

# Ziegelhaltige Recyclingbaustoffe als Rohstoff für ressourceneffiziente Zemente in dauerhaften Betonen

Akronym: **R-ZiEMENT**

Vortragende: Katrin Severins

Förderkennzeichen: 033R263 A-E

---

## Verbundpartner

---

- VDZ Technology gGmbH (Koordinator)
  - Institut für Ziegelforschung Essen e. V.
  - Leipfinger-Bader GmbH
  - Scherer & Kohl GmbH
  - Spenner GmbH & Co. KG
- 

**vdz**

**IZF** ISI  
ISI IZF

**LB** LEIPFINGER  
BADER

**SK**  
Scherer+Kohl

**spenner**



GEFÖRDERT VOM  
 Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Forschung für Nachhaltigkeit

Wie sich Projektarbeit und Normung entwickelt haben:

## RESSOURCENSCHONENDER BETON – WERKSTOFF DER NÄCHSTEN GENERATION

„R-Beton“

**HighTech  
MatBau**   
Neue Werkstoffe für urbane Infrastrukturen

GEFÖRDERT VOM  
 Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Forschung für Nachhaltigkeit

# Wie sich Projektarbeit und Normung entwickelt haben:

**Projektskizzen  
2018/2019**

**Projektanträge  
2019/2020**

**Projektstarts  
2020/2021**

## Zement mit rezyklierten Baustoffen – die neue Norm EN 197-6

**2021**

**CEN/TC 51 hat der  
Normung grundsätzlich  
zugestimmt**

**2022**

**Formal Vote für den  
aktualisierten  
Normenentwurf**

**2023**

**Abschluss des  
Normungsverfahrens und  
Veröffentlichung möglich**

# Umweltverträglichkeit der Ausgangsstoffe aus dem Recycling

2018/2019:  
Projektskizzen  
im Anschluss  
an „R-Beton“



- **LAGA** Eckpunkte-Papier
- **LAGA** Mitteilung 20
- **MVV TB** Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
- **ABuG** Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer
- **DAfStb-Richtlinie** Verwendung von siliziumreicher Flugasche und Kesselsand in Betonbauteilen in Kontakt mit Boden, Grundwasser oder Niederschlag

2023:  
Abschluss des  
Normungsverfahrens  
möglich

# Umweltverträglichkeit der Ausgangsstoffe aus dem Recycling

2018/2019:  
Projektskizzen  
im Anschluss  
an „R-Beton“



Für RC-Baustoffe, die im Zement einzusetzen und im Beton anzuwenden sind, ist der Nachweis der Umweltverträglichkeit gemäß **DIN 4226-101** lt. DIBt-Prüfplan zu erbringen.

Die Herstellung und Anwendung ziegelhaltiger Zemente bedürfen in Deutschland einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (AbZ).

2023:  
Abschluss des  
Normungsverfahrens  
möglich

# Umweltverträglichkeit der Ausgangsstoffe aus dem Recycling

**DIN 4226-101 2017-08:** „Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620, Teil 101: Typen und geregelte gefährliche Substanzen“

Höchstwerte der Feststoff-/Eluatparameter gemäß DIN 4226-101

Eigenschaft / Parameter	Höchstwerte	
<b>Eluat</b>		
pH-Wert	12,5 <sup>a)</sup>	
Elektrische Leitfähigkeit	3000 <sup>a)</sup>	µS/cm
Chlorid	150	mg/l
Sulfat	600	mg/l
Arsen	50	µg/l
Blei	100	µg/l
Cadmium	5	µg/l
Chrom gesamt	100	µg/l
Kupfer	200	µg/l
Nickel	100	µg/l
Quecksilber	2	µg/l
Zink	400	µg/l
Phenolindex	100	µg/l
a) kein Ausschlusskriterium		

Eigenschaft / Parameter	Höchstwerte	
<b>Feststoff</b>		
Mineralölkohlenwasserstoffe	1000 <sup>b)</sup>	mg/kg
PAK nach EPA	25	mg/kg
EOX	10	mg/kg
PCB	1	mg/kg
b) Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.		

