

# FACETTEN DES „EISENBERGER KLEBSANDS“ — INNOVATIVE UND RESSOURCENEFFIZIENTE FEUERFESTE BAUSTOFFE

dgfs | 7. Fachtagung Innovationen und Neuerungen im Feuerfest- und Schornsteinbau

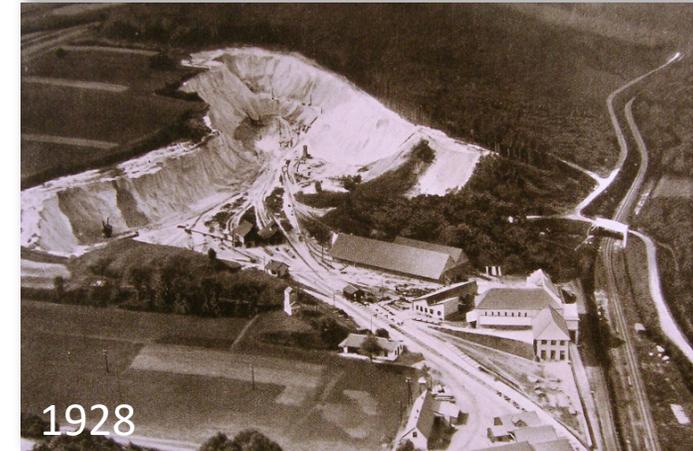
# Das Unternehmen EKW stellt sich vor:

## Zur Historie

Die heutige EKW GmbH, ursprünglicher Firmenname „Eisenberger Klebsandwerke“, ist ein seit Gründung im Jahr **1903** im **Familienbesitz** befindliches, mittelständisches Unternehmen.

Das Unternehmen EKW GmbH ist als **Spezialist für Feuerfestprodukte** am Markt bekannt und genießt weltweit ein hohes Ansehen.

Mit über 300 Mitarbeiter\*innen auf globaler Ebene arbeiten wir jeden Tag daran, den hohen Ansprüchen der Feuerfestbranche gerecht zu werden und unseren Kunden bestmöglichen Service zu bieten.



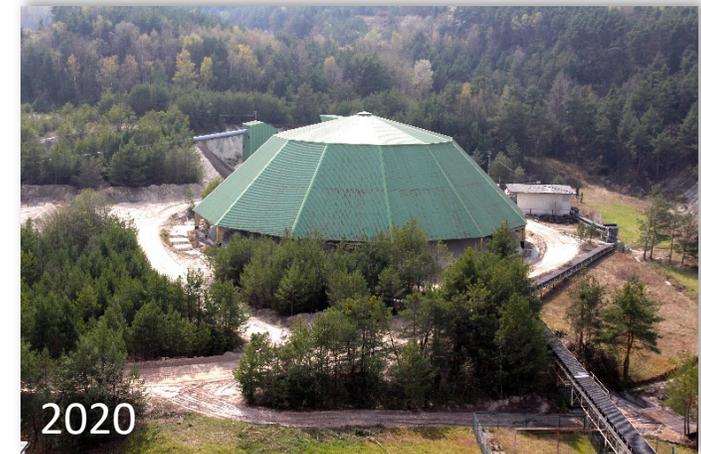
# Das Unternehmen EKW stellt sich vor:

## Zum Eisenberger Klebsand

Der ehemalige Firmenname weist direkt auf den natürlichen Rohstoff „Klebsand“ hin, der von sich aus eine lokale geologische Besonderheit darstellt und auch heute mit fortschrittlicher Verfahrenstechnik in dem unternehmenseigenen Tagebau gefördert wird.

Das Klebsandvorkommen im Eisenberger Becken zählt zu den weltweit größten. Daraus ergibt sich auch eine relative Unabhängigkeit vom Rohstoffmarkt.

Der Klebsand besitzt bereits in unbehandeltem Zustand und in einem breiten Temperaturintervall zwischen Raumtemperatur und etwa 1700 °C hohe mechanische Festigkeiten mit herausragenden Bindeeigenschaften. Dadurch ist der Klebsand als Rohstoff sowie Werkstoff für die Feuerfestindustrie prädestiniert.



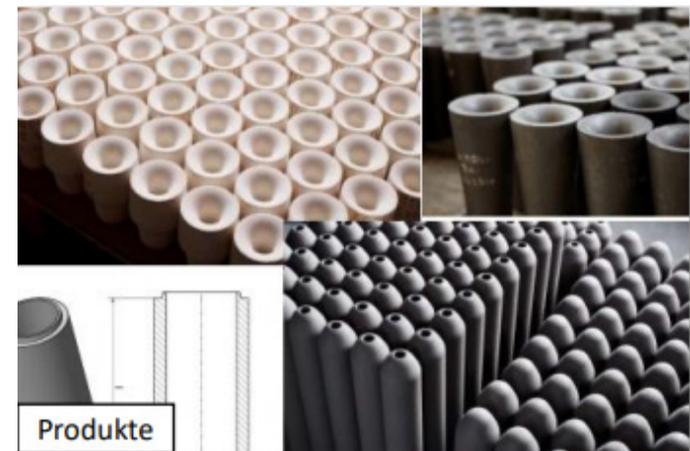
# Das Unternehmen EKW stellt sich vor:

## Zur Integration der Hagenburger Feuerfeste Produkte GmbH

Den letzten Zugewinn für die EKW stellt in 2022 die Firma Hagenburger als hundertprozentige Tochtergesellschaft dar. Die in den 1930er Jahren gegründete Firma Hagenburger bleibt als eigenständige und weltweit bekannte Marke für herausragende Qualität erhalten.

10 km von Eisenberg entfernt werden am Standort Grünstadt geformte Produkte, vornehmlich Eingusssysteme für Handformereien sowie Stopfen und Loch- bzw. Ausgusssteine für Gießanlagen hergestellt.

Auch Steine, Spezialkeramiken und ungeformte Produkte können am Standort Grünstadt gefertigt werden.



# Das Unternehmen EKW

stellt sich vor:

## Zur Internationalität

Die EKW ist international vertreten durch 9 Tochtergesellschaften, Unternehmensbeteiligungen sowie zahlreiche Vertretungen:

### Tochtergesellschaften:

Brasilien  
Dänemark  
Frankreich  
Italien  
Malaysia  
Mexiko  
Slowenien  
Türkei  
VAE

### Vertretungen:

Ägypten  
Afrika  
Bulgarien  
China  
Finnland  
Griechenland  
Marokko  
Niederlande  
Österreich  
Polen  
Russland  
Schweden  
Slowakei  
Spanien  
Taiwan  
Tschechischen  
Ungarn  
Weißrussland  
u.a.





