

Reiter Sarah, Schinnerl Florian, Lehner Markus

Direkte, wässrige Karbonatisierung zur CO₂- Speicherung: MVA-Rückstände

Recy & Depo Tech 2024
Leoben, 15.11.2024

Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes
Montanuniversität Leoben

Übersicht

- Karbonatisierung
- Einsatzmaterialien
 - MVA-Rückstände
- Untersuchte Proben
- Experimentelle Untersuchung
- Ergebnisse

Karbonatisierung

Einführung



Basiert auf natürlicher Silikatverwitterung



Thermodynamisch stabilste Derivate von CO_2
→ sichere und langfristige CO_2 -Bindung

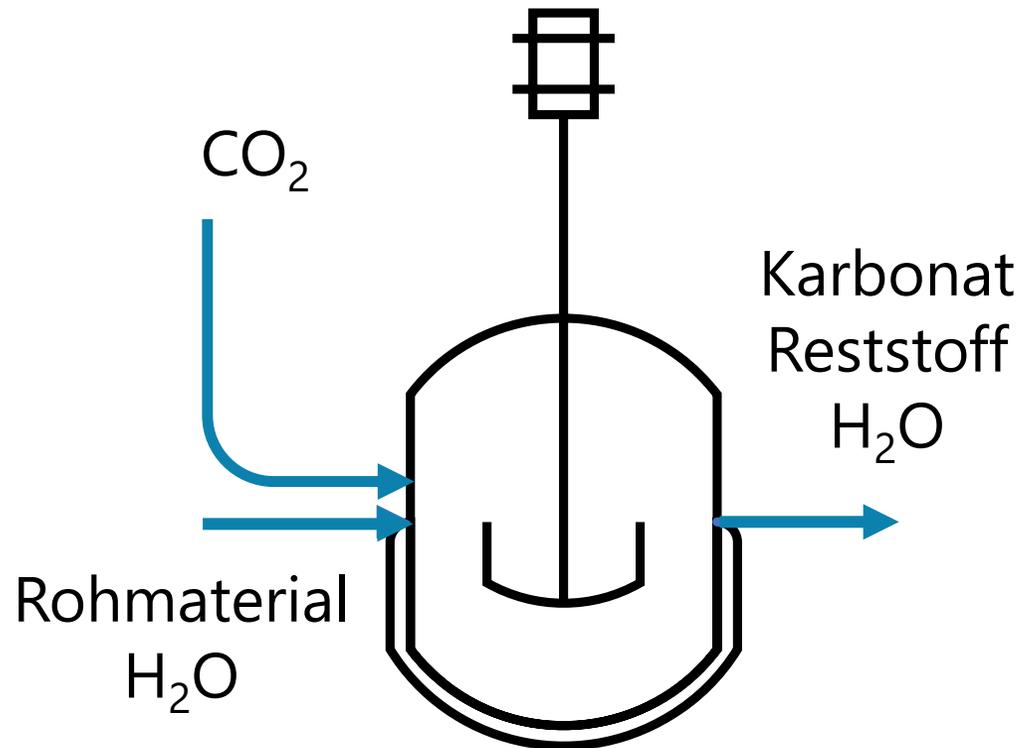


Gesteine reich an Ca/Mg-Silikaten nehmen atmosphärisches CO_2 auf und bilden Karbonate

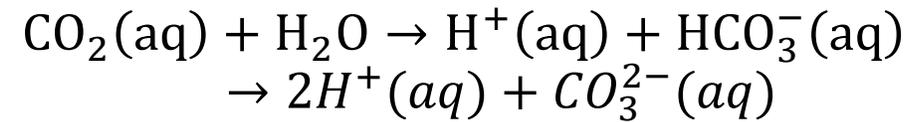


Herausforderung:
Extrem langsame Reaktionskinetik
→ Intensivierung der Prozessbedingungen

