

# SAND - EIN ZUNEHMEND KNAPPER ROHSTOFF AUCH IN DEUTSCHLAND

DR. THOMAS MÜLLER

SIKA DEUTSCHLAND GMBH

18.10.2022 – FLIEßESTRICHFORUM 2022

# SAND - EIN ZUNEHMEND KNAPPER ROHSTOFF

## INHALT

### 01

#### **ALLGEMEINE SITUATION**

- Was ist Sand?
- Situation weltweit
- Situation in Deutschland
- Verunreinigungen im Sand

### 02

#### **WIE GEHEN WIR DAMIT UM?**

- Maßnahmen heute
- Grundlegende Projekte für morgen

# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

## PRESSE

Rhein-Neckar-Zeitung - Heidelberger Nachrichten vom 20.02.2018

**RHEIN-NECKAR-ZEITUNG**  
HEIDELBERGER NACHRICHTEN

Autoren: heb  
Seiten: 32  
Redaktion: Wirtschaft  
Rubrik: Heidelberger Nachrichten

Abgabe: Hauptabgabe  
Galtung: Tageszeitung  
Auflage: 36.498 (gedruckt) 34.002 (verkauft)  
34.988 (verbreitet)  
Reichweite: 0,136 (in Mio.)

### Der Sandkrieg ist in vollem Gang

Der Bauboom in Asien lässt ganze Inseln verschwinden – Die organisierte Kriminalität hat einen neuen Markt entdeckt

### Sand+Kies Aktuell 2018-5

23. Februar 2018

#### Veröffentlichungen

Sand – auch in Deutschland bald knapp?

BGR-Studie zur Versorgung mit Baurohstoffen / Spiegel Online

Deutschland ist reich an Sand.

Quarz- und Bausande sind aus geologischen Gründen eigentlich in ausreichendem Maße verfügbar. Dennoch drohen gerade bei wichtigen Baurohstoffen auf dem heimischen Markt aktuell erhebliche Versorgungsengpässe, wie eine neue Kurzstudie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zeigt.

Unter dem Titel „Sand – auch in Deutschland bald knapp?“ berichten die BGR-Experten in der jüngsten Ausgabe der Commodity TopNews (Nr. 56) unter den



BAUSTOFFE  
STEINE UND ERDEN

Dr. Stephanie Gilibert  
Telefon +49 89 53401 - 535  
E-Mail sand+Kies@bgr.bayern

**SPiegel ONLINE** DER SPIEGEL SPIEGEL TV

Menu | Politik Meinung Wirtschaft Panorama Sport Kultur Netzwerk Wissenschaft mehr ▼

**WIRTSCHAFT**

Schlagzeilen | Wetter | DAX 12.446,87 | TV-Programm | Abo

Nachrichten > Wirtschaft > Unternehmen & Märkte > Rohstoffe > Sand: Baustoff droht in Teilen Deutschlands

Begehrter Baustoff

## Deutschland geht der Sand aus

Berlin, Hamburg, Ruhrgebiet: In verschiedenen Regionen Deutschlands drohen Sand, Kies und Schotter. Dadurch könnte sich das Bauen deutlich verteuern.

### Rohstoff Sand

Erschöpfliche Ressource statt "wie Sand am Meer"



Sanddünen der Sahara in Libyen: Wüstensand gibt es reichlich, doch er ist als Rohstoff nur bedingt nutzbar.

© Tilay/istock

Bilder von endlosen Sandwüsten suggerieren, dass es auf unserem Planeten reichlich Sand gibt. Das stimmt auch. Aber nur ein kleiner Teil davon ist als Rohstoff nutzbar – und der wird knapp. Die ungebremste Nachfrage vor allem aus

**ZEIT ONLINE**

## Der Sand wird knapp

Gemessen am Volumen ist Sand die zweitgrößte gehandelte Ressource der Welt. Doch sein Abbau schadet der Umwelt. Die Vereinten Nationen fordern eine strengere Regulierung.

# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

WAS IST EIGENTLICH SAND?

## Sand ist eine Korngrößenbeschreibung

[ $\mu\text{m}$ ]	$\phi$	①	DIN 4022	[mm]		
63.000	-6	Cobble	Steine	63		
32.000	-5			Gravel	Kies	grob 20
16.000	-4	mittel 6,3				
8000	-3	fein 2				
4000	-2	Sand	Sand			grob 0,63
2000	-1			mittel 0,2		
1000	0			fein 0,063		
500	1			Silt	Schluff (Silt)	grob 0,02
250	2					mittel 0,0063
125	3					fein 0,002
63	4	Clay	Ton			
32	5					
16	6					
8	7					
4	8					
2	9					

<https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/korngroesse/8797>

Mineralogische Zusammensetzung kann stark variieren und ist abhängig von der geologischen Herkunft



Bezeichnung	Definition	Beispiele für Korngruppen [mm]
Feine Gesteinskörnung	$D \leq 4 \text{ mm}$ und $d = 0$	0/1
		0/2
		0/4
Grobe Gesteinskörnung	$D \geq 4 \text{ mm}$ und $d \geq 2 \text{ mm}$	enggestuft $D/d \leq 2 \text{ mm}$ oder $D \leq 11,2 \text{ mm}$
		2/8
		4/8
		8/16
		16/32
Kornemisch	$D \leq 45 \text{ mm}$ und $d = 0$	weitgestuft $D/d > 2 \text{ mm}$ oder $D > 11,2 \text{ mm}$
		4/32
		8/22
		0/22
		0/32

Quelle: Zement-Merkblatt Betontechnik B2 1.2012

Kornform kann stark variieren

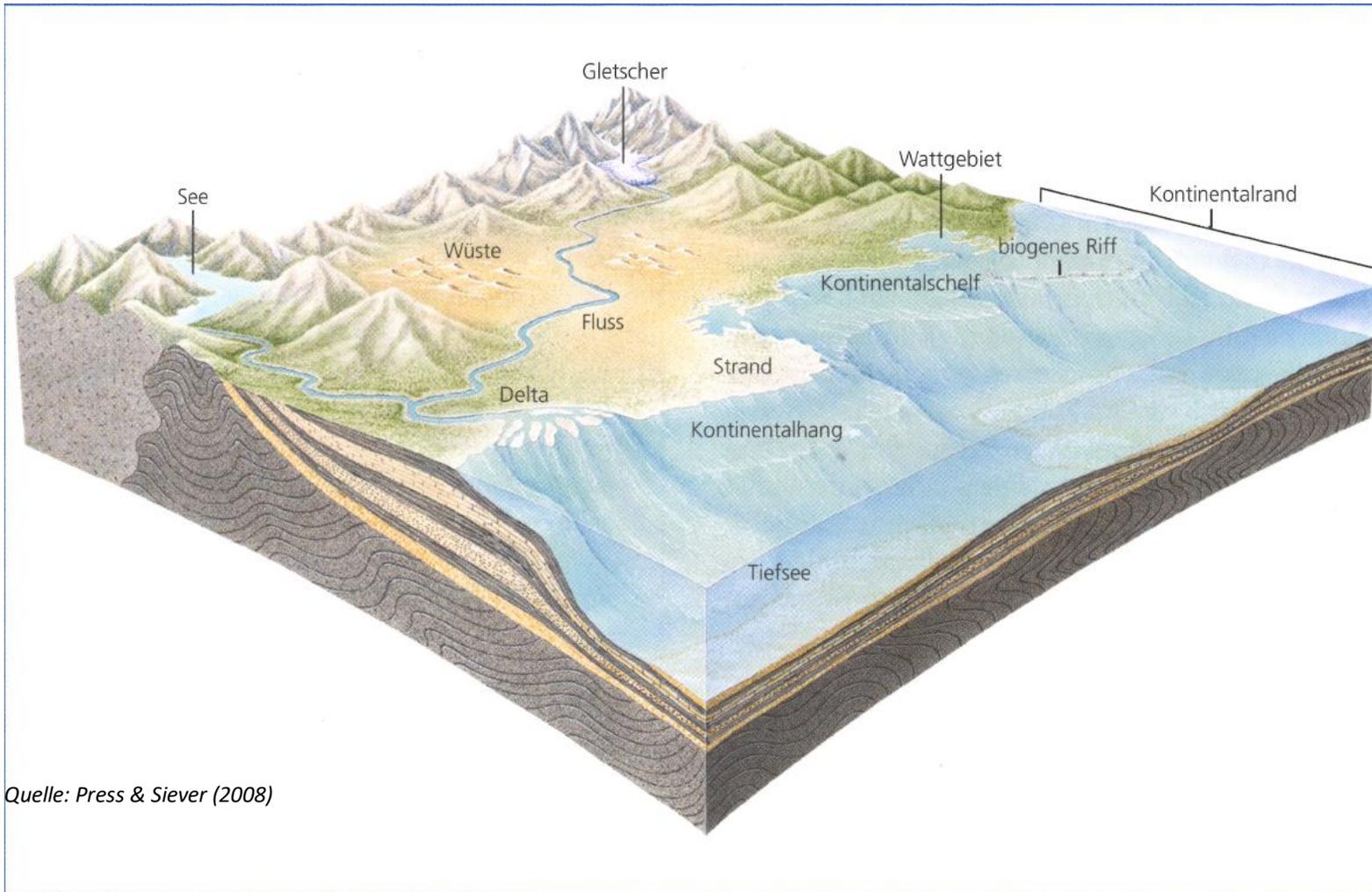


Quelle: Moeller (2012)

# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

## WO ENTSTEHT SAND?

Entstehung von Sand: **Gesteinsverwitterung** mittels verschiedener Medien



Quelle: Press & Siever (2008)

### (1) Fluviale Sande:

- Gebirgsfuß
- Flüsse
- Deltas

### (2) Marine Sande:

- Kontinentalschelf
- Kontinentalhänge
- Tiefsee Ebene

### (3) Äolische Sande:

- Dünen
- Wüstenebenen

### (4) Glaziale Sande

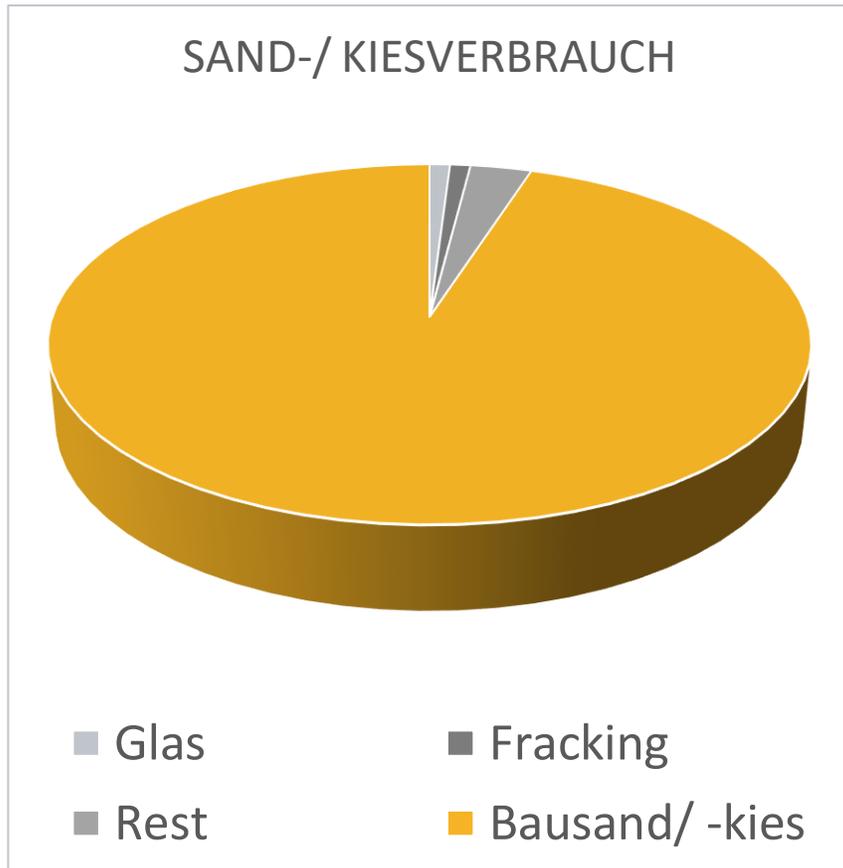
- Gletscher

# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

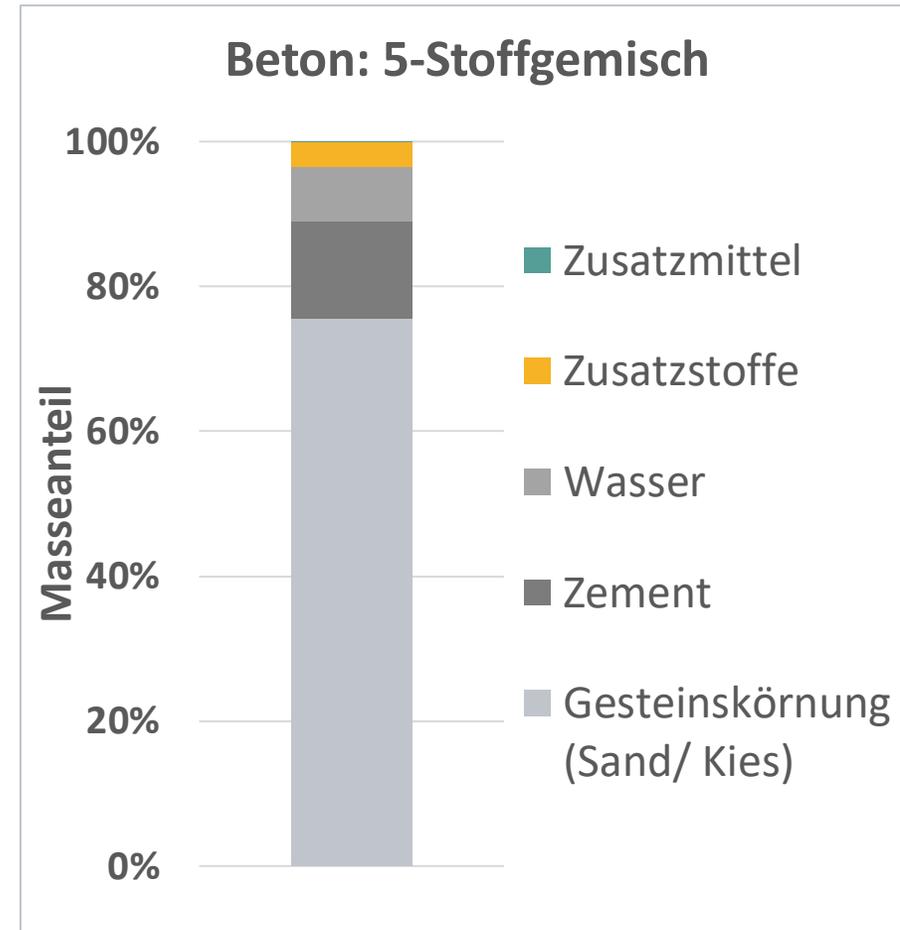
## INDUSTRIELLE VERWENDUNG

### ABBAU SAND/ KIES: 38-45 Mrd t/a

UNEP, Global Environmental Alert Service 2014  
„Sand, rarer than one thinks“



### BETON



# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

ZAHLEN, BITTE...

- **ZEMENTVERBRAUCH: 4,4 Mrd. t**  
*(Statista, 2020)*
- **GESTEINSKÖRNUNG: ca. 27 Mrd. t**
- **BETON: ca. 15 Mrd. m<sup>3</sup>**



# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

DUBAI – BURJ KHALIFA

**650.000 t Sand aus Australien**



# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

ABBAU IM MEER



*Mit offenen Karten (arte) „Der Sand wird knapp“*

# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

## ABBAU AM STRAND

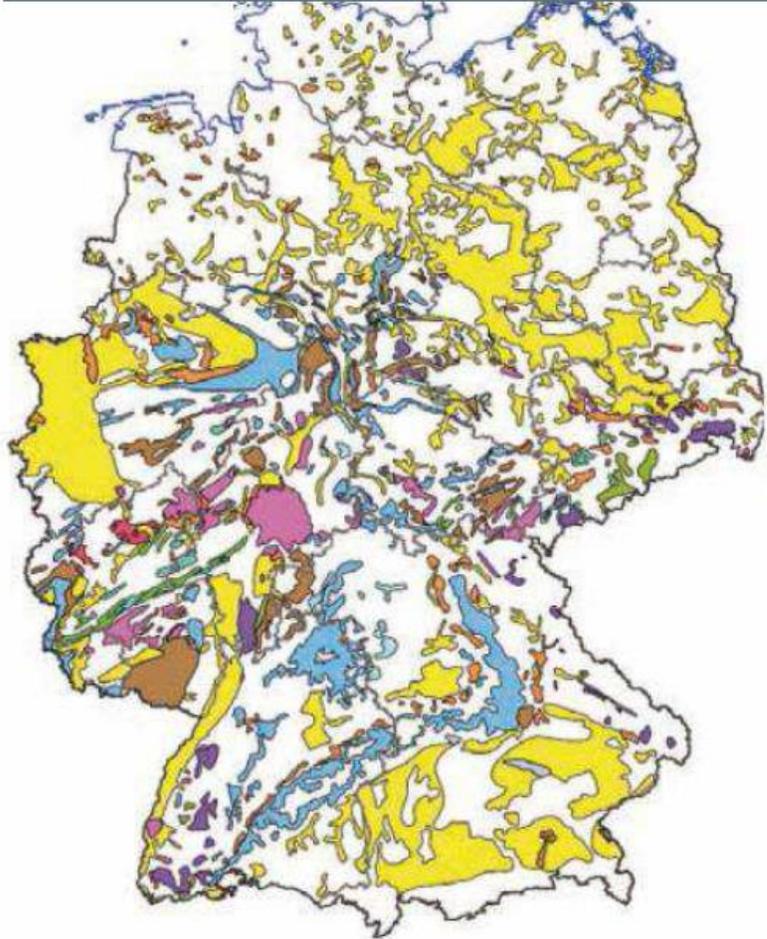


© Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V.