KAPITEL I:  
MOTIVATION EISENBERGER KLEBSAND

KAPITEL II:  
FEUERFESTKERAMIKEN „IN SITU“

KAPITEL III:  
IDEEN & UMSETZUNG | EIN EXKURS

KAPITEL IV:  
AUSBLICK



# KAPITEL I: MOTIVATION EISENBERGER KLEBSAND

# Industriealltag

Feuerfestkeramiken sind „unverzichtbar“



# Trends werden gesetzt oder erfinden sich neu



Fertigungstechnik mit langen **Wurzeln** und **Traditionen**

Gussfertigung beeinflusst das **Leben** und die **Kultur**

Entwicklungsweg  
mit vielen  
**innovativen**  
**Lösungen**

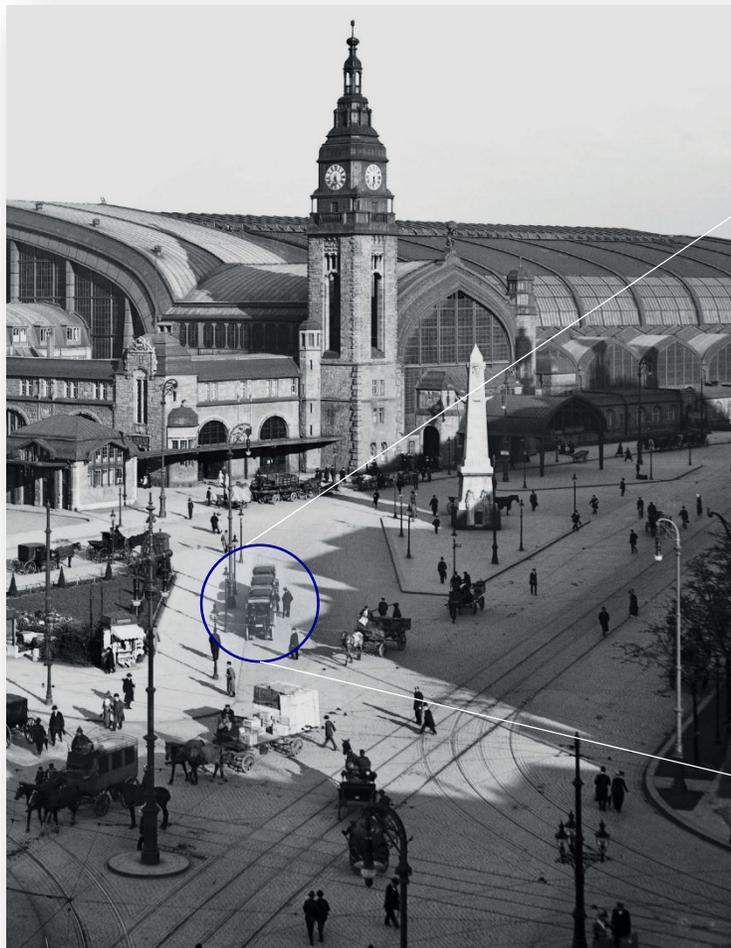


Zukunft durch Tradition



Gussteile mit **Anwendungen**  
in allen Bereichen

# Trends werden gesetzt oder erfinden sich neu



Hamburger Hauptbahnhof im Spätsommer 1908



War alles schon mal da:

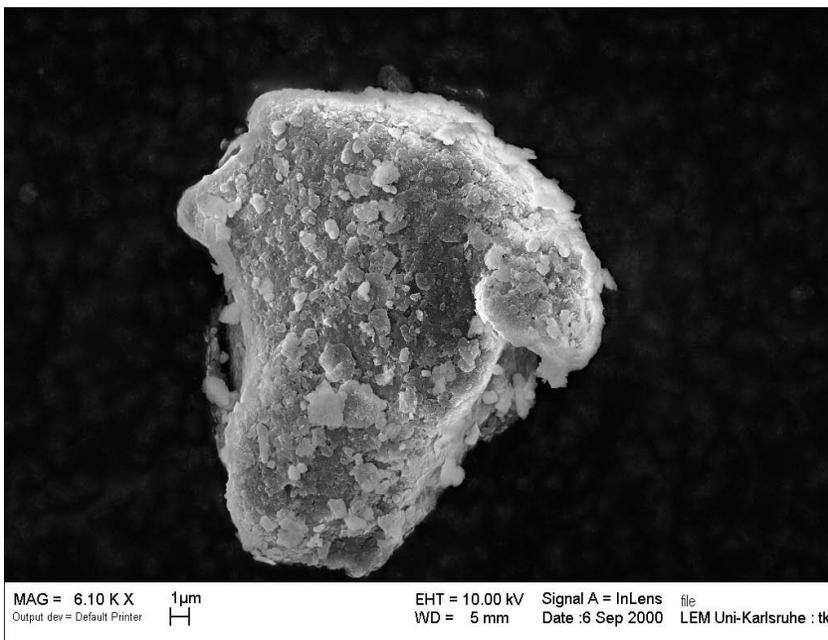
**Elektrotaxen** und Elektrobusse beherrschten zwischen 1906 und 1914 das Straßenbild.

Benziner waren als „Stinker“ verpönt. Nur die **Reichweite** war schließlich das schlagende Argument.

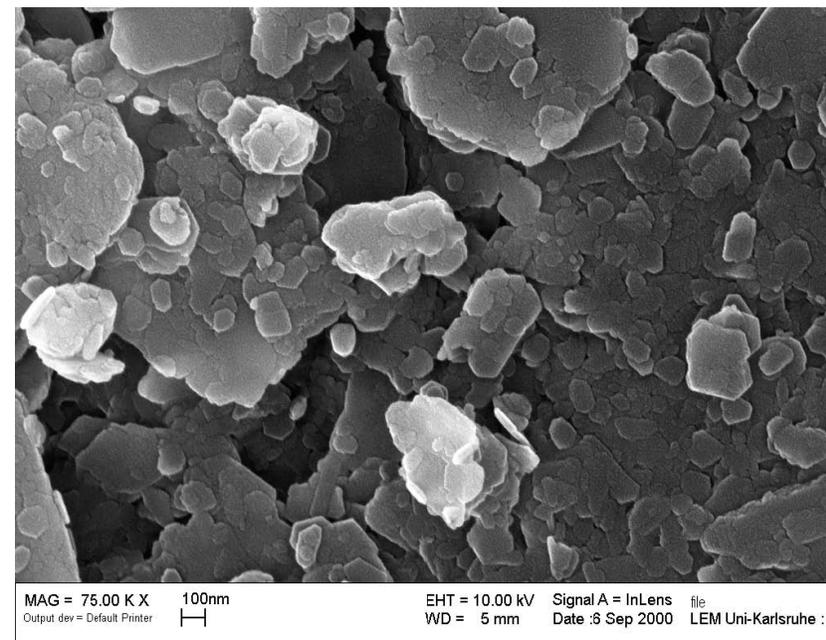


# Motivation Eisenberger Klebsand

## Ein tieferer Blick in das Rohstoffsystem



Typisches, unregelmäßig begrenztes Korn des Eisenberger Klebsands



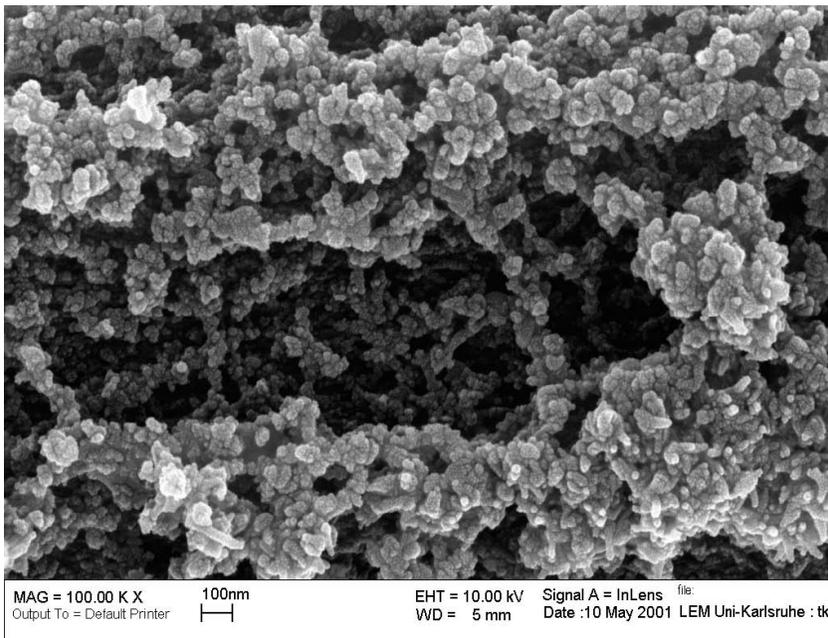
& umgeben von Tonpartikeln

d <sub>10</sub>   0,7 µm	SiO <sub>2</sub>   ≈ 70 Ma.-%
d <sub>50</sub>   4 µm	
d <sub>90</sub>   25 µm	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   ≈ 20 Ma.-%