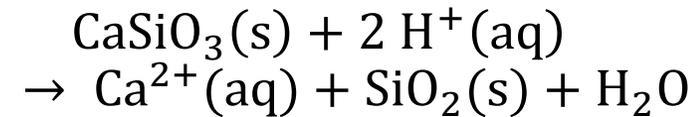
Direkte, wässrige Karbonatisierung



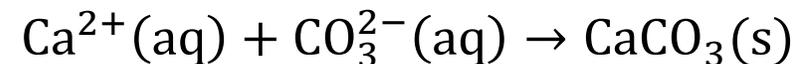
CO_2 -Lösung und Dissoziation



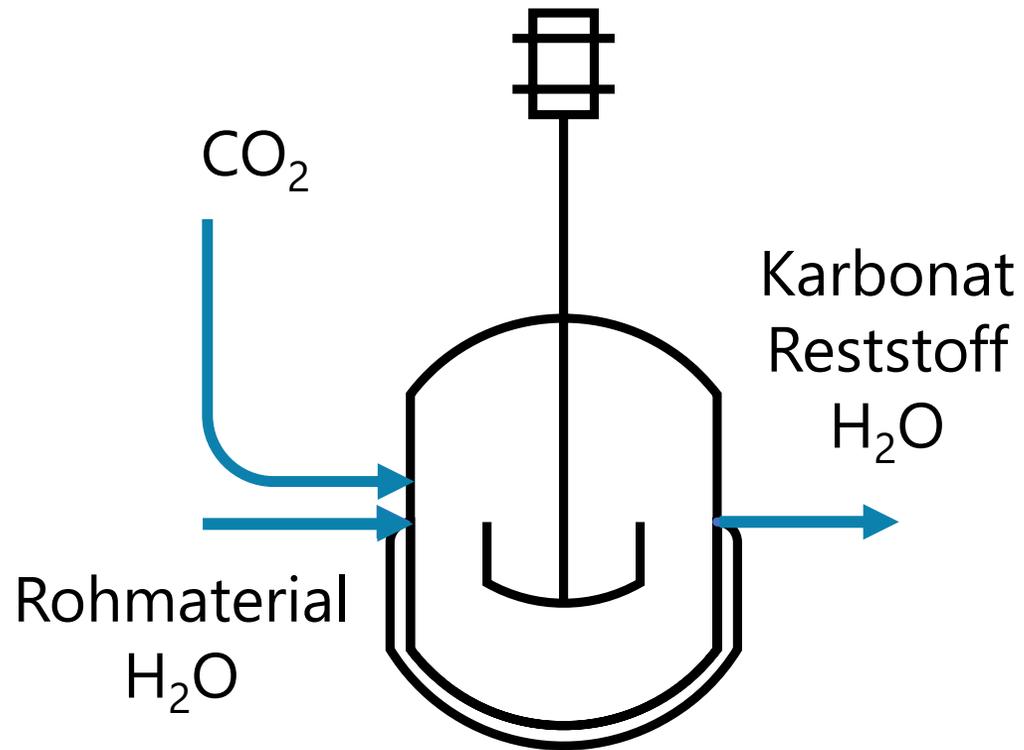
Minerallösung



Karbonatfällung



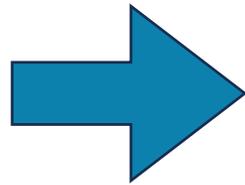
Direkte, wässrige Karbonatisierung



- Erhöhte Temperaturen um Minerallöslichkeit zu verbessern
- Erhöhte Drücke um CO₂-Löslichkeit zu verbessern

Sekundäre Einsatzmaterialien

- Eisen- und Stahlwerksschlacken
- Stäube aus der Zementindustrie
- Betonabbruchmaterialien
- Rückstände aus der Feuerfestindustrie
- Rotschlamm
- **Verbrennungsaschen und Schlacken**



- Produzenten sind große CO₂-Emittenten
- "Hard-to-Abate" – Emissionen
- Reduktion der CO₂-Emissionen durch Verwendung eigener Reststoffe
- CO₂-Speicherung in Stoffen die ohnehin deponiert werden
ODER
neue Nutzungen für karbonatisierte Materialien

