



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

---

# Das neue Regelwerk DIN 1045-2 im derzeitigen Entwurfsstand zum Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung

**Florian Knappe**

Fachgespräch: Produktion und Einsatz von R-Beton – ein Erfahrungsaustausch, 20.09.2022





Pilotvorhaben ab 2009



Wissenschafts- und Technologiezentrum  
(www.wohlgelegen.de)



## Leitfaden zum Einsatz von R-Beton



[https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2\\_Presse\\_und\\_Service/Publikationen/Umwelt/Leitfaden\\_R-Beton.pdf](https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Leitfaden_R-Beton.pdf)



Typ 1, seit 2009



Typ 2, seit 2013



2014 über die Norm hinaus  
Fa. Schief, Winnenden



**BMBF-Vorhaben “R-Beton“**  
seit 2018 abgeschlossen

- von der Schweiz lernen ....
- Neues Regelwerk:  
Überführung der Richtlinie des DAfStB  
in Novellierung DIN 1045-2  
= **Gelbdruck Juni 2022**

## Entwurf DIN 1045:2021 – Teil 2 Beton DAfStb AK Beton vom 17. Juni 2021

### 5.2.3.4 Rezyklierte Gesteinskörnungen

- Betonklasse BK-N:  
Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen  $\leq 25$  Vol.-% Austausch der groben Gesteinskörnung
- Betonklasse BK-E:  
Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen  $> 25$  Vol.-% Austausch der groben Gesteinskörnung und Einhaltung von Anhang E  
Zulässige Obergrenzen nach Tabelle E.2.5 sind einzuhalten.
- *Betonklasse BK-S: Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen abweichend von BK-N und BK-E*

## BK-N

(3) Rezyklierte Gesteinskörnung vom Typ 1 bzw. Typ 2 darf  $\leq 25$  Vol.-% (bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung) wie natürliche Gesteinskörnung nach Abschnitt 5.2.3.1 für die Feuchtigkeitsklassen WO und WF verwendet werden. Die Eingruppierung der gesamten Gesteinskörnung in eine Alkaliempfindlichkeitsklasse nach DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton (Alkali-Richtlinie)“ erfolgt nach der ungünstigsten Gesteinskörnung.

Die Anforderungen nach DIN 4226-101 sind zu berücksichtigen.

(4) Es dürfen rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1  $\leq 2$  mm eingesetzt werden, sofern sie aus der gleichen Produktion der verwendeten rezyklierten Gesteinskörnung Typ 1  $> 2$  mm stammen, für die die Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung nach DIN EN 933-11 nachgewiesen wurde. Das Verhältnis von feiner und grober rezyklierter Gesteinskörnung muss sich dabei an dem entsprechenden Verhältnis von Sand zu grober Gesteinskörnung der Gesamtsieblinie orientieren.

Rezyklierte Gesteinskörnung des Typs 2  $\leq 2$  mm darf nicht verwendet werden.

## BK-N

- Bei Anteilen <25% von Typ 1 oder auch Typ 2 an der gesamten Gesteinskörnung gilt der Beton als Normalbeton  
=> Sonderregelungen zu R-Beton (BK-E) entfallen
  
- Zu beachten:
  - Nur Feuchtigkeitsklassen W0 und WF
  - RC-Gesteinskörnung nach EN 12620 und zwar Typ 1 und Typ 2, die auch Anforderungen nach DIN 4226-101 einhalten
  - Einordnung der RC-GK nach Alkali-Richtlinie gilt es weiterhin zu beachten (E III)
  - Brechsand aus der Produktion RC-GK Typ 1 darf eingesetzt werden und zwar in den Anteilen, wie er bei der Aufbereitung von Altbeton anfällt
  - Rezyklierte Gesteinskörnung des Typs  $2 \leq 2$  mm darf nicht verwendet werden.
  
- ✓ Keine Begrenzung auf Druckfestigkeitsklasse C 30/37
- ✓ Keine Begrenzung der zulässigen Expositionsklassen
- ✓ Auch beim Einsatz von Typ 2

s. BK-E

## **BK-E**

Anhang E – Anforderungen an Ausgangsstoffe ist zu beachten

### Zu 5.1.3 Gesteinskörnungen

- rezyklierte Gesteinskörnungen mit einer Leistungserklärung auf Grundlage der DIN EN 12620:2008-07, sofern die in dieser Norm aufgeführten Merkmale erklärt und die geforderte Leistung erfüllt sind und durch die Leistungserklärung oder eine gesonderte Herstellererklärung bestätigt wird, dass die Höchstwerte der Eluat- und Feststoffparameter gemäß DIN 4226-101:2017-08 unter Beachtung von DIN 4226-102:2017-08 nicht überschritten sind.

