



Oberrhein-Handels-Union  
GmbH & Co. KG

# Kompetenz in Gesteinskörnung!

## Oberrheinsand und -kies im Beton



# Informationen für Fachplaner und Betontechnologen



# Oberrheinsand und -kies im Beton

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Normen und Begriffserläuterungen
  - 2.1. Gesteinskörnungen für Beton
  - 2.2. Kornzusammensetzung
  - 2.3. Roh-/ Schüttdichte und Feuchtigkeitsgehalt
  - 2.4. Feine Gesteinskörnungen (Sand)
  - 2.5. Grobe Gesteinskörnungen (Kies)
  - 2.6. Korngemische
3. Einfluss der Gesteinskörnungen auf die Eigenschaften des Frischbetons
  - 3.1. Ausfallkörnung
  - 3.2. Mehlkorngesamt
  - 3.3. Konsistenz
  - 3.4. Pumpfähigkeit
  - 3.5. Verdichtung
  - 3.6. Mischbarkeit
4. Einfluss der Gesteinskörnung auf die Eigenschaften des Festbetons
  - 4.1 Festigkeit
  - 4.2 Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand
  - 4.3 Beständigkeit gegen chemische Angriffe
  - 4.4 Verformungsfähigkeit
  - 4.5 Alkali-Kieselsäure-Reaktion

## 1. Einleitung

Seit Juli 2004 sind für Sand und Kies neue europäische Normen für Gesteinskörnungen in Kraft getreten.

Die bis dahin geltende deutsche Normenreihe DIN 4226 entsprach in ihrer letzten Fassung aus dem Jahr 2001 inhaltlich weitgehend den neuen europäischen Normen, weshalb sich im Hinblick auf die Produkteigenschaften von Gesteinskörnungen nur wenig geändert hat. Jedoch beinhaltet die Einführung der Norm DIN EN 12620 Gesteinskörnung für Beton und die DIN V 20000-103 in Verbindung mit der neuen DIN EN 206-1 und der DIN 1045-2 (Beton) eine Fülle an neuen Begriffen und Prüfvorschriften im Betonbau.

Neben der Gegenüberstellung von bekannten und neuen Begriffen beinhaltet die Broschüre >>Oberhesssand und -kies im Beton<< technische Hinweise zur Verwendung im Beton.

Die Oberhess-Handels-Union übernimmt als Autor dieser Broschüre keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Haftungsansprüche, welche sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

## 2. Normen und Begriffserläuterungen

Die seit Juni 2004 in Kraft getretenen neuen Normen für Gesteinskörnungen (Abb.1) regeln die Verwendung in Betonen, Spezialbetonen, Mörteln und Putzen und ersetzen gemeinsam die alte Norm DIN 4226-1.

Norm	Inhalt
DIN EN 12620	Gesteinskörnung für Beton
DIN V 20000-103	deutsche Anwendungsnorm für Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620
DIN EN 13055-1	Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel
DIN V 20000-104	deutsche Anwendungsnorm für Gesteinskörnungen nach DIN 13055-1
DIN EN 13139	Gesteinskörnung für Mörtel
DIN 4226-100	recycelte Gesteinskörnung

Abb.1 ab Juni 2004 geltende Normen für Gesteinskörnungen

Zur Verdeutlichung der Begriffsänderungen innerhalb des neuen Normenwerkes sind im Folgenden die Unterschiede der Begriffe zwischen alter und neuer Norm erläutert (Abb.2)

Neuregelung	alte Normung	Praxisbegriffe
DIN EN 12620 und DIN V 20 000-103	DIN 4226-1	
Gesteinskörnung	Zuschlag	
feine Gesteinskörnung (D ≤ 4 mm)	Sand, Brechsand (D ≤ 4 mm)	Sand, Brechsand
grobe Gesteinskörnung (D ≥ 4 mm)	Kies, Splitt (D > 4 mm)	Kies, Splitt
Feinanteile (D ≤ 0,063 mm)	abschlämbbare Bestandteile (D ≤ 0,063 mm)	
Mehlkornanteil (D ≤ 0,125 mm)	Mehlkornanteil (D ≤ 0,125 mm)	
Korngruppe d/D (z.B. 8/16)	Korngruppe (z.B. 4/8)	Kornfraktion
Korngemisch (z.B. 0/32)	Werkgemischter Betonzuschlag	WBZ
Kornzusammensetzung	Sieblinie, Siebkurve	Sieblinie

