

Was ist Beton?

Wissenswertes über den
Jahrhundertbaustoff

InformationsZentrum Beton

Dieses Informationsblatt erläutert die Frage „Was ist Beton?“ leicht verständlich für interessierte Laien. Es enthält in kurz gefasster Form wichtiges Grundlagenwissen, allgemeine Fachinformationen und die Beschreibung betontechnischer Begriffe. Betontechnische Fachausdrücke, die nicht unmittelbar erklärt werden, sind kursiv geschrieben und werden in einem Stichwortverzeichnis erläutert. Zusätzlich finden Sie Hinweise auf weiterführende Literatur und auf Informationsquellen.

Beton ist ein von Menschenhand gezielt hergestellter Stein, der schon in Römischer Zeit Verwendung fand (Bild 1). Er besteht aus Zement, Gesteinskörnungen (Sand und Kies), Wasser und gegebenenfalls Zusätzen. Das Gemisch aus Zement und Wasser wird im frischen Zustand als Zementleim bezeichnet. Der Zementleim umhüllt alle Gesteinskörner. Im erhärteten Zustand wird

aus dem Zementleim der Zementstein, der dem Korngemisch aus Sand und Kies die notwendige Festigkeit gibt. Beton ist ein vielfältig zusammensetzbarer, beliebig formbarer, druckfester, dauerhafter und wirtschaftlicher Baustoff. Diese Voraussetzungen und Eigenschaften ermöglichen die Herstellung verschiedenster Betonarten und Produkte; sie erschließen ihm eine Vielzahl von Anwendungsgebieten. Dazu gehören Bauteile und Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus z. B. für das Wohnen, die Mobilität, die Kommunikation, die Freizeit, den Umweltschutz und vieles andere mehr. Fast kein Bauwerk kommt heute ohne Bauteile aus Beton aus. Für seine Herstellung und Anwendung gibt es spezielle Bauvorschriften und technische Regelwerke.

1 Historische Entwicklung

Bereits vor Hunderttausenden von Jahren hat die Natur einen Beton hervorgebracht, der in seinem Aussehen und seinen Eigenschaften dem heutigen Werkstoff sehr ähnlich ist. Dieser „Naturbeton“ wird als Nagelfluh bezeichnet und



Bild 1: Pantheon in Rom aus „Römischem Beton“

ist ein häufig mit kalkigen Bindemitteln zu einem druckfesten Konglomerat verklebtes Geröll (Bild 2, oben). Nagelfluh wurde schon im Altertum in großformatigen Blöcken als Baumaterial verwendet und findet noch heute Anwendung z. B. bei der Herstellung von Fassaden und Bodenbelägen.

Römischer Beton (Bild 2, Mitte) ist der unmittelbare Vorläufer des heutigen Baustoffs. Als „Opus Caementitium“ benannt, war er der wichtigste Baustoff der römischen Kaiserzeit [1]. Römische Baumeister der Antike brannten Kalk, mischten ihn mit Steinen, Sand sowie Wasser und bei hohen Anforderungen an die Wasserbeständigkeit auch mit Puzzolanerde oder Ziegelmehl. Sie bauten damit Mauern, Brücken, Wasserleitungen (Aquädukte), Theater, Häfen und Straßen. Ein beeindruckendes Beispiel römischer Baukunst aus Beton ist das unter Hadrian von 115 bis 126 n. Chr. erbaute und in hervorragendem Zustand erhaltene Pantheon in Rom. Die Kuppel aus römischem Leichtbeton hat eine vorher nie gewagte Spannweite von 43 m (Bild 1).

Heute bieten Transportbeton- und Mörtelwerke sowie Betonwaren- und -fertigteilwerke eine breite Palette von Betonsorten und zementgebundene Produkte, Werksteine und vorgefertigte Bauelemente für die verschiedensten Bauaufgaben und Anwendungsgebiete an.

2 Bestandteile des Betons

Die Bestandteile bzw. Ausgangsstoffe von Beton sind Zement, Gesteinskörnung, Wasser und gegebenenfalls Betonzusätze.

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel. Mit Wasser vermischt bildet er Zementleim, der durch *Hydratation* (Wasserbindung) sowohl an der Luft als auch unter Wasser erhärtet und auch unter Wasser dauerhaft seine Festigkeit behält.

