

FDB-Merkblatt Nr. 15

Einsatz von wiedergewonnener und rezyklierter Gesteinskörnung in Betonfertigteilen (01/2025)

Inhalt

1 Allgemeines	1
2 Geltende Regeln	2
2.1 Grundlagen und Begriffe.....	2
2.2 Regeln für die Verwendung	2
2.3 Umweltverträglichkeit.....	3
3 Hinweise für die Planung	4
3.1 Allgemeine Grundsätze.....	4
3.2 CO ₂ -Reduzierung.....	4
3.3 Verfügbarkeit.....	6
3.4 Anforderungen im Werk	6
3.5 Zusammenfassung der Planungshinweise	6
4 Literatur, Normen und Regelwerke	7

1 Allgemeines

Eines der großen gesellschaftspolitischen Ziele der heutigen Zeit ist die wirksame Schonung der natürlichen Ressourcen. Das heißt, die Deckung des Materialbedarfs für eine intakte Infrastruktur und die Bereitstellung von Wohn- und Arbeitsraum soll so ressourceneffizient und umweltschonend wie möglich realisiert werden.

Welche Verwertungsmöglichkeiten es für wiedergewonnene und rezyklierte Gesteinskörnung (GK) gibt, hängt von ihren bautechnischen und umweltrelevanten Eigenschaften sowie ihrer stofflichen Zusammensetzung ab. **Betonbruch** hat sich als ungebundene Schüttung im Straßenbau oder als grobe Gesteinskörnung in Beton bewährt. Im Sinne einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft und eines echten Recyclings ist es erstrebenswert, Betonbruch wieder in seiner ursprünglichen Anwendung, d. h. in Beton, einzusetzen. Dadurch bleibt dieser auch in zukünftigen Recyclingschritten für Betonteile erhalten. Wird Betonabbruch dagegen im Straßenbau eingesetzt, erfolgt ein Downcycling, sodass der Rohstoff nicht wieder für Beton eingesetzt werden kann.

Die zur Verwendung in Beton erforderlichen Eigenschaften von wiedergewonnener und rezyklierter GK sind in *DIN EN 12620 Gesteinskörnungen für Beton* festgelegt. Dabei werden die in Beton verwendbaren Gesteinskörnungen nach *DIN 4226-101 Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620 – Teil 101: Typen und geregelte gefährliche Substanzen* unterschieden zwischen

- „Typ 1“ („Betonsplitt“, bestehend aus mind. 90 % Betonbruch) und
- „Typ 2“ („Bauwerksplitt“, Betonbruch mit max. 30 % Mauerwerksanteile).

Andere rezyklierte GK („Typ 3“ und „Typ 4“) dürfen ohne gesonderten Verwendbarkeitsnachweis, wie z. B. herstellerbezogene allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen nicht in Beton für den üblichen Hochbau eingesetzt werden.

In der Kreislaufwirtschaft wird die **Wiederverwendung** von Produkten, über die stoffliche Verwertung rückgebauter Materialien als Sekundärrohstoffe gestellt. Der Betonfertigteilebau hat ein hohes Potenzial für die Wiederverwendung ganzer Bauteile. Entsprechende Hinweise zum recyclinggerechten Planen und Bauen gibt das FDB-Merkblatt Nr. 10 zum nachhaltigen Bauen mit Betonfertigteilen.

Um die mit dem Einsatz von wiedergewonnener und rezyklierter GK in Betonfertigteilen verbundene Zielsetzung „**Ressourcenschonung**“ ganzheitlich zu erreichen, müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden:

- Der Einsatz von RC-Material ist bereits vorab zu planen und mit dem Betonwerk abzustimmen. → siehe 3.1 und 3.5
- Das RC-Material muss kontinuierlich in der erforderlichen Qualität verfügbar sein. → siehe 3.3
- Das verfügbare RC-Material muss unbedenklich bezüglich Schadstoffgehalt und Auslaugungen und Fremdstoffgehalt sein. → siehe 2.3
- Die Transportentfernungen zwischen Entstehungsort, Recyclingunternehmen und Betonwerk sollten möglichst gering sein. → siehe 3.2

Der Einsatz von rezyklierter GK in Beton liegt in Deutschland zurzeit im Durchschnitt bei rund 1 %. Diese Quote gilt es zu steigern. Generell sollte dem Betonhersteller jede Möglichkeit gegeben werden, wiedergewonnene und

rezyklierte GK einzusetzen. Perspektivisch sollte der regelmäßige Einsatz von wiedergewonnener und rezyklierter GK als „neues Normal“ erreicht werden.

