



TIQU

WIE MAN MIT **BETON** RICHTIG UMGEHT

Ein Leitfaden von TIQU

C25/30 - XC4 -

Festigkeitsklasse

Wechselnd nass
und trocken



BETON - EINE KLASSE FÜR SICH

Expositionsklasse
Umgebungsbedingung

Größtkorn

- XW1 - XF3 - F45 - GK16 PB

Wasserundurch-
lässigkeit

Frostangriff ohne Taumittel
hohe Wassersättigung

Konsistenzklasse

Pumpbeton -
sonstige Anforderung

1

Anforderung und Auswahl..... 06

1.1 Festigkeitsklassen..... 07

1.2 Expositionsklassen / Umweltbeanspruchungen..... 08

1.2.1 Abgedeckte Umweltbeanspruchungen..... 10

1.2.2 Betonkurzbezeichnungen..... 12

1.3 Konsistenzklasse..... 13

1.4 Größtkorn..... 14

1.5 Sonstige Anforderungen..... 15

2

Ausgangsstoffe..... 17

2.1 Zement..... 18

2.2 Zusatzmittel..... 19

2.3 Zusatzstoffe..... 21

2.4 *k*-Wert-Konzept..... 21

3

Betonieren bei kühler od. heißer Witterung..... 22

3.1 Betonieren bei Kälte..... 23

3.2 Betonieren bei Hitze..... 23

INHALT

4

Lieferung und Einbau	24
4.1 Verantwortlichkeiten.....	25
4.2 Fall- und Schütthöhe.....	25
4.3 Wasser- und Fließmittelzugabe.....	25

5

Verdichten	26
5.1 Rüttelzeit, Ein- und Austauschen.....	29

6

Betonprüfungen	30
6.1 Begriffe.....	31
6.2 Frischbetonprüfungen.....	36
6.3 Festbetonprüfungen.....	37

7

Nachbehandlung	38
7.1 Warum und Wie?.....	40
7.2 Dauer der Nachbehandlung.....	41

8

Wesentliche Änderungen neue ÖNORM B 4710-1	42
---	-----------



1

**ANFORDERUNG
UND AUSWAHL
DES BETONS**

1.1 FESTIGKEITSKLASSEN

Mindestdruckfestigkeit Würfel (Lagerung gemäß ONR 23303)			
Druckfestigkeitsklasse	Konformitätsprüfung ¹ [N/mm ²]	Eignungsprüfung ² [N/mm ²]	Identitätsprüfung ¹ [N/mm ²]
C8/10	7	17	7
C12/15	12	22	12
C16/20	18	28	18
C20/25	23	33	23
C25/30	29	39	29
C30/37	36	46	36
C35/45	45	55	45
C40/50	50	60	50

¹ geltend für Einzelprüfungen (Kriterium 2)

² für Anlagen mit Mikroprozessorsteuerung mit automatischer Feuchtekorrektur und Soll-Ist-Vergleich

1.2 EXPOSITIONSKLASSEN / UMWELTBEANSPRUCHUNGEN

Einteilung der durch die Umgebung entstehenden Einflüsse (chemische und physikalische Einwirkungen auf den Beton und dessen Bewehrung):

Umweltbeanspruchung	Expositionsklasse
Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko	X0
Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Karbonatisierung	XC
Wasserundurchlässigkeit (drückendes Wasser)	XW
Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Chloride	XD
Frostangriff mit oder ohne Taumittel	XF
Chemischer Angriff	XA
Verschleißbeanspruchung	XM

Klasse	Umgebungsbedingung	Grenzwerte ¹		
		W/B-Wert	Anrechenbarer Bindemittelgehalt [kg/m ³]	Luftgehalt [%]
Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko				
X0	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetem Metall: alle Expositionsklassen, ausgenommen Frost- und Frosttaumittelangriff, Abrieb oder chemischer Angriff	-	≥ 80	-
X0	Für Beton mit Bewehrung oder eingebettetem Metall: sehr trocken			
Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Karbonatisierung				
XC1	Trocken oder ständig nass	≤ 0,70	≥ 260	-
XC2	Nass, selten trocken	≤ 0,65		
XC3	Mäßig feucht	≤ 0,60	≥ 280	
XC4	Wechselnd nass und trocken	≤ 0,55	≥ 300	
Wasserundurchlässigkeit (drückendes Wasser)				
XW1	Wasserdruckhöhe bis 10 m	≤ 0,60	≥ 280	-
XW2	Wasserdruckhöhe über 10 m	≤ 0,50	≥ 300	

Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Chloride

XD1	Mäßig feucht	≤ 0,55	≥ 300	-
XD2	Nass, selten trocken			
XD3	Wechselnd nass und trocken	≤ 0,45	≥ 320	

Frostangriff mit oder ohne Taumittel

XF1	Mäßige Wassersättigung ohne Taumittel	≤ 0,55	≥ 300	-
XF2	Mäßige Wassersättigung mit Taumittel	≤ 0,50	≥ 320	2,5 - 6,5 (L300: ≥ 1,0 %)
XF3	Hohe Wassersättigung ohne Taumittel	≤ 0,55	≥ 300	2,5 - 6,5 (L300: ≥ 1,0 %)
XF4	Hohe Wassersättigung mit Taumittel	≤ 0,45	≥ 340	4,0 - 8,0 (L300: ≥ 1,8 %; AF ≤ 0,18 mm)

Chemischer Angriff

XA1	Chemisch schwach angreifende Umgebung	≤ 0,55	≥ 300	-
XA2	Chemisch mäßig angreifende Umgebung	≤ 0,45	≥ 360	
XA3	Chemisch stark angreifende Umgebung	-	-	

Verschleißbeanspruchung

XM1	Mäßige Verschleißbeanspruchung	≤ 0,55	≥ 300	-
XM2	Schwere Verschleißbeanspruchung	≤ 0,45	≥ 340	
XM3	Extreme Verschleißbeanspruchung			

