



Einfluss der CO₂-Speicherung in KVA-Schlacke auf die Deponienachsorge und das Klima

Patrick Kämpfer, Fachstelle Sekundärrohstoffe

Rückblick VBSA Klimafonds, 10.12.2024



- Exogene Geologie
- Gestein-Wasser-Interaktion
- Isotopengeologie
- Mineralogie / Kristallographie
- Petrologie
- Quartärgeologie
- Tektonik

Expertise in:

- **Charakterisierung** von mineralischen Abfällen (Mineralogie, Chemie, Partikeleigenschaften)
- Beurteilung des **Recyclingpotentials** von mineralischen Abfällen (Labor → Industriemassstab)
- Prozessverständnis und Unterstützung bei der **Qualitätsoptimierung** von mineralischen Abfällen
- Bewertung des **Umweltverhaltens** bei belasteten Standorten, auf Deponien und in Recyclingprodukten

Verbrennungsrückstände
und Deponien

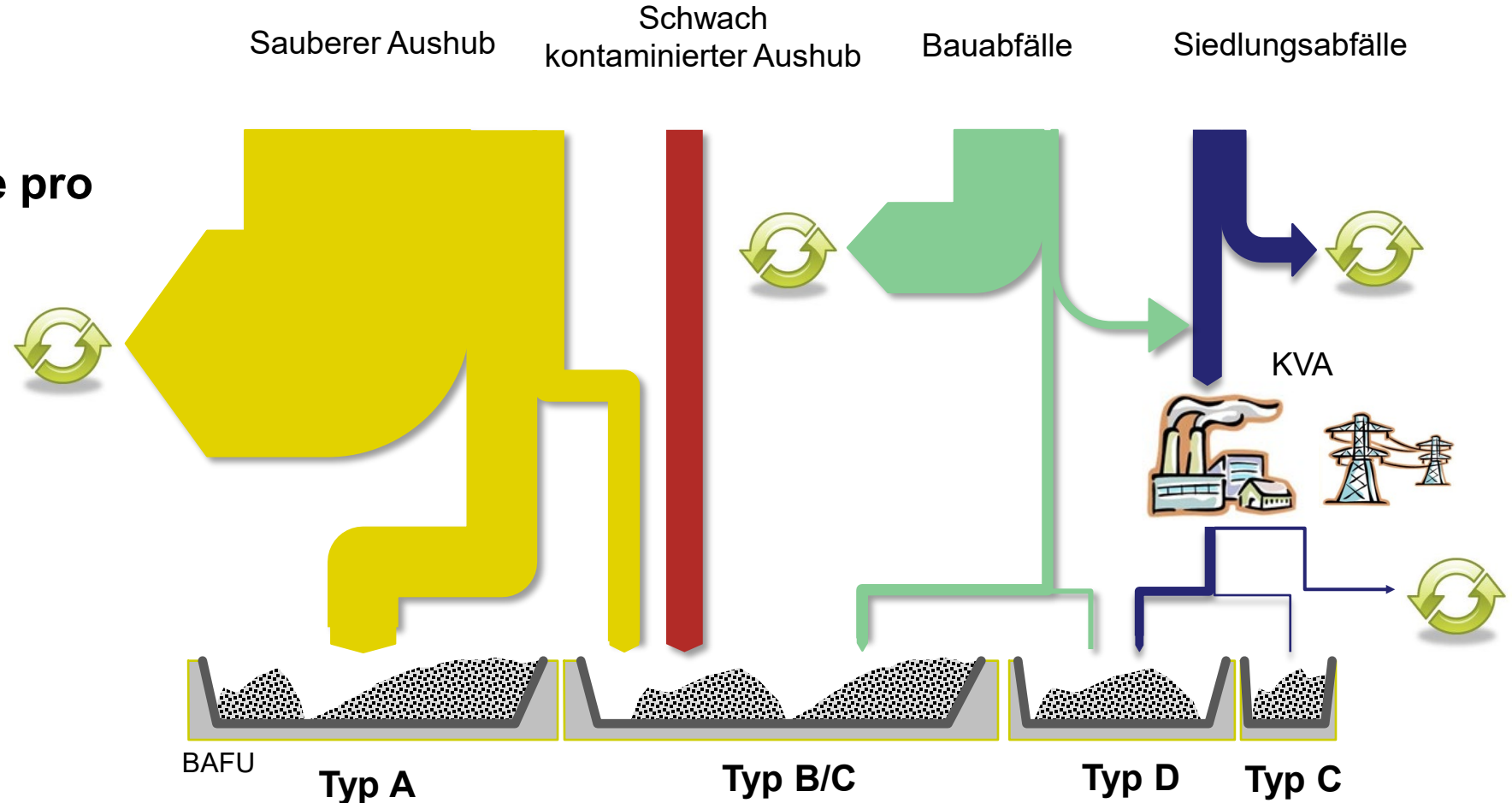


Langjährige Zusammenarbeit mit:

- **Behörden und Verbände:** BAFU, Kantone, VBSA, Cemsuisse, etc.
- **Industrie:** KVA, Recyclingunternehmen, Zement-/Betonwerke, etc.
- **Wissenschaft:** PSI, ETH, EMPA, FH Ost, etc.

Mineralische Abfälle in der Schweiz

**Produktion von 80
Millionen Tonnen
mineralische Abfälle pro
Jahr**



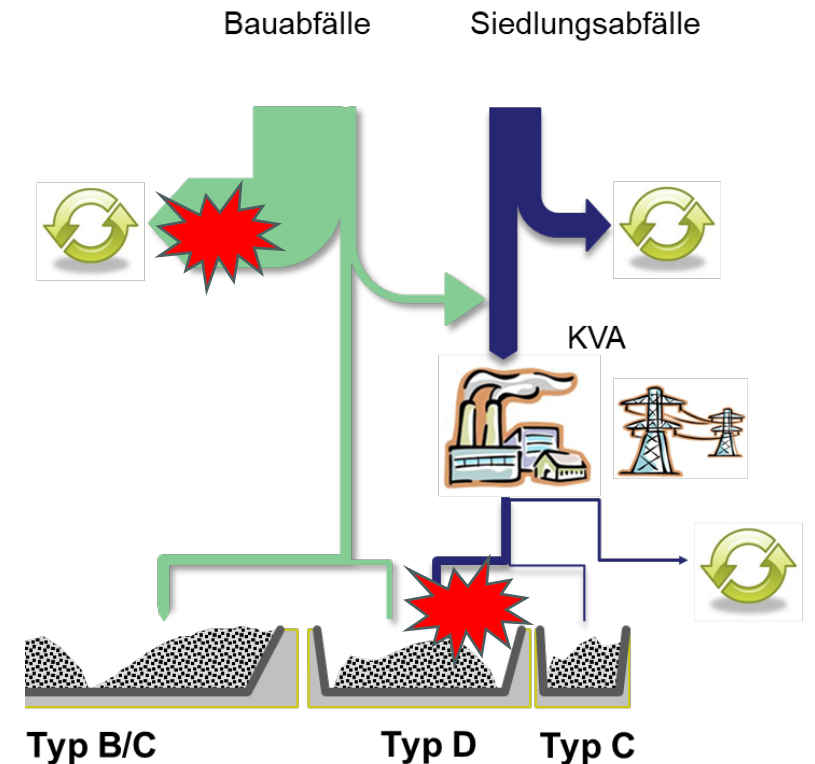
Karbonatisierung von mineralischen Abfällen ist in der Schweiz nicht erst seit den Klimadiskussionen ein Thema

- Im Bauwesen, insbesondere bei den Baustoffen Zement und Beton, spielt die Karbonatisierung eine wichtige Rolle → Förderung der Zementhydratation.

