

# The heat is on!



# Feuerfeste Produkte

## Bausteine des modernen Lebens

**1 Tonne Stahl**

~10-15 kg FF-Produkte

**1 Tonne Zement**

~ 1 kg FF-Produkte

**1 Tonne Glas**

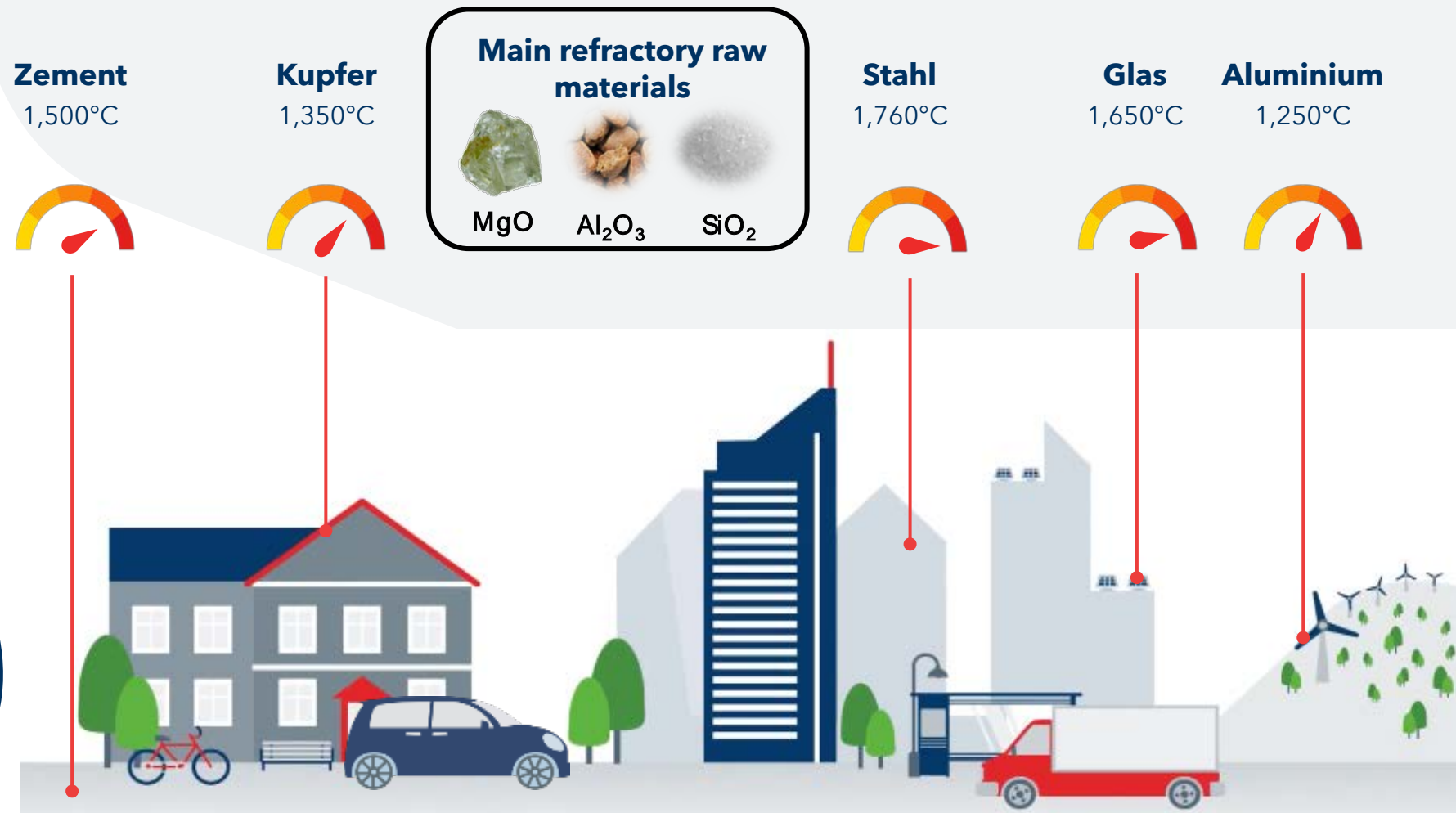
~ 4 kg FF-Produkte

**1 Tonne Aluminium**

~ 6 kg FF-Produkte

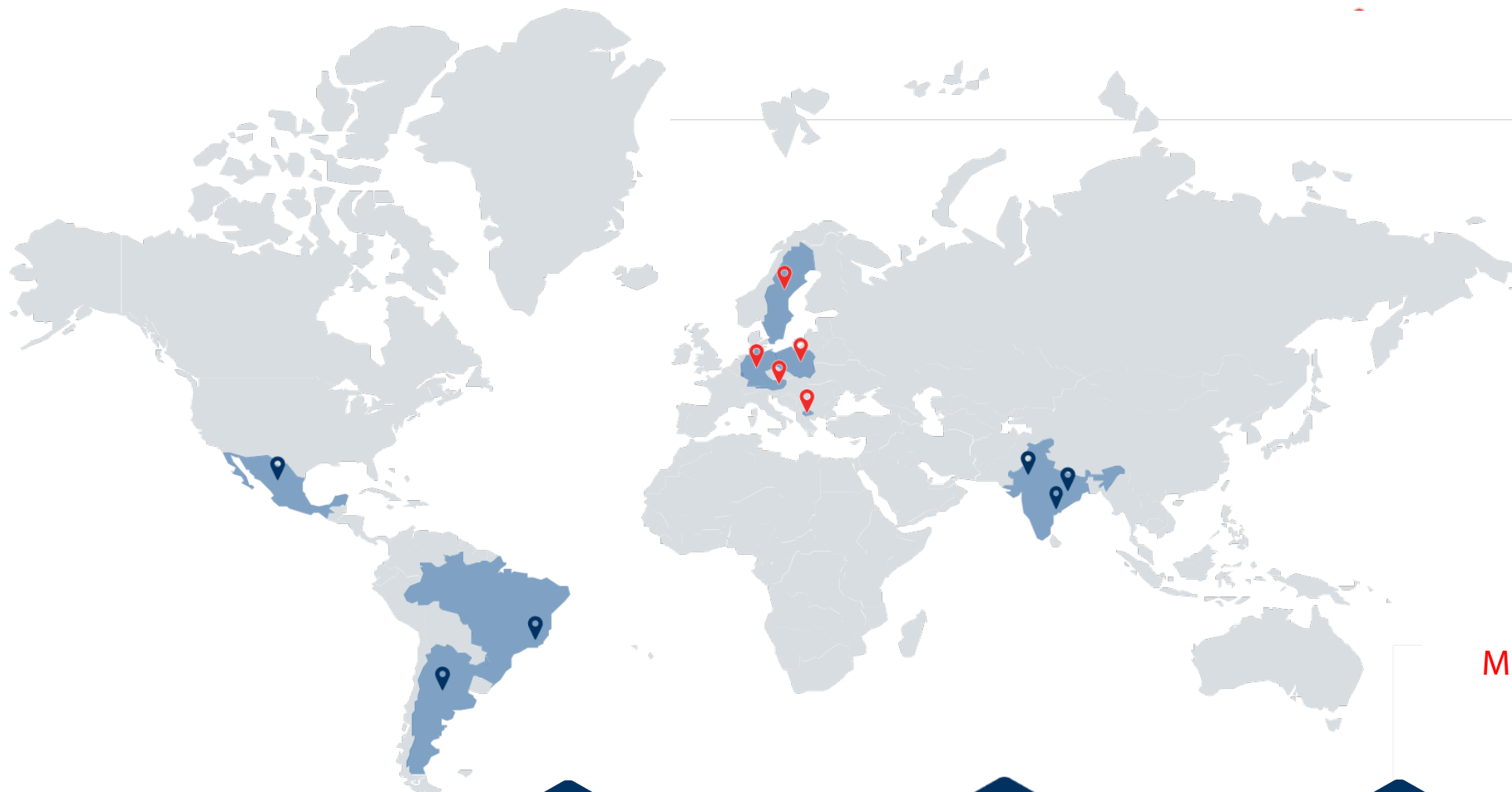
**1 Tonne Kupfer**

~ 3 kg FF-Produkte



# Globaler Marktführer der Feuerfestindustrie

## Bergbau - Produktion - Recycling



**16.000**

Angestellte

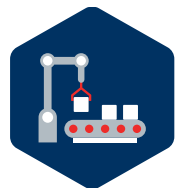
**3,6 Mrd €**

Umsatz 2023