Durch den geringen aber konsequenten Einsatz von wiedergewonnener und rezyklierter GK in Betonfertigteilen können erhebliche Mengen an natürlichem Material eingespart werden.

Beispiel: Bei durchschnittlich rund 1.800 kg Gesteinskörnung pro m³ Beton werden durch den Ersatz von 5 V.-% natürlicher GK durch Sekundärmaterial mind. 80 kg wiedergewonnener und rezyklierter GK pro m³ eingesetzt. Für eine beispielhaft geschätzte jährliche Betonfertigteilproduktion von insgesamt rund 4,0 Mio. m³ entspräche dies 320.000 t wiedergewonnene und rezyklierte GK. Bei Ersatz von maximal 25 V.-% (→ siehe 3.1 und Bild 1) wären dies ca. 1,6 Mio. t.

Dieses Merkblatt fasst die geltenden Regeln für die Verwendung von wiedergewonnener und rezyklierter Gesteinskörnung in Betonfertigteilen zusammen und gibt Hinweise und Denkanstöße für die Planung ressourcenschonender Betonbauteile.

2 Geltende Regeln

2.1 Grundlagen und Begriffe

Im technischen Regelwerk wird grundsätzlich zwischen wiedergewonnener und rezyklierter GK unterschieden:

- **Wiedergewonnene GK** wird entweder durch Waschen von Frischbeton oder durch Brechen von Festbeton gewonnen. In beiden Fällen wurde der Beton davor noch nicht beim Bauen verwendet. Im Fertigteilwerk handelt es sich in der Regel um Produktionsreste, Fehlproduktionen oder Waschreste.
- **Rezyklierte GK** wird durch Aufbereitung von vorher beim Bauen verwendetem Beton oder anderen anorganischen Stoffen gewonnen. Die Gesteinskörnung muss die Anforderungen von DIN EN 12620 und DIN 4226-101 erfüllen, eine Leistungserklärung und eine CE-Kennzeichnung haben.

Für die Verwendung von wiedergewonnener oder rezyklierter GK in Beton gelten die Anforderungen in *DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton (Ausgabe 2023-08)*. Darin sind die bisherigen normativen Regelungen und die Festlegungen der *DAfStb-Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 (Ausgabe 2010-09, Berichtigung 2019)* in einer Norm zusammengefasst worden.

In diesem Merkblatt wird Beton unter Einsatz von wiedergewonnener und/oder rezyklierter Gesteinskörnung als „R-Beton“ bezeichnet.

R-Beton ist in der Regel klassifiziert als Normalbeton mit Rohdichten zwischen 2.000 und 2.600 kg/m³. Der Einsatz von wiedergewonnener und rezyklierter GK in Betonfertigteilen muss nicht deklariert werden. Da der Einsatz von rezyklierter GK für Spannbeton ausgeschlossen ist (→ siehe 2.2) muss auf dem Lieferschein von Transportbeton vermerkt sein, dass dieser „für Spannbeton geeignet“ ist.

Ein limitierender Faktor für die Verwendbarkeit von wiedergewonnener und rezyklierter GK ist deren **Alkali-Empfindlichkeitsklasse**, insbesondere bei Bauteilen mit einer Einstufung in die Feuchtigkeitsklasse WA (siehe Tabelle 1). Bei unbekannter Herkunft wird rezyklierte GK oft in die Alkali-Empfindlichkeitsklasse E III-S eingestuft. Eine alternative Einstufung ist möglich, wenn ein entsprechender Nachweis nach *DAfStb-Richtlinie Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkali-reaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)* geführt wird. Die Alkali-Empfindlichkeitsklasse der Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 kann der Leistungserklärung entnommen werden. Bei wiedergewonnener GK mit bekannter Herkunft ist die ungünstigste Alkali-Empfindlichkeitsklasse der im Ausgangsbeton verwendeten GK maßgebend.