# Ausgangsstoffe aus dem Recycling mineralischer Bauabfälle



Quelle: VDZ Technology gGmbH



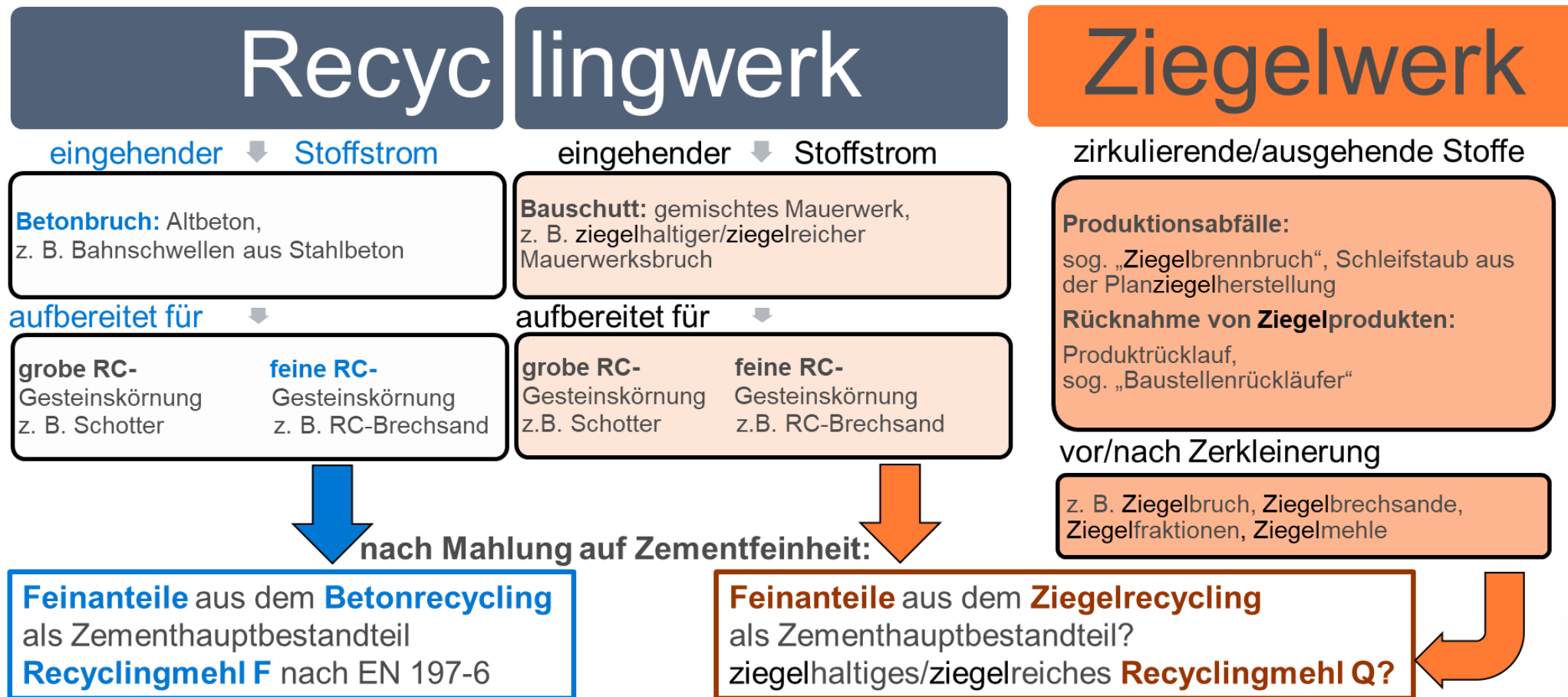
GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Forschung für Nachhaltigkeit