Abb.2 Begriffserläuterung der neuen DIN EN 12620 und der alten DIN 4226-1-2001

## 2.1. Gesteinskörnungen für Beton

Oberhesssand und -kies zur Herstellung von Beton ist natürlichen, mineralischen Ursprungs mit einer Kornrohichte > 2.650 kg/m<sup>3</sup>. Die Unterscheidung erfolgt normgerecht nach DIN EN 12620 und DIN V 20000-103 in feine und grobe Gesteinskörnung sowie in Korngemische, dargestellt in Abb.3. Die OHU-Gesteinskörnungen für Beton bilden im Gemisch der einzelnen Korngruppen das Gerüst für den Beton und sind durch die Kornzusammensetzung (Sieblinie) sehr hohlraumarm einstellbar.

Bezeichnung	Definition	Produkt	Sorte	
feine Gesteinskörnung (Sand)	D ≤ 4mm und d = 0	0/1	110	
		0/2a	120	
		0/2b	121	
grobe Gesteinskörnung (Kies)	D ≥ 4 mm d ≥ 2 mm	eng gestuft	WBZ 0/16	211
		D/d ≤ 2 oder	8/16	250
		D ≤ 11,2 mm	16/32	255
		weit gestuft		
	D/d > 2 und	2/32		
	D > 11,2 mm			
Korngemisch	D ≤ 45 mm / d = 0	WBZ 0/32	212	

Abb.3 feine/grobe Gesteinskörnungen und Korngemische

## 2.2. Kornzusammensetzung

Die Packungsdichte (Hohlraumanteil) des Korngerüsts wird maßgeblich durch die Sieblinie beeinflusst. Durch die runde Kornform und die Oberflächenbeschaffenheit von Oberhesssand und -kies gelingt es, im Frischbeton den Wassergehalt niedrig zu halten und eine gute Verarbeitbarkeit zu gewährleisten.

Die Bestimmung der Kornverteilung erfolgt durch Siebanalysen mit genormten Prüfsieben. Der Körnungsaufbau wird bestimmt durch die Anteile der einzelnen Korngruppen innerhalb der Sieblinie. In Abb.4 sind die Maße der Grund- (G) und Ergänzungssiebsätze (E) dargestellt.

G	0			1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63			
E	0,063	0,125	0,5	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63

Abb.4 Grund- und Ergänzungssiebsätze für Gesteinskörnungen im Beton gem. DIN EN 12620





### 2.3. Roh-/ Schüttdichte und Feuchtigkeitsgehalt

Die zur Stoffraumberechnung eines Betons (rechnerische Bestimmung der Zusammensetzung des Frischbetonvolumens aus dem Volumen der Ausgangsstoffe) notwendige Rohdichte der Gesteinskörnung ist abhängig von der Porosität der Gesteinskörnung. Die Schüttdichte wird ermittelt aus der Masse an lose geschüttetem Material pro Volumeneinheit.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Gesteinskörnung setzt sich zusammen aus der Oberflächen- und der Kernfeuchte. Die Oberflächenfeuchte muss bei der Stoffraumberechnung berücksichtigt werden, die Kernfeuchte hingegen wird vernachlässigt.

### 2.4. Feine Gesteinskörnungen (Sand)

Unter feinen Gesteinskörnungen versteht man Gesteinskörnungen mit dem Größtkorn  $D$  von maximal 4 mm. Das bedeutet, dass es sich bei Sanden der Korngruppen 0/1 mm, 0/2 mm und 0/4 mm um feine Gesteinskörnungen handelt.

### 2.5. Grobe Gesteinskörnungen (Kies)

Unter groben Gesteinskörnungen versteht man Korngruppen mit einer oberen Siebgröße von Minimum 4 mm und einer unteren Siebgröße, welche nicht kleiner als 2 mm ist.

