

LABORÜBUNGEN



BETON

BETON

Allgemeines

Beton ist das erhärtete Gemisch aus Gesteinskörnung, Zement und Wasser. Zur Erzielung bestimmter Eigenschaften können dem Beton außerdem noch Zusatzmittel und Zusatzstoffe beigefügt werden. Die heutige Betontechnologie sieht ihn als Zweikomponentenbaustoff:

- **Zementleim :**

- **Gesteinskörnungen:**

Beton nach dieser Norm hat eine Rohdichte zwischen 2000 und 2800 kg /m³. Er kann auf der Baustelle, im Betonwerk hergestellt oder von Transportbetonwerken angeliefert werden.

Vorteile des Betons

Beton ist im plastischen Zustand unbeschränkt formbar. Nach der Erhärtung ist er druck- und verschleißfest, dicht, teuer- und witterungsbeständig. Ein Quellen tritt nicht auf, das Schwinden wird bei richtiger Zusammensetzung sehr klein gehalten. Beton hat hohe Schalldämmung und Wärmespeicherfähigkeit.

Nachteile des Betons

Bei bereits erhärtetem Beton ist eine nachträgliche Veränderung nicht möglich, Ausbesserungen sind meist

aufwendig. Die Wärmedämmung ist bei Normalbeton gering, kann aber durch Dämmstoffe verbessert werden. Chemische Einflüsse, wie Säuren, verschiedene Salze (z. B. Kunstdünger), Moorwässer und Industrieabwässer, die schädliche Stoffe enthalten, können zerstörend auf den Beton wirken.

Betongüte

Als Güte des Betons versteht man die Summe aller Eigenschaften, die vom frischen und vom erhärteten Beton verlangt werden (Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Beständigkeit gegen Frost, chemische Angriffe und Abrieb, Wasserundurchlässigkeit, Konsistenz, Verarbeitbarkeit, Eignung für Sichtbeton, für Unterwassereinbau, für Pumpförderung...)

Die Güte des Betons ist abhängig von:

- _____

- _____

- _____

Ausgangsstoffe des Betons

Die Ausgangsstoffe sind Zement, Wasser, Gesteinskörnung.

Zement

Für normgemäßen Beton dürfen nur Zemente verwendet werden, die der ÖNORM B EN 197-1 entsprechen.

Anmachwasser

Für die Herstellung von Beton ist jedes in der Natur vorkommende Wasser geeignet, soweit es keine Bestandteile enthält, die das Erhärten oder andere Eigenschaften des Betons nachteilig beeinflussen.

Geeignetes Anmachwasser:

Nicht geeignetes Anmachwasser:

- Wasser, das das Erhärten des Betons verzögert oder verhindert (z. B. Zucker oder Fettstoffe aus Industrieabwässern, Moorwässer).
- Wasser, das zur Korrosion der Stahleinlagen führt (Chloride, die mit Tausalzen oder Düngemittel in das Wasser gelangt sein können, oder chloridhaltige Mineralwässer).
- Wasser, welches die Druckfestigkeit des Betons stark herabsetzt (extrem hohe Sulfatgehalte, unter Umständen im Seewinkel, Burgenland).

GESTEINSKÖRNUNGEN (BETONZUSCHLÄGE)

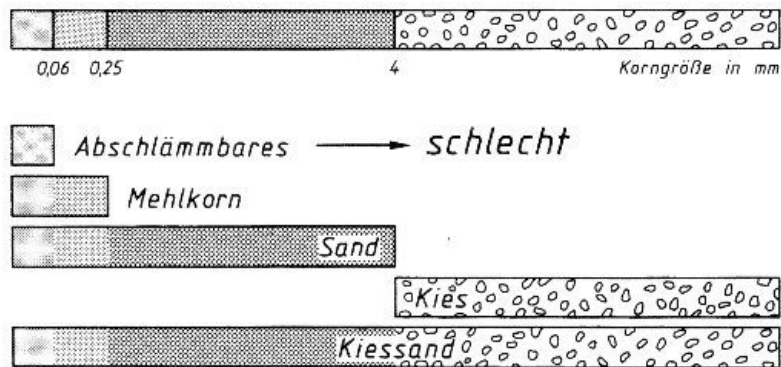
Korngrößen

Die Korngrößen der Gesteinskörnungen (Betonzuschläge) werden mit Maschen und Quadratlochs bestimmt. Siebversuche werden mit Sieben folgender Nennweiten in mm durchgeführt:

Maschensiebe: _____ mm

Quadratlochsiebe: _____ mm

Einteilung des Zuschlags nach der Korngröße:

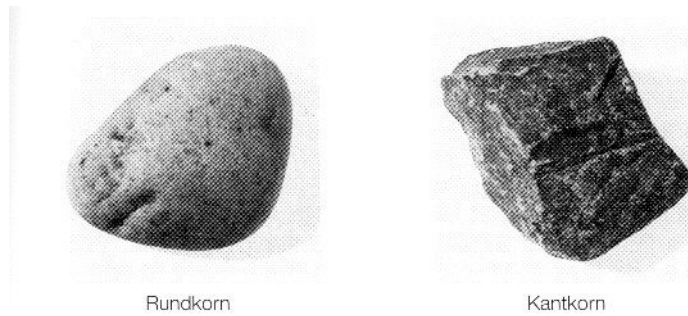


Kornoberfläche

Je rauer und kantiger die Oberfläche der Gesteinskörnung, umso größer ist die Haftfläche für das Bindemittel und damit die spätere Festigkeit des Mörtels bzw. Betons. Kantige Zuschläge lassen sich schwerer verdichten als runde.

