

allgemeines zu zement und beton

1. Was ist Beton?

Beton ist ein Gemenge aus Gesteinskörnung (Zuschlag), Zement als Bindemittel und Wasser, das in frischem Zustand plastisch ist, nach dem Einbringen erstarrt, mit fortlaufender Dauer erhärtet und je nach Anteil der einzelnen Komponenten steinartige Eigenschaften erreicht (fest, dauerhaft, ...), ähnlich dem in der Natur vorkommenden Konglomerat.

Kriterien des Betons

Die richtige Auswahl eines Betons hängt von folgenden Kriterien ab:

1.1. Statische Belastungen

Eigengewicht + Nutzlast + äußere und innere Belastungen

Festlegung von

- Druckfestigkeit
- Biegezugfestigkeit
- Spaltzugfestigkeit
- Abriebfestigkeit
- Betonrohddichte (Raumgewicht)
- E-Modul
- Baufortschritt
- Zementsorte

1.2. Physikalische Angriffe

Temperaturentwicklung des jungen Betons + Witterung + Frost + Taumittelangriff* + Hitze + mechanischer Abrieb.

Festlegung von

- Dichtheit (Wasserundurchlässigkeit)
- Frostbeständigkeit
- Frost-Taumittel-Beständigkeit*
- Art der Gesteinskörnung
- Zementart
- Zusatzmittel und Zusatzstoffe

* Angriff erfolgt physikalisch und chemisch

- Frischbetontemperatur
- Gestalt des Bauteils
- Betondeckung
- Abriebfestigkeit
- Schutzzeit (Nachbehandlung)

1.3. Chemische Angriffe

Angriffe durch Taumittel, Abwasser, Thermalwasser, Milch, Säuren, Laugen oder gipshaltige Wässer.

Erhebung der Konzentration der angreifenden Stoffe sowie der Rahmenbedingungen (z.B. Temperaturverhältnisse) ist unbedingt notwendig.

Festlegung von

- Angriffsart und Angriffsgrad
- Zementsorte
- Gesteinskörnung
- Dichtheit
- Weitergehende Schutzmaßnahmen (z.B. Beschichtung)
- Schutzzeit
- Betondeckung
- Gestalt des Bauteiles

1.4. Einbaubedingungen und Anforderungen an die Sichtfläche

Festlegung von

- Konsistenz
- Größtkorn der Gesteinskörnungen je nach Bewehrungsgrad und Gestalt des Bauteils
- Sieblinie
- Verarbeitungszeit
- Transport (Entfernung bis zum Einbauort)
- Förderung (Pumpe, Kran, Förderband, etc.)
- Verdichtung
- Schalung
- Nachbehandlung

9. Transportbeton

Mindestangaben bei Betonherstellung

Damit der gewünschte Beton auch wirklich geliefert werden kann, sind für die ordnungsgemäße Durchführung des Auftrages bei der Bestellung folgende Angaben erforderlich:

- Besteller und Baustelle, Auftraggeberanschrift
- Betonmenge
- Zeitpunkt der Lieferung bzw. Lieferfolge
- Betonart (Pumpbeton, usw.)
- Festigkeitsklasse
- Besondere Eigenschaften des Betons entsprechend den Umweltklassen der ÖNORM B 4710-1
- Konsistenz
- Größtkorn der Gesteinskörnung
- Eventuell Erhärtungsgeschwindigkeitsklasse
- Sonstige Forderungen (z.B. Zusatzmittel)
- Art der Abnahme, Abnahmeleistung je Std.
- Angaben über Zufahrtsbeschränkung

Achtung:

Nachträgliche Wasserzugabe bei der Lieferung von Transportbeton ist schädlich:

- Sie macht den Beton porös und wasserdurchlässig
- Sie fördert die Rissbildung des Betons und führt zum Absanden der Oberfläche
- Sie macht den Beton weniger widerstandsfähig gegen chemische Angriffe
- Sie fördert die Entmischungsneigung und verursacht unsaubere Sichtflächen und Sandnester
- Sie führt im Winter zu Frostschäden
- Sie vermindert die Festigkeit des Betons
- Verlangsamt die Erhärtung

10. Baustellenmischungen – Kleinbaustelle

Was man über Betonherstellung wissen muss

Zementlagerung

Die Abpackung des Sackzementes (in Säcken von je 25 kg) unmittelbar vor dem Versand garantiert, dass nur „frischer“ Zement die Werke verlässt.

Um das zu dokumentieren ist bei Lafarge Perlmöoser das Fülldatum der Zementsäcke auf jedem Sack abgedruckt.

Zement sollte nicht länger als drei Monate lagern und muss vor Nässe und Schmutz (Humus, Düngemittel etc.) sorgfältig geschützt werden.

Wird Sackzement zwischen Auslieferung und Verwendung zu lange oder ungeschützt gelagert, kann er, trotz Verpackung Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und erhärten. Harte Zementknollen (die nicht mehr mit der Hand zerdrückt werden können) dürfen nicht verarbeitet werden, weil dieser Zement nicht mehr seine volle Bindekraft hat.

Das Wasser

Jedes normale Trinkwasser aus Leitungen und Brunnen ist zum Mischen des Betons geeignet. Sauberes und geruchfreies Wasser aus Bächen und Flüssen kann ebenfalls verwendet werden, wenn diese nicht aus Moorgebietern kommen oder Industrieabwässer beinhalten.

Steifer Beton – weicher Beton (Konsistenz des Frischbetons)

Der in der Schalung eingebrachte Beton muss verdichtet werden, weil er sonst Lufteinschlüsse enthält, die im erhärteten Beton große Poren bilden und die Festigkeit und Beständigkeit herabsetzen würden.

Ob steifer oder weicher Beton benötigt wird, ergibt sich aus der Form und Größe des Bauteiles und den Verdichtungsmöglichkeiten (Stampfen, Rütteln, Stochern). Steifer Beton enthält mehr Luft und ist schwerer zu verdichten als weicher Beton.

Auf Kleinbaustellen gibt es kaum leistungsfähige Rüttler wie auf Großbaustellen und in Fertigteilwerken. Eine praktisch vollständige Verdichtung ist aber Voraussetzung für guten Beton.

Darum wird man den Beton so weich machen, dass er durch Stochern verdichtet werden kann und wenn Stahl-

baustellenmischungen

einlagen vorhanden sind, diese satt umhüllt. Dieser Beton verhält sich beim Schütten leicht fließend, darf aber nicht „rinnen“, weil er sich sonst entmischen würde. Das heißt, dass sich der Zementleim vom Grobzuschlag trennen würde. Entmischter Beton ist schlechter Beton.

Eine bestimmte Betonfestigkeit kann sowohl mit weichem als auch mit steifem Beton erreicht werden. Weichen Beton darf man aber nur so herstellen, dass man mehr Zementleim verwendet und nicht einfach mehr Wasser beigibt (wodurch der Zementleim eventuell bis zur Unbrauchbarkeit verdünnt werden würde).

Mischen des Betons

Welche Menge Zement, Wasser (die zusammen den Zementleim bilden) und Zuschlag braucht man nun, um guten Beton herzustellen? Wie mischt man richtig?

Gleichbleibende Betonfestigkeit erreicht man nur, wenn das Masseverhältnis Wasser zu Zement, der schon erwähnte W/B-Wert, gleich bleibt.

Die nachstehend angeführten Mischtabellen sind für die am häufigsten vorkommenden Mischerinhalte aufgestellt worden. Für nicht angeführte Mischerinhalte wird empfohlen, den nächst kleineren Tabellenwert zu verwenden. Eine etwas geringere Mischbetonmenge je Mischung bringt bessere Durchmischung und schont den Antriebsmotor.

Der Feuchtigkeitsgehalt des Zuschlages wurde in die Tabellen mit eingerechnet, so dass folgendermaßen unterschieden werden muss:

- Trockener Zuschlag: trocken gewonnener Zuschlag (Grubenschotter) sowie nass gewonnener Zuschlag (Flussschotter) nach Lagerung auf Deponie, jedoch nicht regendurchnässt.
- Nasser Zuschlag: unmittelbar nach starken oder langen Regenfällen oder unmittelbar nach Gewinnung aus Fluss oder Teich.

Diese Unterscheidung macht es möglich, Zuschläge mit verschiedener Eigenfeuchte zu verwenden, ohne durch unzulässige Verdünnung des Zementleims die Festigkeit des erhärteten Betons zu vermindern. Er ist aus der entsprechenden Tabelle zu wählen. Eine weitere Berücksichtigung der Eigenfeuchte der Zuschläge ist nicht notwendig.

Aus den Tabellen kann in Abhängigkeit der jeweiligen Mischergröße der Zement- und Wasserbedarf für die

Herstellung von einer Mische weichem Beton (F45) abgelesen werden.

Nenninhalt des Mixers in l	70 - 85	130 - 155	255 - 315	510 - 630	
Betonmenge (verdichtet) in l	45 - 55	85 - 105	170 - 210	340 - 420	
Mindestzementmenge	12,5	25	50	100	
Betonsorte	Zement Festigkeitsklasse	Maximal zulässige Wasserzugabe in Liter			
C12/15/X0	CEM 32,5	7,0	14,5	29,0	58,0
C16/20/X0	CEM 32,5	6,5	13,0	26,0	52,0
C20/25/XC2	CEM 32,5	5,5	11,0	22,5	45,0
C20/25/XC1	CEM 32,5	5,5	11,5	23,0	46,0
C25/30/XC1	CEM 42,5	6,0	12,0	24,0	48,0

Tabelle für trockenen Zuschlag

Nach den Angaben dieser Tabellen wird weicher Beton hergestellt, der wie schon im Abschnitt über die Konsistenz erklärt wurde, für Kleinbaustellen besonders geeignet ist.

Nenninhalt des Mixers in l	70 - 85	130 - 155	255 - 315	510 - 630	
Betonmenge (verdichtet) in l	45 - 55	85 - 105	170 - 210	340 - 420	
Mindestzementmenge	12,5	25	50	100	
Betonsorte	Zement Festigkeitsklasse	Maximal zulässige Wasserzugabe in Liter			
C12/15/X0	CEM 32,5	5,5	11,5	23,0	46,0
C16/20/X0	CEM 32,5	5,0	10,0	20,0	40,0
C20/25/XC2	CEM 32,5	4,0	8,0	16,5	33,0
C20/25/XC1	CEM 32,5	4,0	8,5	17,0	34,0
C25/30/XC1	CEM 42,5	4,5	9,0	18,0	36,0

Tabelle für nassen Zuschlag

Steifer Beton darf nur verwendet werden, wenn kräftige Rüttler, oder andere geeignete Verdichtungsgeräte vorhanden sind. Für Stahlbeton ist er nicht zu empfehlen, weil Nester schwer zu vermeiden sind und die Stahleinlagen rosten würden. Wenn ausnahmsweise steifer Beton hergestellt wird, so ist die Wassermenge bei trockenem Zuschlag um ein Sechstel, bei nassem um ein Fünftel (oder 17 bzw. 21 %) zu verringern, weil bei der größeren Zuschlagbeigabe mehr Wasser mit dem Zuschlag in den Mischer kommt, der steife Beton aber weniger Wasser braucht. Die Zementmenge darf dabei nicht verringert werden.

baustellenmischungen

Mischvorgang

Abmessen der Zementmenge

Es lohnt immer, die richtige und gleichbleibende Zementzugabe durch Messen mit einem Hohlmaß unter vorhergehendem Wiegen zu sichern. Als Hohlmaß kommen in Frage:

- **Messkistchen:** Ein Messkistchen aus Holz ist so anzufertigen, dass es, bis zum Rand gefüllt, die gewünschte Menge fasst.
- Bei kleineren Mengen hat sich ein *Baueimer* bewährt, der im Innenbereich meist auch eine Literteilung aufweist. Wenn der Eimer für die Zementmenge je Mischung zu klein ist, muss man diese auf zwei oder mehrere Maßfüllungen aufteilen.

Der Zement wird aus dem Sack in ein großes Gefäß (z.B. Scheibtruhe, Mörtelkasten) geleert. Von dort wird mit einer Schaufel das Messgefäß bis zum Rand bzw. bis zur entsprechenden Markierung gefüllt.