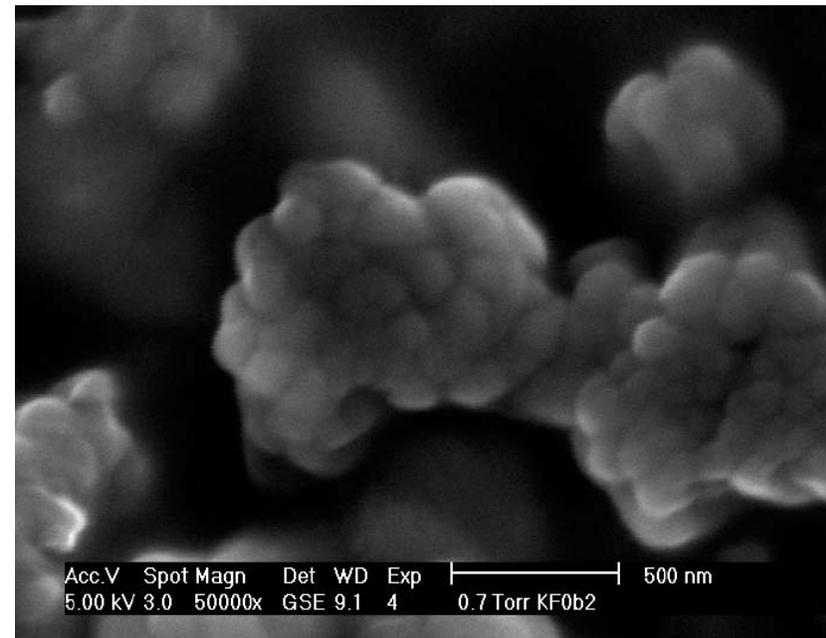


# Motivation Eisenberger Klebsand

## Ein tieferer Blick in das Rohstoffsystem



Strukturelle Ausprägung von sphärischen Al-Si-Gelphasen zu einem fein vernetzten Aggregat

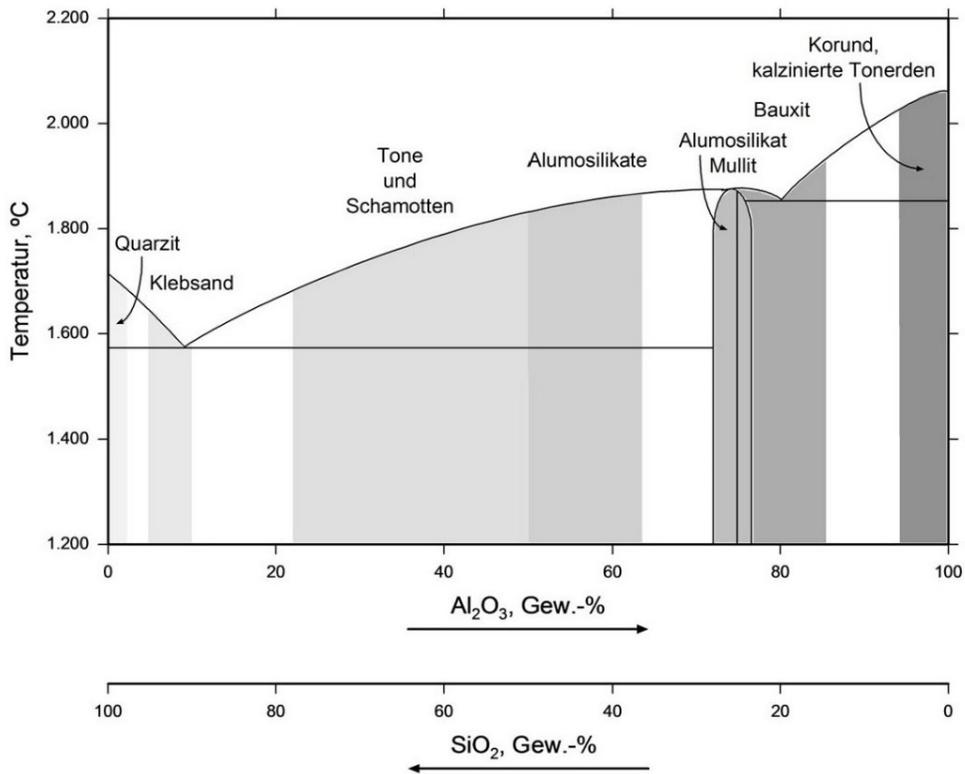


Gelartige, silhouettierte Strukturen von Al-Si-Einzelaggregaten im Nanometerbereich

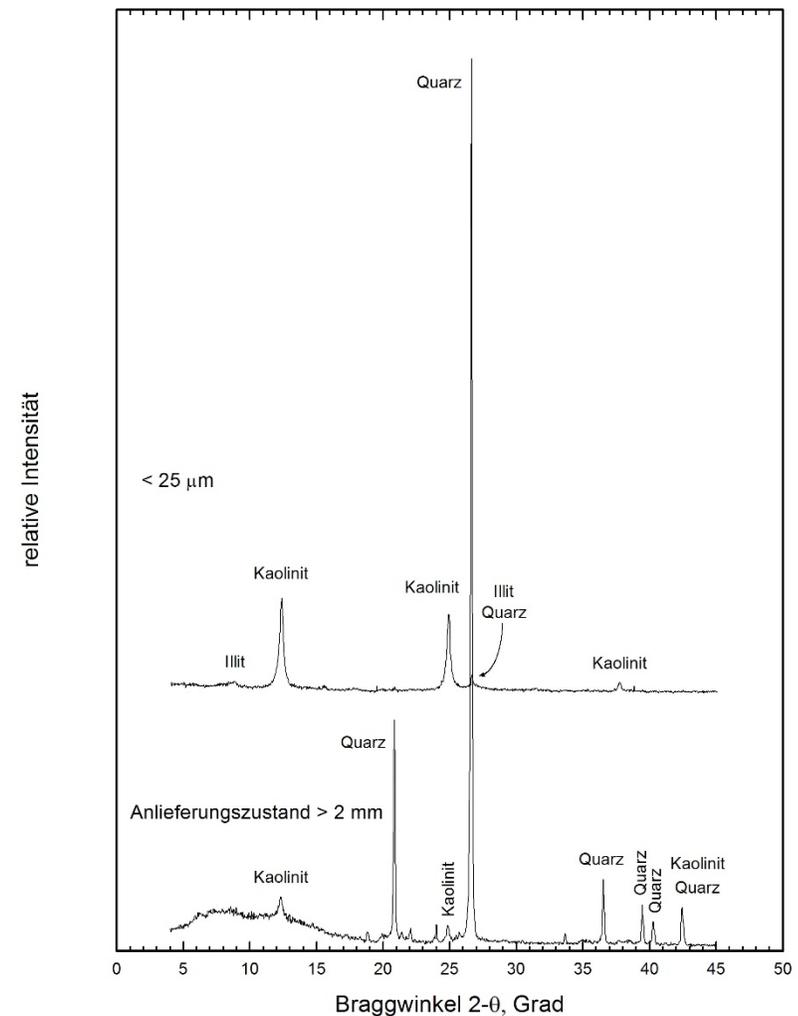
Mikrographien aus Fuhlberg K. | Dissertation | 2006