Rundkorn (R) ist ein Korn, _____

Kantkorn (K) ist ein Korn, _____



Körnungen - Korngruppen

Für einen festen, dichten Beton oder Mörtel muss die Kornzusammensetzung so sein, dass die Hohlräume zwischen den großen Körnern durch kleinere ausgefüllt werden, so dass das Bindemittel nur zur Umhüllung der Körner und nicht zur Ausfüllung der Zwischenräume dient. Zu viele kleine Körner erfordern sehr viel Bindemittel.

	ungebrochen	gebrochen
0- 1mm	_____	_____
1- 4mm	_____	_____
4-32 mm	_____	_____
32-125 mm	_____	_____

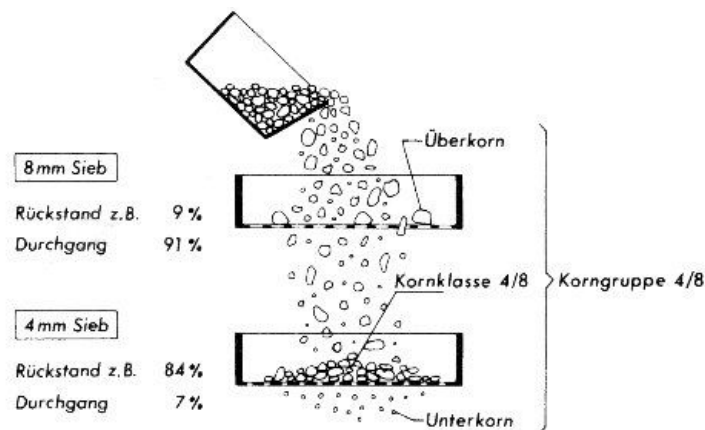
Korngemische

- Körnungen mit einem Größtkorn von mindestens 4mm
- Korngruppe ist ein Gemenge aus Körnern verschiedener Größe
- Sie entsteht durch Siebung der Gesteinskörnung im Werk
- Angabe eines Größt- und Kleinstkornes festgelegt (z.B. Korngruppe 4/8).
- Eine Korngruppe enthält Unterkorn und Überkorn.

Unterkorn und Überkorn

Unterkorn:

Überkorn:



GÜTEANFORDERUNGEN AN GESTEINKÖRNUNGEN (ZUSCHLÄGE)

Laut ÖNORM B3304 dürfen Gesteinskörnungen ohne ausreichende Prüfung zur Betonherstellung nicht verwendet werden.

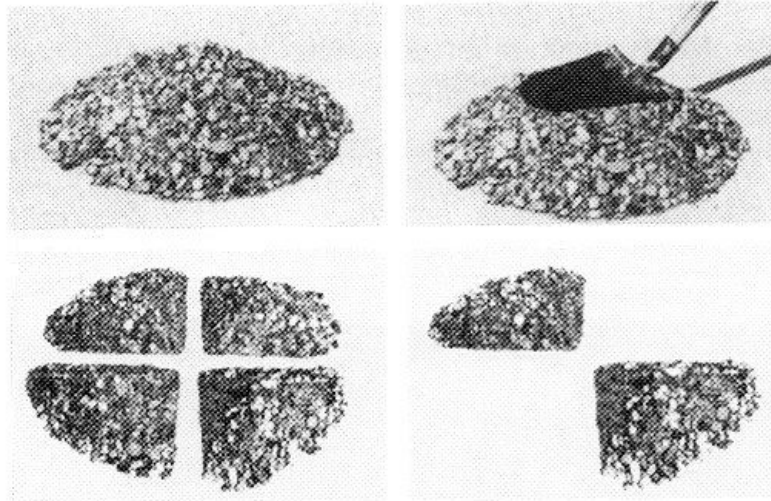
Die Güteprüfung erstreckt sich auf:

- _____
- _____
- _____
- _____

PRÜFUNG VON GESTEINSKÖRNUNGEN (ZUSCHLÄGEN)

Entnahme einer Zuschlagsprobe

Die Durchschnittsprobe soll mindestens viermal so groß sein wie die für den Versuch benötigte Stoffmenge. Die entnommene Menge wird auf einer festen, sauberen Unterlage in einem Kreise flach ausgebreitet, die Kreisfläche durch zwei rechtwinklig aufeinanderstehende Durchmesser in vier Teile zerlegt und aus zwei gegenüberliegenden Kreisausschnitten der Zuschlagstoff sauber entfernt. Mit dem verbleibenden Rest wird nach neuem Durchmischen und kreisförmigem Ausbreiten ebenso verfahren.



Augenscheinliche Beurteilung

a) Grobe Verunreinigungen wie:

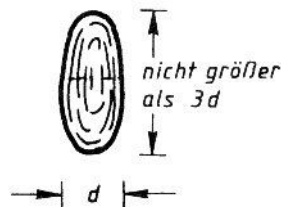
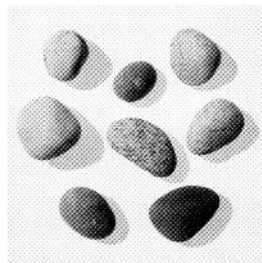
- Kohleteilchen, Lehmklumpen, Pflanzenreste, Torf und Holzteile dürfen in der Gesteinskörnung nicht enthalten sein. Sie beeinträchtigen Betonfestigkeit

b) Farbe:

- Die Reinheit der Gesteinskörnung ist an der Farbe leicht zu erkennen. (Farbveränderungen bei Lehm- und Humusbeimengungen.)

c) Kornform:

- Ein Korn gilt als ungünstig, wenn sein Verhältnis Länge zu Dicke größer als 3 : 1 ist. Der Anteil solcher Körner muss unter 20% (Masse) liegen.



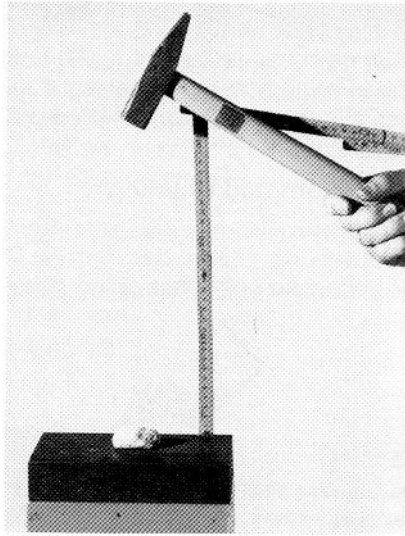
d) Sauberkeit:

- Oberfläche soll mäßig rau und frei von löslichen Krusten sein. (Beeinträchtigen Betonfestigkeit)

Festigkeit und Frostbeständigkeit

Bei der Verwendung von verwittertem und mürbem Gestein kann die geforderte Festigkeit und Frostbeständigkeit des Betons beeinträchtigt werden.