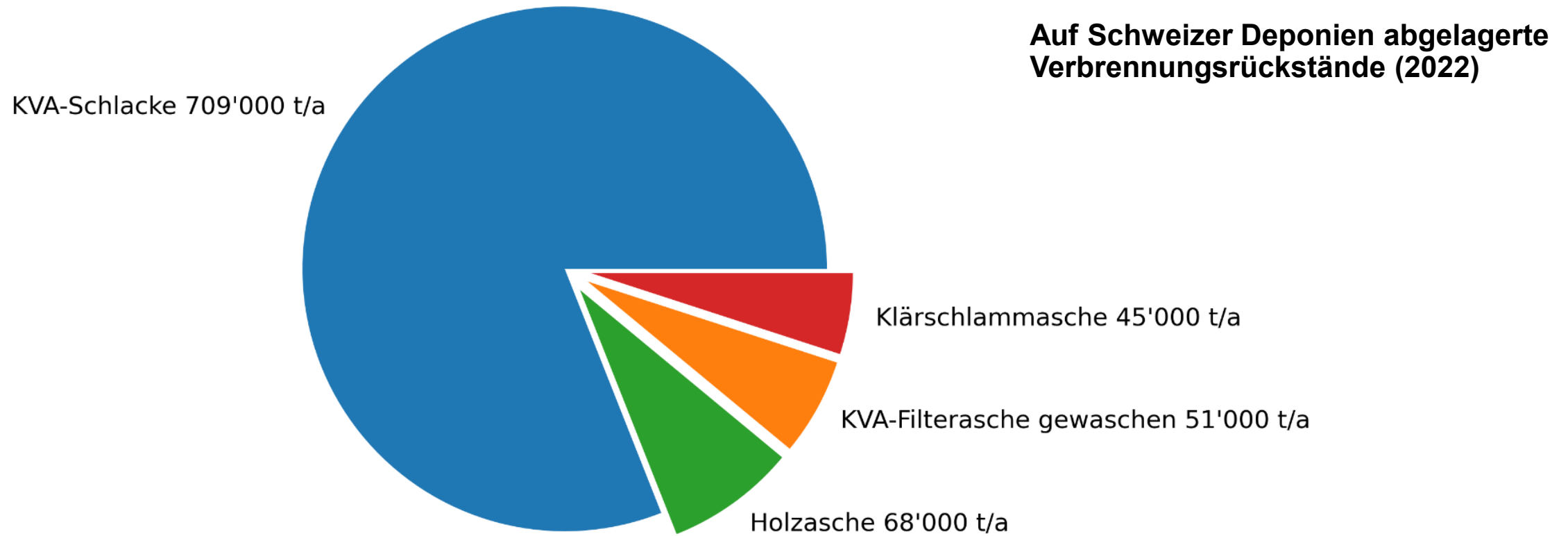
In den letzten Jahren -> Fokusverschiebung der Karbonatisierungsthematik vom Bauwesen zum Klimaschutz

- Zukünftig sollen mineralische Abfälle CO₂ fixieren
- KVA-Schlacken als lokaler CO₂-Speicher?

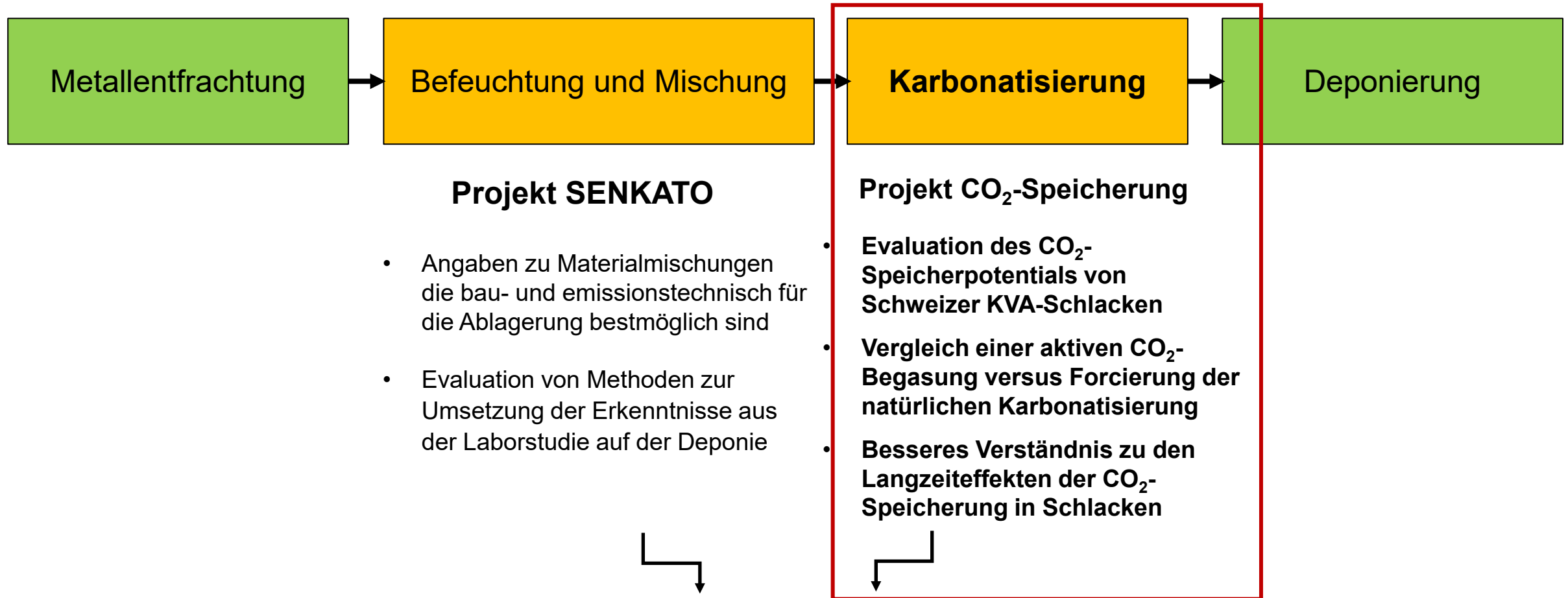
Die Aktivitäten verschiedener Akteure im Bereich der Schlacken-Karbonatisierung haben zu Diskussionen in der Abfallverbrennungs- und Deponiebranche geführt.



