

GEDACHT. GEPLANT. GEBAUT.

Von unserem Team.

The background is a collage of images related to recycled concrete. On the left, there is a large red triangle with a white border, containing a close-up of broken concrete blocks and rebar. On the right, there are two large, overlapping images of grey, angular recycled concrete aggregate. A white horizontal bar with a red triangle on its left side is positioned across the middle of the collage, containing the main title and subtitle.

STAND NORMUNG RECYCLING BETON

EXPOSITIONSKLASSEN, INTENSITÄTSSTUFEN, EINSATZMÖGLICHKEIT

INHALT

1. ALLGEMEINES
2. DIN EN 12620
3. DIN 4226-101+102
4. DAFSTB-RICHTLINIE
5. WEITERE VORSCHRIFTEN
6. SCHWIERIGKEITEN UND AUSBLICK

1 ALLGEMEINES

ALLGEMEINES

FRISCHBETONRECYCLING

Das heißt:

Aufbereitung und Wiederverwendung von frischem Restbeton

- ▲ Beton wird bei einer Korngröße von ca. 0,20-0,25mm getrennt
- ▲ darüberliegender Anteil (Gesteinskörnung) wird direkt wiederverwendet
- ▲ darunterliegender Anteil wird als „Restwasser“ zugegeben
- ▲ Ist in der Betonindustrie, sowohl im Transportbeton als auch im Fertigteilbau, flächendeckend umgesetzt
- ▲ Frischbetonrecycling ist also bereits „gängige Praxis“

BETON M. REZYKLIERTER GESTEINSKÖRNUNG

Das heißt:

z.B. verbauter Beton oder Mauerwerk wird recycelt und ist als Gesteinskörnung eine wertvolle Ressource

- ▲ Gesteinskörnung wird teilweise durch recycelten Bauschutt ersetzt
- ▲ Bauschutt bildet ca. 27% der gesamten mineralischen Bauabfälle (2018)
- ▲ Größter Anteil an Bauschutt ist Beton, aber auch Ziegel, Kalksandstein sowie „ungewollte“ Materialien wie Porenbeton, Gipskarton, Flachglas, mineralische Dämmstoffe, etc. können enthalten sein

REGELWERKE FÜR TRAGWERKE AUS BETON, STAHLBETON UND SPANNBETON



2 DIN EN 12620:2008-07

GESTEINSKÖRNUNGEN FÜR BETON

DIN EN 12620:2008-07

GESTEINSKÖRNUNGEN FÜR BETON

- ▲ Diese europäische Norm legt die (grundlegenden) Eigenschaften von Gesteinskörnungen und Füllern (Gesteinsmehlen) fest, die durch Aufbereitung natürlicher, industriell hergestellter oder rezyklierter Materialien und Mischungen daraus für die Verwendung als Betonzuschlag gewonnen werden.
- ▲ Stellt keine Anforderungen an die genauen Klassen oder Gruppen von Gesteinskörnungen, die eingesetzt werden können oder müssen.

- ▲ DIN EN 12620:2013-07 wurde ersatzlos zurückgezogen, die DIN EN 12620:2008-07 als Vorgängernorm wurde wieder reaktiviert.

DIN EN 12620:2008-07

KATEGORIEN FÜR BESTANDTEILE VON GROBER RC-GK

- ▲ Norm enthält eine Beschreibung zu Bestandteilen von rezyklierten Gesteinskörnungen.
- ▲ Der deutlich größte Anteil wird von Rc, also abgebrochenem Beton, Betonprodukten, Mörtel oder Mauersteinen aus Beton ausgemacht.
- ▲ Es können aber auch Bestandteile anderer Stoffe vorhanden sein.
- ▲ Diese anderen Stoffe müssen begrenzt sein.
- ▲ Bestandteile wie „bitumenhaltige Materialien“ oder „Glas“ werden deutlich begrenzt.

Bestandteil	Beschreibung
Rc	Beton, Betonprodukte, Mörtel Mauersteine aus Beton
Ru	Ungebundene Gesteinskörner, Naturstein, hydraulisch gebundene Gesteinskörner
Rb	Mauer- und Dachziegel aus gebranntem Ton Kalksandsteine Gasbetonsteine (nicht schwimmend)
Ra	Bitumenhaltige Materialien
FL	Schwimmendes Material im Volumen
X	Sonstige Materialien: Bindige Materialien (d. h. Ton, Erde) Verschiedene sonstige Materialien: (Eisenhaltige und nicht eisenhaltige) Metalle, nicht schwimmendes Holz, Kunststoff, Gummi, Gips
Rg	Glas

DIN EN 12620:2008-07

KATEGORIEN FÜR BESTANDTEILE VON GROBER RC-GK

- ▲ Die Norm gibt Kategorien für die einzelnen Bestandteile der rezyklierten Gesteinskörnungen vor.
- ▲ Auch werden beispielsweise Kategorien über Höchstwerte an wasserlöslichem Sulfat oder dem Einfluss wasserlöslicher Stoffe genannt.
- ▲ Weitere Kategorisierungen sind in der Norm enthalten.