Die Unterscheidung erfolgt nach eng und weit gestuften groben Gesteinskörnungen. Die Anforderung wird bei eng gestuften groben Gesteinskörnungen an die zulässigen Anteile des Über- und Unterkorns gestellt.

Bei weit gestuften groben Gesteinskörnungen sind zusätzlich die Absolutgrenzwerte und die Grenzabweichung für den Siebdurchgang durch das „Mittlere Sieb“ zu berücksichtigen. Welches Sieb als „Mittleres Sieb“ gilt, ist abhängig vom Größtkorn  $D$  und dem Verhältnis von  $D/d$  (hier  $d$ = Kleinstkorn) und ist geregelt in der DIN EN 12620, Anhang A.

### 2.6. Korngemische

Korngemische sind Gemische aus feinen und groben Gesteinskörnungen. Das Kleinstkorn  $d$  beträgt bei Korngemischen 0 mm. Die Anforderungen an die Kornzusammensetzung (Sieblinie) von Korngemischen ist geregelt in der DIN EN 12620, Abschn. 4.3.5., Tabelle 6.

Für Korngemische sind in der Norm zwei Zwischensiebe angegeben, bei denen ein bestimmter Siebdurchgang mit den vorgegebenen Grenzabweichungen einzuhalten ist. Die Grenzabweichungen betragen für beide Zwischensiebe jeweils 20 M.-%. Beispielhaft sind die Zwischensiebe des Korngemischs 0/8 mm bei 1 mm und 4 mm definiert, bei einem Korngemisch 0/16 mm bei 2 mm und 8 mm, bei einem Korngemisch 0/32 bei 4 mm und 16 mm.

#### **unsere Empfehlung:**

**Korngemische  
mit  
OHU-Qualität**

**0/8 Sorte 210**

**0/16 Sorte 211**

**0/32 Sorte 212**

Korngemische von OHU

## 3. Einfluss der Gesteinskörnungen auf die Eigenschaften des Frischbetons

Beton ist im einfachsten Sinn ein Gemisch aus Zementleim (Gemisch aus Zement und Wasser) und Gesteinskörnungen. Der Zementleim umhüllt die Gesteinskörnung, macht den Beton verarbeitbar und verbindet die Gesteinskörnung dauerhaft miteinander. Wie viel Zementleim in der Betonrezeptur notwendig ist, entscheidet sich durch die gestellten Anforderungen an die Verarbeitbarkeit des Betons und wird beeinflusst durch die Größe der Oberfläche der Gesteinskörnung und die ermittelte Kornzusammensetzung. Diese wiederum beeinflusst den Hohlraum des Korngemisches, der mit Zementleim gefüllt werden muss.

Je feiner die Gesteinskörnung im Beton ist, umso größer wird die Oberfläche des Korngemischs, und der Anteil an Zement muss ggf. erhöht werden, um die geforderten technischen Eigenschaften (Festigkeiten) zu erreichen.

Je gröber die Gesteinskörnung ist, desto größer sind die Hohlräume (Haufwerksporen) zwischen den Körnern, und auch hier wäre ein erhöhter Anteil an Zementleim notwendig. In beiden Fällen entstehen betontechnologische Nachteile in Form eines erhöhten Schwindmaßes der Betonkonstruktion, bedingt durch den erhöhten Anteil an Zement.

Um den optimalen Beton herzustellen, muss eine Kornzusammensetzung gewählt werden, welche eine kleine Oberfläche und eine geringe Haufwerksporigkeit besitzt.

Betone mit Oberreinsand und -kies der OHU sind sehr gut verarbeitbar. Wesentlich sind dabei die runde Kornform, die Kornzusammensetzung sowie der Mehlkornanteil der Gesteinskörnung. Die Eigenschaften von Beton können durch Berücksichtigung einer Ausfallkörnung innerhalb der Gesamtsieblinie positiv beeinflusst werden. Die Verarbeitbarkeit ist jedoch von weiteren Faktoren abhängig. Neben dem Anteil an Zementleim spielen die Eigenschaften des Frischbetons wie Konsistenz, Pumpbarkeit, Verdichtbarkeit und Mischbarkeit eine wichtige Rolle, weshalb diese Qualitätskriterien im Folgenden erläutert werden.