**=> Keine Veränderungen**  
(gilt auch für BK-N)

## Normalbetone bis C 30/37

## Höhere Anteile RC-GK

Bisher  $\leq 35$  //  $\leq 25$

## Klärung WU

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Anwendungsbereich		Kategorie der Gesteinskörnung	
	Alkalirichtlinie <sup>a</sup>	EN 206 und DIN 1045-2	Typ 1	Typ 2
1	WO	Karbonatisierung XC1	$\leq 45^b$	$\leq 35$
2	WF → →	Kein Korrosionsrisiko X0		
3		Karbonatisierung XC1 bis XC4		
4		Frostangriff ohne Taumittelinwirkung XF1 und XF3	$\leq 45$	$\leq 35$
5		Beton mit hohem Wasserein- dringwiderstand nach Abschnitt 5.5.3		
6		Chemischer Angriff XA1 <sup>d</sup>	$\leq 25$	$\leq 25$
7	WA <sup>c</sup>	XD1 und XD2 XS1 und XS2 XF2 und XF4	$\leq 30$	$\leq 20$

<sup>b</sup> Es dürfen rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1  $\leq 2$  mm  $\leq 20$  Vol.-% der austauschbaren rezyklierten Gesteinskörnung eingesetzt werden, sofern sie aus der gleichen Produktion der verwendeten rezyklierten Gesteinskörnung Typ 1  $> 2$  mm stammen, für die die Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung nach DIN EN 933-11 nachgewiesen wurde. Das Verhältnis von feiner und grober rezyklierter Gesteinskörnung muss sich dabei an dem entsprechenden Verhältnis von Sand zu grober Gesteinskörnung der Gesamtsieblinie orientieren.

<sup>c</sup> Die Feuchtigkeitsklasse WA darf nur für rezyklierte Gesteinskörnung mit nachgewiesener Alkaliempfindlichkeitsklasse E I-S nach Alkali-Richtlinie verwendet werden.



## Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (nach Abschnitt 5.5.3)

### 5.5.3 Wassereindringwiderstand

(1) Ist der Widerstand gegen das Eindringen von Wasser an Probekörpern zu ermitteln, sind das Verfahren (z. B. EN 12390-8) und die Konformitätskriterien zwischen dem Verfasser der Festlegung und dem Hersteller zu vereinbaren.

(2) Falls kein Prüfverfahren vereinbart wurde, darf der Wassereindringwiderstand indirekt durch Grenzwerte für die Betonzusammensetzung festgelegt werden.

→ (3) Wenn der Beton einen hohen Wassereindringwiderstand haben muss, so muss er

– bei Bauteildicken über 0,40 m einen Wasserzementwert  $w/z \leq 0,65$  aufweisen;

– bei Bauteildicken bis 0,40 m einen Wasserzementwert  $w/z \leq 0,60$  sowie mindestens einen Zementgehalt von  $280 \text{ kg/m}^3$  (bei Anrechnung von Zusatzstoffen  $270 \text{ kg/m}^3$ ) aufweisen.

Die Mindestdruckfestigkeitsklasse C25/30 ist einzuhalten.

ANMERKUNG Weitergehende Anforderungen können sich aus der Anwendung der WU-Richtlinie ergeben.

= Bisher in der Praxis oft Vorbehalte, inwieweit RC-GK in WU-Betonen eingesetzt werden darf

= technisch schon immer problemlos

## Normalbetone bis C 30/37

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Anwendungsbereich		Kategorie der Gesteinskörnung	
	Alkalirichtlinie <sup>a</sup>	EN 206 und DIN 1045-2	Typ 1	Typ 2
1	WO	Karbonatisierung XC1	$\leq 45^b$	$\leq 35$
2		Kein Korrosionsrisiko X0		
3	WF	Karbonatisierung XC1 bis XC4	$\leq 45$	$\leq 35$
4		Frostangriff ohne Taumittleinwirkung XF1 und XF3		
5		Beton mit hohem Wasserein- dringwiderstand nach Abschnitt 5.5.3		
6		Chemischer Angriff XA1 <sup>d</sup>		
7	WA <sup>c</sup>	XD1 und XD2 XS1 und XS2 XF2 und XF4	$\leq 30$	$\leq 20$

