	1,05	1,44			
Wassergehalt							
Wasser	100,0	158,0	1,00	158			
Porenraum	5,2	52,0					
Zuschlag							
s 0/2	30,0	200,7	2,57	516	5,0	26,0	542
ES 2/8	16,0	107,0	2,90	310	3,0	9,0	319
ES 8/16	27,0	180,8	2,97	536	2,0	11,0	547
ES 15/22	27,0	180,6	2,97	536	1,0	5,0	541

3. Kennwerte

Zuschlagmenge feucht	1949 kg	Eigenfeuchte	51 kg
Zugabewasser	107 kg	Frischbetonrohddichte	2.42 kg/dm ³
Mehlkorngehalt 0,125	366 kg	Wassergehalt	158 kg
+Feinstsandgehalt 0,25	423 kg	w/z-Wert	0,45
Mörtelgehalt	529 dm ³	w/zeq-Wert	
Bemerkungen:			

Datum: 07.06.2011

(Unterschrift)

Tabelle 2 Anforderungen an die Luftporenkennwerte im Festbeton

<u>Anforderungen</u> an die Luftporenkennwerte im Festbeton nach [R5]			
	1	2	3
	Art der Prüfung	Mikroluftporengehalt A_{300} in Vol.-%	Abstandsfaktor L in mm
1	Eignungs-/Erstprüfung	> 1,8	< 0,2
2	Bauwerksprüfung	> 1,5	< 0,24

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**



3.2 BETON Zusammensetzung

3.2.1 Allgemeines

Allgemeines

Für **Brückenkappen** ist ein **Beton** nach DIN Fachbericht 100 "BETON" [R10] herzustellen. Nach den ZTV-ING [R1] gilt abweichend von DIN Fachbericht 100 "BETON" für Brückenkappen in den **Expositionsklassen XD3 und XF4** die **Mindestdruckfestigkeitsklasse C 25/30** und maximaler Wasserzementwert **w/z ≤ 0,50**.

Zudem sind alle Brückenbauwerke im Bereich von Fernstraßen der Feuchtigkeitsklasse "**WA**" zuzuordnen.

ALKALI - Feuchtigkeitsklassen

WF	WS	WA	WO
Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist. (F=Feuchte)	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist, (S=Schwingungen zu WA)	Beton, der zu Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von aussen ausgesetzt ist. (A=Alkali von aussen)	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt. (O=Ohne Feuchte)

Allgemeines Anforderungen

Weitere über die Betonzusammensetzung steuerbare Anforderungen an den Beton sind u.a.:

Robustheit, Homogenität, und Verarbeitungsstabilität
(s. auch DIN 1045-3 Abschn.8 [\[R13\]](#))

Anforderungsgerechtes und damit **wirksames Luftporensystem** (Luftporenstabilität, geringe Schwankungen des Luftporengehaltes vom Transportbetonwerk bis zum Einbau),

Stabile Mischungszusammensetzung durch **geringen Mörtelgehalt** und **sehr geringe Blutneigung** zur Reduzierung einer Feinmörtelanreicherung an der Oberfläche (s. Bild 1),

Verträglichkeit und **Wirksamkeit** der **Zusatzmittel** untereinander und mit **den gewählten Betonausgangsstoffen** (z.B. Zement)

Allgemeine Anforderungen

Im Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von
Luftporenbeton **[R5]** sind ausführliche Hinweise
gegeben wie die vorgenannten Punkte erreicht
werden können

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von
Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

Allgemeines Anforderungen

Die geforderten Betoneigenschaften sollen auch die bauteiltypischen Erstellungsbedingungen berücksichtigen (vergl. Z.B. DIN 1045-3, Punkt 8.1 Punkt (2) [\[R13\]](#))

[R13]

- [R13]
- DIN 1045-3:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3:
Bauausführung. Ausgabe August 2008
- Beuth-Verlag

Gegebenheiten

- Im Bauablauf häufig als **letztes Betonbauteil** erstellt
- Beanspruchungen durch die **nachfolgenden Montagearbeiten**
- Beanspruchungen durch **nachfolgenden Straßenbelagsarbeiten**
- Beanspruchungen durch eine **zügige Verkehrsfreigabe**
- Beanspruchungen und **Zustand durch den Fertigstellungszeitpunkt**
- z.B, **Spätherbst / Winter**

Allgemeines Anforderungen

Ebenfalls sind bei der **Festlegung der Betonzusammensetzung** die **Art der Betonförderung** auf der Baustelle (z.B. Einbau über die Fahrzeuggrutsche oder mittels Pumpe) und **die Einbaubedingungen** (z.B. geometrische Form der Kappe) zu berücksichtigen.

Allgemeines Anforderungen

Um alle in diesem Abschnitt genannten Anforderungen an den Beton bzw. die Betonzusammensetzung zu erfüllen, ist die **Erstellung eines Konzeptes** der Betonzusammensetzung zweckmäßig.

Infolge der Vielzahl der Anforderungen können die Gestaltungsmöglichkeiten für das Konzept der Betonzusammensetzung eingeschränkt sein.

Betonkonzept

Expositionsclassen: XD3 und XF4

Mindestdruckfestigkeiten C 25/30 (C 30/37)

max. W/Z Wert = 0,50

Feuchtigkeitsklasse WA

Weitere Anforderungen:

Robustheit

Homogenität

Verarbeitungsstabilität

Einbauart: Rutsche oder Pumpe



BETON

3.2.2 Verarbeitungskonsistenz

KONSISTENZ

Zur Sicherstellung der Mischungsstabilität ist die Konsistenzklasse **F2 anzustreben**.

Ist der Betoneinbau mittels **Betonpumpe** erforderlich, so ist das im Konzept für die **Betonzusammensetzung zu berücksichtigen**.

Auch bei Verwendung von **weicheren Betonen** als Konsistenzklasse F2 sollte es möglichst **nicht zu einer Mörtelanreicherung** im oberflächennahen Bereich kommen.

BETON 3.2.3 Luftporengehalt

LUFTPORENGEHALT

Entsprechend den ZTV-ING, Teil 3, Abschnitt 1 [\[R1\]](#), und Merkblatt Luftporenbeton [\[R5\]](#) sind die in **Tabelle 1** aufgeführten Kennwerte Grundlage des Betonentwurfs.



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

Tabelle 1 Mindestluftgehalt

Mindestluftgehalt des Frischbetons nach [R5]		
	1	2
	Konsistenzklasse	C2 / F2 und F3
1	Größtkorn in mm	Mittlerer Mindestluftgehalt ¹⁾ in Vol. %
2	8	6,5 ²⁾
3	16	5,5 ²⁾
4	22 bzw. 32	5,0 ²⁾

1) Einzelwerte dürfen diese Anforderungen um höchstens 0,5 Vol. % unterschreiten

2) Der Korrekturfaktor für die Gesteinskörnungen ist zu beachten (siehe DIN EN 12350-7 Anhang B)

LUFTPORENGEHALT

Bei Einhaltung der Mindestluftgehalte des Frischbetons nach **Tabelle 1** und der korrespondierenden Mörtelgehalte (s. Abschnitt 3.2.3) werden in der Regel auch die Anforderungen an die Luftporenkennwerte im Festbeton nach **Tabelle 2** eingehalten [R5]

Tabelle 2 Anforderungen an die Luftporenkennwerte im Festbeton

<u>Anforderungen</u> an die Luftporenkennwerte im Festbeton nach [R5]			
	1	2	3
	Art der Prüfung	Mikroluftporengehalt A_{300} in Vol.-%	Abstandsfaktor L in mm
1	Eignungs-/Erstprüfung	> 1,8	< 0,2
2	Bauwerksprüfung	> 1,5	< 0,24

LUFTPORENGEHALT

Bei DIN Fachbericht 100 Beton dürfen die in Tabelle 1 angegebenen mittleren **Mindestluftgehalte um max. 4 V.-% Punkte überschritten** werden.

Es wird in Anlehnung an das Merkblatt Luftporenbeton [R5] empfohlen, die +4 V.-% als **Abweichung nicht auszunutzen.**

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

LUFTPORENGEHALT

Der Luftgehalt von Luftporenbeton setzt sich aus Luftporen unterschiedlichster Größe zusammen.

Größere Mengen grober Luftporen können den Frost-Tausalz-Widerstand des Festbetons beeinträchtigen, auch wenn eine ausreichende Menge an Mikroluftporen im Beton enthalten sind.

Cemex Admixtures GmbH

Geseker Straße 31-33
33154-Salzotten

Prüfbericht

über die

Bestimmung der Luftporenkennwerte in Festbeton

gemäß ONR 23303: 2010

C45/55

Auftraggeber	wie Adressat	Auftrag vom	2017-04-06
Prüfbericht Nr.	17/3632/10281	Bearbeiter	Schabelreiter
Textseiten	3	Ausfertigung	1-fach
Anlagen / Seiten	3 / 3	Fotos	2

Krieglach, 2017-07-26

Die Ergebnisse dieses Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die von der Fa. Baustofftechnik GmbH
untersuchten Prüfgegenstände (Proben).

Eine Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieses Prüfberichtes darf nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung
der Fa. Baustofftechnik GmbH erfolgen.

Baustofftechnik GmbH, Lagerstraße 1-5, A-2103 Langenzersdorf, Firmenbuch Nr. FN 74796 w
Telefon: +43 (0) 50543-1167, Fax: +43 (0) 50543-901167, e-mail: oliver.schabelreiter@rohrdorfer.at

1. Prüfauftrag

Prüfung der Luftporenkennwerte an einer vom AG beigestellten Probe (s. Pkt.2).

2. Angaben zum Prüfgegenstand

Probeneingangsdatum	2017-04-06
Überbringer der Probe	Lieferung per DHL
Übernehmer der Probe	Hr. Fischer (Baustofftechnik Zentrallabor)
Probenbezeichnung lt. AG	C45/55
Probenanzahl / -art	1 / 150mm Würfel
Probekörperherstellung	Pirna (Stelcon) / 15.02.2017
Frischbetonkennwerte lt. AG	siehe Anlage 3
	Zusatzmittel: 0,575 M.-% ISOFLOW 794
	0,35 M.-% ISOSPHERE 930
	1,50 M.-% ISOFUGE 1150
zusätzliche Angaben lt. AG	

k.A.: keine Angaben seitens AG

3. Bezugnehmende Richtlinien

ÖNORM EN 480-11:2005 Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel
Bestimmung von Luftporenkennwerten in Festbeton
ÖNORM 23303:2010 Prüfverfahren Beton
ÖNORM B4710-1:2007 Beton
ÖNORM 23302:2008 Erstprüfung Luftporenkennwerte

4. Probenvorbereitung

Herausschneiden des Prüfkörpers (senkrecht zur abgezogenen Fläche)
Nassschleifen (Siliciumcarbid, Körnungen F80, F220, F400, F800)
Reinigung im Ultraschallbad (dest. H₂O)
Trocknung der Probe bei 50°C im Trockenschrank

5. Angaben zur Durchführung der Prüfung

Prüfdatum / -zeitraum	2017-05-30
Prüfungsdurchführung	Peter Fischer
Verwendete Prüfmittel	Flächenschleif- und Poliermaschine Fi-45 Trockenschrank / Memmert Mikroskop MZ12 (100x) / Leica Bildanalysesystem QWin V3 / Leica

6. Prüfergebnisse

Prüfnummer	10281
Messlänge T_{10} [mm]	2455
Sehnenlänge Poren [mm]	117
Gesamtanteil Porenvolumen [%]	4,8
$L_{1000, gemessen}$ [%] ²⁾	3,7
Gehalt an Mikroluftporen L_{300} [%]	2,1
Porenanzahl	1428
Spezif. Oberfläche Luftporen [mm] ⁻¹	49
Volumsanteil Zementstein [%] ¹⁾	33
Verhältnis Zementstein / Luftgehalt	6,9
Abstandsfaktor AF [mm]	0,11

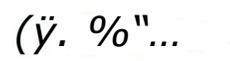
¹⁾ berechnet aus Angaben seitens AG (siehe Anlage 3)

Prüfer



Peter Fischer

Laborleiter

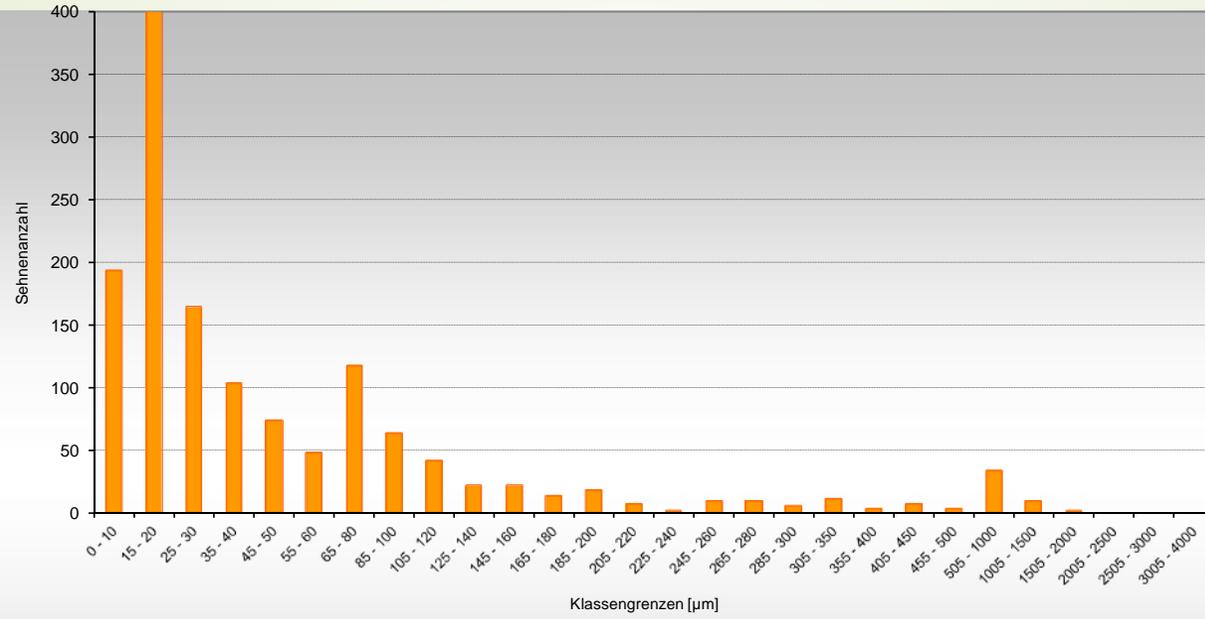


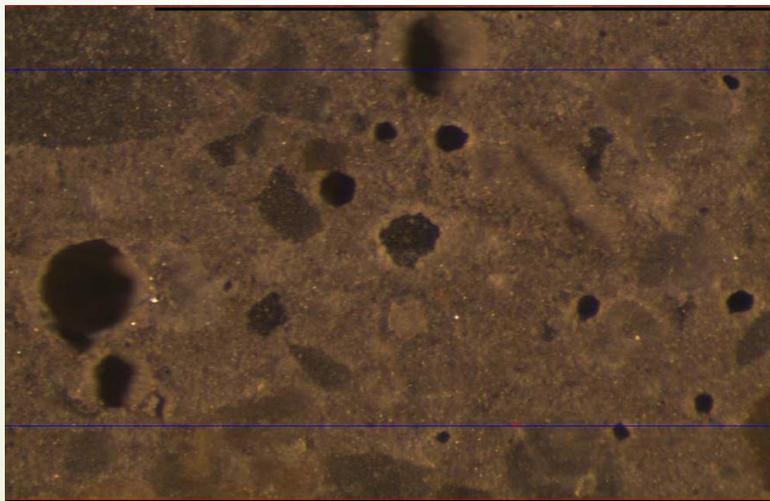
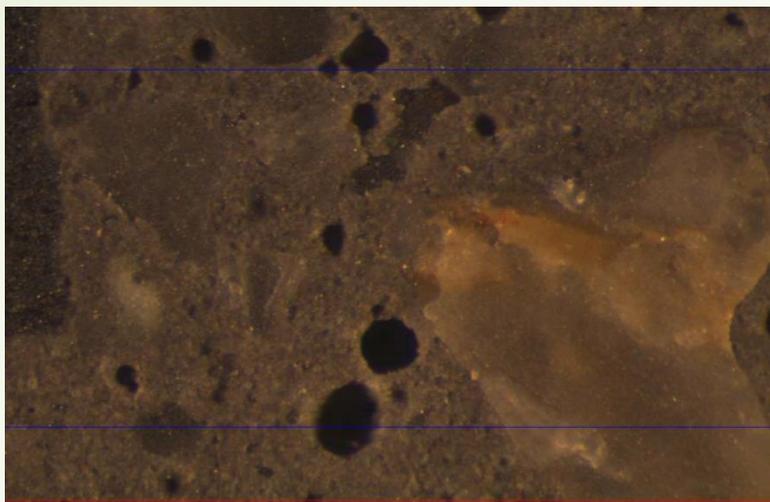
Oliver Schabelreiter

Verzeichnis der Anlagen

Nr.	Bezeichnung
1	Datenblatt Luftporenkennwerte gem. ÖNORM EN 480-11
2	Darstellung der Luftporenverteilung
3	Datenblatt Frischbetonprüfung

Darstellung der Luftporenverteilung





LUFTPORENGEHALT

Das Merkblatt Luftporenbeton [R5] räumt die Möglichkeit der **Verringerung** des mittleren Mindestluftporengehaltes im Frischbeton um **1V.-% Punkt ein**, sofern in der erweiterten Erstprüfung nachgewiesen wird, dass die Luftporenkennwerte im Festbeton (Mikro-Luftporengehalt und Abstandfaktor) gemäß Tabelle 2 eingehalten werden.

Es wird empfohlen, diese Möglichkeit nicht zu nutzen.

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von
Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

LUFTPORENGEHALT

Bei der Erstellung des Konzepts der Betonzusammensetzung wird empfohlen einen „Zielluftgehalt“ festzulegen.

Der **Zielluftgehalt** setzt sich additiv **aus** dem **mittleren Luftgehalt** nach **Tabelle 1**, dem **Korrekturfaktor** der **Gesteinskörnung** (s. Abschnitt 3.3.2) und ggf. einem zusätzlichen Luftanteil (LP plus) der sich aus dem Konzept der Betonzusammensetzung ergibt, zusammen.

Die **untere Grenze** des **Zielluftgehaltes** ist der mittlere Mindestluftgehalt nach **Tabelle 1**

Tabelle 1 Mindestluftgehalt

Mindestluftgehalt des Frischbetons nach [R5]	
1	2
Konsistenzklasse	C2 / F2 und F3
1 Größtkorn in mm	Mittlerer Mindestluftgehalt 1) in Vol. %
2 8	6,5 2)
3 16	5,5 2)
4 22 bzw. 32	5,0 2)

1) Einzelwerte dürfen diese Anforderungen um höchstens 0,5 Vol. % unterschreiten

2) Der Korrekturfaktor für die Gesteinskörnungen ist zu beachten (siehe DIN EN 12350-7 Anhang B)

LUFTPORENGEHALT

Der **Zieluftgehalt** wird im Rahmen der **Erstprüfung** entsprechend des eingesetzten Konzeptes der Betonzusammensetzung **festgelegt**.

Um den Zielluftgehalt an der Einbaustelle sicherzustellen (z.B. **beim Pumpen des Betons**), kann bei der Betonherstellung unter Berücksichtigung der vorliegenden Gegebenheiten z.B. ein entsprechendes **Vorhaltemaß** beim Luftgehalt im Frischbeton festgelegt werden **[R1]**.

Da das Einführen zusätzlicher Luftporen (Vorhaltemaß) nicht immer der geeignete Weg ist ein wirksames und stabiles Luftporensystem im Beton zu erzielen, kann ggf. eine Prüfung der Luftporenkennwerte im Frischbeton bei Probenahme nach der Pumpe zweckmäßig sein. [Tabelle 1](#) + [Tabelle 2](#)

LUFTPORENGEHALT



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

Luftporenkennwerte und Luftporengehalt

Anforderungen an die Luftporenkennwerte im Festbeton nach [R5]			
	1	2	3
	Art der Prüfung	Mikroluftporengehalt A_{300} in Vol.-%	Abstandsfaktor L in mm
1	Eignungs-/Erstprüfung	> 1,8	< 0,2
2	Bauwerksprüfung	> 1,5	< 0,24

Mindestluftgehalt des Frischbetons nach [R5]		
	1	2
	Konsistenzklasse	C2/F2 und F3
1	Größtkorn in mm	Mittlerer Mindestluftgehalt ¹⁾ in Vol. -%
2	8	6,5 ²⁾
3	16	5,5 ²⁾
4	22 bzw. 32	5,0 ²⁾

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

²⁾ Der Korrekturfaktor für die Gesteinskörnungen ist zu beachten (siehe DIN EN 12350-7, Anhang B)

BETON 3.2.4 Mörtelgehalt

Mörtelgehalt

Im Merkblatt Luftporenbeton [R5] wird darauf verwiesen, einen möglichst **geringen Mörtelgehalt** anzustreben.

Die Werte der Tabelle 3, die auch Voraussetzung für die Einhaltung eines funktionierenden Luftporensystems sind, sollten als Anhaltswerte gesehen werden, wobei regionale Gegebenheiten zu Abweichungen führen können.