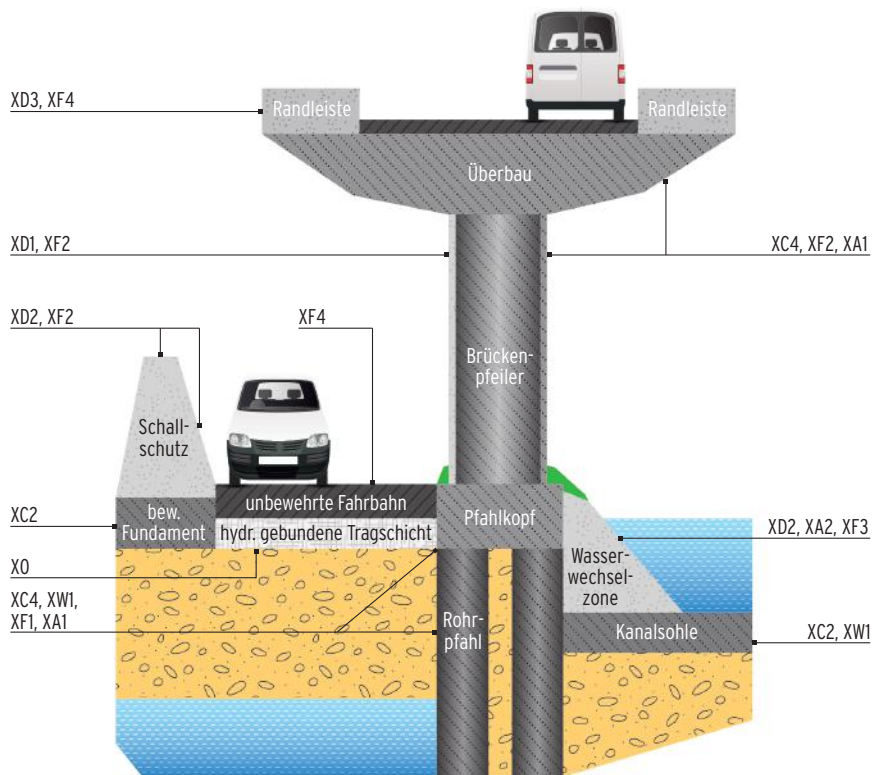
¹ Grenzwerte für Betone mit einem Größtkorn von 22 mm

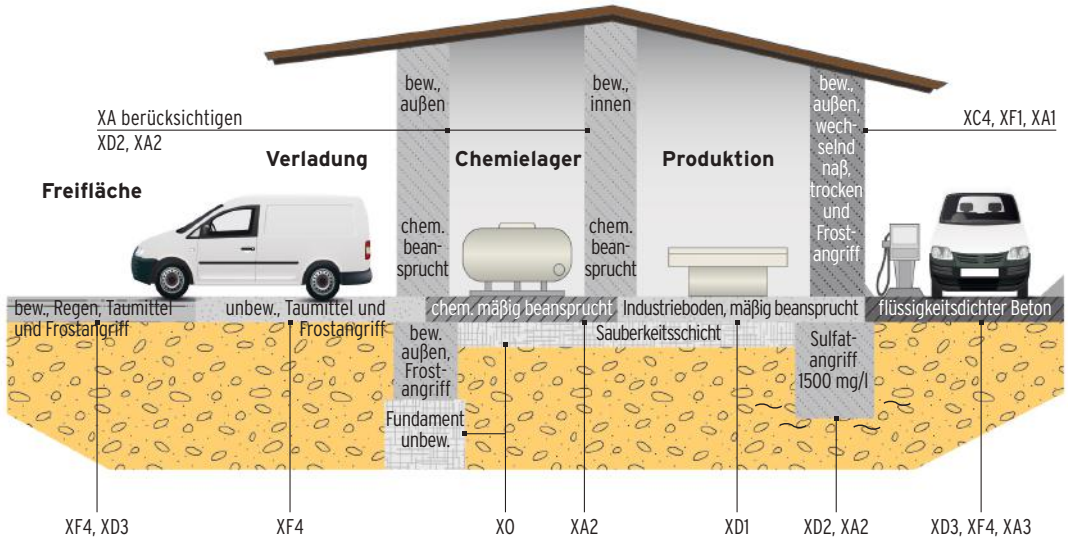
Grenzwerte für den anrechenbaren Mindestbindemittelgehalt und L300-Gehalt:

bei GK32:	- 5%
GK 16:	+5%
GK11:	+10%
GK8:	+15%
GK4:	+25%

1.2.1 ABGEDECKTE UMWELTBEANSPRUCHUNGEN

Beispiel 1: Tiefbau





1.2.2 BETONKURZBEZEICHNUNGEN

Klasse	Umgebungsbedingung	Grenzwerte ¹		
		W/B-Wert	Anrechenbarer Bindemittelgehalt [kg/m ³]	Luftgehalt [%]
B1	XC3 / XW1	≤ 0,60	≥ 280	-
B2	XC4 / XW1 / XD2 / XF1 / XA1L	≤ 0,55	≥ 300	
B3	XC4 / XW1 / XD2 / XF3 / XA1L			2,5 - 6,5 (L300: ≥ 1,0 %)
B4	XC4 / XW2 / XD2 / XF1 / XA1L	≤ 0,50	≥ 320	-
B5	XC4 / XW2 / XD2 / XF2 / XF3 / XA1L			
B6 ²	XC4 / XW2 / XD3 / XF2 / XF3 / XA2L	≤ 0,45	≥ 360	2,5 - 6,5 (L300: ≥ 1,0 %)
B6/C ₃ A-frei ²	XC4 / XW2 / XD3 / XF2 / XF3 / XA2L / XA2T			
B7	XC4 / XW2 / XD3 / XF4 / XA1L		≥ 340	4,0 - 8,0 (L300: ≥ 1,8 %; AF ≤ 0,18 mm)
B8	XC3 / XW1 / UB1	≤ 0,60	≥ 300	-
B9	XC3 / XW1 / UB2			
B10	XC4 / XW1 / XD2 / XF1 / XA1L / UB1	≤ 0,55		
B11	XC4 / XW1 / XD2 / XF1 / XA1L / UB2			
B12	XC4 / XW2 / XD2 / XF1 / XA1L / UB2	≤ 0,50		
HL-SW ³	XC4 / XW2 / XD3 / XF3 / XA3L / XA3T	≤ 0,34 ⁴		