Neue Betonsorten  
(u.a. Tausalz-, Alkalisalzeinwirkung)

Nur E I-S

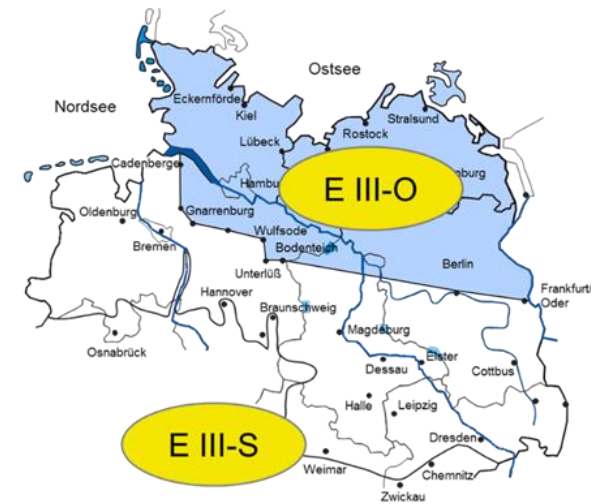
<sup>b</sup> Es dürfen rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1  $\leq 2 \text{ mm} \leq 20 \text{ Vol.-%}$  der austauschbaren rezyklierten Gesteinskörnung eingesetzt werden, sofern sie aus der gleichen Produktion der verwendeten rezyklierten Gesteinskörnung Typ 1  $> 2 \text{ mm}$  stammen, für die die Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung nach DIN EN 933-11 nachgewiesen wurde. Das Verhältnis von feiner und grober rezyklierter Gesteinskörnung muss sich dabei an dem entsprechenden Verhältnis von Sand zu grober Gesteinskörnung der Gesamtsieblinie orientieren.

<sup>c</sup> Die Feuchtigkeitsklasse WA darf nur für rezyklierte Gesteinskörnung mit nachgewiesener Alkaliempfindlichkeitsklasse E I-S nach Alkali-Richtlinie verwendet werden.

## Regelungen zu Alkaliempfindlichkeitsklassen

- E III-S (unbekannt) als Regeleinstufung außerhalb N und NE
- Ansonsten E III-O (bedenklich)
- (Für Einsatz der Betone in WA = E I-S)

	1	2	3			
	Alkaliempfindlichkeitsklasse	Zementgehalt kg/m <sup>3</sup>	Erforderliche Maßnahmen für die Feuchtigkeitsklasse			
			WO	WF	WA	WS
1	E I-S	Ohne Festlegung	keine	keine	keine	Zemente nach Tab. 3-4
2	E III-S <sup>1</sup>	≤ 300	keine	keine	keine	s.o.
3		300 ≤ Z ≤ 350	keine	keine	Performance-Prüfung <sup>2</sup> oder NA-Zement	s.o. sowie Austausch der Gesteinskörnung oder Gutachten <sup>3</sup>
4		Z > 350	keine	Performance-Prüfung <sup>2</sup> oder NA-Zement	Performance-Prüfung oder Austausch der Gesteinskörnung	s.o.



**vdz.**

<sup>1)</sup> Gilt auch für nicht beurteilte Gesteinskörnungen

<sup>2)</sup> Die Performance-Prüfung wird in einem zukünftigen Teil 4 der Richtlinie beschrieben werden. Bis auf weiteres erfolgt die Festlegung von vorbeugenden Maßnahmen auf Grundlage eines Gutachtens<sup>3</sup>

<sup>3)</sup> Für die Erstellung von Gutachten sind besonders fachkundige Personen einzuschalten

## Normalbetone bis C 30/37

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Anwendungsbereich		Kategorie der Gesteinskörnung	
	Alkalirichtlinie <sup>a</sup>	EN 206 und DIN 1045-2	Typ 1	Typ 2
1	WO	Karbonatisierung XC1	≤ 45 <sup>b</sup>	≤ 35
2		Kein Korrosionsrisiko X0		
3	WF	Karbonatisierung XC1 bis XC4	≤ 45	≤ 35
4		Frostangriff ohne Taumittleinwirkung XF1 und XF3		
5		Beton mit hohem Wasserein- dringwiderstand nach Abschnitt 5.5.3		
6		Chemischer Angriff XA1 <sup>d</sup>		
7	WA <sup>c</sup>	XD1 und XD2 XS1 und XS2 XF2 und XF4	≤ 30	≤ 20