In Fällen, wo die erforderliche Zementzugabemenge gerade einem halben Sackinhalt entspricht, kommt auch Sackteilung durch Schaufelschnitt in Frage (man merkt sich dazu bei einmal durchgeführter, genau gemessener Teilung die entsprechende Stelle der Sackbeschriftung!). Der Zementsack wird auf eine eingeebnete Stelle oder auf ein Brett gelegt (nicht auf Gras oder Erde – es besteht sonst die Gefahr der Verschmutzung durch Humus) und mit einer Schaufel geteilt. Noch ein guter Tip: Ein kurzes Stück Bewehrungseisen wird mittig unter den Sack gelegt. Nach dem Schaufelschnitt wird das Eisen waagrecht angehoben, die zwei Sackhälften stehen dann nebeneinander. Werden halbe Säcke für die Mische verwendet, sollte das Gewicht dieser Hälften mit 12 kg (statt 12,5 kg) angesetzt werden, um die Ungenauigkeit des Sackschnittes zu berücksichtigen.

Vormischen des Zementleims

- a. Wasser in den Mischer geben. Die Menge richtet sich nach der Frischbetonmenge (bzw. der Mischergröße), der verlangten Betonfestigkeit, der Feuchtigkeit des Zuschlags und der gewünschten Konsistenz. Sie ist der Mischtablette bzw. den Anwendungen in Kapitel 5 zu entnehmen.
- b. Geringe Menge Zuschlag in den Mischer geben (3 bis 5 Schaufeln). Dies verhindert bei der nachfolgenden Zementzugabe ein Ankleben des Zementes an der Mischerwandung.

- c. Zement in den Mischer geben. Die zur gewählten Wassermenge zugehörige Zementmenge ist der Mischtablette zu entnehmen. Die abgemessene Zementmenge muss erforderlichenfalls schaufelweise in den Mischer gegeben werden, um ein Ankleben an der Mischerwandung zu verhindern.
- d. Wasser + Zement durchmischen. Dies muss so lange geschehen, bis keine Zementklumpen mehr erkennbar sind, meist etwa 30 Sekunden bis eine Minute (im Zweifelsfall besser länger).

Vermischen des Zementleims mit dem Zuschlag

- a. Zuschlag in den Mischer schaufeln. Nur soviel Zuschlag in den Mischer schaufeln, bis der Beton die gewünschte Konsistenz (plastisch, weich) erreicht hat. Je mehr Zuschlag dazukommt, desto steifer wird der Frischbeton. Bei der Entnahme des Zuschlags vom Haufen ist zu beachten, dass sich größere Steine häufig am Fuß des Zuschlaghaufens ansammeln. So sollte abwechselnd von der Spitze, aus der Mitte und vom Fuß des Haufens der Zuschlag schaufelweise entnommen werden.
- b. Durchmischen des Betons. So lange weitermischen, bis der Beton gleichmäßig durchgemischt ist. Dies dauert etwa drei Minuten. Keinesfalls darf länger als zehn Minuten gemischt werden, weil der Beton sonst vorzeitig ansteifen kann und sich nicht mehr ordnungsgemäß verarbeiten lässt. Die beste Mischwirkung wird bei möglichst waagrecht Trommelachse erreicht.

Betonverarbeitung

Beton sollte erst dann gemischt werden, wenn er auch sofort verarbeitet werden kann. Auf alle Fälle soll er spätestens eine Stunde – im Sommer eine halbe Stunde – nach dem Mischen fertig eingebracht und verdichtet sein, da er später infolge beginnenden Ansteifens (Abbinden, Erstarren) nicht mehr gut verdichtet werden kann.

Der Frischbeton ist vom Mischer bis zur Einbaustelle so zu transportieren, dass er sich nicht einmischet (Scheibtruhe, Trichter, Rohre usw.), Fallhöhen über einen Meter sollten vermieden werden.

Der in die Schalung eingebrachte Beton muss unbedingt sorgfältig verdichtet werden! Frischbeton enthält durch den Mischvorgang (besonders bei steifer Konsistenz) viel eingeschlossene Luft, die durch die richtige Verdichtungsart entfernt werden muss.

Konsistenz:	Verdichtung durch:	Verdichtungs-aufwand:
steif	Kräftiges Rütteln oder festes Stampfen	groß
weich	Stochern oder leichtes Rütteln, eventuell Klopfen an der Schalung	klein

Sorgfältige Verdichtung ist auch deshalb wichtig, weil nur dann die Betonflächen nach dem Entschalen geschlossen und frei von Nestern sein können. Dies ist nicht nur wegen des besseren Aussehens wichtig, sondern auch wegen der Wetterbeständigkeit des Betons. Bei Stahlbeton ist eine geschlossene Oberfläche zum ausreichenden Schutz der Bewehrung gegen Rosten (mindestens 3,0 cm Dicke, dichte Betonüberdeckung) besonders wichtig. Dort, wo der frische Beton auf oder an einen schon erstarrenden oder erhärtenden Beton eingebaut wird, entstehen Arbeitsfugen. Diese müssen vor dem Anbetonieren gesäubert und von der überschüssigen Zementschlempe befreit werden. Eine gute Verbindung wird auch durch Steckisen erreicht, die beim Erreichen einer Arbeitsfuge in den Frischbeton eingebaut werden und zur Hälfte in den nächsten Betonierabschnitt reichen.

Wichtige Ausführungsregeln für Stahlbeton

Die erforderliche Stahlbewehrung ist immer nach den Angaben des Statikers einzulegen und ihrer Lage zu sichern. Auf die oben liegende Bewehrung von Kragplatten (bei Balkonen u. dgl.) muss besonders geachtet werden.

Damit die Bewehrung im Stahlbeton nicht rostet ist eine Mindestüberdeckung der Stahleinlagen notwendig. Dieser Mindestabstand von der Betonoberfläche, die der Schalungsoberfläche entspricht, muss mindestens 3 cm betragen, weil sonst der Stahl rosten kann. Der Abstand muss durch Abstandsteine oder Abstandhalter gesichert werden, deren Abstand voneinander höchstens 1 m betragen darf. Es ist gefährlich, auf Abstandhalter zu verzichten und statt dessen beim Betonieren die horizontal liegenden Stahleinlagen anzuheben, weil dadurch die richtige Lage der Stahlstäbe nicht mehr gesichert ist (Rostgefahr bei zu geringerer Überdeckung, verminderte Tragfähigkeit bei zu großer Überdeckung). Bei besonderer Beanspruchung des jeweiligen Bauteiles muss die entsprechend größere Betonüberdeckung vom Statiker festgelegt werden.

Nachbehandlung

Der verdichtete frische Beton muss unbedingt vor zu raschem Austrocknen geschützt werden!

Die Umbildung von Zement + Wasser zu Zementstein dauert längere Zeit, sie ist erst nach etwa ein bis zwei Jahren vollständig abgeschlossen. Kritisch ist allerdings nur die erste Zeit nach dem Betonieren. Verliert der junge („grüne“) Beton das benötigte Wasser durch Austrocknen (Wärme, Sonneneinstrahlung, Wind) zu rasch, so bleibt ein Teil des Zementes ungenutzt, was sich wie eine zu geringe Zementzugabe zum Beton auswirken kann (Festigkeitsverlust). Außerdem können Schwindrisse entstehen.

Grundsätzlich sollte die Nachbehandlung zum frühestmöglichen Zeitpunkt beginnen.

Der Schutz gegen vorzeitige Austrocknung muss mindestens drei Tage wirksam bleiben. Allgemein gilt: je länger, desto besser. Natürlich schützt die Schalung gegen Austrocknung.

Wenn geschalte Betonflächen früher als nach drei Tagen ausgeschalt werden, müssen auch diese Flächen gegen vorzeitiges Austrocknen geschützt werden.

Gegen vorzeitiges Austrocknen schützt

Besprühen der Oberfläche mit Wasser (ohne dabei die Oberfläche durch direkten Wasserstrahl auszuwaschen!). Das Besprühen muss mehrmals wiederholt werden! (Das Austrocknen macht keine Wochenendpause!) Wenn auf eine ausgetrocknete heiße Betonoberfläche kaltes Wasser aufgebracht wird, können Risse entstehen. Darum wäre es in manchen Fällen zweckmäßig, die Betonoberflächen mit einem durchlöcherten Schlauch zu berieseln.

Besser ist aber:

Abdecken der Oberfläche mit Plastikfolien sofort nach dem Verdichten über einen Zeitraum von mindestens 3 Tagen (die Folien müssen aber in ihrer Lage gesichert werden; besonders bei Wind wichtig!)

Bei größeren Baustellen ...

kann ein Besprühen mittels Obstbaum- oder Malerspritze der Oberfläche mit einem besonderen Nachbehandlungsmittel (Lösung oder Emulsion; im Baustoffhandel erhältlich) am zweckmäßigsten sein. Es ist soviel Mittel aufzutragen, dass die Oberfläche gleichmäßig bedeckt ist, das Mittel aber noch nicht abrinnt oder auf waagerechten Flächen Pfützen bildet.

9. Transportbeton

Mindestangaben bei Betonherstellung

Damit der gewünschte Beton auch wirklich geliefert werden kann, sind für die ordnungsgemäße Durchführung des Auftrages bei der Bestellung folgende Angaben erforderlich:

- Besteller und Baustelle, Auftraggeberanschrift
- Betonmenge
- Zeitpunkt der Lieferung bzw. Lieferfolge
- Betonart (Pumpbeton, usw.)
- Festigkeitsklasse
- Besondere Eigenschaften des Betons entsprechend den Umweltklassen der ÖNORM B 4710-1
- Konsistenz
- Größtkorn der Gesteinskörnung
- Eventuell Erhärtungsgeschwindigkeitsklasse
- Sonstige Forderungen (z.B. Zusatzmittel)
- Art der Abnahme, Abnahmeleistung je Std.
- Angaben über Zufahrtsbeschränkung

Achtung:

Nachträgliche Wasserzugabe bei der Lieferung von Transportbeton ist schädlich:

- Sie macht den Beton porös und wasserdurchlässig
- Sie fördert die Rissbildung des Betons und führt zum Absanden der Oberfläche
- Sie macht den Beton weniger widerstandsfähig gegen chemische Angriffe
- Sie fördert die Entmischungsneigung und verursacht unsaubere Sichtflächen und Sandnester
- Sie führt im Winter zu Frostschäden
- Sie vermindert die Festigkeit des Betons
- Verlangsamt die Erhärtung

10. Baustellenmischungen – Kleinbaustelle

Was man über Betonherstellung wissen muss

Zementlagerung

Die Abpackung des Sackzementes (in Säcken von je 25 kg) unmittelbar vor dem Versand garantiert, dass nur „frischer“ Zement die Werke verlässt.

Um das zu dokumentieren ist bei Lafarge Perlmöoser das Fülldatum der Zementsäcke auf jedem Sack abgedruckt.

Zement sollte nicht länger als drei Monate lagern und muss vor Nässe und Schmutz (Humus, Düngemittel etc.) sorgfältig geschützt werden.

Wird Sackzement zwischen Auslieferung und Verwendung zu lange oder ungeschützt gelagert, kann er, trotz Verpackung Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und erhärten. Harte Zementknollen (die nicht mehr mit der Hand zerdrückt werden können) dürfen nicht verarbeitet werden, weil dieser Zement nicht mehr seine volle Bindekraft hat.

Das Wasser

Jedes normale Trinkwasser aus Leitungen und Brunnen ist zum Mischen des Betons geeignet. Sauberes und geruchfreies Wasser aus Bächen und Flüssen kann ebenfalls verwendet werden, wenn diese nicht aus Moorgebietern kommen oder Industrieabwässer beinhalten.

Steifer Beton – weicher Beton (Konsistenz des Frischbetons)

Der in der Schalung eingebrachte Beton muss verdichtet werden, weil er sonst Lufteinschlüsse enthält, die im erhärteten Beton große Poren bilden und die Festigkeit und Beständigkeit herabsetzen würden.