¹ Grenzwerte für Betone mit einem Größtkorn 22 mm

² Gesteinskörnung ≤ 4 mm mit CO₂-Gehalt ≤ 15%

³ Gesteinskörnung ≤ 4 mm mit CO₂-Gehalt ≤ 5%

⁴ für Konformitäts- und Identitätsprüfung

1.3 KONSISTENZKLASSE

Wenn nicht anderes vereinbart, gilt als Regelkonsistenz **F52!**

Konsistenzklasse		
Beschreibung	Klasse	Verdichtungsmaß (v) bzw. Ausbreitmaß (a)
erdfeucht	C0	(v > 1,46)
sehr steif	C1	(v: 1,45 - 1,26)
steif	C2	(v: 1,25 - 1,11)
steif plastisch	F38	(a: 35 - 41 cm)
plastisch	F45	(a: 42 - 48 cm)
weich	F52	(a: 49 - 55 cm)
sehr weich	F59	(a: 56 - 62 cm)
fließfähig	F66	(a: 63 - 69 cm)
sehr fließfähig	F73	(a: 70 - 76 cm)



1.4 GRÖSSTKORN



Auswahl des Größtkornes:

- ▶ 8 mm für dünnwandige Bauteile bis 8 cm
- ▶ 16 mm für Bauteile von 8 bis 12 cm Dicke
- ▶ 22 mm für Bauteile mit mehr als 12 cm Dicke
- ▶ 32 mm für dickwandige Bauteile über 120 cm Dicke
- ▶ bei einlagiger Bewehrung:
nicht größer als das 1,25-fache der Betondeckung
- ▶ bei mehrlagiger Bewehrung und bei Sichtbeton:
nicht größer als das 0,8-fache der Betondeckung

RUNDKORN

(weniger als 50% Bruchflächen am Korn)

- ▶ **Vorteil:** leichtere Verarbeitbarkeit, geringer Wasseranspruch (geringerer Bindemittelleimbedarf)
- ▶ **Nachteil:** geringere Haftung und dadurch geringere Festigkeiten

KANTKORN

(mehr als 50% Bruchflächen am Korn)

- ▶ **Vorteil:** bessere Haftung des Zementsteins, darum für Beton mit hoher Festigkeit günstig
- ▶ **Nachteil:** Höherer Bindemittelbedarf, Betonverarbeitung schwieriger

1.5 SONSTIGE ANFORDERUNGEN

Kurzbezeichnungen		
Begriffe	Symbole	Bedeutung
Unterwasserbeton	UB1	Schlitzwände u. Bohrpfähle im Trockenen / Einbau unter Wasser
	UB2	Schlitzwände u. Bohrpfähle mit Stützflüssigkeit / Bohrpfahl im Wasser
Pumpbeton	PB	Pumpbeton
Sichtbeton	SB	Sichtbeton für Bauteile, deren Oberfläche ein vorausbestimmtes Aussehen oder vorausbestimmte Eigenschaften aufweisen soll
selbstverdichtender Beton	SCC	Beton, der ohne Verdichtung eingebaut werden kann
Wärmeentwicklungsklassen	WE 1 / WE 2	Wärmeentwicklungsklassen zur Verringerung der Temperaturrissegefahr
geringe Blutneigung	BL	für abgezogene Oberflächen, als Untergrund für Beschichtungen oder WU - Platten ab 60 cm, eventuell bei Sichtbeton
verlängerte Anfangserhärtung	VV	Beton, der eine Verarbeitungszeit von mehr als 105 Minuten aufweist
verzögerte Anfangserhärtung	VA	Zeitspanne, in der der Beton nicht mehr einbaubar, aber mit später eingebautem Beton frisch auf frisch verdichtbar ist
Festigkeitsentwicklung	ES/EM/EL/EO	Verhältnis zwischen Druckfestigkeit 2. und 8. Tag. Regelfall EM wenn nicht anders festgelegt $f_{cm2}/f_{cm8} : 0,3 - 0,5$ schnell (ES); mittel (EM); langsam (EL); sehr langsam (EO)
Reduziertes Schwinden	RS/RRS	wenn für die Gebrauchstauglichkeit des Betons ein reduziertes Schwinden erforderlich ist

Detaillierte Anforderungen an WE1 / WE2

Wärmeentwicklungs- klasse	Frischbeton- temperatur maximal in °C	Maßgebende Expositionsklassen	Betonsortenkurzbe- zeichnung / Druck- festigkeitsklasse	Bindemittelgehalt maximal in kg/m ³
WE1	+22	≤ XC3, XW1	für B1: ≤ C25/30	330
		XC4, ≤ XD2, XF1, XF3, XA1L, XA1T	für B2: ≤ C30/37	360
			für B3: ≤ C25/30	
		XW2, XF2	für B4: ≤ C30/37	390
für B5: ≤ C25/30				
XD3, XF4, XA2L, XA2T	für B6: ≤ C35/45	430		
	für B7: ≤ C30/37			
WE2	+27	≤ XC3, XW1	für B1: ≤ C25/30	330
		XC4, ≤ XD2, XF1, XF3, XA1L, XA1T	für B2: ≤ C30/37	360
			für B3: ≤ C25/30	
		XW2, XF2	für B4: ≤ C30/37	390
			für B5: ≤ C25/30	
		XD3, XF4, XA2L, XA2T	für B6: ≤ C35/45	430
für B7: ≤ C30/37				

Detaillierte Anforderungen an den Wassergehalt zur Einhaltung eines reduzierten Schwindens

Größtkorn	RS	RRS
GK 22/32	max. 185 l/m ³	max. 170 l/m ³
GK 16	max. 190 l/m ³	max. 175 l/m ³
< GK 16	max. 195 l/m ³	max. 180 l/m ³