- Bestimmung des Mürbkorngehaltes _____
- Aus jeder Kornklasse mindestens _____ Körner
- Körner getrocknet, gewogen und _____ Stunden unter Wasser gelagert
- „verdächtigen“ Körner werden mit einem Hammerschlag auf einer harten Unterlage zerschlagen.



Gute Körner _____

Schlechte Körner _____

Verwendungsklasse I ("fest und frostbeständig")
höchstens 5% Mürbkorn.

Verwendungsklasse II ("fest") mit mehr als 5%
Mürbkorngehalt ,die eine vergleichende
Betonfestigkeitsprüfung bestanden haben.

Verwendungsklasse III gehören Zuschläge mit 5%
bis 20% Mürbkorngehalt ohne Nachweis der
Festigkeit und Frostbeständigkeit.

Humus und andere schädliche Bestandteile

Diese Stoffe sind gefährlich, weil bereits geringe Mengen die Erhärtung des Betons verzögern oder sogar verhindern können.

Humus

- Humus kann mit Natronlauge nachgewiesen werden
- 130 cm³ Gesteinskörnung im in einen Glaszylinder eingefüllt
- bei 130 und 200 cm³ mit Marken versehen und mit einem Gummi- oder Glasstopfen verschließbar ist.
- Gesteinskörnung mit 3%iger Natronlauge bis zum Teilstrich 200 cm³ übergossen.

- Flasche wird dicht verschlossen, etwa 1 Minute lang gut durchgeschüttelt und im Dunkeln abgestellt.
- nach 24 Stunden wird die Färbung festgestellt.

➤ farblos bis hellgelb: _____

➤ gelb, bräunlich, schwärzlich: _____

Andere organische Verunreinigungen

aus Industrieabwässern (Zucker, Papier, Zellstoff)

Schwefelverbindungen

Gips und andere schwefelhaltige Stoffe, die in Schlacke, Aschen, Ziegelsplitt oder Bauschutt enthalten sein können, führen zu Festigkeitsabfall und späteren Zerstörungen des Betons durch Treiben.

Chloride

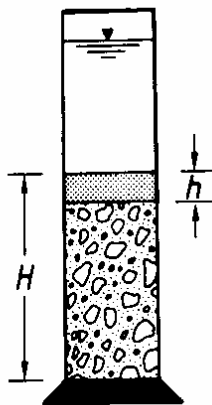
durch Düngemittel oder Rückstände von Salzstreuungen in den Gesteinskörnung kommen können, gefährden den Rostschutz der Stahleinlagen.

Abschlämmbares

Die feinsten Teilchen des Gesteinskörnung ($< 0,06$ mm) können an größeren Gesteinskörnern haften und verschlechtern die Bindung zwischen Korn und Zementstein, sie neigen zu Knollen- und Krustenbildung. Deshalb sind höchstzulässige Anteile an Abschlämmbarem vorgeschrieben.

Absetzversuch

- Messzylinder von 1000 cm³ wird bis etwa zur 500cm³-Marke mit dem Gesteinskörnungsanteil unter 4 mm Korngröße gefüllt.
- Gefäß wird bis knapp unter den oberen Rand mit Wasser gefüllt
- kräftig schütteln (1 Minute)
- Abstellen des Zylinders auf eine erschütterungsfreie Unterlage.
- nach einer Stunde, kann die Höhe der deutlich erkennbaren Schlammschicht sowie die Gesamthöhe der Gesteinskörnung gemessen werden.



Absetzversuch

$$h_{(\%)} = \frac{h}{H} \cdot 100$$

$h_{(\%)}$ soll kleiner sein als $h_{\max(\%)}$

$h_{\max(\%)}$ laut Tabelle

ABSCHLÄMMVERSUCH

Datum: _____

Versuchsbeginn: _____

Versuchsende: _____

Prüfer: _____

Körnung: _____

Probemenge in kg: _____

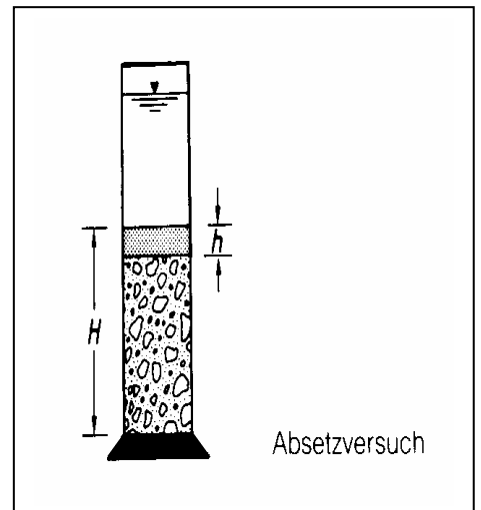
Gefäßgröße in cm³: _____

Höhe Zuschlag + Schlammschicht H: _____

Höhe Schlammschicht h: _____

$h_{(\%)} = (h / H) \cdot 100 =$ _____

$h_{\max(\%)} \text{ lt } \ddot{O}\text{norm} =$ _____



Beurteilung:

Siebversuch

Siebversuche dienen zur Feststellung und Überprüfung der Kornzusammensetzung. Sie sind auf der Baustelle mit den für die Betonbereitung bestimmten Zuschlägen wöchentlich (mindestens alle 15.000 t) durchzuführen.

Trockensiebung

Zum Siebversuch darf nur trockenes Siebgut verwendet werden, das vorher auf Blechen oder sonstwie sorgfältig getrocknet worden ist. Für den Trockensiebversuch muss ein Siebsatz mit folgenden Sieben zur Verfügung stehen:

Maschen

_____ mm

Quadratloch

_____ mm

Bei diesem Siebversuch wird das Siebgut oben in die übereinandergesetzten Siebe, das größte Sieb zuoberst, geschüttet. Die Siebe werden so lange gerüttelt, bis nahezu nichts mehr durchfällt. Dies wird für jedes einzelne Sieb über einer Papierunterlage nachgeprüft. Die Rückstände auf den einzelnen Sieben und der Durchgang durch das feinste Sieb werden, beim größten Sieb beginnend, nacheinander zusammengewogen.