**83 Mio €**

Investitionen in F&E

MIRECO Recyclingstandort  
RHIM Recyclingstandort



**47**

Produktionsstandorte



**8**

Recyclingcenter



**+100**

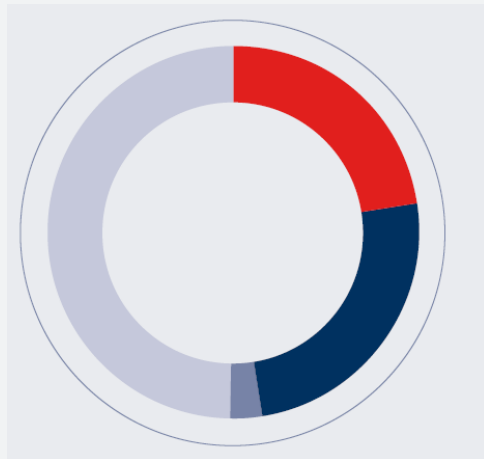
Länder beliefert



**5**

F&E Zentren

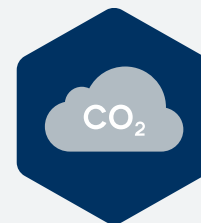
# Nachhaltigkeitsziele 2025



## CO<sub>2</sub> Emissionen



- Scope 1 geogen
- Scope 1 Brennstoff
- Scope 2 Elektrizität
- Scope 3 Rohstoff



## CO<sub>2</sub> Emissionen

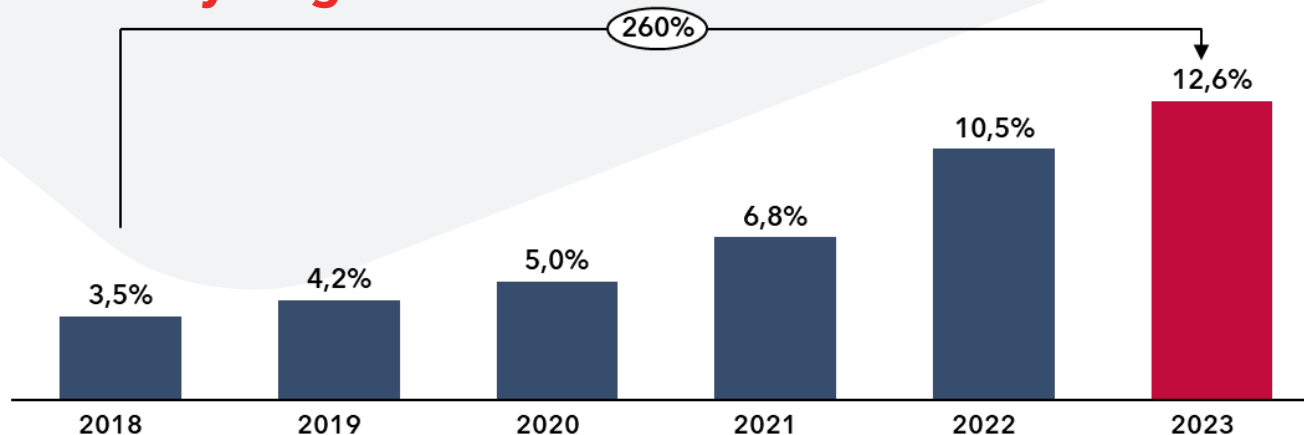
um 15% pro Tonne<sup>1</sup> Produkt reduzieren