# Motivation Eisenberger Klebsand

## Ein tieferer Blick in das Rohstoffsystem



Lokalisierung des Eisenberger Klebsands im binären Stoffsystem SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, simplifiziert



Zur röntgenographischen Charakterisierung

# Motivation Eisenberger Klebsand

## Ein tieferer Blick in das Rohstoffsystem

Grobfraktion	Feinfraktion
[Quarz : Tonminerale] [4:1] <sup>1</sup>	[Quarz : (Tonminerale+Alumogele)] [1:1] <sup>1</sup>
d <sub>10</sub> = 10 µm	d <sub>10</sub> = 0,7 µm
d <sub>50</sub> = 230 µm	d <sub>50</sub> = 4 µm
d <sub>90</sub> = 650 µm	d <sub>90</sub> = 25 µm
SiO <sub>2</sub> = 91 Ma.-%	SiO <sub>2</sub> = 71 Ma.-%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 6 Ma.-%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 20 Ma.-%
Synonym <u>Alumo</u> Silikat [AS <sub>grob</sub> ]	Synonym <u>Alumo</u> Silikat [AS <sub>fein</sub> ]

<sup>1</sup> Phasenverhältnis, Ma.-%

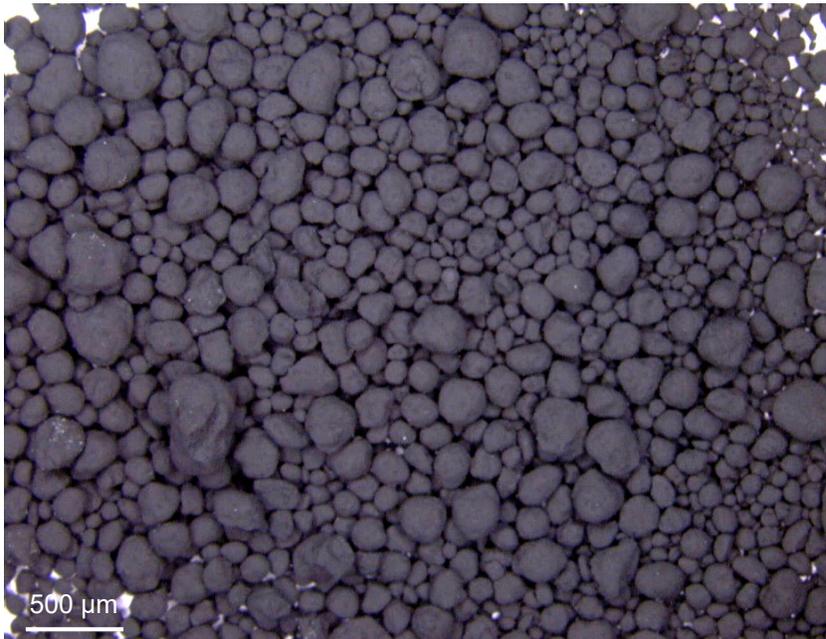
Charakterisierung technologisch favorisierender Korngrößenfraktionen

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Δm <sup>1</sup>
AS <sub>grob</sub>	91,3	5,9	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	2,0
AS <sub>fein</sub>	70,5	19,6	0,9	1,1	0,1	0,2	0,2	0,9	6,4

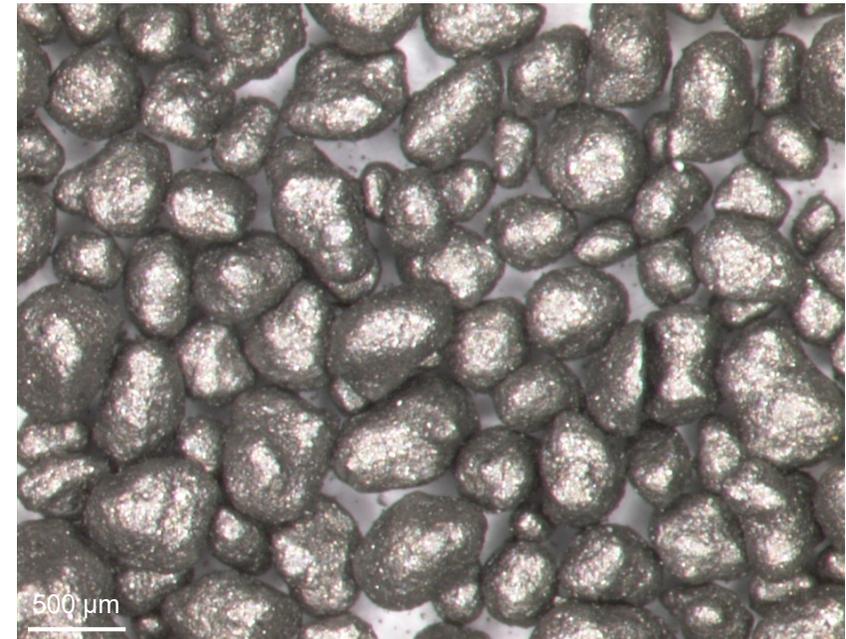
<sup>1</sup> Masseverlust aus Dehydratisierung, Konstitutionswasser

& typische chemische Zusammensetzung ohne Berücksichtigung von Spurenelementen, in Ma.-%