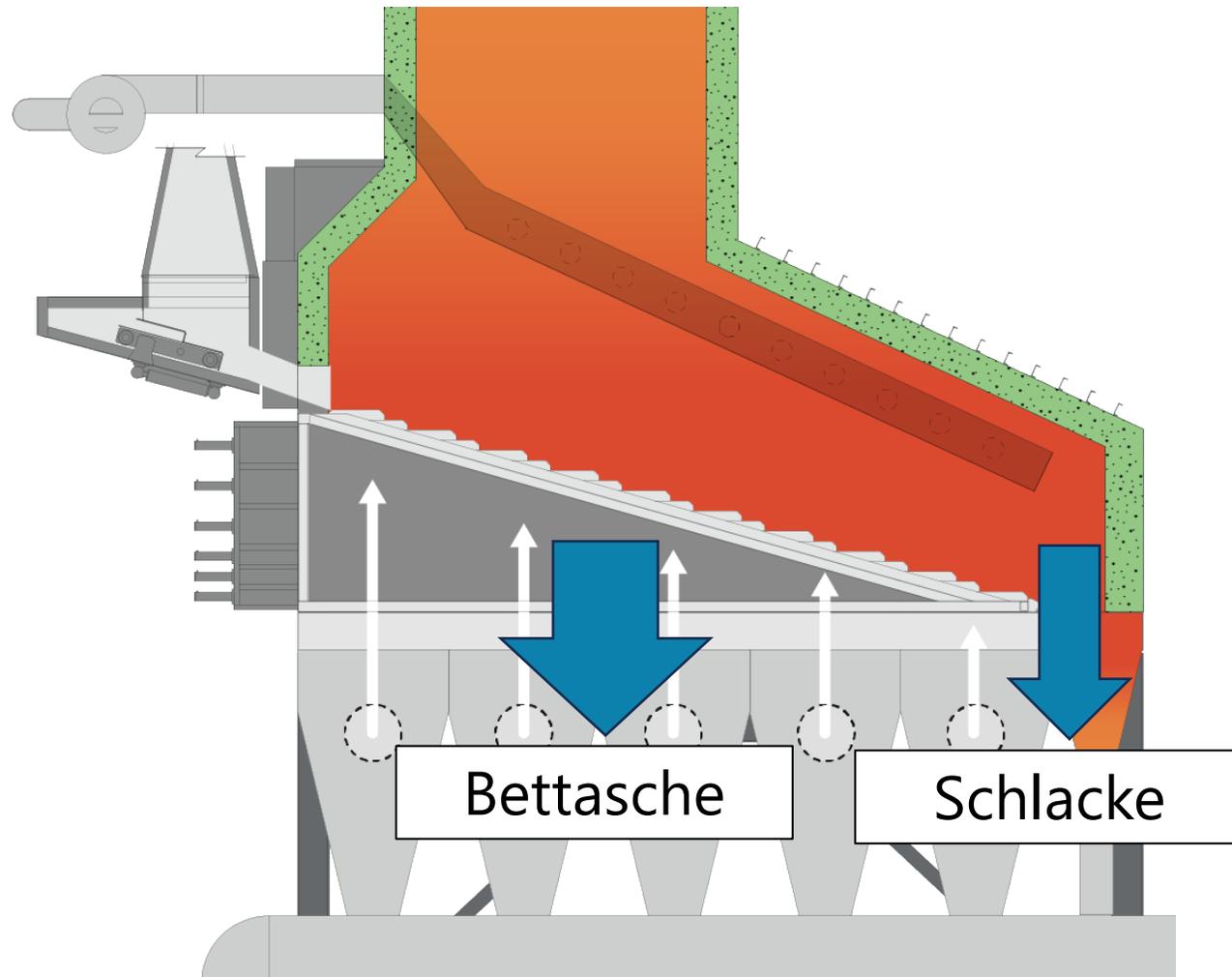
Potential für die thermische Abfallverwertung

- BMK, 2023:
 - 2,5 Mio. t Abfälle in AUT jährlich verwertet
 - Aschen und Schlacken: 660.000 t
 - Großteil deponiert: 605.000 t