## Recyclingrate

auf 15% erhöhen

## Recyclingrate



## Energieverbrauch

um 5% pro Tonne Produkt reduzieren



## NO<sub>x</sub> und SO<sub>x</sub> Emissionen

um 30%<sup>2</sup> reduzieren



## Sicherheit

Starke Sicherheitskultur; Ziel: Keine Arbeitsunfälle



## Diversität

33 % mehr Frauen im Board und in Führungspositionen



# Project ReSoURCE

## Transformation von manueller zu sensorgestützter Sortierung



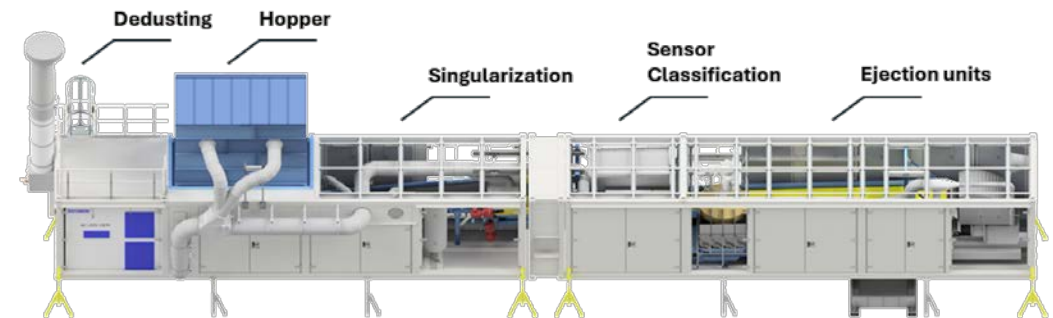
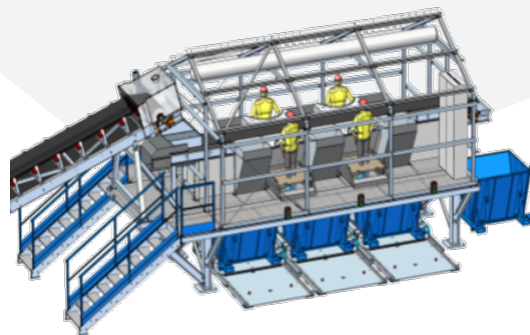
### Technische und ökonomische Benefits

- Erhöhung der verfügbaren Mengen
- Kontinuierliche Qualitätskontrolle
- Sortierung basierend auf Chemie und Mineralogie
- Upskilling und verbesserte Arbeitsbedingungen



### Ökologische Benefits

- 800 kt/a CO<sub>2</sub> Einsparungen
- 760 GWh/a Energieeinsparung
- 800 kt/a Einsparung in Deponievolumen
- Stärkung der Rohstoffunabhängigkeit innerhalb der EU



