



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

Dipl.-Ing. Katja Stanelle

Telefon: +49 3643 8684-154

E-Mail: [k.stanelle@iff-weimar.de](mailto:k.stanelle@iff-weimar.de)

Dr.-Ing. Barbara Leydolph

Telefon: +49 3643 8684-145

E-Mail: [b.leydolph@iff-weimar.de](mailto:b.leydolph@iff-weimar.de)

---

Institut für Fertigteiletechnik und Fertigungsbau Weimar e. V. (IFF)

Über der Nonnenwiese 1

99428 Weimar - Tröbsdorf



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## Kooperationspartner:

Institut für Fertigteilechnik und Fertigbau Weimar e. V.

Über der Nonnenwiese 1 in 99428 Weimar - Tröbsdorf

Bauhaus-Universität Weimar

Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung; Coudraystraße 7 in 99421 Weimar

August Lücking GmbH & Co. KG - Ziegelei Betonwerke

Elsener Straße 20 in 33102 Paderborn

Hörl & Hartmann Ziegeltechnik GmbH & Co. KG

Pellheimer Straße 17 in 85221 Dachau

Calsitherm Silikatbaustoffe GmbH

An der Eiche 15 in 33175 Bad Lippspringe

Sächsische Umweltschutz Consulting GmbH

Jagdweg 10 in 01159 Dresden

*Förderung: AiF - Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen*



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 1. Einleitung/Zusatzstoffe in der Ziegelindustrie

### Porosierungsmittel

Styropor

Sägemehl, Sägespäne

Papierfangstoff

Kohleton, Kohlestaub,  
Koks, Petrolkoks

Kieselgur, Perlit

Bims

Rotschlamm



### Magerungsmittel

Quarzmehle/-sande

Hochofenschlacke

Gießereialtsande

Kreidemehl

### Sinterhilfsmittel

Natursteinmehle/-sande

Glasmehle







# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 2. Motivation/Lösungsansätze

### Nachhaltigkeitsaspekte:

- Nutzung des Anfallstoffes als Sekundärrohstoff - Kreislaufwirtschaft
- Schonung natürlicher Rohstoff- und Deponieressourcen
- Energieeinsparung

### Verwertungsmöglichkeiten:

- Porosierungszusatz
- Magerstoff und Sinterhilfsmittel in keramischen Massen
- Rohstoffbasis für Dämmschaum im keramischen Produkt

### Voraussetzungen:

- Liefersicherheit, Qualitätsschwankungen, Verunreinigungen
- Verhalten bei Aufbereitung, Formgebung, Trocknung, Brennen

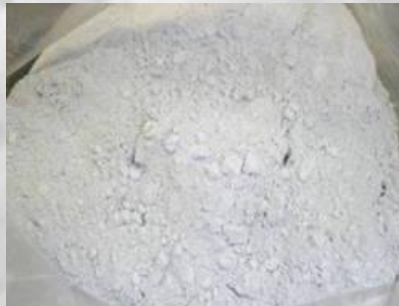


# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 3. Calciumsilikat-Anfallstoffe



Verschnittabfälle



Schleifstaubabfälle

### Herkunft:

- Zuschnitt und Schleifarbeiten von Platten und Formteilen
- jährliche Anfallmengen ca. 550 – 900 Tonnen

### Zusammensetzung:

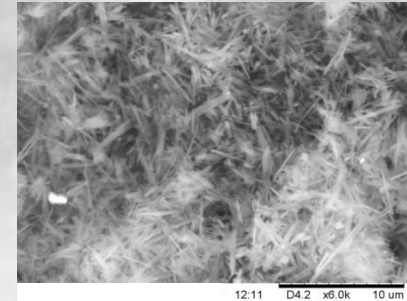
- 80 - 90 % Calciumsilikat
- 5 - 10 % Wasser
- 3 - 5 % Zellulosefasern

### Kennwerte:

- Rohdichte 0,20 – 0,24 g/cm<sup>3</sup>
- Porosität > 90 Vol.-%
- Wärmeleitfähigkeit 0,065 W/mK