Ob steifer oder weicher Beton benötigt wird, ergibt sich aus der Form und Größe des Bauteiles und den Verdichtungsmöglichkeiten (Stampfen, Rütteln, Stochern). Steifer Beton enthält mehr Luft und ist schwerer zu verdichten als weicher Beton.

Auf Kleinbaustellen gibt es kaum leistungsfähige Rüttler wie auf Großbaustellen und in Fertigteilwerken. Eine praktisch vollständige Verdichtung ist aber Voraussetzung für guten Beton.

Darum wird man den Beton so weich machen, dass er durch Stochern verdichtet werden kann und wenn Stahl-

kühles wetter, frost

kühles wetter, frost

8. Betonieren bei kühlem Wetter und bei Frost

Beton erhärtet bei niedrigen Temperaturen langsamer und bei Temperaturen unter 0° C praktisch kaum mehr.

Gefriert frischer oder nur wenig erhärteter Beton, dann bilden sich Eislinsen, die das Gefüge zerstören. Erst wenn ein Beton eine Druckfestigkeit von etwa 5 N/mm² (50 kg/cm²) erreicht hat, erleidet er erfahrungsgemäß bei einmaligen Einfrieren keinen Schaden, vorausgesetzt, dass er nicht mit Wasser durchtränkt ist. Stark durchnässter Beton wird vom Frost viel stärker angegriffen.

Maßnahmen beim Betonieren unter +5° C

Damit der Beton schneller erhärtet und nicht zu lange warmgehalten werden muss, soll man:

- Zum Beton nicht mehr Anmachwasser geben, als unbedingt für eine vollständige Verdichtung nötig ist.
- Steiferen Beton verwenden und durch Rüttelarbeit verdichten, um Anmachwasser zu sparen.
- Zemente höherer Güteklassen verwenden, weil diese Zemente schneller erhärten und mehr Wärme entwickeln.

- Bei Verwendung von Zement 32,5 N oder R den Zementgehalt um mindestens 10 % erhöhen, damit ein niedrigerer W/Z-Wert erreicht wird.

Vorsicht! Frostschutzmittel sind nicht mehr Stand der Technik. Sie können Chlorid enthalten und dürfen daher für Stahl- und Spannbeton nicht verwendet werden, weil sonst der Stahl rosten kann.

Erwärmen des Frischbetons (nur bei Mischanlagen möglich)

Nach ÖNORM B 4710-1 muss der Beton beim Einbringen in die Schalung eine Temperatur von mindestens +5° C haben. Bei Lufttemperaturen unter +3° C mindestens +10° C – 25° C.

Bei leichtem Frost genügt es meist, das Anmachwasser oder Sand und Kies zu erwärmen. Wie stark das Anmachwasser angewärmt werden muss, hängt von der Temperatur der Zuschläge ab.

Bei feuchten Zuschlägen wird weniger Wasser beigegeben; das Wasser muss dann natürlich entsprechend stärker erwärmt werden.

Anmachwasser, das eine Temperatur über 60° C hat, muss mit dem Kiessand vorgemischt werden, bevor es mit dem Zement in Berührung kommt.



7. Betonieren bei Sommerhitze

Bei Sommerhitze kommt es immer wieder vor, dass der Beton nicht ordnungsgemäß eingebaut werden kann, weil er zu schnell ansteift, oder dass nach dem Einbau durch Austrocknen Risse und andere Schäden entstehen.

In diesem Kapitel sind die Regeln zusammengestellt, die ein ordnungsgemäßes Betonieren auch bei Sommerhitze gestatten. Dabei ist es besonders wichtig, dass die nötigen Maßnahmen zeitgerecht vorbereitet werden.

Wann sind Maßnahmen nötig?

Wenn zufolge sehr hoher Aussentemperaturen zu erwarten ist, dass die Frischbetontemperatur 27°C übersteigt. Das Erstarren des Betons geht dann schneller vor sich, sodass er in vielen Fällen nicht mehr ordnungsgemäß verarbeitet werden kann. In diesen Fällen empfiehlt sich die Zugabe von Fließmitteln anstatt Wasser (W/Z-Wert!). Ab Lufttemperaturen von 27°C bis 32°C und Wind, besonders bei geringer Luftfeuchtigkeit (Föhn!), kann der bereits verarbeitete Beton so stark austrocknen, dass störende Risse entstehen oder die Betonoberfläche die erforderliche Festigkeit oder Beständigkeit nicht erreicht („Verdursten“). Der Beton kann auch schon beim Transport zur Einbaustelle stark austrocknen.

Welche Maßnahmen können vorgesehen werden?

• Temperatur der Ausgangsstoffe des Betons niedrig halten

Kaltes Anmachwasser verwenden. Wasserbehälter und Wasserleitungen vor Sonneneinstrahlung schützen, hell streichen, (z.B. mit Kalk) oder isolieren. Bei extremen Verhältnissen (lang andauernde Hitzeperioden, Massenbeton) kann man das Anmachwasser in Kühlanlagen bis auf 5°C abkühlen oder mittels Scherbeneis oder Stickstoff kühlen.

Um die Betontemperatur um 1°C zu reduzieren, muss die Wassertemperatur um etwa 4°C gesenkt werden.

Gesteinskörnung nicht der direkten Sonneneinstrahlung aussetzen (Sonnendächer, Matten, Planen). Grobzuschläge durch Berieselung mit Wasser kühlen.

Um die Betontemperatur um 1°C zu reduzieren, muss die Zuschlagstemperatur um etwa 2°C gesenkt werden.

Zement kommt im Sommer wegen des großen Ausstoßes der Werke in der stärksten Bausaison meist fabrikswarm auf die Baustelle. Er kann Temperaturen bis zu 80°C aufweisen. Ein Kühlen des Zementes ist wirtschaftlich nicht möglich. Der Einfluss der Zementtemperatur wird allerdings meist überschätzt: Ist der Zement um 10°C wärmer, so erhöht sich die Betontemperatur nur um 1°C .

• Betonzusammensetzung der Temperatur anpassen

Langsam erhärtende Zemente verwenden. Bei Beton hoher Festigkeitsklasse, für den die Verwendung von CEM 42,5 R oder CEM 52,5 R vorgesehen ist, muss dann im Allgemeinen der Zementgehalt erhöht werden.

Erstarrungsbeginn des Betons bei Einbautemperatur prüfen.

Vorhaltemaß für die Konsistenz vorsehen. Warmer Beton ist an sich steifer als kühler Beton gleicher Zusammensetzung, weil die Reaktion von Zement und Wasser bei höheren Temperaturen sofort einsetzt. Wegen des Wasserverlustes durch Verdunstung während des Transportes und wegen des schnelleren Erstarrens muss der Beton weicher ausgeliefert werden als bei kühlem Wetter. (Bei Transportbeton muss der Beton bei der Übergabe an der Baustelle trotzdem der bestellten Konsistenz entsprechen.)

Statt steifem Beton (C1), der besonders austrocknungsgefährdet ist, soll nach Möglichkeit steif plastischer Beton (C2) vorgesehen werden.

Wenn nötig, erstarrungsverzögernde und/oder verarbeitungsverlängernde Zusatzmittel verwenden. Verzögerer sind bei heißem Wetter nur bei weichem Beton (F45) und darüber wirksam. Bei steifem Beton (C1) helfen Sie kaum, weil ihre Wirkung vom Ansteifen durch Wasserverlust beim Transport stark beeinträchtigt wird. Auch bei weichem Beton ist die Wirkung schwächer als bei Normaltemperatur. Vorsicht: Verzögerer können bei heißem Wetter zu Beschleunigern umschlagen. Sie müssen auf Zement abgestimmt sein. Beratung des Herstellers einholen, Erstprüfung durchführen und Temperaturempfindlichkeit des Zusatzmittels überprüfen.

6. Nachbehandlung

Was versteht man unter Nachbehandlung von Beton?

Unter Nachbehandlung werden alle jene Maßnahmen verstanden, die es ermöglichen, dass der Beton richtig „ausreift“ und auch an der Oberfläche die geforderte Güte erreicht.

Daher muss Beton nach seinem Einbau, seiner Verdichtung und nach dem Entschalen richtig nachbehandelt werden.

Die Nachbehandlung umfasst:

- Schutz vor:
- vorzeitigem Wasserverlust
 - Frost, Hitze und raschen Temperaturänderungen
 - schnellem Auskühlen der Betonoberfläche
 - vorzeitiger Beanspruchung

Warum nachbehandeln?

Fast alle Angriffe wirken in erster Linie auf die Oberfläche!

- Wasserdruck
- Frost und Taumittel
- Chemische Angriffe
- Mechanische Angriffe
- Witterung
- Karbonatisierung



Erstes Ziel der Nachbehandlungsmaßnahmen ist es daher, an der Betonoberfläche die gleiche Betonqualität (Porosität) wie im Inneren des Bauteils zu erzielen

Nicht nur die Festigkeit, sondern vor allem auch die Qualität der Oberfläche (Porosität!) entscheidet über die **Dauerhaftigkeit**.

Außerdem besteht bei fehlender Nachbehandlung eine erhöhte Rissgefahr!

- Schwindrisse
- Risse durch Temperaturunterschiede (Oberfläche zu Bauteilinnerem)
- Krakelrisse
- Spaltrisse

Grundregeln der Nachbehandlung:

- Beton vor Feuchtigkeitsverlust schützen
- Betontemperatur nach dem Einbau über 0° C halten
- Gleiche Temperatur im Bauteil halten
- Schutz vor zu früher Belastung
- Erreichen einer qualitativ einwandfreien Oberfläche

5. Fördern und Verarbeiten

5.1. Allgemeines

Für dauerhafte Betonbauwerke sind eine Reihe von Faktoren zu berücksichtigen. Im Besonderen sind dies

- Richtige Betonzusammensetzung
- Entmischungsfreies Fördern zur Einbaustelle und entmischungsfreier Einbau des Betons
- Vollständiges Verdichten des Betons
- Ausreichende Nachbehandlung

5.2. Entmischungsfreies Fördern und Einbauen

Richtig zusammengesetzter Beton kann nur dann zu einem dauerhaften Bauwerk oder Bauteil führen, wenn dieser Beton ein höchstes Maß an Homogenität behält.

Folgende grundsätzliche Regeln sind dabei zu beachten:

- Beim Entleeren einer Betonmischmaschine oder eines Fahrmischers muss der Beton mittig in den Krankübel fallen. Seitliches Aufprallen am Kübeltrichter kann den Beton entmischen.
- Beim Fördern mit Förderbändern darf die Bandgeschwindigkeit nicht zu groß sein, damit – insbesondere bei steifen Betonen – die groben Gesteinskörner nicht „abrollen“. Ebenso darf die Neigung des Förderbandes nicht so steil sein, dass Entmischungen eintreten.
- Der Beton ist sofort nach seiner Herstellung an die Einbaustelle zu transportieren und einzubauen.
- Am Ende des Förderbandes müssen geeignete Leiteinrichtungen (Prall- und Abstreifblech, Trichter) vorhanden sein.
- Die freie Fallhöhe an der Einbaustelle darf 1,50 m nicht übersteigen.
- Bei Sichtbeton ist die freie Fallhöhe auf max. 1 m zu begrenzen.
- Bei Sonne, Wind und Regen muss der Beton vor schädlichen Einflüssen geschützt werden.
- Bei „lagenweisem“ Einbau des Betons darf im Regelfall die Schichthöhe nicht größer als 50 cm sein, bei Sichtbeton nicht über 30 cm.