2.2 Regeln für die Verwendung

Wiedergewonnene Gesteinskörnung direkt aus dem Werk darf in Deutschland bis zu einem Anteil von 5 V.-% der Gesamtmenge der GK im Beton ohne Einschränkungen zugefügt werden (DIN 1045-2, 5.2.3.3 (2a)). In Betonfertigteilwerken geschieht dies wann immer möglich. Allerdings ist die Menge der anfallenden GK aus der Produktion in der Regel sehr gering. Höhere Volumenanteile sind zulässig (bis 25 V.-% für gebrochene GK und mehr als 25 V.-% für gewaschene GK), wenn diese nach DIN EN 12620 aufbereitet wurde bzw. mit der Norm übereinstimmt (DIN 1045-2, 5.2.3.3 (1) bis (3)). Diese Regelungen gelten auch für vorgespannte Bauteile.

Abweichend lässt *DIN 1045-4 Allgemeine Regeln für Betonfertigteile, Abs. 4.1.2.2 (2)* 10 M.-% wiedergewonnene GK zu. Allerdings ist bei der Verwendung von Betonfertigteilen in baulichen Anlagen sicherzustellen, dass für die Ausgangsstoffe, z. B. Beton, die Technischen Baubestimmungen nach Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Abschnitt C.2.1 eingehalten werden (siehe MVV TB, Anlage A 1.2.3/1, Nr. 2.1). Für die Herstellung von Beton für Betonfertigteile gilt demnach DIN 1045-2.

Grobe **rezyklierte Gesteinskörnung** (Typ 1 oder Typ 2) darf bis 25 V.-% bezogen auf die gesamte GK für Beton bis einschließlich C50/60 verwendet werden. Ebenfalls zugelassen ist die Verwendung feiner Gesteinskörnung

Typ 1 (DIN 1045-2, 5.2.3.4 (1) bis (5)). Nicht zulässig ist die Verwendung in Spannbeton und Leichtbeton sowie für die Expositionsklassen XA2, XA3 und XM (siehe MVV TB, Anlage C 2.1.3, Nr. 1.5).