# Repräsentative Probenahme

## Grundstein für Sensortraining



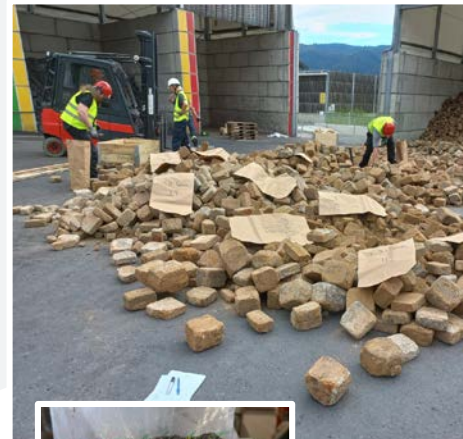
~17 t per Hand beprobt



> 400 Einzelsteine dokumentiert

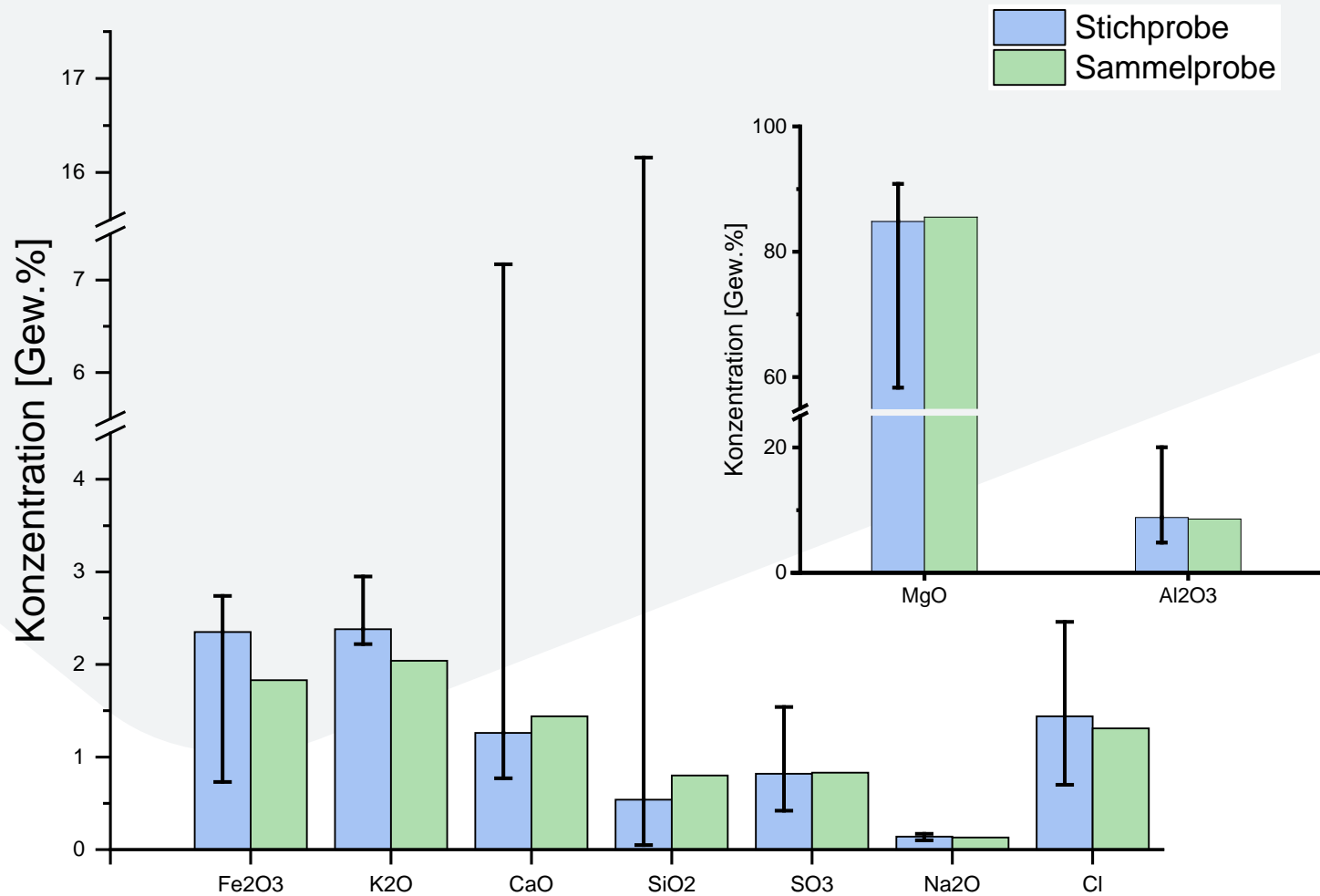


> 100 Prüfaufträge  
> 250 RFA und XRD Analysen



# Charakterisierung

## Identifikation möglicher Sortierkriterien

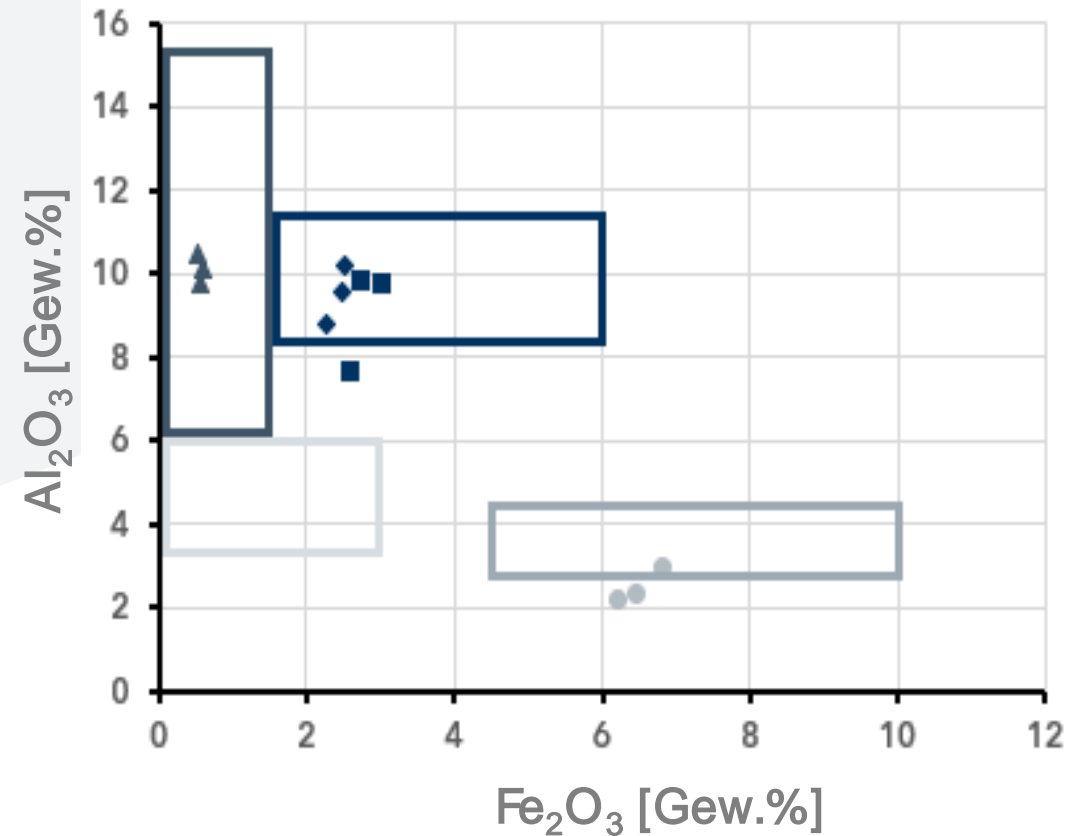


- Sammelprobe auf 40 Stichproben
- 13 zufällig ausgewählte Stichproben für Einzelanalysen