5.3. Vollständiges Verdichten des Betons

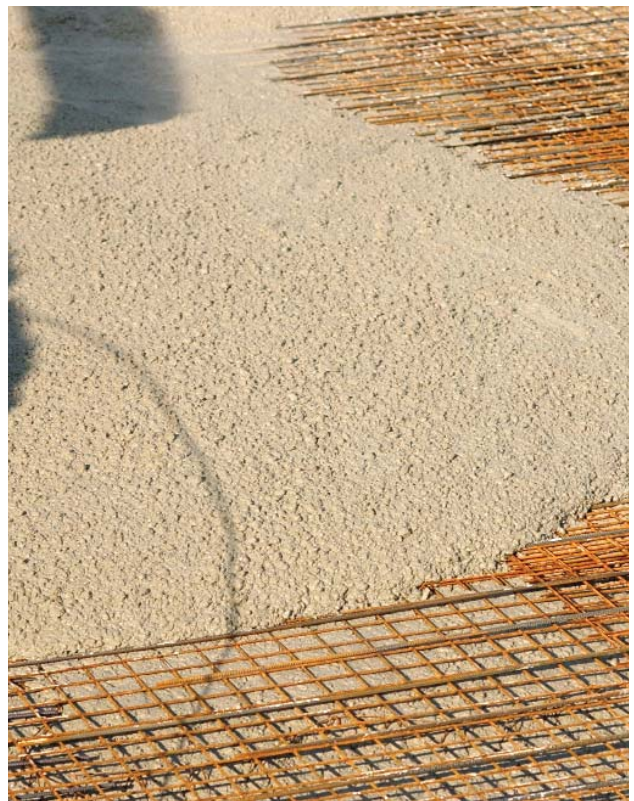
Der eingebaute Beton muss praktisch vollständig verdichtet werden. Die erforderliche Konsistenz richtet sich dabei nach den Bauteilabmessungen, der Bewehrungsdichte, der Einbauart und den Verdichtungsgeräten bzw. -möglichkeiten.

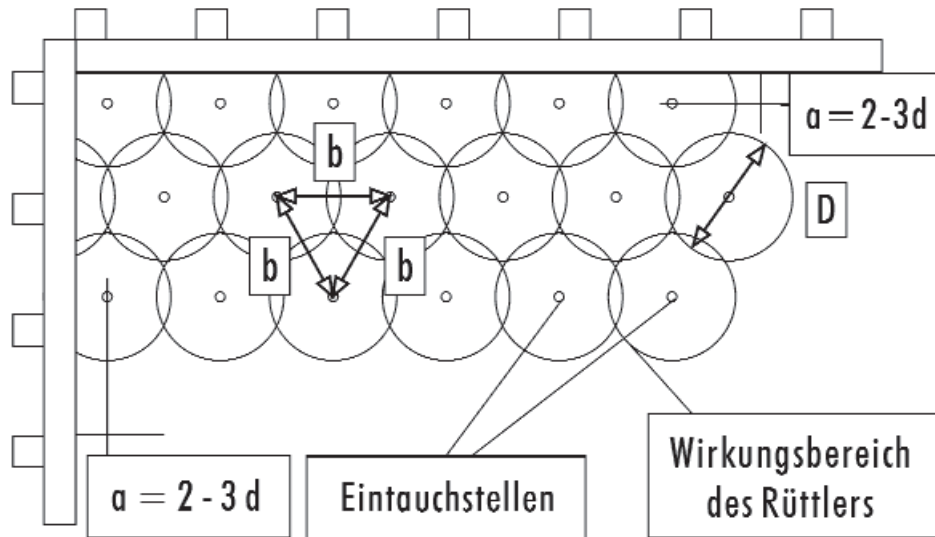
Verdichtet wird durch:

- 1) Stampfen
- 2) Rütteln
- 3) Stochern

Am häufigsten wird der Beton gerüttelt. Dabei ist zu beachten:

- Rüttler schnell eintauchen, langsam herausziehen. Wirkungsbereiche der Rütteltauchstellen müssen sich überschneiden.
- Rüttler nicht zu nahe an die Schalung. Beim Rütteln möglichst nicht die Bewehrung berühren.
- So langsam die Rüttelflasche herausziehen, bis keine groben Luftblasen mehr aufsteigen bzw. bis sich an der Oberfläche „Zementleim“ abscheidet.

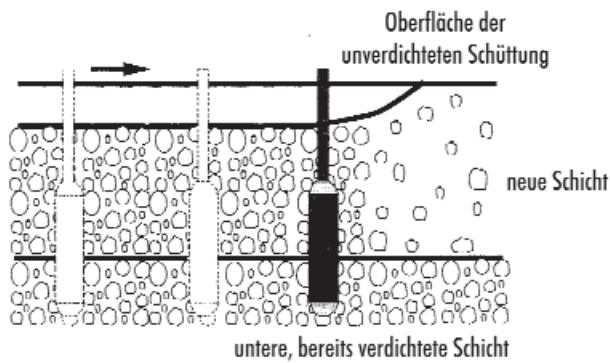




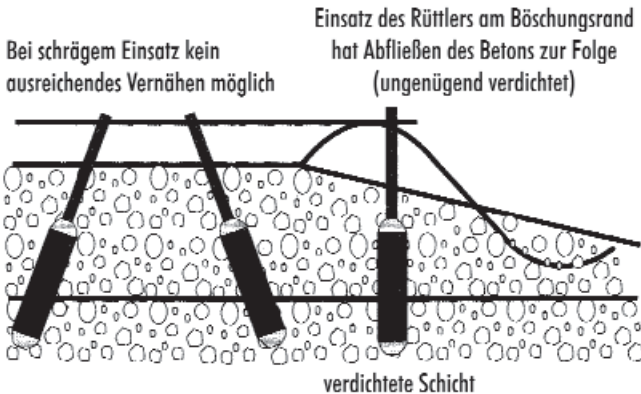
Abstände der Eintauchstellen und Wirkungsbereiche des Rüttlers

- d = Rüttelflaschendurchmesser
- D = Wirkungsbereich der Rüttelflasche = ca. 10 x d
- b = Tauchstellenabstand = ca. 7 - 8 d
- a = Abstand von der Schalung = ca. 2 - 3 d

RICHTIG:



FALSCH:



5.4. Betonkonsistenz richtig gewählt

Konsistenzbereiche Frischbetoneigenschaften	C1 steif	F38 plastisch	F45 weich	F52 sehr weich	F59 fließfähig
Verdichtungsmaß Ausbreitmaß (cm)	1,45/1,26	35-41	42-48	49-55	— 56-62
Einbaubedingungen Arbeitszeitaufwand	hoch				gering
Beton fördern und einbauen Direktentleerung Krankübel Pumpen	←				→
Betonverdichtung Stampfen Rütteln Stochern	←				→
Oberflächenbearbeitung (sofort nach dem Einbau) Abziehen (z.B. mit Bohle) Abscheiben Mit Tatsche einebenen	←	→	←		→
Betontechnische Bedingungen Massige/unbewehrte Bauteile	←				→
Feingliedrige stark bewehrte Bauteile			←		→
Dauerhafter Stahlbeton für Außenbauteile			←		→
Sichtbeton			←		→
Unterwasserbeton					←
Gefällebeton	←	→			
Beton mit hohem Widerstand gegen chemische Angriffe		←			→
Wasserundurchlässiger Beton		←			→
Beton mit hohem Verschleiß- widerstand		←			→

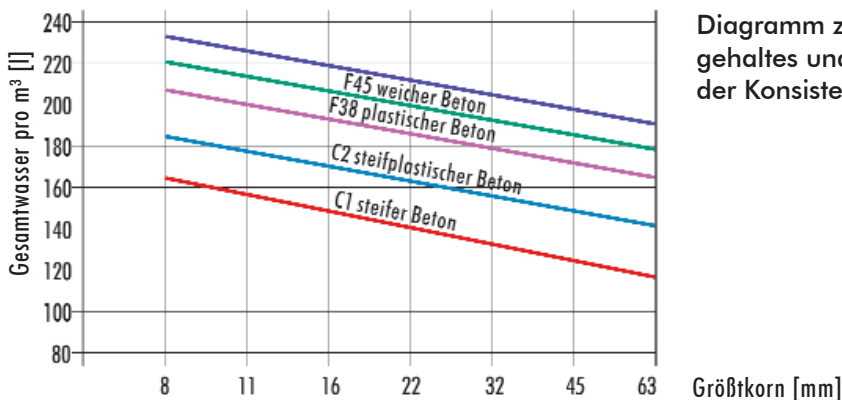


Diagramm zur Abschätzung des wirksamen Wassergehaltes und des Größtkornes in Abhängigkeit von der Konsistenz (ohne Zusatzmittel)

5.5. Ausschallfristen

Nachstehende Tabellen gelten für eine mittlere Tagestemperatur von + 12° C bis + 20° C. Tage mit einer mittleren Tagestemperatur zwischen +5° C und +12° C dürfen nur als 0,7 Tage, solche zwischen 0° C und +5° C nur als 0,3 Tage und solche über +20° C als 1,3 Tage in Rechnung gestellt werden.

Die angegebenen Ausschallfristen sind um die Tage, an denen die mittlere Tagestemperatur unter 0 °C lag, zu verlängern.

Ausschallfristen in Tagen für seitliche Schalungen:

Zement-Festigkeitsklasse	Betonfestigkeitsklasse					
	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50
der contragress® 32,5 der rote® der violette® der schwarze® der graue®	21	20	19	17	15	—
der grüne® der blaue® der contragress® 42,5	18	17	15	12	10	10

Ausschallfristen in Tagen für tragende Schalungen:

Zement-Festigkeitsklasse	Betonfestigkeitsklasse			
	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25 und höher
der contragress® 32,5 der rote® der violette® der schwarze® der graue®	3	2	2	1
der grüne® der blaue® der contragress® 42,5	—	2	1	1



4. Dauerhaftigkeit von Beton

Qualitätssicherung

Für die Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen stellt die Qualitätssicherung einen wesentlichen Faktor dar. Nur damit ist sichergestellt, dass die erforderliche Betonqualität punktgenau erreicht wird.

Kriterien der Dauerhaftigkeit

- Druckfestigkeit
- Korrosionsschutz des Verbundwerkstoffes Stahlbeton durch ausreichende und gute Qualität der Betondeckung (Widerstand gegen Karbonatisierung und Chlorideindringung)
- Wasserundurchlässigkeit
- Frost- und Frost-Taumittel-Widerstand
- Widerstand gegen chemischen Angriff
- Verschleißwiderstand
- Rissearmut

Wesentliche Einflussfaktoren auf die Dauerhaftigkeit von Beton

- Optimale Auslegung der Baukonstruktion für die zu erwartende Belastung (Planer, Ausschreiber)
- Optimale Betonrezeptur für das Bauwerk und seine Belastungen und entsprechend den Einbaubedingungen (Betonhersteller)
- Optimale Einbau- und Verarbeitungsbedingungen (Verarbeiter)
- Sicherstellung der erforderlichen Betonüberdeckung gemäß ÖNORM B 4700
- Richtige Nachbehandlung
- Qualitätssicherung aller Arbeitsschritte, Materialien und Verfahren

Wichtigste Grundforderung

Dichtes Gefüge im Zementstein, vor allem im oberflächennahen Bereich!

4.1. Karbonatisierung

Beton ist im Allgemeinen hochalkalisch (=eine starke Lauge) und schützt dadurch die Stahl-Bewehrung vor Korrosion durch die Ausbildung einer Passivierungsschicht.

Von der Betonoberfläche her kann diese Schutzschicht durch Reaktion des Betons mit CO₂ und Feuchtigkeit aus der Luft angegriffen werden. Durch diese Reaktion wird die Alkalität des Betons reduziert (die Lauge abgeschwächt). Ist dies bis in die Tiefenlage der Bewehrung der Fall, so kann der Stahl zu rosten beginnen. Abplatzungen und Risse sind die Folge.

Umwelt

- Feuchtigkeitsverhältnisse
- CO₂-Gehalt der Luft

Betonrezeptur

- Zementgehalt
- W/B-Wert und damit Porosität des Betons

Betondeckung

- Verdichtung
- Dichtheit der Betondeckung

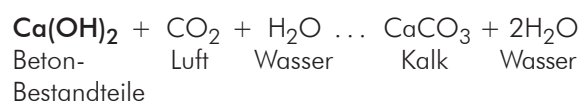
Hydratationsgrad

- Nachbehandlung

Zeit

- Wurzel-Zeitgesetz

Karbonatisierung



Prüfung:

Besprühen einer frischen Bruchfläche mit Phenolphthalein. Der Festbeton verfärbt sich i.A. violett, nur der bereits karbonatisierte Bereich bleibt unverfärbt.