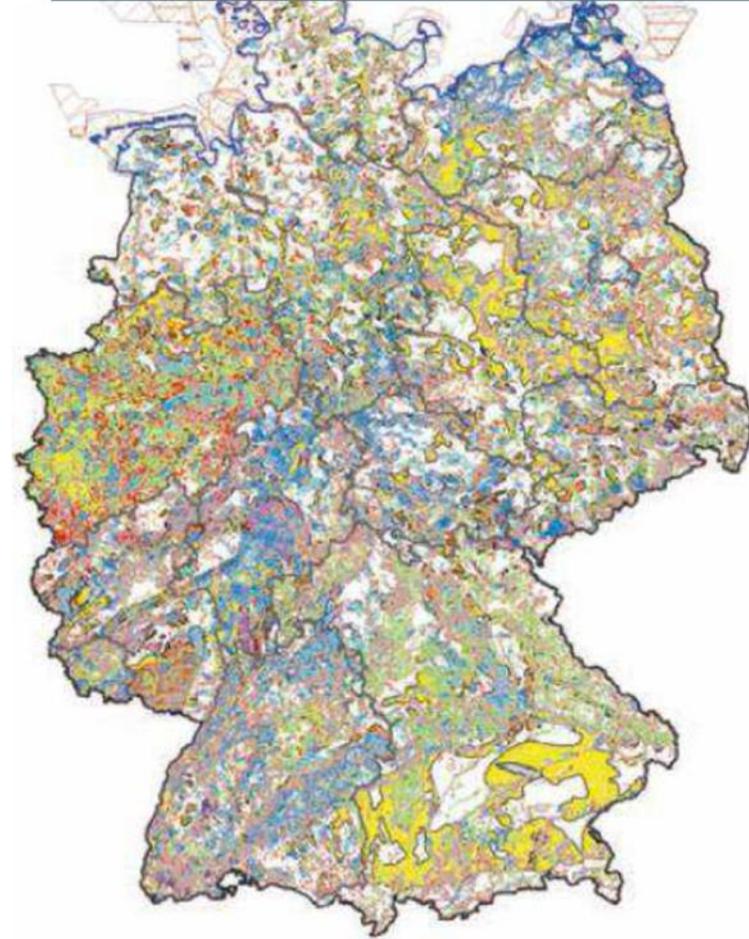
# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

## VERFÜGBARKEIT IN DEUTSCHLAND

Rohstoffkarte Deutschland



Karte sämtlicher Schutzgebiete



© Thomas Wittmann, Heidelberger Sand und Kies  
Vom Massengut zum wertvollen Rohstoff - 2018

# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

GUTER SAND, SCHLECHTER SAND

## SANDQUELLE 1



## SANDQUELLE 2



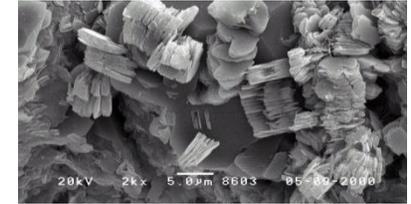
- Verunreinigungen im Sand
- Phänomene im Beton
  - Hohe Fließmitteldosierung erforderlich
  - Niedrige Konsistenz/ Starkes Rücksteifen
  - Schwankende LP-Werte
  - ...

# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

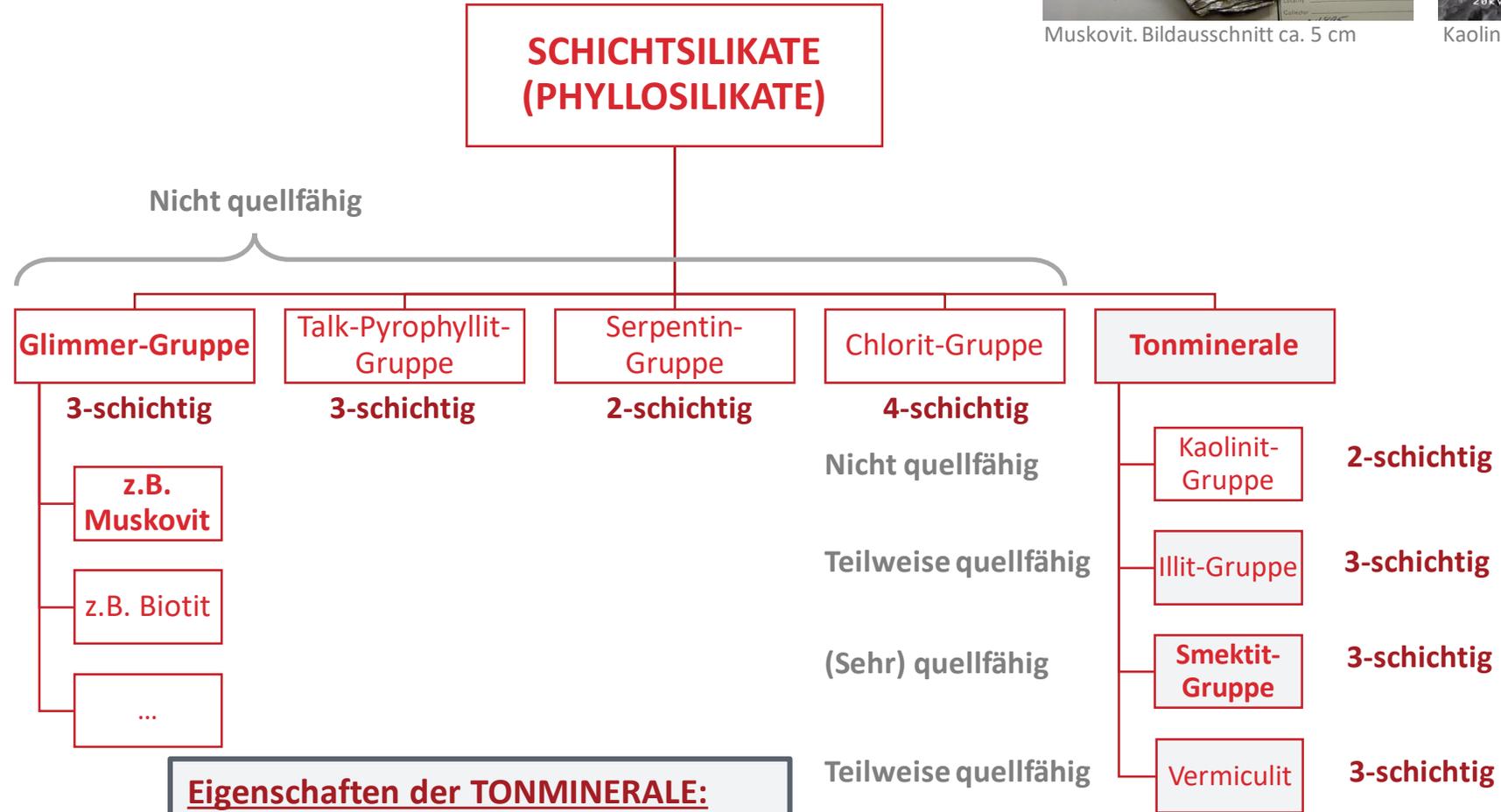
## VERUNREINIGUNGEN



Muskovit. Bildausschnitt ca. 5 cm



Kaolinit, REM-Aufnahme



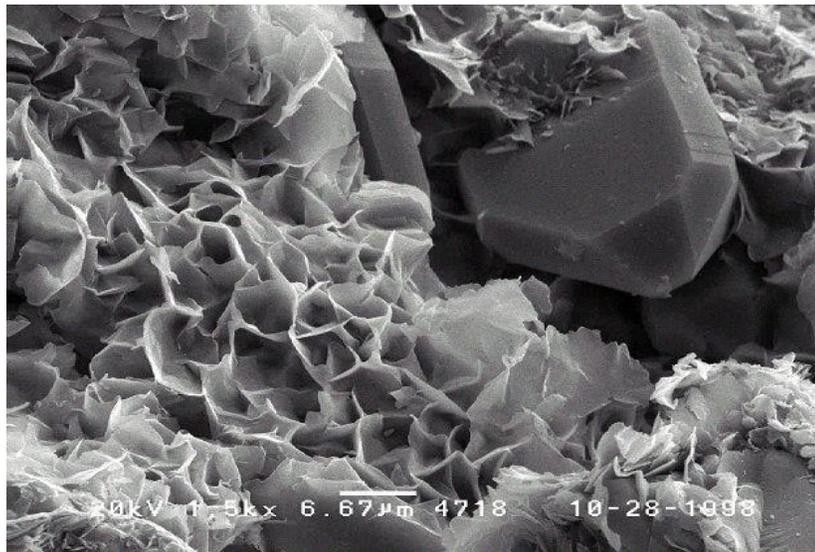
**Eigenschaften der TONMINERALE:**

- Sehr feinblättrig
- Exakte Unterscheidung nur via XRD
- Einige sind **QUELLFÄHIG**