### Gefügestruktur:

- räumlich vernetzte Nadeln im Nanometerbereich mit umfangreichem Porenanteil
- mittl. Porenradius  $x_m = 0,385 \mu\text{m}$



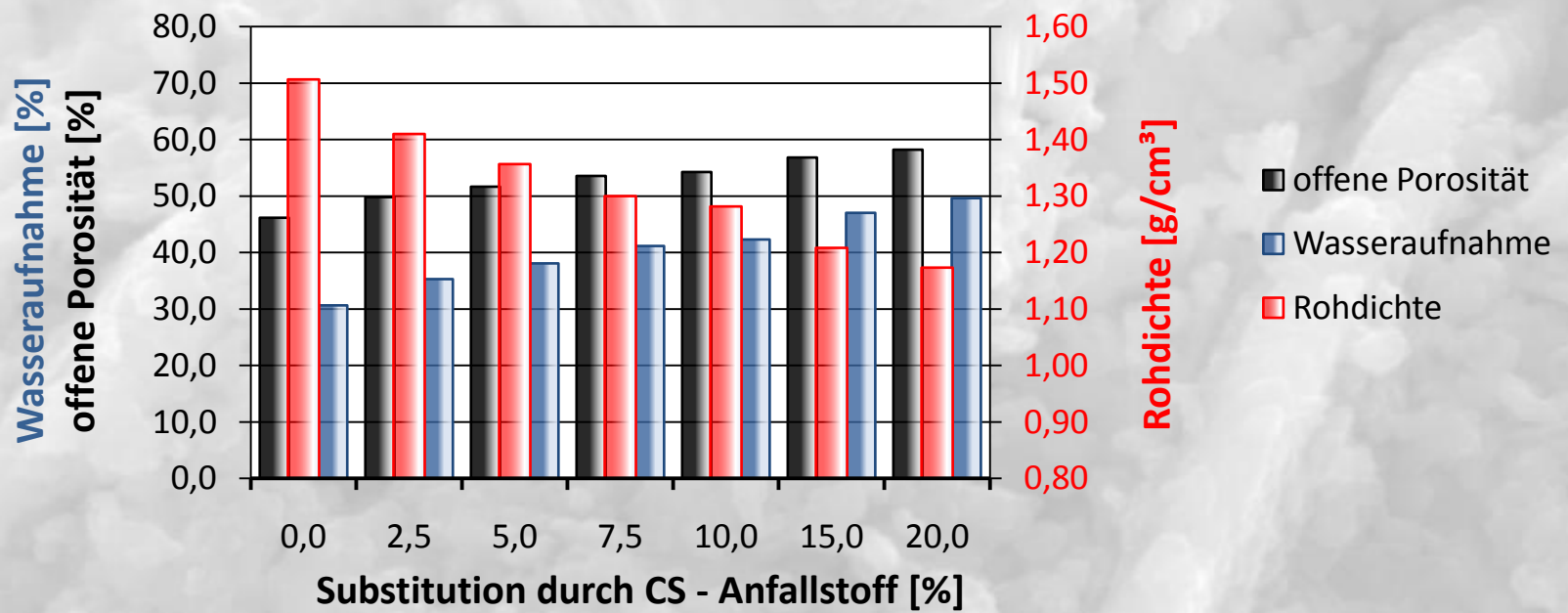
REM - Aufnahme




# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 3. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Porosierungsmittel