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von
Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

Tabelle 3 Empfehlungen für maximalen Mörtelgehalt nach [R5]

	1	2	MÖRTELGEHALT
	Größtkorn	max. Mörtelgehalt [bis 2mm] l/m ³	
1	8	575	
2	16	550	
3	22 bzw. 32	525	

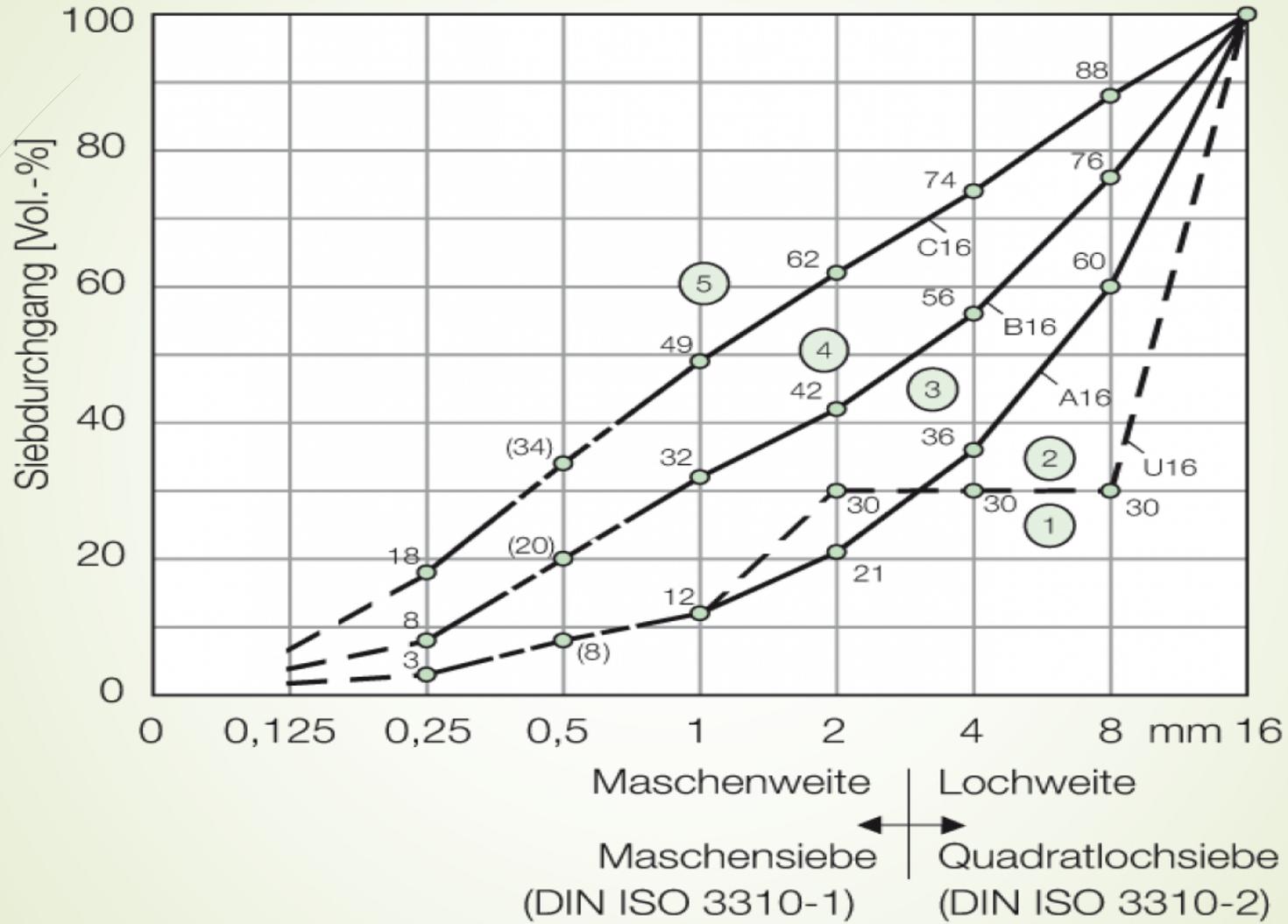


Mörtelgehalt

Ein niedriger Mörtelgehalt bedingt im **Allgemeinen** auch einen **geringeren Sandanteil (0/2)**.

Es wird empfohlen, den Sandanteil möglichst auf ein Drittel der gesamten Gesteinskörnung zu begrenzen, wobei zu beachten ist, dass Beton mit einer solchen Zusammensetzung mittels Betonpumpe nur noch bedingt förderbar ist.

Sieblinien [Vol.-%] mit einem Größtkorn von 16 mm



Mörtelgehalt

Auch der **Mehlkorngehalt**, der Teil des Mörtelvolumen ist, wird für die **Expositionsklassen XF und XM** durch die Anforderungen in DIN 1045-2 begrenzt.

Nach dem Merkblatt LP-Beton [Tabelle 3](#) sind die zulässigen Grenzen für den höchstzulässigen Mehlkorngehalt nach **DIN 1045-2** nach Möglichkeit nicht auszunutzen.

Tabelle F.4.1 DIN 1045-2 Höchstzulässiger Mehlkorngehalt für Beton mit einem GK der Gesteinskörnung von 16-63 mm bis einschließlich der Betonfestigkeitsklassen C50/60 und LC50/55 bei den Expositionsklassen XF + XM

	Zementgehalt kg/m ³	Höchstzulässiger Mehlkorngehalt kg/m ³
	<= 300	400 kg
	>= 350	450 kg



BETON 3.3 Erweiterte Erstprüfungen

3.3.1 Allgemeines

Ziel erweiterter **Erstprüfungen** ist, zusätzlichen Ausgangsdaten für die Qualitätskontrolle im Rahmen der üblichen Werksproduktionskontrolle (**WPK**) zu erhalten sowie dem Verwender Beton zur Verfügung zu stellen, der möglichst **gleichmäßige Frisch- und Festbetoneigenschaften** aufweist.

Es wird empfohlen die erweiterten Erstprüfungen unter **Produktionsbedingungen** direkt an der Transportbetonanlage durchzuführen, um den **Einfluss der Mischwirkung**, der **Mischzeit** und gegebenenfalls der **Frischbetontemperatur** in der laufenden Produktion berücksichtigen zu können.

Erstprüfungen
Allgemeines

Erstprüfungen Allgemeines

Folgende Frisch- und Festbetonprüfungen werden ergänzend zu den Erstprüfungen des Betons nach **DIN EN 206-1 [R11]** und **DIN 1045-2 [R12]** empfohlen und in den folgenden Abschnitten beschrieben:

[R11]

- [R11]
- DIN EN 206-1:
- Beton - Teil 1
- Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Ausgabe Juni 2001
- Beuth - Verlag

[R12]

- [R12]
- DIN 1045-2:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1. Ausgabe August 2008
- Beuth - Verlag

- Bestimmung des **Luftgehaltes** am **Frischbeton** nach den Vorgaben des Merkblattes für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton [\[R5\]](#)
- Ermittlung der **Blutneigung** mittels Praxisverfahren (z.B. nach der Methode des DBV-Merkblatts [\[R28\]](#))
- Bestimmung des **Wassergehaltes**, sofern die Erstprüfung an der Transportbetonanlage erfolgt

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von
Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**



[R28]

- [R28]
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.: DBV Merkblatt, Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton Fassung Juni 2007

Tabelle 4

Anhaltswerte für die Blutwassermenge des Frischbetons nach DBV-Merkblatt

	1	2	3	4	Ausführung	5
1	Anwendung	Typische maximale Blutwassermenge	Erstprüfung	Einzelwert	Mittelwert	
2	MBW max Kg/m ³	VBW max Vol. %	MBW max/VBW max Kg/m ³ Vol. %	MBW max/VBW max Kg/m ³ Vol. %	MBW max/VBW max Kg/m ³ Vol. %	
3	< 3	< 0,3	< 3 / < 0,3	< 4,5 / < 0,45	< 3 / < 0,3	

“Bluteimerverfahren“

Bis zum Vorliegen jeweils eigener praktischer Erfahrungen und Messwerte hinsichtlich der Blutwassermenge von Kappenbetonen die sich bewährt haben , kann nur auf diese Anhaltswerte verwiesen werden die zum Zeitpunkt, “Ende der Verarbeitbarkeitszeit“ bestimmt werden

MBW = Masse Blutwasser je m³ Frischbeton

VBW = Volumen Blutwasser je m³ Frischbeton

Liegen mit dem Beton **keine Erfahrungen** vor oder werden aus anderen Gründen im Rahmen der erweiterten Erstprüfung Untersuchungen zum Frost- Tausalz-Widerstand des Festbetons vorgesehen, so wird die **Ermittlung der Luftporenkennwerte am Festbeton** nach [DIN EN 480-11 \[R23\]](#) bzw. die Anwendung des **CDF-**Verfahrens nach dem in der jeweils gültigen Version der [ZTV-ING \[R1\]](#) beschriebenen Regelwerks (zZ. ist dies die [CEN/TS 12390-9 \[R26\]](#)) empfohlen.

Der Beton sollte für diese Prüfungen ebenfalls direkt an der Transportbetonanlage entnommen werden. Bei Verwendung eines Labormischers kann es zu Abweichungen in den Prüfergebnissen kommen.

Erstprüfungen
Allgemeines

[R23]

- [R23]
- DIN EN 480-11:
- Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 11: Bestimmung von Luftporenkennwerten in Festbeton; Deutsche Fassung EN 480-11:2005. Ausgabe Dezember 2005 Beuth Verlag
- Beuth-Verlag



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**



[R26]

DIN CEN/TS 12390-9

Prüfung von Festbeton – Teil 9: Frost-Tausalz-
Widerstand, Abwitterung; Deutsche Fassung
CEN/TS 12390-9-2006. Ausgabe August 2006
Beuth Verlag

Beuth-Verlag



800gr/m²

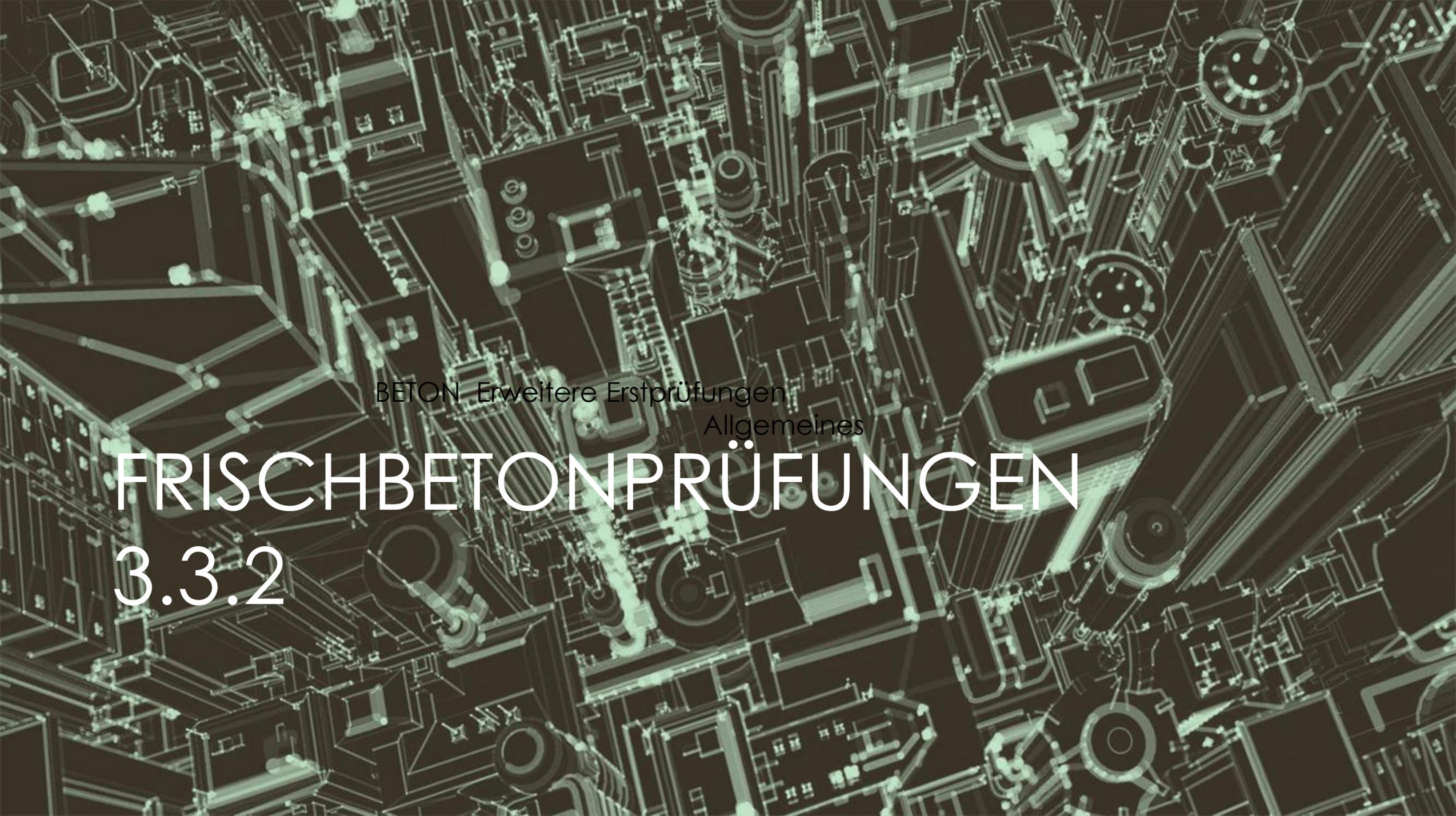
BPB

Beton-
Prüfinstitut
Bayreuth GmbH



BPB

Beton-
Prüfinstitut
Bayreuth GmbH



BETON - Erweiterte Erstprüfungen
Allgemeines

FRISCHBETONPRÜFUNGEN

3.3.2

Bestimmung des Luftgehalts am Frischbeton

Zusätzliche Erstprüfungen nach **DIN EN 206-1 [R11]** bzw. **DIN 1045-2 [R12]** sollten beim Einsatz von Luftporenbildner die nach dem Merkblatt Luftporenbeton **[R5]** ergänzend empfohlene Prüfungen durchgeführt werden.

Die Prüfungen des Luftporengehalts ist sorgfältig mit **gepflegten und kalibrierten Geräten durchzuführen.**

Der Beton kann nach **[R25]** z.B. mit einem **geeigneten Rütteltisch** oder mit einem geeigneten Innenrüttler verdichtet werden, wobei die Verdichtung mit einem **Innenrüttler nicht empfohlen** wird. Bei der Bestimmung des Luftgehalts des Frischbetons mit Druckausgleichsverfahren **[R25]** ist auch der **Korrekturfaktor der Gesteinskörnung "G"** nach **DIN EN 12350-7, Anhang B [R25]** zu bestimmen und zu berücksichtigen. Der **tatsächliche Luftgehalt** der Probe "**A_c**" ergibt sich aus dem gemessenen Luftgehalt **A₁** abzüglich des Korrekturfaktors "**G**".

Sofern ein Zielluftgehalt gemäß Abschnitt 3.2.3 definiert wurde, kann der Luftporengehalt, der aus der Messung mit dem Druckausgleichsverfahren bestimmt wurde, direkt mit dem Zielluftgehalt verglichen werden, da der **Korrekturfaktor der Gesteinskörnung bereits im Zielluftgehalt** berücksichtigt ist (s. Abschnitt 3.2.3).

LP Topf



[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von
Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

[R11]

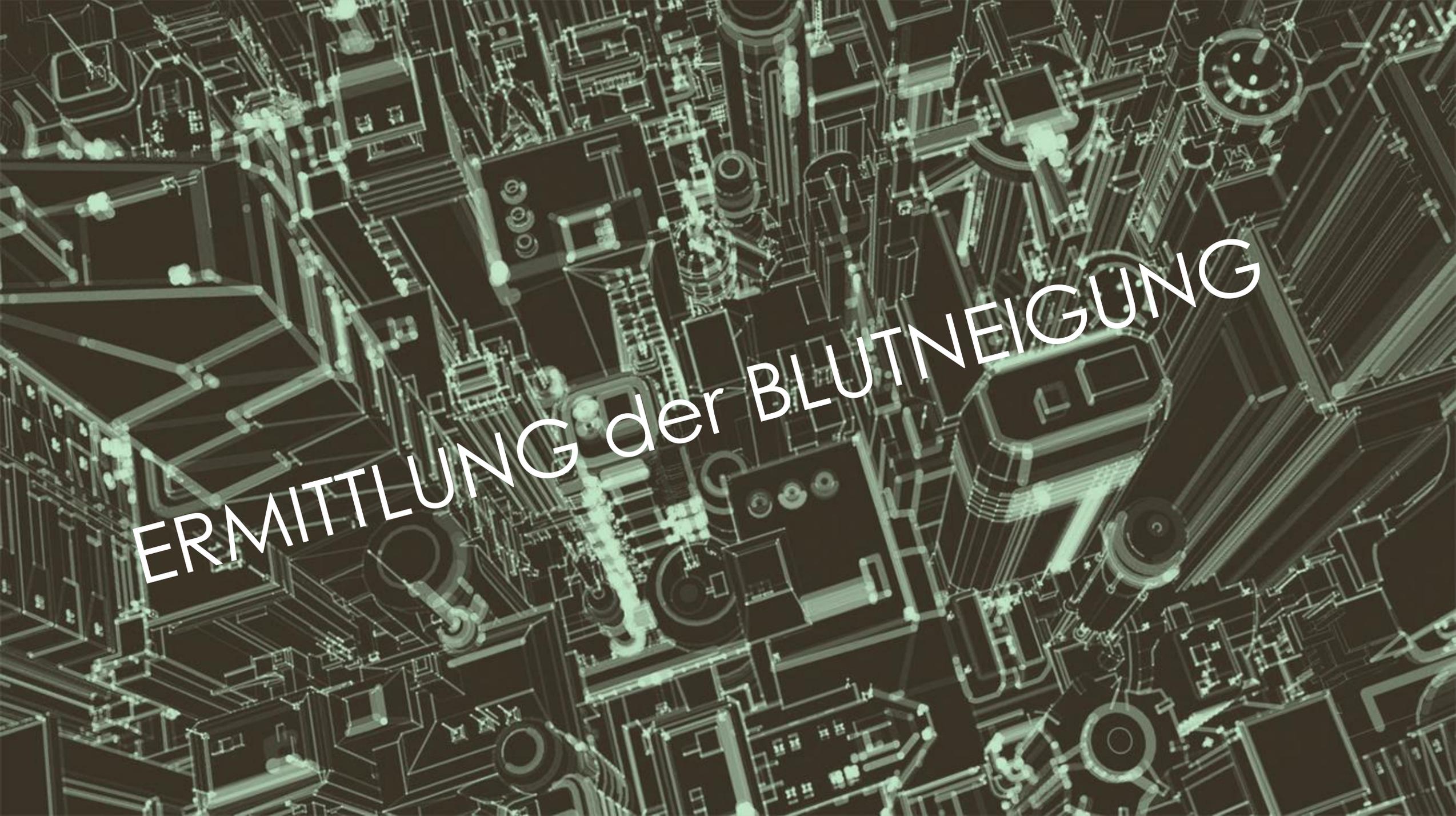
- [R11]
- DIN EN 206-1:
- Beton - Teil 1
- Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Ausgabe Juni 2001
- Beuth - Verlag

[R12]

- [R12]
- DIN 1045-2:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1. Ausgabe August 2008
- Beuth - Verlag

[R25]

- [R25]
- DIN EN 12350-7:
- Prüfung von Frischbeton – Teil 7: Luftgehalt – Druckverfahren;
Deutsche Fassung EN EN 12350-7:2009. Ausgabe August 2009 Beuth
Verlag
- Beuth-Verlag



ERMITTLUNG der BLUTNEIGUNG



Blutneigung bzw. Wasserabsondern

Das **Wasserabsondern infolge der Sedimentation** von Feststoffen im Frischbeton wird üblicherweise als Bluten bezeichnet. Je nach Neigung des Betons zum Bluten kann es beim Betonieren zu **Wasseransammlungen** an der **Betonoberfläche** kommen, die eine ungünstige Veränderung des **Wasserzementwertes** bewirken können.

Als **Anhaltswerte** für die Blutwassermenge für einen **Kappenbeton** können nach **[R28] Tabelle 4** ca. 2kg/m^3 bis ca. 3kgm^3 genannt werden.

Die **Versuchsdurchführung** zur Bestimmung der **Blutwassermenge** ist im DBV-Merkblatt "Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton" **[R28]** beschrieben.