2

**AUSGANGS-
STOFFE**

CEM II/A-M(S-L) 42,5 R

Hauptkategorie

maximale Zumahlmenge

Zumahlstoffart

Festigkeitsklasse

Anfangsfestigkeit

2.1 ZEMENT

Hauptkategorien

CEM I	Portlandzement
CEM II	Portlandkompositzement
CEM III	Hochofenzement
CEM IV	Puzzolanzement
CEM V	Kompositzement

Maximale Zumahlmengen

CEM I	nur Zumahlung $\leq 5\%$ Masse
CEM II/A	Zumahlung von 6 bis 20% Masse ¹
CEM II/B	Zumahlung von 21 bis 35% Masse
CEM III/A	Zumahlung von 36 bis 65% Masse (nur Hüttensand)
CEM III/B	Zumahlung von 66 bis 80% Masse (nur Hüttensand)
CEM III/C	Zumahlung von 81 bis 95% Masse (nur Hüttensand)
CEM IV/A	Zumahlung von 11 bis 35% Masse
CEM IV/B	Zumahlung von 36 bis 55% Masse
CEM V/A	Zumahlung von 18 bis 30% Masse (P, Q, V) und (S)
CEM V/B	wie A, jedoch 31 bis 50% Masse

¹ Ausnahme CEM II/A-D (Portlandmikrosilicazement)
6 bis 10% (nur D), kein CEM II/B

Abkürzungen der Zumahlstoffe

S	Hüttensand
V	silikatische Flugasche
W	kalkreiche Flugasche
D	Silicastaub
L	Kalkstein (Kohlenstoffgehalt $\leq 0,50\%$ Masse)
LL	Kalkstein (Kohlenstoffgehalt $\leq 0,20\%$ Masse)
P	natürliches Puzzolan
Q	künstliches Puzzolan
T	gebrannter Schiefer
M	Mixtur mit Angabe der Komponenten, z. B. M (S-L)

Druckfestigkeitsklassen

- 32,5** ▶ Anwendung für Transportbeton in der warmen Jahreszeit
Druckfestigkeit nach 28 Tagen:
Minimum: 32,5 N/mm²
Maximum: 52,5 N/mm²
- 42,5** ▶ Anwendung für Transportbeton in der kühlen Jahreszeit, Fertigteilindustrie allgemein, wenn rasche Erhärtung gefordert ist
Druckfestigkeit nach 28 Tagen:
Minimum: 42,5 N/mm²
Maximum: 62,5 N/mm²
- 52,5** ▶ Anwendung für höhere Anforderungen, Fertigteile im Winter, wenn sehr schnelle Erhärtung und Erwärmung erwünscht
Druckfestigkeit nach 28 Tagen:
Minimum: 52,5 N/mm²
Maximum: unbegrenzt

Bezeichnung der Anfangsfestigkeit

- 32,5** ▶ N: nach 7 Tagen ≥ 16 N/mm² R: nach 2 Tagen ≥ 10 N/mm²
- 42,5** ▶ N: nach 2 Tagen ≥ 10 N/mm² R: nach 2 Tagen ≥ 20 N/mm²
- 52,5** ▶ N: nach 2 Tagen ≥ 20 N/mm² R: nach 2 Tagen ≥ 30 N/mm²



2.2 ZUSATZMITTEL

Kurzbezeichnungen		
Wirkungsgruppe	Kurzzeichen	Wirkung
Fließmittel	FM	Verminderung des Wasseranspruchs und/oder Verbesserung der Verarbeitbarkeit
Luftporenbildner	LP	Einführung gleichmäßig verteilter kleiner Luftporen zur Erhöhung des Frost- und Taumittelwiderstandes (Wirkung als Expansionsraum)
Verzögerer	VZ	Verzögerung des Erstarrens
Stabilisierer	ST	Verminderung des Absonderns von Wasser beim Frischbeton (Bluten)
Erstarrungsbeschleuniger	EB	Verringert die Zeit des Beginns für den Übergang aus plastischem Zustand in den festen Zustand
Erhärtungsbeschleuniger	EB	Erhöht die Anfangsfestigkeit mit oder auch ohne Beeinflussung der Erstarrungszeit



FLIESSMITTEL

► **Vorteil:** Einsparung der Wasserzugabe, längere Verarbeitungszeit, wesentlich erleichterte Verdichtung, leichtes Ausfüllen komplexer Schalungen, einfaches Betonieren stark bewehrter Bauteile, hohe Frühfestigkeit

► **Nachteil:** Entmischung bei nicht richtiger Betonzusammensetzung, anfälliger für Bluten, Beeinflussung des Erstarrungsverhaltens, Bildung von Frühschwindrissen bei Wärme und Wind, Beeinflussung der Luftporenkennwerte

VERZÖGERER

► **Vorteil:** Verlängerung der Verarbeitungszeit, Betonieren bei höheren Temperaturen, Verringerung der Temperaturspannungen

► **Nachteil:** spätere, aber stärkere Wärmeentwicklung, Gefahr von Spannungsrissen

LUFTPORENBILDNER

► **Vorteil:** Frost-Taumittelbeständigkeit, Frostbeständigkeit, Einsparung von Zugabewasser und/oder Feinkorn, verminderte kapillare Saugfähigkeit, geringere Entmischungsgefahr

► **Nachteil:** Festigkeitsabfall gegenüber Beton ohne Luftporenbildner

STABILISIERER

► **Vorteil:** Verringerung des Blutens, bessere Verarbeitbarkeit, geringere Entmischung

► **Nachteil:** Luftporeneinführung und Beeinflussung der Luftporenkennwerte

ERSTARRUNGSBESCHLEUNIGER

► **Vorteil:** kurze Verarbeitungszeit, rasche Festigkeitsentwicklung

► **Nachteil:** Verringerung der Endfestigkeit

ERHÄRTUNGSBESCHLEUNIGER

► **Vorteil:** raschere Festigkeitsentwicklung, frühere Ausschaltzeitpunkte, Betonieren bei tiefen Temperaturen

► **Nachteil:** Verringerung der Endfestigkeit



2.3 ZUSATZSTOFFE

TYP 1 inaktive, nahezu inaktive Stoffe und Pigmente

- ▶ Kalksteinmehl
- ▶ Quarzmehl
- ▶ Farbpigmente
- ▶ Fasern
- ▶ etc.