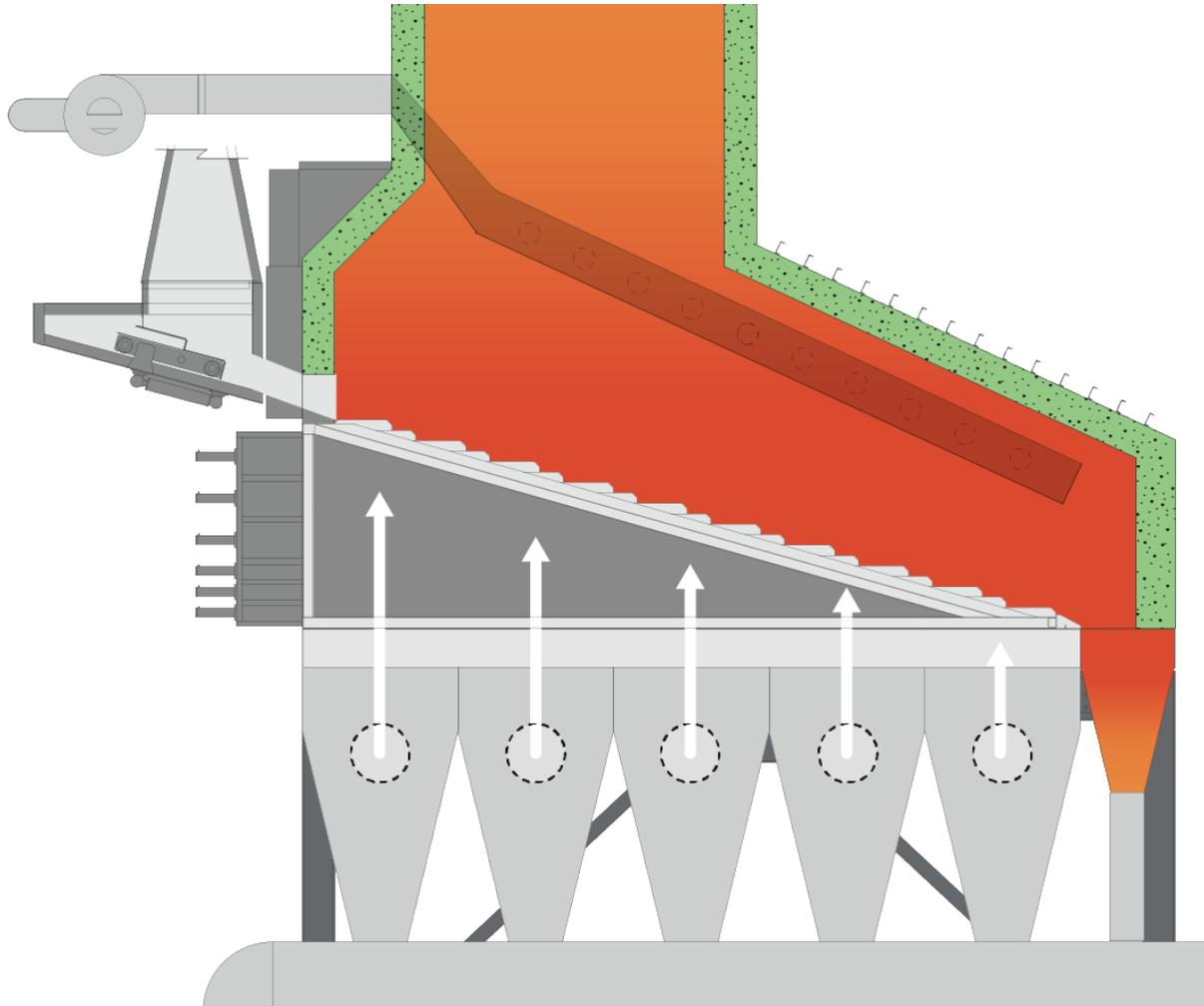
Experimentelle Untersuchung von MVA-Rückständen