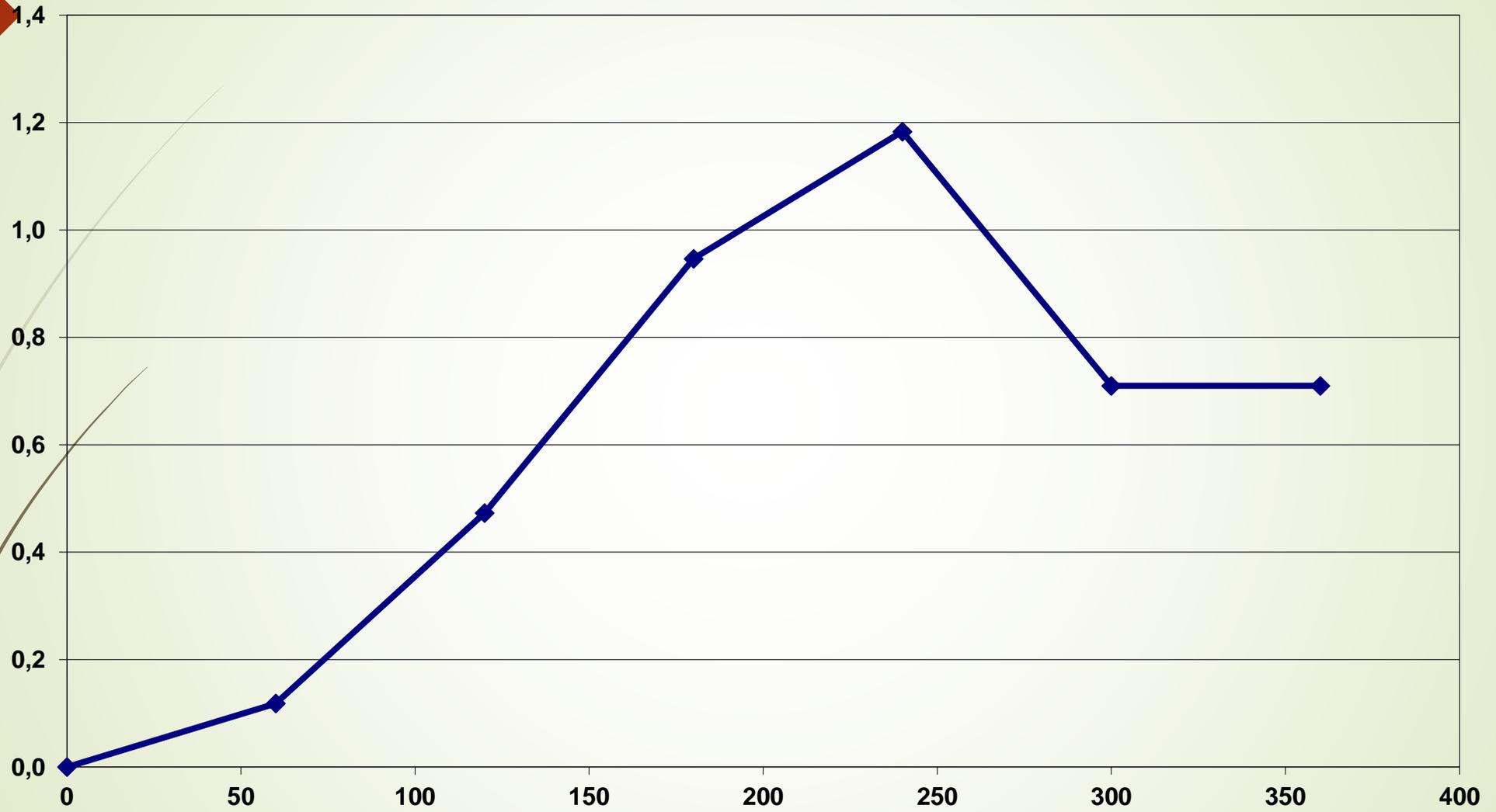
Bluteimertest Auswertung

Eimerverfahren zur Beurteilung der Blutneigung von Frischbeton			
Ergänzende Angaben zum Beton			Datum: 19.11.2019
Baustelle	Dechant - Terminal 3 BF600 / BoPl. EU1	Sorte/Lieferschein- Nr.	721 D / 24002341
Größtkorn D_{max}	16	Festigkeitsklasse	C35/45
Anlieferungszeitpunkt	09:20	Expositionsklassen	C4,D2,F3,A2,M1
Luftgehalt	1,5	[Vol.-%]	
Lufttemperatur bei Versuchsbeginn	7	[°C]	
Frischbetontemperatur bei Versuchsbeginn	15,2	[°C]	
Bestimmung der Blutwassermenge			
Masse leerer Eimer m_l	425	[g]	
Masse mit Frischbeton gefüllter Eimer m_v	20455	[g]	
Masse eingefüllter Frischbeton m_b	20030	[g]	
Frischbetonrohichte ρ_b	2370	[kg/m³]	
$M_{Bw} = m_{Bw} / m_b \cdot \rho_b$			
Prüfzeitpunkt		Masse abgezogenes Blutwasser	Blutwasser je m³ Frischbeton
Uhrzeit	Minuten	m_{Bw}	M_{Bw}
-	[min]	[g]	[kg/m³]
9:55	0	0	0,0
10:55	60	1	0,1
11:55	120	4	0,5
12:55	180	8	0,9
13:55	240	10	1,2
14:55	300	6	0,7
15:55	360	6	0,7
			0,0
			0,0
			0,0
			0,0
			0,0
			0,0

Die Eingabefelder sind grau hinterlegt.

© 2007 DBV-Formular Eimerverfahren Blutneigung von Frischbeton (www.betonverein.de)

Blutwassermenge in kg/m³



Zeit in Minuten



[R28]

- [R28]
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.: DBV Merkblatt, Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton Fassung Juni 2007

Tabelle 4

Anhaltswerte für die Blutwassermenge des Frischbetons nach DBV-Merkblatt

	1	2	3	4	Ausführung	5
1	Anwendung	Typische maximale Blutwassermenge	Erstprüfung	Einzelwert	Mittelwert	
2	MBW max Kg/m ³	VBW max Vol. %	MBW max/VBW max Kg/m ³ Vol. %	MBW max/VBW max Kg/m ³ Vol. %	MBW max/VBW max Kg/m ³ Vol. %	
3	< 3	< 0,3	< 3 / < 0,3	< 4,5 / < 0,45	< 3 / < 0,3	

“Bluteimerverfahren“

Bis zum Vorliegen jeweils eigener praktischer Erfahrungen und Messwerte hinsichtlich der Blutwassermenge von Kappenbetonen die sich bewährt haben , kann nur auf diese Anhaltswerte verwiesen werden die zum Zeitpunkt, “Ende der Verarbeitbarkeitszeit“ bestimmt werden

MBW = Masse Blutwasser je m³ Frischbeton

VBW = Volumen Blutwasser je m³ Frischbeton

WASSERGEHALT

- Mit der Bestimmung des Wassergehalts soll geprüft werden, ob der Beton die Wassermenge entsprechend der Mischungsberechnung enthält.
- Sofern die **Erstprüfung** an der **Transportbetonmischanlage** erfolgt, wird die Bestimmung des **Wassergehalts** empfohlen.
- Zur Bestimmung des Wassergehaltes kann das **Mikrowellenverfahren** gemäß DBV-Merkblatt "Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton" [R28] oder der **Darrversuch** nach **DIN 1048-1** [R27] angewendet werden.

[R27]

- [R27]
- DIN 1048-1
- Prüfverfahren für Beton; Frischbeton. Ausgabe Juni 1991
- Beuth Verlag
- Beuth-Verlag

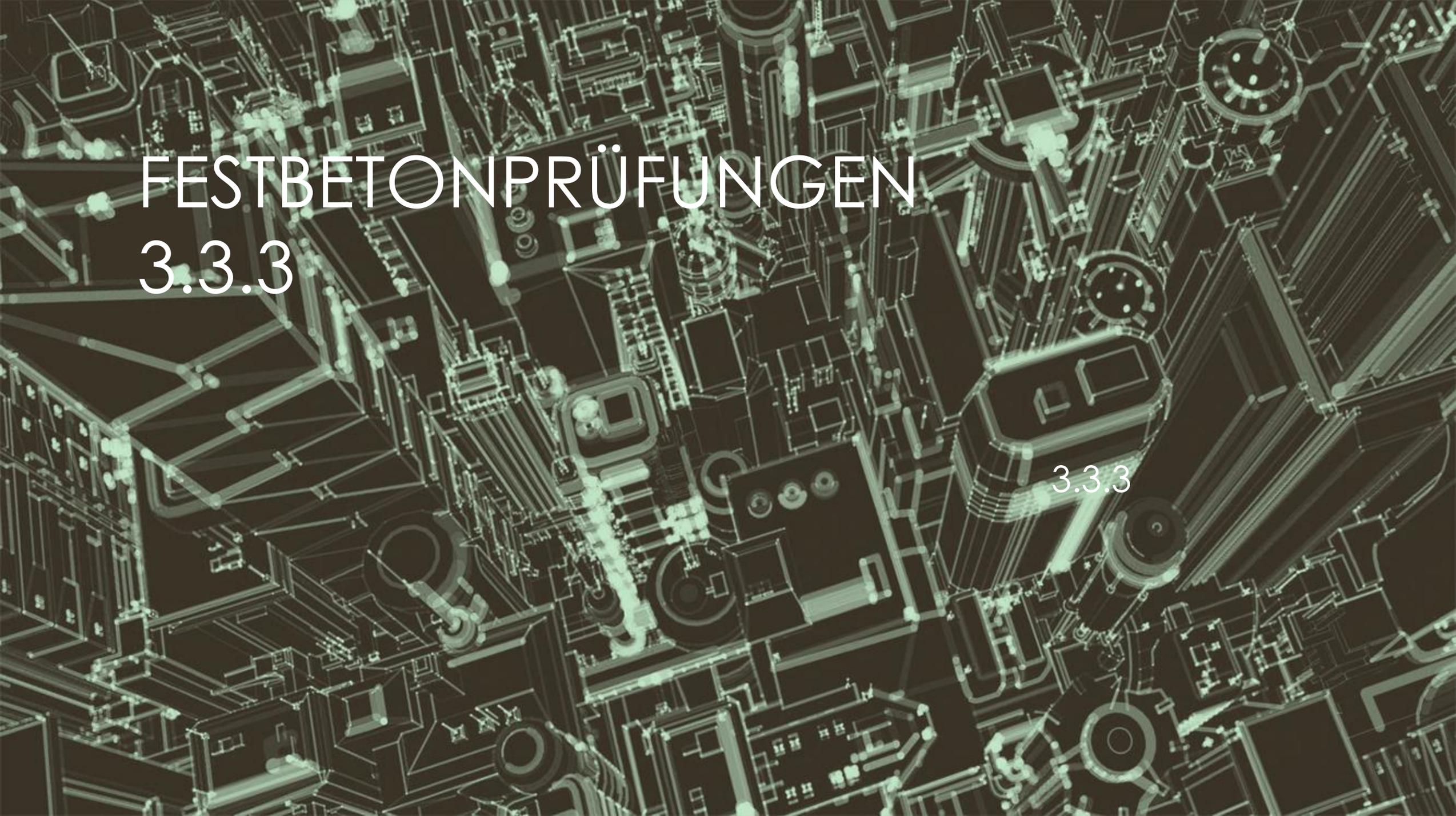


[R28]

- [R28]
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.: DBV Merkblatt, Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton Fassung Juni 2007

Darrgerät





FESTBETONPRÜFUNGEN

3.3.3

3.3.3



Festbeton

- Der Beton sollte für die Prüfungen direkt an der Transportbetonanlage entnommen werden. Bei Verwendung eines Labormischers kann es zu Abweichungen in den Prüfergebnissen kommen



Betondruckfestigkeit

- ▶ Die **Druckfestigkeit** des Betons sollte in der **Erstprüfung an 2, 7 und 28 Tage** alten Probekörpern mit dem Zielluftgehalt (siehe Abschnitt 3.2.2) geprüft werden.
- ▶ Höhere Luftgehalte innerhalb der zulässigen Grenzen können den Frost-Tausalz-Widerstand des Betons verbessern, führen aber zu einem Abfall der Betondruckfestigkeit (**+1 Vol.-% Luftporengehalt etwa -3N/mm²**) [R5].
- ▶ Dieser Zusammenhang ist in der Erstprüfung durch ein entsprechendes Vorhaltemaß für die Druckfestigkeit zu berücksichtigen

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

Frost-Tausalz-Widerstand

Untersuchungen zum Frost-Tausalz-Widerstand des Festbetons sind an Beton mit dem im Konzept der Betonzusammensetzung festgelegten Zielluftgehalt durchzuführen.

Bei Ermittlung der **Luftporenkennwerte am Festbeton** nach **DIN EN 480-11 [R23]** sind die Anforderungen an den **Abstandsfaktor** und an den **Mikroluftporengehalt** nach **Tabelle 2**, Abschnitt 3.2.2 einzuhalten. Werden Luftporenbildner und Fließmittel bzw. Luftporenbildner und Betonverflüssiger gleichzeitig bei der Herstellung des Betons verwendet, sollte im Rahmen der Erstprüfung nachgewiesen werden dass der Abstandsfaktor $L < 0,20\text{mm}$ und der Mikroluftporengehalt $A_{300} > 1,8 \text{ Vol. \%}$ beträgt (Bestimmung der Luftporenkennwerte am Festbeton). Der Zielluftgehalt (siehe Abschnitt 3.2.3) darf beim Herstellen der Probekörper nicht überschritten werden.

Die Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes des Festbetons erfolgt nach der zZ. gültigen Version der **ZTV ING [R1]** nach **DIN CEN/TS 12390-9 [R26]** an gesondert hergestellten Probekörpern. Dabei darf die **Abwitterungsmenge nach 28 Frost-Tau-Wechseln 1.500g/m^2 nicht überschreiten.**

Tabelle 2 Anforderungen an die Luftporenkennwerte im Festbeton

<u>Anforderungen</u> an die Luftporenkennwerte im Festbeton nach [R5]			
	1	2	3
	Art der Prüfung	Mikroluftporengehalt A_{300} in Vol.-%	Abstandsfaktor L in mmm
1	Eignungs-/Erstprüfung	> 1,8	< 0,2
2	Bauwerksprüfung	> 1,5	< 0,24



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R23]

- [R23]
- DIN EN 480-11:
- Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 11: Bestimmung von Luftporenkennwerten in Festbeton; Deutsche Fassung EN 480-11:2005. Ausgabe Dezember 2005 Beuth Verlag
- Beuth-Verlag



[R26]

DIN CEN/TS 12390-9

Prüfung von Festbeton – Teil 9: Frost-Tausalz-
Widerstand, Abwitterung; Deutsche Fassung
CEN/TS 12390-9-2006. Ausgabe August 2006
Beuth Verlag

Beuth-Verlag



3.3.4 Annahmekriterien aus der Erstprüfung

Annahmekriterien

Der **Betonhersteller** bzw. der Transportbetonlieferant muss dem **Betonverarbeiter** die **Annahmekriterien** auf **Grundlage der Erstprüfung** mitteilen.

Das sind für den Luftgehalt die im Rahmen der Erstprüfung festgelegten **Zielwerte** für den **Frischbetonluftgehalt** (Zielluftgehalt, in dem der **Korrekturfaktor der Gesteinskörnung** bereits enthalten ist), ggs. der Korrekturfaktor der Gesteinskörnung sowie die **zulässigen Abweichungen**.

Damit wird klargestellt für welchen Bereich des Frischbetonluftgehaltes in der Erstprüfung auch ausreichende Festigkeiten nachgewiesen wurden.



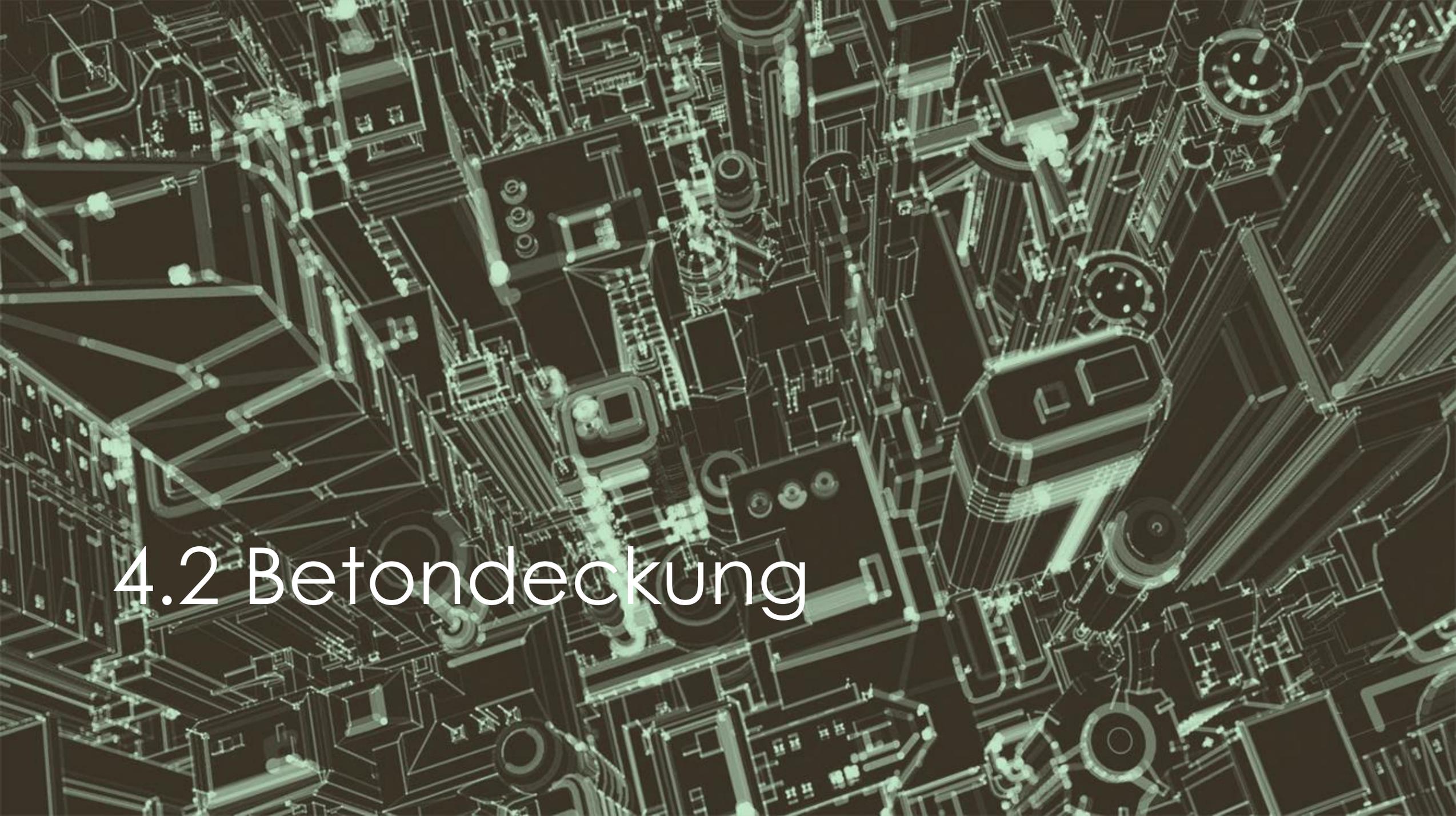
4 Bauteilerstellung

4.1 Schalung

Schalung

Brückenkappen können mit **allen Schalhautarten – saugend oder nichtsaugend – hergestellt werden**. Sofern die seitliche Schalung der Brückenkappe nach innen geneigt ist, können bereits sehr geringe Neigungen beim Betonieren zu Lufteinschlüssen an der seitlichen Betonoberfläche und in der Folge zu Poren und Lunkern an der Betonoberfläche führen

Regional werden die Schrammborde der Brückenkappen mit oder ohne Granitbord hergestellt. Bezüglich der Dauerhaftigkeit hat sich eine Ausführung mit **Granitbord** bewährt.



4.2 Betondeckung

Betondeckung

Das **Mindestmaß** der Betondeckung von Brückenkappen beträgt an den nicht Beton berührten Flächen $C_{\min} = 40\text{mm}$ und das **Vorhaltemaß** der Betondeckung beträgt $\Delta c = 10\text{mm}$



An aerial, top-down view of a construction site. The image shows a complex, dense network of steel reinforcement bars (rebar) and concrete formwork. The structure is highly organized, with various rectangular and circular shapes representing different parts of the building's framework. The overall color palette is a mix of dark greys, blacks, and light greys, with some highlights from the lighting. The perspective is from directly above, looking down on the site.