TYP 2 puzzolanische und latent-hydraulische Stoffe (z. B. AHWZ)

- ▶ Steinkohlenflugasche
- ▶ Braunkohlenflugasche
- ▶ Silicastaub
- ▶ Traß
- ▶ getemperte Gesteinsmehle
- ▶ Hüttensand
- ▶ etc.

2.3 k -WERT-KONZEPT

Anrechenbarer Bindemittelgehalt:

Gehalt, der sich zusammensetzt aus dem Zementgehalt und jenem Zusatzstoffgehalt des Typs II, der mit dem Faktor für die Berücksichtigung seiner Mitwirkung (k -Wert) multipliziert wird.



„Wasserbindemittelwert“ W/B -Wert = $\text{Wasser} / (\text{Zement} + k \times \text{Zusatzstoff})$

$k = 0,4$	Flugasche nach ÖNORM EN 450-1
$k = 0,4$	Hüttensand nach ÖNORM EN 15167-1
$k = 0,8$	AHWZ nach ÖNORM B 3309
$k = 2,0$	Silicastaub nach ÖNORM EN 13263-1

Maximale Zugabemenge für k -Wert-Konzept, % B_g		Berechnung $k = 0,8$	
Zementsorte	AHWZ	min. Zementgehalt	max. Zusatzstoffgehalt
CEM I	30	0,745 * B	0,319 * B
CEM II/A 32,5	15	0,878 * B	0,154 * B
CEM II/A (42,5 und höher)	20	0,833 * B	0,208 * B
CEM II/B (42,5 und höher)	10	0,918 * B	0,102 * B

B_g Gesamtbindemittelgehalt für k -Wert-Konzept
 B anrechenbarer Bindemittelgehalt

3

**BETONIEREN
BEI KÜHLER
ODER HEISSER
WITTERUNG**



3.1 BETONIEREN BEI KÄLTE

Achtung!

- ▶ Schalung von Schnee und Eis befreien
- ▶ Frischbeton darf nicht auf gefrorenem Beton aufgebracht werden
- ▶ Mindestbetontemperatur $+10\text{ °C}$ (wenn Lufttemperatur an der Baustelle $< +3\text{ °C}$)

Tipp:

- ▶ Schnell erhärtende Zemente (z. B. 42,5 R)
- ▶ Eventuell Verwendung von Erhärtungsbeschleuniger
- ▶ Ggf. Erwärmen der Gesteinskörnungen
- ▶ Wenn möglich Betonierzeit in die Mittagsstunden legen

Anmerkung: Ab einer Druckfestigkeit von $5,0\text{ N/mm}^2$ (Gefrierbeständigkeit) nimmt junger Beton keinen Schaden mehr. Die Zeit bis zum Erreichen der Gefrierbeständigkeit wird als Schutzzeit bezeichnet. In dieser Zeit ist darauf zu achten, dass die Betontemperatur an der Oberfläche nicht unter $+3\text{ °C}$ absinkt.

3.2 BETONIEREN BEI HITZE

Achtung!

- ▶ Kühlen des Frischbetons
- ▶ Kühlen des Bauteils (z. B. durch Beregnung, Vor-nässen der Armierung, Verwendung von Verdunstungsschutz, Schutz vor Sonneneinstrahlung)
- ▶ Entsprechende Einbaumaßnahmen festlegen

Tipp:

- ▶ Langsamer erhärtende Zemente (z. B. 32,5 N)
- ▶ Wenn möglich Betonierzeit auf die Abends- oder in die frühen Morgenstunden legen
- ▶ Eventuell Verwendung von Erstarrungsverzögerer
- ▶ Kühlen des Zugabewassers
- ▶ Ggf. Kühlen der Gesteinskörnungen



4

**LIEFERUNG
UND EINBAU
AUF DER
BAUSTELLE**

4.1 VERANTWORTLICHKEITEN



- ▶ Festlegung der Betonsorte
- ▶ Kontrolle der Betonsorte
- ▶ Identität der auf der Baustelle verwendeten Betonsorte



- ▶ Entwicklung und Eignungsprüfung von Betonsorten
- ▶ Konformität der gelieferten Betonsorten
- ▶ Lieferung von Frischbeton



- ▶ Bestellung der Betonsorte
- ▶ Einbau des Betons

4.2 FALLHÖHE UND SCHÜTTHÖHE

Die Fallhöhe muss gering gehalten werden, sonst kommt es zur Entmischung des Betons (konsistenzabhängig); empfohlene Höhe = max. 1,5 m (bei Sichtbeton 1,0 m)


4.3 WASSER- UND FLIESSMITTELZUGABE AUF DER BAUSTELLE

Wasserzugabe ist unzulässig, sonst werden die Festbetoneigenschaften des Betons verschlechtert. Ausnahme: wenn es auf dem Lieferschein angeordnet wird (Manometer verwenden).

TIPP:

Fließmittelzugabe in die Fahrmischertrommel ist erlaubt, wobei dann eine Mischzeit von mindestens einer Minute je m³ Beton, jedoch keinesfalls weniger als 5 Minuten, einzuhalten ist.

Achtung: Fließmittelzugabe erhöht den Wassergehalt - bei W/B-Wert berücksichtigen!



Die richtige Art der Verdichtung ist konsistenzabhängig

Beton mit einer Konsistenzklasse bis F52 rütteln

Beton mit einer Konsistenzklasse F59 stochern

Beton mit einer Konsistenzklasse von F66-F73 im Regelfall keine Verdichtung



5

**VERDICHTEN
DES BETONS**

INNENRÜTTLER

- ▶ Anwendung bei allen Betonstrukturen, außer bei beengten Platzverhältnissen
- ▶ Der Durchmesser der Rüttelflasche ist von der Bauteilabmessung abhängig
- ▶ Wird der Beton in mehreren Schichten eingebracht, so ist ab der zweiten Lage der Rüttler lotrecht ca. 10-15 cm tief in die darunter liegende, bereits verdichtete Schicht einzuführen. Ist der Beton in der unteren Lage bereits zu steif und ein Vernähen nicht mehr möglich, ist eine Arbeitsfuge auszubilden.
- ▶ Luftporenbeton darf nur so lange gerüttelt werden, als dies zum Erlangen eines geschlossenen Gefüges zum Austreiben größerer Luftblasen unbedingt notwendig ist.