- Fe und Al mit geringsten Schwankungen
  - Sortierkriterium?
- Hohe Schwankung von Ca und Si aufgrund von Klinker Anbackungen

# Charakterisierung

## Identifikation möglicher Sortierkriterien

- Identifikation chemischer Unterschiede
- Chemische Analysen + Literaturdaten + Knowhow  
RHIM
- Analyse ausgewählter visuell unterscheidbarer  
Feuerfeststeine
- Verfeinerung der Sortierkriterien durch Sensortraining

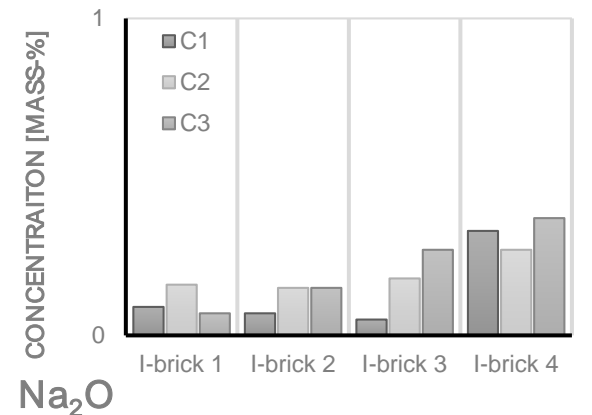