4.3 Annahmeprüfung auf der Baustelle

4.3.1 Frischbetonprüfung

Frischbetonprüfung

Der Frischbeton ist gemäß den ZTV-ING [R1] nach DIN 1045-3 [R13] zu prüfen.
Abweichende Empfehlungen sind nachfolgend aufgeführt. **Die Ergebnisse der Erstprüfung sind zu berücksichtigen.**





[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R13]

- [R13]
- DIN 1045-3
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung. Ausgabe August 2008
- Beuth-Verlag



Konsistenz



- Die **Konsistenz** ist als **Ausbreitmaß** nach **DIN EN 12350-5 [R24]** zu prüfen und muss in der vereinbarten Konsistenzklasse bzw. in dem vereinbarten **Zielwertbereich** liegen.
- Es wird empfohlen die Konsistenz bei jeder Lieferung (jedes Transportbetonfahrzeug) zu prüfen

Konsistenzbereiche

Konsistenzbereiche des Frischbetons nach DIN 1045-2					
Konsistenzbereich	Ausbreitmaßklassen		Verdichtungsmaßklassen		Geeignete Verdichtungsmaßnahmen
	Klasse	Ausbreitmaß [mm]	Klasse	Verdichtungsmaß	
sehr steif	-	-	C0	≥1,46	Kräftiges Stampfen, sehr intensives Rütteln
steif	F1	≤340	C1	1,45-1,26	Sehr intensives Rütteln
plastisch	F2	350-410	C2	1,25-1,11	Rütteln
weich	F3	420-480	C3	1,11-1,04	Rütteln
sehr weich	F4	490-550			Stochern oder leichtes Rütteln
fließfähig	F5	560-620			Stochern oder leichtes Rütteln
sehr fließfähig	F6	≥630			Stochern oder leichtes Rütteln
SVB	-	>700			selbstverdichtend

[R24]

- [R24]
- DIN EN 12350-5
- Prüfung von Frischbeton – Teil 5: Ausbreitmaß; Deutsche Fassung EN 12350-5:2009. Ausgabe 2009 Beuth Verlag
- Beuth-Verlag

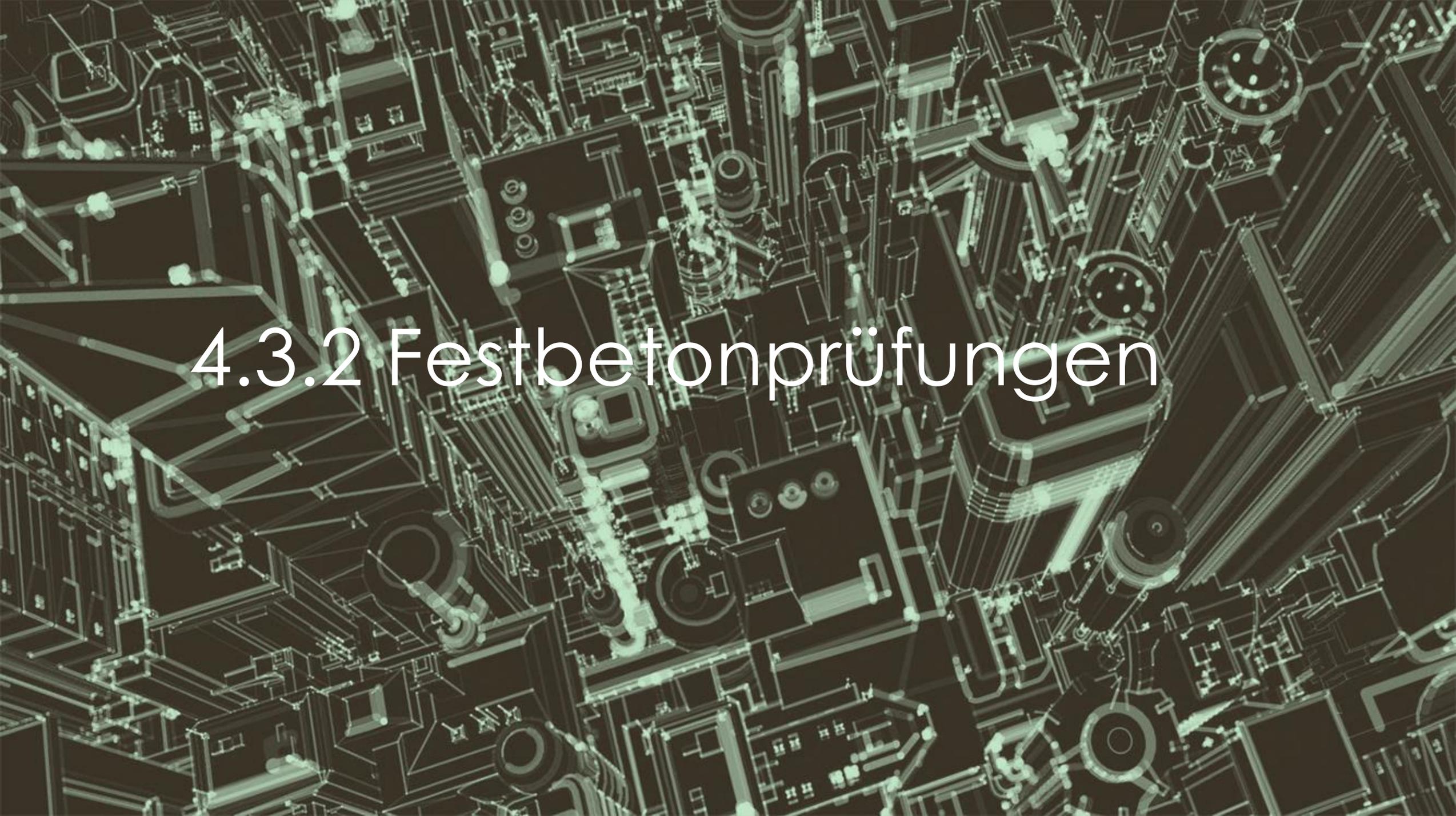


Luftgehalt

- Der Luftgehalt ist nach DIN EN 12350-7 [R25] zu prüfen und muss im vereinbarten Bereich liegen. Sofern ein Zielluftgehalt vereinbart ist, darf dieser in **Einzelwerten um höchstens 0,5 Vol. % unterschritten werden**. Es wird **empfohlen** den Luftgehalt des Frischbetons bei jeder Lieferung (jedes Transportbetonfahrzeug) zu prüfen.
- Hierbei ist auch die **Frischbetontemperatur** zu prüfen und zu dokumentieren.

LP Topf





4.3.2 Festbetonprüfungen

Festbetonprüfungen

Gemäß den ZTV-ING [R1] sind die Festbetonprüfungen nach den Vorgaben der DIN 1045-3 [R13] durchzuführen.

Abweichende Prüfungen werden nicht empfohlen.



Anzahl der herzustellenden Proben

DIN 1045-3 : 2012-03

Prüfung der Druckfestigkeit für Beton nach Eigenschaften bei Verwendung von Transportbeton

Je Betonsorte der **ÜK 2** und **3** mind. 3 Proben

ÜK 2 jeweils für höchstens **300 m³** oder je **3 Betoniertage**

ÜK 3 jeweils für höchstens **50 m³** oder je **Betoniertag**

Anforderung für größte Anzahl von Proben ist maßgebend

Ändert sich nur Größtkorn , dann gilt diese Sorte als eine Betonsorte



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R13]

- [R13]
- DIN 1045-3:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3:
Bauausführung. Ausgabe August 2008
- Beuth-Verlag

An aerial photograph of a city, showing a complex grid of streets and buildings. The image has a greenish tint and is slightly blurred, giving it a sense of depth and movement. The text is overlaid on the upper left portion of the image.

4.4 Verarbeiten des Betons

4.4.1 Allgemeines

Allgemeines

Gemäß den **ZTV-ING [R1]** ist der Beton nach **DIN 1045-3 [R13]** zu verarbeiten.

Der Einbau sollte durch einen **erfahrenen Betonfachmann** angeleitet werden, der das **Einbauteam eingehend unterweist**. Das Team sollte für die Besonderheiten von Brückenkappen sensibilisiert und mit den zu leistenden Aufgaben vertraut sein.

Es wird empfohlen **Brückenkappen** aus Beton **nur bei geeigneten Umgebungsbedingungen zu erstellen**. Insbesondere sind die Angaben nach **DIN 1045-3 Abschnitt 8.3 und 8.4** zu beachten. Der Einfluss ausgekühlter bzw. überhitzter Bauteile ist zu berücksichtigen. **Gegebenfalls sind Sondermaßnahmen vor bzw. beim Betonieren festzulegen**.

DIN 1045-3 Abschn. 8.3 und 8.4

DIN 1045 -3 : DIN EN 13670:2011-03

8.3. Lieferung, Annahme und Transportbeton von Frischbeton auf der Baustelle

Bei Übergabe muss die vereinbarte Konsistenz vorhanden sein

8.4. Einbringen und Verdichten 8.4.1 Allgemeines

Beim Einbringen und Verdichten des Betons in der Nähe von Spanngliedern

ist besonders darauf zu achten, dass die Spannglieder nicht beschädigt werden

oder in ihrer Lage verschoben werden

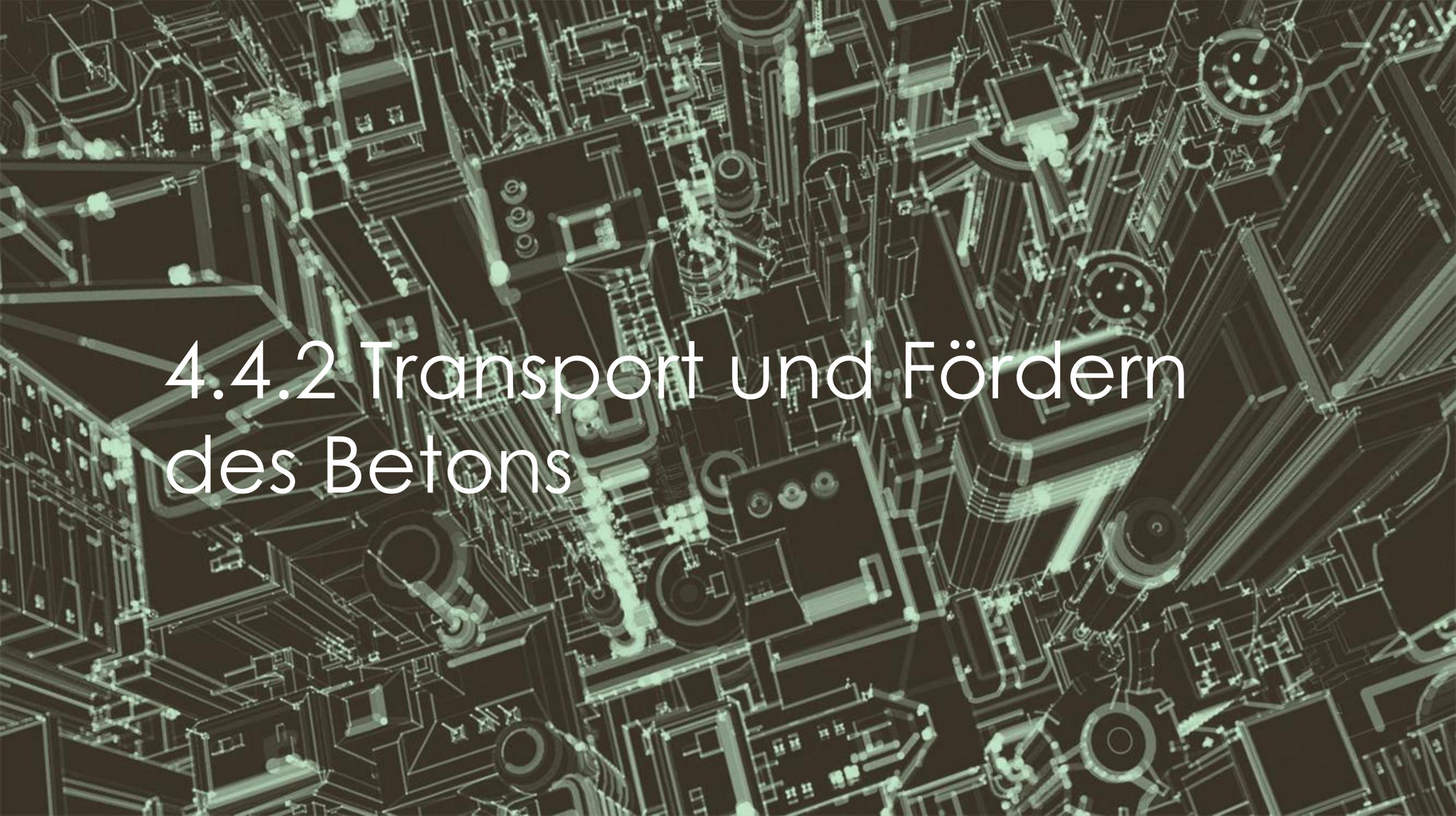


[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R13]

- [R13]
- DIN 1045-3:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3:
Bauausführung. Ausgabe August 2008
- Beuth-Verlag



4.4.2 Transport und Fördern des Betons

Beton Transport und Fördern

Der Betoneinbau sollte kontinuierlich erfolgen [R1]. Die Betonbestellung und die **Liefermenge** im Transportbetonfahrzeug sind auf die **Einbauart**, die **Einbaubedingungen** und die **Witterungsverhältnisse abzustimmen**, sodass der Frischbeton spätestens 90 min nach Herstellung vollständig eingebaut ist.

Bei langen Einbauzeiten sollten **45min nach Entladebeginn** (in Abhängigkeit von den herrschenden Witterungsbedingungen) die vereinbarten **Frischbetoneigenschaften wiederholt geprüft werden.**

Unabhängig von dieser Empfehlung ist der Einbau zu beenden wenn die vereinbarten Frischbetoneigenschaften nicht mehr gegeben sind.



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

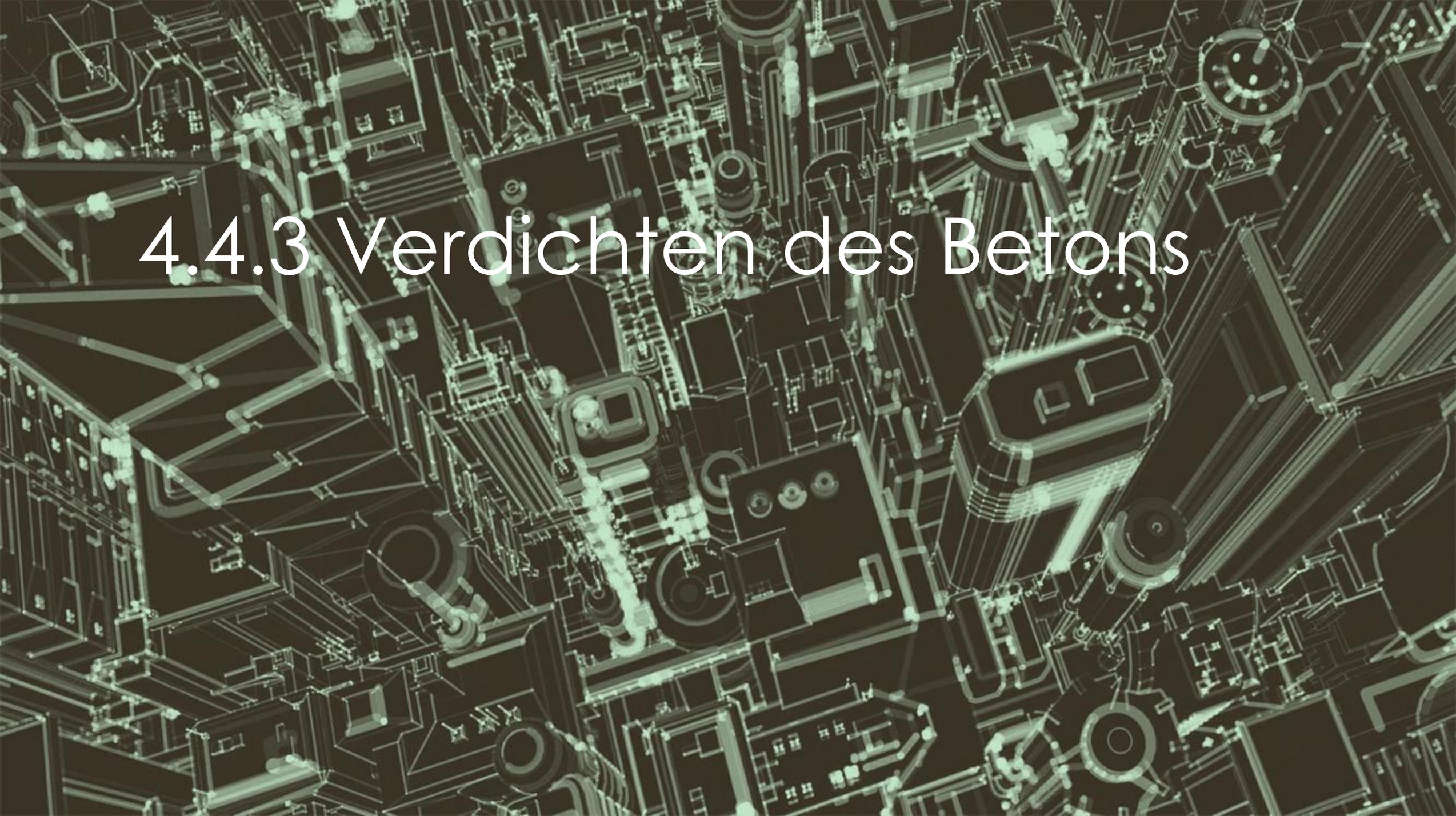
Beton Transport und Fördern

Die erforderliche Art des Förderns des Betons auf der Baustelle sollte dem Transportbetonwerk frühzeitig bekannt gegeben werden.

Der Einbau mit dem Kübel oder über die Rutsche ist zu bevorzugen. Ist das **Pumpen des Betons** aufgrund der örtlichen Gegebenheiten unumgänglich, kann ggf. **eine weichere Konsistenzklasse als F2** erforderlich sein. Das **notwendige Vorhaltemaß für den Luftgehalt** des Frischbetons aufgrund von Verlusten beim Pumpvorgang ist in Abstimmung zwischen Betonhersteller und dem Verwender **zu berücksichtigen**, so dass der in der Erstprüfung festgelegte Zielluftgehalt mit den zulässigen Abweichungen an der Einbaustelle eingehalten wird.

Treten aufgrund des Pumpvorgangs hohe Verluste im Frischbetonluftgehalt auf, so kann dies ein Hinweis darauf sein, dass der Frischbeton vor dem Pumpvorgang einen großen Anteil an groben Luftporen enthalten hat, die beim Pumpen ausgetrieben werden können. Grobe Luftporen könnenden Frost-Tausalz-Widerstand beeinträchtigen. Die für den Frost-Tausalz-Widerstand maßgebenden Mikroluftporen werden beim Pumpvorgang in der Regel nicht zerstört

4.4.3 Verdichten des Betons

The background of the slide is an aerial photograph of a city, rendered with a green color overlay. The image shows a dense urban layout with numerous buildings, streets, and green spaces, viewed from a high angle.

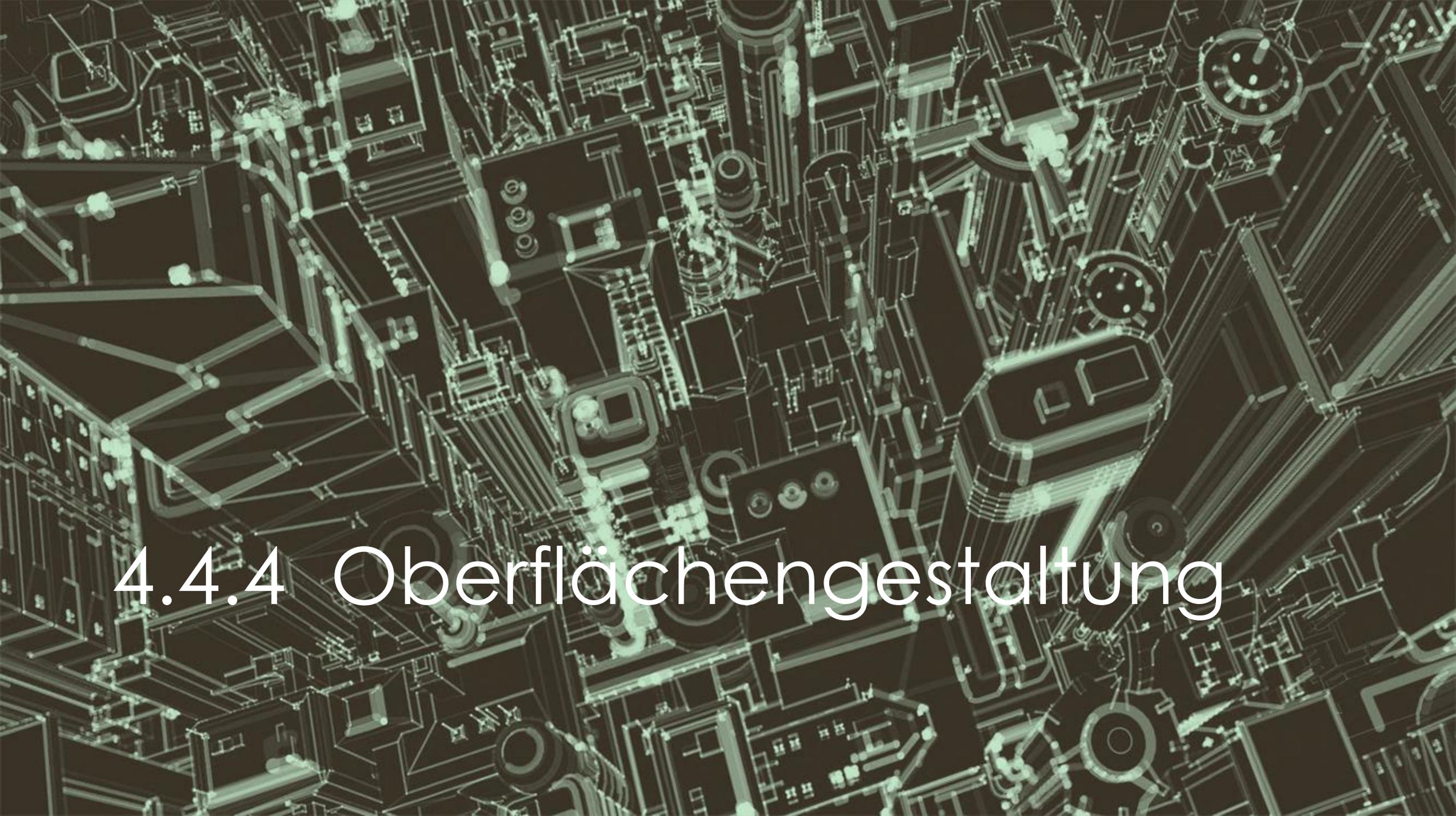
Verdichten des Betons

Neben der **Verdichtung** mit Innenrüttlern sind nach den **ZTV-ING [R1]** **nicht geschalte horizontale Flächen** von Kappen **zusätzlich mit Oberflächenrüttlern** (z.B. Rüttelbohle höhengenaue abziehen (ggf. Abtrag des Feinmörtels an der Oberfläche)).