Entwicklung der Porositätskennwerte des Scherbens bei 900 °C



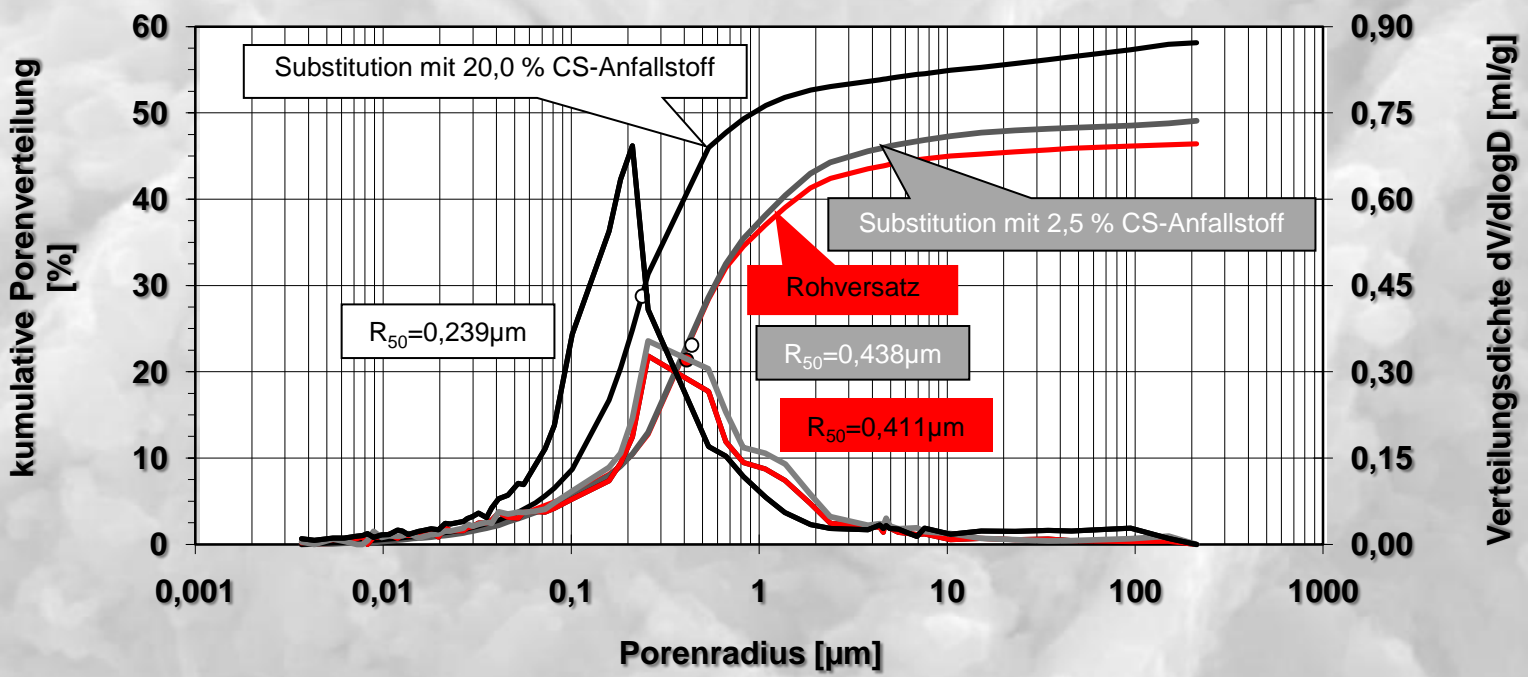
20,0 % CS-Anfallstoff  Rohdichteabnahme von ~ 22,0 %  
Scherbenrohichte sinkt von 1,51 g/cm<sup>3</sup> auf 1,17 g/cm<sup>3</sup>



# Verwertung von Calciumsilikat-Anfallstoffen im Mauerziegel

## 3. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Porosierungsmittel

Porenradienverteilung bei 900 °C







# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 3. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Porosierungsmittel

Einsatz der Calciumsilikat-Produktionsrückstände als Porosierungsmittel für die Herstellung hochwärmedämmender Ziegel ist möglich