# Motivation Eisenberger Klebsand am Beispiel eines Verbundwerkstoffs



Kohlenstoffträger | Ruß

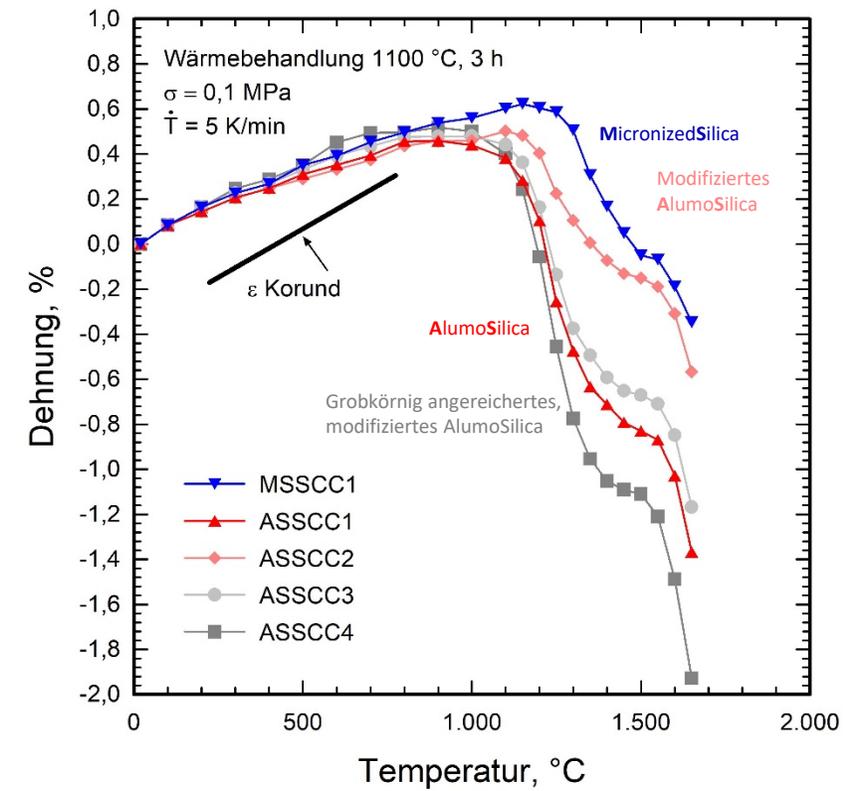
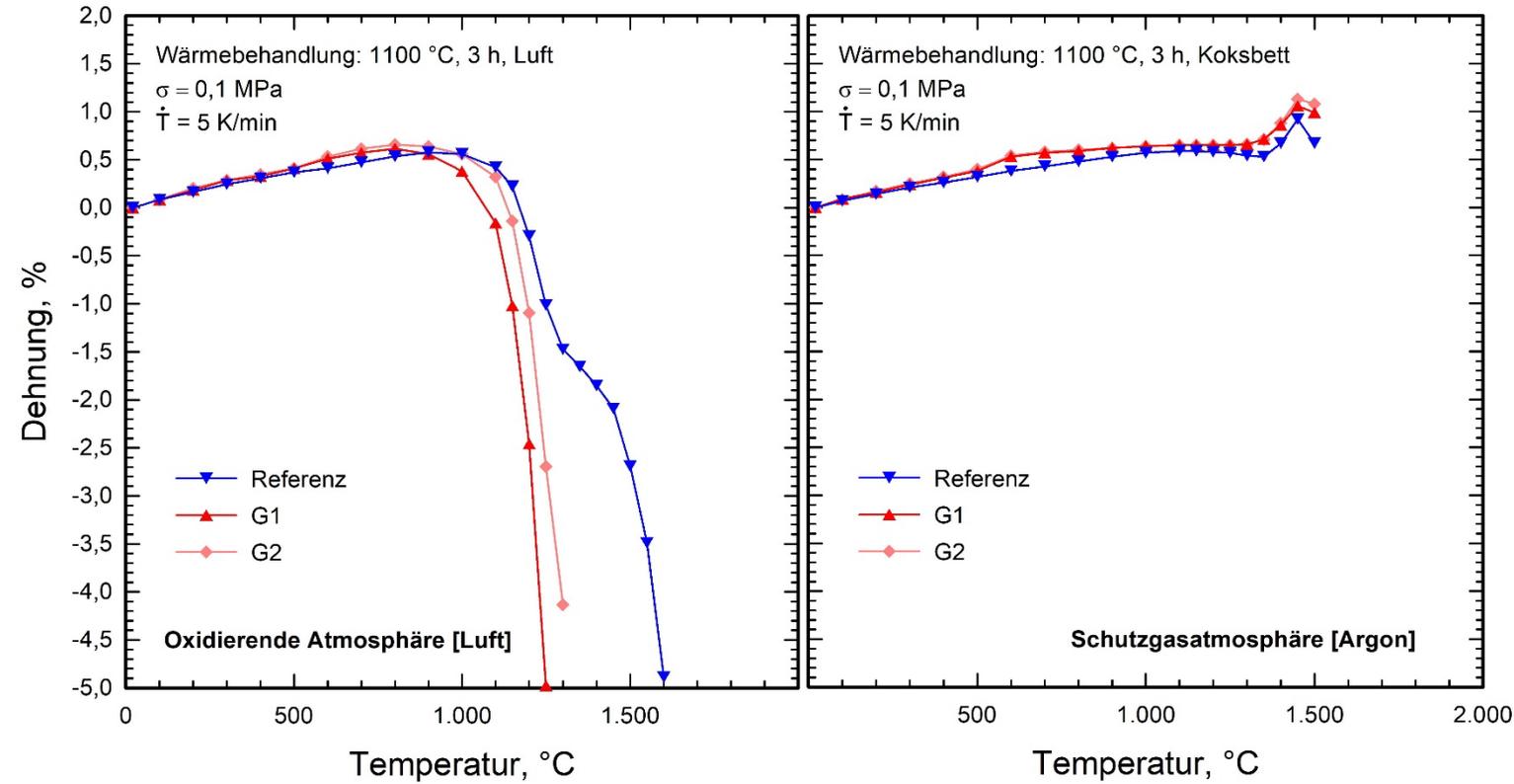


Kohlenstoffträgersystem | definiert  
eingestelltes, alumosilikatisches Granulat



## KAPITEL II: FEUERFESTKERAMIKEN „IN SITU“

# Feuerfestkeramiken „in situ“ Funktionalität I

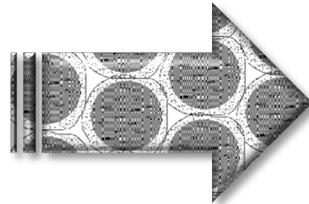


# Feuerfestkeramiken „in situ“ Funktionalität II

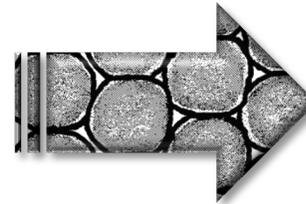
Visualisierung des korrosiven Einflusses einer Schlacke auf die Feuerfestkeramik unter statischen Bedingungen bei typischen, betriebsnahen Parametern (vgl. Temperatur und Atmosphäre)

Standardsystem versus funktionalisiertes Werkstoffsystem

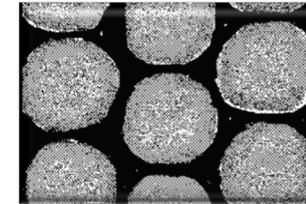
Zeitabhängige Korrosionseffekte, welche in der direkten Kontaktzone zwischen **Feuerfestkeramik** und **Schlacke** auf eine teilweise **Desintegration** des Gefüges hinweisen, und zwar offensichtlich als Funktion der **stofflichen Konstitution** der Werkstoffmatrix.



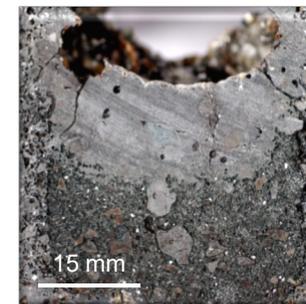
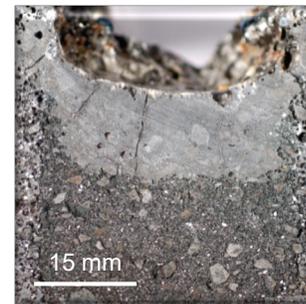
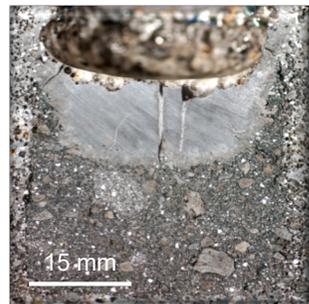
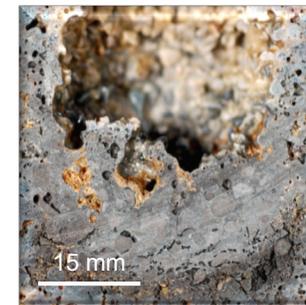
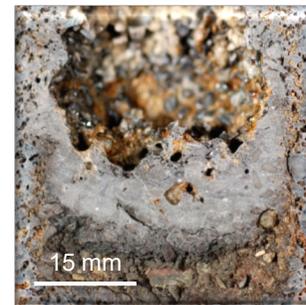
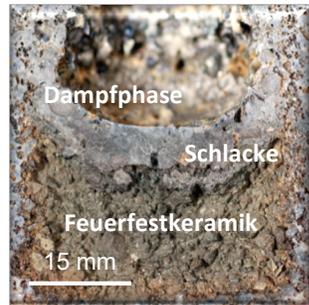
I. Zyklus | 1550 °C 5 h  
Luftsauerstoff