4.2. Druckfestigkeit

Kurzzeichen: z.B. C25/30

Die Druckfestigkeit wird gemäß ÖNORM B 3303 im Alter von 28 Tagen an Würfeln mit 150 mm Kantenlänge unter definierten Lagerbedingungen geprüft.

z.B. C25/30: Die charakteristische Mindestfestigkeit ist bei Wasserlagerung $30 \text{ N/mm}^2 = \text{ca. } 300 \text{ kg auf } 1 \text{ cm}^2$. Bei der in Österreich üblichen Lagerung ist die Mindestfestigkeit im allgemeinen um 8 % höher.

Maßgebliche Einflussgrößen:

- Wasser/Bindemittel-Wert
- Qualität des Zements, Anteil und Art der Zusatzstoffe
- Zuschlagart und -festigkeit
- Verdichtung

Hohe Druckfestigkeit ist nicht allgemein mit hoher Dauerhaftigkeit gleichzusetzen!



Druckfestigkeitsprüfung gemäß ON B 3303

4.3. Chemische Angriffe

Chemische Angriffsklassen werden gemäß Betonnorm ON B 4710-1 in **lösende Angriffe** (XA1L bis XA3L) und **treibende Angriffe** (XA1T bis XA3T) unterteilt.

Die richtige Klasse und damit Betonzusammensetzung wählt man dadurch, dass man anhand von Boden- und Wassergutachten die chemischen Angriffsklassen gemäß ON B 4710-1, Tabelle 2, ermittelt.

Stufe 1 schwach angreifende Umgebung XA1L, XA1T

Stufe 2 mäßig angreifende Umgebung XA2L, XA2T

Stufe 3 stark angreifende Umgebung XA3L, XA3T

(siehe auch Tabelle Seite 13)

Der Angriffsgrad ist um eine Stufe zu erhöhen!

Die Bewehrungsüberdeckung ist auf $4,5 \text{ cm} + \text{Vorhaltemaß}$ zu erhöhen:

- Bei feingliedrigen Bauteilen ($d < 10 \text{ cm}$)
- Bei zusätzlicher Frostbeanspruchung
- Bei zusätzlichen mechanischen Angriffen
- Wenn sich Stoffe rasch erneuern oder höhere Temperaturen aufweisen

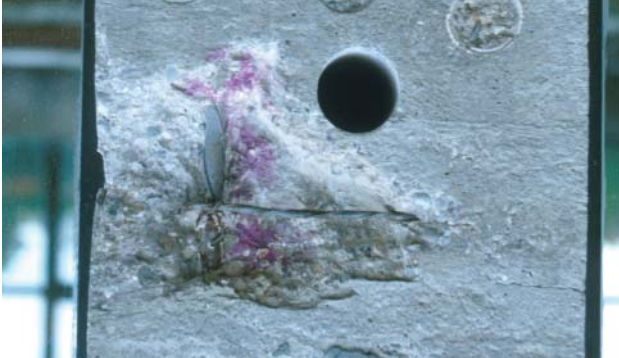
Bei treibendem Angriff ist **der contragress®** zu verwenden.

Bei lösendem Angriff sind Quarzzuschläge notwendig.



Schadensbild: lösender Angriff

dauerhaftigkeit



Schadensbild: treibender Angriff

4.4. Wasserundurchlässigkeit

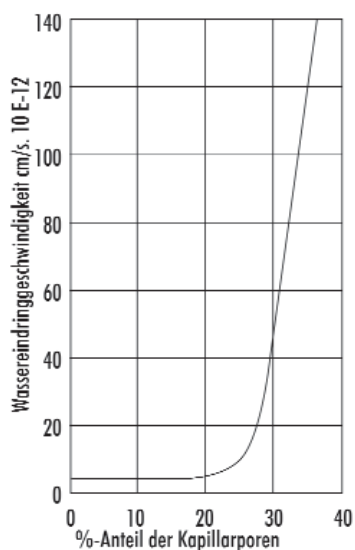
Kurzzeichen XC3 (oder B1) bzw. XC4
Max. W/B-Wert 0,60 0,50

Sieblinie im Bereich bis 4 mm nahe B

Die Einteilung erfolgt nach dem zu erwartenden Wasserdruck (XC3: 2-10 m, XC4 > 10 m).

Das Diagramm zeigt den Einfluss der Kapillarporen bzw. des W/Z-Wertes auf die Wasserundurchlässigkeit von Zementstein.

W/Z	Kapillarporen
0,40	Ca. 10 Vol. %
0,55	Ca. 25 Vol. %
0,70	Ca. 35 Vol. %



Die Nachbehandlung ist zur Erzielung eines dichten Gefüges – und damit einer Wasserundurchlässigkeit – sehr wichtig.

Prüfung der Wasserundurchlässigkeit gemäß ÖNORM B 3303

Grenzwert: Wassereindringtiefe max. 50 mm XC3
 25 mm XC4



Die Abbildung zeigt den Prüfkörper nach der Wasserundurchlässigkeitsprüfung

4.5. Frost- und Frosttaumittelbeständigkeit

Sind Bauteile aus Beton starkem Frost bzw. Frosttaumittelwirkungen ausgesetzt, werden dem Beton künstliche Luftporen als sogenannte Expansionsgefäße beigegeben. Die Unterteilung der Frostklassen erfolgt gemäß nachstehender Tabelle (siehe auch Tabelle Seite 13).

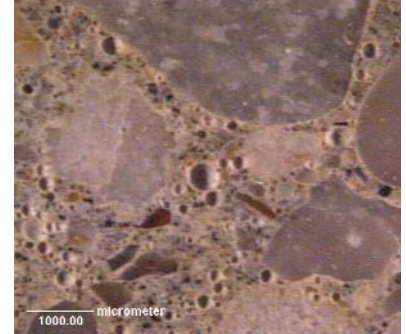


Vor (rechts) und nach (links) Frostprüfung.

dauerhaftigkeit

dauerhaftigkeit

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Zuordnung von Expositionsklassen
XF1	mäßige Wassersättigung ohne Taumittel	Lotrechte und über 5 % geneigte Betonoberflächen, die Regen und Frost ausgesetzt sind, und alle Untersichten.
XF2	mäßige Wassersättigung mit Taumittel	Lotrechte und über 5 % geneigte Betonoberflächen von Straßenbauwerken, die hoher Feuchtigkeit und Taumitteln ausgesetzt sind.
XF3	hohe Wassersättigung ohne Taumittel	Annähernd waagrechte Betonoberflächen (Neigung $\leq 5\%$), die Regen und Frost ausgesetzt sind, und dem Frost ausgesetzte Wasserbauten (z.B. Kläranlagen).
XF4	hohe Wassersättigung mit Taumittel	Straßendecken, Brückenplatten und Verkehrsleitwände, die Taumitteln ausgesetzt sind. Lotrechte und waagrechte Betonoberflächen, die taumittelhaltigem Spritzwasser (Spritzwasserzone neben Straßen bis etwa 3 m über Fahrbahn) und Frost ausgesetzt sind.



Künstlich eingeführte Luftporen im Auflichtmikroskop.

4.6. Verschleiß

Wenn Beton einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Zuordnung von Expositionsklassen
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Straßenbeläge von Wohnstraßen
XM2	schwere Verschleißbeanspruchung	Straßenbeläge von Hauptverkehrsstraßen. Verkehrsflächen mit schwerem Gabelstaplerverkehr
XM3	extreme Verschleißbeanspruchung	Beläge von Flächen, die häufig mit Kettenfahrzeugen befahren werden. Wasserbauwerke in geschiebelasteten Gewässern, z.B. Tosbecken

4.7. Zusammenfassung für die Dauerhaftigkeit von Beton

Beachten Sie:

- Niedriger W/B-Wert
- Angemessener Zementgehalt
- Intensive Nachbehandlung
- Geschlossene Oberfläche
- entsprechende Betonüberdeckung

Daraus folgt:

Eine „gute Qualität“ der Betonüberdeckung über den Stahleinlagen

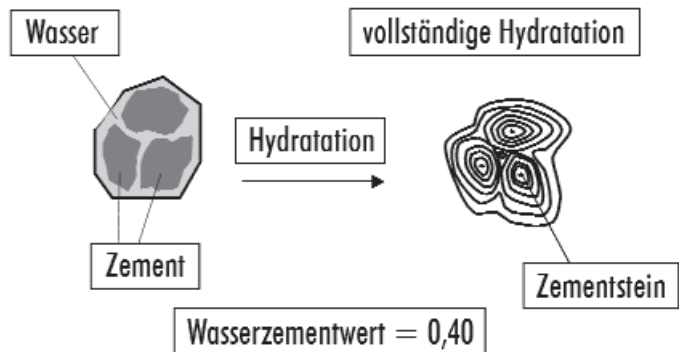
Zusätzlich erforderlich

- Rissminimierung
- Ausreichende Stärke der Betonüberdeckung
- Zusätzliche Maßnahmen für Betone mit besonderen Eigenschaften

3. Grundregeln der Betontechnologie

3.1. Einflussfaktoren auf die Betonqualität

- Zement
- Wasser/Bindemittel
- Füllstoffe/Gesteinskörnung, Zuschlag, Blähton, u.a.
- Betonzusätze
- Zementleimmenge
- Konsistenz
- Betonverarbeitung
- Nachbehandlung
- Alter

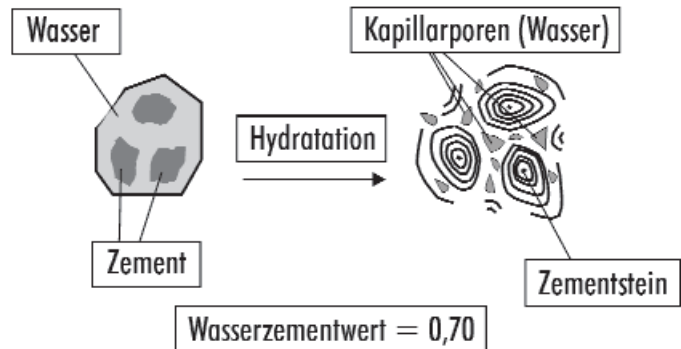


3.2. Hydratation

Festigkeitsbildung unter Einbindung von Wasser (siehe rechte Abbildungen)

3.3. Wasser / Bindemittelwert (W/B), vormals Wasser / Zementwert (W/Z)

Begriff: Der W/Z-Wert ist das Gewichts-(Masse-)verhältnis von Wasser zu Zement, nach genauen Regeln dürfen Zusatzstoffe des Typ II als Zement angerechnet werden, deshalb spricht man auch vom W/B-Wert im Frischbeton. Der W/Z-Wert sagt aus, wie viel Liter oder Kilogramm Wasser auf 1 kg Zement entfallen.



Berechnung:

$$\frac{\text{Masse des wirksamen Wassergehaltes je Mische (kg)}}{\text{Masse des anrechenbaren Bindemittelgehaltes je Mische (kg)}} = \frac{W}{B}$$

Abhängig von:

Zementmenge, Zusatzstoffart und Menge = anrechenbares Bindemittel
Zugabewasser + Eigenfeuchte der Gesteinskörnung – Kernfeuchte = wirksamer Wassergehalt

Der W/B-Wert ist eine wesentliche Kennzahl für die Porosität des Festbetons und beeinflusst damit nicht nur die Festigkeit, sondern auch alle anderen Eigenschaften des Betons.

- z.B. $\frac{W \ 160 \text{ kg}}{B \ 400 \text{ kg}} = 0,40$ Bei einem W/B Wert von 0,40 wird das gesamte Wasser vom Zement gebunden. Bei jedem höheren W/B-Wert bleibt Restwasser zurück und bildet vermehrt Kapillarporenraum.
- z.B. $\frac{W \ 200 \text{ kg}}{B \ 400 \text{ kg}} = 0,50$ Dabei werden im Vergleich zu o.a. Beispiel 40 l Wasser nicht gebunden und bilden 40 l zusätzlichen Porenraum

Daraus ergibt sich: Je höher der W/B-Wert, umso höher die Kapillarenporosität und umso niedriger die Güte!
Guter Beton höherer Güte ist also weniger porös als schlechter Beton!