Eine wesentliche Eigenschaft ist seine Druckfestigkeit. Zement gibt es in verschiedenen *Zement-Festigkeitsklassen*, mit unterschiedlicher Anfangsfestigkeit, Festigkeitsentwicklung und Endfestigkeit.

Darüber hinaus gibt es Zemente mit besonderen Eigenschaften für spezielle Anwendungsgebiete, wie z. B. Zemente mit niedriger Wärmeentwicklung (LH-Zemente, engl. Low Heat) für die Herstellung massiger Betonbauteile oder solche mit hohem chemischem Widerstand gegen Sulfatangriff (SR-Zemente). Die maßgebende Zementnorm ist die europäische DIN EN 197-1 [2].

Gesteinskörnung für Beton ist in der Regel ein Gemisch aus natürlich gewonnenen ungebrochenen oder gebrochenen Gesteinen. Unterschieden wird zwischen normaler, leichter und rezyklierter Gesteinskörnung. Sie können ein dichtes oder poriges Gefüge aufweisen. Kies, der z. B. aus Flüssen gewonnen wird, weist in der Regel eine

naturrunde Kornform auf. Aus Steinbrüchen gewonnenes und gebrochenes Material (Splitt) hat dagegen eine kantige Form. Durch ein abgestimmtes Zusammenfügen verschiedener Korngrößen nach Volumen- oder Gewichtsnorm entsteht ein dichtes Gesteinsgefüge, das mit Zementleim verklebt wird. Diese Korngrößenabhängige Abstufung eines Korngerüsts wird als Sieblinie bezeichnet. Das *Größtkorn* beträgt bei Beton meistens 8, 16, 22 oder 32 mm. Die maßgebende Norm für Gesteinskörnungen ist die DIN EN 12620 [3].

Als **Wasser** wird bei der Betonherstellung in der Regel Trinkwasser verwendet. Auch in der Natur vorkommende Wässer sind meistens geeignet. Die Zugabe von Restwasser aus dem Frischbetonrecycling ist in nahezu allen Transportbetonwerken Stand der Technik.

Betonzusätze werden dem Beton zugegeben, um bestimmte Frisch- und/oder Festbetoneigenschaften, wie z. B. die Verarbeitungseigenschaften und die Dauerhaftig-

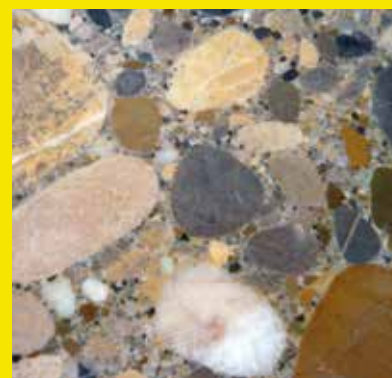


Bild 2: Schnitt durch Nagelfluh, Opus Caementitium und heutigen Normalbeton (von oben) [1]

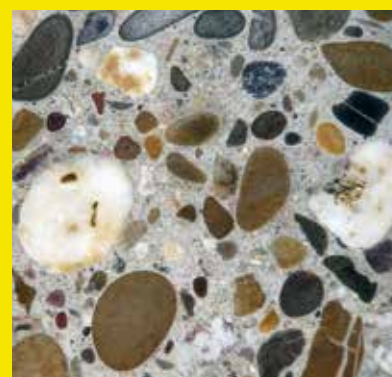


Bild 3: Schnitt durch Normalbeton, Schnitt durch gefügedichten Leichtbeton, Schnitt durch haufwerksporigen Leichtbeton (von oben nach unten)

