

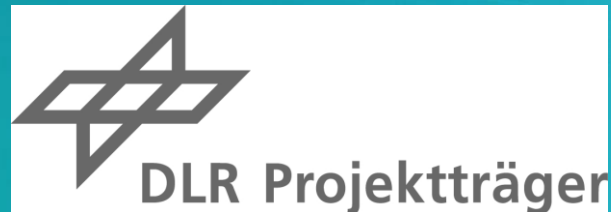
RESycling

Eine umfassende Verwertungsstrategie für Roheisenentschwefelungsschlacke



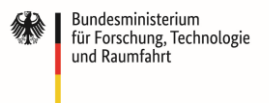
KlimProIndustrie Abschlusskonferenz
23. & 24. Februar 2026 Berlin

liReInvent
TREIBHAUSGASREDUZIERUNG
IN DER GRUNDSTOFFINDUSTRIE



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



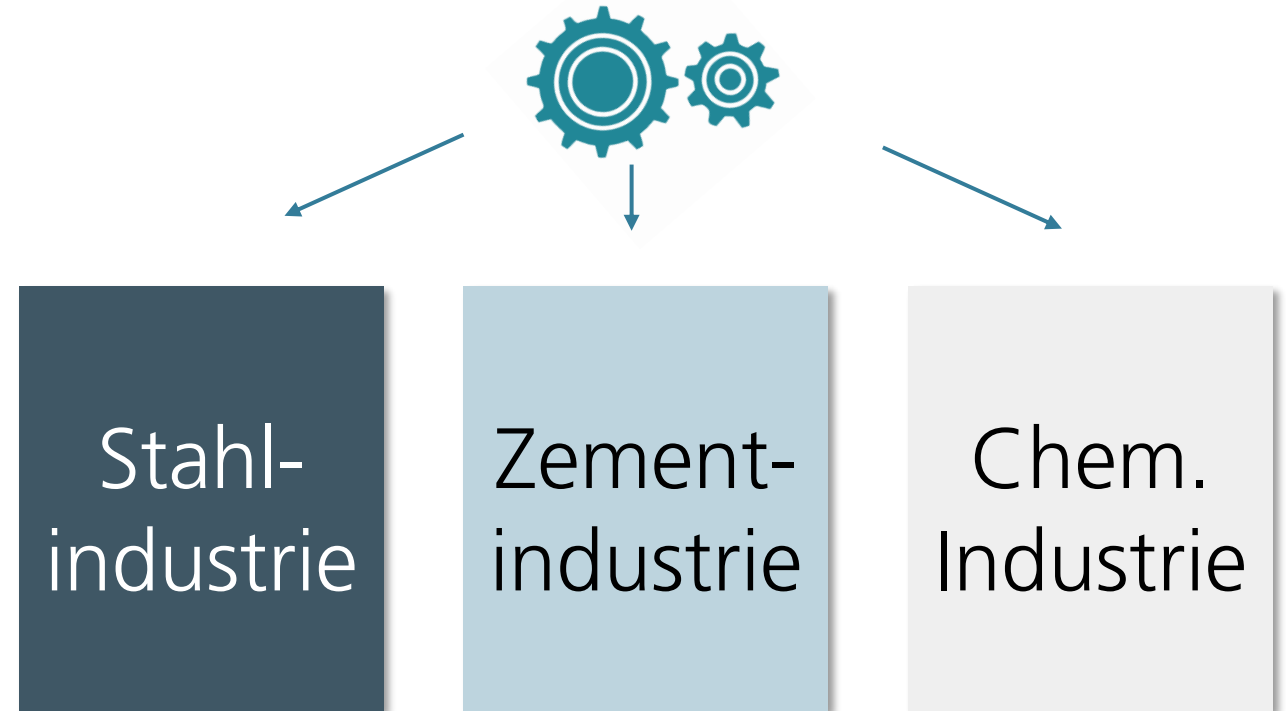


Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)