Tabelle 23 — Kategorien für den Einfluss wasserlöslicher Materialien in den Gesteinskörnungen auf den Erstarrungsbeginn von Zementleim

Änderung des Erstarrungsbeginns t_e (min)	Kategorie (A)
≤ 10	A_{10}
≤ 40	A_{40}
> 40	$A_{\text{angegeben}}$
Keine Anforderung	A_{NR}

Tabelle 20 — Kategorien der Bestandteile von groben rezyklierten Gesteinskörnungen

Bestandteil	Gehalt Massenanteil in %	Kategorie
Rc	≥ 90	RC_{90}
	≥ 80	RC_{80}
	≥ 70	RC_{70}
	≥ 50	RC_{50}
	< 50	$RC_{\text{angegeben}}$
	Keine Anforderung	RC_{NR}
Rc + Ru	≥ 95	RCU_{95}
	≥ 90	RCU_{90}
	≥ 70	RCU_{70}
	≥ 50	RCU_{50}
	< 50	$RCU_{\text{angegeben}}$
	Keine Anforderung	RCU_{NR}

3 DIN 4226-101+102:2017-08

REZYKLIERTE GESTEINSKÖRNRUNGEN FÜR BETON NACH
DIN EN 12620 – TYPEN UND GEREGLTE GEFÄHRLICHE
SUBSTANZEN

REZYKLIERTE GESTEINSKÖRUNG FÜR BETON NACH DIN EN 12620

REZYKLIERTE GESTEINSKÖRUNG FÜR BETON NACH DIN EN 12620

TYPEN UND GEREGLTE GEFÄHRLICHE SUBSTANZEN

- ▲ Diese deutsche Norm ist der europäischen DIN EN 12620 untersetzt und typifiziert die rezyklierten Gesteinskörnungen.
- ▲ Nur Typ 1 und Typ 2 kommen für statisch tragende Betone in Frage.
- ▲ Typ 3 und 4 sind für nichttragende Betone, beispielsweise Füllbetone etc., geeignet.
- ▲ Für statisch tragende Betone sind Anteile von Beton und/oder ungebundener Gesteinskörnung mit $\geq 90\text{m}\%$ bzw. $\geq 70\text{m}\%$ vorgegeben, während Bestandteile wie z.B. bitumenhaltige Materialien mit $\leq 1\text{m}\%$ stark begrenzt sind.
- ▲ Teil 102 legt Anforderungen an das System der werkseigenen Produktionskontrolle fest, regelt die Mindestprüfhäufigkeit

Tabelle 1 — Stoffliche Zusammensetzung der Typen rezyklierter Gesteinskörnungen

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Bestandteile ^a	Kategorien der Bestandteile rezyklierter Gesteinskörnung			
		Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
		für Beton nach DIN 1045-2:2008-08		für Beton außerhalb DIN 1045-2:2008-08	
1	Rc + Ru	Rcu ₉₀	Rcu ₇₀	Rcu ₂₀ ^e	Rcu + Rb ₈₀ ^c
2	Rb	Rb ₁₀	Rb ₂₀	Rb ₈₀ ^b	
3	Ra	Ra ₁	Ra ₁	Ra ₁	Ra ₂₀
4	X + Rg	X Rg ₁	X Rg ₂	X Rg ₂	X Rg ₂
5	FL ^d	FL ₂	FL ₂	FL ₂	FL ₅

^a Dabei bedeuten:
 Rc Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton
 Ru Ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung
 Rb Ziegel-Mauersteine (nicht porosiert), Klinker, Steinzeug, Kalksandstein-Mauersteine, Verschiedene Mauer- und Dachziegel, Blimsbeton (Leichtbeton), nicht schwimmender Porenbeton
 Ra Bitumenhaltige Materialien, Asphalt
 Rg Glas
 X Sonstige Materialien: Bindige Materialien (d. h. Ton und Bodenmaterial), verschiedene sonstige Materialien: Metalle (Eisen und Nichtisenmetalle), nicht schwimmendes Holz, Kunststoff, Gummi, Gips
 FL Schwimmendes Material im Volumen
^b Der Anteil von Kalksandstein ist auf maximal 5 % Massenanteil begrenzt, Rb darf dann 85 % Massenanteil betragen.
^c als Kategorie „angegeben“.
^d Wenn besondere Oberflächeneigenschaften des Betons erforderlich sind, kann die Vereinbarung niedrigerer Gehalte an aufschwimmenden Bestandteilen angezeigt sein (siehe DIN EN 12620:2008-07).