Verdichtung und Oberflächengestaltung sollten so erfolgen, dass eine **Entmischung des Betons vermieden** wird und es nicht zu einer **Mörtelanreicherung** an der **Fertigungsoberfläche** kommt.

Jedes Treiben und Verteilen des Betons mittels Rüttelenergie ist zu vermeiden. So genannte **Rüttelpatschen dürfen nicht eingesetzt werden**. Die verwendeten Verdichtungsgeräte müssen in Dimension und Handhabung auf die **Bauteilgröße abgestimmt** sein.





4.4.4 Oberflächengestaltung

Oberflächengestaltung

Die **Endfertigung der Kappenoberfläche** durch Glätten (Abziehen) und ggf. weitere Oberflächenstrukturierung sollte **zügig nach dem Betoneinbau erfolgen**. Um die Dauerhaftigkeit der Oberfläche, vor allem den Frost-Tausalz-Widerstand, bei der Oberflächengestaltung nicht zu beeinträchtigen, ist eine Anreicherung von Oberflächenmörtel dabei zu vermeiden.

Außerdem darf die **Oberfläche bei der Bearbeitung nicht gewässert werden**, da dies mit einer Erhöhung des Wasserzementwertes und damit der Porosität verbunden ist.

Oberflächengestaltung

Um zusätzliche Ausführungsrisiken hinsichtlich einer dauerhaften Oberfläche zu vermeiden, sollte die Option einer **alternativen Oberflächenausführung ohne Besenstrich in Betracht gezogen werden.**

Die Risiken bei Ausführung mit Besenstrich entstehen durch den technologischen Ablauf. Zum einen ist eine andauernde, ungestörte Nachbehandlung des Betons vor dem Aufbringen des Besenstrichs nicht möglich.

Zum anderen könnte durch den Besenstrich zusätzliches Wasser in die Betonoberfläche eingearbeitet werden (z.B. Wassereintrag durch Reinigen des Besens). Das vor dem Aufbringen des Besenstrichs notwendige Glätten (z.B. Schwertkelle) der Betonoberfläche kann eine zusätzliche Mörtelanreicherung verursachen, die den Frost-Tausalz-Widerstand herabsetzen kann.

Brücke Maria Laach



Oberflächengestaltung

Bei ungünstiger Witterung, z.B. hoher Regenwahrscheinlichkeit, sollte die Betonage verschoben werden.

Wird die Oberfläche des Betons dennoch vor oder nach der abschließenden Oberflächenbearbeitung (Besenstrich, Abreiben) durch Niederschlag optisch beeinträchtigt, sollte die Oberfläche – wie auch im Betonstraßenbau – keinesfalls weiter bearbeitet werden, damit das Niederschlagswasser nicht in die Oberfläche eingearbeitet wird und die Dauerhaftigkeit beeinträchtigt.

Es wird empfohlen, den Beton in sogenannten **Regenfeldern** wie es auch beim Betonstraßenbau vorkommt, unbearbeitet zu belassen.



4.5 Nachbehandlung

Nachbehandlung



Unmittelbar nach der Fertigstellung der Oberflächenstruktur sollte mit der **Nachbehandlung** (z.B. Aufsprühen eines geeigneten flüssigen **Nachbehandlungsmittels**) begonnen werden. Ggf. sollte die Oberfläche zwischenzeitlich vor Aufbringen des Besenstrichs z.B. durch Auflegen einer Folie nachbehandelt werden. Bei längeren Betonierabschnitten ist die Nachbehandlung kontinuierlich entsprechend Einbaufortschritt durchzuführen, damit ein vorzeitiges Austrocknen der oberflächennahen Bereiche (z.B. durch Sonneneinstrahlung und Wind) wirksam verhindert werden kann.



07/15/2016

Anwendung

	Wirkstoff	Anwendung	Norm	Temp.	Verbrauch	Bemerkung
BTB CURE A	Acrylharz	Zwischen- / Endnachbehandlung Versiegelung	EN 206 / DIN 1045	- 3 °C bis > 25 °C	ca. 200 g/m ² Verd.: 1:1	Betonfläche kann bearbeitet werden. Anstrich/ Beschichtung
BTB CURE 150	Paraffin- dispersion	Endnachbehandlung	EN 207 / DIN 1045		150 – 175 g/m ² 5-7 m ²	Hoher Sperrkoeffizient Vor Bearbeitung der Betonfläche NB Film mechanisch entfernen
BTB CURE 216	Paraffin- dispersion	Endnachbehandlung	TL NBM - STB 09		150 – 175 g/m ² 5-7 m ²	Hoher Sperrkoeffizient Vor Bearbeitung der Betonfläche NB Film mechanisch entfernen

Nachbehandlung

Abdecken

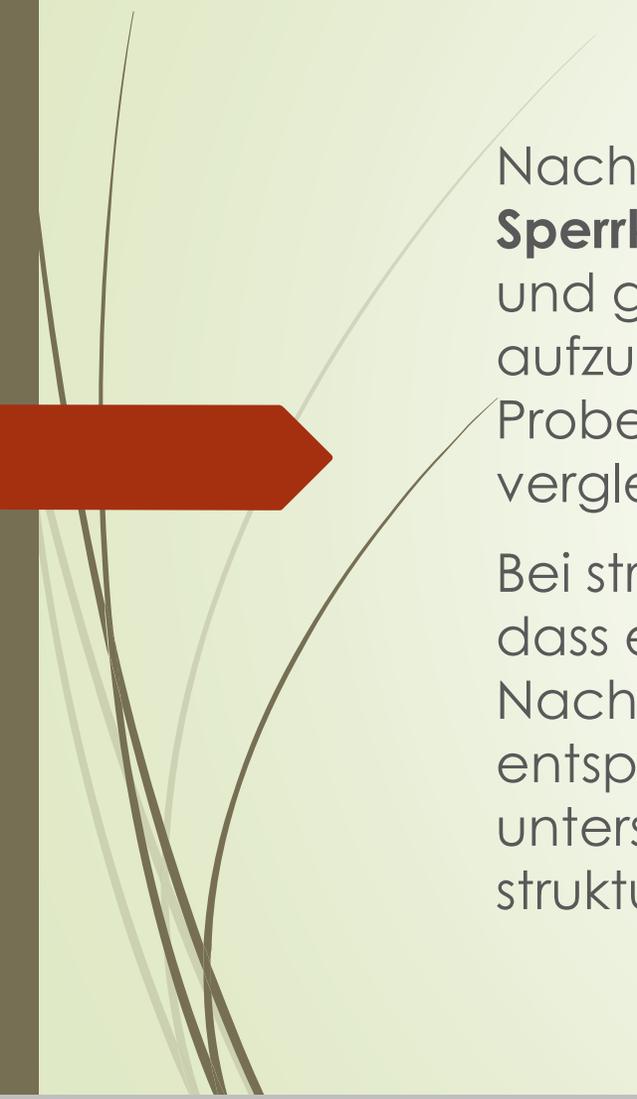


Folien sollten nicht sofort auf die frisch strukturierte Betonoberfläche **aufgelegt werden**. Das Entstehen von **Zugluft unter Folie ist auszuschließen**. Für abgezogene Betonoberflächen wird z.B. ein Abdecken mit feuchtem Jutetuch unter Folie empfohlen.

Folien schützen den sehr jungen Beton nicht nur vor Austrocknung, sondern auch vor weiteren Witterungseinflüssen, wie z.B. Regen.

Nachbehandlung

Flüssige Nachbehandlungsmittel



Nachbehandlungsmittel (**zugelassen Typ BH und BM [R1]; Sperrkoeffizient >85%**) sind gemäß den Technischen Merkblättern und ggf. zusätzlichen Verarbeitungshinweisen des Herstellers aufzubringen. Die erforderliche Auftragsmenge ist an einer Probefläche zu bestimmen und mit den Herstellerangaben zu vergleichen.

Bei strukturierten Oberflächen (z.B. Besenstrich) ist darauf zu achten, dass eine für die vergrößerte Oberfläche ausreichende Menge an Nachbehandlungsmittel aufgetragen wird. Auftragsmengen entsprechend Herstellerangaben sind zu beachten (ggf. unterschiedliche Auftragsmengen für glatte Flächen bzw. strukturierte Flächen)

Zwischennachbehandlung



Nachbehandlung

Flüssige Nachbehandlungsmittel

Um die Wirksamkeit der flüssigen Nachbehandlungsmittel sicherzustellen muss die Applikation – wie auch bei Fahrbahndecken aus Beton – entsprechend den Herstellerangaben auf die **mattfeuchte Oberfläche** erfolgen.

Bei Auftrag auf eine mit Blut- oder Regenwasser bedeckte Oberfläche kann sich kein geschlossener Nachbehandlungsfilm ausbilden und die Oberfläche kann zusätzlich durch eindringendes Nachbehandlungsmittel geschädigt werden.

Entsprechend muss der Auftrag des Nachbehandlungsmittel ggf. verschoben werden.

Während des Regens darf keine Applikation eines Nachbehandlungsmittels erfolgen.

Endnachbehandlung



Nachbehandlung

Flüssige Nachbehandlungsmittel

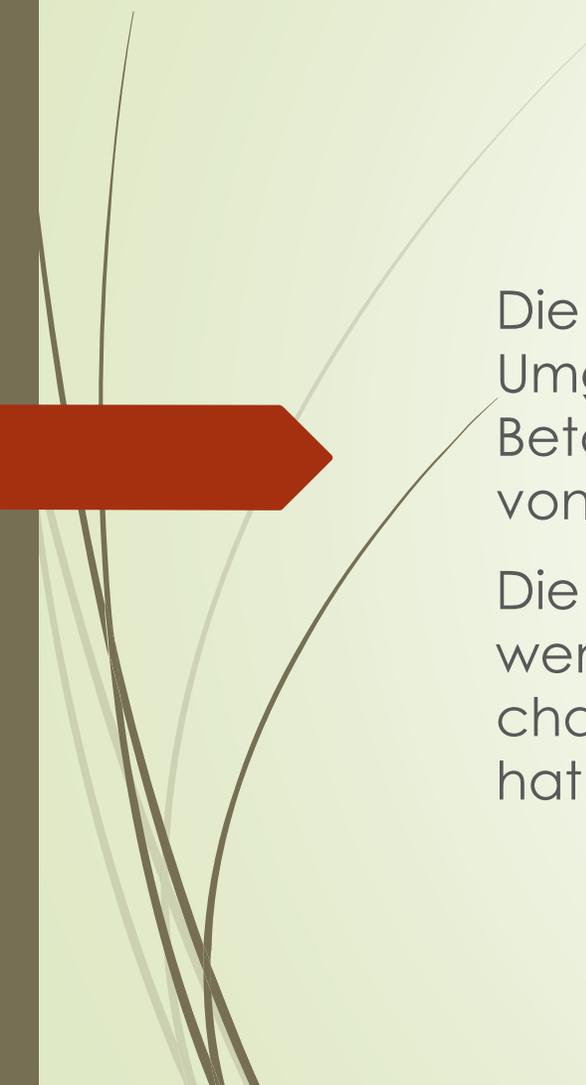


Es ist zu verhindern dass Nachbehandlungsmittel durch **zu hohen Sprühdruk** beim Auftragen in den Beton gelangt und als Folge die Dauerhaftigkeit der oberen Betonschicht **beeinträchtigt**. Die Herstellerangaben zu Sprühgeräten und technischer Einstellung sind entsprechend zu beachten.

In Ergänzung des flüssigen Nachbehandlungsmittels kann – nachdem die Oberfläche trittfest ist – eine **PE-Folie im Sommer** oder eine **Wärmedämmmatte im Winter** aufgelegt werden.

Nachbehandlung

Dauer



Die Nachbehandlungsdauer ist von der Umgebungstemperatur und der Festigkeitsentwicklung des Betons abhängig und wurde in den **ZTV-ING [R1]** abweichend von der **DIN 1045-3 [R13]** festgelegt (siehe [Tabelle 5](#)).

Die Dauer der [Nachbehandlung](#) ist ebenfalls ausreichend, wenn die Festigkeit des oberflächennahen Betons 70% der charakteristischen Festigkeit des verwendeten Betons erreicht hat.



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

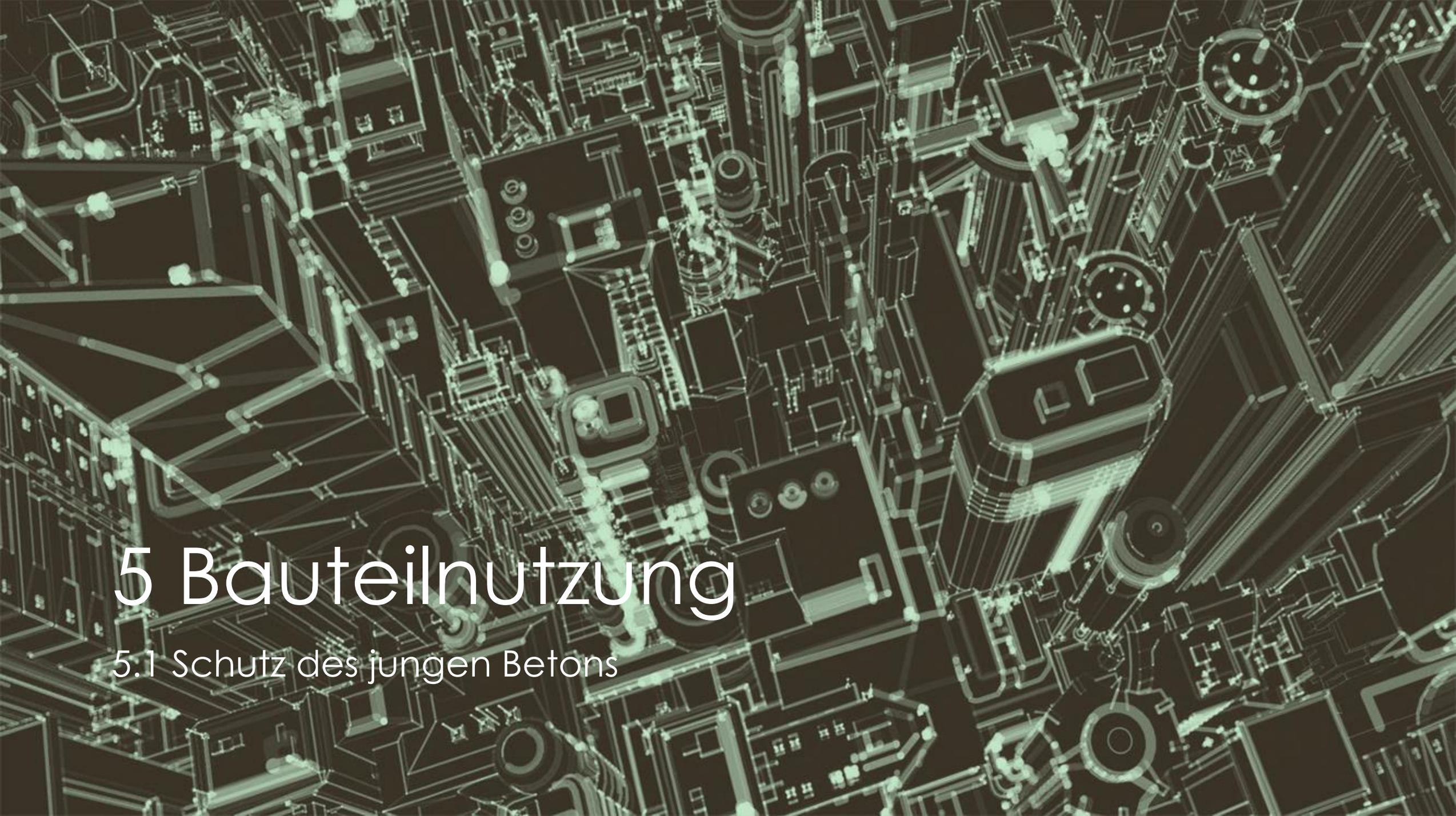
[R13]

- [R13]
- DIN 1045-3:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3:
Bauausführung. Ausgabe August 2008
- Beuth-Verlag

Tabelle 5 Mindestdauer der Nachbehandlung

In Abhängigkeit von Oberflächentemperatur und Festigkeitsentwicklung des Betons [R1]			
	1	2	3
	Oberflächentemperatur in C°	Festigkeitsentwicklung r > 0,50	Festigkeitsentwicklung r > 0,30
1	> 25	2	4
2	15 bis < 25	2	4
3	10 bis < 15	4	8
3	5 bis < 10	6	12

Nachbehandlung nach DIN 1045-3										
Expositions- klassen	X0, XC 1	XA, XS, XD ,XF2, XF3 , XF4, XC2, XC3, XC4, XF1				XM	alternativ, jedoch nur : XC2, XC3, XC4, XF1			X TWB
Mindestnachbehandlungsdauer in Tagen										
Festigkeits- entwicklung Beton		Bauteiltemperatur Oberfläche ° C					Einbautemperatur Frischbeton ° C			
		5-9	10-14	15-24	> 25		5-9	10-14	>=15	
schnell	12 h	3	2	1	1	doppelt	4	2	1	dreifach
mittel	12 h	6	4	2	2	doppelt	8	4	2	dreifach
langsam	12 h	10	7	4	2	doppelt	14	7	4	dreifach
sehr langsam	12 h	15	10	5	3	doppelt	unzulässig			dreifach
<p>Die Einstufung in die Festigkeitsklasse erfolgt im Normalfall aus 2 zu 28 Tage Druckfestigkeit, bei späterem Festigkeitsnachweis gilt entsprechend 2 zu 56 Tage oder 2 zu 91 Tage Druckfestigkeit. Bei Nachbehandlungsdauer aus Einbautemperatur muss starke Auskühlung im bauteil ausgeschlossen sein ! Bei beton nach ZTV - Ing sind die Tabellenwerte zu verdoppeln. oder es ist nachzubehandeln bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons mind. 70 % der charakteristischen Druckfestigkeit erreicht hat.</p>										



5 Bauteilnutzung

5.1 Schutz des jungen Betons

5.1 Schutz des jungen Betons

Junger Beton sollte in den ersten Tagen vor **schädlichen Einwirkungen** möglichst **geschützt werden**. Dies gilt im Fall der Brückenkappen auch für mögliche dynamische Beanspruchungen aus dem Baustellenverkehr.

Beim Herstellen der Brückenkappen bis zum Spätsommer kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass der Beton bis zur ersten Nutzung unter winterlichen Bedingungen (Einsatz von Tausalze) den geplanten Frost-Tausalz-Widerstand aufweist. Falls der Beton aufgrund der **Herstellung im letzten Quartal des Jahres** vor einer Nutzung der Brücke unter Winterliche Bedingungen noch nicht hinreichend aushärten konnte, hat **der Betreiber entsprechende Vorkehrungen zum Schutz des Betons zu veranlassen**, da sonst erhöhte Abwitterungsmengen an der Betonoberfläche in der ersten Winterperiode nicht ausgeschlossen werden können. **Hierauf sollte der Hersteller Brückenkappe bei der Abnahme der Bauleistung hinweisen.**



5.1 Schutz des jungen Betons

Ob als temporäre Maßnahme z.B. eine **Hydrophobierung** der erhärteten Betonoberfläche vor der ersten Frost-Tausalz-Beanspruchung vorgenommen werden sollte, ist **im Einzelfall abzuwägen**.

Hydrophobierungsmittel sind erst zu einem möglichst späten Zeitpunkt der Erhärtung und entsprechend der Herstellerangaben aufzubringen.

Die Verträglichkeit des Hydrophobierungsmittels mit einem eventuell vorher aufgetragenen Nachbehandlungsmittel ist nachzuweisen



5.2 Verschleiß, Last und Abwitterung

5.2.1 Allgemeines

Allgemeines

Brückenkappen sind aufgrund Ihrer exponierten Lage besonders starken Angriffen ausgesetzt. **Extreme Umwelteinflüsse** in Verbindung mit **Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des fließenden Verkehrs** sowie **Temperaturänderungen** im Zusammenhang mit **bewegungsbehindernden Störstellen**, wie z.B. Einbauteilen im Beton, führen zu höchsten Beanspruchungen der Brückenkappen **im Vergleich zu anderen Bauteilen an Brücken.**

Allgemeines

Nach DIN 50320 (Norm wurde 1997 zurückgezogen) wurden folgende Belastungsarten unterschieden:

- Verschleiß:** Verschleiß ist der fortschreitende Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers, hervorgerufen durch mechanische Ursachen, d.h. Kontakt- und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers.
- Last:** Als Belastung, kurze Last, werden alle Äußeren Kräfte bezeichnet, die auf ein Bauteil einwirken.
- Abwitterung:** Abwitterung ist eine Veränderung außenliegender Bauteile, beginnend an deren Oberfläche, durch Witterungseinflüssen.