Roheisenentschwefelungsschlacke

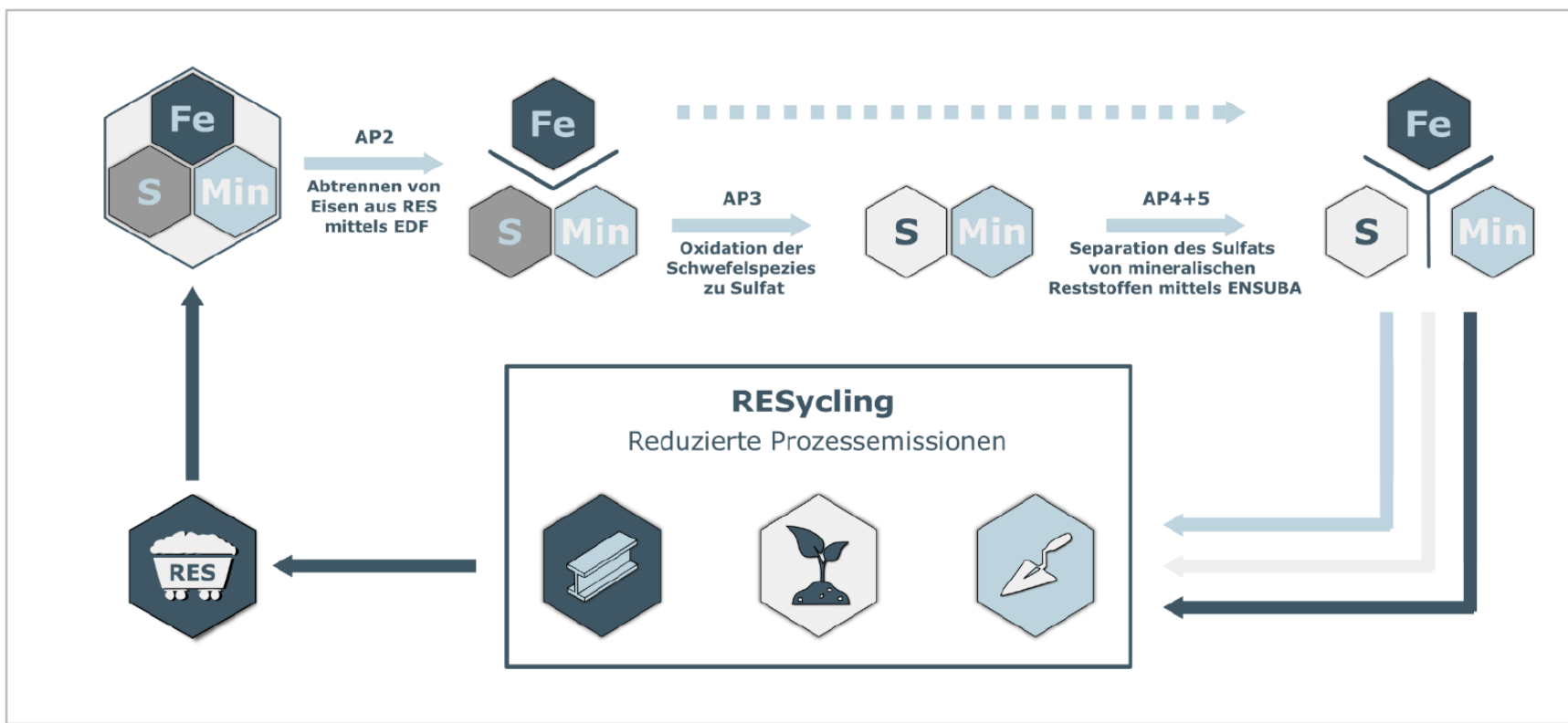




Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)

Das RESycling-Konsortium deckt die Wertschöpfungskette nahezu vollständig ab



- F&E:
 - Fraunhofer IBP
 - Fraunhofer CBP
 - Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- Stahlindustrie
 - thyssenkrupp MillServices&Systems
- Zementindustrie
 - Rohrdorfer Zement
- Chemische Industrie
 - Hochschule Weihenstephan-Triesdorf



Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)



© Fraunhofer IBP

3 Ziel-Branchen -> 3 Ziel-Rohstoffe

- Eisen
- Sulfate
- Mineralik (eisen- und sulfatreduziert)

Ansatz:

RES kein Abfall oder Nebenprodukt

sondern **Rohstoffträger**
ca. 450.000 t / Jahr





Rückgewinnung von Eisen

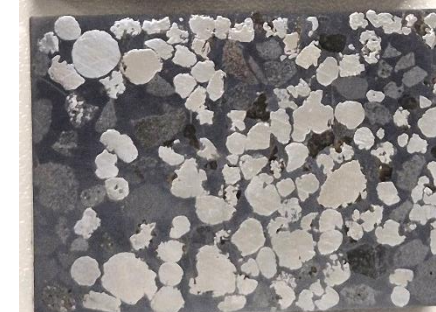


Quelle: Schlackenritter

- klassische Aufbereitung
- Selektive Trennverfahren
- Innovative Zerkleinerung



Stark magnetisch



schwach magnetisch



nicht magnetisch

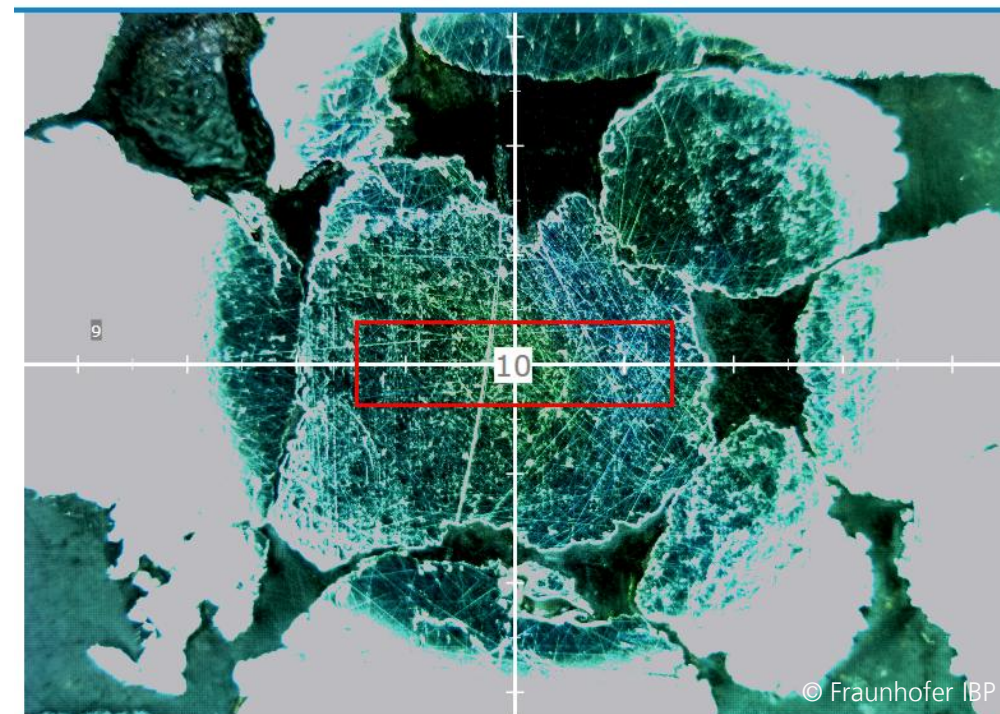
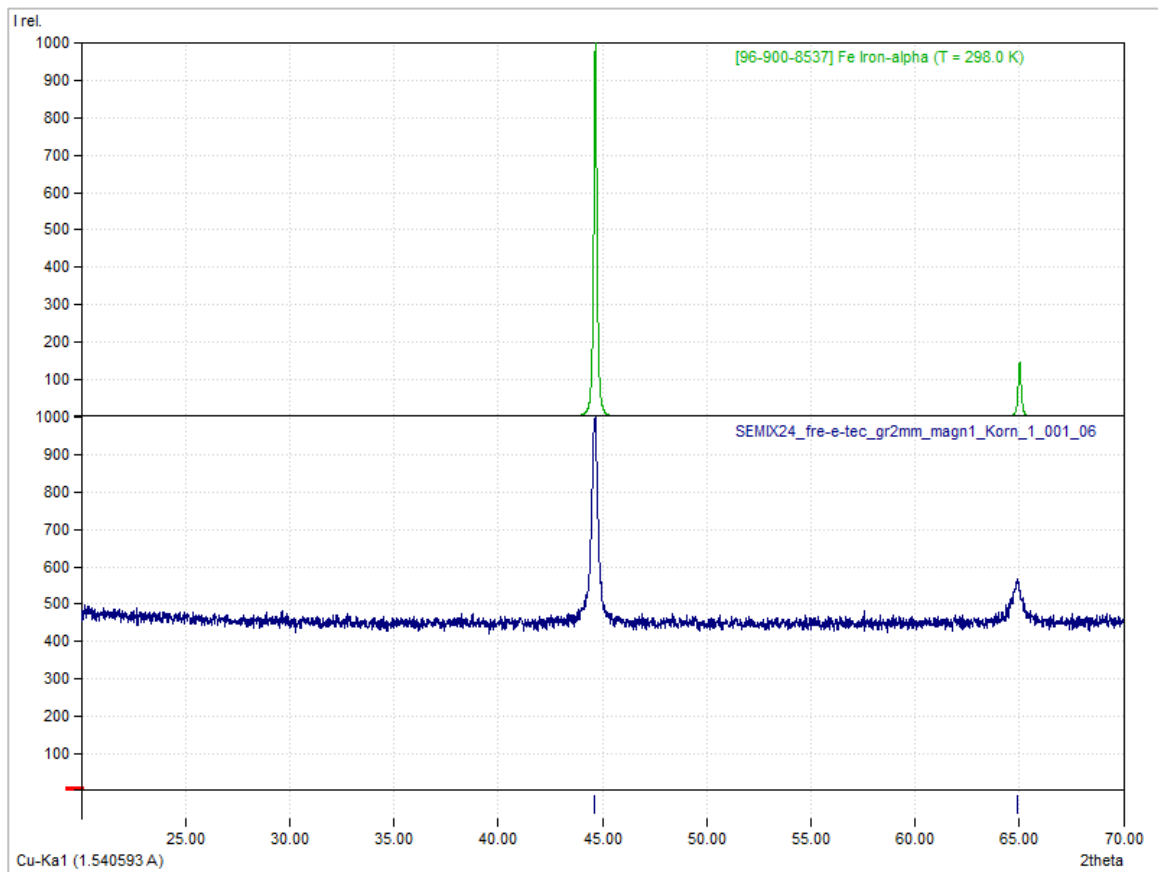
© Fraunhofer IBP



Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)

Rückgewinnung von Eisen

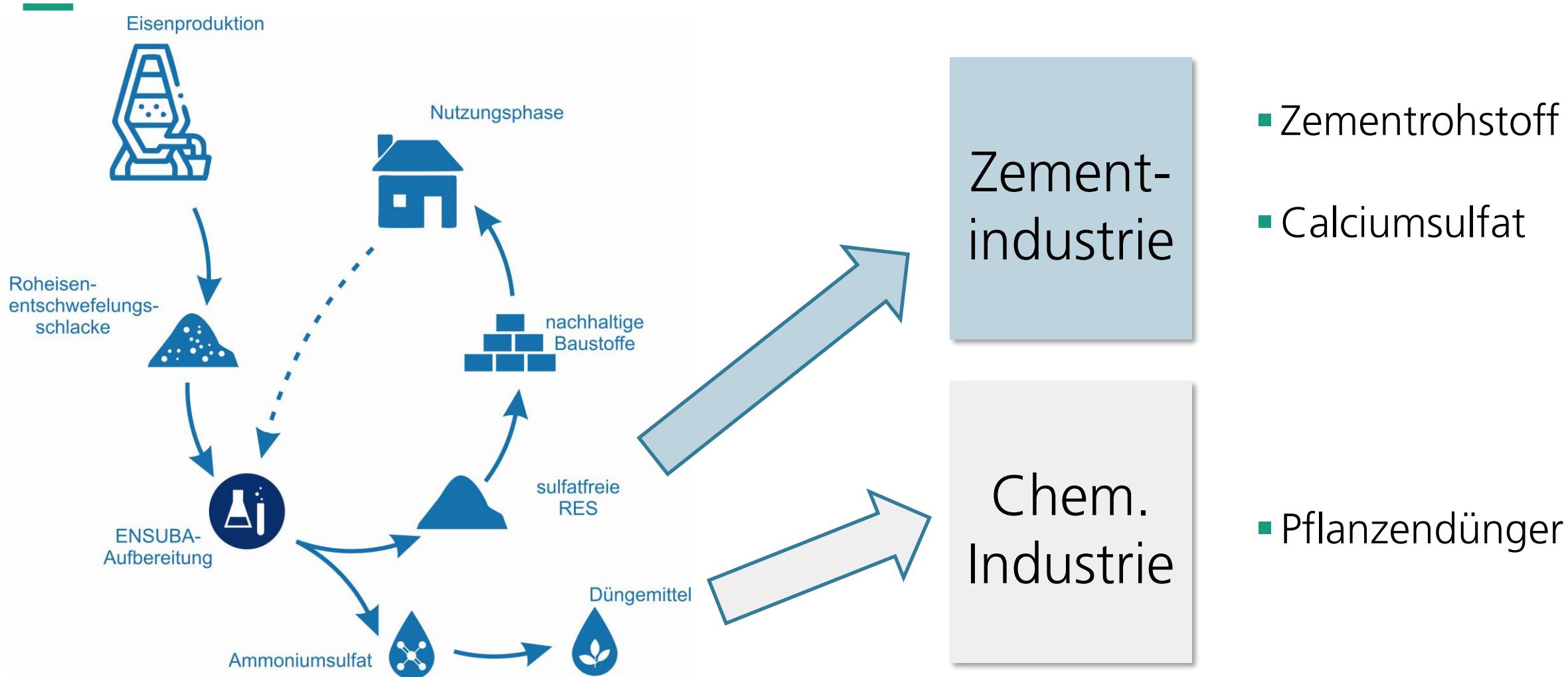


Eisengehalte zwischen 85% - 95%
Rückführung
in Stahlindustrie möglich!