4

RICHTLINIE DAFSTB

RICHTLINIE BETON NACH DIN EN 206-1 UND DIN 1045-2
MIT REZYKLIERTEN GESTEINSKÖRNUngen NACH DIN
EN 12620; BERICHTIGUNG 1

DAFSTB-RICHTLINIE BETON MIT RC-GK

BETON NACH DIN EN 206-1 UND DIN 1045-2 MIT REZYKLIERTEN GESTEINSKÖRNUNGEN NACH DIN EN 12620

- ▲ Ursprüngliche Richtlinie aus 2010 wurde nach dem Erscheinen der DIN 4226 (2017) sowie weiterer Ergebnisse neuerer Untersuchungen zu betontechnischen Maßnahmen, bezogen auf schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion im Jahre 2019, berichtigt.
- ▲ Diese Richtlinie ist bauaufsichtlich eingeführt.

ALKALI-RICHTLINIE DES
DAFSTB. BETRACHTEN WIR
NACHFOLGEND.

DAFSTB-RICHTLINIE BETON MIT RC-GK

ANWENDUNGSBEREICH

- ▲ Bemessung nach DIN EN 1992-1-1
- ▲ Festigkeitsklasse maximal C30/37
- ▲ Rezyklierte Gesteinskörnungen sind für die Expositionsklassen X0, XC1-XC4, XF1, XF3, XA1 und den Feuchtigkeitsklassen WO und WF anwendbar.
- ▲ Beton mit hohem Wassereindringwiderstand
- ▲ Betone der Feuchtigkeitsklasse WA, allerdings nur, wenn zusätzlich ein Gutachten durch eine besonders fachkundige Person einen ausreichenden Widerstand des Betons gegen schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktionen bestätigt.

AUSGESCHLOSSEN SIND

- ▲ Expositionsklassen mit Tausalzeinswirkung
- ▲ Expositionsklassen XD (Chloride), XS (Chloride aus Meerwasser), XM (Verschleiß) sowie die links nicht genannten
- ▲ Festigkeitsklassen oberhalb C30/37
- ▲ Rezyklierte Gesteinskörnungen, die umweltschädigende Auswirkungen, insbesondere auf Boden und Grundwasser, haben.

DAFSTB-RICHTLINIE BETON MIT RC-GK

ZULÄSSIGE ANTEILE REZYKLIERTER GESTEINSKÖRNUNG >2MM

- ▲ Die Zusammensetzung des Betons ist anhand einer erweiterten Erstprüfung (Abschnitt 4 dieser DAfStb.-Richtlinie) festzulegen.
- ▲ Maximal mögliche Zugabe-Anteile von rezyklierten Gesteinskörnungen >2mm sind in Tabelle 5 (siehe rechts) angegeben.
- ▲ Höhere Anteile bei Typ 1 möglich, da dort die geforderte „Sortenreinheit“/Qualität (nach DIN 4226) der GK höher ist.
- ▲ Zunehmende Anforderungen (Expo-Klassen) bedeuten weniger Masseanteile RC-GK möglich.

Tabelle 5 – Zulässige Anteile rezyklierte Gesteinskörnungen > 2 mm, bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung (Vol.-%)

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Anwendungsbereich		Kategorie der Gesteinskörnung	
	Alkalirichtlinie	DIN EN 206-1 und DIN 1045-2	Typ 1	Typ 2
1	WO (trocken)	Karbonatisierung XC1	≤ 45	≤ 35
2	WF ^{a)} (feucht)	Kein Korrosionsrisiko X0 Karbonatisierung XC1 bis XC4		
3		Frostangriff ohne Taumittleinwirkung XF1 ^{a)} und XF3 ^{a)} und in Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	≤ 35	≤ 25
4		Chemischer Angriff (XA1)	≤ 25	≤ 25

^{a)} zusätzliche Anforderungen s. Abschnitt 1, (3) und (4).