Untersuchte Proben



- 4 Proben einer MVA aus AUT mit Rostfeuerung
 - Bettasche
 - Schlacke

Untersuchte Proben



Schlacke

- frisch
- gealtert

- Rohzustand
- gemahlen
90-125 μm

Bettasche

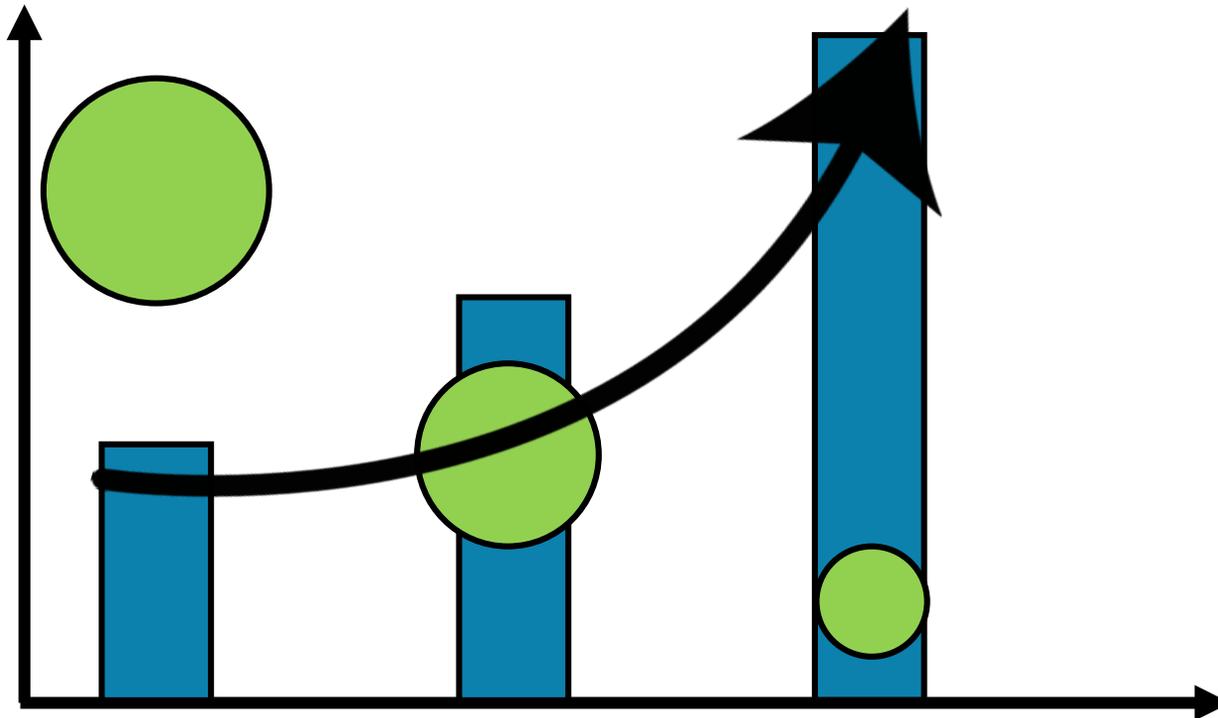
- Fein
- grob

- Rohzustand
90-125 μm
- gemahlen
90-125 μm

Untersuchte Proben

– gemahlen
90-125 μm

Korngröße?



- CO_2 -Aufnahme steigt mit geringeren Korngrößen
- Energieaufwand für Mahlung erhöht sich drastisch
- Deponierung von Feinmaterialien?