Brechsande dürfen  
eingesetzt werden  
fehlende Regelung Typ 2



<sup>b</sup> Es dürfen rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1  $\leq 2 \text{ mm} \leq 20 \text{ Vol.-%}$  der austauschbaren rezyklierten Gesteinskörnung eingesetzt werden, sofern sie aus der gleichen Produktion der verwendeten rezyklierten Gesteinskörnung Typ 1  $> 2 \text{ mm}$  stammen, für die die Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung nach DIN EN 933-11 nachgewiesen wurde. Das Verhältnis von feiner und grober rezyklierter Gesteinskörnung muss sich dabei an dem entsprechenden Verhältnis von Sand zu grober Gesteinskörnung der Gesamtsieblinie orientieren.

<sup>c</sup> Die Feuchtigkeitsklasse WA darf nur für rezyklierte Gesteinskörnung mit nachgewiesener Alkaliempfindlichkeitsklasse E I-S nach Alkali-Richtlinie verwendet werden.

## Gesteinskörnung, Typ 1



Seit 2009



## Gesteinskörnung, Typ 2

Brechsand aus der Aufbereitung von Altbeton fällt auch bei der Produktion GK Typ 2 in der Regel getrennt an



Seit 2013



Mindestgehalte bzw. maximal zulässige Beimengungen in RC-Lieferkörnungen nach DIN 4226-101 (Angaben in Gew.-%)

Bestandteile	Abkürzung	RC-Körnung Typ 1	RC-Körnung Typ 2
Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton, ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundenes Gestein	RC + RU	≥ 90 %	≥ 70 %
Ziegel-Mauersteine (nicht-porosit), Klinker, Steinzeug, Kalksandstein-Mauersteine, verschiedene Mauer- und Dachziegel, Bimsbeton (Leichtbeton), nicht schwimmender Porenbeton	Rb	≤ 10 %	≤ 30 %
Bitumenhaltige Materialien, Asphalt	Ra	≤ 1 %	≤ 1 %
Glas	X + Rg	≤ 1 %	≤ 2 %
Sonstige Materialien: Bindige Materialien (d.h. Ton und Bodenmaterial), verschiedene sonstige Materialien: Metalle (Eisen- und Nichteisenmetalle), nicht schwimmendes Holz, Kunststoff, Gummi, Gips			
Schwimmendes Material im Volumen	FL	≤ 2 %	≤ 2 %

## Typ 2

<b>Feststoff</b>		<b>Höchstwert</b>	<b>Prüfergebnis</b>
<b>Kohlenwasserstoffe (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)</b>	mg/kg	1000	<50
<b>PAK nach EPA</b>	mg/kg	75	0,153
<b>EOX</b>	mg/kg	10	<0,5
<b>PCB</b>	mg/kg	1	<0,005
<b>Eluat</b>			
<b>pH-Wert (kein Ausschlusskriterium)</b>		12,5	11,09
<b>Elektrische Leitfähigkeit (kein Ausschlusskriterium)</b>	µS/cm	3000	515
<b>Chlorid</b>	mg/l	150	1,36
<b>Sulfat</b>	mg/l	600	85,7
<b>Arsen</b>	µg/l	50	<1
<b>Blei</b>	µg/l	100	1
<b>Cadmium</b>	µg/l l	5	<0,1
<b>Chrom gesamt</b>	µg/l	100	7
<b>Kupfer</b>	µg/l	200	3
<b>Nickel</b>	µg/l	100	2
<b>Quecksilber</b>	µg/l	2	<0,1
<b>Zink</b>	µg/l	400	5
<b>Phenolindex</b>	µg/l	100	<10

25

Quelle: Umweltministerium Baden-Württemberg, Stoffkreisläufe von RC-Beton, Informationsbroschüre für die Herstellung von Transportbeton unter Verwendung von Gesteinskörnungen nach Typ 2, Dezember 2013



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

---

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Florian Knappe**

Florian.knappe@ifeu.de

---