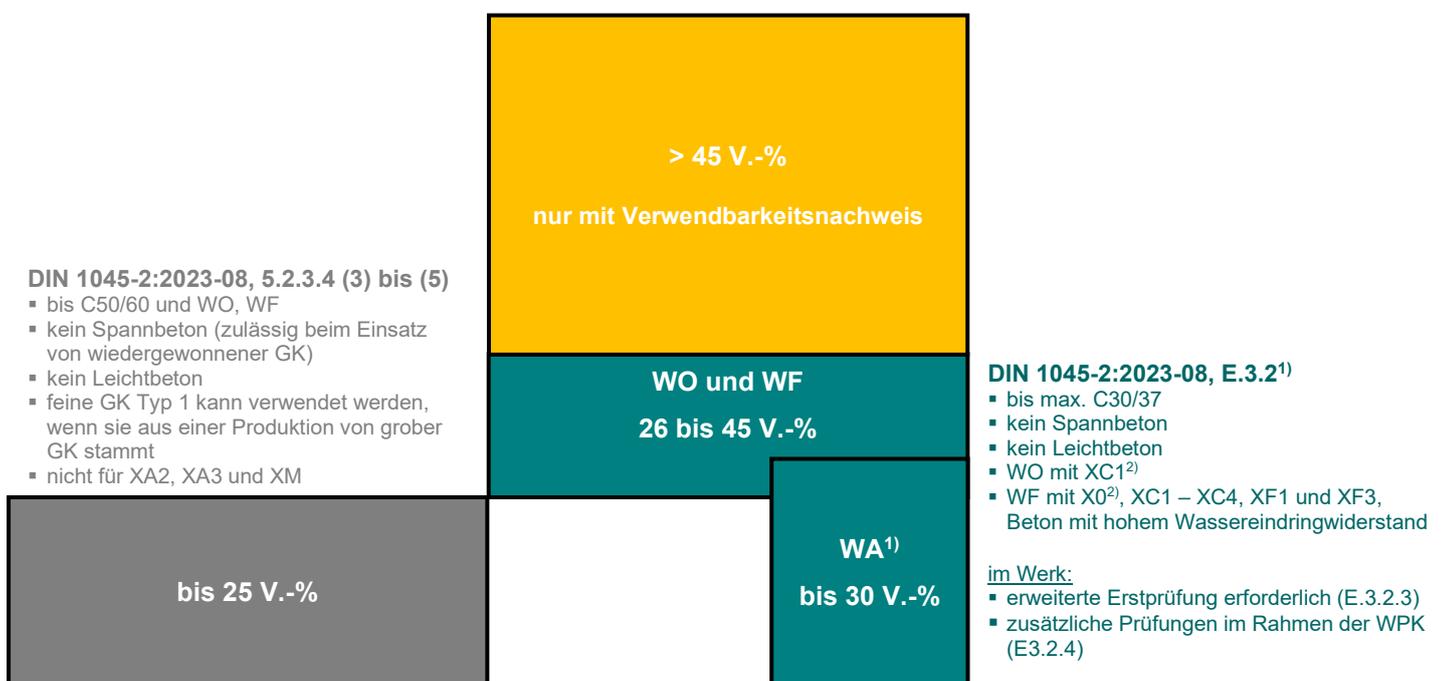
Liegt der Anteil der wiedergewonnenen oder rezyklierten GK über 25 V.-% oder gilt die Feuchtigkeitsklasse WA sind die Regelungen in DIN 1045-2, Anhang E zu beachten. Wesentlicher Punkt ist dabei die Begrenzung der zulässigen Betondruckfestigkeitsklasse auf C30/37. Damit ist für zahlreiche Betonfertigteile, für die üblicherweise höhere Druckfestigkeitsklassen verwendet werden, der Anteil an wiedergewonnener und rezyklierter GK normativ auf 25 V.-% begrenzt.

Im Rahmen dieser Regelung gibt es keine abweichenden Materialkennwerte des Betons. Die Bauteile dürfen nach Eurocode 2 bemessen werden. Es sind keine zusätzlichen Nachweise oder Prüfungen für die Bemessung erforderlich.

Bild 1 gibt einen schnellen Überblick zu den wesentlichen normativen Regelungen je nach Anteil der eingesetzten rezyklierten Gesteinskörnung (Typ 1). Die Grafik ersetzt nicht den Blick in das Regelwerk.

Generell gilt für alle Anwendungsfälle: Bei Abweichungen von den festgelegten Grenzwerten oder sonstigen Anwendungseinschränkungen (z. B. Festigkeitsklasse) ist ein Verwendbarkeitsnachweis, in der Regel in Form einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) oder einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ), vorzulegen.

Gemäß DIN 1045-2:2023-08, 5.2.3.4 (5) ist es abweichend von den bisherigen Regelungen der DAfStb-Richtlinie auch möglich, feine rezyklierte GK < 2 mm (nur Typ 1) zu verwenden. Prinzipiell muss dabei das Verhältnis zwischen feiner und grober Gesteinskörnung gleich bleiben. Das Gesamtvolumen rezyklierter GK darf 25 V.-% nicht übersteigen. Bei Anwendung von DIN 1045-2, Anhang E sind zusätzliche Regelungen zu beachten.



¹⁾ Die Regelungen von Anhang E.3.2 gelten für die Feuchtigkeitsklasse WA generell. Der maximal zulässige Anteil der groben GK ist in diesem Fall auf 30 V.-% beschränkt (Tabelle E.5). Nur für rezyklierte GK mit nachgewiesener Alkali-Empfindlichkeitsklasse E I-S nach Alkali-Richtlinie.