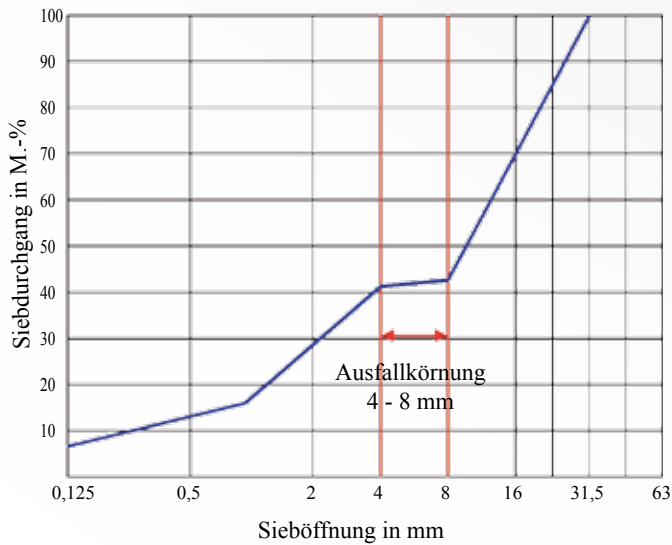
### 3.1. Ausfallkörnung

Von Ausfallkörnung spricht man dann, wenn Kornbereiche in der Kornzusammensetzung teilweise oder ganz fehlen.

Der Anteil des Korngemischs im Beton beträgt je nach gewünschter Eigenschaft des Betonprodukts zwischen 70–85 M.-%. Die Kornzusammensetzung (Sieblinie) der Betonrezeptur hat einen wesentlichen Einfluss auf die Frisch- und Festbetoneigenschaften. Der Wasseranspruch und die Verarbeitbarkeit können durch die Optimierung der Kornzusammensetzung positiv beeinflusst werden. Für bestimmte Anwendungen kann es vorteilhaft sein, mit so genannter Ausfallkörnung zu arbeiten. Typisches Beispiel für eine Ausfallkörnung ist der Kornbereich 4–8 mm beim Korngemisch 0/32 mm, siehe Abb.5.



Abb.5 Korngemisch 0/32 mm mit Ausfallkörnung 4 - 8 mm



### 3.2. Mehlkorngesamt

Unter Mehlkorngesamt versteht man den Anteil der Körnungslinie  $\leq 0,125$  mm, welcher sich aus dem Anteil an Gesteinskörnung, dem Bindemittel (Zement) und ggf. den Zusatzstoffen (Füller) zusammensetzt. Der Mehlkorngesamt ist in Abhängigkeit der Produkteigenschaften des Betons festzulegen, muss aber innerhalb der angegebenen Werte der DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2 liegen.

Mit einem betontechnologisch optimal eingestellten Mehlkorngesamt werden die Eigenschaften des Frischbetons wie Verarbeitbarkeit und Wasserrückhaltevermögen verbessert, das Betonbluten sowie Entmischungen verhindert und die Wirkungsweise von Zusatzmitteln erhöht. Im abgebundenen Zustand als „Festbeton“ erhöhen sich die Gefügedichte und die Wasserundurchlässigkeit des Betons.

### 3.3. Konsistenz

Die Kenngrößen zur Ermittlung der Konsistenz sind das Verdichtungsmaß und das Ausbreitmaß.

Obwohl das Setzmaß in der EN 12350-2 und das Setzzeitmaß in der EN 12350-3 genormt ist, finden beide Methoden zur Ermittlung der Konsistenz in Deutschland wenig oder keine Anwendung.

Das Verdichtungsmaß (VM) ist das Verhältnis der Einfüllhöhe zur mittleren Höhe nach dem Verdichten und Abziehen des Verdichtungsmaßtrichters.