Kooperationsprojekt "RESycling"

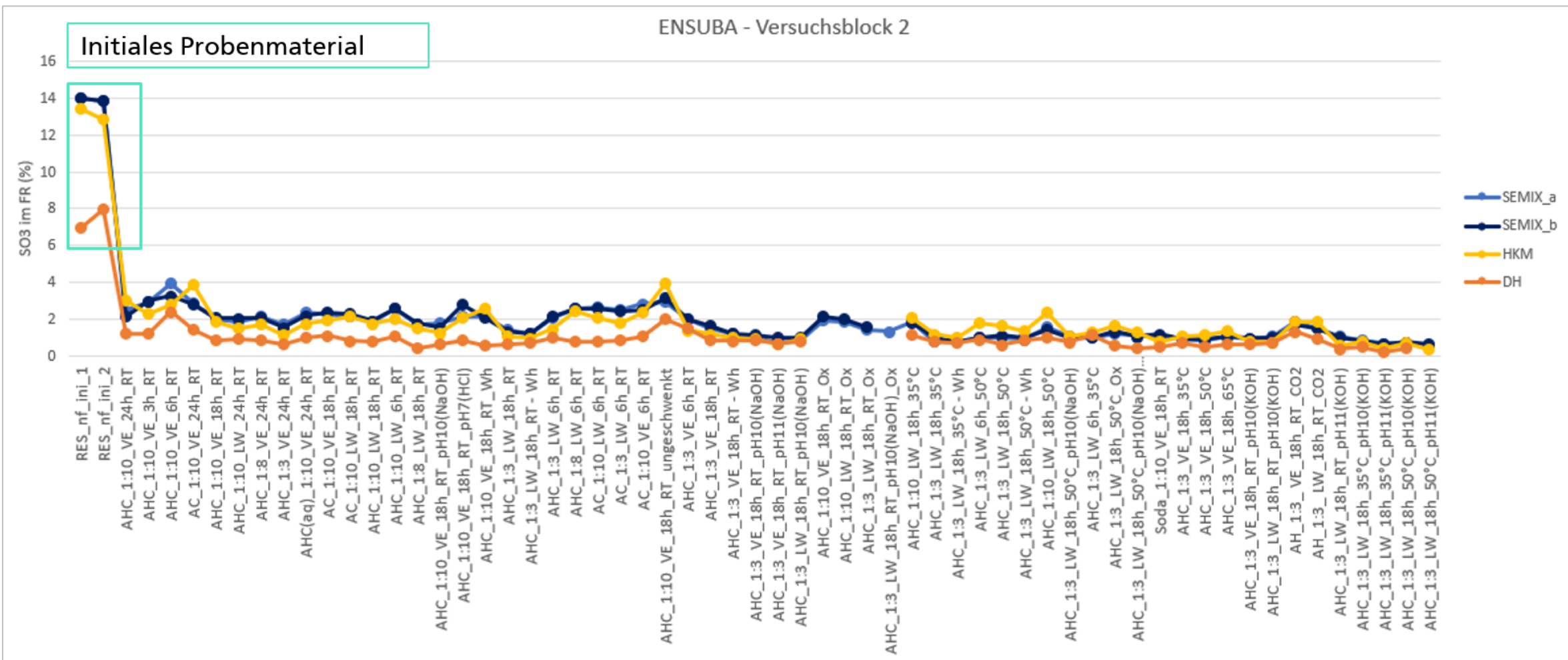
Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)





Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)