Die Ergebnisse des Siebversuchs werden in Siebprotokolle eingetragen. Diese eingetragenen Massen dividiert man durch die Masse der gesamten Probe nach dem Versuch, multipliziert mit 100 und erhält so den Siebrückstand in %. Bildet man die Differenz des Siebrückstandes in % auf 100%, so erhält man den Siebdurchgang, welcher in ein Diagramm eingetragen und mit dem Sollbereich verglichen wird.

Aus der Lage der "Sieblinie" im Normdiagramm ist die Zusammensetzung des Zuschlages erkennbar: Je tiefer sie liegt, desto weniger Feinteile enthält der Zuschlag, je höher sie liegt, desto feinteilreicher ist er.

Werden bei dieser Ermittlung Abweichungen festgestellt, so sind die Anteile einzelner Korngruppen entsprechend der angestrebten Sieblinie des Korngemisches zu korrigieren.

Trocknen der Zuschläge

- _____ kg Probe auf Pfanne oder Blechtasse geben und wiegen - M_f .
- Probe in dünner Schicht in der Röstpfanne ausbreiten.
- Etwa ____l Spiritus mit der Probe gut vermischen; Gemisch in dünner Schicht ausbreiten und anzünden.
- Ständig rühren, bis die Flamme erloschen ist. Wenn die Probe noch nicht trocken ist, nochmals ca. _____l Spiritus aus einem kleinen offenen Gefäß begeben und Vorgang wiederholen.
- Wiegen der trockenen Probe - M_t .

Den Oberflächenwassergehalt w in % der trockenen Masse berechnet man dann aus:

$$\frac{\text{feuchte Probe } (M_f) - \text{trockene Probe } (M_t) \times 100}{\text{trockene Probe } (M_t)}$$

Beispiel für einen Siebversuch

Es soll die Kornzusammensetzung eines Kiessandes 0/30 mm durch einen Siebversuch festgestellt werden. Nach Entnahme einer Durchschnittsprobe und deren sorgfältiger Durchmischung wird ungefähr 1/4 ihrer Menge abgezweigt, getrocknet und gewogen.

Bei diesem Vorgang kann auch der Oberflächenwassergehalt des Zuschlages errechnet werden. Vor dem Trocknen haben wir ein Gewicht von $5,350\text{kg} = 5350\text{g}$ festgestellt. Nach dem Trocknen ergibt eine Gewichtsüberprüfung uns den Wert von 5150 g . Die Differenz $5350\text{g} - 5150\text{g} = 200\text{g}$ ist der Gewichtsverlust durch verdampftes Wasser. Der Oberflächenwassergehalt beträgt dann

$$(200 / 5350) \cdot 100 = 3,7\%.$$

Die abgewogene trockene Menge von 5150 g wird in das oberste Sieb 22 mm Lochweite eingefüllt, worauf der Siebsatz gehörig gerüttet wird. Es wird dann das oberste Sieb abgehoben und der Rückstand auf ihm in die Waagschale geschüttet. Er beträgt 150 g . Dieser Rückstand auf dem 12-mm-Sieb ist das Überkorn. Nach erneutem Rütteln des Siebsatzes wird das nächstfeinere (16-mm-)Sieb abgehoben und auf einer Papierbahn weitergerüttelt, bis fast nichts mehr durchfällt. Der Durchfall auf dem Papier wird in das nächstfeinere Sieb (8 mm), der Rückstand auf dem abgehobenen 16-mm-Sieb in die Waagschale geschüttet.

Er ergibt jetzt zusammen mit den 150 g , die als Rückstand auf dem 22-mm-Sieb bereits in der Waagschale liegen, eine Gesamtmasse von $1,35\text{ kg}$. In gleicher Weise wird fortgefahren. Der auf der Waage befindliche Zuschlag wird nicht entfernt; er bleibt liegen, und der Rückstand auf den einzelnen Sieben wird jeweils in die Waagschale hinzugeschüttet. So ergeben sich die in der Untersuchungsliste eingeschriebenen Gesamtrückstände.

Am Schluss wird der Durchgang durch das feinste Sieb vom Siebboden auf die Waage geschüttet. Da die gesamte Masse um nicht mehr als 1% von der ursprünglichen Masse der Probe abweicht, ist der Siebversuch gültig.

Die im Siebversuch eingetragenen Massen dividiert man durch die Gesamtmasse der Probe nach dem Versuch, multipliziert mit 100 und erhält den Siebrückstand in Der Siebdurchgang ist dann die Differenz auf 100 . Die Siebdurchgänge werden in das entsprechende Diagramm eingetragen.