Steigerung der offenen Porosität



Rohdichteabnahme



Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften

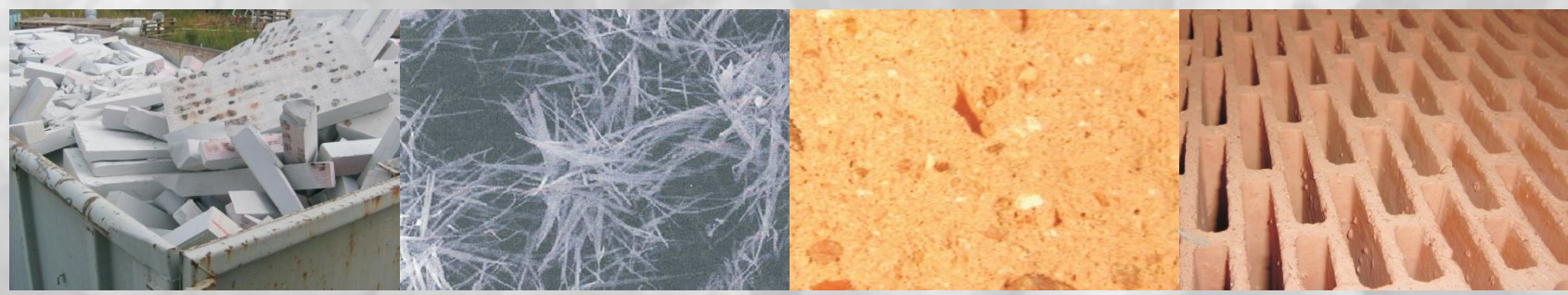
In Abhängigkeit der Substitutionsmenge



Abnahme der Festigkeiten durch Zugabe des CS-Anfallstoffes



Anforderungen an Steinfestigkeitsklasse werden erfüllt



- erfolgreiche Umsetzung in die Praxis (7 Vol.-% Substitutionsanteil)





# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 4. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Dämmschaum

Ziegelformate, gefüllt



Füllung - Mineralwolle



Füllung - Perlit



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 4. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Dämmschaum

### Basisrezeptur Dämmschaum:

- Calciumsilikat in Form von Schleifstaub
- Wasser
- Zement
- Proteinschaumbildner
- Fließmittel und
- ggf. Zusatzmittel

### Zielparameter:

- schwindungsarm
- niedrige Rohdichte
- formstabil und
- hoher Haftverbund zum Ziegel



### Modifizierung der Basisrezeptur:

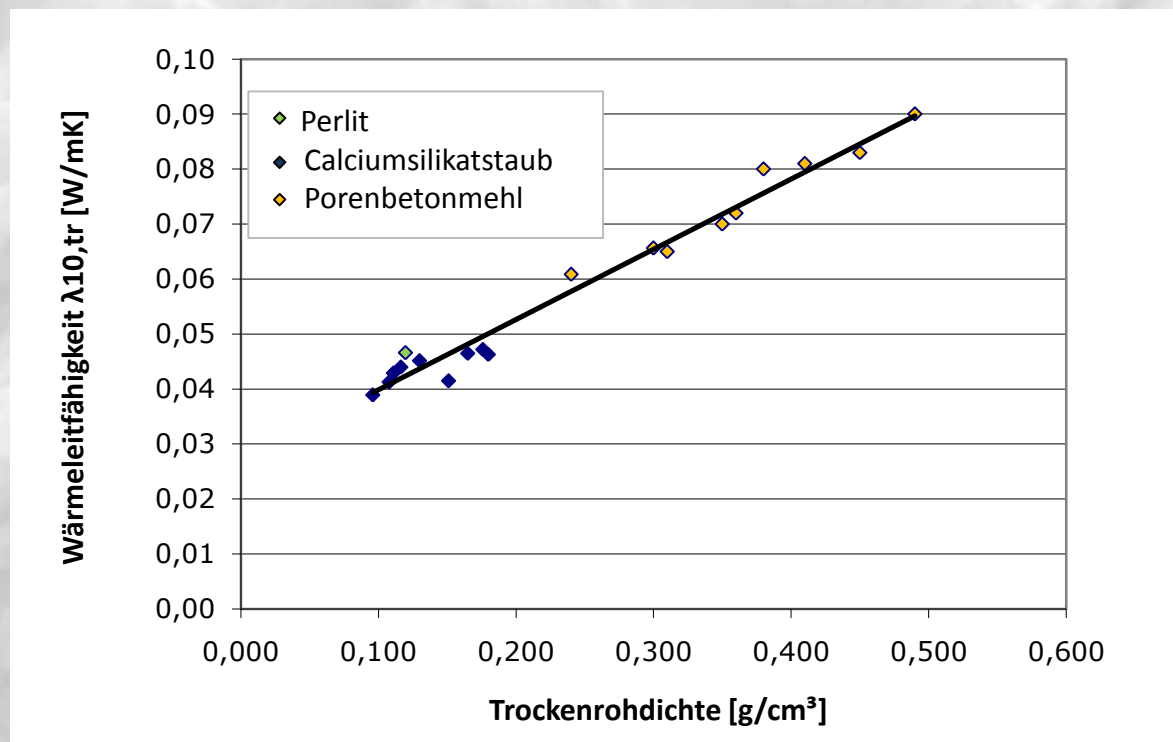
- Steigerung des Schaumanteils bei gleichzeitiger Reduzierung der Bindemittelsuspension
- Steigerung des Anteils an Schleifstaub in der Bindemittelsuspension