²⁾ feine GK Typ 1 bis zu 20 V.-% der austauschbaren rezyklierten GK zulässig, wenn sie aus einer Produktion der verwendeten groben rezyklierten GK stammt. Das Verhältnis zwischen feiner und grober rezyklierter GK darf nicht größer sein als das Verhältnis zwischen feiner und grober Gesamtgesteinskörnung.

Bild 1: Grafische Umsetzung der Anforderungen für den Einsatz rezyklierter (nach DIN EN 12620 aufbereiteter) GK (Typ 1) in Abhängigkeit der Austauschmenge. Die Grafik ersetzt nicht den Blick in das Regelwerk.

2.3 Umweltverträglichkeit

Für wiedergewonnene GK direkt aus dem Produktionsprozess gelten keine zusätzlichen Regelungen zur Umweltverträglichkeit.

Rezyklierte GK dürfen in Bauteilen mit Kontakt zu Boden, Grundwasser oder Niederschlag (wie Dachbauteile, Außenwände, Gründungsbauteile inkl. Pfähle) nur verwendet werden, wenn die Höchstwerte der Eluat- und Feststoffpara-

meter der MVV TB – Anhang 10 Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer (ABuG) nicht überschritten werden. Diesen Nachweis erbringt der Lieferant der rezyklierten GK.

Im Geltungsbereich von DIN 1045-2, Anhang E dürfen für erdberührte oder im Grundwasser stehende Bauteile nur rezyklierte GK verwendet werden, die die Nachweise gemäß ABuG erfüllen.

3 Hinweise für die Planung

3.1 Allgemeine Grundsätze

Die Verfügbarkeit von rezyklierter GK, die ohne gesonderten Verwendbarkeitsnachweis eingesetzt werden darf (→ siehe 1), ist allgemein noch knapp und schwankt aufgrund der nicht planbaren Abbruchtätigkeiten stark.

Allgemein ist für ein Betonfertigteilwerk zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe/Auftragserteilung kaum abzuschätzen, ob die erforderliche Menge und Qualität an wiedergewonnener und rezyklierter GK zum erforderlichen Produktionszeitpunkt tatsächlich zur Verfügung steht. Die Anforderungen an den RC-Gehalt im Beton sollten daher möglichst flexibel gestaltet werden.

Sollte für ein Bauwerk explizit ein Mindestgehalt an rezyklierter GK gewünscht sein, so muss dieser bereits frühzeitig geplant und ausgeschrieben werden. Es sollte eine intensive Abstimmung mit dem Werk erfolgen. Eine nachträgliche Forderung nach „R-Beton/RC-Beton“ ist unbedingt zu vermeiden.

Empfehlung 1: Umsetzung einer kontinuierlichen Austauschmenge von max. 20 bis 25 V.-%, statt projektbezogen besonders hoher RC-Gehalte, um einen erhöhten Aufwand durch die erforderliche Anwendung von DIN 1045-2, Anhang E zu vermeiden → siehe 3.5.

Empfehlung 2: Nutzung innovativer Lösungen mit gesondertem Verwendbarkeitsnachweis (z. B. DIBt-Zulassung Z-3.51-2184).

Einsatzgrenzen für wiedergewonnene und rezyklierte GK in Betonfertigteilen bestehen durch die maximal zulässige Betondruckfestigkeitsklasse, die erforderliche Expositionsklasse sowie die Feuchtigkeitsklasse im Zusammenhang mit der Alkaliempfindlichkeit der Gesteinskörnung. Bei unbekannter Herkunft (meist der Regelfall), wird die wiedergewonnene und rezyklierte GK in die Alkali-Empfindlichkeitsklasse E III-S eingestuft → siehe 2.1.

In Tabelle 1 sind **wesentliche Anwendungsfälle** von Betonfertigteilen mit den zugehörigen Einsatzgrenzen rezyklierte GK zusammengestellt. Bei höheren RC-Anteilen, anderen Expositions-, Feuchtigkeits- und Festigkeitsklassen ist ein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich.