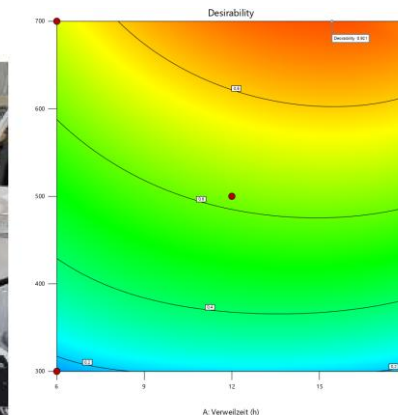
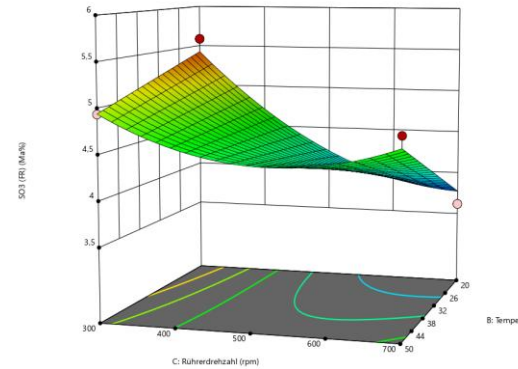


Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)

Skalierung der Versuche mittels DoE

- Becherglas -> 2l Reaktor -> 50l Reaktor
- Haupteinfluss:
 - Temperatur, Drehzahl, Verweilzeit





Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)

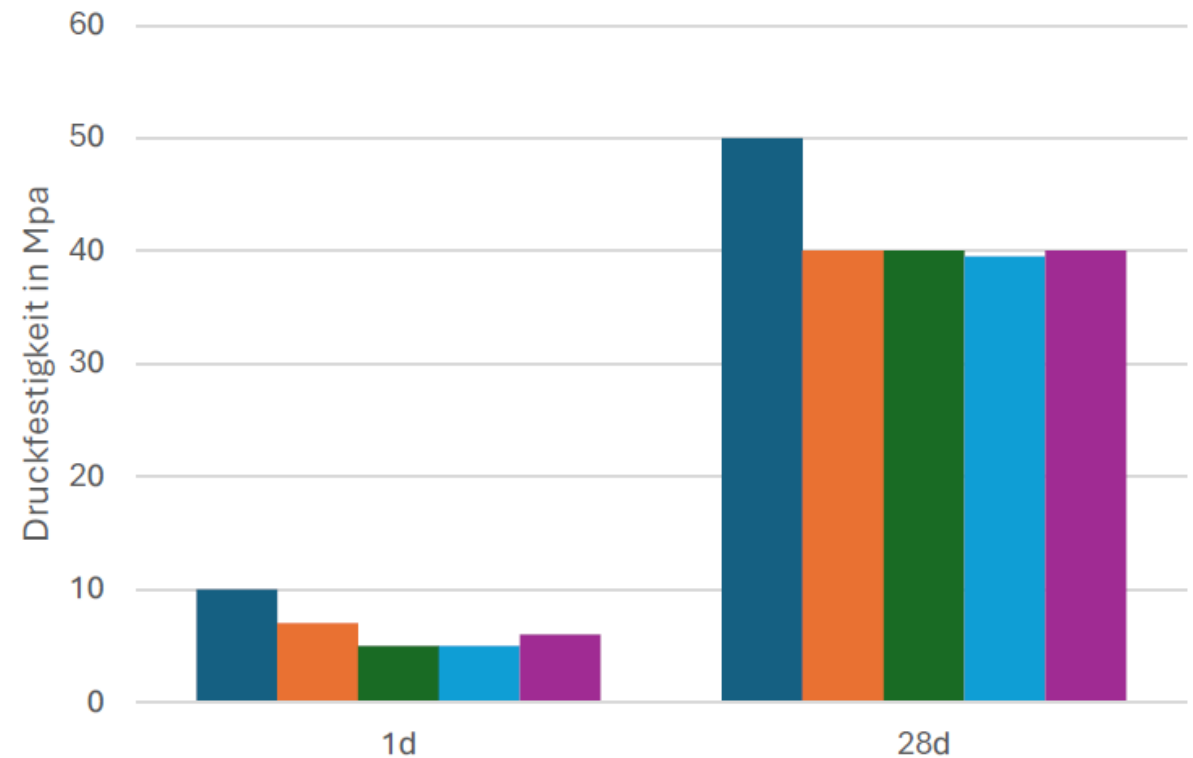
- Skalierung in den 50l Maßstab
 - Konzeption & Aufbau Technikumsanlage am Fraunhofer IBP
 - Inbetriebnahme & TÜV-Abnahme im Dezember 25
- Testbetrieb im Januar 26
 - Verfahren konnte erfolgreich nachgestellt werden
 - Erste Analysen bestätigen erfolgreiche Skalierung