Allgemeines

Brückenkappen sind Verschleißbauteile.

Im Zuge der Nutzung von Brücken kommt es an den Kappen zu verschleißbedingten, lastabhängigen und abwitterungsbedingten Veränderungen, die sich auch bei ordnungsgemäßer Planung und fachgerechter Ausführung nicht ausschließen lassen und die die **Standicherheit**, die **Dauerhaftigkeit** und die **Verkehrssicherheit** in der Regel jedoch **nicht gefährden**.

Allgemeines

Der Verschleiß, die Folgen der Lastweinsteinwirkung und die Abwitterung können in der Regel mit den nachfolgend aufgelisteten und in den Abschnitten 5.2.1 bis 5.2.5 genauer definierten Erscheinungsbildern beschrieben werden:

Popouts (in der Regel Ausbruchtrichter),

Fehlstellen infolge organischer Bestandteilen (in der Regel ohne Ausbruchtrichter),

Flache Abplatzungen der Zementstein- bzw. Mörtelschicht über der Gesteinskörnung,

Flächige und teilflächige Abwitterungen,

Risse

POPOUTS

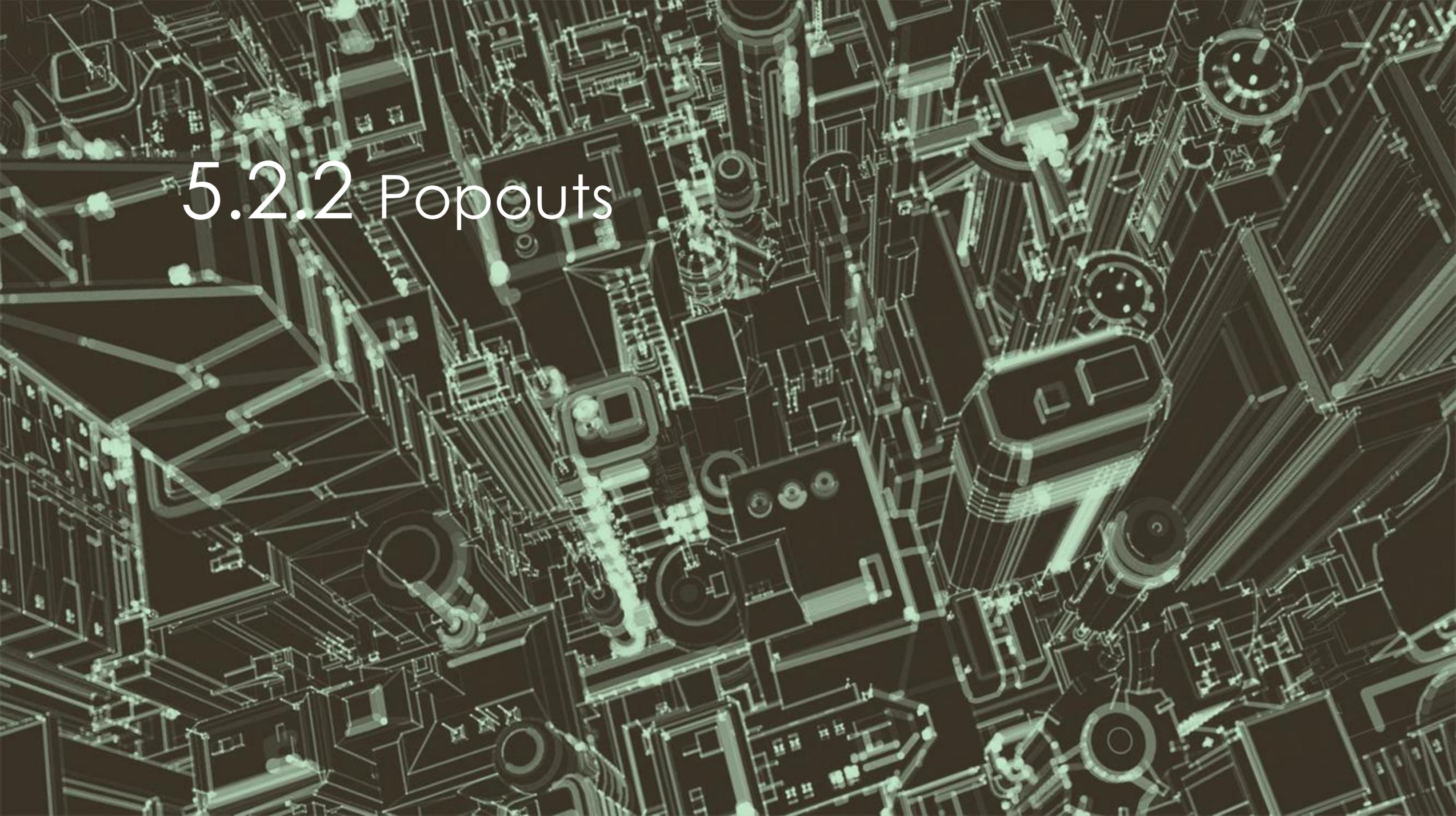
	1	2	3			4		
	Erscheinungsbild Infolge von Einwirkungen	Parameter für die Zustandsbeurteilung	Zustandsbeurteilung					
			Erscheinungsbild A			Erscheinungsbild B		
1	POPOUTS	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 9	≤ 30	> 1	> 9	> 30
2		Durchmesser [mm]	≤ 70	≤ 35	≤ 10	> 70	> 35	> 10
3		Instandsetzungserfordernis bzw. -maßnahme	Keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonersatzsystemen		

Fehlstellen infolge organischer Bestandteile

	1	2	3			4		
	Erscheinungsbild Infolge von Einwirkungen	Parameter für die Zustandsbeurteilung	Zustandsbeurteilung					
			Erscheinungsbild A			Erscheinungsbild B		
1	Fehlstellen	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 8	≤ 30	> 1	> 8	> 30
2		Durchmesser [mm]	≤ 35	≤ 20	≤ 10	> 35	> 20	> 10
3		Instandsetzungserford ernis bzw. maßnahme	Keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonersatzsystemen		

Die Anzahl bezieht sich als Anhaltswerte auf die Einbaukonsistenz F2 und eine Begrenzung der leichtgewichtigen Verunreinigungen auf 0,02 M.-% bezogen auf die Masse der jeweiligen Korngruppe.

5.2.2 Popouts



Popouts

Als Popouts bezeichnet man **Betonabplatzungen**, verursacht durch nahe an der Betonoberfläche liegende **Gesteinskörnung**, die z.B. infolge bloßer Wasseraufnahme oder **infolge Wasseraufnahme** und **Frosteinwirkung** einen **Sprengdruck** entwickelt.

Solche in der Regel trichterförmige Betonabplatzungen können von bis zu 10 oder 15cm erreichen (in Abhängigkeit von der Größe und der Lage der Gesteinskörnung im Bauteil)

POPOUTS Brückenkappe





5.2.3 Fehlstellen durch organische Bestandteile

Organische Bestandteile

Organische Bestandteile im Frischbeton schwimmen in der Regel beim Betonieren auf und können sich an **horizontalen Oberseiten von Betonbauteilen** ansammeln.



Im Laufe der Nutzung können sich die organischen Bestandteile aus der Betonoberfläche herauslösen und es verbleiben Fehlstellen an der Betonoberfläche

Organisches Bestandteil



The background of the slide is an aerial photograph of a city, showing a complex grid of streets and buildings. The image has a monochromatic green tint. The text is overlaid on the left side of the image.

5.2.4 Fläche Abplatzungen der Zementstein- bzw. Mörtelschicht über der Gesteinskörnung

5.2.4 Flache Abplatzungen der Zementstein bzw. Mörtelschicht über der Gesteinskörnung

Flache Abplatzungen der Zementstein- bzw. Mörtelschicht über der Gesteinskörnung entstehen häufig dann, wenn diese **keinen ausreichenden Verbund mit der Oberfläche der Gesteinskörnung** aufweisen.

Diese Erscheinungsform tritt vorwiegend bei Verwendung von **Quarzgesteinen oder Hartgesteinen mit glatten Oberflächen** auf. **Begünstigt** werden können die Abplatzungen der Zementstein- bzw. Mörtelschicht durch den auf die Betonoberfläche **aufgebrachten Besenstrich**. Hierdurch kann der dünnen Schicht über der Gesteinskörnung zusätzlich Wasser beigemischt werden, so dass diese porös wird und der Frost-Tausalz-Widerstand abnimmt.

Die **Abplatzung** erfolgt dann infolge **Frost- bzw. Frost-Tausalz-Einwirkung** oder teils auch durch **mechanische Beanspruchungen**.



Abwitterung einer dünnen
Zementmörtelschicht über der
Gesteinskörnung



5.2.5 Flächige und teilflächige Abwitterungen

5.2.5 Flächige und teilflächige Abwitterungen

Unter flächiger bzw. teilflächiger Abwitterung wird hier die Abwitterung der **oberen 0,5 bis 2mm** (örtlich auch dicker) verstanden. **Verursacht** werden diese Abwitterungen durch **Frost- bzw. Frost-Tausalz-Beanspruchungen** der Brückenkappe.

Nach dem Abwitterungsprozess entsteht oftmals eine raue Oberfläche, auf der je nach Tiefe der Abwitterung die gröbere Gesteinskörnung erkennbar ist bzw. teils frei liegt

Flächige-Mörtelabplatzungen





5.2.6 Risse

Risse

Risse in Brückenkappen entstehen vor allem infolge **Temperaturänderungen** und **Trocknungsschwinden** des Betons im Zusammenhang **mit bewegungsbehindernden Störstellen** (z.B. Einbauteile für Verankerungen von Geländern und Schutzplanken) sowie **Lasteinwirkungen**.

Dynamische Beanspruchungen durch den Verkehr auf Brücken führen zu **Schwingungen** in den Überbauten und somit ebenfalls zu dynamischen Beanspruchungen in den Kappen.

Diese Beanspruchungen können ebenfalls Risse im Kappenbeton verursachen.







5.3 Zustandsbeurteilung von Brückenkappen

5.3.1 Allgemeines

Allgemeines

Wie bereits in den **Abschnitten 1** und **5.2.1** dieses Merkblattes beschrieben, unterliegen Brückenkappen in Ihrer geplanten Nutzungsdauer als **stark beanspruchte Bauteile Veränderungen**.

Die **Veränderungen** - als Folge der unterschiedlichen Einwirkungen - treten überwiegend an der **Oberfläche bzw. im oberflächennahen Bereich** der Brückenkappen auf.

Die Formen der Veränderungen, wie z.B. **Popouts** oder **flächige Abwitterungen**, sind in den Abschnitten **5.2.2** bis **5.2.6** beschrieben.

Der **Grad der Veränderungen** kann in Abhängigkeit z.B. vom Zeitpunkt der Erstellung der Brückenkappe (siehe auch Abschnitt **5.1.**), von der Intensität und Häufigkeit der Einwirkungen und vom Zeitpunkt der Ersteinwirkung sehr unterschiedlich sein.

Allgemeines

Die Veränderungen treten nicht gleichmäßig zunehmend über die geplante Nutzungsdauer auf.

So sind z.B. **teilflächige bzw. flächige Abwitterungen** und Popouts in der Regel **verstärkt innerhalb der ersten 1 und 3 Winterperioden** unter Verkehr insbesondere **bei gleichzeitigem Einsatz von Tausalze** zu beobachten.

Es kann also eine Veränderung über den gesamten Nutzungszeitraum eintreten, die insbesondere in den ersten Jahren abläuft und dann allmählich zur Ruhe kommt.

Allgemeines

Veränderungen an der Bauteiloberfläche sind nicht zu vermeiden, da der **Baustoff Beton** zwar einen hohen Widerstand gegen die auftretenden Einwirkungen hat, aber **nicht vollständig resistent gegen die Einwirkungen** ist.

Das Aufrechterhalten der Dauerhaftigkeit bedeutet auch nicht, dass ein Bauteil - im vorliegenden Fall die Brückenkappe - während seiner geplanten Nutzungsdauer ohne jede Veränderung bleibt.

Bei der **Zustandsbeurteilung** ist zu unterscheiden, ob bei einer Brückenkappe die **Standssicherheit**, die **Verkehrssicherheit** bzw. die **Dauerhaftigkeit** beeinträchtigt sind oder nur eine optische Veränderung der Brückenkappe gegenüber des Inbetriebnahmezeitpunktes der Brücke vorliegt.



5.3.2 Bewertung der in den
Abschnitten 5.2.2 bis 5.2.6
beschriebenen Zuständen

In der Richtlinie für die Erhaltung von Ingenieurbauten **RI-ERH-ING**, Teil **RI-EBW-PRÜF (11-2007) [R3]** werden als zu bewertende Kriterien die Standsicherheit, die Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit herangezogen.

Standsicherheit:

Die Standsicherheit kennzeichnet das Niveau eines Bauwerks bzw. einzelner Bauteile, die planmäßigen – bei Nutzungseinschränkungen entsprechenden reduzierten – Beanspruchungen aufnehmen zu können.

Verkehrssicherheit:

Die Verkehrssicherheit ist ein Maß für die Bauwerksausbildung nach anerkannten Regeln der Technik zum jeweiligen Prüfzeitpunkt, welche die Anforderungen an Sicherheit und Ordnung hinsichtlich der gefahrlosen und bestimmungsgemäßen Nutzung des Bauwerkes beinhaltet.

Dauerhaftigkeit:

Die Dauerhaftigkeit kennzeichnet die Widerstandsfähigkeit des Bauwerks oder einzelner Bauwerksteile gegenüber Einwirkungen, um die geplante Nutzungsdauer unter Aufrechterhaltung der Standsicherheit und der Verkehrssicherheit bei planmäßiger Bauwerkserhaltung zu erreichen.

[R3]

- [R3]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
- Richtlinie für die Erhaltung von Ingenieurbauwerken – [RI-ERH-ING.](#)
[Stand November 2007](#)
- Download
- www.bast.de

Um die optische Bewertung der Bauwerke bzw. Bauwerksteile zu ermöglichen, wird die zusätzliche Verwendung der Kategorie Optik mit eigener Definition vorgeschlagen.

Optik: Die Optik ist als Maß der Oberflächenbeschaffenheit eines Bauteils zu verstehen, ohne dass die Aspekte der vorgenannten Kategorien Standsicherheit, Verkehrssicherheit oder Dauerhaftigkeit (wesentlich) betroffen sind.

Im Bereich der Bewertung von Brückenkappen ist die Kategorie Optik üblicherweise **kein Beurteilungskriterium**.

Tabelle 6 soll eine Hilfestellung geben, um die Optik der Oberflächenbeschaffenheit von Brückenkappen durch eine reine Inaugenscheinnahme zu bewerten.

In **Spalte 1** der **Tabelle 6** sind die Optik einer Brückenkappe beeinflussenden Auswirkungen von Verschleiß, Last bzw. Abwitterung entsprechend Abschnitt 5.2.2 bis 5.2.5 aufgelistet.

Es sei ausdrücklich angemerkt, dass alle in Tabelle 6 in den Spalten 3 und 4 angegebenen Zahlenwerte keine starren, **rein rechnerisch** belegbaren Werte sind. Sie zeigen eine Größenordnung an, die sich aus den **Vorgaben der geltenden Regelwerke**, den **Forderungen der ZTV-ING [R1]** und **Erfahrungswerten** ergeben.

In jedem **Einzelfall** sind die Zahlenwerte unter Berücksichtigung der tatsächlichen Gegebenheiten, z.B. des tatsächlich verwendeten Betons, **zu bewerten**.

Tabelle 6 Hinweise und Richtwerte zur Zustandsbeurteilung und ggf. zur Instandsetzung

	1	2	3			4		
	Erscheinungsbild infolge von Einwirkungen	Parameter für Zustandsbeurteilung	Zustandsbeurteilung					
1	Popouts	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 9	≤ 30	> 1	> 9	> 30
2		Durchmesser mm	≤ 70	≤ 35	≤ 10	> 70	> 35	> 10
3		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonersatzsystemen ¹⁾		
			Erscheinungsbild A			Erscheinungsbild B		
4	Fehlstellen infolge organischer Bestandteile ²⁾	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 8	≤ 30	> 1	> 8	> 30
5		Durchmesser mm	≤ 35	≤ 20	≤ 10	> 35	> 20	> 10
6		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	Keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonersatzsystemen ¹⁾		
7	(flache) Abplatzungen der Zementleim- oder Mörtelschicht über der Gesteinskörnung	Anzahl / m ²	≤ 10 ≤ 40		> 10 > 40			
8		Durchmesser mm	≤ 30 ≤ 15		> 30 > 15			
9		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	Keine			lose Bestandteile beseitigen ¹⁾		
10	Teilflächige oder flächige Abwitterungen	Vergleich der Abwitterungen am Bauwerk mit den Bildern im Anhang B	Abwitterung ist geringer oder gleich der Abwitterung die auf den Bildern im Anhang B dargestellt ist.			Abwitterung geht über die auf den Bildern in Anhang B dargestellte Abwitterung hinaus.		
11		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	Keine			ggf. weitergehende Untersuchungen		
<p>1) Hinweis: Instandsetzungsmaßnahmen sind gem. ZTV-ING [R1] auszuführen. 2) Die Anzahl bezieht sich als Anwaltswert auf die Einbaukonsistenz F2 und eigene Begrenzung der leichtgewichtigen Verunreinigungen auf 0,02 M.-% bezogen auf die Masse der jeweiligen Korngruppe</p> <p>2) (siehe Anhang A)</p>								



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

In Spalte 3 Tabelle 6 (Erscheinungsbild A) ist das Ausmaß aufgeführt, welches sich **in den ersten Jahren** der Nutzung einstellen kann.

Die bedeutet z.B. dass die Tabellenwerte in den Zellen 1 und 2 (ca. 1 Popout mit einem Trichterdurchmesser von bis zu ca. 70 mm je m², 9 Popouts mit einem Trichterdurchmesser von bis ca. 35 mm je m² und 30 Popouts mit einem Trichterdurchmesser von bis zu ca. 10 mm je m²) unter Berücksichtigung der Werte aus Anhang A und Erfahrungswerten statistisch gesehen nicht ungewöhnlich sind.

In Spalte 4 (Erscheinungsbild B) ist das Ausmaß von Verschleiß- und Abwitterungserscheinungen aufgeführt, welches sich in den ersten Jahren der Nutzung üblicherweise **nicht einstellen sollte**. So sind die Tabellenwerte beispielsweise in den Zeilen 1 und 2 der Spalte 4 so zu verstehen, dass, sofern sowohl die Anzahl als auch die Größe der Popouts den angegebenen Zahlenwert überschreiten, eine ungewöhnliche hohe Anzahl an Popouts vorliegt.

Eine **rein augenscheinliche Einschätzung** der Größenordnung einer teilflächigen bzw. flächigen Abwitterungsmenge am Bauwerk ohne Vergleichsmöglichkeiten ist **schwierig**.

Es wird daher vorgeschlagen, eine **Einschätzung** anhand von **Vergleichsbildern** vorzunehmen. Im Anhang B sind Bilder mit unterschiedlicher Verteilung und Intensität zur Abwitterung zusammengestellt.

Die Abwitterungen auf diesen Bildern (qualitative Darstellung) kann in den ersten Jahren der Nutzung als üblich angesehen werden und muss nicht automatisch bedeuten, dass an der Brückenkappe ein Mangel vorliegt.

Bestehen jedoch **begründete Zweifel**, dass eine teilflächige oder flächige Abwitterung zum Stillstand kommt, **sollten weitergehende Bauwerksuntersuchungen vorgenommen werden**, um die Qualität des Betons genauer beurteilen zu können. In der Regel haben dünne, flächige bzw.. teilflächige Abwitterungen keinen negativen Einfluss auf die Standsicherheit, die Verkehrssicherheit oder die Dauerhaftigkeit der Brückenkappen.

Übersteigt die Abwitterung am Bauwerk die auf den Bildern in Anhang B dargestellte Abwitterung, sollten weitergehende Bauwerksuntersuchungen vorgenommen werden.

Anhang B



teilflächige und flächige
Abwitterungen einer
Betonoberfläche

Bezüglich des Frost-Tausalz-Widerstands wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Abnahmekriterien, die für die Prüfung von **separat hergestellten Probekörpern** festgelegt werden, **nicht** auf die Untersuchung von aus dem Bauwerk entnommenen Proben (Bohrkerne) **übertragbar** sind.

Gemäß den ZTV-ING [R1] werden für die Ermittlung des Frost-Tausalz-Widerstands von Betonen mittels CDF-TS nach DIN CEN/TS 12390-9 [R26] die Rahmenbedingungen für die Herstellung und Lagerung der separat hergestellten Probekörper und die zu prüfenden Seitenflächen genau definiert und ein entsprechendes **Abnahmekriterium** festgelegt.

Im Gegensatz dazu unterliegen die nicht geschalteten Betonoberflächen aus dem Bauwerk – die Kappenoberseiten – während der Herstellung dem Einfluss unterschiedlicher Witterungsbedingungen und den besonderen Bedingungen aus der Ausführung (z. B. Aufbringen des Besenstrichs). Die daraus resultierenden unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten im oberflächennahen Bereich von Bauwerksproben wirken sich natürlich auf die Abwitterungsmengen im CDF-Test aus.

Bauwerksproben weisen größere Abwitterungsmengen auf als separat hergestellte Probekörper. Das Abnahmekriterium für separat hergestellte Probekörper ist deshalb für Bauwerksproben nicht gültig.