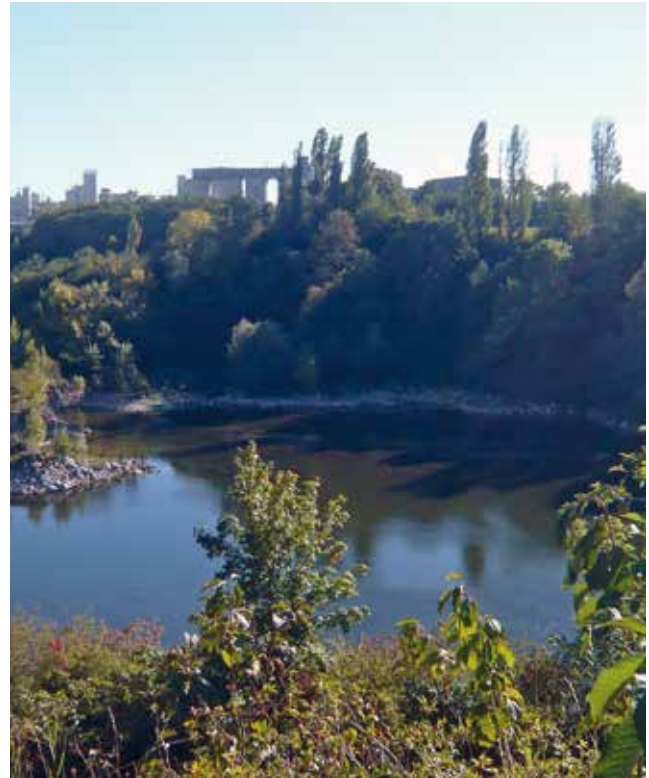
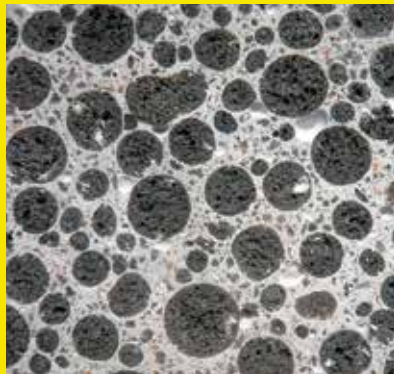


Bild 4: Reaktivierter Steinbruch eines Zementwerks als wertvolles Biotop für Flora und Fauna

keit gezielt zu verbessern. Zahlreiche Betoneigenschaften sind nur durch Verwendung von Betonzusätzen möglich. Es wird unterschieden zwischen Betonzusatzmitteln und Betonzusatzstoffen. Ein Großteil aller werkmäßig hergestellten Betone werden in Deutschland unter Verwendung von Betonzusatzmitteln verarbeitet. Sie wirken chemisch und/oder physikalisch und werden in sehr geringen Mengen meist flüssig zugegeben. Die Rohstoffe sind toxikologisch unbedenklich. Betonzusatzstoffe wie z. B. Gesteinsmehle, Farbpigmente oder Flugasche werden in größeren Mengen zugegeben.

3 Vom Frisch- zum Festbeton

Der Zementleim ermöglicht eine beliebige Verarbeitbarkeit und Formbarkeit des *Frischbetons*. Die maßgebenden Anforderungen für den Frischbeton ergeben sich aus dem vorgesehenen Ablauf für das Herstellen, Transportie-

ren und Verarbeiten des Betons. Durch chemisch-mineralogische Reaktionen des Zements mit Wasser wird aus dem Zementleim durch eine Kristallbildung Zementstein, der die einzelnen Kies- und Sandkörner umhüllt und damit das Betongefüge fest verbindet. Das Massenverhältnis von Wassergehalt (w) zu Zementgehalt (z) wird als *Wasserzementwert* (w/z -Wert) bezeichnet. Er ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Druckfestigkeit des Betons, aber auch für die Dichtigkeit (Porosität) des Zementsteins und damit für viele Festbetoneigenschaften und die Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen.

Die Anforderungen an den *Festbeton* ergeben sich in der Regel aus den Beanspruchungen durch Lasten, die auf das herzustellende Bauwerk bzw. Bauteil einwirken, und aus dem späteren Verwendungszweck.

4 Betonarten und Betoneigenschaften

Normalbeton wird umgangssprachlich kurz als Beton bezeichnet und in der Regel unter Verwendung von in der Natur vorkommenden Gesteinskörnungen hergestellt (Bild 3, oben). Er ist universell im Wasser-, Verkehrs-, Brücken-, Wohnungs- sowie Industrie- und Gewerbebau einsetzbar. Normalbeton ist die am häufigsten verwendete Betonart.