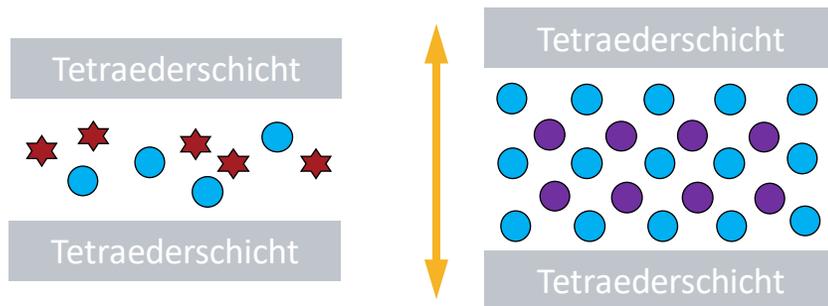
# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

## VERUNREINIGUNGEN

### Montmorillonit

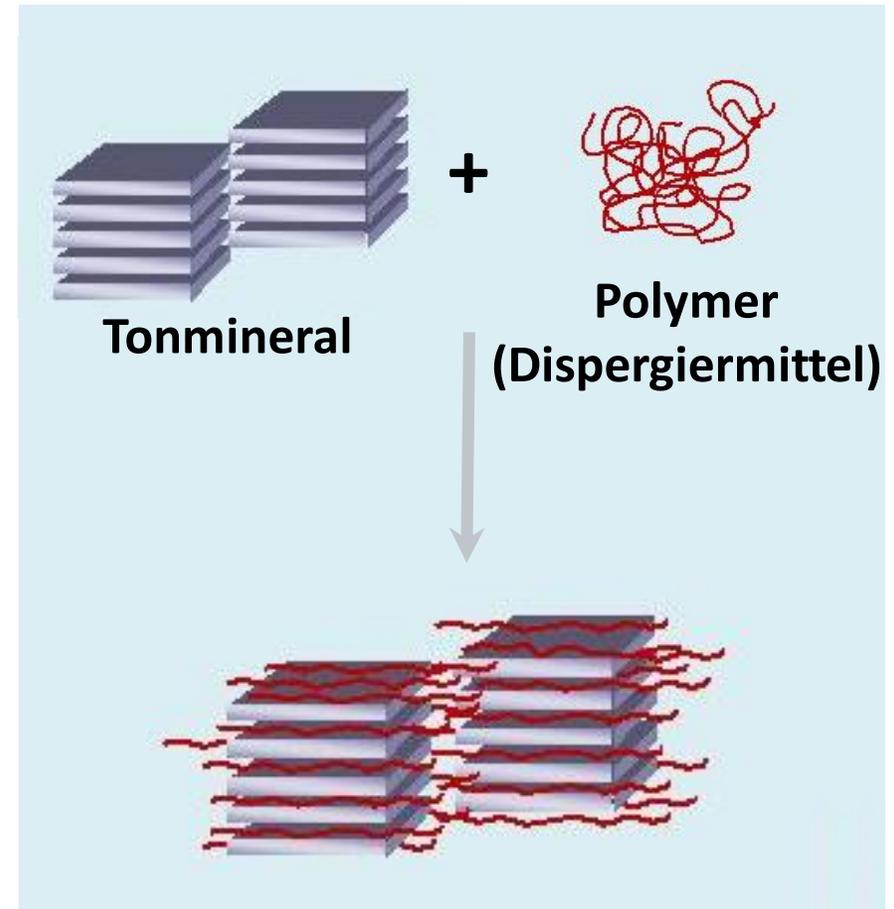


Montmorillonit an Quarzkörnern angewachsen



### Montmorillonit: Quellfähig

### Intercalation



WAS MACHEN WIR DAGEGEN?

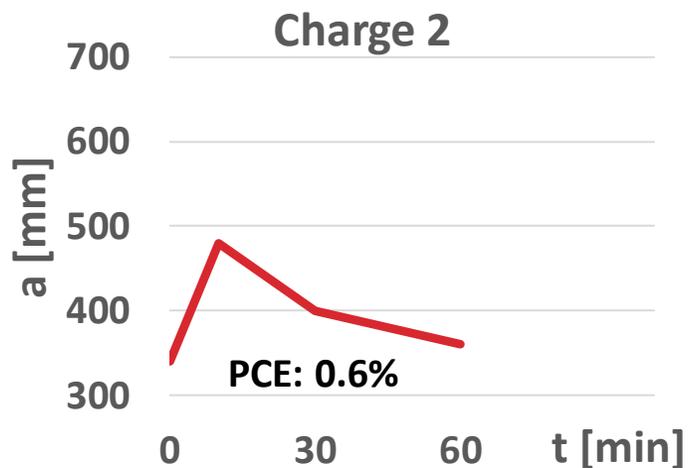
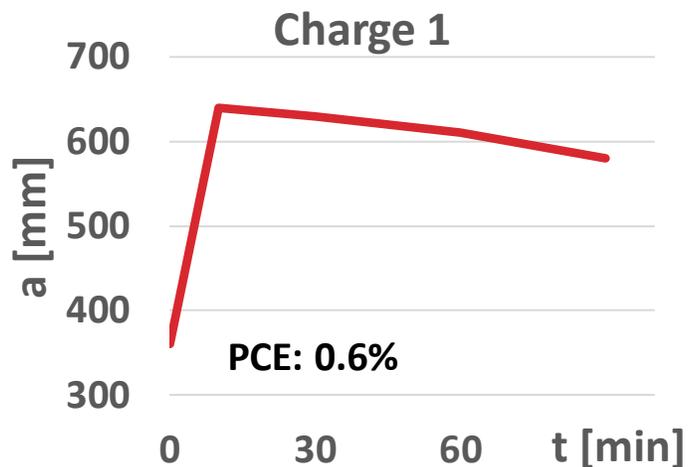
*BZW.*

WIE GEHEN WIR DAMIT UM?