3.4. Betongüte

Summe aller Eigenschaften nicht nur der Druckfestigkeit

Optimale Zusammensetzung

Berücksichtigt Frisch- und Festbetoneigenschaften

- Festigkeit (siehe Tabelle Seite 12)
- Rostschutz der Bewehrung (siehe Tabelle Seite 13, Spalte XC)
- Wasserundurchlässigkeit (siehe Tabelle Seite 13, Spalte XD)
- Schutz vor Chloriden (siehe Tabelle Seite 13, Spalte XD)
- Frost und Frosttaumittelbeständigkeit (siehe Tabelle Seite 13, Spalte XF)
- Chemische Beständigkeit (siehe Tabelle Seite 13, Spalte XA)
- Mechanische Angriffe (siehe Tabelle Seite 13, Spalte XM)
- Verarbeitung



Wird durch die Expositionsklassen (auch Umweltklassen genannt) entsprechend der österr. Betonnorm abgedeckt

Wegen der oben angeführten Zusammenhänge sind in der Norm für die Betonerzeugung den einzelnen Eigenschaften jeweils höchstzulässige W/B-Werte (und damit eine maximale Porosität) und ein Mindestbindemittelgehalt zugewiesen.

Festigkeitsklassen gemäß ON B 4710-1 Tabelle NAD 13







Spalte	1	2	3		
Festigkeitsklasse	Mindestdruckfestigkeit von 15-cm-Würfel (N/mm ²)				
	Konformitätsprüfung		Ertsprüfung		
	Einzelprüfung	MW von jeweils 3 Einzelprüfungen	1)	2)	3)
C8/10	7	15	17	19	23
C12/15	12	20	22	24	28
C16/20	18	26	28	30	34
C20/25	23	31	33	35	39
C25/30	29	37	39	41	(45)
C30/37	36	44	46	48	—
C35/45	45	53	55	57	—
C40/50	50	58	60	62	—
C45/55	56	64	66	68	—
C50/60	61	69	71	73	—
C55/67	69	77	79	81	—
C60/75	74	84	85	87	—
C70/85	84	94	95	97	—
C80/95	95	105	106	—	—
C90/105	106	116	117	—	—
C100/115	116	126	127	—	—

1) Mikroprozessorsteuerung mit automatischer Fehlerkorrektur und SOLL-IST-Vergleich

2) massemäßige Dosierung aller Ausgangsstoffe

3) massemäßige Dosierung der Ausgangsstoffe außer Zuschlag, der volumetrisch dosiert wird. Diese Herstellung ist nur für die Klassifikation gemäß Abschnitt 4 für XCO, XC1 und XC2 zulässig.

Grenzwerte für die Zusammensetzung gemäß ON B 4710-1 Tabelle NAD 10

	Rostschutz der Bewehrung		Wasserundurchlässigkeit		Schutz vor Chloriden		Frost und Frosttaumittelbeständigkeit				Chemische Beständigkeit						Mechanischer Angriff				
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1L	XA2L	XA3L	XA1T	XA2T	XA3T	XM1	XM2	XM3
max W/B-Wert	-	0,70	0,65	0,60	0,50	0,55	0,45	0,45	0,55	0,50	0,55	0,45	0,55	0,45	0,45	0,55	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45
anrechenbarer Bindemittelgehalt mind. (kg/m ³)	80	260	260	280	300	300	320	320	300	320	300	340	300	360	360	300	360	300	300	340	340
Luftgehalt mind. (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	2,5	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L 300 (ÖNORM B 3303)										1,0	1,0	1,8									
AF (ÖNORM B 3303) max. mm												0,18									
andere Anforderungen													lösender Angriff					≥ C25/30	≥ C25/30	≥ C35/45	
Gesteinskörnung	siehe Tabelle NAD 6																				
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Legende: + einsetzbar, - nicht einsetzbar, Δ mit Nachweis gemäß ON B 4710-1 einsetzbar

3.5. Haupteinflussgrößen auf die Druckfestigkeit

- W/B-Wert
- Verdichtung
- Zementqualität

Je größer der W/B-Wert, umso langsamer die Festigkeitsentwicklung und geringer die Abbinde- wärmeentwicklung und umso geringer die erreichbare Druckfestigkeit und Dauerhaftigkeit.

3.6. Hydratations(Abbinde-)wärme von Beton

Einfluss von:

- Zementart und Güteklasse
- W/Z-Wert (W/B-Wert)
- Bindemittelart und -gehalt
- Frischbetontemperatur
- Umgebungstemperatur
- Nachbehandlung
- Bauteilgröße

Insbesondere bei massigen Bauteilen ist auf die Hydratationswärme besonders zu achten.

- Rissegefahr bei zu starker Temperaturentwicklung und großen Temperaturunterschieden zwischen dem Betonkern im Inneren des Bauteils und der Betonoberfläche.

3.7.) Konsistenz des Frischbetons

Konsistenz ist ein Maß für die Verarbeitbarkeit des Frischbetons und der Beweglichkeit



steifplastischer Beton



weicher Beton



fließfähiger Beton





Anwendungsbereiche in der Abhängigkeit von Konsistenz, Verdichtungs- und Ausbreitmaß

Konsistenz	Verdichtungsmaß v	Ausbreitmaß a (cm)	besonders geeignet	nicht geeignet
C1 „Steifer Beton“ Nur für sehr kräftige Rüttler	1,45 – 1,26	—	Für massige unbewehrte oder schwachbewehrte Bauteile (z.B. Brückenpfeiler, Talsperren, Stützmauern), Straßenbeton <i>Vorteil:</i> geringerer Zementbedarf, daher geringere Wärmeentwicklung beim Erhärten, weniger Schwinden	Bauteile in enger Schaltung, Bauteile mit dichter Bewehrung, Baustellen ohne Rüttler, Pumpbeton, Sichtbeton <i>Nachteil:</i> aus Krankübel und Fahrmischer oft schwer entleerbar, schwer zu verdichten
C2 „Steifplastischer Beton“	1,25 – 1,11	—	Für unbewehrte und/oder größere weitmaschig bewehrte Bauteile, Gleitschalungsfertiger	Sichtbeton Baustellen ohne Rüttler
F38 „Plastischer Beton“ Rüttelbeton	—	38 cm \pm 3 cm 35 cm – 41 cm	Alle unbewehrten und bewehrten Bauteile, wenn sie nicht besonderes feingliedrig und/oder dicht bewehrt sind. Geneigte Flächen	Baustellen ohne Rüttler
F45 „Weicher Beton“ Rüttelbeton (weniger Aufwand als bei F38)	—	45 cm \pm 3 cm 42 cm – 48 cm	Universell einsetzbar für bewehrte und feingliedrige Bauteile, Sichtbeton <i>Vorteil:</i> leichtes Entleeren, weniger Verdichtungsarbeit, höhere Einbauleistung	Baustellen ohne Rüttler <i>Nachteil:</i> Höherer Bindemittel- oder Zusatzmittelbedarf
F52 „Sehr weicher Beton“ geringer Verdichtungs- aufwand	—	52 cm \pm 3 cm 49 cm – 55 cm	Beton für alle dicht bewehrten und feingliedrigen Bauteile und dicht bewehrte Bauteile, Sichtbeton <i>Vorteil:</i> schneller Einbau auch bei schwierigen Bedingungen, besonders wenig Verdichtungsarbeit	<i>Nachteil:</i> Höherer Bindemittel- oder Zusatzmittelbedarf. Eventuell erhöhter Porengehalt.
F59 „fließfähiger Beton“	—	59 cm \pm 3 cm 56 cm – 62 cm	Fließbeton für alle bewehrten und unbewehrten auch feingliedrige und dicht bewehrte Bauteile und enge schlecht zugängliche Schalung. Einbau unter Wasser <i>Vorteil:</i> schneller Einbau auch bei schwierigen Bedingungen, besonders wenig Verdichtungsarbeit	<i>Nachteil:</i> extrem sorgfältige Einhaltung der Betonzusammensetzung erforderlich

betontechnologie

betontechnologie

3.8. Was wiegt wieviel?

	Rohdichte	Schüttdichte
Natürliche Gesteinskörnung	2,65 – 2,90	1,30 – 1,60
Zement z.B.   	2,90 – 3,20	0,90 – 1,20
Wasser	1,00	1,00
Flugasche	2,30	0,85
Fluamix C * 	2,70	0,90

Einheit: t/m³ oder kg/dm³ oder g/cm³

* hydraulisch wirksamer Zusatzstoff Typ II von Lafarge Perlmöoser

1 m³ verdichteter Beton =	1000 l Beton
360 kg Zement/3,0 (= Dichte des Zementkornes)	120 l Zement
180 kg Gesamtwasser/1,0 (= Dichte des Wassers)	180 l Wasser
1,5 % Luftgehalt nach dem Verdichten	15 l Luftporen
	Summe 315 l Volumen Zementleim
Auf 1000 Liter (1,0 m ³) mit Zuschlag aufgefüllt	1000-315 = 685 l Zuschlag
→ 685 l Zuschlag x 2,7 (= Dichte der Zuschlagskörner) =	1850 kg Zuschlag
Zuschläge + Zement + Wasser	
Frischbetondichte = 1850 + 360 + 180 =	2390 kg/m³ (d.h. 1000 l Beton wiegen in diesem Fall 2390 kg)
Mischverhältnis MV = ZE : ZU : W	
MV = $\frac{360}{360} \quad \frac{1850}{360} \quad \frac{180}{360}$	
MV = 1 : 5,14 : 0,50 (Masseverhältnis!)	

2. Ausgangsstoffe für Beton

2.1. Zement:

Definition:

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel.

Das bedeutet, dass Zement unter Einbindung von Wasser Zementstein bildet und sowohl an der Luft als auch unter Wasser erhärtet und raumbeständig bleibt.

Die alten Römer gelten als Erfinder des Zements (opus caementum). Die heutige Art Zement zu produzieren, geht auf den Engländer John Aspdin zurück. Er entwickelte 1824 ein Verfahren, um einen hoch druckfesten Baustoff herzustellen, der auch ohne Luft aushärten kann. Da das Produkt dem grauen Kalkstein an der englischen Küste bei Portland ähnelte, nannte Aspdin es „Portlandzement“.

Herstellung:

Zur Zementherstellung können sowohl Gesteine natürlicher Herkunft als auch industrielle Produkte verwendet werden. Hauptkomponenten sind in der Regel Kalkstein und Ton oder Kalkstein und Mergel.

Diese werden zumeist bergmännisch gewonnen, zerkleinert, gemahlen und anschließend bei 1.450° C im Drehrohrofen zu so genanntem „Klinker“ gebrannt.

Dieser wird anschließend mit Gips und eventuellen Zuschlagstoffen, wie Kalkstein, Hüttensand oder Flugasche, zu Zement vermahlen.