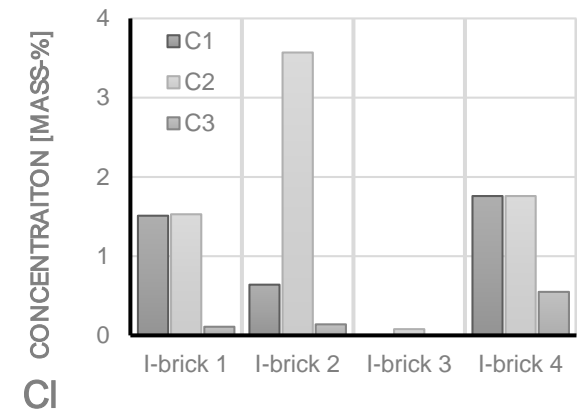
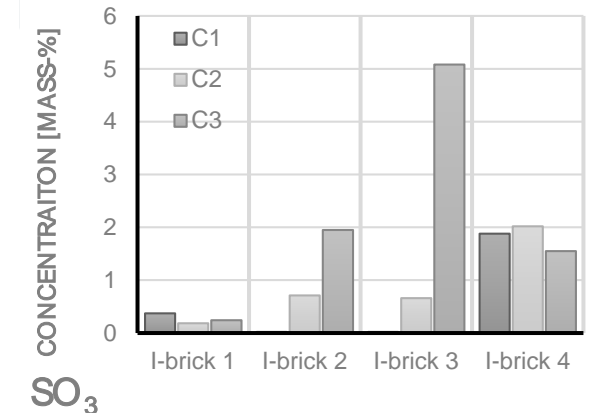
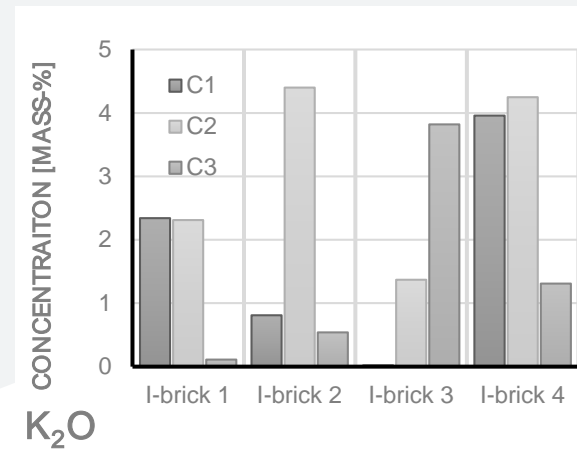


# Verunreinigungen

## Ein Stolperstein für Recycling



- Prozessführungsbedingte Verunreinigungen
  - Rohstoffe
  - Ersatzbrennstoffe
- Heißseite vs. Kaltseite
- Welche Rolle spielt die Position im Drehrohrföfen?
- Gibt es Feuerfeststeine die weniger verunreinigt sind?
- Zusätzliches Sortierkriterium = Verunreinigung?