# Stoffströme aus dem Recycling von Bau- u. Produktionsabfällen

Alternative mineralische Bestandteile für „Zement mit rezyklierten Baustoffen“

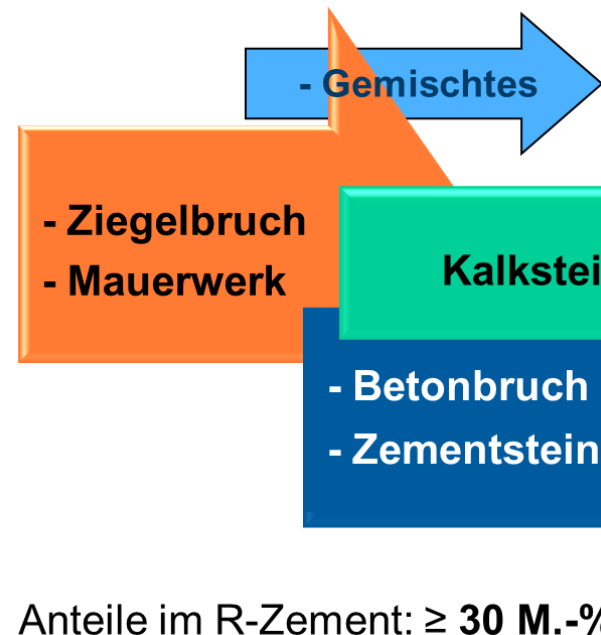




# Fein zerkleinerte RC-Materialien für R-Zemente

## Sortiert oder Gemischt

jeweils aus unterschiedlichen  