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 4. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Dämmschaum

Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit der Trockenrohdichte







# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 4. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Dämmschaum



Füllung – Calciumsilikat-Schaum

Technische Daten	FST 0,08 (Ziegel mit Schaum- mörtel)
Lochbild	
Abmaße [cm]	42,5 x 24,8 x 25
Rohdichteklasse	
- Rezeptur 21a	0,8 (0.792)
- Rezeptur 22a	0,8 (0.707)
- Rezeptur 23a	0,7 (0.649)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10, tr}$	< 0,05 W/mK
erwarteter U-Wert	ca. 0,15 W/m <sup>2</sup> K



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 4. Calciumsilikat-Anfallstoffe/Verwertung als Dämmschaum

- Einsatz des Calciumsilikat-Anfallstoffes in Form von Schleifstaub als Rohstoffkomponente eines Dämmschaumes möglich
- Wärmeleitfähigkeit des Dämmschaumes  $< 0,045 \text{ W/mK}$  erreicht
- Erhöhung der Wärmedämmeigenschaften des verfüllten Ziegels
- Fördern und Verfüllen des steifen/nicht fließfähigen Schaumes möglich
- hohe Stabilität, keine Beeinträchtigung des Haftverbundes durch Sägen





# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 5. Kieselsäurefilterschlämme



Kieselsäurefilterschlamm

### Herkunft:

- Filterkuchen – aus neutralisierten Abwässern bzw. aus Wasch- und Filterprozessen der Silikonherstellung
- Feuchtanteil von 46 – 50 %
- jährliche Anfallmengen 7000 Tonnen



Verarbeitung im Tonschneider



Formgebung - Strangpresse

### Zusammensetzung:

- 93,6 % amorphe Kieselsäure
- 4,0 % Aluminiumoxid
- 2,0 % Calcium- und Magnesiumoxid
- 0,4 % Eisenverbindungen