Ausbreitmaß (AM): durch den Ausbreitversuch wird die Ausbreitfähigkeit des Betons durch definierte Erschütterungen auf dem Ausbreitmaßtisch ermittelt und kann zur Bestimmung der Konsistenz von plastischem, weichem und fließfähigem Beton verwendet werden.

Bei Austausch von runder Gesteinskörnung gegen gebrochene Gesteinskörnung in der Betonrezeptur und unveränderten sonstigen Parametern verringert sich das Ausbreitmaß. Die Ursache liegt in der größeren Oberfläche der gebrochenen Gesteinskörnung, welche mit Wasser benetzt werden muss. Um eine vergleichbare Konsistenz mit gebrochener Gesteinskörnung herzustellen, müssen dem Beton in dem Fall verflüssigende Zusatzmittel beigemischt werden.

### 3.4. Pumpfähigkeit

Kriterien für die Einschätzung der Pumpfähigkeit von Betonen sind der Pumpendruck, die maximale Förderweite und die Pumpleistung. Der Feinmörtelgehalt (Feinmörtel  $\rightarrow$  der über einem Sieb mit 2 mm Maschenweite auswaschbare Anteil des Frischbetons) und die Zementmenge dienen dazu, den Pumpendruck zu übertragen. Besonders die runde Kornform von Oberrheinsand (als Bestandteil des Feinmörtelgehalts) und Oberrheinkies als grobe Gesteinskörnung verbessert die Förderwilligkeit von Betonen und minimiert den Verschleiß an Fördergeräten, Rohrleitungen und Schläuchen.

### 3.5. Verdichtung

Die vollständige Verdichtung des Betons hat wesentlichen Einfluss auf die erreichbaren Festigkeiten, die Dichtigkeit und damit Dauerbeständigkeit des Betons. Bei Verwendung von Oberrheinsand und -kies im Beton ist sehr wenig Energie zum Verdichten notwendig, weil der Frischbeton eine geringe innere Reibung aufweist und sich leicht bewegen lässt.

### 3.6. Mischbarkeit

Durch den geringen Verschleiß bei der Herstellung und Verarbeitung von Beton mit Oberrheinsand und -kies wird die Haltbarkeit der Mischtechnik im Transportbetonwerk und der Pumptechnik auf der Baustelle erhöht.

Die Kornzusammensetzung des Betons wird durch den Mischvorgang und die Verarbeitung nicht verändert. D.h., ein Anstieg des Mehlkorngesamts durch Gesteinsabrieb bei der Herstellung und dem Transport tritt durch die sehr hohe Druckfestigkeit der Oberrheingesteinskörnung von über  $100 \text{ N/mm}^2$  nicht auf.

## 4. Einfluss der Gesteinskörnung auf die Eigenschaften des Festbetons

### 4.1. Festigkeit

Wichtige Kriterien für die Festigkeit von Beton sind die Festigkeit des Zementsteins und der Gesteinskörnung. Durch die Druckfestigkeit der Oberrheingesteinskörnung von über  $100 \text{ N/mm}^2$  ist immer genügend Festigkeitsreserve der Gesteinskörnung vorhanden. Die Druckfestigkeit von Beton steht deshalb in größerer Abhängigkeit zur verwendeten Zementsorte, dem W/Z-Faktor (Verhältnis von Anmachwasser zu Zement), dem Zementsteinporenraum und der Verdichtung des Betons.

Die Biegezug- und Spaltzugfestigkeit von Beton steht in engem Zusammenhang mit der gewählten Kornzusammensetzung und dem Größtkorn der Gesteinskörnung. Betone mit mehr Sandanteilen haben erfahrungsgemäß eine etwas höhere Biegezug- und Spaltzugfestigkeit.



### 4.2. Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand

Die Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandsfähigkeit ist wesentlicher Faktor im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit von Baukonstruktionen aus Beton. Nicht zu beeinflussende äußere Faktoren wie Feuchtigkeit, Temperatur sowie mechanische (z. B. Verkehrsbelastung) und chemische (z. B. Taumittel) Beanspruchung oder deren Kombination kann die Betonkonstruktion auf Dauer schädigen.

