

Beton

Allgemeine Informationen:

Beton wird durch Mischen von Zement, grobem und feinem Zuschlag und Wasser, mit oder ohne Zugabe von Zusatzstoffen oder Zusatzmitteln hergestellt. Er erhält seine Eigenschaften durch das Erhärten des Zementleimes.

Stahlbeton ist ein Verbundbaustoff aus Beton und Stahl (in der Regel Betonstahl) für Bauteile, bei denen das Zusammenwirken von Beton und Stahl für die Aufnahme der Schnittkraftgrößen nötig ist.

Technische Regeln:

- DIN 1045 Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung
- DIN 1048 Prüfverfahren für Beton
 - Teil 1: Frischbeton
 - Teil 2 + 4: Bestimmung der Druckfestigkeit von Festbeton in Bauwerken und Bauteilen
 - Teil 5: Festbeton gesondert hergestellter Probekörper
- DIN 1084 Teil 1 - 3: Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau
- Richtlinien des DAfStB:
 - Restwasser
 - Fließbeton
 - Verzögerter Beton
 - Trockenbeton
 - Alkalireaktion
 - Recyklierter Zuschlag
 - Beton im Umgang mit Wassergefährdenden Stoffen
- DAfStB Heft 400 Erläuterungen zur DIN 1045
- Weitere Stoffnormen bei den einzelnen Ausgangsstoffen

Im Zuge der Harmonisierung der Normen in der EU sind zur Zeit zahlreiche Normen in Überarbeitung. So wird auch die DIN 1045 neu gegliedert und an die künftige Europäische Betonnorm (EuroCode 2 - EN 1992) angepasst:

- DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton (Entwurf)
 - Teil 1: Bemessung und Konstruktion (Entwurf)
 - Teil 2: Betontechnik (Entwurf)
 - Teil 3: Bauausführung (in Arbeit)
 - Teil 4: Herstellung von Fertigteilen (in Arbeit)
- prEN 1008 Zugabewasser für Beton - Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich Restwasser aus Wiederaufbereitungsanlagen der Betonherstellung als Zugabewasser für Beton (Entwurf)

Wichtige Anwendungsbereiche im Bauwesen:

Sämtliche Anwendungsbereiche des Hoch-, Tief-, Ingenieur- und Industriebaues.

Fahrbahndeckenbau

Fertigteile

Klassifikationen:

Bauregelliste A Teil 1:

1.5 Beton 1.5.1 bis 1.5.15 meist ÜZ/Z
 1.6 Vorgefertigte Bauteile aus Beton + Stahlbeton, Betongläser + Ziegel
 1.6.1 bis 1.6.19 meist ÜZ/Z

Technische Daten (Auswahl):

Rohdichte ρ :

Leichtbeton	800	bis	2000 kg/m ³
Normalbeton	2000	bis	2600 kg/m ³
Schwerbeton		über	2600 kg/m ³

Druckfestigkeit (Nennfestigkeit, nach geltender DIN 1045):

BI	B5:	5 N/mm ²	
BI	B10:	10 N/mm ²	
BI	B15:	15 N/mm ²	
BI	B25:	25 N/mm ²	
	BII	B35:	35 N/mm ²
	BII	B45:	45 N/mm ²
	BII	B55:	55 N/mm ²

Hochfester Beton & Hochleistungsbeton:

B65-B115:	65-115 N/mm ²
-----------	--------------------------

E-Modul:

Normalbeton	20.000 - 40.000 N/mm ²
Hochfester Beton	40.000 - 45.000 N/mm ²

Wärmeleitfähigkeit λ_R

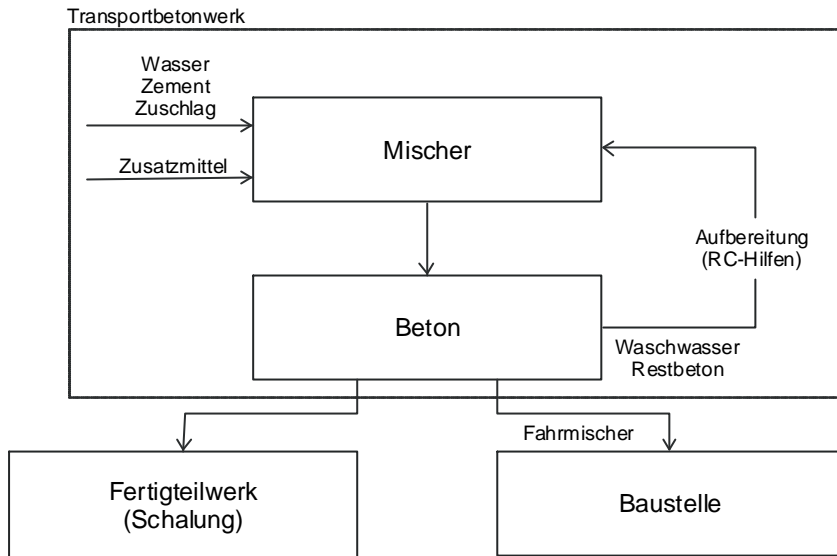
nach DIN 4108 (Normalbeton):	2,1 W/mK
------------------------------	----------

Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ :

(Normalbeton):	70 bis 150
----------------	------------

Baustoffklasse nach DIN 4102:	A1, nicht brennbar
-------------------------------	--------------------

Prozesskette Beton:



Rohstoffe:

Zur Herstellung von Beton und Stahlbeton nach DIN 1045 sind **Zemente** nach DIN 1164 (zukünftig DIN ENV 197) zu verwenden. Daneben können bauaufsichtlich zugelassene Zemente (unter den in den Zulassungen vorgeschriebenen Bedingungen) eingesetzt werden (→ [Zement](#)). Die im Beton eingesetzten Zementmengen variieren je nach Anforderung an den Beton. Sie betragen meist zwischen 240 und 340 kg/m³, bei Hochleistungsbeton bis über 400 kg/m³.

Zuschläge:

Der Betonzuschlag beeinflusst sowohl die Festigkeit als auch das Wärmedämmverhalten des Betons. Er besteht in der Regel aus natürlichem oder künstlichem, gebrochenem, oder ungebrochenem, dichtem oder porigem Gestein, entsprechend den für die Betonart festgelegten Korngrößen. Zuschläge mit porigem Gefüge ([Naturbims](#), [Blähperlit](#), [Blähton](#), aber auch [Polystyrol](#)) werden für wärmedämmende Leichtbetone verwendet. Bei der Produktion anfallende Restmengen werden als Restbetonzuschlag aufbereitet und wiederverwendet (→ Herstellung).

Aus Gründen der [Deponieraumverknappung](#) und der nur begrenzt vorhandenen Rohstoffressourcen gewinnt der Einsatz von wiederverwertbaren Bestandteilen aus aufbereitetem **Bauschutt als Recyclingzuschlag** zunehmend an Bedeutung (→ [Nachnutzung](#)).

Betonzusatzstoffe, in erster Linie [Flugasche](#) und [Gesteinsmehle](#), werden zur Verbesserung der Frisch- und Festbetoneigenschaften eingesetzt. Bei der Verwendung von Flugasche (FA) wird in der Regel bis zu 20% des Zementes durch FA ersetzt.

[Silicastaub](#) wird fast ausschließlich bei Hochleistungsbeton eingesetzt. Hierbei werden rd. 4 bis 8% des Zementes durch Silicastaub ersetzt.

Als **Anmachwasser** wird entweder Leitungswasser, in eigenen Brunnen gewonnenes Wasser oder Restwasser (siehe Herstellung) verwendet (in der Regel 150 bis 200 l/m³ Beton, bei Hochleistungsbeton ab 130 l/m³).