Zementnormen:

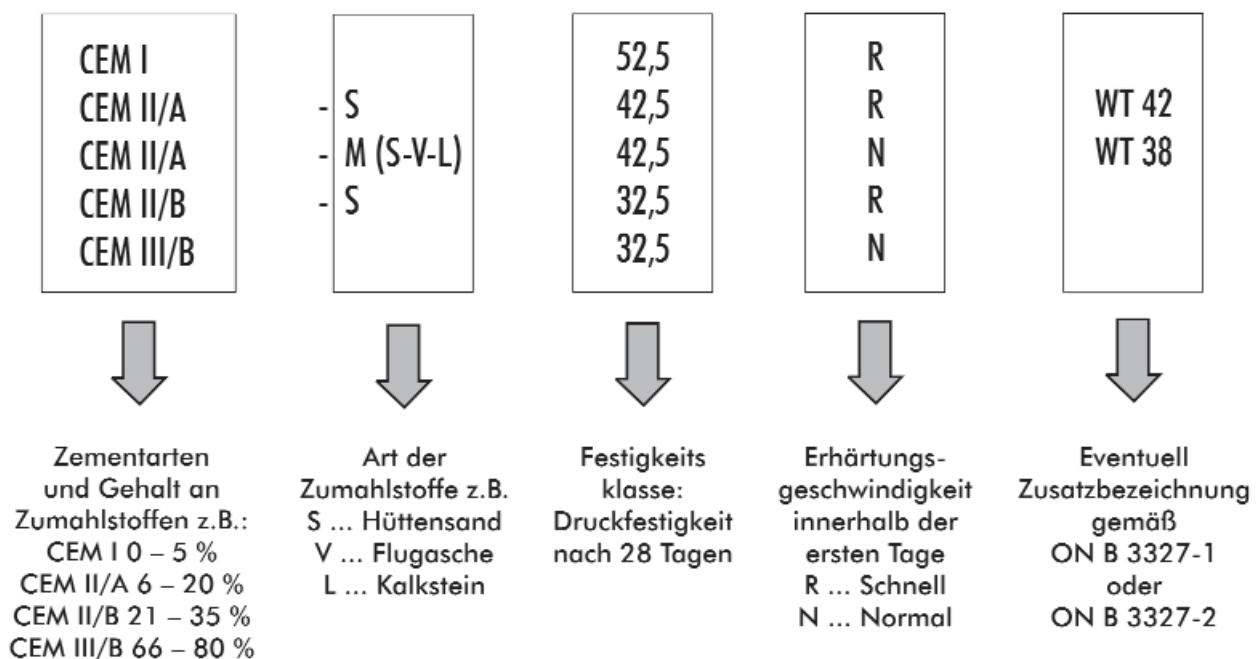
Zemente werden in Europa einheitlich mit der Zementnorm EN 197-1 geregelt.

Diese Norm unterscheidet 27 Zemente nach ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften, speziell der Festigkeitsentwicklung (siehe untenstehende Abbildung). Für Österreich sind von diesen 27 Zementarten nur 13 relevant, da für diese über viele Jahre praktische Erfahrungen vorliegen. Dabei werden speziell die lokalen Witterungsbedingungen und damit die Dauerhaftigkeit berücksichtigt. Diese 13 Zementarten wurden daher auch in der Österreichischen Betonnorm ON B 4710-1 entsprechend abgebildet.











Zemente gemäß EN 197-1 sind mit einem CE-Zeichen gekennzeichnet.

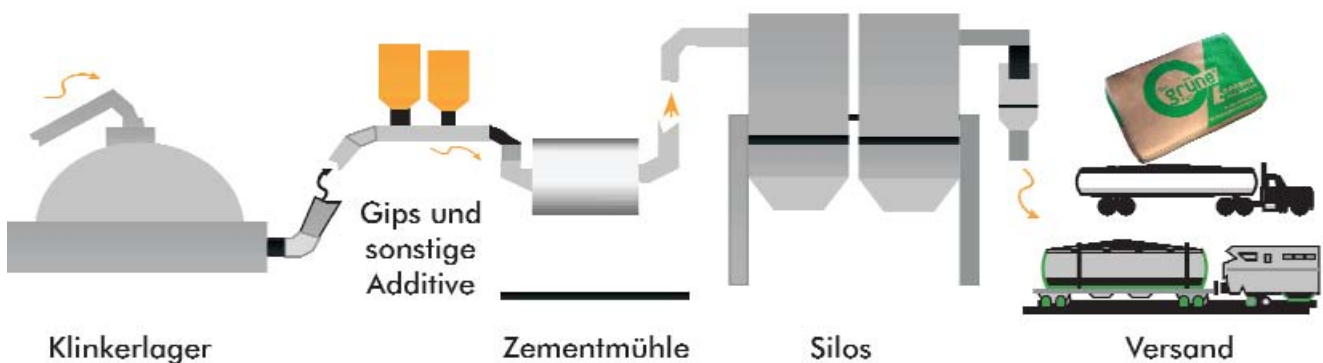
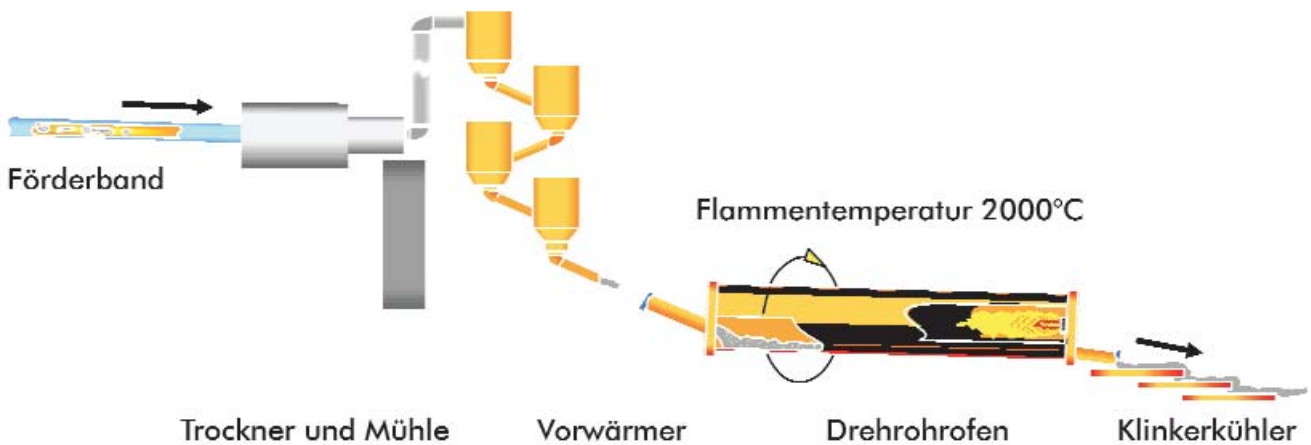
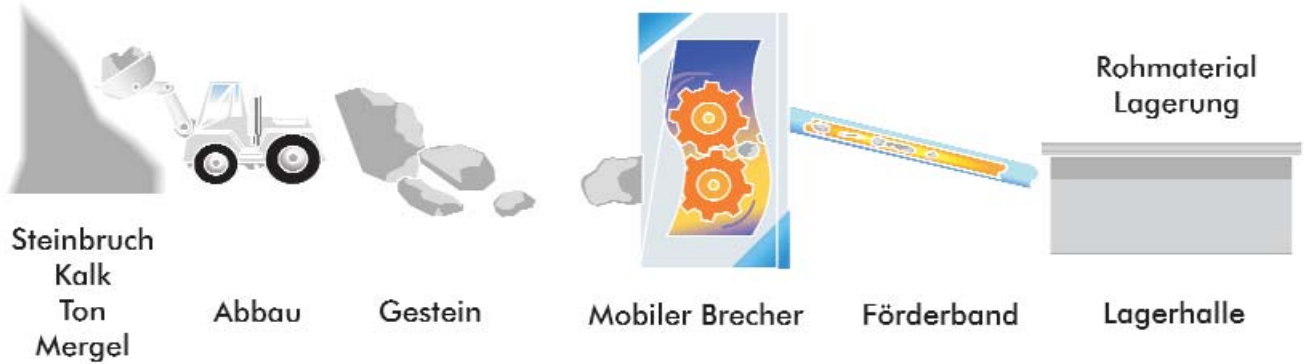
Eine Österreichische Eigenheit stellen zusätzlich die Zementnormen ON B 3327-1 und ON B 3327-2 dar. Diese Normen regeln zusätzliche Eigenschaften für Spezialanwendungen, wie beispielsweise Tunnelinnenschalen, Weiße Wannen oder chemisch belastete Bauwerke. Zemente gemäß diesen Normen sind mit einem ÜA-Zeichen versehen.



Zemente von Lafarge Perlmöoser und ihre Eigenschaften

Bezeichnung gemäß EN 197-1	Zusätzliche Kennzeichnung gemäß ON B 3327-1 und ON B 3327-2	Markenname	Art der Zumahlstoffe gem. EN 197-1	Eigenschaften
CEM I 52,5 R			Füller	Höchstwertzement, sowohl die Frühfestigkeit als auch Festigkeit nach 28 Tagen betreffend. Dadurch vor allem für Bauteile, die sehr rasch erhärten müssen (z.B. bei vorgespannten Elementen), für Fertigteile und Betonwaren und zum Betonieren bei tiefen Temperaturen geeignet. Durch die starke Wärmeentwicklung bei der Erhärtung ist Vorsicht bei massiveren Bauteilen und bei extremen Außentemperaturen geboten.
CEM II/A-S 42,5 R	WT 42		Hüttensand	Ebenso für alle Anwendungen geeignet, jedoch mit einer raschen Festigkeitsentwicklung, wodurch ein schnelleres Ausschalen ermöglicht wird. Dadurch empfiehlt sich die Verwendung vor allem in der kühleren Jahreszeit, bei durchschnittlichen Tagestemperaturen unter +10° C; ersetzt jedoch nicht die ab einer Temperatur von +3° C erforderlichen Winterbaumaßnahmen. Für Fertigteile und Betonwaren auch in der warmen Jahreszeit.
CEM II/A-M (S-V-L) 42,5 N	WT 38		Hüttensand, Flugasche, Kalkstein	Gängigster Bauzement, für alle Anwendungen geeignet, speziell für Transportbeton und Tunnelinnenschalen, da hier die positiven Eigenschaften der Zumahlstoffe Kalkstein, Flugasche und Schlacke (geringer Wasseranspruch, gute Verarbeitbarkeit) vereint sind. Die Verwendung empfiehlt sich bei Temperaturen über +10° C.
CEM II/A-S 42,5 N	(DZ)		Hüttensand	Spezialzement für den Einsatz im Strassendeckenbau. Dieser Zement ist gekennzeichnet durch eine moderate Frühfestigkeitsentwicklung für eine entsprechende Verarbeitung und gute Nacherhärtung.
CEM II/B-S 32,5 R			Hüttensand	Geeignet für alle gängigen Verwendungszwecke, besonders während der wärmeren Jahreszeit (ca. 20° C) für massigere Bauteile. Bedingt durch den erhöhten Schlackeanteil etwas länger verarbeitbar, aber auch etwas langsamer in der Festigkeitsentwicklung – erfordert somit eine gute Nachbehandlung. Universeller Zement für den „Hausbauer“.
CEM III/B 32,5 N			Hüttensand	Durch seine geringe Wärmeentwicklung ein bevorzugter Zement für Massenbeton. Sein Einsatz empfiehlt sich vor allem auch bei schwach betonschädlichen (schwach lösendem oder schwachem Sulfatangriff bis 600 mg/l SO ₄ ²⁻) Wässern und Böden. Die langsame Festigkeitsentwicklung erfordert eine konsequente Nachbehandlung, wodurch eine hervorragende Nacherhärtung ermöglicht wird. Für Stahlbeton geeignet.
CEM I 32,5 R	WT33 C ₃ A-frei/ HS C ₃ A-frei		Füller	Die erhöht sulfatbeständigen Zemente aus dem Haus Lafarge Perlmöoser. Sie zeichnen sich durch geringe Wärmeentwicklung, gute Verarbeitbarkeit, gute Nacherhärtung, geringe thermische Rissneigung und, speziell der contragress ® CEM I 42,5 R C ₃ A-frei/ HS C ₃ A-frei, durch gute Frühfestigkeit aus. Ihre Anwendung reicht daher von Weißen Wannen, Tunnelinnenschalen, Pfahlbeton, Kläranlagenbau, U-Bahnbau, Spritzbeton bis zum Hochleistungsbeton.
CEM I 42,5 R	WT38 C ₃ A-frei/ HS C ₃ A-frei		Füller	

ausgangsstoffe



Für die Zementherstellung werden hauptsächlich Kalkstein, Ton und Mergel eingesetzt. Das zerkleinerte Material wird ins Werk transportiert, gelagert und homogenisiert.

Das Rohmaterial wird zu sehr feinem Pulver, dem Rohmehl, vermahlen und im Drehrohrofen zu Klinker gebrannt.

Eine 2000° C heiße Flamme erhitzt das Rohmehl auf 1450° C, wobei sich ein neuer Mineralstoff, der Klinker, bildet, der anschließend im Klinkerkühler abgekühlt wird.