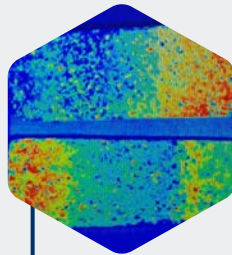
# Sensortechnologie

## Vorteil der Sensorfusion

Laser Induced  
Breakdown  
Spectroscopy (LIBS)



Hyperspektrale Bildgebung  
(HSI)



Künstliche Intelligenz  
(KI)



**Vollautomatisiertes mobiles Recyclingequipment**

### Beispiel 25 t batch

- Handsortierung: 1 Analyse Chemie
- Automatische Sortierung: 10,000 - 1,000,000 Analysen Chemie, Mineralogie, Form

Intelligente  
ROI Auswahl

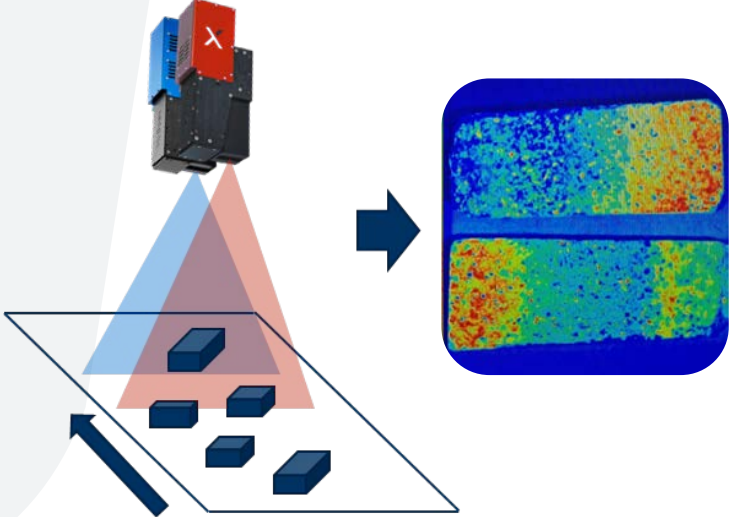
Chemie und  
Mineralogie

Punkt- und  
Flächenmessung





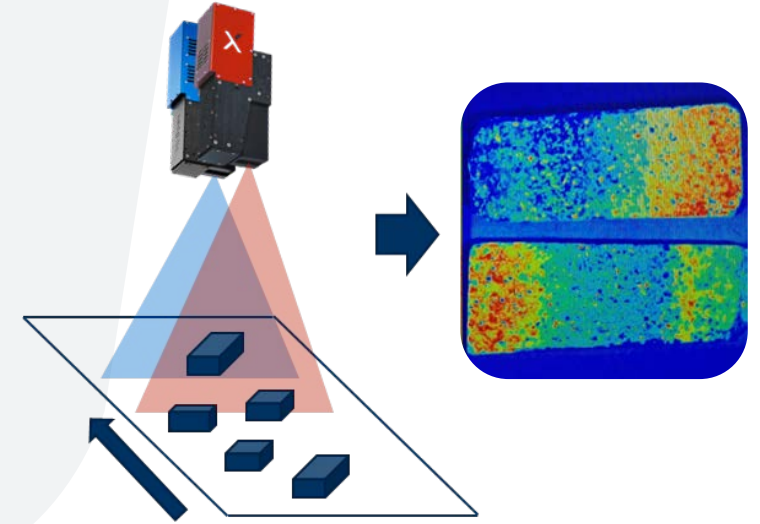
# Hyperspectral Imaging (HSI): Beispiel Pixelbasierte Klassifizierung



Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3	

# Hyperspectral Imaging (HSI): Beispiel

## Pixelbasierte Klassifizierung



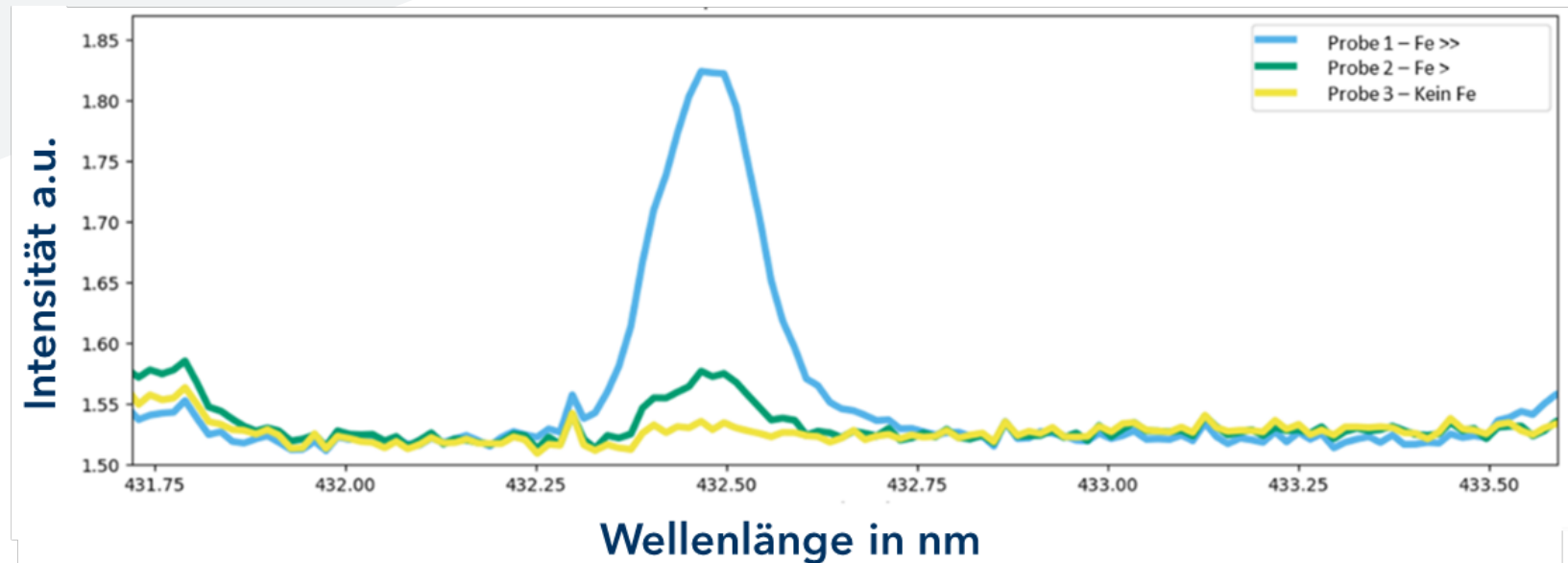
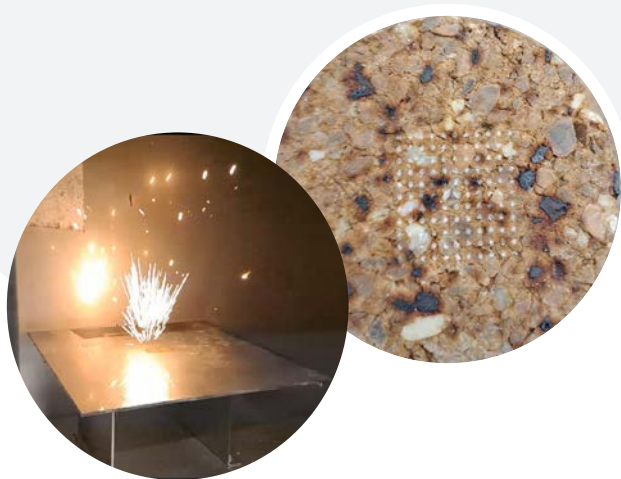
Tats. Klasse	Gesamt	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Klasse 1	30 (22.1%)	30 (100%)		
Klasse 2	36 (26.5%)	3 (8.33%)	33 (91.7%)	
Klasse 3	70 (51.5%)			70 (100%)

# Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS): Beispiel Klassifizierung anhand des Eisengehalts

$\text{Fe}_2\text{O}_3 < 1\%$



$\text{Fe}_2\text{O}_3 > 5\%$



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Florian Feucht  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
florian.feucht@unileoben.ac.at



Alexander Leitner  
Recycling technology and innovation  
alexander.leitner@rhimagnesita.com



**Bleiben Sie auf dem  
Laufenden**

[www.project-resource.eu](http://www.project-resource.eu)



Funded by  
the European Union



HORIZON EUROPE