Zusammensetzung

Spezies	Schlacke frisch	Schlacke gealtert	Asche fein	Asche grob
CaO _{frei}	18	10	25	7
MgO <i>wt.-%</i>	-	2	-	-
Fe ₂ O ₃	16	18	8	4

$$U_{th} = \left(\sum \left(\frac{Ca}{MM_{Ca}} + \frac{Mg}{MM_{Mg}} + \frac{Fe}{MM_{Fe}} \right) MM_{CO_2} \right) 10$$

Zusammensetzung

Spezies		Schlacke frisch	Schlacke gealtert	Asche fein	Asche grob
CaO _{frei}		18	10	25	7
MgO	wt.-%	-	2	-	-
Fe ₂ O ₃		16	18	8	4
U_{th}	kg t⁻¹	228	195	238	80

$$U_{th} = \left(\sum \left(\frac{Ca}{MM_{Ca}} + \frac{Mg}{MM_{Mg}} + \frac{Fe}{MM_{Fe}} \right) MM_{CO_2} \right) 10$$

Versuchsablauf

- Probe trocknen 2h, 105°C
- 9 g in 100 ml DI-Wasser suspendiert
- Reaktor beladen
- Aufheizen mit elektrischem Heizmantel
- Injektion des Reaktionsgases
- Nach Reaktionszeit: Abkühlen <80°C, Druckablass
- Filtrieren der Suspension
- Feststoffrückstand trocknen 2h, 105°C
- Bestimmung der CO₂-Aufnahme mit TGA



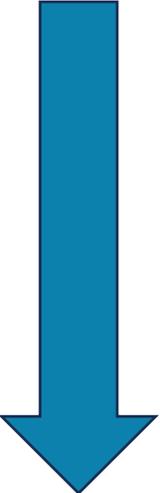
Versuchsparameter

Temp. °C	P_{total} bar	P_{CO_2} bar	Korngröße μm	F/F-Verhältnis g l^{-1}
Umgebung	1	0.15	Roh	befeuchtet

Karbonatisierung bei milden Bedingungen
mit Prozessgas

Versuchsparameter

Temp. °C	P_{total} bar	P_{CO_2} bar	Korngröße μm	F/F-Verhältnis g l^{-1}
Umgebung	1	0.15	Roh	befeuchtet

 Zunehmende Intensivierung der
Versuchsparameter
Prozessoptimierung

Versuchsparameter

Temp. °C	P _{total} bar	P _{CO2} bar	Korngröße µm	F/F-Verhältnis g l ⁻¹
Umgebung	1	0.15	Roh	befeuchtet
Umgebung	1	0.15	Roh	90

Versuchsparameter

Temp. °C	P _{total} bar	P _{CO2} bar	Korngröße µm	F/F-Verhältnis g l ⁻¹
Umgebung	1	0.15	Roh	befeuchtet
Umgebung	1	0.15	Roh	90
Umgebung	1	0.15	90-125	90

Versuchsparameter

Temp. °C	P _{total} bar	P _{CO2} bar	Korngröße µm	F/F-Verhältnis g l ⁻¹
Umgebung	1	0.15	Roh	befeuchtet
Umgebung	1	0.15	Roh	90
Umgebung	1	0.15	90-125	90
Umgebung	20		90-125	90