Betonzusatzmittel (BZM):

Je nach Anforderungen und gewünschten Eigenschaften werden dem Beton Zusatzmittel zugegeben. Zusatzmittel werden hinsichtlich Ihrer Wirkung in Gruppen eingeteilt:

- **Betonverflüssiger** und Fließmittel
- **Luftporenbildner**
- **Beschleuniger**
- **Verzögerer**
- **Dichtungsmittel**
- Stabilisierer

Im Beton spielen die BZM mengenmäßig eine untergeordnete Rolle, anwendungstechnisch sind sie von entscheidender Bedeutung. Die deutschen Zulassungsrichtlinien beschränken den Höchstwert der zulässigen Zusatzmenge für Normalbeton auf 50 ml oder 50 g/kg Zement (Hochleistungsbeton 70 ml bzw. 70 g/kg Zement).

Es dürfen nicht mehrere Zusatzmittel derselben Wirkungsgruppe angewendet werden, ausgenommen der Gruppe der Fließmittel (FM). Die Mindestmenge bei der Anwendung von BZM ist mit 2 ml bzw. 2 g je kg Zement begrenzt. Der Einsatz muss unter den in den entsprechenden Prüfbescheiden angegebenen Bedingungen erfolgen.

Herstellung:

Beton wird in Deutschland, soweit keine vorgefertigten Bauteile verwendet werden, zum überwiegenden Teil in **stationären Mischanlagen** (Transportbetonwerke) gemischt und mit Fahrmischern auf die Baustelle gebracht. Ein Fahrmischer fasst in der Regel 6 bis 9 m³ Frischbeton (14 bis 21 t). Das Mischen des Betons erfolgt in der Regel in Zwangsmischern mit einem Fassungsvermögen von 1 bis 2,5 m³ Frischbeton. Ein Mischvorgang in modernen Anlagen benötigt rd. eine Minute. Da die Anlagen stets eingehaust sind, ist eine Lärm- und **Staub**belastung der Umgebung nicht gegeben. Für kleine und mittlere Baustellen wird wegen der gesicherten Qualität, sofortigen Lieferbereitschaft und auch wegen der geringeren Umweltbelastung primär Transportbeton verwendet.

In Transportbetonwerken wird der in der Produktion oder aus Fahrmischern rückkommende **Restbeton** ausgewaschen und als Restbetonzuschlag wieder in geringen Mengen der Produktion beigemischt. Dabei erfolgt die Zugabe über die größte Korngruppe in so kleinen Mengen, dass die zulässigen Abweichungen von der bei der Eignungsprüfung gewählten Sieblinie im Rahmen der zulässigen Abweichungen eingehalten werden. Bei Betonen mit besonderen Eigenschaften darf Restbetonzuschlag nur verwendet werden, wenn er mindestens den Anforderungen des normalen Betonzuschlages genügt.

Bei den ins Werk zurückkommenden Restbetonmengen werden für eine weitere Verwendung auch **Recyclinghilfen** eingesetzt. Sie bewirken eine Verzögerung der Hydratation (Erstarren) des Betons um bis zu 72 Stunden.

Restwasser fällt beim Reinigen der Mischanlagen, Fahrmischer und Betonpumpen sowie beim Auswaschen des Betonzuschlages an. Restwasser wird in den stationären Mischanlagen gesammelt und weiterverwertet. Es enthält in schwankender Konzentration die ausgewaschenen Feinteile (< 0,25mm) des Restbetons. Die technischen Anforderungen an das Restwasser sind in der Richtlinie des DAfStB festgelegt. Restwasser kann Leitungs- und Brunnenwasser bis zu 100% ersetzen. Durch i.d.R. geschlossene Wasserkreisläufe in den Transportbetonwerken wird kein Restwasser an die Umwelt (+ Kanalisation) abgegeben.

Bei großen Baustellen wird meist vor Ort für die Zeit der Bauarbeiten eine eigene Mischanlage errichtet. Hier ist die Einrichtung eines geschlossenen Wasserkreislaufes mit

Feststoffrückgewinnung (Restbetonzuschlag) normalerweise zu aufwendig. Die anfallenden Feststoffe werden daher in Absetzbecken zurückgehalten und entsorgt. Die Abwässer müssen vor der Abgabe an die Umgebung (Kanalisation, Vorfluter) neutralisiert werden.