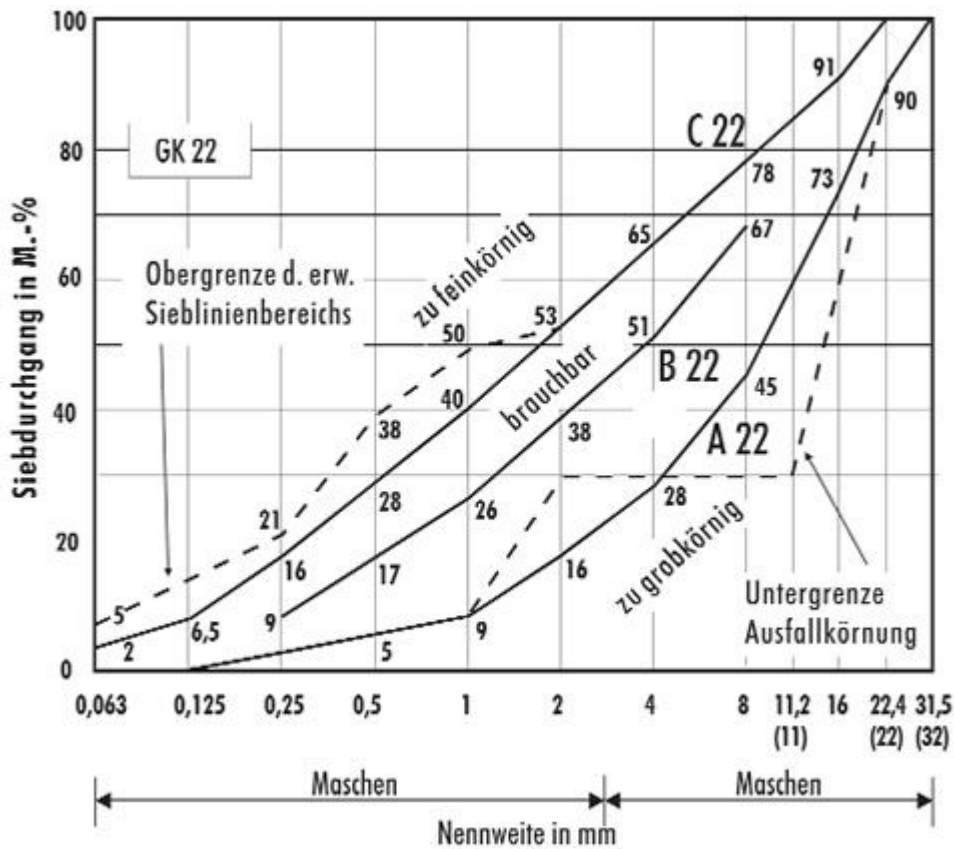
Baustelle: _____

Bezeichnung und Herkunft der Zuschläge: _____

Liefertag/Prüftag: _____

Zelle	Körnung	Probenmenge [kg]		Boden bzw 0,063	Nennweite																
1			Rückstand [kg]																		
2			Rückstand [%]																		
3			Durchgang [%]																		
1			Rückstand [kg]																		
2			Rückstand [%]																		
3			Durchgang [%]																		
1			Rückstand [kg]																		
2			Rückstand [%]																		
3			Durchgang [%]																		

Sieblinienbereiche



Sieblinienbereich **AB** ... _____
 Sieblinienbereich **BC** ... _____
 Sieblinienbereich **AC** ... _____

Auswahl der Sollsieblinie

- Günstig sind Sieblinien in der Mitte zwischen den Grenzsieblinien A und B.
- Für Sicht-, Pump- und Dichtbeton werden Sieblinien in der Nähe der Sieblinie B bevorzugt.
- Bei Beton mit niedrigen Festigkeitsklassen (bis C25/30) können auch Sieblinien im Bereich des erweiterten Sieblinienbereichs verwendet werden.

Bezeichnung der Gesteinskörnungen (Zuschläge)

Auf dem Lieferschein wird die Gesteinskörnung mit einer Kurzbezeichnung beschrieben. Sie enthält:

- Kornform: _____
- Verwendungsklasse: _____
- Kornzusammensetzung: _____
- Streubandbreite: _____
- Größtkorn: _____

Beispiel: RK I AB 16

Auswahl des Größtkorns

- __mm ... für dünnwandige Bauteile bis 8cm
- __mm ... für breitere Bauteile mit mehrlagiger Bewehrung bis 12cm Stärke.
- __mm ... für Stahlbetonbauteile mit einlagiger Bewehrung und einer Stärke über 12cm.
- __mm ... für dickwandige Bauteile über 20cm ohne Stahleinlage.

MISCHEN DES BETONS

Die Zusammensetzung des Betons hängt von den von ihm geforderten Eigenschaften ab.

Die Festigkeit und viele andere Güteeigenschaften des Betons hängen vom

Wasser-Bindemittel-Wert (W/B-Wert)

Er gibt an, wie viele Masseteile Wasser auf einen Masseteil Zement entfallen. Zum Beispiel haben wir Zementleim aus 5l Wasser(= 5 Masseteile) und 10 kg Zement (= 10 Masseteile) Daraus errechnen wir einen W/B-Wert von:

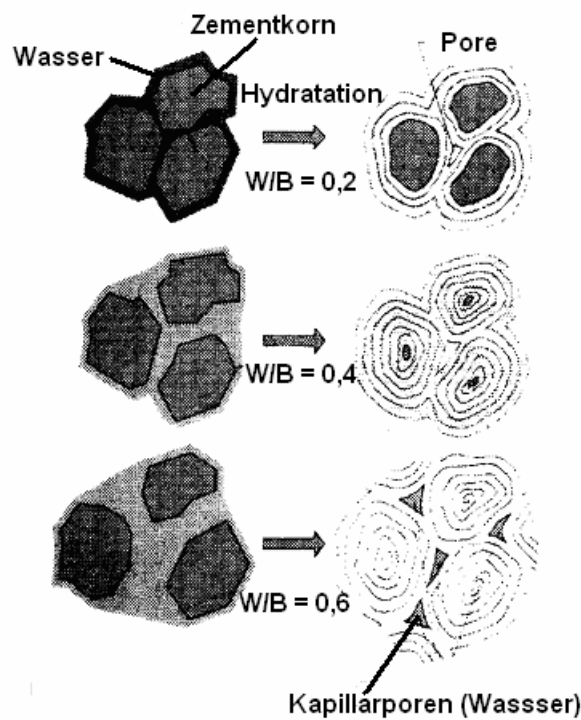
$$\boxed{\text{W/B} = 5 \text{ Teilen Wasser} / 10 \text{ Teile Zement} = 0,5}$$

Maßgebend für die Güte eines Betons ist der Wasser-Bindemittelwert. Er sagt, wie viel Liter Wasser auf 1 kg Zement entfallen. Bei der Berechnung oder Bestimmung des W/B-Wertes muss immer das gesamte im Beton enthaltene Wasser berücksichtigt werden.

Je niedriger der **W/B-Wert**, umso

Die Konsistenz des Betons hängt von der Zementleimmenge ab, nicht vom **W/B-Wert**. Wenn Beton weicher gemacht werden soll, muss außer dem Wasser auch so viel Zement beigegeben werden, dass der **W/B-Wert** gleich bleibt.

Der **Zusammenhang** zwischen **W/B-Wert** und **Betondruckfestigkeit** ist das wichtigste Gesetz der Betontechnologie.