Leichtbeton wird für wärmedämmende Bauteile im Wohnungsbau verwendet sowie dort, wo für Transport, Montage oder Gebrauch ein leichter Beton benötigt wird. Konstruktiver Leichtbeton hat immer ein geschlossenes, dichtes Gefüge (Bild 3, Mitte). Bei haufwerksporigem Leichtbeton sind die Gesteinskörner vom Zementmörtel umhüllt und berühren sich in dichtester Lage nur punktförmig (Bild 3, unten). Die Anwendungsgebiete von haufwerksporigem Leichtbeton sind unbewehrte Wände, Mauersteine und Platten.

Schwerbeton wird zumeist als Strahlenschutzbeton zur Abschirmung von z. B. Röntgenstrahlung im medizinischen Bereich verwendet. Weitere Anwendungen sind Ballastgewichte in Schiffen oder Kontergewichte bei Kränen und Brückenwiderlagern.

Betonfestigkeit Eine der wichtigsten Eigenschaften des Betons ist seine Festigkeit, vor allem seine *Druckfestigkeit*. Sie ist die wichtigste Bemessungsgröße des Tragwerkpla-

ners für tragende Bauteile. Nach der *Druckfestigkeit* wird der Werkstoff verschiedenen *Betonfestigkeitsklassen* zugeordnet. Nach aktueller Norm [4] ist die Bezeichnung für die Druckfestigkeit z. B. C 25/30, wobei C für concrete (engl. Beton) und die Zahlen für die *Druckfestigkeit* in N/mm^2 gemessen an unterschiedlichen Probekörpern steht.

Expositionsklassen Neben der Bemessung für äußere Lasten (Tragfähigkeit) ist zusätzlich die *Dauerhaftigkeit* von Betonbauwerken bzw. Betonbauteilen sicherzustellen.



Foto: Testing

Bild 5: Prüfpresse zur Ermittlung der Betondruckfestigkeit



Bild 6: Lahntalbrücke bei Limburg im Bau

Hierzu müssen geeignete Annahmen für die zu erwartenden Umwelteinwirkungen getroffen werden. In den aktuellen Normen sind die Anforderungen an den Beton in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen durch die Expositionsklassen festgelegt. Expositionsklassen beschreiben die Einwirkungen der Umgebung auf den Beton.

Für die Festlegungen der Dauerhaftigkeit stehen insgesamt sieben Expositionsklassen zur Verfügung, die jeweils in bis zu vier Stufen untergliedert sind. Unterschieden werden Einwirkungen auf die Bewehrung im Beton (Bewehrungskorrosion z. B. Karbonatisierung, Chlorideinwirkung) sowie auf den Beton selbst (Betonangriff, z. B. Frost, chemischer Angriff, Verschleiß).

Der Betonbau ist eine weitestgehend geregelte Bauweise. Die maßgebenden Normen für den Betonbau sind die DIN EN 1992 (Bemessung) [4] und DIN EN 206 [5] in Verbindung mit DIN 1045-2 (Baustoff Beton) [6]. Darüber hinaus gelten für die vielfältige Anwendung von Beton, Betonfertigteilen, Betonwaren und zementgebundenen Produkten spezielle technische Regelwerke.

5 Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit

Bauliche Maßnahmen sind unerlässlich, um die Bedürfnisse einer modernen Gesellschaft zufriedenzustellen. Der Schutz der Umwelt bei baulichen Anlagen gehört zu den wesentlichen Anforderungen, sowohl des europäischen Rechts als auch der nationalen Bauordnungen. Neben der Betrachtung der unmittelbaren Umgebung eines Bauwerks rücken die Auswirkungen des Bauens auf die regionale und globale Umwelt und damit auf die natürlichen Lebensgrundlagen immer stärker in das öffentliche Bewusstsein. Dabei sind sowohl die Umweltbelastungen als auch die Umweltentlastungen, die mit der Herstellung und Nutzung von Baustoffen bzw. Bauwerken verbunden sind, zu berücksichtigen. Umweltentlastungen entstehen z. B. durch den Einsatz geeigneter sekundärer Roh- und Brennstoffe bei der Zementherstellung sowie durch die Verwertung industrieller Nebenprodukte und Recyclingmaterialien bei der Zement- und Betonproduktion. Wesentliche Voraussetzung für den Einsatz dieser Stoffe ist, dass sie weder zu einer Umweltbelastung bei der Zementherstellung noch zu einer Beeinträchtigung der bautechnischen und umweltrelevanten Eigenschaften des Zements bzw. des Betons führen. [7]



Foto: Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V. / Norbert Ehrlich

Bild 7: Betonfahrbahndecke im Fernstraßenbau

6 Anwendungsgebiete des Betons

Beton ist der am meisten genutzte Baustoff weltweit. Die Einsatzmöglichkeiten sind sehr vielfältig. Ohne Beton ist unsere moderne Infrastruktur kaum vorstellbar. Die Einsatzgebiete von Beton sind sehr vielfältig.