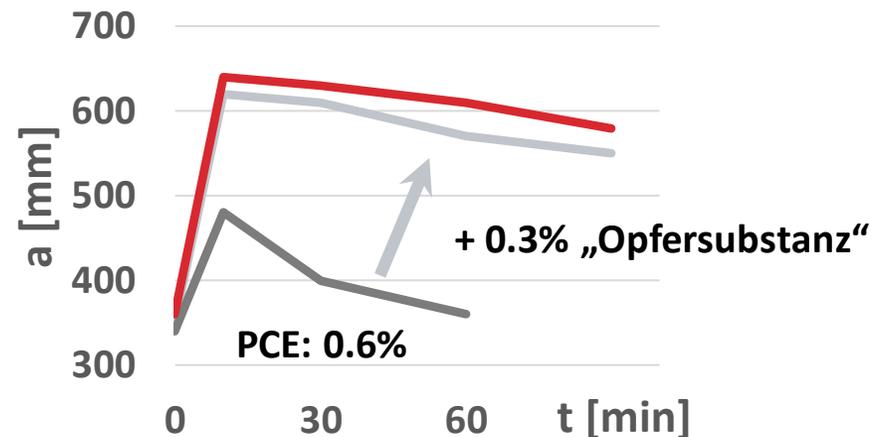
# SAND – EIN KNAPPER ROHSTOFF

## VERUNREINIGUNGEN

### QUALITÄTSSCHWANKUNGEN



### OPFERSUBSTANZ



### INERTSUBSTANZ

- Dispergiermittel
- Wirkung unabhängig vom Tonmineralgehalt

# SANDVERKNAPPUNG – WIE GEHEN WIR DAMIT UM?

SIKA CODE

## Der Sika CODE knackt Sandprobleme

Das C.O.D.E. Concept umfasst vier Schritte

**C** – Charakterisierung des Problems

**O** – Optimale Analyse

**D** – Diagnose der Ursache

**E** – Effektive Sika-Lösung

Ziel

- Hochwertiger Beton mit „herausforderndem“ Sand



# SANDVERKNAPPUNG – WIE GEHEN WIR DAMIT UM?

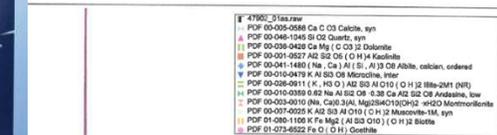
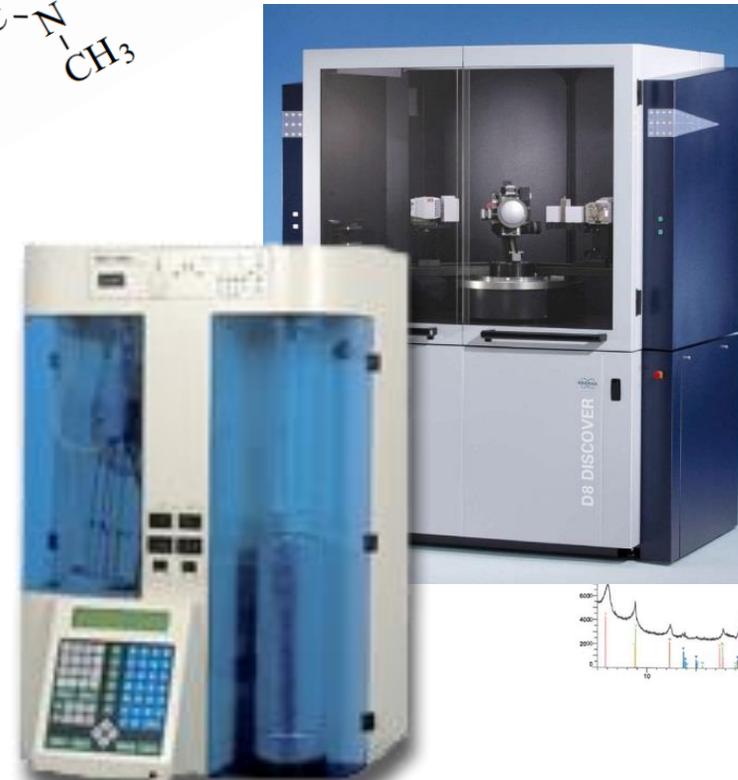
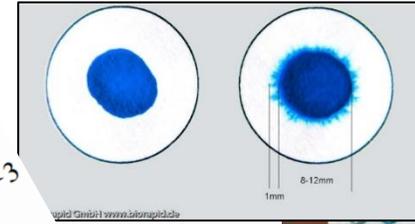
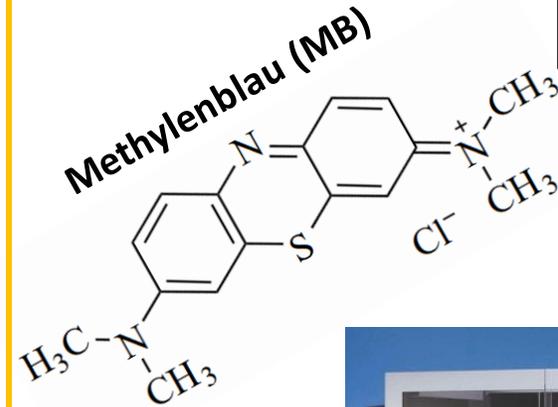
## PRÜFVERFAHREN

### NORMEN

- DIN EN 932 Allgemeine Eigenschaften
- DIN EN 933 Geometrische Eigenschaften
- DIN EN 1097 Mech. und phys. Eigenschaften
- DIN EN 1367 Therm. Eigenschaften/Verwitterungsbest.
- DIN EN 1744 Chemische Eigenschaften
- DIN EN 12620 Beurteilung von Feinanteilen

### LABORMETHODEN SIKA

- Siebung
- Wasseraufnahme/ Kernfeuchte
- Auswaschen Mehlkorn (<125 µm) und Feinanteile (<63 µm)
- Laserbeugung - PSD Mehlkorn
- Methyleneblau-Verfahren – Spez. Oberfläche
- BET-Verfahren – Spezifische Oberfläche
- Röntgenbeugung - Mineralphasenbestimmung



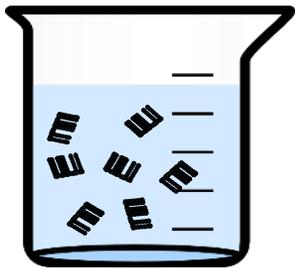
# SANDVERKNAPPUNG – WIE GEHEN WIR DAMIT UM?