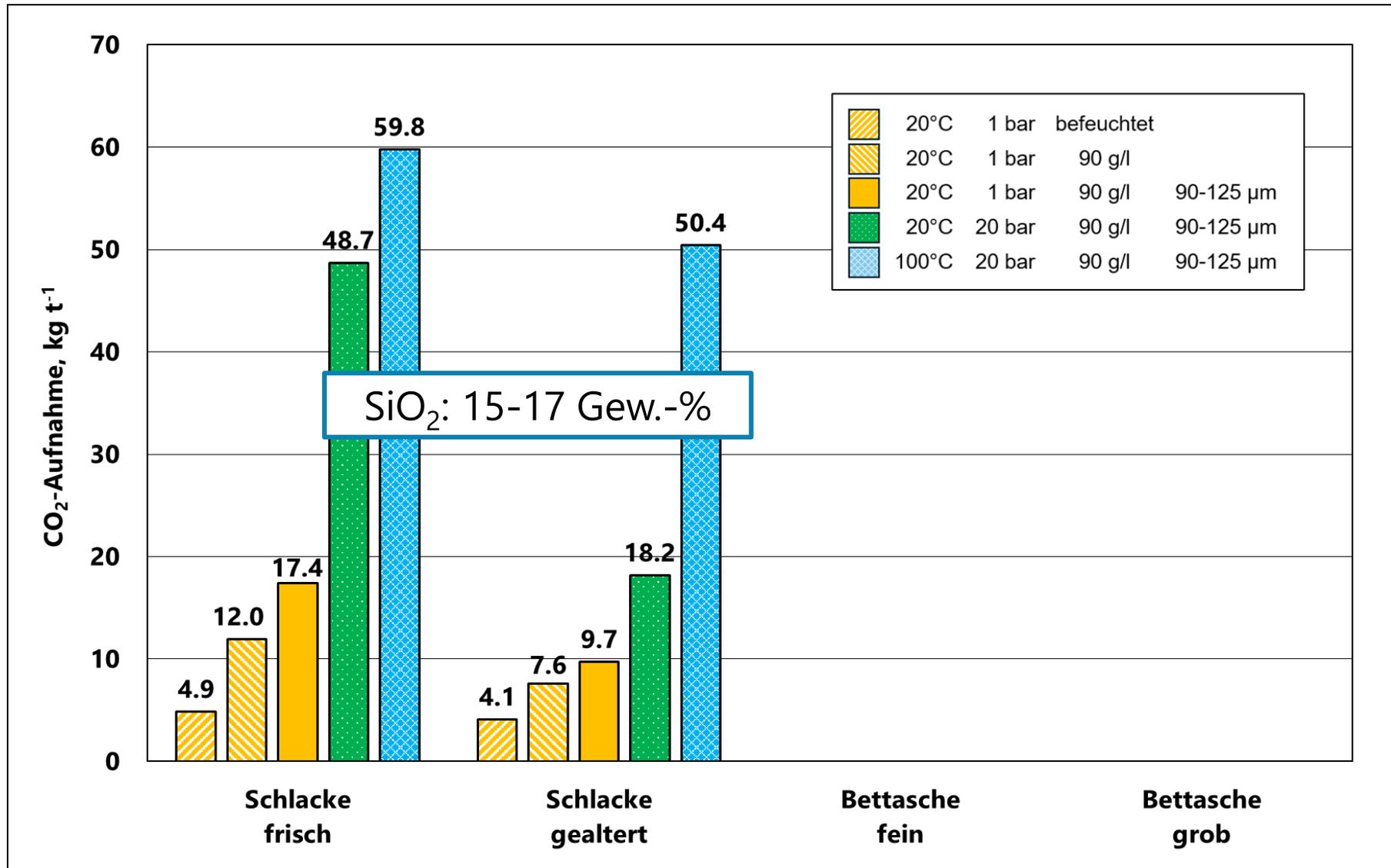
Versuchsparameter

Temp. °C	P _{total} bar	P _{CO2} bar	Korngröße µm	F/F-Verhältnis g l ⁻¹
Umgebung	1	0.15	Roh, 90-125	befeuchtet
Umgebung	1	0.15	Roh, 90-125	90
Umgebung	1	0.15	90-125	90
Umgebung	20		90-125	90
100	20		90-125	90