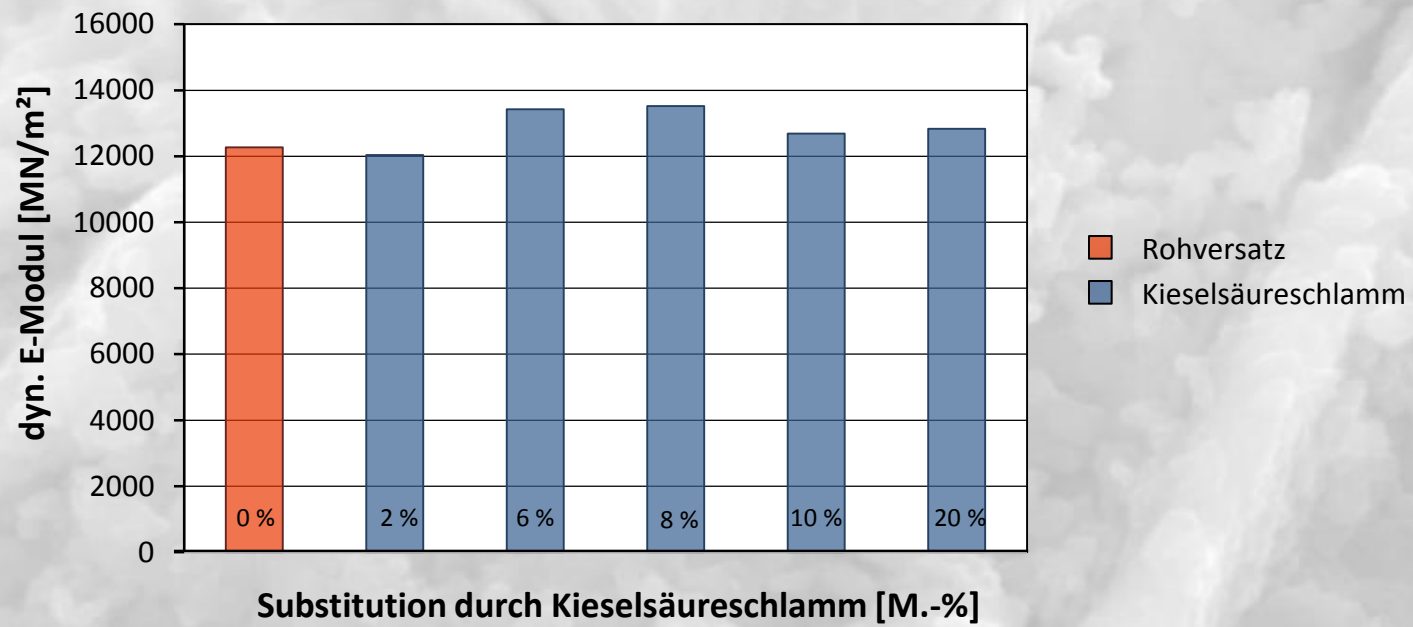




# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 5. Kieselsäurefilterschlämme