## PRÜFVERFAHREN – PCE-ADSORPTION

### TOTAL ORGANIC CONTENT – GESAMTER ORGANISCHER KOHLENSTOFF

- REFERENZ: WASSER + FLIEßMITTEL

- Alle FM-Moleküle sind in Lösung

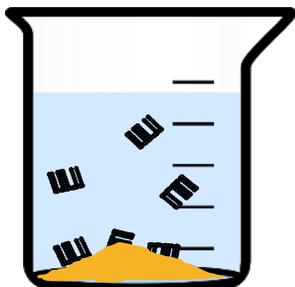


TOC-Wert der Lösung  
→

...g C/Liter = 100%

- PROBE: WASSER + FLIEßMITTEL + SAND

- FM-Moleküle, die mit Sand wechselwirken, sind nicht mehr in Lösung



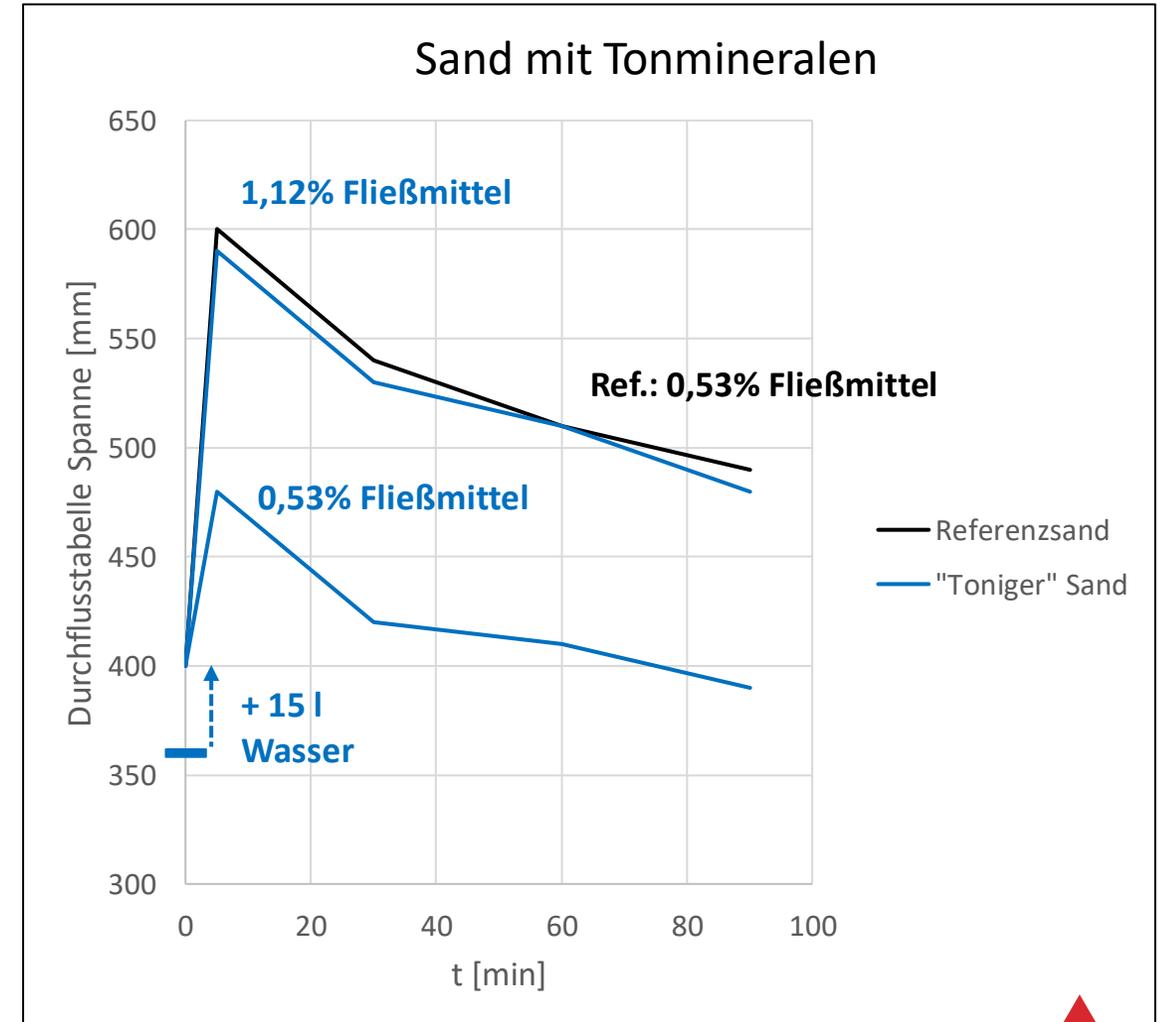
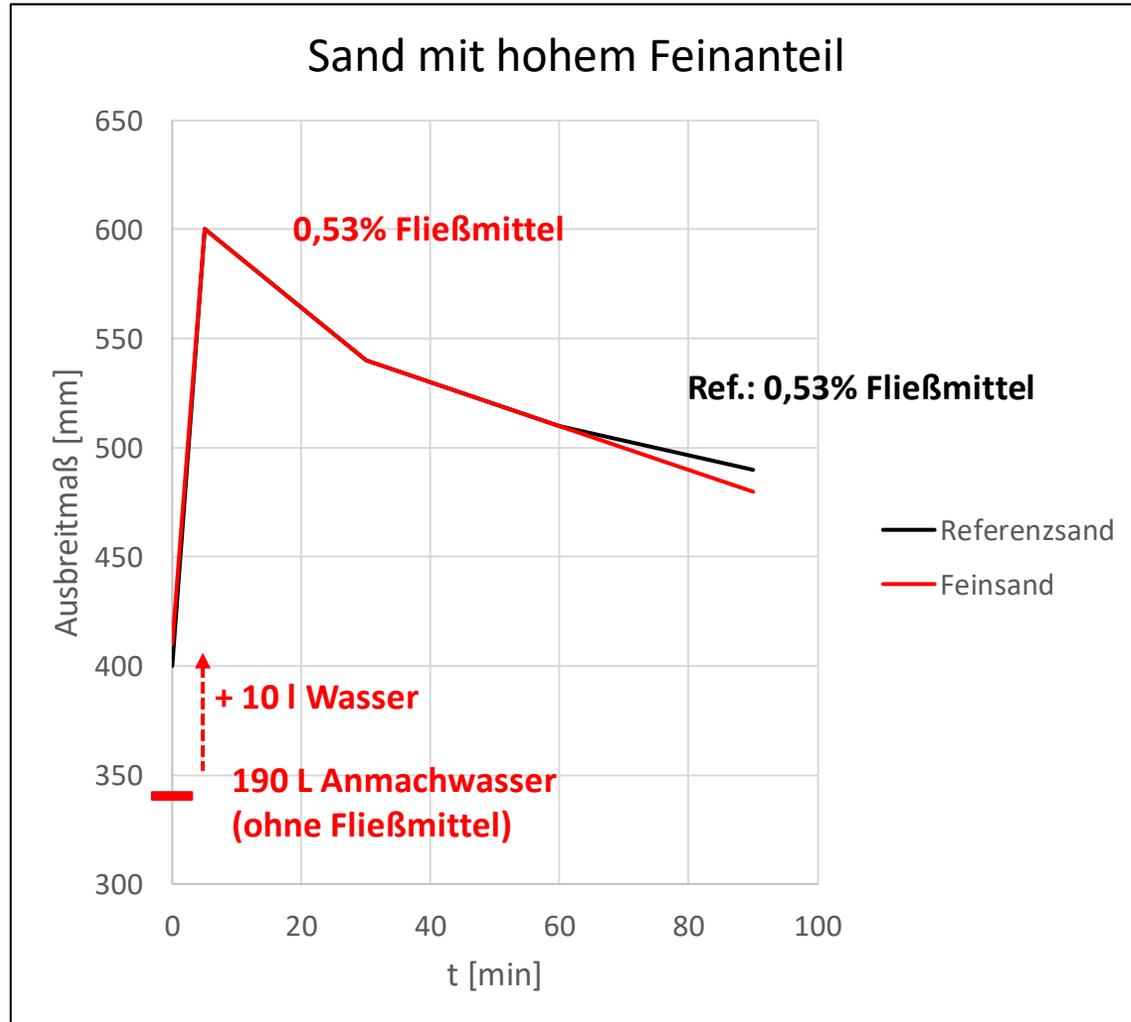
TOC-Wert der Lösung  
→