Energieaufwand:

Der erforderliche Energieaufwand zur Herstellung von Beton ist im wesentlichen von der Zusammensetzung des Betons abhängig. Als Bestandteil mit dem höchsten Energieinhalt ist hier der Zementgehalt im Beton der bestimmende Faktor. Zusatzmittel haben wegen ihrer geringen Dosiermenge keinen entscheidenden Einfluss auf den endgültigen Energieaufwand. So ergibt sich bei einer Dosierung von 0,5% vom Zement (300kg Zement) ein zusätzlicher Energieaufwand (**Graue Energie**) von 30 MJ/t Beton (rd 4%).

Stellvertretend einige Rezepturen (Normalbeton), wobei stets Naturzuschlag zu Grunde liegt:

Graue Energie:

Magerbeton mit 150 kg CEM I	470 MJ/t	1.080 MJ/m ³
Normalbeton (B25) mit 300 kg CEM I	750 MJ/t	1.750 MJ/m ³
Normalbeton (B25) mit 300 kg CEM II (30% FA)	680 MJ/t	1.560 MJ/m ³
Normalbeton (B25) mit 330 kg CEM I	810 MJ/t	1.860 MJ/m ³
Normalbeton (B25) mit 350 kg CEM I	850 MJ/t	1.960 MJ/m ³

Quelle:

Büro für Umweltchemie (Hrsg.): Graue Energie von Baustoffen, 1998, Zürich

Primärenergieaufwand (aus nicht erneuerbaren Energieträgern):

Normalbeton (B25) mit 260 kg Zement + 80 kg FA 1.350 MJ/m³

Quelle:

Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden: Baustoff-**Ökobilanzen**: Wirkungsabschätzung und Auswertung in der Steine-Erden-Industrie, 1999, Frankfurt/M.

Verarbeitung:

Unmittelbar nach dem Anmachen stellt sich im Frischbeton ein pH-Wert von 12,7 bis 13,0 ein. Auf Grund dieser hohen **Alkalität** besteht die Gefahr von Reizungen und - sofern keine **chrom**atarmen Zemente verwendet wurden - durch enthaltenes wasserlösliches **Chrom** (VI) die Gefahr der Bildung schlecht heilender Ekzeme ("Maurerkrätze"). Berührungen mit den Augen oder der Haut sind zu vermeiden.

Genauere Erläuterungen → **Zement** / Verarbeitung + Stoff-/Produktgruppen **GISBAU**

Die in den Ausgangsstoffen enthaltenen umweltrelevanten Bestandteile (**Schwermetalle**, **organische** Bestandteile von Zusatzmitteln) können, sofern sie überhaupt in wasserlöslicher Form vorliegen, in der Frischbetonphase noch vergleichsweise leicht ausgewaschen werden. Untersuchungen an Zementsuspensionen zeigten, dass von den Schwermetallen Blei (Pb), Cadmium(Cd), Chrom (Cr), Quecksilber (Hg), Thallium (Ti) und Zink (Zn) lediglich das **Chrom** eine hohe Löslichkeit aufweist (Reduktion des Chromgehaltes → **Zement**). Von Quecksilber ging nur 5% des Gesamtgehaltes und von Thallium nur 0,1% in Lösung. Alle anderen Schwermetalle waren in der Lösung nicht nachweisbar.

Entscheidend für die **Auslaugung** von Inhaltsstoffen aus dem Frischbeton im Bauwerk ist, ob er überhaupt mit Grund- oder Oberflächenwasser in Kontakt kommt. Dies ist (planmäßig) lediglich bei Gründungen im Grundwasser, Bohrpfehlen, Unterwasserbeton, Tunnelschalen, Schlitzwänden, Bodenverfestigungen, Dichtwänden, Sohlabdichtungen oder Erdankern möglich. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass der hohe pH-Wert im Boden bereits in 1 m Entfernung zur Betonoberfläche auf 7,5 bis 8,5 abgebaut wird. Bei späterem Kontakt sind die Auslaugungen aus dem Festbeton maßgebend.