› Ingenieurbau

Im Ingenieurbau wird Beton eingesetzt bei Staudämmen, Brücken, Tunnel, Schleusen, Türmen, Windkraftanlagen, Rohren, Kläranlagen, Auffangflächen wie bei Tankstellen, im Straßenbau und vieles andere mehr.

› Hochbau

Zum Hochbau gehören u. a. Wohnungsbau, Hochhäuser sowie Gewerbe- und Hallenbau inkl. Industrieböden. Typische Einsatzgebiete im Wohnungsbau sind Fundamente, Sohlen, Wände, Decken, Balkone und Treppenläufe.

› Gestaltung

Zur Gestaltung gehören Sichtbeton, Betonpflaster, Betonmöbel und Ausbauprodukte wie z. B. Betonwerksteinplatten. Für den Außenbereich gibt es eine große Bandbreite von vorgefertigten Produkten wie z. B. Winkelstützwände, Palisaden, Pflastersteine, Gehweg-

platten, Bordsteine etc. Hier erreicht man mit farbigen Kiesen und Sanden, mit eingefärbtem Zementstein sowie mit einer Oberflächenbearbeitung einen optisch hochwertigen und außerdem strapazierfähigen Bodenbelag.

7 Verwendete Begriffe und deren Erläuterung

(in alphabetischer Reihenfolge)

Betonfertigteile Im Betonfertigteilewerk hergestelltes Betonbauteil, wie z. B. Wände, Stützen, Decken, Treppen, Balken, das im ausgehärteten Zustand zur Montage auf die Baustelle geliefert wird.

Betonzusatzmittel Stoffe (meist Flüssigkeiten), die Frisch- und/oder Festbetoneigenschaften gezielt verändern. Dazu gehören: Betonverflüssiger, Fließmittel, Luftporenbildner, Dichtungsmittel, Verzögerer, Beschleuniger, Einpresshilfen, Stabilisierer, Chromatreduzierer und weitere.

Betonzusatzstoffe Feinstkörnige mineralische Stoffe wie Gesteinsmehle, Farbpigmente oder Flugasche, die bestimmte Frisch- und/oder Festbetoneigenschaften gezielt beeinflussen.

Brandschutz Bauliche Anlagen müssen so beschaffen sein, dass der Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird, bei einem Brand Löscharbeiten möglich sind und Menschen und Tiere gerettet werden können. Beton ist ein nichtbrennbarer Baustoff, er trägt auch nicht zur Brandlast bei.

Dauerhaftigkeit Ein Bauwerk muss während der vorgesehenen Nutzungsdauer seine Funktion hinsichtlich Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit ohne wesentlichen Verlust der Nutzungseigenschaften bei angemessenem Instandhaltungsaufwand erfüllen.

Druckfestigkeit Spannung F/A : Quotient aus Bruchlast (F) und Krafteinleitungsfläche (A) eines einachsigen beanspruchten Prüfkörpers. Beton wird in der Regel nach seiner im Alter von 28 Tagen an Würfeln oder Zylindern ermittelten Druckfestigkeit in Betonfestigkeitsklassen eingeteilt.

Frischbeton Fertig gemischter Beton, der sich noch in verarbeitbarem Zustand befindet und durch das gewählte Verfahren verdichtet wird.

Bild 8: Sichtbeton-Treppenhaus



Bild 9: Betonpflastersteine



Festbeton Beton, der sich in festem Zustand befindet und eine gewisse Festigkeit entwickelt hat.

Größtkorn Das größte in einer Gesteinskörnung vorhandene Gesteinskorn; im Beton üblicherweise 8, 16 oder 32 mm; bei Trockenbeton in Säcken i. A. 8 mm.