W/B = 0,2: Für die vorhandene Zementmenge ist –

W/B = 0,4: Für die vorhandene Zementmenge ist –

W/B = 0,6: Für die vorhanden Zementmenge ist –

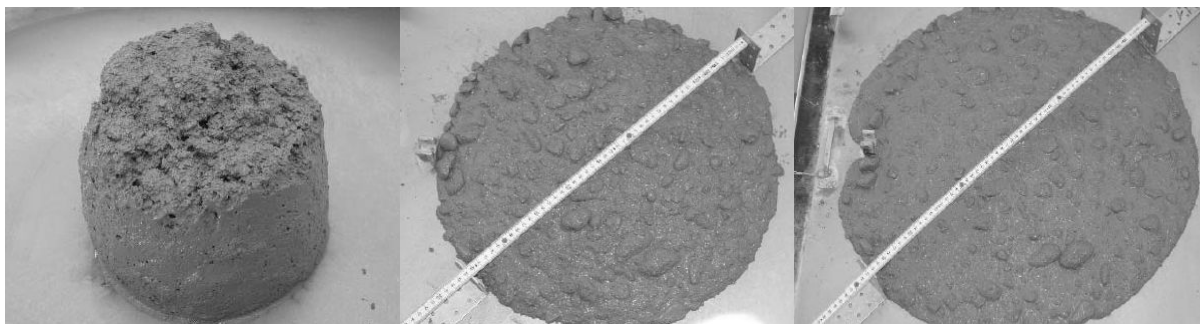
KONSISTENZBEREICHE

Es werden neun Konsistenzklassen unterschieden. Die Klassifizierung und Einteilung in eine Klasse erfolgt durch Bestimmung des Verdichtungs- oder Ausbreitmaßes.

FRISCHBETON - Konsistenz

• sehr steif	Verdichtungsmaß	C0	$v \geq 1,46$
• steif	Verdichtungsmaß	C1	v: 1,45 - 1,26
• steifplastisch	Verdichtungsmaß	C2	v: 1,25 - 1,11
• plastisch	Ausbreitmaß	F38	a: 35 - 41 cm
• weich	Ausbreitmaß	F45	a: 42 - 48 cm
• sehr weich	Ausbreitmaß	F52	a: 49 - 55 cm
• fließfähig	Ausbreitmaß	F59	a: 56 - 62 cm
• sehr fließfähig	Ausbreitmaß	F66	a: 63 - 69 cm
• extrem fließfähig	Ausbreitmaß	F73	a: 70 - 76 cm

Beispiel für Konsistenzklassen



C2 _____ F45 _____ F59 _____

Prüfen der Konsistenz Verdichtungsmaß

Man braucht dazu einen festen Behälter und ein Verdichtungsgerät. Am zweckmäßigsten ist eine Probewürfelform.

Vorgangsweise:

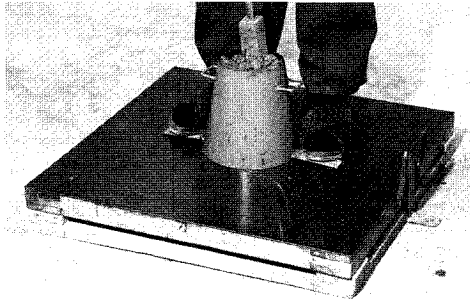
In die Form wird Beton lose aufgefüllt, bis er gehäuft voll ist. Ohne vorheriges Verdichten wird der überstehende Beton abgestrichen. Anschließend muss der Beton verdichtet und der Abstich an mindestens fünf Stellen vom oberen Rand bis zur Betonoberfläche gemessen und der Mittelwert ausgerechnet werden.

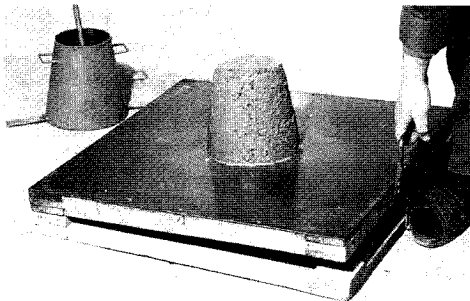
$$\text{Verdichtungsmaß } v = 20 / (20 - \text{Abstichgröße})$$

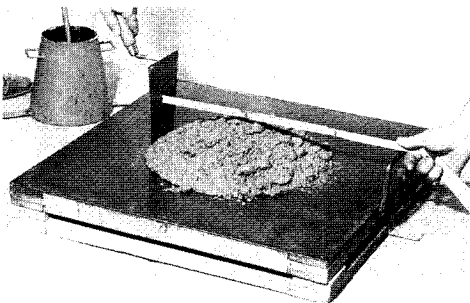
Ausbreitmaß

- Zur Bestimmung sind ein „Ausbreittisch“, ein kegelmstumpfförmiger Trichter und ein Stampfer mit 4 x 4 cm Stampffläche erforderlich.
- Oberfläche des Ausbreittisches und Innenfläche des Trichters mit einem Schwamm oder Tuch anfeuchten.
- Trichter mittig auf den Ausbreittisch stellen. Mit beiden Füßen auf die wegstehenden Halteeisen steigen.
- Beton in zwei etwa gleich hohen Schichten einfüllen. Jede Schicht wird mit 10 Stößen des Stampfers leicht verdichtet.
- Beton in Trichterhöhe mit einer Kelle abstreichen und Ausbreittisch mit einem feuchten Tuch oder Schwamm reinigen.
- Trichter 30 Sekunden nach dem Füllen hochziehen (senkrecht).

- Ausbreittisch am Handgriff 15-mal langsam bis zum Anschlag (4cm Höhe) hochziehen und wieder fallen lassen.
- Parallel zu den zueinander rechtwinkligen Kanten des Tisches den Durchmesser des Ausbreitkuchens messen. Der Mittelwert ist das Ausbreitmaß.







Beispiel:

Misst man z.B. in den zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen 36 cm und 38 cm, so ist das

Ausbreitmaß a = _____

Die Konsistenzklasse ist somit: _____

ANHANG

EXPOSITIONS-, FRISCH- UND FESTBETONKLASSEN

■ Expositionsklassen	Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko: X0
	Korrosion durch Karbonatisierung: XC
	Korrosion durch Chloride: XD
	Frostangriff mit und ohne Taumittel: XF
	Chemischer Angriff: XA
	Verschleißbeanspruchung: XM
■ Frischbetonklassen	Konsistenz: i.A. F45
	Größtkorn: GK4, 8, 11, 16, 22, 32, i.A. GK22
	Betonart: UB1, UB2, PB, SB, SCC
	Wärmeentwicklungsklassen: W40, W45, W55
	Beton mit geringer Blutneigung: BL
	Beton mit verlängerter Verarbeitungszeit: VV
	Beton mit verzögerter Anfangserhärtung: VA
	Erhärtungsverlauf: ES, EM, EL, EO, i.A. EM
	Beton mit reduziertem Schwinden: RS, RRS
■ Festbetonklassen	Druckfestigkeit: z.B. C25/30 (Normalbeton)
	Abreißfestigkeit: A1,0 A1,5 A2,0
	Spaltzugfestigkeit: z.B. TK2,0