Entwicklung des dyn. E-Moduls im Scherben

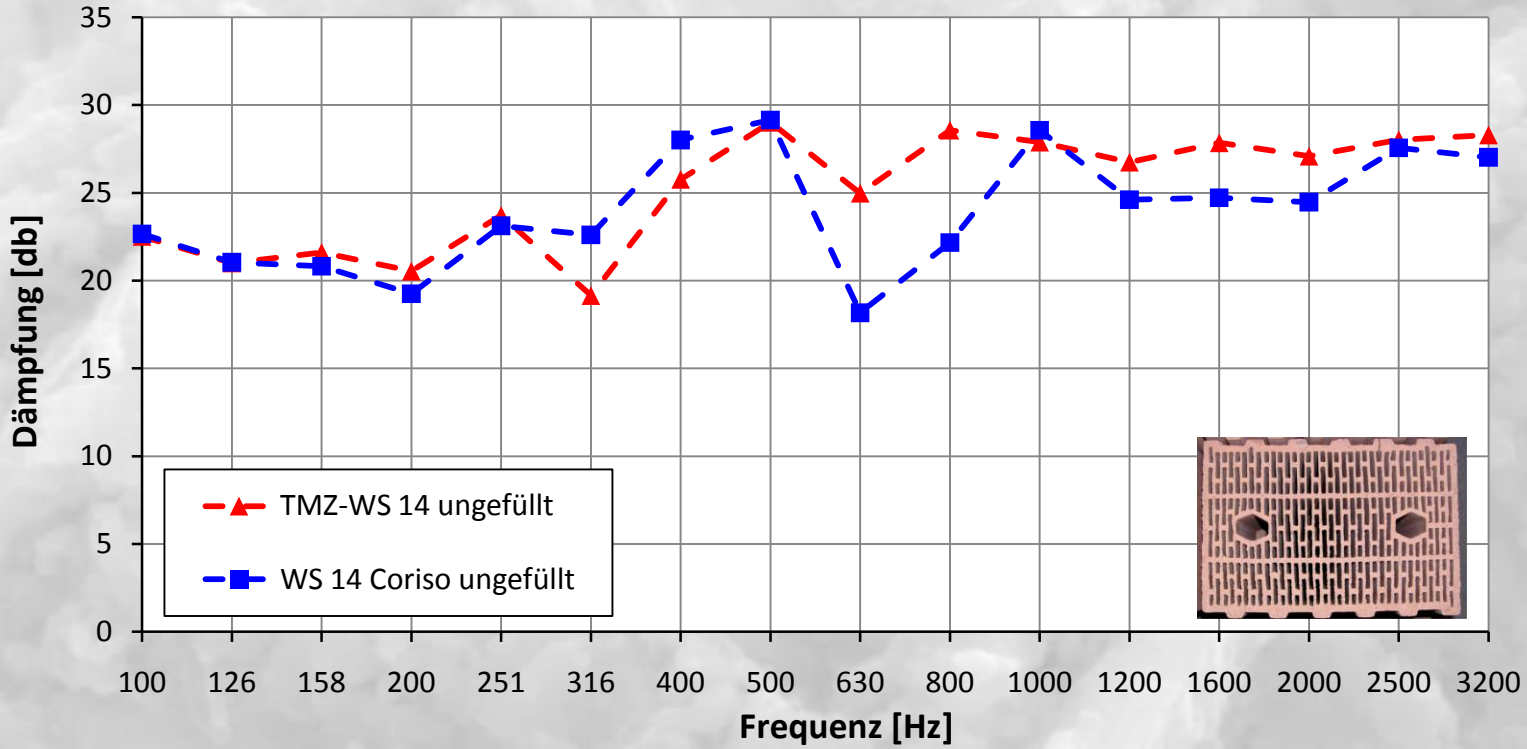




# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 5. Kieselsäurefilterschlämme

Schalluntersuchungen an Steinformaten





# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 5. Kieselsäurefilterschlämme

➔ Ziegeltone mit Kieselsäureschlamm verarbeitbar



- Porositätskennwerte der modifizierten Scherben liegen in den Größenordnungen des unmodifizierten Ziegelscherbens
- steiferes Scherbengefüge erzielt ➔ erhöhter dyn. E-Modul  
➔ erhöhte Biegezug- und Druckfestigkeiten







# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 6. Mineralwolle



Verschnittmaterial



Ausbaumaterial

### Herkunft:

- Sortenreine Produktionsabfälle bzw. Verschnittmaterial
- Rückbau- und Ausbaumaterialien
- jährliche Anfallmengen von 200.000-300.000 Tonnen

### Zusammensetzung:

- Glas-, Stein oder Schlackewollen
- Rohmaterial: Altgläser, Sediment- oder Eruptivgesteine
- Binde- und Schmelzmittel
- Hauptoxide:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$
- Nebenoxide:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$