Einsatz Mineralik in der Zementindustrie

- Klinkerersatzstoff ?
- Material nach R³-Test ungeeignet
- Nutzung als Inertmaterial, kein Festigkeitsbeitrag





Einsatz Mineralik in der Zementindustrie

- Sulfatgehalte $< 1\%$ ermöglichen je nach Rohstoffqualität (Alkalien!) den Einsatz als Zementrohstoff
- Wünschenswert wären noch geringere Sulfatgehalte, um uneingeschränkten Einsatz zu ermöglichen
- CO₂-Einsparung $\sim 140\text{kg/t}$



© Rohrdorfer Zement

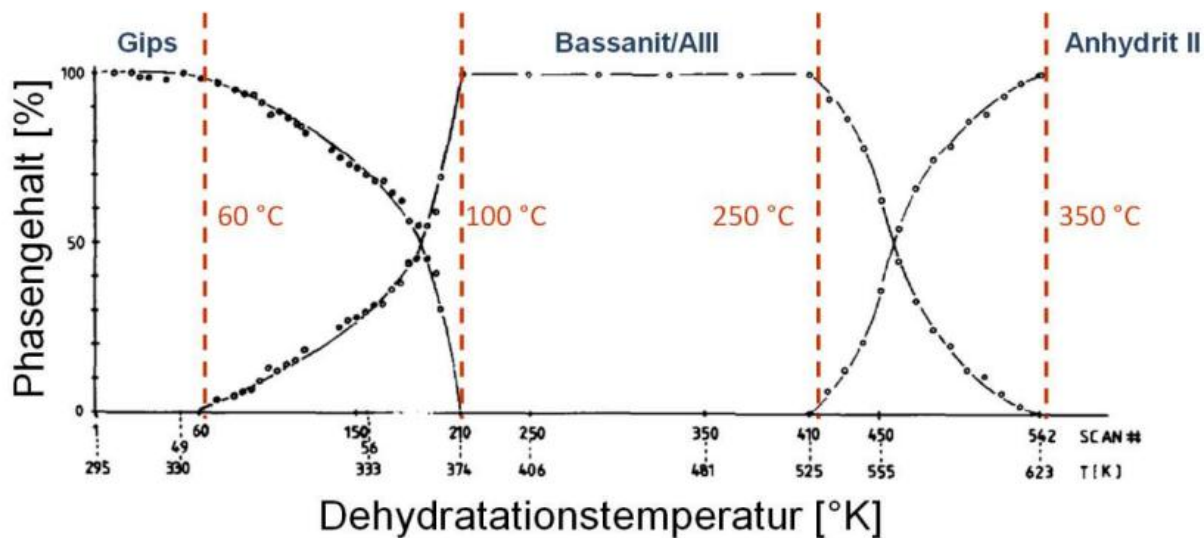


Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)

Gewinnung von Calciumsulfat

Formel	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	$\gamma\text{-CaSO}_4$	$\beta\text{-CaSO}_4$	$\alpha\text{-CaSO}_4$
Mineral	Gips	Bassanit	Anhydrit III	Anhydrit II	Anhydrit I
Bezeichnung	Dihydrat	Halbhydrat	Löslicher Anhydrit	Unlös. Anhydrit	Hochtemp. Anhydrit



Aus: Seufert, 2011, <https://open.fau.de/handle/openfau/1935>



Verwertung des Calciumsulfats im Zementwerk möglich!



Einsatz des Filtrats als Düngemittel

- Nicht geeignet für Einsatz auf Substrat (Gewächshäuser)
- Gute Eignung für Freigelände nachgewiesen
- Positive Auswirkungen durch (Schwer-)Metallspezies aus RES



Wachstumstest Kontrolle



Wachstumstest Behandlung

Verwertung des Filtrats als Düngemittel möglich!