FESTBETON - Druckfestigkeit

Druckfestigkeiten im Vergleich bei der Konformitätsprüfung (Mindestfestigkeit am 15 cm Würfel in N/mm²)

ON B 4710-1		
Festigkeitsklasse	MW von 3 Prüfungen	Min. Einzelwert
Nennfestigkeit/0,92 ± 4N/mm ² (0,95 ab C60/75)		
C8/10	15	7
C12/15	20	12
C16/20	26	18
C20/25	31	23
C25/30	37	29
C30/37	44	36
C35/45	53	45
C40/50	58	50
C45/55	64	56
C50/60	69	61
C55/67	77	69
C60/75	84	74
C70/85	94	84
C80/95	105	95
C90/105	116	106
C100/115	126	116

FRISCHBETON - Konsistenz

• sehr steif	Verdichtungsmaß	C0	v ≥ 1,46
• steif	Verdichtungsmaß	C1	v: 1,45 - 1,26
• steifplastisch	Verdichtungsmaß	C2	v: 1,25 - 1,11
• plastisch	Ausbreitmaß	F38	a: 35 - 41 cm
• weich	Ausbreitmaß	F45	a: 42 - 48 cm
• sehr weich	Ausbreitmaß	F52	a: 49 - 55 cm
• fließfähig	Ausbreitmaß	F59	a: 56 - 62 cm
• sehr fließfähig	Ausbreitmaß	F66	a: 63 - 69 cm
• extrem fließfähig	Ausbreitmaß	F73	a: 70 - 76 cm

Empfohlene Betonsorten u. damit abgedeckte Umweltklassen

Kurzbezeichnung*)	Betonart (abgedeckte Umweltklassen)	W/B-Wert	Luftgehalt in %
C20/25/B1	XC3	0,60	-
C25/30/B2	XC3/XD2/XF1/XA1L/SB	0,55	-
C25/30/B3	XC3/XD2/XF3/XA1L/SB	0,55	2,5 - 5,0
C25/30/B4	XC4 /XD2/XF1/XA1L/SB	0,50	-
C25/30/B5	XC4 /XD2/XF2/XA1L/SB	0,50	2,5 - 5,0
C25/30/B6/C ₃ A-frei **)	XC4/XD2/XF3/XA2L/XA2T/SB/C ₃ A-frei **)	0,45	2,5 - 5,0
C20/25/B7	XC4/XD3/XF4/XA1L/SB	0,45	4,0 - 8,0
C25/30/B8	XC3/UB1	0,60	-
C25/30/B9	XC3/UB2	0,60	-
C25/30/B10	XC3/XD2/XF1/XA1L/UB1	0,55	-
C25/30/B10/C ₃ A-frei	XC3/XD2/XF1/XA1L/XA1T/UB1/C ₃ A-frei	0,55	-
C25/30/B11	XC3/XD2/XF1/XA1L/UB2	0,55	-
C25/30/B11/C ₃ A-frei	XC3/XD2/XF1/XA1L/XA1T/UB2/C ₃ A-frei	0,55	-
C25/30/B12	XC4 /XD2/XF1/XA1L/UB1	0,50	-
C25/30/B12/C ₃ A-frei	XC4 /XD2/XF1/XA1L/XA1T/UB1/C ₃ A-frei	0,50	-

*) inklusive empfohlener Druckfestigkeitsklasse, **) Gesteinskörnung ≤ 4 mm mit CO₂ Gehalt ≤ 15 %

Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko **XO** (Dichte des Betongefüges)

Anforderungen für GK22	
X0: • unbewehrte Fundamente ohne Frost	Keine
X0: • Stahlbeton: in Gebäuden < 35 % relative Luftfeuchtigkeit	C16/20

Korrosion durch Karbonatisierung **XC** (Dichte des Betongefüges)

	Anforderungen für GK22
XC1: • permanent trocken (z.B. Wohn- und Bürobereich) • permanent nass (z.B. Fundamente im Grundwasser)	W/B \leq 0,70, Bindemittel \geq 260 kg/m ³
XC2: • nass, selten trocken (z.B. Hallenbäder, Viehställe) • nicht drückendes Grundwasser (Dichtheit egal)	W/B \leq 0,65, Bindemittel \geq 260 kg/m ³
XC3: • Wasserdruck 2 - 10 m (z.B. Wasserbauten, dichte Bauwerke)	W/B \leq 0,60, Bindemittel \geq 280 kg/m ³ oder Wassereindringtiefe < 50 mm
XC4: • Wasserdruck > 10 m (z.B. Wasserbauten, dichte Bauwerke)	W/B \leq 0,50, Bindemittel \geq 300 kg/m ³ oder Wassereindringtiefe < 25 mm

Korrosion durch Chloride **XD**

	Anforderungen für GK22
XD1: • mäßig feucht (z.B. chloridhaltige Sprühnebel)	W/B \leq 0,55, Bindemittel \geq 300 kg/m ³
XD2: • nass, selten trocken (z.B. Schwimmbäder, chloridhaltige Industrieabwässer)	W/B \leq 0,55, Bindemittel \geq 300 kg/m ³
XD3: • wechselnd nass, feucht (Parkdecks)	W/B \leq 0,45, Bindemittel \geq 320 kg/m ³

Frostangriff mit und ohne Taumittel **XF**

ohne Taumittel	Anforderungen für GK22
XF1: • mäßige Wassersättigung (senkrechte u. über 5 % geneigte Flächen)	W/B \leq 0,55, Bindemittel \geq 300 kg/m ³
XF3: • hohe Wassersättigung (waagrechte und unter 5 % geneigte Flächen, z.B. Käranlagen)	XF1 + 2,5 bis 5,0 % LP
mit Taumittel	Anforderungen für GK22
XF2: • mäßige Wassersättigung, Sprühnebelbereich (z.B. Brückenpfeiler)	W/B \leq 0,50 + 2,5 bis 5,0 % LP Bindemittel > 320 kg/m ³
XF2: • hohe Wassersättigung, Spritzwasserbereich (z.B. Straßen, Leitwände)	W/B \leq 0,45 + 4,0 bis 8,0 % LP Bindemittel \geq 340 kg/m ³