Hydratation Auch Wasserbindung genannt. Chemisch physikalische Reaktion des Zements mit Wasser. Bei Zement entsteht durch die Hydratation Zementstein.

Kies Ungebrochene natürliche Gesteinskörnung mit dichtem Gefüge; Korngröße ≥ 4 mm; auch „grobe Gesteinskörnung“ genannt.

Konsistenz Maß für die Verarbeitbarkeit und Verdichtbarkeit von *Frischbeton*.

Sieblinie Grafische Darstellung der Zusammensetzung einer Gesteinskörnung. Sie entsteht durch Auftragung der Siebdurchgänge in Vol.-% über den zugehörigen Siebweiten.

Spannbeton Bewehrter Beton, der sich vom *Stahlbeton* dadurch unterscheidet, dass eingebaute Spannglieder mit einer Zugkraft vorgespannt werden. Dadurch kann der Spannbeton eine größere Last aufnehmen.

Stahlbeton Verbundbaustoff aus Beton und Stahl. Dabei übernimmt der Stahl überwiegend die Zugkräfte und der Beton überwiegend die Druckkräfte.

Splitt Gebrochene natürliche *Gesteinskörnung*.

Transportbeton Im Transportbetonwerk gemischer Beton, der im frischen Zustand mit Fahrmaschinen auf die Baustelle geliefert wird. Dort wird der noch verarbeitbare Beton in die Schalung eingebracht und verdichtet.

w/z-Wert Einheitenlose Größe, die das Masseverhältnis von Wasser zu Zement darstellt. Wichtige Kenngröße in der Betontechnologie, aus dem Qualitätsmerkmale wie Festigkeit und Dauerhaftigkeit abgeleitet werden können.

Zement-Festigkeitsklasse Zemente werden in die Festigkeitsklassen 32,5, 42,5 und 52,5 unterteilt. Als Kennzahl gilt die nach Zementnorm im Alter von 28 Tagen an Probekörpern geprüfte Mindestdruckfestigkeit, z. B. 32,5 N/mm².

Zusatzstoffe Siehe *Betonzusatzmittel und Betonzusatzstoffe*

Bild 10: Gartengestaltung aus Beton



8 Literatur

- [1] Lamprecht, H.-O., Opus Caementitium – Die Bau-technik der Römer (Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf)
- [2] DIN EN 197-1 Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement
- [3] DIN EN 12620 Gesteinskörnungen für Beton – Normale und schwere Gesteinskörnungen
- [4] DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- [5] DIN EN 206 Beton: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [6] DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206
- [7] Zement-Merkblätter und Schriftenreihe der Deutschen Zementindustrie

9 Informationen im Internet

www.beton.org Internetplattform der Zement- und Betonindustrie Fachinformationen über Beton, kostenloser download von Zement-Merkblättern, Veranstaltungshinweise



Foto: LAG/IZB

Bild 11: Mehrfach ausgezeichnet: das Konzerthaus Blaibach

Regionale Ansprechpartner für Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

Büro Berlin

Teltower Damm 155
14167 Berlin
Telefon 030 3087778-0
berlin@beton.org

Büro Hannover

Hannoversche Straße 21
31319 Sehnde
Telefon 05132 502099-0
hannover@beton.org

Büro Beckum

Neustraße 1
59269 Beckum
Telefon 02521 8730-0
beckum@beton.org

Büro Ostfildern

Gerhard-Koch-Straße 2 + 4
73760 Ostfildern
Telefon 0711 32732-200
ostfildern@beton.org

Herausgeber: InformationsZentrum Beton GmbH, Steinhof 39, 40699 Erkrath, www.beton.org

Verfasser: Dr.-Ing. Diethelm Bosold, Dipl.-Ing. Alexander Grünewald, InformationsZentrum Beton

Unsere Beratung erfolgt unentgeltlich. Auskünfte, Ratschläge und Hinweise geben wir nach bestem Wissen. Wir haften hierfür – auch für eine pflichtwidrige Unterlassung – nur bei grobem Verschulden, es sei denn, eine Beratung wird im Einzelfall vom Empfänger unter Hinweis auf besondere Bedeutung schriftlich erbeten und erteilt. **Stand 9/2016**