5 WEITERE VORSCHRIFTEN

ALKALI-RICHTLINIE DES DAFSTB

- ▲ Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR): Alkalireaktive silikatische Bestandteile der Gesteinskörnung reagieren mit Alkali- und Hydroxid-Ionen der Porenlösung und bilden ein quellfähiges Alkali-Kieselgel
- ▲ Volumenvergrößerung des Alkali-Kieselgels können das Betongefüge schädigen. Dies führt zu Abplatzungen, Rissbildung und Ausblühungen.
- ▲ Gefahr bei RC-Beton: unklare Herkunft der rezyklierten Gesteinskörnung

ALKALI-RICHTLINIE

- ▲ Einstufung der Gesteinskörnung in Alkaliempfindlichkeitsklassen
- ▲ Prüfverfahren
- ▲ Übereinstimmungsnachweis
- ▲ Kennzeichnung
- ▲ Vorbeugende Maßnahmen

MUSTER-VERWALTUNGSVORSCHRIFT TECHNISCHE BAUBESTIMMUNGEN

- ▲ Grundlage für die Umsetzung in Landesrecht
- ▲ Schutz von Boden und Gewässer
- ▲ Anforderungen an rezyklierte Gesteinskörnung bezüglich Herkunft, Eingangsmaterialien und Schadstoffbelastung bei außen liegenden Betonbauteilen

ERSATZBAUSTOFFVERORDNUNG

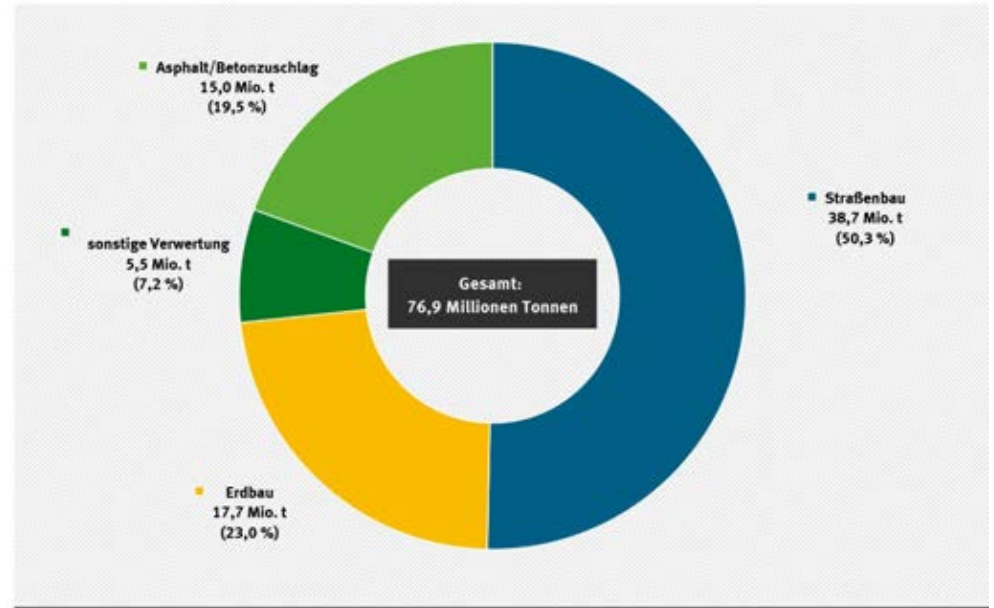
- ▲ Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke
- ▲ Artikel 1 der Mantelverordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung
- ▲ Ziel: Hohe Recyclingquoten mineralischer Abfälle und Schutz von Grundwasser und Böden
- ▲ Einsatz von Abfällen in Bauprodukten des Hochbaus ist nicht erfasst
- ▲ Neu eingeführte Analyseverfahren und die dadurch fehlende Vergleichbarkeit mit der MVV TB könnte Auswirkungen auf den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung im Hochbau haben

6 SCHWIERIGKEITEN UND AUSBLICK

SCHWIERIGKEITEN

- ▲ Hohe Anforderungen an die rezyklierte Gesteinskörnung im Hochbau
- ▲ Größte Anteile der Recycling-Baustoffe verbleiben im Straßen- und Erdbau
- ▲ Keine Kreislaufwirtschaft sondern Downcycling
- ▲ Fehlende Infrastruktur zur Aufbereitung von Recycling-Baustoffen

Verbleib der Recycling-Baustoffe 2020



Quelle: 13. Monitoring-Bericht Kreislaufwirtschaft Baw, 2021

AUSBLICK

- ▲ Spätere Recycling-Möglichkeiten sollten schon bei Neubauplanung berücksichtigt werden
- ▲ Einsatz gütegesicherter Recyclingbaustoffe soll gefördert werden (Bsp.: Bündnis Kreislaufwirtschaft auf dem Bau der rheinland-pfälzischen Landesregierung)
- ▲ Forschung wird voran getrieben (Bsp. Forschungsprojekte der TU Kaiserslautern zur Rezyklierung und Wiederverwendung von Bau- und Abbruchmaterial für Bauwerke)
- ▲ Durch Ansatz geringerer Festigkeiten der rezyklierten Gesteinskörnung könnten geringere Körnungsdurchmesser Verwendung finden oder auch höhere Anteile der Gesteinskörnung ersetzt werden (Bsp. Schweiz)