Aufbereitungszuständen

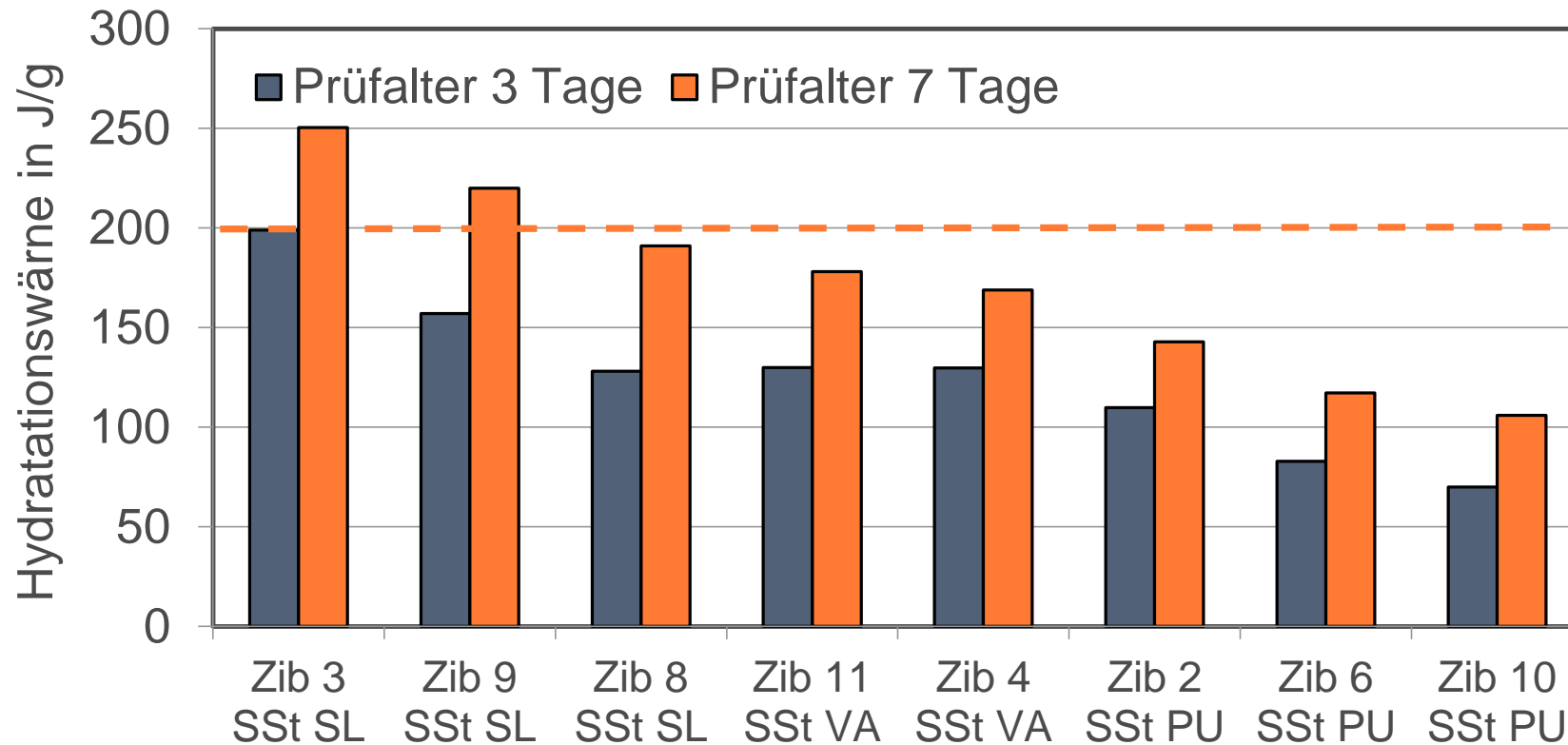


## Klinker

vorrangig als  
Portlandzement  
CEM I 42,5 R bis 52,5 R



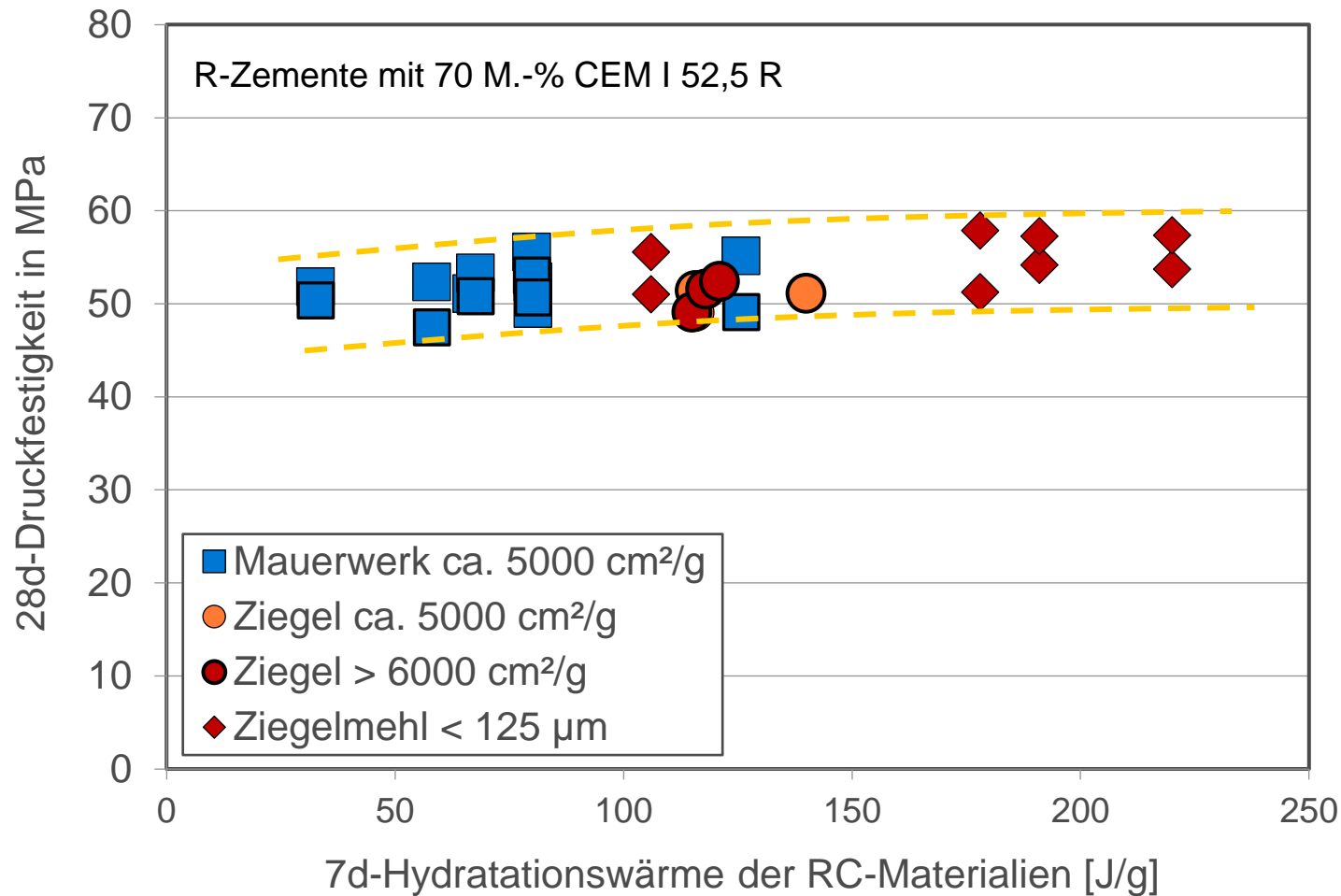
# Untersuchung der Schleifstaubproben aus den Ziegelwerken