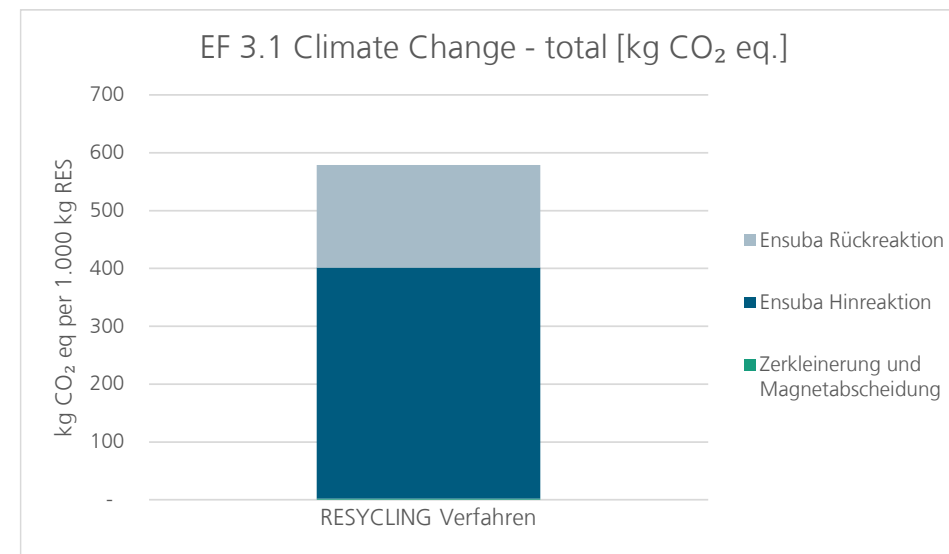
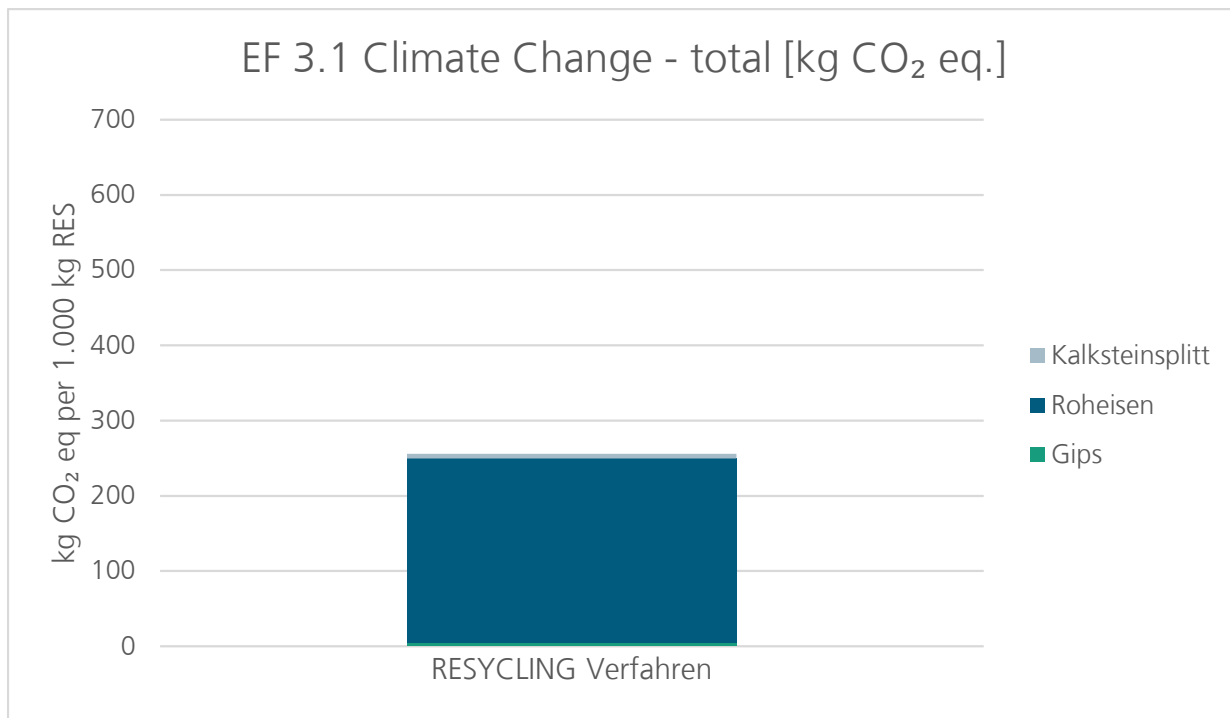
© Fraunhofer IBP



Kooperationsprojekt "RESycling"

Reduzierte Prozessemissionen in der Stahl- und Zementherstellung: Aufbereitung & Nutzung von Roheisenentschwefelungsschlacke (RES)

Ökobilanzierung



Grundsätzlich gilt:

- Rückgewinnung von Roheisen aus der Schlacke ökologisch vorteilhaft
- Derzeit hoher Energie- und Materialbedarf beim ENSUBA Verfahren
- Weiteres hohes Potential möglich durch Anwendung als Dünger



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit
und die Zusammenarbeit