Alle in Tabelle 6, Spalte 3 beschriebenen Erscheinungsbilder können im Sinne einer hinzunehmenden Unregelmäßigkeit eingestuft werden, die sich aufgrund der vorgegebenen Grenzwerte der Betonzusammensetzung, Einbaubedingungen des Betons und der Einwirkung nicht zielsicher ausschließen lassen.



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

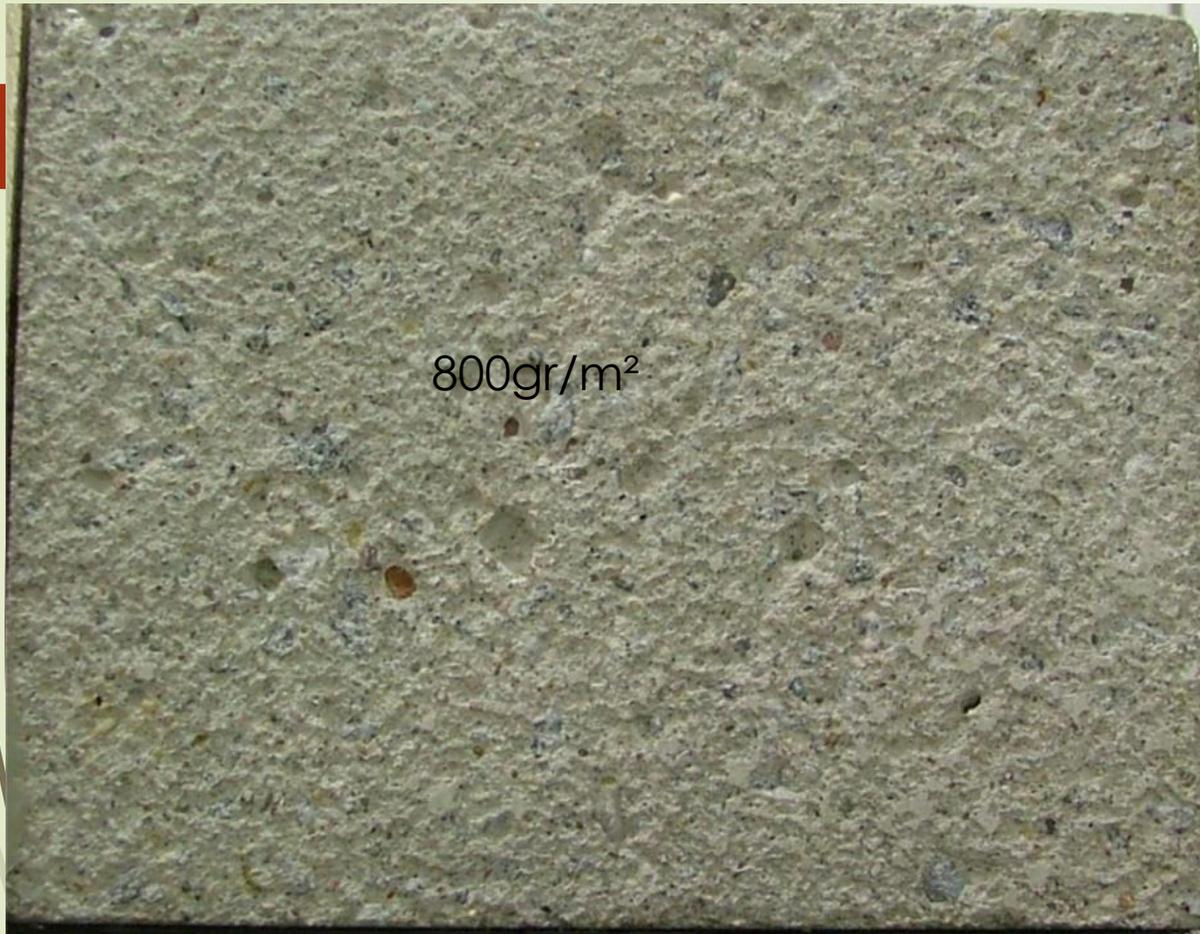


[R26]

DIN CEN/TS 12390-9

Prüfung von Festbeton – Teil 9: Frost-Tausalz-
Widerstand, Abwitterung; Deutsche Fassung
CEN/TS 12390-9-2006. Ausgabe August 2006
Beuth Verlag

Beuth-Verlag



800gr/m²

BPB

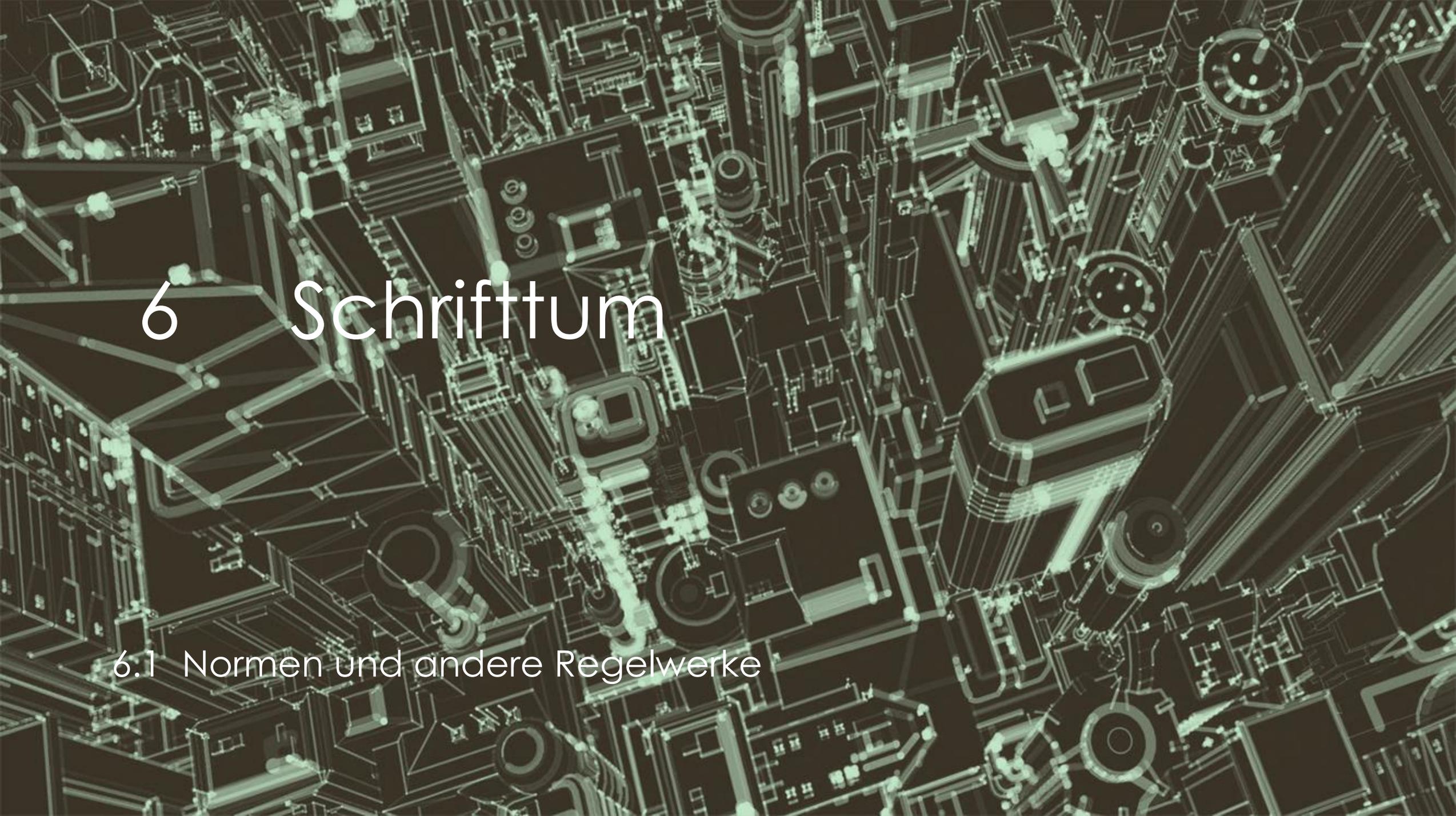
Beton-
Prüfinstitut
Bayreuth GmbH



3000gr/m²

BPB

Beton-
Prüfinstitut
Bayreuth GmbH



6 Schrifttum

6.1 Normen und andere Regelwerke



[R1]

- [R1]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
 - Zusätzliche Technische Vertragsbestimmungen und Richtlinien für Ingenieurbauten –ZTV-Ing. Ausgabe April 2010, Sammlung Brücken und Ingenieurbauwerke, [Verkehrsblattsammlung S1056](#)
- **Dortmund:**
- **Verkehrsblattverlag**

[R3]

- [R3]
- Bundesanstalt für Straßenwesen:
- Richtlinie für die Erhaltung von Ingenieurbauwerken – [RI-ERH-ING.](#)
[Stand November 2007](#)
- Download
- www.bast.de

[R4]

- [R4]
- Allgemeines Rundscheiben Straßenbau:
- Nr.:14/2006, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ([ARS Nr.:14/2006 BMVBS](#))

[R5]

- [R5]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung und Verarbeitung von
Luftporenbeton. Ausgabe 2004, Köln
- **FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891**

[R6]

- [R6]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- TL Beton-StB 07 für die Lieferung der Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton. Ausgabe 2007, Köln
- FGSV-Verlag, FGSV-Nr.891



[R7]

- [R7]
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV:
- Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Fahrbahndecken aus Beton. Ausgabe 2000, Köln
- FGSV-Verlag, FGSV-Nr.829

[R10]

- [R10]
- DIN Fachbericht 100:
- Beton-Zusammenstellung von DIN EN 206-1 Beton Teil 1
- Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität und DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 Ausgabe März 2010
- Beuth - Verlag

[R11]

- [R11]
- DIN EN 206-1:
- Beton - Teil 1
- Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. Ausgabe Juni 2001
- Beuth - Verlag

[R12]

- [R12]
- DIN 1045-2:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1. Ausgabe August 2008
- Beuth - Verlag

[R13]

- [R13]
- DIN 1045-3:
- Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3:
Bauausführung. Ausgabe August 2008
- Beuth-Verlag

[R15]

- [R15]
- DIN EN 13055-1:
 - Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel; Deutsche Fassung
 - EN 13055-1:2002-08 + Berichtigung zu DIN EN 13055-1:2002-08
Ausgabe Dezember 2004
- Beuth-Verlag

[R16]

- [R16]
- DIN V 18004:
- Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Prüfverfahren für Gesteinskörnungen nach DIN V 20000-103 und DIN V 20000-104. Ausgabe April 2004
- Beuth-Verlag

[R17]

- [R17]
-
- DIN V 20000-103:
- Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 103:
Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620-2003. Ausgabe 2004
- Beuth-Verlag

[R18]

- [R18]
- DIN V 20000-103:
- Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 104:
Gesteinskörnungen nach **DIN EN 13055-1 Ausgabe 2004**
- Beuth-Verlag

[R19]

- [R19]
- DIN EN 1367:
- Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen – Teil 6: Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel in der Gegenwart von Salz (NaCl) Deutsche Fassung N 1367-6 2008. Ausgabe 2008 Dezember
- Beuth-Verlag



[R20]

- [R20]
- DIN EN 197-1:
- Zement Teil 1 Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement; Deutsche Fassung EN 197-1:2000 + A1:2004 Ausgabe August 2004
- Beuth-Verlag

[R21]

- [R21]
- DIN 1164-10:
- Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 10:
Zusammensetzung, Anforderungen und
Übereinstimmungsnachweis von Normalzement mit besonderen
Eigenschaften; Ausgabe 2005-01
- Beuth-Verlag

[R22]

- [R22]
- DIN 1164-11:
 - Zement mit besonderen Eigenschaften – Teil 11 Zusammensetzung, Anforderungen und Übereinstimmungsnachweis von Zementen mit verkürztem Erstarren; Ausgabe November 2003
- Beuth-Verlag

[R23]

- [R23]
- DIN EN 480-11:
- Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel – Prüfverfahren – Teil 11: Bestimmung von Luftporenkennwerten in Festbeton; Deutsche Fassung EN 480-11:2005. Ausgabe Dezember 2005 Beuth Verlag
- Beuth-Verlag

[R24]

- [R24]
- DIN EN 12350-5
- Prüfung von Frischbeton – Teil 5: Ausbreitmaß; Deutsche Fassung EN 12350-5:2009. Ausgabe 2009 Beuth Verlag
- Beuth-Verlag

[R25]

- [R25]
- DIN EN 12350-7:
- Prüfung von Frischbeton – Teil 7: Luftgehalt – Druckverfahren;
Deutsche Fassung EN EN 12350-7:2009. Ausgabe August 2009 Beuth
Verlag
- Beuth-Verlag



[R26]

DIN CEN/TS 12390-9

Prüfung von Festbeton – Teil 9: Frost-Tausalz-Widerstand,
Abwitterung; Deutsche Fassung CEN/TS 12390-9-2006. Ausgabe
August 2006 Beuth Verlag

Beuth-Verlag



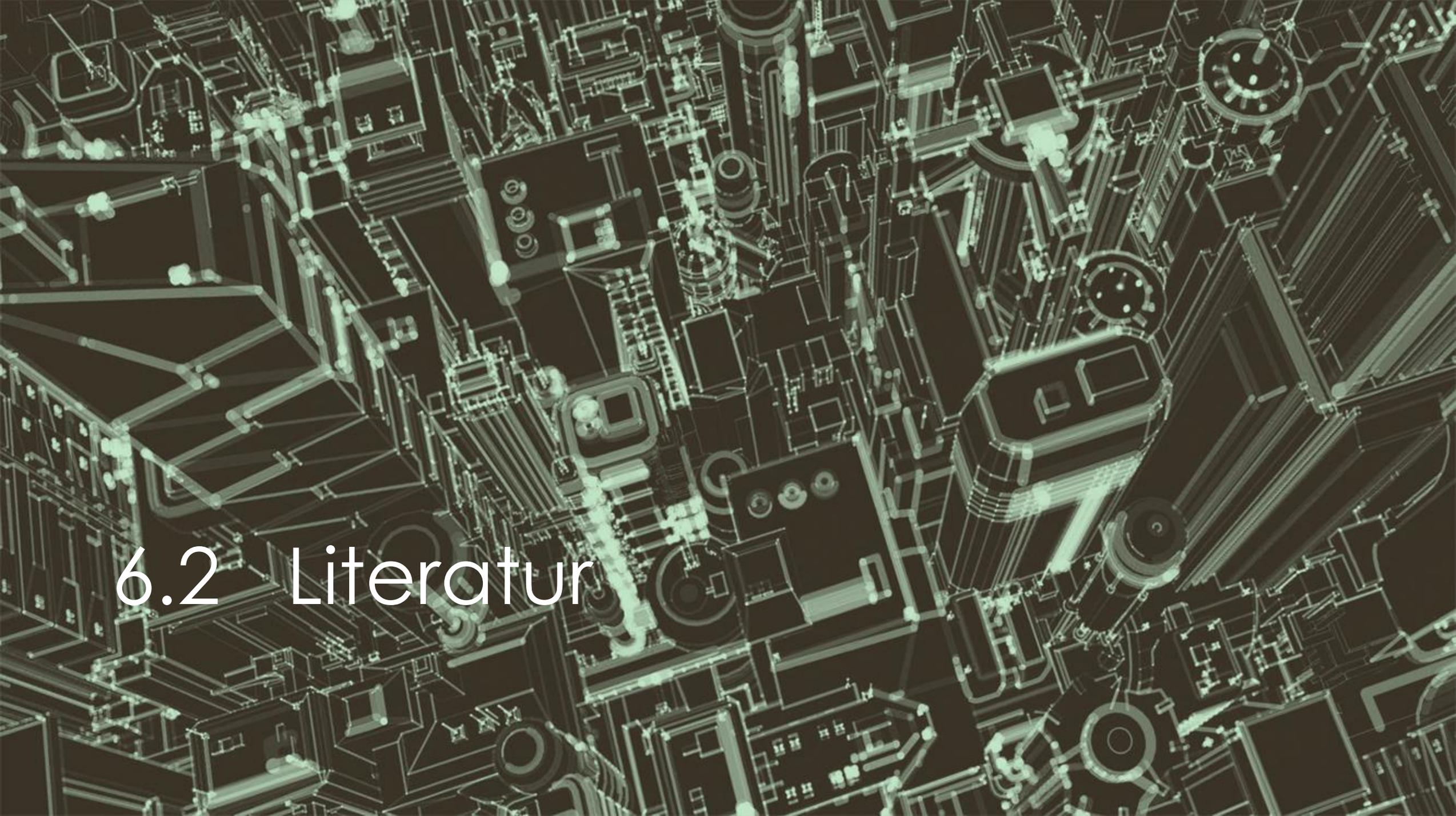
[R27]

- [R27]
- DIN 1048-1
- Prüfverfahren für Beton; Frischbeton. Ausgabe Juni 1991
- Beuth Verlag
- Beuth-Verlag



[R28]

- [R28]
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.: DBV Merkblatt, Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton Fassung Juni 2007



6.2 Literatur

“

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.: DBV Rundschreiben

”

Dr. Ing. Lutz Pisarsky

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V

Kurfürstenstraße 129

10785 Berlin



Anhang A

Anhang A

Die Gesteinskörnung hat den größten Gewichts- und Volumenanteil aller Ausgangsstoffe am Beton. Bei einem Typischen Kappenbeton beträgt der Gewichtsanteil der Gesteinskörnung ca. 80% und der Volumenanteil ca. 70%

Die Tabellen [A1](#) bis [A2](#) sollen eine zahlenmäßige Vorstellung über die möglichen Mengen von leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen in einem Kubikmeter Beton bzw. auf einem Quadratmeter Kappenfläche (Regelaufbau 15cm) liefern, wobei in den Tabellen [A1](#) bis [A3](#) ein Grad der Verunreinigung von 0,05M-% und in den Tabellen [A4](#) bis [A6](#) von 0,02 M-% zugrunde gelegt wurde. Ausgehend von der Mittleren Korngröße der einzelnen Kornfraktionen ist der Anteil der Leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen als Stückzahl je Kubikmeter Beton bzw. als Stückzahl je Quadratmeter Kappenfläche angegeben. Bei der Berechnung der Stückzahlen wurde die Form der Verunreinigungen (Holz, Torf und Kohle) vereinfacht als Kubus angesetzt.

Anhang A

Es ist davon auszugehen, dass ein nicht unerheblicher Anteil dieser leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen beim Verdichten des Betons an die freie Oberfläche steigt. Der aufsteigende Anteil ist abhängig von der Konsistenz und von dem Grad der Verunreinigung des Betons. Es wird davon ausgegangen, dass sich umso mehr Verunreinigungen oberflächennah ansammeln werden, je weicher die Konsistenz des Betons ist. Es werden Tabellen für die Konsistenzklassen F2 und F4 entwickelt. Für die Konsistenzklasse F2 wird davon ausgegangen, dass ca. 30% der Verunreinigungen so nah an der Oberfläche des Festbetons liegen werden, dass Fehlstellen entstehen können (siehe Abschnitt 5.2.3). Bei der Konsistenzklasse F4 wird davon ausgegangen, dass ca. 70% der Verunreinigungen oberflächennah im Festbeton liegen. In der Regel treten die unterschiedlichen Arten der organischen Verunreinigungen nicht alle gemeinsam auf. Es wird empfohlen den Anteil an organischen Verunreinigungen auf 0,02 M-% zu begrenzen.

Anhang A

Neben den bisher erwähnten leichtgewichtigen organischen Bestandteilen können auch andere für Brückenkappen ungeeignete Bestandteile in der Gesteinskörnung vorkommen, für die es keine besonderen Grenzwerte bzgl. ihrer Menge in den ZTV-ING [R1] gibt. Insbesondere sind dies gering verfestigte Gesteine. In [R8] sind auch für diese Gesteinskörnungen Anforderungen für Kappen gestellt.

Die Masse an porösen Kalk- und Mergelgesteinen, Kieselkalken, Kieselkreiden, Opalsandsteinen, Kreiden und kreidekrustenführenden Flinten sowie gering verfestigten Sedimentgesteinen (z.B. Ton-, Schluff- und Sandsteinen) ist nach [R8] auf 0,5 M-% zu begrenzen. Die Tabellen A7 und A8 sollen eine zahlenmäßige Vorstellung über die möglichen Mengen vorgenannter ungeeigneter grober Gesteinskörnung in einem Kubikmeter Beton bzw. auf einem Quadratmeter Kappenfläche (Regelaufbau 15cm) liefern.