Im Rahmen des Qualitätssiegels nachhaltiges Bauen des Bundes (QNG) wird derzeit für Nichtwohngebäude u. a. ein Mindestgehalt an RC-Material gefordert [1]:

- QNG-Plus: mindestens 30 M.-%
- QNG-Premium: mindestens 50 M.-%

„des im Hoch- und Tiefbau neu eingebauten Betons, (...) [muss] einen erheblichen Recyclinganteil haben.“ Als Baustoff mit erheblichem Recyclinganteil gilt „Beton unter Verwendung rezyklierter Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 in den maximal zulässigen Anteilen nach der jeweils gültigen Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e. V. (DAfStb).“ Dabei dürfen Betonbauteile, die aufgrund der geltenden anerkannten Regeln der Technik nicht mit einem erheblichen Recyclinganteil ausgeführt werden können (wie z. B. alle vorgespannten Bauteile und Bauteile mit Festigkeiten über C30/37), aus der Massenbilanz abgezogen werden.

3.2 CO₂-Reduzierung

Der Einsatz von rezyklierter GK in Beton schont die natürlichen Ressourcen, führt jedoch nicht zwangsläufig zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen und ist im Einzelfall zu prüfen [2]. Dies liegt am hohen Energieeinsatz für den Gebäudeabbruch und für die anschließend erforderliche Aufbereitung (Waschen, Zerkleinern und Sortieren) des Abbruchmaterials.

Positiv auf die sonstigen Umweltwirkungen von Beton mit rezyklierter GK wirkt sich aus,

- wenn durch das Recyclingmaterial gebrochene natürliche Gesteinskörnung (Splitt) ersetzt wird,
- wenn der Transportaufwand zwischen Abbruch-, Recycling- und Verarbeitungsstätte möglichst gering ist und
- wenn kein erhöhter Zement- und/oder Zusatzmitteleinsatz notwendig ist.

Tabelle 1: Beispielhafte Zusammenstellung der Einsatzmöglichkeiten von rezyklierter GK (Typ 1 und Typ 2)

Bauteile ¹⁾	Limitierende Parameter	ohne Anhang E	mit Anhang E ²⁾
Innenbauteile – WO			
Geschossdecken	V.-% und Druckfestigkeit	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 45 V.-% (≤ 35 V.-%) ≤ C30/37
Treppen	V.-% und Druckfestigkeit	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 45 V.-% (≤ 35 V.-%) ≤ C30/37
Wände und Stützen	V.-% und Druckfestigkeit	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 45 V.-% (≤ 35 V.-%) ≤ C30/37
Vorgespannte Bauteile	Spannbeton	nicht zulässig ⁴⁾	
Außenbauteile (ungeschützt ohne Tausalz) – WF³⁾			
Fassadenelemente und Stützwände XC4, XF3	V.-% und Druckfestigkeit ggf. Oberflächenoptik	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 45 V.-% (≤ 35 V.-%) ≤ C30/37
Gründungsbauteile	V.-% und Druckfestigkeit	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 45 V.-% (≤ 35 V.-%) ≤ C30/37
Balkone XC4, XF3	V.-% und Druckfestigkeit	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 45 V.-% (≤ 35 V.-%) ≤ C30/37
Treppen	V.-% und Druckfestigkeit	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 45 V.-% (≤ 35 V.-%) ≤ C30/37
Vorgespannte Bauteile	Spannbeton	nicht zulässig ⁴⁾	
Betonbauteile die mit Meerwasser in Berührung kommen (ggf. Fassaden, Treppen, Stützwände) XA2	V.-% und Druckfestigkeit	nicht zulässig	
Behälter von Kläranlagen, Güllebehälter XA1	V.-% und Druckfestigkeit	≤ 25 V.-% ≤ C50/60	≤ 25 V.-% ≤ C30/37
Außenbauteile (ungeschützt mit Tausalzeinwirkung) – WA			
Fassadenelemente XF4	V.-%, Druckfestigkeit und Alkaliempfindlichkeitsklasse	nicht zulässig	≤ 30 V.-% (≤ 20 V.-%) ≤ C30/37 E I-S
Frostschürzen, Laubengänge XF4	V.-%, Druckfestigkeit und Alkaliempfindlichkeitsklasse	nicht zulässig	≤ 30 V.-% (≤ 20 V.-%) ≤ C30/37 E I-S
Treppen	V.-%, Druckfestigkeit und Alkaliempfindlichkeitsklasse	nicht zulässig	≤ 30 V.-% (≤ 20 V.-%) ≤ C30/37 E I-S
nicht vorgespannte Brückenträger und Brückenelemente im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen XF2 und XF4	V.-%, Druckfestigkeit und Alkaliempfindlichkeitsklasse	nicht zulässig	≤ 30 V.-% (≤ 20 V.-%) ≤ C30/37 E I-S
Vorgespannte Brückenelemente	Spannbeton	nicht zulässig ⁴⁾	