Ergebnisse

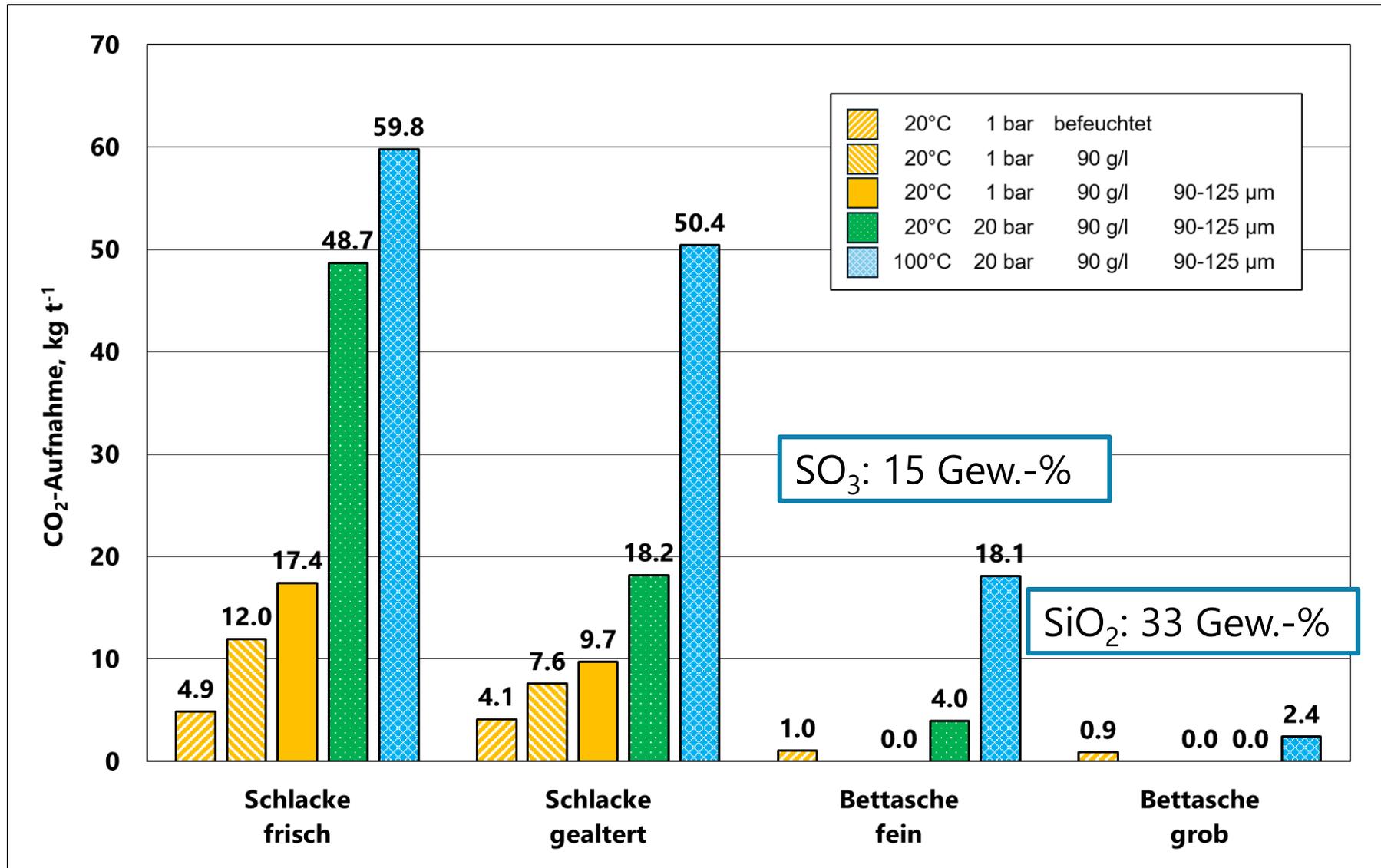
Ergebnisse

Schlacken



Ergebnisse

Bettasche



Zusammenfassung

- MVA-Rückstände haben Potential zur CO₂-Bindung
 - Intensivierung der Reaktionsbedingungen notwendig
 - Schlacke zeigt Potential
 - Untersuchte Bettasche ungeeignet
 - Genauere Kenntnisse über Mineralogie notwendig
- Diffusionshemmung durch vorhandene Silikate
- Versuche zeigen Optimierungsbedarf

Danke!

Direkte, wässrige Karbonatisierung zur CO₂-Speicherung: MVA-Rückstände



DI Sarah Reiter

sarah.reiter@unileoben.ac.at

+43 3842 402 5008

**Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des
industriellen Umweltschutzes**

Montanuniversität Leoben

Franz Josef-Straße 18

8700 Leoben



DI Florian Schinnerl

florian.schinnerl@unileoben.ac.at

+43 3842 402 5008

**Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des
industriellen Umweltschutzes**

Montanuniversität Leoben

Franz Josef-Straße 18

8700 Leoben