...g C/Liter = (100 - X)%



# SANDVERKNAPPUNG – WIE GEHEN WIR DAMIT UM?

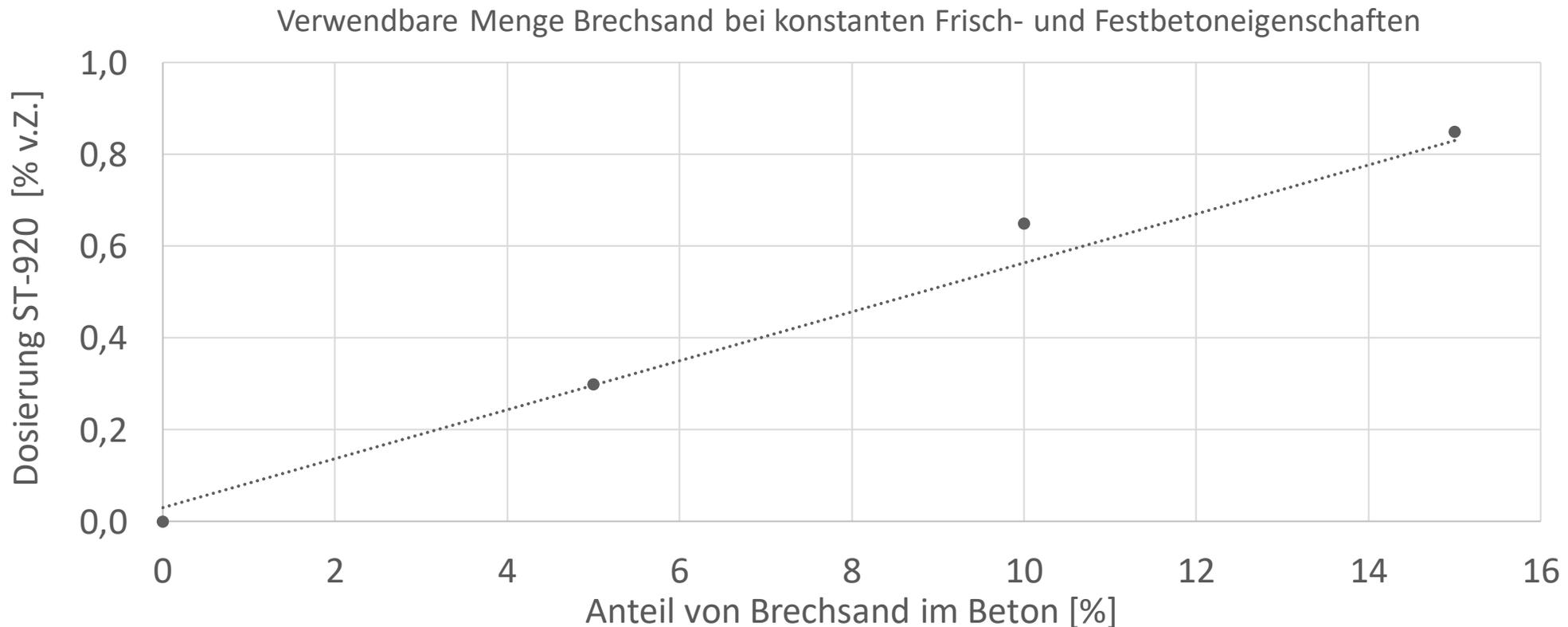
## PRÜFVERFAHREN – BETONPERFORMANCE ALS ANALYSE-TOOL



# SANDVERKNAPPUNG – WIE GEHEN WIR DAMIT UM?

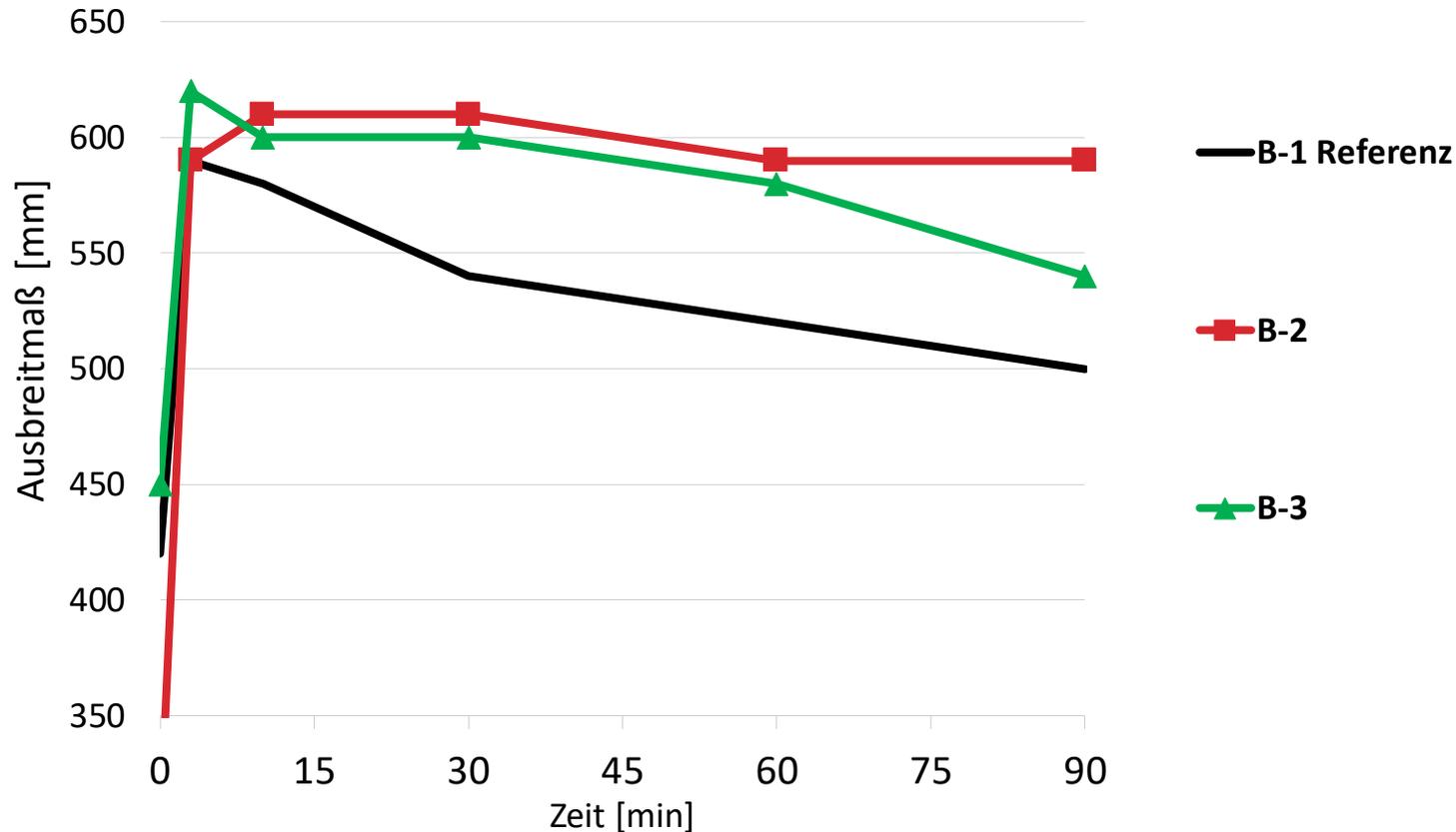
## PRÜFVERFAHREN – ANWENDUNG IN DER PRAXIS – BSP. 1

- Untersucher Brechsand nicht ohne Weiteres einsetzbar
  - Sehr hoher Wasserbedarf und sehr hohe Fließmitteladsorption
- Lösung: **SikaStabilizer®-920** als zweite Komponente zugeben
- 15 % Brechsand in der Sieblinie möglich (entspricht 45 % der 0/2-Sandfraktion).



# SANDVERKNAPPUNG – WIE GEHEN WIR DAMIT UM?

## PRÜFVERFAHREN – ANWENDUNG IN DER PRAXIS – BSP. 2



**B-1:** Referenzbeton des Kunden  
**0,60%** ViscoCrete-1051

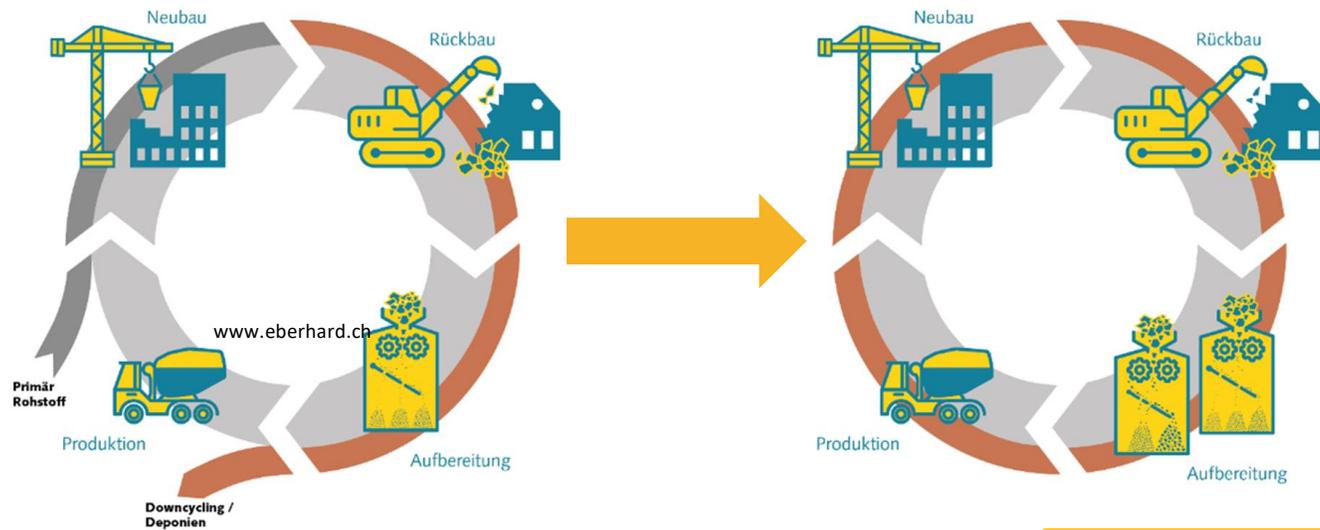
**B-2:** Betonmix mit „schwierigem“ Sand  
**1,70%** ViscoCrete-1051

**B-3:** Betonmix mit „schwierigem“ Sand  
**Anpassung der Sieblinie**  
**0,60%** ViscoCrete-1051 +  
**0,30%** SikaStabilizer-900

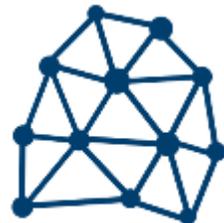
# KREISLAUFWIRTSCHAFT

# KREISLAUFWIRTSCHAFT

## UNERLÄSSLICH FÜR NACHHALTIGKEITSZIELE



Zentrales System



Dezentrales System

<https://blockruption.com/2018/06/welches-problem-lost-die-blockchain/>

### GRUNDSÄTZLICHES

- Betonkreislaufwirtschaft bislang schwierig
  - Sortenreine Recyclate erst seit ein paar Jahren verfügbar
  - Muss dezentral gelöst werden
    - Transport gering halten
- Umweltfreundliche Zusatzmittel

# KREISLAUFWIRTSCHAFT

## RECO<sub>2</sub>VER – EIN SIKA-PROZESS

### BETONRECYCLINGPROZESS

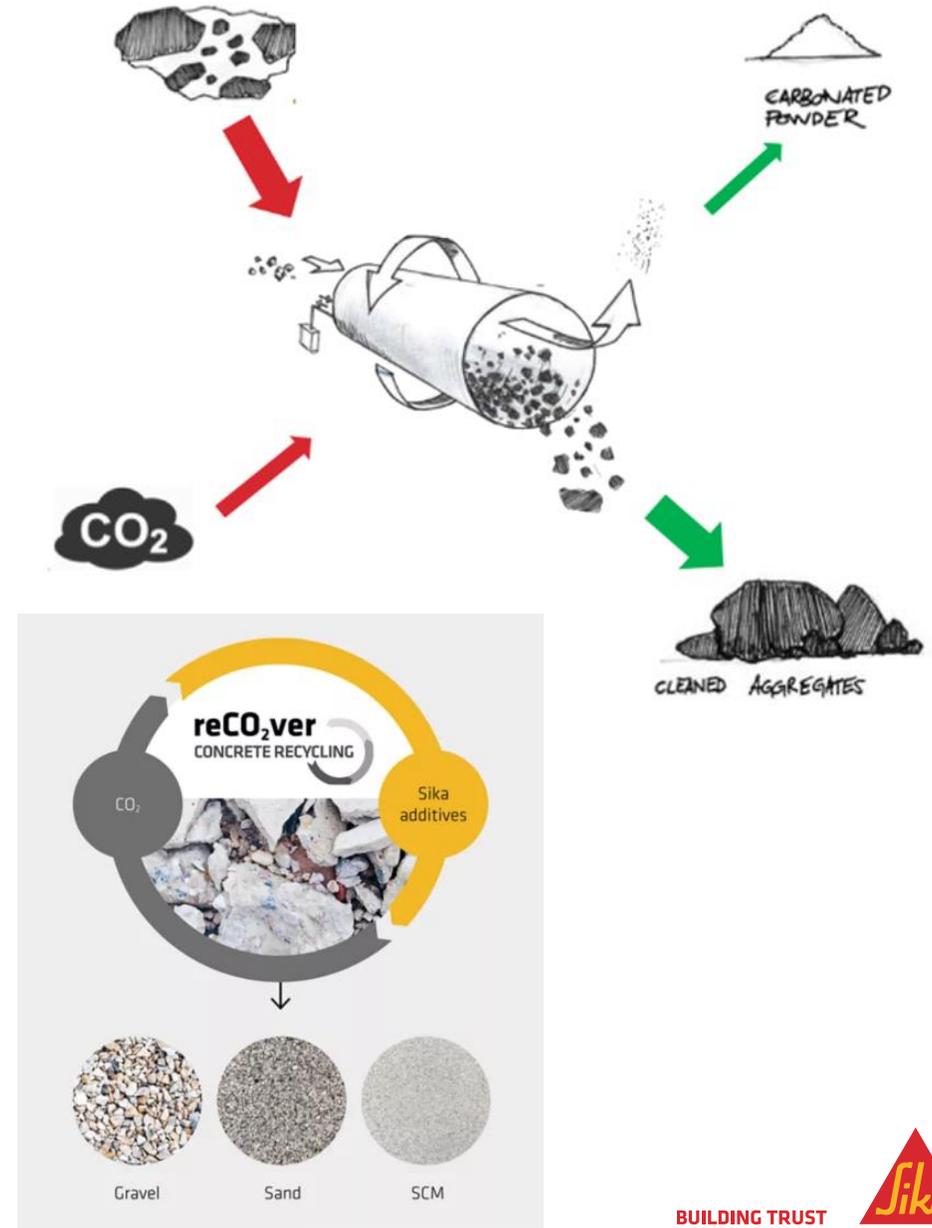
- „Reinigung von Gesteinskörnung
- CO<sub>2</sub>-Beaufschlagung und Additive im Prozess
- Additive
- Trennung in Pulver und Gesteinskörnung