Chemischer Angriff **XA** (bei Gründungen, Tunnelbau, Abwässer)

	Anforderungen für GK22
XA1: • schwach (lösend XA1L, treibend XA1T)	W/B \leq 0,55 Bindemittel \geq 300 kg/m ³ , treibend: CEM HS (max. 3 % C ₃ A)
XA2: • mäßig (lösend XA21L, treibend XA2T)	W/B \leq 0,45 Bindemittel \geq 360 kg/m ³ , treibend: CEM C ₃ A-frei, lösend: Zuschlag \leq 4 mm CO ₂ < 15 %
XA3: • stark (lösend XA3L, treibend XA3T) (ÖNORM: B 5017)	W/Z \leq 0,35 + MS, treibend: CEM C ₃ A - frei, lösend: Zuschlag \leq 4 mm CO ₂ \leq 2 %

Korrosion durch Karbonatisierung **XC** (Dichte des Betongefüges)

Anforderungen für GK22	
XC1: • permanent trocken (z.B. Wohn- und Bürobereich) • permanent nass (z.B. Fundamente im Grundwasser)	W/B ≤ 0,70, Bindemittel ≥ 260 kg/m ³
XC2: • nass, selten trocken (z.B. Hallenbäder, Viehställe) • nicht drückendes Grundwasser (Dichtheit egal)	W/B ≤ 0,65, Bindemittel ≥ 260 kg/m ³
XC3: • Wasserdruck 2 - 10 m (z.B. Wasserbauten, dichte Bauwerke)	W/B ≤ 0,60, Bindemittel ≥ 280 kg/m ³ oder Wassereindringtiefe < 50 mm
XC4: • Wasserdruck > 10 m (z.B. Wasserbauten, dichte Bauwerke)	W/B ≤ 0,50, Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ oder Wassereindringtiefe < 25 mm

Korrosion durch Chloride **XD**

Anforderungen für GK22	
XD1: • mäßig feucht (z.B. chloridhaltige Sprühnebel)	W/B ≤ 0,55, Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XD2: • nass, selten trocken (z.B. Schwimmbäder, chloridhaltige Industrieabwässer)	W/B ≤ 0,55, Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XD3: • wechselnd nass, feucht (Parkdecks)	W/B ≤ 0,45, Bindemittel ≥ 320 kg/m ³

Frostangriff mit und ohne Taumittel **XF**

Anforderungen für GK22	
ohne Taumittel	
XF1: • mäßige Wassersättigung (senkrechte u. über 5 % geneigte Flächen)	W/B ≤ 0,55, Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XF3: • hohe Wassersättigung (waagrechte und unter 5 % geneigte Flächen, z.B. Kärnanlagen)	XF1 + 2,5 bis 5,0 % LP
mit Taumittel	
XF2: • mäßige Wassersättigung, Sprühnebelbereich (z.B. Brückenpfeiler)	W/B ≤ 0,50 + 2,5 bis 5,0 % LP Bindemittel > 320 kg/m ³
XF2: • hohe Wassersättigung, Spritzwasserbereich (z.B. Straßen, Leitwände)	W/B ≤ 0,45 + 4,0 bis 8,0 % LP Bindemittel ≥ 340 kg/m ³

Chemischer Angriff **XA** (bei Gründungen, Tunnelbau, Abwässer)

Anforderungen für GK22	
XA1: • schwach (lösend XA1L, treibend XA1T)	W/B ≤ 0,55 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ , treibend: CEM HS (max. 3 % C ₃ A)
XA2: • mäßig (lösend XA21L, treibend XA2T)	W/B ≤ 0,45 Bindemittel ≥ 360 kg/m ³ , treibend: CEM C ₃ A-frei, lösend: Zuschlag ≤ 4 mm CO ₂ < 15 %
XA3: • stark (lösend XA3L, treibend XA3T) (ÖNORM: B 5017)	W/Z ≤ 0,35 + MS, treibend: CEM C ₃ A - frei, lösend: Zuschlag ≤ 4 mm CO ₂ ≤ 2 %

Verschleißbeanspruchung XM

	Anforderungen für GK22
XM1: • mäßig (z.B. Wohnstraßen)	W/B ≤ 0,55 Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ , treibend: C25/30, 20 cm ³ /50 cm ² (Böhme)
XM2: • schwer (z.B. Straßen, schwere Stapler)	W/B ≤ 0,45 Bindemittel ≥ 340 kg/m ³ , ≥ C25/30, 15 cm ³ /50 cm ² (Böhme)
XM3: • extrem (z.B. Kettenfahrzeuge, Tosbecken)	W/B ≤ 0,45 Bindemittel ≥ 340 kg/m ³ , ≥ C35/45, 12 cm ³ /50 cm ² (Böhme)

LAFARGE PERLMOOSER PRODUKTE

WERK MANNERSDORF		WERK RETZNEI	
CEM II/B 32,5 N	der violette	CEM II/B 32,5 N	der violette
CEM II/B-M (S-L) 32,5 R	der rote	CEM II/B-M (S-L) 42,5 N	der TOProte
CEM II/A-S 42,5 N (DZ)	der graue	CEM II/B-S 42,5 N (DZ)	der graue
CEM II/A-M (S-L) 42,5 N WT 38	der schwarze	CEM II/A-M (S-L) 42,5 N WT 38	der schwarze
CEM II/A-S 42,5 R WT 42	der grüne	CEM II/A-S 42,5 R WT 42	der grüne
CEM I 52,5 R	der blaue	CEM I 52,5 R	der blaue
CEM I 32,5 R WT 33 C ₃ A-frei/HS C ₃ A-frei	der contragress	CEM II/A-S 42,5 N WT 33 C ₃ A-frei	der contragress
CEM I 42,5 R WT 38 C ₃ A-frei/HS C ₃ A-frei	der contragress	CEM I 42,5 R WT 38 C ₃ A-frei/HS C ₃ A-frei	der contragress
FLUAMIX C (AHWZ GC-HS)	Fluamix C	FLUAMIX C (AHWZ GC-HS)	Fluamix C