Bestimmung der Reaktivität im Zement:  
 Analysen nach ASTM C1897-20

Beispiele:  
 Schleifstaub aus der Planziegelherstellung an unterschiedlichen Standorten

# Vergleich von Ziegelbruch und Mauerwerksbruch im Zement



Druckfestigkeit der Zemente gemäß EN 196-1, Prüfalter 28 Tage

R-Zemente mit 30 M.-% RC-Materialien sowie 70 M.-% CEM I konstanter Festigkeitsklasse

Bestimmung der Hydratationswärme gemäß ASTM C 1897-20, Prüfalter 7 Tage

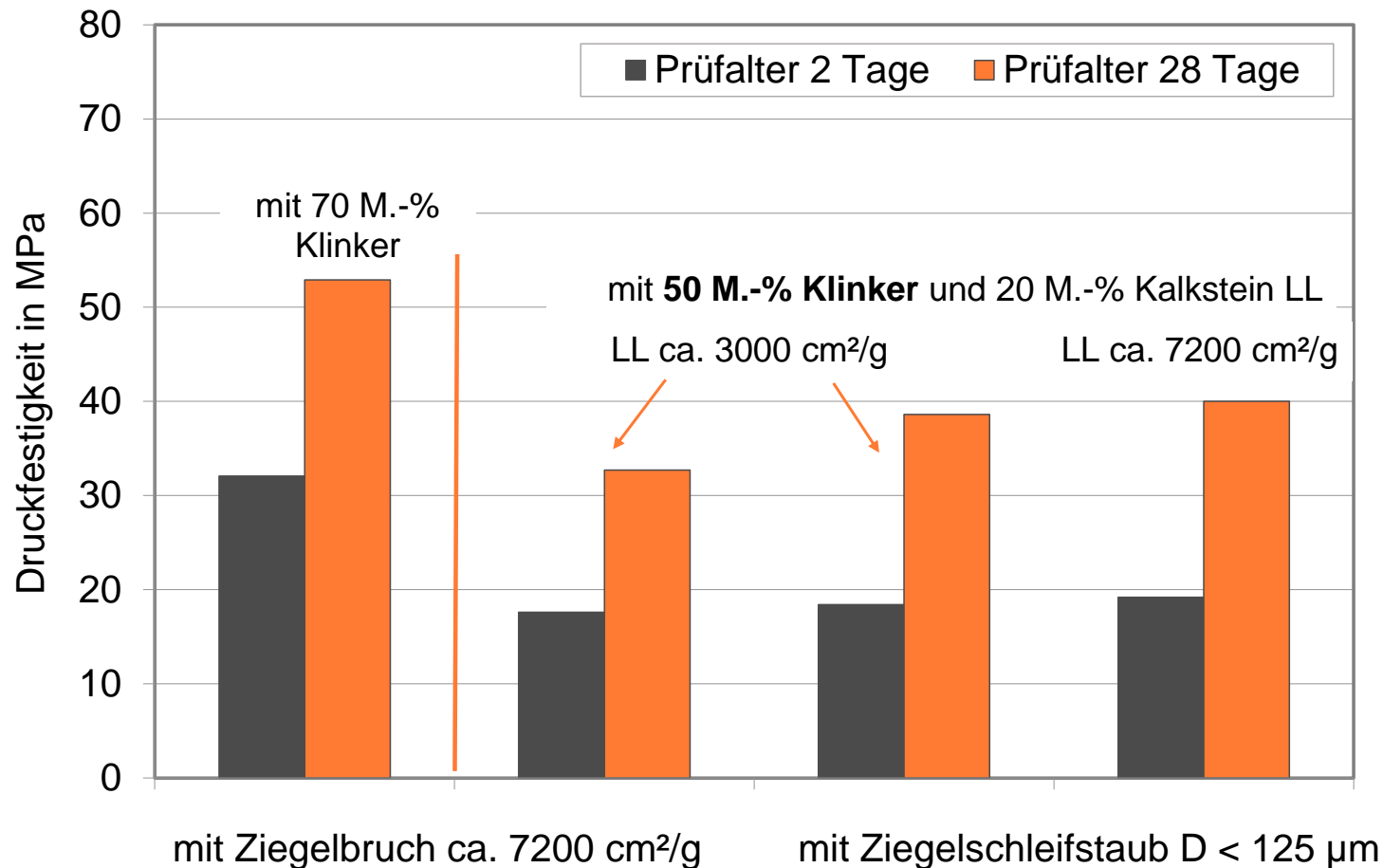
# Ziegelhaltige RC-Baustoffe für Zemente und Betone