¹⁾ Hilfestellung bei der Zuordnung der Feuchtigkeitsklassen und Expositionsklassen [3]

²⁾ Klammerwerte für GK Typ 2, wenn abweichend

³⁾ Bei GK mit Alkaliempfindlichkeitsklasse E III-S sind zusätzliche Maßnahmen nach Alkali-Richtlinie erforderlich.

⁴⁾ Der Ausschluss von Spannbeton gilt nicht bei der Verwendung von wiedergewonnener GK.

3.3 Verfügbarkeit

Laut Initiative Kreislaufwirtschaft Bau [4] wurden 2022 rund 45 Mio. t Recycling-Baustoffe durch die Aufbereitung von rund 55,2 Mio. t mineralischer Bauabfälle („Bauschutt“) hergestellt. Dies entspricht einer Recyclingquote von über 80 %. Im Jahr 2022 wurden insgesamt rund 13 % des Gesamtbedarfs an Gesteinskörnungen durch Recycling-Baustoffe gedeckt. Eine deutliche Erhöhung des Anteils der RC-Baustoffe ist nur dann möglich, wenn

- durch mehr Rückbau mehr RC-Baustoffe hergestellt werden können,
- der Bedarf an GK bei gleichbleibendem Rückbauvolumen reduziert wird und / oder
- die Einsatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen erweitert werden.

Rezyklierte GK sollte vor allem dort eingesetzt werden, wo dies auch technisch sinnvoll ist. Wird der Einsatz als ungebundene Gesteinskörnung im Straßenbau auf den technisch anspruchsvolleren Einsatz in Beton verlagert, müssen im Sinne der Ressourcenschonung andere (neue) Sekundärmaterialien für den Straßenunterbau gefunden werden → siehe 1.

Der Aufbereitungsaufwand für rezyklierte GK, zum Beispiel bei der Verwendung im Straßenbau ist deutlich geringer als für die Verwendung in Beton. So muss das Material mehrfach gebrochen werden, um die Zielkornfraktionen für Beton herzustellen (Verwendung Straßenbau: Kornfraktion 0/45 mm; Verwendung Beton: Kornfraktionen 0/2, 2/8, 8/16). Die Verfügbarkeit von geeignetem Material für den Einsatz in Beton kann daher regional eingeschränkt sein.

Für einen effektiven Produktionsprozess in einem Betonwerk muss eine kontinuierliche Verfügbarkeit der wiedergewonnenen oder rezyklierten GK im Werk sichergestellt sein. Diese erfordert in der Regel zusätzliche Silos oder Flächen zur Lagerhaltung.

3.4 Anforderungen im Werk

In Betonfertigteilterwerken kommen aufgrund der gewünschten hohen Frühfestigkeit überwiegend Betone mit hohen Festigkeiten zum Einsatz (in der Regel über C30/37). An die Bauteile werden unter anderen hohe Anforderungen an Tragverhalten, Dauerhaftigkeit und Ästhetik gestellt. Da wiedergewonnene und rezyklierte GK zum Beispiel die Verarbeitbarkeit, die Festigkeit, das Verformungsverhalten, die Dauerhaftigkeit und die Optik des Betons beeinflussen kann, ist dies bereits bei der Planung und der Betonherstellung zu beachten. Aufgrund des geänderten Wasseranspruchs kann natürliche GK in der Regel nicht ohne Rezepturanpassungen gegen gebrochene wiedergewonnene oder rezyklierte GK ausgetauscht werden.