Bezüglich der eingesetzten **Betonzusatzmittel** (Betonverflüssiger) hat sich gezeigt, dass bereits nach 1 Tag je nach Wirkstoff rd. 60 bis 90% der eingesetzten Menge im Porenwasser des Betons nicht mehr nachweisbar ist und damit für eine mögliche Auswaschung nicht zur Verfügung steht, da sie an den Zement und die Feinstoffe fest adsorbiert sind bzw. in die Zementsteinmatrix fest eingebunden sind.

Durch Steinkohlen**flugasche** (→ **Betonzusatzstoffe**) können geringe Mengen Ammoniak in den Beton gelangen, die durch das alkalische Milieu rasch wieder ausgetrieben werden und allenfalls zu einer kurzzeitig geringen Geruchsbelästigung während der Verarbeitung führen können. Messungen bei der Verarbeitung von Estrichen mit erhöhten (aufdotierten) Ammoniakgehalten haben ergeben, dass die **MAK-Werte** (50 ppm (= 35mg/m³)) trotz erheblicher Geruchsbelästigung deutlich nicht erreicht wurden, da die Geruchsschwelle wesentlich niedriger liegt. Betontechnische Eigenschaften werden dadurch nicht berührt.

Durch das beim Einbringen des Betons erforderliche Verdichten kann es zu erhöhter **Lärmbelästigung** kommen. Neue Entwicklungen in der Betontechnologie (besonders in Japan und Holland) führten zu Rezepturen, bei denen sich der Beton von selbst (nur unter Einwirkung der Schwerkraft) entlüftet und verdichtet (Selbstverdichtender Beton = Self Compacting Concrete). Untersuchungen über die Umweltrelevanz dieser Betone liegen noch nicht vor, es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich das Auslaugverhalten gegenüber den jetzt schon verwendeten Betonen nicht wesentlich ändert.

Nutzung:

Generell kann die Freisetzung von umweltrelevanten Stoffen aus dem Beton während der Nutzung (allgemein aus zementgebundenen Baustoffen) über die Mechanismen Auslaugung bzw. Auswaschung (im wesentlichen **anorganische** Stoffe), Emission flüchtiger organischer Bestandteile oder **Radioaktivität** erfolgen.

Maßgebend für eine Beurteilung der Umweltverträglichkeit von zementgebundenen Baustoffen ist die Menge an freigesetzten umweltrelevanten Stoffen, nicht die Mengen, die im Beton insgesamt enthalten sind.

Auslaugung:

Untersuchungen zum Auslaugverhalten von **Schwermetallen** haben gezeigt, dass durch die Einbettung von Schwermetallen in die Zementsteinmatrix nur ein geringer Prozentsatz für die Auslaugung zur Verfügung steht. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die Auslaugraten durch Diffusionsprozesse bestimmt werden. Auch Untersuchungen zum Auslaugverhalten von **Betonzusatzmitteln** aus Betonen weisen darauf hin, dass deren Wirkstoffe fest in die Zementsteinmatrix eingebunden werden oder aber nur geringfügige Mengen der eingesetzten Grundstoffmengen freigesetzt werden.

Beim Einsatz von **Betonzusatzstoffen** (z.B. Flugasche) ist zwar mit einem insgesamt höheren Gehalt an Schwermetallen im Beton zu rechnen, die umweltrelevante Auslaugung aus dem Beton ist bei der Verwendung von Flugasche jedoch insgesamt geringer - das Porengefüge des Betons wird durch die puzzolanische Reaktion der Flugasche im Beton selbst deutlich verkleinert und damit die Eluation stark gebremst.

Bei Kontakt von gefügedichtem Normalbeton mit Grundwasser besteht keine Gefahr der Erhöhung des pH-Wertes des Grundwassers. Lediglich bei Magerbeton, haufwerksporigem Beton oder Dränbetonen ist eine temporäre Erhöhung nicht auszuschließen.