Quelle: VDZ Technology gGmbH

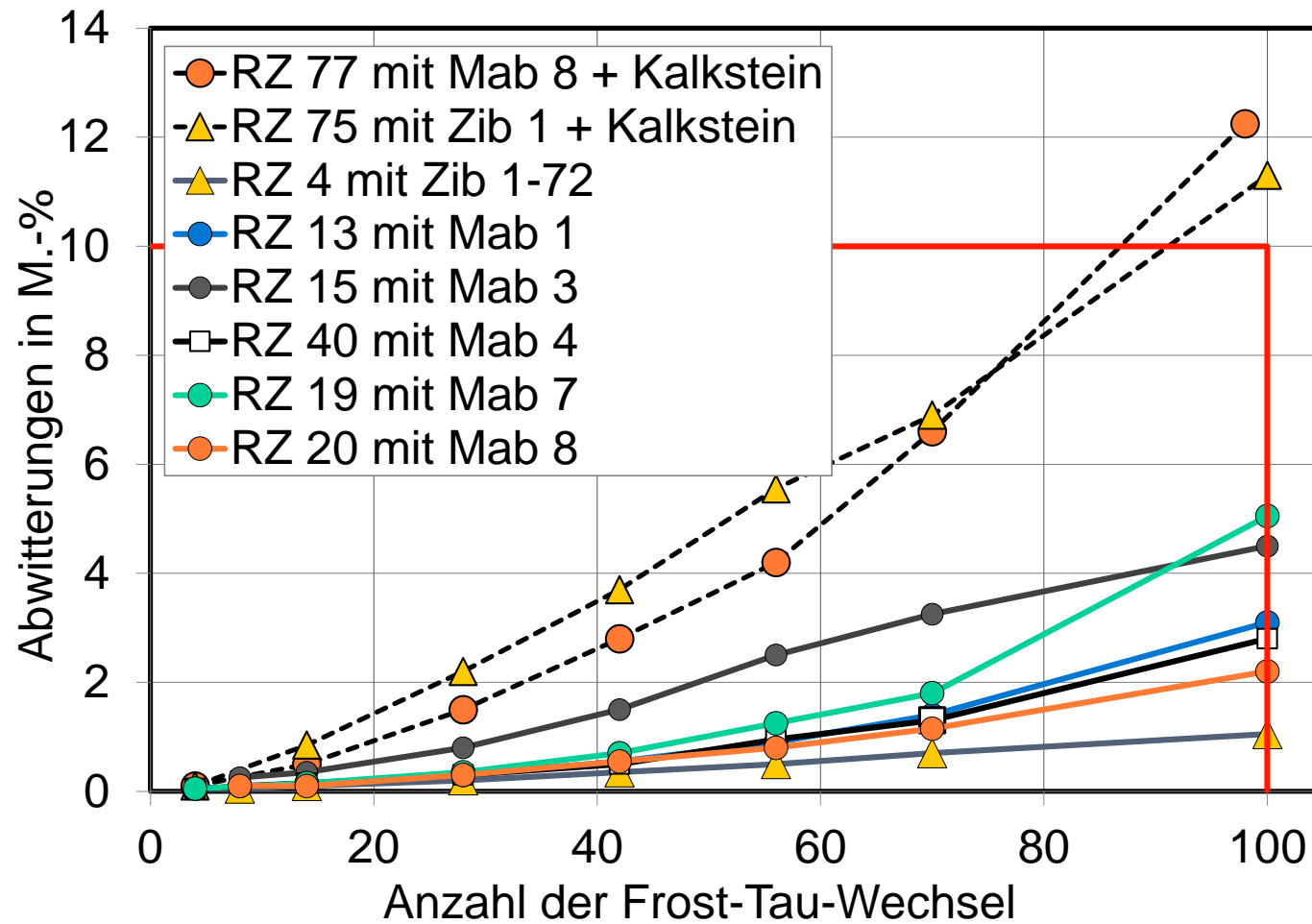


# Leistungsfähiger Klinker ist effizienter einsetzbar



Druckfestigkeit  
 klinkereffizienter R-Zemente  
 mit 30 M.-% Ziegel aus  
 Mahl- bzw. Schleifprozessen  
 sowie 70 M.-% bzw.  
 50 M.-% CEM I 52,5 R

# Frostwiderstand der Betone im Würfelverfahren



Betone mit  $z = 300 \text{ kg/m}^3$   
und  $w/z = 0,60$

R-Zemente mit  
30 M.-% Ziegel- oder  
Mauerwerksbruch

Kombinationen mit  
70 M.-% CEM I 52,5 R  
oder  
50 M.-% CEM I 52,5 R +  
20 M.-% Kalkstein

# Klinkereffiziente R-Zemente - aus der Forschung für die Praxis



**Durch R-ZiEMENT  
zirkulär verbunden**

Quelle: VDZ Technology gGmbH

GEFÖRDERT VOM  
 Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Forschung für Nachhaltigkeit

# Nachhaltigkeitskommunikation

**Ressourcenschonung  
Kreislaufwirtschaft**

Klimaschutz

Energieeffizienz

- ➔ „Wir verwenden ziegelhaltige Recyclingbaustoffe aus mineralischen Stoffkreisläufen und schonen natürliche **Ressourcen.**“
- ➔ „Wir schließen Stoffkreisläufe zwischen den Baustoffbranchen Ziegel, Recycling, Zement und Beton und tragen aktiv zur **Kreislaufwirtschaft** bei.“
- ➔ „Wir verwerten fein zerkleinerte RC-Baustoffe (Recyclingmehle) als Zementhauptbestandteil.“



# Nachhaltigkeitskommunikation

Ressourcenschonung  
Kreislaufwirtschaft

**Klimaschutz**

Energieeffizienz

- ➔ „Mit Recyclingbaustoffen aus mineralischen Stoffkreisläufen substituieren wir bis zu 50 M.-% Klinker im Zement.“