Anhang A

Ausgehend von der mittleren Korngröße der einzelnen Kornfraktionen ist der Anteil der ungeeigneten Bestandteile als Stückzahl je Kubikmeter Beton bzw. als Stückzahl je Quadratmeter Kappenfläche angegeben. Die Gefahr des Aufschwimmens solcher Gesteinskörnungen in den oberflächennahen Bereich beim Verdichten des Betons ist deutlich geringer als bei den leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Bestandteile sich nahezu gleichmäßig im Beton verteilen und ihr Auftreten im oberflächennahen Bereich kaum von der Konsistenz des Betons beeinflusst wird. Es wird abgeschätzt, dass ca. 10% der ungeeigneten, groben Gesteinskörnung so nah an der Oberfläche des Festbetons liegen wird, dass Popouts entstehen können (siehe Abschnitt 5.2.2)

Tabelle A.2 Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,05 M-% der angegebenen Korngruppe ausmachen

Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m ² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,05 M.-% dieser Korngruppe ausmachen								
	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigung (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	65	108	32	81
3	8 / 16	450	0,23	12	12	20	6	15
4	16 / 32	500	0,25	24	2	3	1	2
5	Summe	1130	0,57		79	131	39	98

Tabelle A.3 Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F4), wenn diese 0,05 M-% der angegebenen Korngruppe ausmachen

Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F4), wenn diese 0,05 M.-% dieser Korngruppe ausmachen

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigung (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	151	252	76	189
3	8 / 16	450	0,23	12	27	46	14	34
4	16 / 32	500	0,25	24	4	6	2	5
5	Summe	1130	0,57		182	304	92	228

Tabelle A.4 Organische Verunreinigung je m³ Beton, wenn diese 0,02 M-% der angegebenen Korngruppe ausmachen

Organische Verunreinigung je m ³ Beton, wenn diese 0,02M.-% der angegebenen Korngruppe ausmachen.								
	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)
2	2 / 8	180	0,04	5	576	960	288	720
3	8 / 16	450	0,09	12	104	174	52	130
4	16 / 32	500	0,1	24	14	24	7	18
5	Summe	1130	0,23		694	1158	347	868

Tabelle A.5 Organische Verunreinigung je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,02 M-% der angegebenen Korngruppe ausmachen

Organische Verunreinigung je m ² Beton, wenn diese 0,02M.-% der angegebenen Korngruppe ausmachen.								
	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)
2	2 / 8	180	0,04	5	26	43	13	32
3	8 / 16	450	0,09	12	5	8	2	6
4	16 / 32	500	0,1	24	1	1	1	1
5	Summe	1130	0,23		32	52	16	39

Tabelle A.6 Organische Verunreinigung je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F4), wenn diese 0,02 M-% der angegebenen Korngruppe ausmachen

Organische Verunreinigung je m ² Beton, wenn diese 0,02M.-% der angegebenen Korngruppe ausmachen.								
	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigender Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)
2	2 / 8	180	0,04	5	60	101	30	76
3	8 / 16	450	0,09	12	11	18	5	14
4	16 / 32	500	0,1	24	1	3	1	2
5	Summe	1130	0,23		72	122	36	82

Tabelle A7. Ungeeignete Bestandteile je m³ Beton, wenn diese 0,5 M-% der jeweiligen Korngruppe ausmachen.

Abgeschätzter Anteil ungeeignete Bestandteile je m³ Beton, wenn diese 0,05 M.-% der jeweiligen Korngruppe ausmachen.

	a	b	c	d	e	f
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	ungeeigneter Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Poröse Kalk- und Merkgesteine (2,4kg/dm ³) Anzahl (Stück)	gering verfestigte Sedimentgesteine (1,9kg/dm ³) Anzahl (Stück)
2	2 / 8	180	0,9	5	3000	3789
3	8 / 16	450	2,25	12	543	685
4	16 / 32	500	2,5	24	75	95
	Summe	1130	5,65		3618	4569

Tabelle A8. Ungeeignete Bestandteile je m² Beton, wenn diese 0,5 M-% der jeweiligen Korngruppe ausmachen.

Abgeschätzter Anteil ungeeignete Bestandteile je m ² Beton, wenn diese 0,5 M-% der jeweiligen Korngruppe ausmachen.						
	a	b	c	d	e	f
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	ungeeigneter Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Poröse Kalk- und Merkgesteine (2,4kg/dm ³) Anzahl (Stück)	gering verfestigte Sedimentgesteine (1,9kg/dm ³) Anzahl (Stück)
2	2 / 8	180	0,9	5	48	57
3	8 / 16	450	2,25	12	8	10
4	16 / 32	500	2,5	24	1	1
	Summe	1130	5,65		54	68

VERUNREINIGUNGEN je m² Kappenoberfläche bei 0,02M.-%

297

Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,02 M.-% dieser Korngruppe ausmachen

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigung (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	26	43	13	32
3	8 / 16	450	0,23	12	5	8	2	6
4	16 / 32	500	0,25	24	1	1	1	1
5	Summe	1130	0,57		32	52	16	39

Ungeeignete Bestandteile je m³ Beton, bei 0,05 M.-% .

298

Ungeeignete Bestandteile je m³ Beton, wenn diese 0,05 M.-% der jeweiligen Korngruppe ausmachen.

	a	b	c	d	e	f
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	ungeeigneter Anteil (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Poröse Kalk- und Mergelgesteine (2,4kg/dm ³) Anzahl (Stück)	gering verfestigte Sedimentgesteine (1,9kg/dm ³) Anzahl (Stück)
2	2 / 8	180	0,9	5	3000	3789
3	8 / 16	450	2,25	12	543	685
4	16 / 32	500	2,5	24	75	95
5	Summe	1130	5,65		3618	4569

POPOUTS

	1	2	3			4		
	Erscheinungsbild Infolge von Einwirkungen	Parameter für die Zustandsbeurteilung	Zustandsbeurteilung					
			Erscheinungsbild A			Erscheinungsbild B		
1	POPOUTS	Anzahl / m ²	< 1	< 9	< 30	> 1	> 9	> 30
2		Durchmesser [mm]	< 70	< 35	< 10	> 70	> 35	> 10
3		Instandsetzungserfordernis bzw. maßnahme	Keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonersatzsystemen		

Fehlstellen infolge organischer Bestandteile

	1	2	3			4		
	Erscheinungsbild Infolge von Einwirkungen	Parameter für die Zustandsbeurteilung	Zustandsbeurteilung					
			Erscheinungsbild A			Erscheinungsbild B		
1	Fehlstellen	Anzahl / m ²	< 1	< 9	< 30	> 1	> 9	> 30
2		Durchmesser [mm]	< 70	< 35	< 10	> 70	> 35	> 10
3		Instandsetzungserford ernis bzw. maßnahme	Keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonersatzsystemen		

Die Anzahl bezieht sich als Anhaltswerte auf die Einbaukonsistenz F2 und eine Begrenzung der leichtgewichtigen Verunreinigungen auf 0,02 M.-% bezogen auf die Masse der jeweiligen Korngruppe.

POPOUTS Tabelle 6 Spalte 3

	1	2	3		
	Erscheinungsbild infolge von Einwirkungen	Parameter für Zustandsbeurteilung			
1	Popouts	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 9	≤ 30
2		Durchmesser mm	≤ 70	≤ 35	≤ 10
3		Instandsetzungserfordernis bzw.-maßnahme	keine		
4	Fehlstellen infolge organischer Bestandteile ²⁾	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 8	≤ 30
5		Durchmesser mm	≤ 35	≤ 20	≤ 10
6		Instandsetzungserfordernis bzw.-maßnahme	Keine		
7	(flache) Abplatzungen der Zementleim- oder Mörtelschicht über der Gesteinskörnung	Anzahl / m ²	≤ 10	≤ 40	
8		Durchmesser mm	≤ 30	≤ 15	
9		Instandsetzungserfordernis bzw.-maßnahme	Keine		
10	Teilflächige oder flächige Abwitterungen	Vergleich der Abwitterungen am Bauwerk mit den Bildern im Anhang B	<u>Abwitterung ist geringer oder gleich der Abwitterung die auf den Bildern im Anhang B dargestellt ist.</u>		
11		Instandsetzungserfordernis bzw.-maßnahme	Keine		

1)Hinweis: Instandsetzungsmaßnahmen sind gem. ZTV-ING [R1] auszuführen.

2) Die Anzahl bezieht sich als Anwaltswert auf die Einbaukonsistenz F2 und eigene Begrenzung der leichtgewichtigen Verunreinigungen auf 0,02 M.-% bezogen auf die Masse der jeweiligen Korngruppe

1)(siehe Anhang A)

POPOUTS

	1	2	3			4		
	Erscheinungsbild infolge von Einwirkungen	Parameter für Zustandsbeurteilung	Zustandsbeurteilung					
1	Popouts	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 9	≤ 30	> 1	> 9	> 30
2		Durchmesser mm	≤ 70	≤ 35	≤ 10	> 70	> 35	> 10
3		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonerersatzsystemen ¹⁾		
			Erscheinungsbild A			Erscheinungsbild B		
4	Fehlstellen infolge organischer Bestandteile ²⁾	Anzahl / m ²	≤ 1	≤ 8	≤ 30	> 1	> 8	> 30
5		Durchmesser mm	≤ 35	≤ 20	≤ 10	> 35	> 20	> 10
6		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	Keine			ggf. lokale Ausbesserungen mit Betonerersatzsystemen ¹⁾		
7	(flache) Abplatzungen der Zementleim- oder Mörtelschicht über der Gesteinskörnung	Anzahl / m ²	≤ 10 ≤ 40		> 10 > 40			
8		Durchmesser mm	≤ 30 ≤ 15		> 30 > 15			
9		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	Keine			lose Bestandteile beseitigen ¹⁾		
10	Teilflächige oder flächige Abwitterungen	Vergleich der Abwitterungen am Bauwerk mit den Bildern im Anhang B	Abwitterung ist geringer oder gleich der Abwitterung die auf den Bildern im Anhang B dargestellt ist.			Abwitterung geht über die auf den Bildern in Anhang B dargestellte Abwitterung hinaus.		
11		Instandsetzungs- erfordernis bzw.- maßnahme	Keine			ggf. weitergehende Untersuchungen		
<p>1) Hinweis: Instandsetzungsmaßnahmen sind gem. ZTV-ING [R1] auszuführen. 2) Die Anzahl bezieht sich als Anwaltswert auf die Einbaukonsistenz F2 und eigene Begrenzung der leichtgewichtigen Verunreinigungen auf 0,02 M.-% bezogen auf die Masse der jeweiligen Korngruppe</p> <p>2) (siehe Anhang A)</p>								

Tabelle 5 Mindestdauer der Nachbehandlung

In Abhängigkeit von Oberflächentemperatur und Festigkeitsentwicklung des Betons [R1]			
	1	2	3
	Oberflächentemperatur in C°	Festigkeitsentwicklung r > 0,50	Festigkeitsentwicklung r > 0,30
1	> 25	2	4
2	15 bis < 25	2	4
3	10 bis < 15	4	8
3	5 bis < 10	6	1

Nachbehandlung nach DIN 1045-3										
Expositions- klassen	X0, XC 1	XA, XS, XD ,XF2, XF3 , XF4, XC2, XC3, XC4, XF1				XM	alternativ, jedoch nur : XC2, XC3, XC4, XF1			X TWB
Mindestnachbehandlungsdauer in Tagen										
Festigkeits- entwicklung Beton	Bauteiltemperatur Oberfläche ° C					Einbautemperatur Frischbeton ° C				
		5-9	10-14	15-24	> 25		5-9	10-14	>=15	
schnell	12 h	3	2	1	1	doppelt	4	2	1	dreifach
mittel	12 h	6	4	2	2	doppelt	8	4	2	dreifach
langsam	12 h	10	7	4	2	doppelt	14	7	4	dreifach
sehr langsam	12 h	15	10	5	3	doppelt	unzulässig			dreifach
<p>Die Einstufung in die Festigkeitsklasse erfolgt im Normalfall aus 2 zu 28 Tage Druckfestigkeit, bei späterem Festigkeitsnachweis gilt entsprechend 2 zu 56 Tage oder 2 zu 91 Tage Druckfestigkeit. Bei Nachbehandlungsdauer aus Einbautemperatur muss starke Auskühlung im bauteil ausgeschlossen sein ! Bei beton nach ZTV - Ing sind die Tabellenwerte zu verdoppeln. oder es ist nachzubehandeln bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons mind. 70 % der charakteristischen Druckfestigkeit erreicht hat.</p>										

Anwendung

	Wirkstoff	Anwendung	Norm	Temp.	Verbrauch	Bemerkung
ISOLA Acrytekt	Acrylharz	Zwischen- / Endnachbehandlung Versiegelung	EN 206 / DIN 1045	- 3 °C bis > 25 °C	ca. 200 g/m ² Verd.: 1:1	Betonfläche kann bearbeitet werden. Anstrich/ Beschichtung
ISOCURE 150	Paraffin- dispersion	Endnachbehandlung	EN 207 / DIN 1045		150 – 175 g/m ² 5-7 m ²	Hoher Sperrkoeffizient Vor Bearbeitung der Betonfläche NB Film mechanisch entfernen
ISOCURE 216	Paraffin- dispersion	Endnachbehandlung	TL NBM - STB 09		150 – 175 g/m ² 5-7 m ²	Hoher Sperrkoeffizient Vor Bearbeitung der Betonfläche NB Film mechanisch entfernen

Konsistenzbereiche

Konsistenzbereiche des Frischbetons nach DIN 1045-2					
Konsistenzbereich	Ausbreitmaßklassen		Verdichtungsmaßklassen		Geeignete Verdichtungsmaßnahmen
	Klasse	Ausbreitmaß [mm]	Klasse	Verdichtungsmaß	
sehr steif	-	-	C0	≥1,46	Kräftiges Stampfen, sehr intensives Rütteln
steif	F1	≤340	C1	1,45-1,26	Sehr intensives Rütteln
plastisch	F2	350-410	C2	1,25-1,11	Rütteln
weich	F3	420-480	C3	1,11-1,04	Rütteln
sehr weich	F4	490-550			Stochern oder leichtes Rütteln
fließfähig	F5	560-620			Stochern oder leichtes Rütteln
sehr fließfähig	F6	≥630			Stochern oder leichtes Rütteln
SVB	-	>700			selbstverdichtend

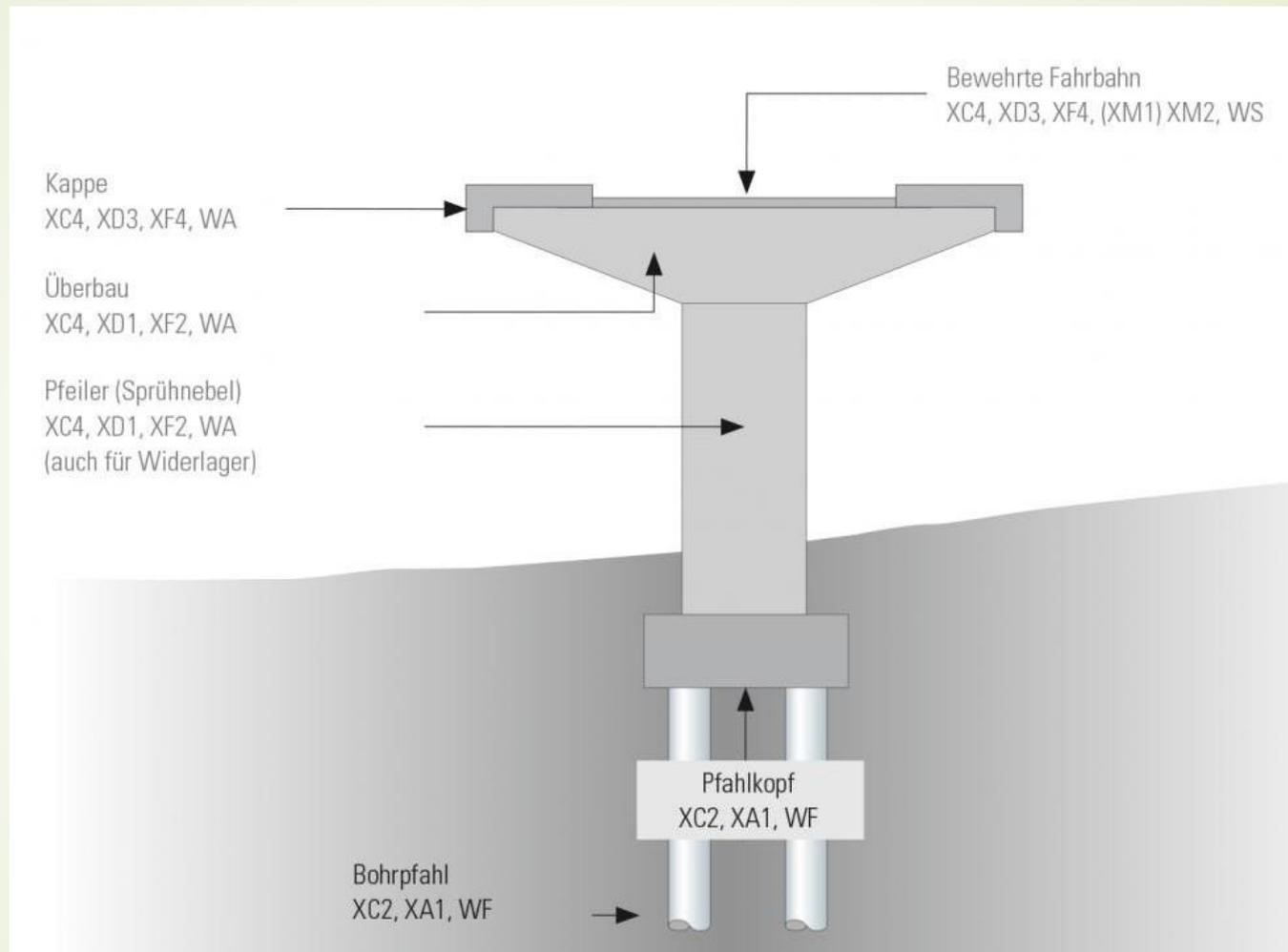


Tabelle A.2 Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,05 M-% der angegebenen Korngruppe ausmachen

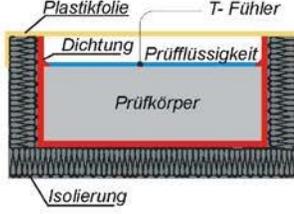
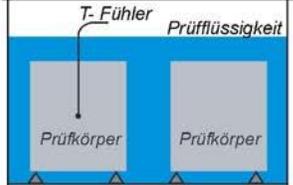
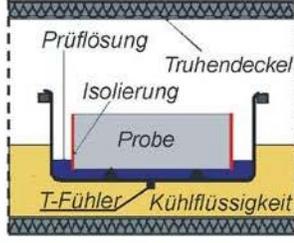
Abgeschätzter Anteil organischer Verunreinigungen je m ² Kappenoberfläche (Einbau des Betons in der Konsistenzklasse F2), wenn diese 0,05 M.-% dieser Korngruppe ausmachen								
	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigung (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ²)
2	2 / 8	180	0,09	5	65	108	32	81
3	8 / 16	450	0,23	12	12	20	6	15
4	16 / 32	500	0,25	24	2	3	1	2
5	Summe	1130	0,57		79	131	39	98

Tabelle A 1. Organische Verunreinigung je m³ Beton, wenn diese 0,05M.-% der angegebenen Korngruppe ausmachen.

	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Korngruppe (mm)	Masse (kg/m ³)	Verunreinigung (kg/m ³)	angenommene mittlere Korngröße	Holz (0,5kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf trocken (0,3kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Torf nass (1,0kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)	Kohle (0,4kg/dm ³) Anzahl (Stück/m ³)
2	2 / 8	180	0,09	5	1440	2400	720	1800
3	8 / 16	450	0,23	12	260	434	130	326
4	16 / 32	500	0,25	24	36	60	18	43
5	Summe	1130	0,57		1736	2894	868	2169



DIN CEN/TS 12390-9

	Plattenprüfverfahren (Slab test)	Würfelverfahren (VDZ-Verfahren)	CDF-Test (CF-Test)
Prüfparameter			
Vorlagerung	W (6 d), L (21 d), P (3 d)	W (6 d), L (20 d), P (1 d)	W (6 d), L (21 d), P (7 d)
Prüfkörper in mm	150 × 150 × 50	100 × 100 × 100	150 × 150 × 70
Prüfalter (Frost)	mindestens 31 d	28 d	mindestens 35 d
Prüffläche	gesägt, Würfelmittle	geschalt	geschalt
Prüfrichtung	einseitig (von oben)	allseitig	einseitig (von unten)
T_{min}/T_{max}	-20 °C / +20 °C im Prüfmedium	-15 °C / +20 °C in Würfelmittle	-20 °C / +20 °C unter Prüfbehälter
ΔT	±2 °K	±2 °K	±0,5 °K
Abkühl-/ Aufaugeschwindigkeit	6,2 °K/h / 1,8 °K/h	6,2 °K/h / 1,5 °K/h	6,2 °K/h / 10 °K/h
Dauer eines FT-Zyklus / Anzahl der FT-Zyklen	24 h / 56 FTW	24 h / 56 FTW	24 h / 28 FTW
Prüfkriterium A	Oberflächenschädigung	Oberflächenschädigung	Oberflächenschädigung
Prüfkriterium B		Innere Schädigung	Innere Schädigung

Gegenüberstellung der Frost-Prüfverfahren nach DIN CEN/TS 12390-9

Bezeichnungen: W= unter Wasser / L= Luftlagerung im Normklima bei 20 °C/65 % r. F. / P= in Kontakt mit der Prüfliquidität / FTW= Frost-Tau-Wechsel

Quelle: Boos, Peter; Härdtl, Rainer; Bohlmann, Eckhard: Die Prüfung des Frostwiderstands von Beton mit verschiedenen Zementarten – Vergleich von Laborergebnissen mit Praxiserfahrungen: In: Beton-Informationen 5/6-2008, S. 55