### GESTEINSKÖRNUNG

- Keine Anhaftungen von Zementstein
- Auftrennung in Sand und Kies

### PULVER

- Abtrennung über Sichtprozess
- Kann als Feinstzusatz verwenden
- Möglichkeit als Klinkerersatzstoff (puzzolanische Eigenschaften)

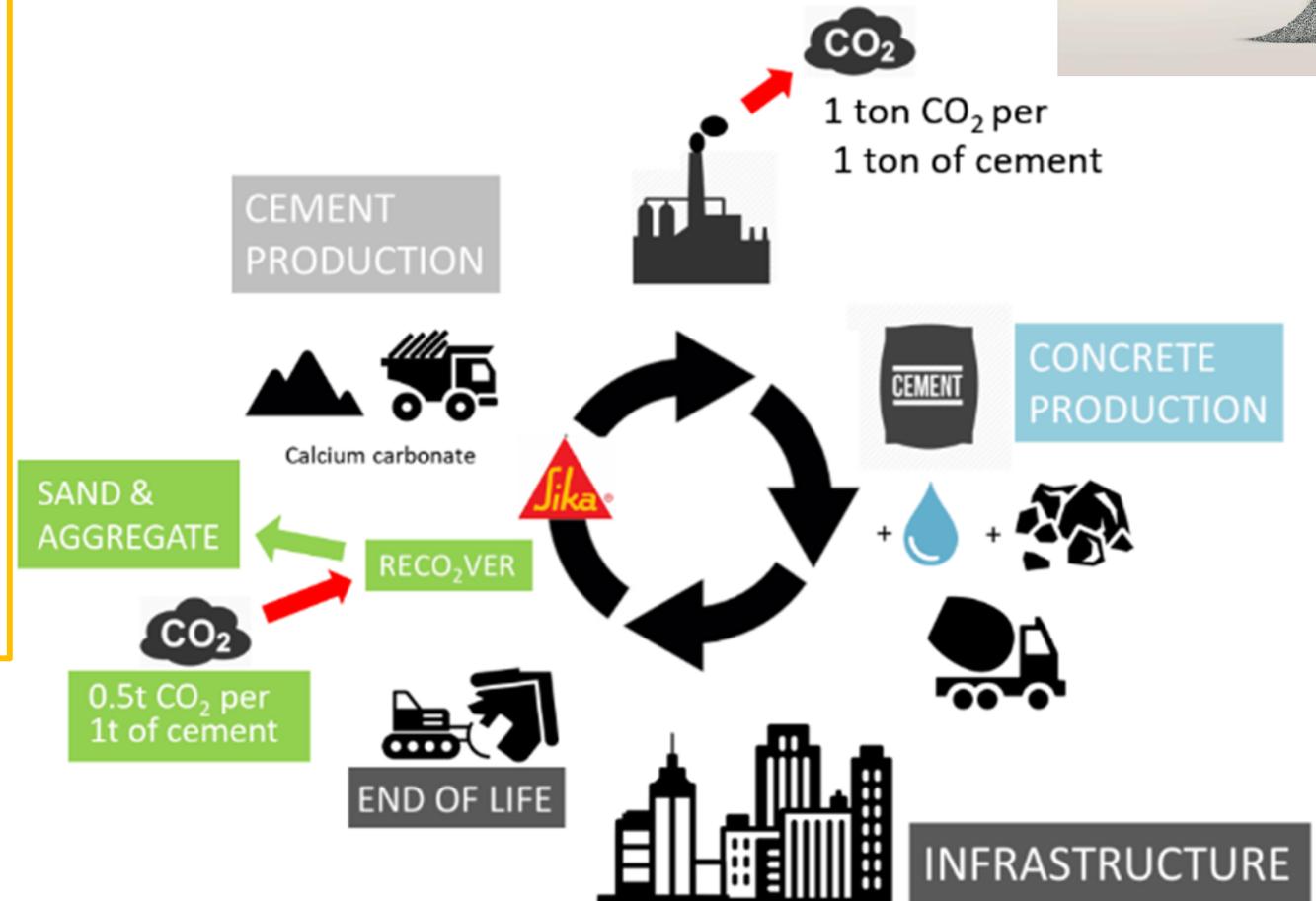


# KREISLAUFWIRTSCHAFT

## RECO<sub>2</sub>VER – EIN SIKA-PROZESS

### ZIELE UND VORTEILE

- Kreislaufwirtschaft im Beton erreichen
- Altbeton nutzen, um CO<sub>2</sub> aufzunehmen
- Zusätzliche Reduktion von CO<sub>2</sub>:
  - Durch Reduktion der benötigten Zementmenge in Recyclingbeton
  - Durch partielles ersetzen von Klinker durch recyceltes, reaktives Feinstmaterial
- **Rückgewinnung von Gesteinskörnung in Primärqualität**



# KREISLAUFWIRTSCHAFT

## PROJEKT URBAN

### Ziel

- Upcycling von Altbeton
- CO<sub>2</sub>-Einsparung
- **Circular economy**
- **Industrielle Umsetzbarkeit**

### Stand

- Projektbeantragung
- Theoretischer Prozess
  - Patente bereits vorhanden
- Geplanter Projektstart: Juli ´22
- Laufzeit: 3 Jahre

### Produkte

- Belit-Zement
- Carbonatisierte künstliche Gesteinskörnung



# KREISLAUFWIRTSCHAFT/ RESSOURCENSCHONUNG

WAS MACHEN ANDERE...



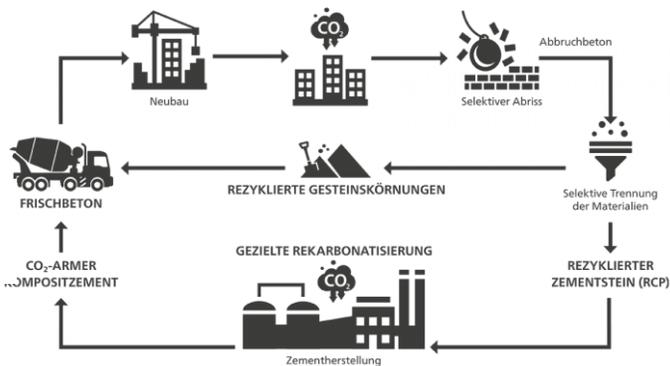
Urban Mining



Herstellung von Betonen aus Fein- bzw. Wüstensand-Pellets



Vom Abbruchmaterial zur Rohstoffquelle – 100 % Rückgewinnung aller Betonbestandteile



ILEK  
Institut für  
Leichtbau  
Entwerfen und  
Konstruieren  
Universität  
Stuttgart

# ZUSAMMENFASSUNG

- Sandverknappung ist weltweit spürbar
- Aktuelle Möglichkeiten:
  - Alternative Quellen mit Qualitätseinbußen
  - Spezifische Ursachen identifizieren und Lösung erarbeiten
  - Nutzung passgenauer Betonzusatzmittel
- Künftige Wege:
  - Materialeinsparung am Bau
  - Kreislaufwirtschaft
  - ...



ENDE