- ➔ „Wenn wir Zemente mit weniger Klinker herstellen, senken wir **CO<sub>2</sub>-Emissionen** und schützen das **Klima**.“
- ➔ „Wir nutzen die puzzolanischen Eigenschaften fein zerkleinerter Ziegel im Zement, um ein **nachhaltiges, klinkereffizientes Bindemittel für dauerhafte Betone** herzustellen.“

# Nachhaltigkeitskommunikation

Ressourcenschonung  
Kreislaufwirtschaft

Klimaschutz

**Energieeffizienz**

- ➔ „Wir ergänzen unsere Zementzusammensetzung mit Kalk- und Zementstein und setzen dafür keine zusätzlichen Prozessemissionen frei.“
- ➔ „Wir sparen **Energie** in der Zementmahlung, weil unsere alternativen Hauptbestandteile leichter mahlbar sind als Klinker.“
- ➔ „Wir gestalten die **energetischen Prozesse** entlang der Wertekreisläufe effizient.“

# Linear und Zirkulär: Welcher Weg liegt noch vor uns?

- Durchführung eines großtechnischen Betriebsversuches zur Herstellung eines ziegelhaltigen, klinkereffizienten R-Zements
- Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit, Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit von Beton
- Anwendung des ziegelhaltigen Werkzements im Transportbetonwerk
- Ökobilanzielle Berechnungen mit Fokus auf die Reduzierung des Klinkerfaktors und die Verwertung ziegelhaltiger RC-Baustoffe im Zement



Quelle: VDZ Technology gGmbH



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**

Forschung für Nachhaltigkeit

**vdz**

**IZF** IZFI  
IZFI IZFI

**LB** LEIPFINGER  
BADER

**SIK**  
Scherer+Kohl

**spenner**

Katrin Severins  
T +49 (0)211 45 78 - 253  
katrin.severins@vdz-online.de  
www.vdz-online.de