SCHALUNGRÜTTLER

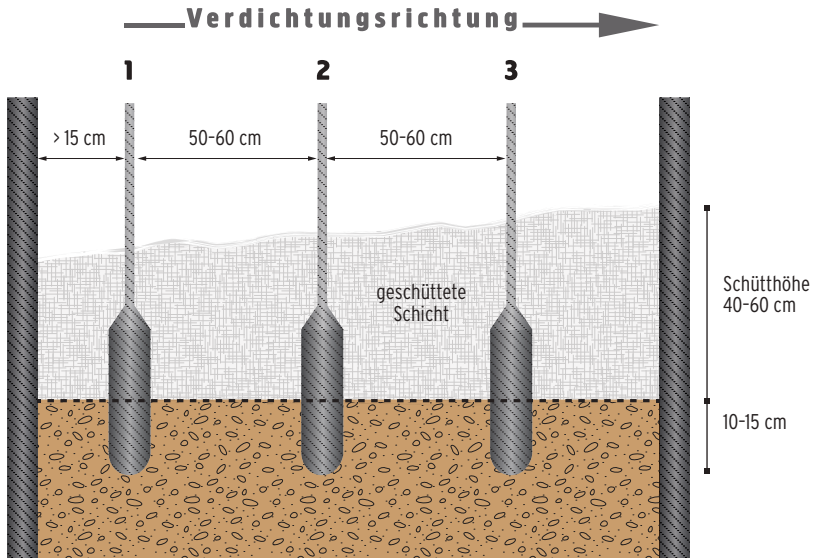
- ▶ Anwendung bei beengten Verhältnissen, wo der Flaschenrüttler nicht eingesetzt werden kann.

OBERFLÄCHENRÜTTLER

- ▶ Oberflächenrüttler (Rüttelbohlen oder Rüttelplatten) eignen sich zum Verdichten von mäßig dicken, waagrechten oder schwach geneigten Betonflächen.
- ▶ Im Allgemeinen können mit leichten Geräten Schichtdicken bis zu 20 cm verdichtet werden.
- ▶ Bei größeren Gesamtdicken als dem Wirkungsbereich des Rüttlers ist der Beton entweder lagenweise oder mit Hilfe von Innenrüttlern zu verdichten.

5.1 RÜTTELZEIT, EIN- UND AUSTAUCHEN

Die Rüttelflasche ist schnell und senkrecht einzutauchen. Es muss so lange gerüttelt werden, bis keine Luftblasen mehr austreten. Das Herausziehen muss langsam erfolgen, damit sich eine geschlossene Oberfläche ausbilden kann und Grobluftporen mit herausgezogen werden.



Faustformel: Der Abstand in „cm“ der Eintauchstellen soll nicht größer sein als der Durchmesser der Flasche in „mm“. Die obere Grenze sollte zwischen 50 cm und 60 cm liegen. Entmischungsfahr bei zu langem Rütteln!



6

BETONPRÜFUNGEN

6.1 BEGRIFFE

Konformitätsprüfung:

- ▶ Der Hersteller ist für die Produktionskontrolle (Qualitätsmanagement) verantwortlich.
- ▶ Alle Aufzeichnungen sind mindestens drei Jahre aufzubewahren.

Zusätzliche Aufgaben des Verwenders:

Zusätzliche Konformitätsnachweise durch den Verwender sind erforderlich, wenn dieser nicht mit dem Hersteller identisch ist:

- ▶ Wenn Beton nach der Übergabestelle durch den Verwender wesentlich verändert wird (z. B. Zugabe von Wasser, Zusatzmittel...).
- ▶ Wenn der Transport des Betons nicht im Verantwortungsbereich des Herstellers erfolgt.
- ▶ Bei Zweifel an der Qualität.

Konformitätskriterien für andere Eigenschaften als die Festigkeit:

(auszugsweise gemäß ÖNORM B 4710-1)

Anforderung	Eigenschaft	Grenzabweichung einzelner Prüfergebnisse von den Grenzen der festgelegten Klasse oder von den Toleranzen des Zielwertes	
		kleinerer Wert	größerer Wert
Ergebnis Eignungsprüfung	Rohdichte von Frischbeton	-50 kg/m ³	+50 kg/m ³
	Wassergehalt von Frischbeton	-20 kg/m ³	+10 kg/m ³
Grenzwert gemäß ÖNORM B 4710-1	W/B-Wert	-	+0,02
Ergebnis Eignungsprüfung	Bindemittelgehalt	-10 kg/m ³	-
Grenzwert gemäß ÖNORM B 4710-1 und/oder Eignungsprüfung	Luftgehalt im Frischbeton von Beton mit Luftporenbildner	-0,5% Absolutwert	+1,0% Absolutwert
Grenzwert gemäß ÖNORM B 4710-1	Luftporengehalt im Festbeton (L300)	-0,3%	-
	Luftporengehalt im Festbeton (Abstandsfaktor)	-	+0,03 mm
	Frischbetontemperatur	-1 K	+1 K
	Wassereindringtiefe	Keine Beschränkung	+5 mm
	Ausbreitmaß	-20 mm	+30 mm

▶▶▶▶ Konformitätsprüfungen sind im Formblatt 2 zu dokumentieren!

Überwachung und Zertifizierung:

Überwachung der Produktionskontrolle und der Konformitätsprüfungen erfolgt durch:

- ▶ Erstbewertung der Produktionskontrolle,
- ▶ Überwachungsvertrag,
- ▶ laufende Überwachung (mindestens 2x jährlich),
- ▶ Überwachungsbericht und Lieferverzeichnis.

Die Zertifizierungsstelle zertifiziert auf Grundlage des Berichtes der Überwachungsstelle.