Klinker wird mit Gips und Zusatzstoffen sehr fein vermahlen, um schließlich Zement zu erhalten.

ausgangsstoffe

ausgangsstoffe

2.2. Gesteinskörnung

Je nach Gesteinskörnung unterscheidet man 3 Betonarten

- Leichtbeton: Dichte 800 - 2000 kg/m³
- Normalbeton: Dichte 2000 - 2600 kg/m³
- Schwerbeton: Dichte > 2600 kg/m³

Gesteinskörnungsarten bzw. Zuschlagsarten

Leicht	Normal	Schwer
z.B. Blähton Polystyrol Luft, Ziegelsplitt	aus natürlichen Vorkommen z.B. Quarz, Kalkgestein	z.B. Basalt, Schwerspat



Normalbeton

Für Normalbeton wird in der Regel Sand, Kies oder Schotter aus natürlichen Vorkommen verwendet. Um ein vollkommen dichtes Gefüge zu bekommen, müssen verschiedene Anteile von unterschiedlich großen Körnern zusammengesetzt werden. Die Bestimmung der Anteile der unterschiedlich großen Körnungen erfolgt mittels Siebanalyse.

Gesteinskörnung im Beton

Die Gesteinskörnung hat mengenmäßig den größten Anteil am Beton. Der Zementleim muss die verschieden großen Körner vollständig umhüllen und sie dadurch nach dem Erhärten dauerhaft verbinden.

Es ist wichtig, dass die Gesteinskörnung vom Feinanteil bis zum groben Korn optimal abgestuft und gemischt ist, um alle Hohlräume ausfüllen zu können.

Wenn aber nur gleich große Körner vorhanden sind, müssen auch größere Hohlräume ausgefüllt werden. Das wäre sehr unwirtschaftlich.

Die Gesteinskörnung soll auch genügend gröbere Körner enthalten. Fehlen gröbere Körner oder sind sie in zu geringer Menge vorhanden, wird bei gleichen Gesteinskörnungen mehr Zement verbraucht!

Das Größtkorn muss umso kleiner sein, je dünner ein Bauteil ist und je enger (bei Stahlbeton) die Stahlstäbe nebeneinander liegen (diese dürfen nicht als „Sieb“ wirken, welches die groben Zuschlagskörner zurückhält und nur mehr die feinen Betonbestandteile durchlässt).

Die folgende Liste soll einen Anhaltspunkt für die Wahl des Größtkornes geben:

- 8 mm für dünnwandige Bauteile bis 8 cm
- 16 mm für Bauteile von 8 bis 12 cm Dicke, mehrlagiger Bewehrung auch für dickere Bauteile
- 22 mm für Bauteile, die mehr als 12 cm dick sind, max. Gesteinskörnung für Stahlbeton
- 32 mm für dickwandige Bauteile über 20 cm ohne Stahleinlagen oder große Bewehrungsabstände

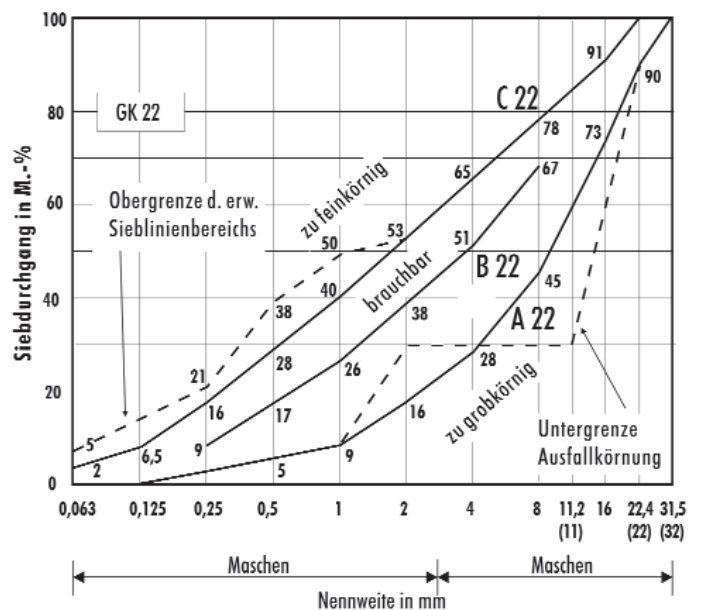


Abbildung: Beispiel für Sieblinie GK 22

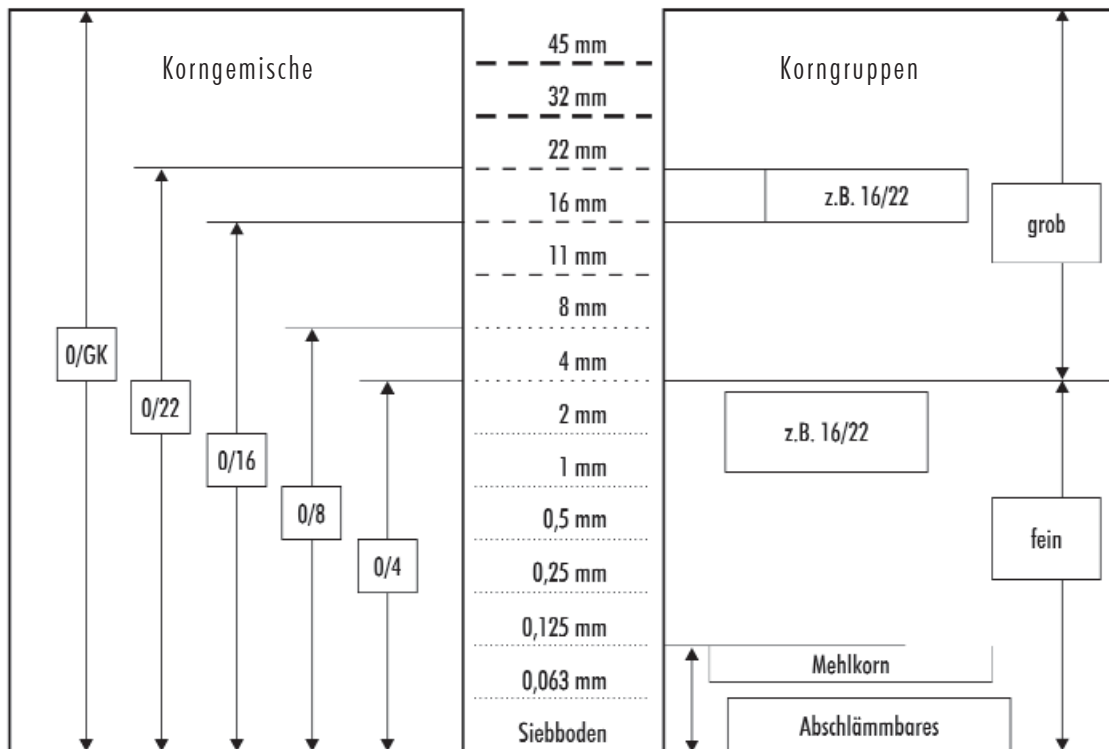


Abbildung: Bezeichnung der Körnungen

Der Begriff Größtkorn 22 sagt dabei aus, dass auf einem Sieb mit quadratischen Öffnungen von 22 mm Seitenlänge nur ein kleiner Rückstand von höchstens 10% der Körnung liegen bleiben darf und 90% der Körner durchfallen.

Eine Ausnahme bildet das Ausbetonieren der engen Zwischenräume zwischen Deckensteinen und -trägern bei Fertigteildecken. Dort ist meist nur ein Größtkorn von 11 mm, manchmal sogar nur 8 mm möglich.

Eine bestimmte Menge Mehlkorn ($< 0,125$ mm) in der Gesteinskörnung ist günstig. Dieses Mehlkorn passt größtmäßig zum Zementkorn und vermehrt die Leimmenge ohne Festigkeitsverlust. Der Beton lässt sich dadurch besser verarbeiten und kann auch leichter verdichtet werden.

Mehlkorn darf aber nicht mit lehmigen Bestandteilen verwechselt werden, die den Zementbedarf außerordentlich erhöhen und die Beständigkeit stark beeinträchtigen. Gesteinskörnung, bei der an den größeren Körnern fest anhaftende Lehmkrusten sichtbar ist, darf nicht verwendet werden, weil die Kruste die Verbindung zwischen Stein und Zementleim verhindert.

Humus, Treibholz, Wurzeln, Pflanzenreste usw. schaden dem Beton und haben darum in der Gesteinskörnung nichts zu suchen!

Auch die Form der Körner der Gesteinskörnung ist von Bedeutung. Je gedrungener, das heißt der Kugelform angenähert, die Körner sind, desto weniger Oberfläche ist – bezogen auf einen bestimmten Rauminhalt – vorhanden.

Darum erfordern rundliche Körnungen auch weniger Zement.

Alle Gesteinskörnungen enthalten Feuchtigkeit - dieses Wasser muss bei der Betonherstellung mengenmäßig berücksichtigt werden.

Naturfeuchte Gesteinskörnung enthält etwa 3 – 4 % Wasser („Eigenfeuchte“), das sind, auf 1 m^3 Beton gerechnet, immerhin 50 bis 70 l. Nach längerem Regen kann diese in oberen Schichten bis zu 8 % Wasser (150 l/m^3) enthalten. Frisch aus Flüssen oder Teichen gewonnene oder auch gewaschene Gesteinskörnung enthält ebenfalls bis zu 8 % Wasser (150 l/m^3 Beton) und soll daher vor der Verwendung etwas ablagern, damit Wasser abrinnen kann und der Beton (Zementleim) nicht zu sehr verwässert wird.

Feinteilreiche Gesteinskörnung kann mehr und länger Wasser zurückhalten als das grobe Körner tun.

ausgangsstoffe

ausgangsstoffe

2.3. Betonzusätze

Was sind Betonzusatzmittel?

Unter dem Begriff Betonzusatzmittel versteht man meist flüssige Zusätze, welche beim Mischen des Betons beigegeben werden und die durch chemische und/oder physikalische Wirkung die Betoneigenschaften des Frisch- und/oder Festbetons verändern.

Sie werden nur bei Erstprüfungsbeton in Mischanlagen, nicht aber bei Rezeptbeton auf Kleinbaustellen eingesetzt.

Die wichtigsten Zusatzmittel:

- Betonverflüssiger (BV) - bessere Verarbeitbarkeit
- Fließmittel (FM) - starke Verflüssigung, für sehr weichen Beton
- Luftporenmittel (LP) - Microporen für Verbesserung der Frostbeständigkeit
- Verzögerer (VZ) - verzögerte Anfangserhärtung



Was sind Betonzusatzstoffe?

Unter dem Begriff Zusatzstoffe versteht man fein verteilte Stoffe, die beim Erstellen der Betonmischung zugegeben werden, um bestimmte Betoneigenschaften zu beeinflussen, zu verbessern oder zu erreichen.

Der Einsatz ist gemäß ON B 4710-1 geregelt (k-Wert-Ansatz).

Zusatzstoffe:

Typ I

- Steinmehl/Füller - für bessere Verarbeitbarkeit
- Pigmente - Farbgebung und Sichtbeton

Typ II

- Flugasche - für bessere Verarbeitbarkeit, geringere Wärmeentwicklung bzw. bei massigen Bauteilen
- AHWZ - für bessere Verarbeitbarkeit, geringere Wärmeentwicklung bzw. bei massigen Bauteilen
- Microsilica, Fasern - für Hochleistungsbeton, Grünstandsfestigkeit, Brandbeständigkeit

Betonzusatzstoff von Lafarge Perlmöoser:

Fluamix C® (GC-HS) gemäß ON B 3309

Einsatz als Betonzusatzstoff gemäß ON B 4710-1 (k-Wert: 0,8). **Fluamix C®** verbessert Frischbetoneigenschaften (z.B.: Wasserbedarf, Zusatzmittelbedarf, Verarbeitbarkeit) und Eigenschaften des Betons während der Erhärtung (z.B.: Senkung der Hydratationswärme), speziell bei Anwendungen wie Tunnelinnenschalen, Weißen Wannen oder Kläranlagen. Weiters geeignet für Frost- und Frosttaumittel beständige Betone und Betone mit Widerstand gegen chemischen Angriff.