Generell ist anzumerken, dass es in Deutschland bislang kein einheitliches und genormtes Prüfverfahren gibt, um das Auslaugverhalten bzw. die Mobilisierbarkeit der zu betrachtenden Stoffe zu bestimmen.

Emission von organischen und anorganischen Stoffen:

Über das **Schadstoff**emissionsverhalten (Emissionen von organischen und anorganischen Stoffen) aus Frischbeton bei der Verwendung von Betonzusatzmitteln liegen bislang keine Untersuchungsergebnisse vor. Es wird davon ausgegangen, dass leicht flüchtige Komponenten in erster Linie während der Verarbeitungsphase freigesetzt werden, diese Vorgänge aber nicht lange andauern.

Allgemein sind in der Literatur kaum Daten zum Schadstoffemissionsverhalten von Beton (aber auch anderen Mauersteinen) publiziert. Bei vereinzelt vorliegenden Untersuchungsergebnissen konnten nur geringe Emissionen von flüchtigen organischen Substanzen nachgewiesen werden, die sich für eine Innenraumluftbelastung als unproblematisch erwiesen.

Eine Studie über die raumlufthygienische Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten des Bundesgesundheitsamtes weist die Bereiche Beton- und Mauerwerksbau hinsichtlich ihres Schadstoffemissionsverhaltens als unverdächtig für eine Innenraumluftbelastung aus.

Auch an der Eidgenössischen Materialprüfanstalt EMPA, Zürich, wurden Baustoffe auf ihr Emissionsverhalten (v.a. Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, **VOC**) hin untersucht. Bezüglich der VOC wurden der Baustoff Beton, Mauersteine und andere Massivbaustoffe als unproblematisch für eine Raumlufbelastung angesehen.

Radioaktivität:

Allgemein wird die Feststellung getroffen, dass Betone, die aus genormten bzw. bauaufsichtlich zugelassenen Ausgangsstoffen hergestellt werden, nur einen vernachlässigbaren Beitrag zur Strahlenexposition in Häusern leisten.

Die Radioaktivität von Beton wird maßgeblich von den verwendeten Zuschlägen bestimmt und beträgt nach der **Leningrader Summenformel** zwischen 0,16 und 0,50 (im Mittel 0,20) und liegt somit weit unter dem Grenzwert von 1,0.

Da Beton selbst eine abschirmende Wirkung besitzt, ist mit einer gegenüber der berechneten (theoretischen) Strahlung geringeren Dosis zu rechnen.

Maßgebend für die Relevanz der Radioaktivität ist die Exhalation von Radon aus einem Baustoff. Sie beträgt für Beton im Mittel 0,7 Bq/(m²h) normiert auf ein 10 cm dickes Bauteil und ist damit im Vergleich zu dem aus dem Erdreich kommenden Radon zu vernachlässigen. Die abschirmende Wirkung von Beton gegenüber Radon aus dem Erdreich ist sogar um Größenordnungen höher, als die Radioaktivität aus dem Baustoff selbst.

Nachnutzung:

Wiederverwendung:

Die Wiederverwendung von Betonbauteilen - insbesondere Fertigteile - ist prinzipiell möglich und stellt eine Alternative zur stofflichen Aufbereitung und **Verwertung** des Betons dar. Dem Bauteil**recycling** werden im Bereich der Rohbaukonstruktionen aufgrund der logistischen Probleme und der ästhetischen Einschränkung (Stichwort "Plattenbauweise") nur geringe Realisierungschancen in der Zukunft gegeben. Hinzu kommt, dass der Rückbau sortenrein erfolgen muss und die Verbindungselemente zweckmäßigerweise lösbar sein sollten.

Stoffliche Verwertung:

Grundsätzlich kann Altbeton (Beton am Ende seiner Nutzungsphase, z. B. aus Hoch- und Tiefbau, Straßenbeton, Betonwaren wie Pflastersteine oder Dachsteine) nach entsprechender Aufbereitung

als rezyklierter Zuschlag für Beton eingesetzt werden. Der Altbeton wird in Recyclinganlagen zu Betonsplitt (> 4 mm) und Betonbrechsand (< 4 mm) aufbereitet. Die bautechnische Eignung von rezykliertem Beton (Beton mit rezykliertem Zuschlag) ist umfassend nachgewiesen.