Damit der Beton diese äußeren Einflüsse schadlos übersteht, müssen die Bestandteile des Festbetons, die Gesteinskörnung und der Zementstein, eine möglichst hohe Widerstandsfähigkeit gegen Frost- und Frost-Tausalz-Angriffe besitzen. Betontechnologisch beeinflussbare Faktoren wie eine optimierte Betonzusammensetzung, die Auswahl hochwertiger (frostunempfindlicher) Gesteinskörnungen, die Verwendung geeigneter Zemente in Verbindung mit geeigneten Herstellungs- und Verarbeitungstechnologien erhöhen die Widerstandsfähigkeit.

Der Einfluss der Gesteinskörnung auf die Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandsfähigkeit des Betons ist abhängig von der Gesteinsart, der Korngröße, der Porengröße und -struktur der Körnung.

Der BÜV (Baustoffüberwachtungsverein Kies, Sand, Splitt) Hessen - Rheinland-Pfalz e. V. informierte im November 2006 zum Thema „Zusätzliche Anforderungen für Gesteinskörnungen bei Verwendung nach neuer ZTV-ING“:

*Zitat: „Im Juli 2006 wurde eine aktualisierte Fassung der „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten“ (ZTV-ING) veröffentlicht. Die Neufassung der ZTV-ING weicht in einigen Punkten ausdrücklich von den Regelungen der gültigen Betonnorm DIN EN 206-1/DIN 1045-2 ab. Besonders gravierend sind die geänderten Anforderungen an die groben Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620. Dies betrifft insbesondere den Nachweis des Frost-Tausalz-Widerstandes in den Expositionsklassen XF2 und XF4. Der Nachweis eines ausreichenden Frost-Tausalz-Widerstandes gilt hiernach nur dann als erbracht, wenn als Prüfverfahren das Natriumchloridverfahren eingesetzt wird und der Masseverlust 8 M.-% nicht überschreitet. Dies bedeutet, dass der Nachweis der Frost-Tau-Beständigkeit über den allgemein üblichen Magnesiumsulfatversuch für diesen Betoneinsatzbereich nicht mehr zulässig ist. Betroffen hiervon sind z. B. alle XF2- und XF4-Bauteile für Widerlager, Stützen, Pfeiler, Gründungen, Bohrpfähle, Tunnelsohlen, Tunnelwände, Tunnelschalen, Trogsohlen, Trogwände und Überbauten.“*

### 4.3. Beständigkeit gegen chemische Angriffe

Chemische Angriffe auf Beton werden nach ihren Wirkungsweisen unterschieden. Die zwei Arten der schädigenden Angriffe sind zum einen das Treiben des Betons durch in Wasser gelöste Sulfate (z. B. Gips und Anhydrit), andererseits können Säuren, bestimmte Salze (Chloride) sowie Öle und Fette lösend wirken. In beiden Fällen wird der Zementstein und ggf. der Stahl (bei Stahlbeton) stärker angegriffen als die verwendete Gesteinskörnung. Die Norm DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 unterscheidet Expositionsklassen bezüglich des Angriffs auf die Bewehrung (siehe Abb. 6) und des Angriffs auf den Beton (siehe Abb. 7).

Die Dauerhaftigkeit und Beständigkeit bei lösendem Angriff auf die Betonkonstruktion kann dennoch auch abhängig von der Art der verwendeten Gesteinskörnung sein.

Klasse	Umgebung
Angriff auf Bewehrung	
Kein Angriffs- oder Korrosionsrisiko	
XO	
Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung XC	
XC1	trocken oder ständig feucht
XC2	nass, selten trocken
XC3	mäßige Feuchte
XC4	wechselnd nass und trocken
Bewehrungskorrosion durch Chloride ausgenommen Meerwasser XD	
XD1	mäßige Feuchte
XD2	nass, selten trocken
XD3	wechselnd nass und trocken
Bewehrungskorrosion durch Chloride aus Meerwasser XS	
XS1	salzhaltige Luft
XS2	unter Wasser
XS3	Spritzwasser- und Sprühnebelbereiche, Tidebereiche