II. Zyklus | 1550 °C 5 h  
Luftsauerstoff



III. Zyklus | 1550 °C 5 h  
Luftsauerstoff



+  
↑  
pO<sub>2</sub>  
↓  
-

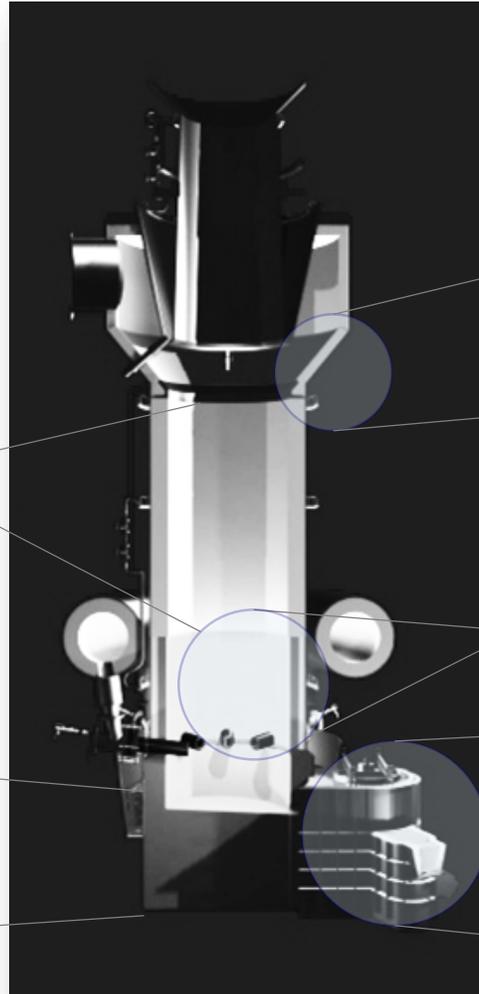
Referenzwerkstoff  
Standard

Innovativer  
Werkstoffverbund

# Feuerfestkeramiken „in situ“ Applikationen

## Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Feuerfestkeramik

**Schacht** mit Reduktionszone: Vertikales Niveau zwischen etwa 3000 mm und 6000 mm | Auch gesamtes Rinnensystem



## Abgasführung & Co.

Das ist ein weiteres Kapitel!

**Mullitische Spritzmasse**  
**Gattierungsebene:** Adaption an Eisensteine und existierendes Futter

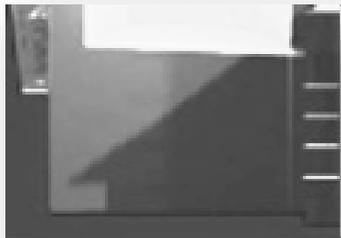


## Feuerfester Werkstoff auf Alumosilikatbasis

**Schmelzzone** oberhalb der Blasformebene  
Vertikales Niveau oberhalb 1000 mm bis etwa 3000 mm

## Kohlenstoffhaltige Masse auf Alumosilikatbasis

**Herd** und **Boden:** Vertikales Niveau bis ≈ 1000 mm

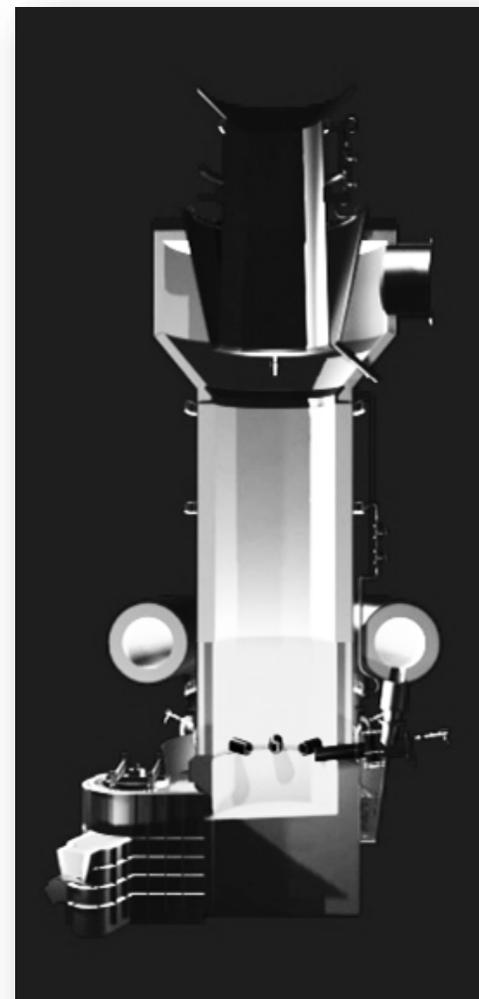
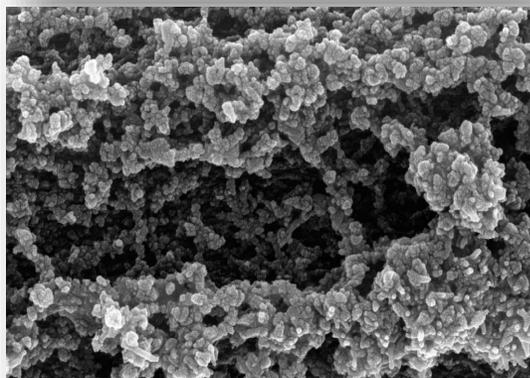
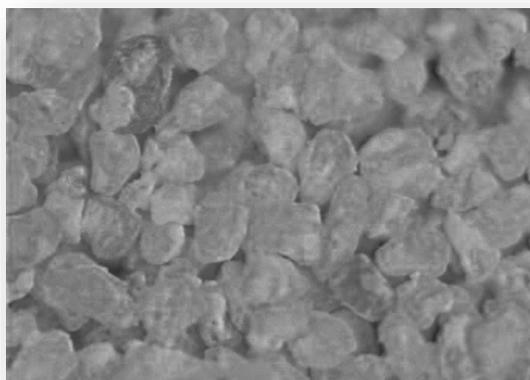


## Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC/C Stampfmasse

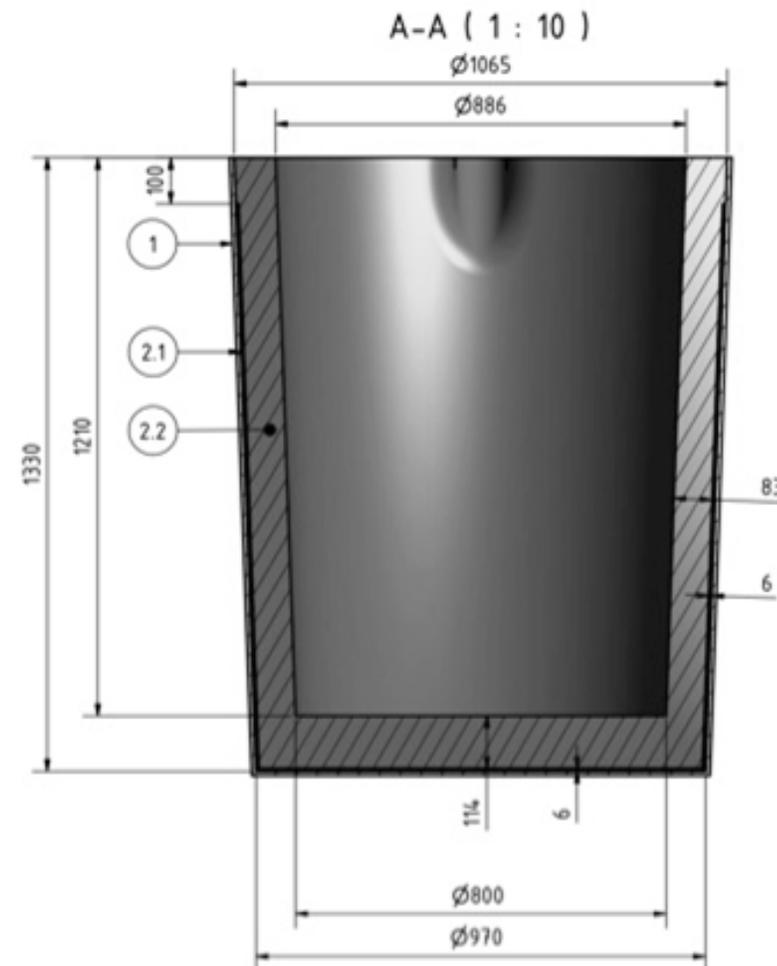
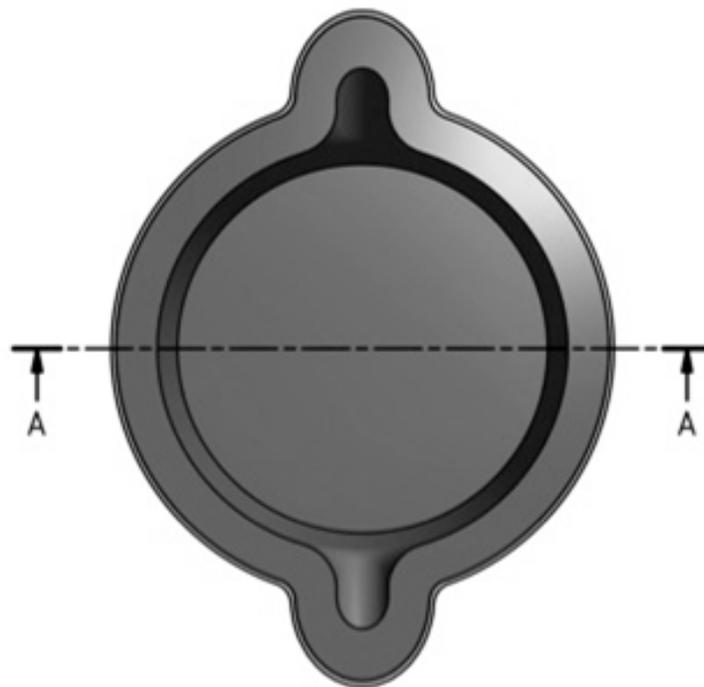
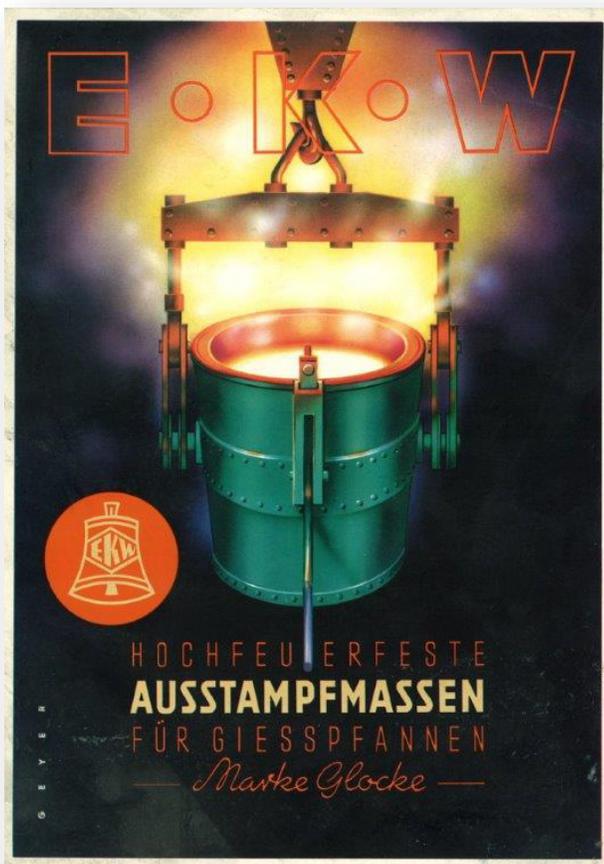
**Siphon:** Durchgehend monolithisch



# Feuerfestkeramiken „in situ“ Applikationen



# Feuerfestkeramiken „in situ“ Applikationen



# Feuerfestkeramiken „in situ“ Definitionen

## Natürliche Werkstoffe

### Feuerfester Werkstoff auf Alumosilikatbasis

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-funktionalisiertes, natürliches Alumosilikat, das sich auszeichnet in die vorherrschenden Betriebs- und thermischen Randbedingungen integrieren lässt.

Eine umweltfreundliche und nachhaltige Lösung.

### Kohlenstoffhaltige Masse auf Alumosilikatbasis

C-funktionalisiertes, natürliches Alumosilikat, das sich auszeichnet in die vorherrschenden Betriebs- und chemischen Randbedingungen integrieren lässt.

Eine umweltfreundliche und nachhaltige Lösung.

## Natürliche Werkstoffe

## Synthetische Werkstoffe

### Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiC/C Stampfmasse

Basierend auf synthetischer Tonerde mit Zusätzen von Siliziumkarbid und Kohlenstoff, die prinzipiell bei erhöhten Verfahrenstemperaturen und unter permanenter chemischer und schmelzmetallurgischer Belastung zuverlässig und betriebssicher funktioniert.

### Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Feuerfestkeramik

Auf der Basis von synthetischen Aluminiumoxidrohstoffen, besonders Bauxite oder Korunde, die stetig unter dem Einfluss von Kohlenmonoxid mit der mechanisch erosiven Umgebung harmoniert.

## Synthetische Werkstoffe

# Feuerfestkeramiken „in situ“

## Ressourceneffiziente Anwendung des Eisenberger Klebsands

### Zur Zukunft der Produktion ressourcenschonender Feuerfestkeramiken:

Mit Blick auf die „klassischen“ feuerfesten Werkstoffe werden durch fortgeschrittene Mechanismen von Funktionalisierungen (beispielsweise C-Funktionalisierung oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Funktionalisierung) neuartige Feuerfestkeramiken abgebildet, um auch im „Heute“ multiplexen thermischen, korrosiven und nicht zuletzt mechanischen Anforderungen standzuhalten und aus sich selbst heraus moderne, umweltfreundliche Produkte auf Basis des Eisenberger Klebsands nachhaltig zu generieren.