Gemäß der Richtlinie des DAfStB "**Beton mit rezykliertem Zuschlag**" kann sortenreiner Betonsplitt und Betonbrechsand bis zu gewissen Grenzen als Zuschlag für Beton wieder eingesetzt werden. Auf Grund von derzeit laufenden Untersuchungen wird die Richtlinie später auf Zuschläge aus **mineralischen** Baustoffgemischen (Bauschutt) erweitert.

Höchstanteile von rezykliertem Zuschlag aus Betonsplitt und Brechsand in Beton nach DIN 1045 nach der Richtlinie des DAfStB:

Anwendung		Anteil rezyklierter Zuschlag am Gesamtzuschlag	
		Betonsplitt > 2	Betonbrechsand < 2mm
		Vol.-%	
Innenbauteile	bis B25	35	7
	B35	25	7
Außenbauteile 1)2)		20	nicht zulässig
Wasserundurchlässiger Beton 1)			
Beton mit	erhöhtem Frostwiderstand 1)2) hohem Widerstand gegen schwachen chemischen Angriff 1)		

1) nur mit gesondertem Nachweis

2) erweiterte Anforderungen an den Zuschlag (Nachweise)

Die festgelegten Grenzen ergeben sich aus der Forderung, dass Betone mit Betonsplitt die Anforderungen der DIN 1045 ohne Einschränkung in gleicher Weise erfüllen sollen, wie Betone mit ausschließlich Primärzuschlag.

Der direkten, sortenreinen Verwertung von Beton im eigenen Kreislauf (Wiederverwendung zum Beton) sind unter Berücksichtigung der Aufbereitungstechniken Grenzen gesetzt. Bei der herkömmlichen Zerkleinerung fallen rd. 30% des Betons als Brechsand < 2 mm an. Nach der Richtlinie des DAfStB können für 1 m³ neuen Beton 35 % des erforderlichen Splittes und 7% des Sandes durch rezyklierten Zuschlag ersetzt werden. Der Rest kann somit nicht im Kreislauf gehalten werden. Daraus ergibt sich eine "direkte" Verwertungsquote von 27%. Selbst bei einer theoretischen Aufbereitung zu Splitt > 2 mm kann der RC-Splitt nur zu rund 60% im Kreislauf gehalten werden.

Betonbrechsand kann auch für untergeordnete Betone eingesetzt werden.

Haupteinsatzbereiche von aufbereitetem Altbeton sind derzeit immer noch der klassifizierte und nicht klassifizierte Straßenbau.

Beseitigung / Deponierung:

Die Ablagerung von Betonabbruch ist stark rückläufig → Stoffliche Verwertung.

EAK-Abfallschlüssel:

17 01 01 Beton (Bau- und Abbruchabfälle - einschließlich Straßenaufbruch)

(gemäß KrW-/AbfG, BestüVAbfV überwachungsbedürftiger Abfall zur Verwertung)

LAGA-Zuordnungswert (Stoffliche Verwertung von Abfall- und Reststoffen): meist Z2

Literatur:

Schießl P.; Müller Ch.: Nachhaltiges Bauen: Bedeutung und Konsequenzen für das Baugeschehen der Zukunft, Tagungsband der 43. Ulmer Beton- und Fertigteiltage, 1999

SIA Dokumentation D 0146: Umweltaspekte von Beton, Informationen zur Umweltverträglichkeit, 1998

Deutsche Bauchemie e.V.: Sachstandsbericht Betonzusatzmittel und Umwelt, 1999

Beton mit rezykliertem Zuschlag, Richtlinie des DAfStB, 1998

Büro für Umweltchemie (Hrsg.): [Graue Energie](#) von Baustoffen, 1998, Zürich