Identitätsprüfung:

- ▶ Gibt an, ob ein definiertes Betonvolumen einer definierten Betonsorte zur selben Grundgesamtheit gehört, für die die Konformität durch den Hersteller beurteilt wurde.
- ▶ Erfolgt auf Veranlassung des Planers, Bauherrn nach Prüfplan bzw. bei Verdacht.
- ▶ Darf nicht vom Hersteller durchgeführt werden. Im Regelfall durch akkreditierte Prüfstelle durchzuführen.
- ▶ Unterlagen über Konformitätsprüfung sind der überprüfenden Stelle vorzulegen.

Bei Beton \geq C25/30 und/oder W/B \leq 0,55:

- ▶ ID-Prüfung erforderlich bei Gesamtkubaturen $>50 \text{ m}^3$
- ▶ Erste Prüfung bei Baubeginn, weitere mindestens alle 1200 m^3 (bei feingliedrigen Bauteilen alle 400 m^3)

Anmerkung: Die Identitätsprüfung erfolgt an einer verwendeten Betonsorte und gilt dann auch für alle anderen im Baulos verwendeten Betonsorten, auch wenn sie im Zuge der Identitätsprüfung nicht geprüft wurden. Im Regelfall ist der Hersteller von der beabsichtigten Identitätsprüfung vor deren Durchführung zu informieren.



Identitätsprüfungen sind im Formblatt 3-1 (bei Einverständnis des Herstellers) bzw. 3-2 zu dokumentieren!

Eignungsprüfung:

Prüfung vor Herstellungsbeginn des Betons, um zu ermitteln, wie ein neuer Beton zusammengesetzt werden muss, um alle festgelegten Anforderungen im frischen und erhärteten Zustand zu erfüllen.

Eignungsprüfungen sind zu wiederholen, wenn eine wesentliche Änderung entweder der Ausgangsstoffe oder der festgelegten Anforderungen eingetreten ist, die Grundlagen der vorgesehenen Prüfungen waren. Sie müssen weiters wiederholt werden, wenn nicht innerhalb von 2 Jahren eine Konformitätsprüfung mit der gleichen Betonzusammensetzung durchgeführt wurde.

Eine neuerliche Eignungsprüfung ist nicht erforderlich (ähnliche Betonzusammensetzung):

- ▶ bei Änderungen der Zemente innerhalb der Festigkeitsklasse von N auf R und/oder Erhöhung der Zementfestigkeitsklasse um maximal eine Festigkeitsklasse (eine Frischbetonprüfung ist in diesem Fall durchzuführen),
- ▶ bei Einhaltung der erforderlichen Vorhaltemaße:
 - Zementdosierung $\pm 15 \text{ kg/m}^3$,
 - Zusatzstoff Dosierung AHWZ $\pm 10 \text{ kg/m}^3$,
 - W/B-Wert maximal $\pm 0,02$,
- ▶ bei Konsistenzänderungen bei Interpolation aus bestehenden Mischungsverhältnissen (z. B. Eignungsprüfung F38 und F52 kann für F45 interpoliert werden),
- ▶ Größtkorn (GK) der Gesteinskörnungen: die nächsten benachbarten GK-Klassen, z. B. Eignungsprüfung GK 22 gilt auch für GK 16 und GK 32 (eine Frischbetonprüfung ist in diesem Fall durchzuführen),
- ▶ bei Änderung von Betonverflüssigern und/oder Fließmittel ist nur eine Frischbetonprüfung durchzuführen.



Eignungsprüfungen sind im Formblatt 1-1 und 1-2 zu dokumentieren!

Erhärtungsprüfung:

Feststellung der tatsächlichen Festbetoneigenschaften am Bauwerk zu einem bestimmten Zeitpunkt.








- ▶ Baustellenlagerung

Bauwerksprüfung:







- ▶ bei Nichtkonformitäten bei der Frisch- bzw. Festbetonkontrolle zur Prüfung der festgelegten Anforderungen im Bauwerk,
- ▶ bei Altbestand zur Feststellung der aktuellen Festbetoneigenschaften.



6.2 FRISCHBETONPRÜFUNGEN

Prüfung	Zweck	Anmerkung	Bild
Probenahme von Frischbeton	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung ▶ Sicherstellung einer homogenen Probe 	Abdeckung des Behälters! Bei kalten oder heißen Temperaturen muss ein Auskühlen oder Überhitzen des Probegutes verhindert werden.	
Ausbreitmaß/ Verdichtungsmaß	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung ▶ Überprüfung der Konsistenzklasse 	Ausbreitklassen < F38 sind mittels Verdichtungsmaß zu bestimmen.	
Frishbetonroh-dichte	<ul style="list-style-type: none"> ▶ für die Berechnung der Mischungszusammensetzung ▶ zur Berechnung des tatsächlichen W/B-Wertes 	Wird mit dem Luftporentopf überprüft.	
Luftporengehalt	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung ▶ für die Ermittlung des Luftporengehaltes im Frischbeton 	-	
Wassergehaltsbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung ▶ für die Berechnung der Mischungszusammensetzung 	Erfolgt durch Rückkröftung in der Mikrowelle (Alternativ auch mit Spiritus).	
W/B-Wert Berechnung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung 	-	
Frishbeton-temperatur	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung 	-	

6.3 FESTBETONPRÜFUNGEN

Prüfung	Zweck	Anmerkung	Bild
Hydratationswärmeentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung ▶ Aufzeichnung der Abbindewärme des Betons 	Wird mittels Temperaturdatenlogger aufgezeichnet.	
Druckfestigkeitsbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grenzwertgegenüberstellung 	-	
Wassereindringtiefe	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bestimmung der Beständigkeit gegen drückendes Wasser 	Probekörper wird einem genormten Wasserdruck ausgesetzt.	
Frostbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zur Prüfung der Beständigkeit gegen Frost 	Bei Betonen, die auf Grundlage von Richtlinien produziert worden sind, erfolgt die Beurteilung anstelle der Schalllaufzeitmessung mittels Bestimmung des statischen Elastizitätsmoduls.	
Frost- und Taumittelbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zur Prüfung der Beständigkeit gegen Frost und Taumittel 	-	
Luftporenkennwerte	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zur Beurteilung der Frost-Taumittelbeständigkeit 	Der Gehalt an Luftporen wird mittels Mikroskop ermittelt.	