# KAPITEL III: IDEEN & UMSETZUNG | EIN EXKURS

# Ideen & Umsetzung | Ein Exkurs

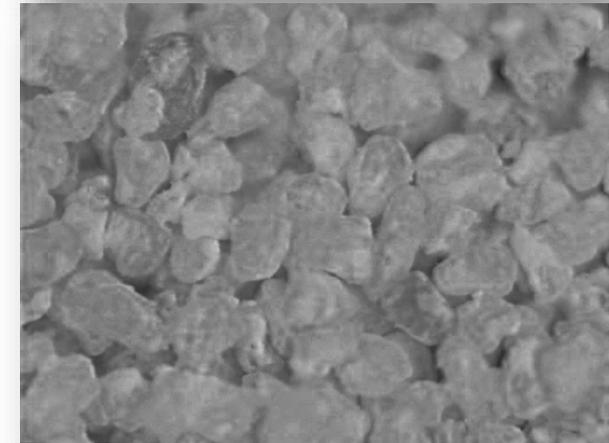
## Forschung & Produktionsprozesse

Systemische Studien zur Rohstoffsituation | Fokus auf eigene **Ressourcen**

Substitution kostenintensiver und volatiler synthetischer Rohmaterialien funktionsadäquat durch unternehmenseigene Rohstoffressourcen von charakteristischer **Reaktivität** und **Phasenreinheit**

Isolierte Fraktionen der Al-Si-Kristallin- und Gelphasen zur **Funktionalisierung** keramischer Werkstoffe

Realisierung von **Stoffkreislauf** und **Qualität** in der Produktion



*Speicherung spezifischer alumosilikatischer Rohstoffe des „Eisenberger Klebsands“ (oben). Makrographie des mit Al-Si-Gelphasen umhüllten Rohstoffs einer definierten Kornklasse (unten, Bildbreite etwa 200 Mikrometer)*

# Ideen & Umsetzung | Ein Exkurs

## Forschung & Produktionsprozesse

### INNOVATIONSPREIS RHEINLAND-PFALZ

Preisträger 2021 | „Sonderpreis Industrie“

Ein kurzer Einblick:

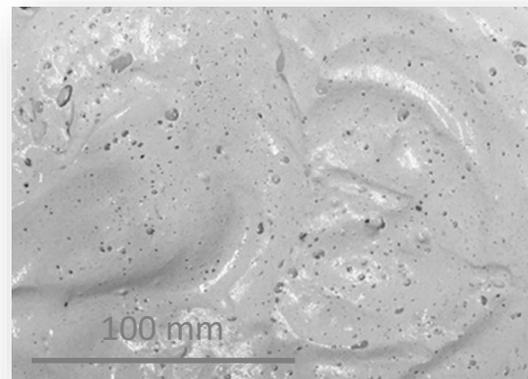
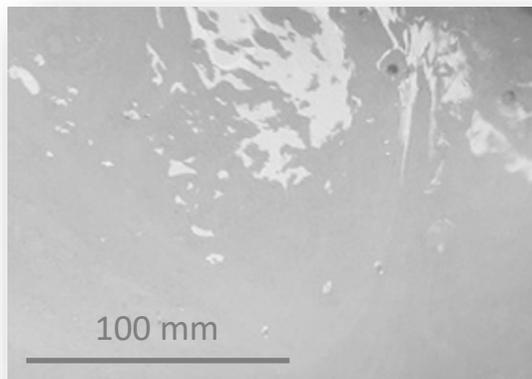
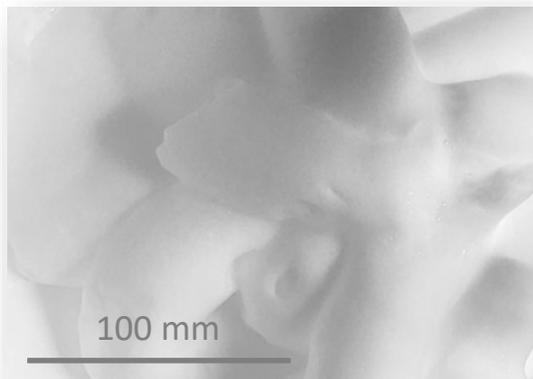
<https://youtu.be/IDLZQSPR1zA>



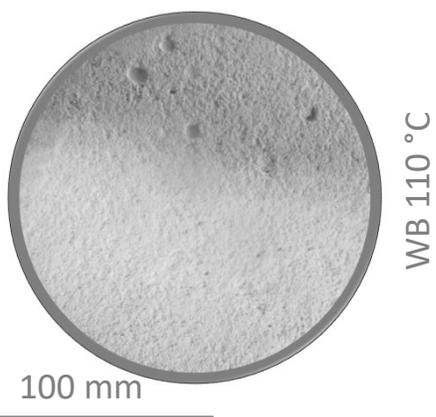


# Ideen & Umsetzung | Ein Exkurs

## Forschung & Produktionsprozesse



Schaumkeramik  
Prozess



Schaumkeramik  
Verbundwerkstoff



# KAPITEL IV: AUSBLICK

Forderung einer **nachhaltigen** Rohstoffversorgung

Integration des **alumosilikatischen** Rohstoffs in die Produktion silikatkeramischer Werk- und Baustoffe

„Eisenberger Klebsand“ ist ein **Funktionsrohstoff** & „wertvolles Extrakt“ eines tertiären, limnisch-fluviatilen Lockersediments

„**Eisenberger Klebsand**“: Wirksamer Beitrag, den gemeinen Bedarf an ausgewählten importieren Rohstoffen durch gezielte Entwicklungs- und Produktionsprozesse bei gleichbleibend fortschreitender Produktionsauslastung zu senken

# Ausblick

## Ressourceneffiziente Anwendung

### Von der Historie zum „Heute“:

Der Idee der ressourceneffizienten Anwendung des Eisenberger Klebsands folgend, können sowohl der Bedarf an kostenintensiven, synthetischen Rohstoffen in feuerfesten Erzeugnissen gänzlich vermieden oder signifikant gesenkt als auch grundsätzlich die Ansprüche der Industrie erfüllt werden. Das Unternehmen EKW leistet so einen Beitrag zur autarken und fortschrittlichen Verwendung regionaler Rohstoffe und unterstützt nicht zuletzt auch Kundenunternehmen, den nutzungsspezifischen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu senken.

**Danke!**  
Anwendungsorientierte Forschung



**Studien & Projekte** wurden dankenswerterweise finanziell unterstützt durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (**BMWK**) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke e.V. (**AiF**), getragen durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (**ZIM**)

Ein besonderer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen am Institut für Keramik, Feuerfest- und Verbundwerkstoffe (**IKFVW**) der Technischen Universität Bergakademie Freiberg für die langjährige, anwendungsorientierte **Forschungskooperation**.



Your partner in refractories



Förder-  
mitglied

Deutsche Gesellschaft  
Feuerfest- und Schornsteinbau e.V.

dgfs

Besuchen Sie uns: Halle 10 F20  
Wir heißen Sie herzlich willkommen!

## VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERSAMKEIT

FACETTEN DES „EISENBERGER KLEBSANDS“ — INNOVATIVE UND RESSOURCENEFFIZIENTE  
FEUERFESTE BAUSTOFFE

dgfs | 7. Fachtagung Innovationen und Neuerungen im Feuerfest- und Schornsteinbau