Abb. 6  
Expositionsklassen nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2  
Angriff auf die Bewehrung

Klasse	Umgebung
Angriff auf Beton	
Frostangriff mit und ohne Taumittel XF	
XF1	mäßige Wassersättigung, ohne Taumittel
XF2	mäßige Wassersättigung, mit Taumittel
XF3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel
XF4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel
Betonkorrosion durch chemischen Angriff XA	
XA1	chemisch schwach angreifend
XA2	chemisch mäßig angreifend
XA3	chemisch stark angreifend
Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung XM	
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung
XM2	starke Verschleißbeanspruchung
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung

Abb. 7  
Expositionsklassen nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2  
Angriff auf den Beton





Weber/ Riechers beschreiben in dem Zusammenhang Untersuchungen an Betonproben, welche lösenden Angriffen ausgesetzt wurden, wie folgt (vgl. Kies und Sand im Beton, Verlag Bau + Technik, Ausgabe 2003, S.47):

*„So waren Feinbetonprismen, die aus dichtem Kalkstein als Gesteinskörnung hergestellt worden waren, nach 20-jähriger Lagerung im Wasser mit einem Gehalt an kalklösender Kohlensäure von im Mittel mehr als 100 mg CO<sub>2</sub>/l deutlich stärker angegriffen als Prismen mit Quarzkörnung. ... Bei den Prismen mit Quarzkörnung war nur der Zementstein teilweise gelöst, bei den Prismen mit Kalkstein als Gesteinskörnung löste sich demgegenüber der Kalkstein wesentlich stärker als der Zementstein.“*

#### 4.4 Verformungsfähigkeit

Unter Verformungsfähigkeit versteht man die Fähigkeit, die durch äußere Kräfte entstehende Formänderung eines Werkstoffes nach Wegfall der Ursache restlos und spontan zurückzubilden.

Der Materialkennwert für die Verformungsfähigkeit eines Werkstoffes ist der Elastizitätsmodul (E-Modul).

Gesteinskörnungen mit einem hohen E-Modul verringern das Kriechen und Schwinden von Beton.

Die getrennte Betrachtung der E-Moduln von Gesteinskörnung oder Zementstein als Ausgangsstoffe für Beton lässt jedoch keine Rückschlüsse auf den zu erwartenden E-Modul des herzustellenden Betons zu, weil die Kornform der Gesteinskörnung und der Haftverbund zwischen der Körnung und dem Zementstein den E-Modul des Betons erheblich beeinflussen. Die E-Moduln der gebräuchlichsten Betonsorten sind in Abb. 8 zusammengefasst. Die Tabelle dient als Orientierung und ersetzt in keinem Fall die Einzelprüfung.

#### 4.5 Alkali-Kieselsäure-Reaktion

Bei der Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) kommt es zu Reaktionen zwischen Alkalien des Zementes und enthaltenen Kieselsäuren in der Gesteinskörnung. AKR kann nur in Verbindung mit Wasserzutritt im Betonbauteil auftreten.

Zur Vermeidung von Schäden gilt die DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion im Beton“. Gemäß dieser Richtlinie müssen Betonbauteile in Abhängigkeit von den zu erwartenden Umwelteinflüssen Feuchtigkeitsklassen zugeordnet und Gesteinskörnungen in Alkaliempfindlichkeitsklassen eingestuft werden.

Betonsorte	E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]
C20/25	28800
C25/30	30500
C30/37	31900
C35/45	33300
C45/55	35700
C50/60	36800

Abb. 8 E-Moduln diverser Betonsorten  
(Quelle: Weber/ Riechers, Kies und Sand im Beton, Verlag Bau + Technik, Ausgabe 2003)



Straßenbaufertiger auf der Autobahn A8

Ihr Partner am Bau  
Vom Oberrhein per LKW und Waggon  
Sand und Kies  
Alpine Moräne Edelsplitt  
Schotter  
Recyclingbaustoffe



[www.sandundkies.info](http://www.sandundkies.info)



Oberrhein-Handels-Union  
GmbH & Co. KG