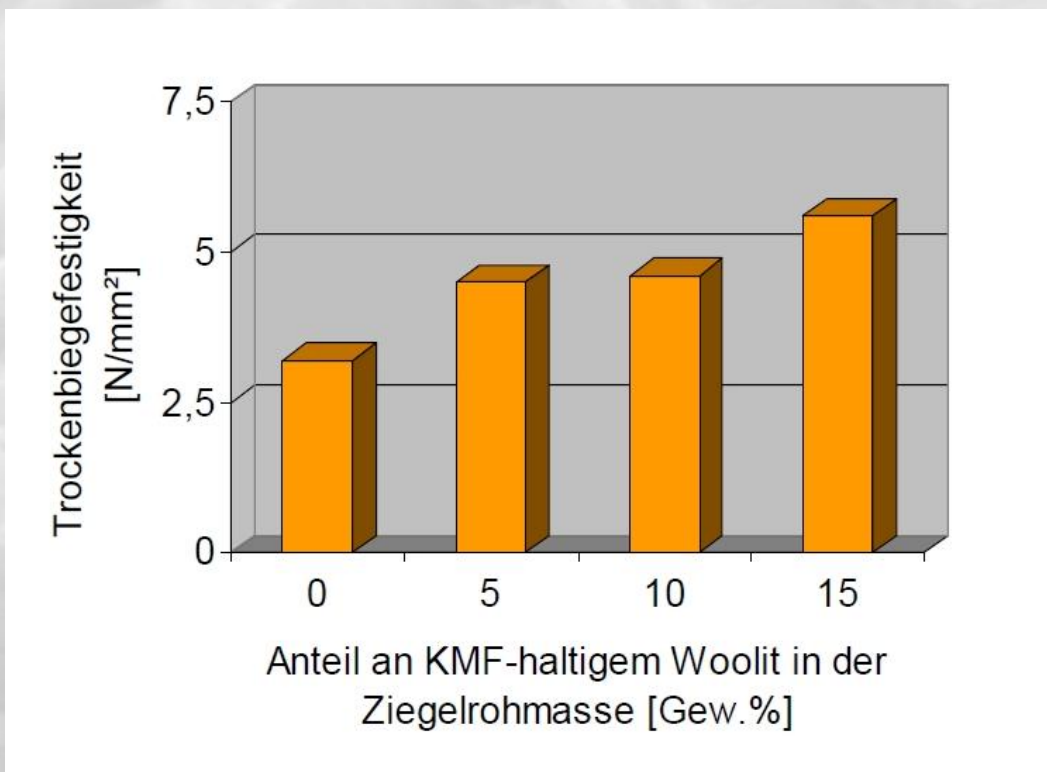
REM - Aufnahme



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 6. Mineralwolle

Entwicklung der Trockenbiegefestigkeit durch Mineralwollezusatz



Positive Auswirkungen in der Vortrocknungsphase:

- Verminderung der Neigung zu Schwindrissen
- Erhöhung der Trockenbiegefestigkeit

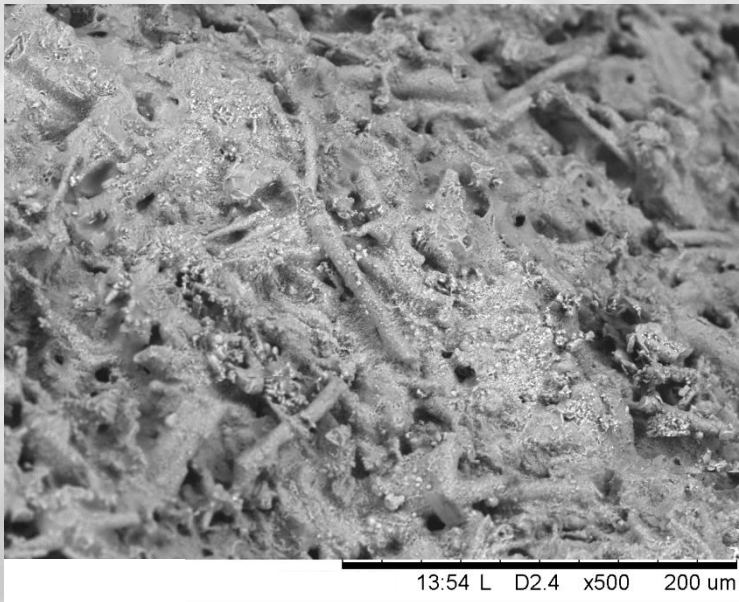
Innovationsradar Umweltrecht\_Woolrec.GmbH



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 6. Mineralwolle

Einbettung der Mineralfasern im keramischen Gefüge



REM-Aufnahme

Aufschmelzen der Fasern:

- Veränderung der ursprünglichen Struktur



Schwindung

- Versinterung mit der Ziegelmatrix
- partiell morphologisch sichtbar





# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 6. Mineralwolle

- Einsatz als Magerstoff und Porosierungsmittel
- Vermindert das Schwindmaß und erhöht Trockenbiegefestigkeit der Ziegelrohlinge
- porosierender Effekt durch Aufschmelzen der Fasern, sodass die Dämmeigenschaften des Ziegels verbessert werden können





# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## 7. Mineralische Anfallstoffe

- ✓ großes Anwendungspotential von mineralischen Anfallstoffen im Ziegel
  - Akzeptanzfragen
  - Konditionierung
  - Toxikologie
  - Genehmigungsverfahren

Großbritannien: Kohleasche, Schlacken, Klärschlämme

Italien: Fermentationsrückstände, Petrolkoks

Spanien: Gerbereischlämme, Isolatorenöle, Klärschlämme

China: Müllverbrennungsrückstände



# Anwendungspotentiale mineralischer Anfallstoffe in der Ziegelherstellung

## Die Kraft der Vielfalt nutzen



**Dipl.-Ing. Katja Stanelle**

99428 Weimar - Tröbsdorf | Über der Nonnenwiese 1

Tel. + 49 3643 8684-154

Fax. + 49 3643 8684-113

E-Mail: [k.stanelle@iff-weimar.de](mailto:k.stanelle@iff-weimar.de)

Internet: [www.iff-weimar.de](http://www.iff-weimar.de)