Bei Zusagen projektbezogener RC-Gehalte sind im Fertigteilterwerk oder in einem nahegelegenen Aufbereitungsunternehmen zusätzliche Lagermöglichkeiten zum Vorhalten der erforderlichen Menge an Gesteinskörnung erforderlich, um die Versorgung kontinuierlich sicherstellen zu können.

Erfolgt die Verwendung von wiedergewonnener oder rezyklierter GK auf Basis von DIN 1045-2, Anhang E, Abs. E.3.2 (RC-Gehalt > 25 % oder Feuchtigkeitsklasse WA), sind im Werk zusätzliche Maßnahmen erforderlich:

- erweiterte Erstprüfung (E 3.2.3),
- zusätzliche Prüfungen im Rahmen der Produktionskontrolle des Herstellers (E 3.2.4).

3.5 Zusammenfassung der Planungshinweise

Eine pauschale Ausschreibung von „R-Beton/RC-Beton“ reicht nicht aus und ist in der Regel nicht zielführend. Vielmehr erfordert der projektbezogene Einsatz von RC-Gesteinskörnung im Betonbau Vorlauf und muss ausgeschrieben und geplant werden.

Als grundsätzliche Einsatzgrenzen sind zu beachten:

- Betonfestigkeit bis maximal C50/60
- für vorgespannte Bauteile können ausschließlich wiedergewonnene Gesteinskörnungen eingesetzt werden.

Vor der Ausschreibung müssen zwingend folgende Fragen geklärt werden:

- Darf das Material für die geplanten Bauteile eingesetzt werden (Prüfung der Expositions-, Feuchtigkeits- und Festigkeitsklassen)? → siehe Tabelle 1
- Welcher Materialtyp soll eingesetzt werden (Typ 1 oder Typ 2, RC-Gesteinskörnung mit gesondertem Verwendbarkeitsnachweis, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung)?
- Wieviel natürliche Gesteinskörnung soll ersetzt werden? Empfohlen wird eine Austauschmenge von maximal 25 V.-%. Darüberhinausgehende Austauschmengen nach DIN 1045-2, Anhang E sind mit dem Fertigteilterhersteller abzustimmen oder die Regeln des Verwendbarkeitsnachweises anzuwenden.
- Wieviel des erforderlichen Materials ist maximal verfügbar? → siehe 3.3

4 Literatur, Normen und Regelwerke

- [1] Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG). Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2024). www.qng.info/qng/qng-anforderungen
- [2] Ökobilanzierung von Beton mit 100 % rezyklierter Gesteinskörnung im Vergleich zu Normalbeton. Stengel, Kustermann in Beton- und Stahlbetonbau 2024-10
- [3] Bauteilkatalog – Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile. InformationsZentrum Beton. Erkrath, September 2016
- [4] Mineralische Bauabfälle – Monitoring 2022. Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2020. Hrsg.: Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V. Berlin, Dezember 2024. PDF: www.kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-14.pdf (zuletzt aufgerufen, 08.01.2025)

DIN 1045-2:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton

DIN 1045-4:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 4: Allgemeine Regeln für Betonfertigteile

DIN 4226-101:2017-08 Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620 – Teil 101: Typen und geregelte gefährliche Substanzen (neuer Entwurf A1-Änderung 2024-09)

DIN EN 12620:2008-07 Gesteinskörnungen für Beton

DAfStb-Richtlinie – Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 (Ausgabe 2010-09, Berichtigung 2019)

DAfStb-Richtlinie – Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie) (Ausgabe 2013-10)

Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) – Anhang 10 Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer (ABuG)

FDB-Merkblatt Nr. 10 zum nachhaltigen Bauen mit Betonfertigteilen

auf www.fdb-fertigteilbau.de/fdb-angebote/literatur-downloadcenter-merkblaetter/fdb-merkblaetter