7

NACHBEHANDLUNG DES BETONS





7.1 WARUM UND WIE?

Nachbehandlung umfasst Schutz des Bauteils vor:

- ▶ Wasserverlust
- ▶ Frost und Hitze
- ▶ Temperaturunterschieden
- ▶ zu früher mechanischer Belastung
- ▶ chemischen Angriffen

Mögliche Folgen von fehlender Nachbehandlung:

- ▶ Abfall der Festigkeit
- ▶ Neigung zur Absandung
- ▶ verminderte Witterungsbeständigkeit
- ▶ geringere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe
- ▶ Entstehung von Fröhschwindrissen
- ▶ erhöhte Gefahr späterer Schwindrissbildung
- ▶ Minimierung der Wasserundurchlässigkeit
- ▶ Reduzierung der Dauerhaftigkeit

Arten der Nachbehandlung:

- ▶ Belassen in der Schalung
- ▶ „Wässern“ der Betonoberfläche
- ▶ Auflegen von Folien
- ▶ Anwendung „chemischer“ Nachbehandlungsmittel



7.2 DAUER DER NACHBEHANDLUNG

Die Dauer der Nachbehandlung hängt wesentlich von der **Festigkeitsentwicklung** des Betons ab und muss so bemessen sein, dass auch die oberflächennahen Zonen eine ausreichende Festigkeit und **Dichtheit** des Betongefüges erreichen, die für die Dauerhaftigkeit der Betondeckung und damit für den Schutz der Bewehrung ausschlaggebend sind.

Die Festigkeitsentwicklung wiederum hängt eng mit der Betonzusammensetzung, der Frischbetontemperatur, den Umgebungsbedingungen und den Bauteilabmessungen zusammen.

Bei Betonen mit langsamer Festigkeitsentwicklung muss unter sonst gleichen Bedingungen von einem langsameren Erhärtungsverlauf ausgegangen werden als bei Betonen mit schnellerer Festigkeitsentwicklung.

Zulässige Betonsorte	Mindestdauer der Nachbehandlung bei Festigkeitsentwicklungsklasse*			
	ES	EM	EL	E0
X0	12 h	12 h	24 h	2 Tage
Sämtliche Festigkeitsklassen, XC1, XC2, XC3, XW1, XF1, XA1, XM1	2 Tage	3 Tage	4 Tage	7 Tage
Alle anderen Betonsorten	3 Tage	7 Tage	10 Tage	14 Tage

*Festigkeitsentwicklung des Betons:
schnell (ES); mittel (EM); langsam (EL); sehr langsam (E0)

Verlängerte Nachbehandlungsdauer:

- ▶ bei verzögertem Beton
- ▶ bei der Expositionsklasse XF4 ist auch bei ES eine Nachbehandlungszeit von mindestens 7 Tagen erforderlich
- ▶ bei Temperaturen der Betonoberfläche unter 0°C
- ▶ bei Beton mit Flugasche unter gleichzeitiger Abminderung des Zementgehalts und/oder Erhöhung des Wasserbindemittelwertes
- ▶ bei allen Bauteilen, an deren Oberflächen besondere Anforderungen gestellt werden (z. B. hoher Widerstand gegen Frost und Taumittleinwirkung, gegen chemischen Angriff, gegen Abrieb oder gegen das Eindringen von Flüssigkeiten und Gasen)

WESENTLICHE ÄNDERUNGEN NEUE ÖNORM B 4710-1

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Änderungen der ÖNORM B 4710-1: 2018 zu der ÖNORM B 4710-1: 2007 aufgezählt. Auf Grundlage dieser Änderungen wurde auch dieser Leitfaden erstellt.

- ▶ Anstelle der Expositionsclassen XC3 und XC4 wurden die Classen XW1 und XW2 für drückendes Wasser eingeführt.
- ▶ Die Regelkonsistenz wurde von F45 auf F52 erhöht.
- ▶ Die Grenzwerte für den Luftgehalt im Frischbeton bei XF2 und XF3 wurden erweitert.
- ▶ Anpassung der Wärmeentwicklungsklassen (WE1 bzw. WE2) mit Angabe der zu erwartenden Kerntemperatur bei üblichen Betonzusammensetzungen.
- ▶ Streichung der Betonkurzbezeichnung HL-B.
- ▶ Streichung von „SB“ (Sichtbeton) bei den Betonkurzbezeichnungen.
- ▶ Aufnahme von Mindestanforderungen für die Ausbildung des Personals des Herstellers.
- ▶ Reduktion der Intervalle für Identitätsprüfungen.
- ▶ Einführung eines zusätzlichen Formblattes 3-2 (3-1) für die Identitätsprüfung.
- ▶ Der Begriff Erstprüfung wurde durch Eignungsprüfung ersetzt.



8

NEUE ÖNORM

Die Errichtung und der Betrieb von Bau- und Infrastrukturprojekten ist komplex geworden. Ein zeitgemäßer und nachhaltiger Umgang mit der sensiblen Ressource „Grund und Boden“ bedarf exzellenter Fachexperten und innovativer, interdisziplinärer Teams. Nur auf diese Weise kann die Schonung der Umwelt und der vorhandenen Rohstoffe gewährleistet werden. Nur mit einem ganzheitlichen Blick auf die dynamischen Herausforderungen können Qualität und Sicherheit als solider Maßstab vorausgesetzt werden – für Bauherren, Kommunen, Länder und vor allem für nächste Generationen. Dafür stehen wir – darauf bauen wir als Tiroler Qualitätszentrum für Umwelt, Bau und Rohstoffe.

Der vorliegende Leitfaden erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben in diesem Leitfaden trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Autoren ausgeschlossen ist.

Unterstützt von:



Erstellt von:

TIQU –
Tiroler Qualitätszentrum für
Umwelt, Bau & Rohstoffe GmbH
Gewerbestraße 2a
6430 Ötztal Bahnhof

Ein Unternehmen der
TIWAG Gruppe

TIQU