Ablagerung von Verbrennungsrückständen



Konditionierung der Verbrennungsrückstände



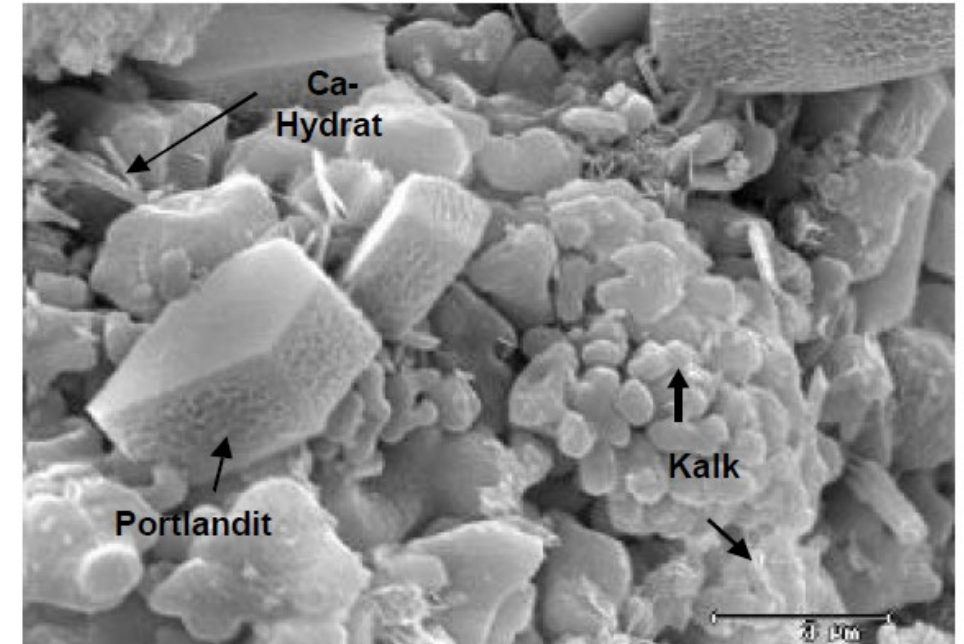
Umsetzung mit Grossversuchen und Guideline für Deponiebetreiber

Gesamtgehalte in Schlacke

• Calcium	15 %	• Blei	0.1 %
• Magnesium	1.5 %	• Zink	0.4 %
• Natrium	2.0 %		

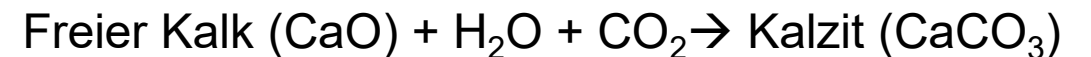
Calciumphasen in Schlacke

Karbonate	Calcit (CaCO_3)
Sulfate	Gips (CaSO_4)
Silikate	Gehlenit ($\text{Ca}_2\text{Al}(\text{Si},\text{Al})\text{O}_7$) Wollastonit ($\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$)
Hydroxide	Portlandit (CaOH_2)
Oxide	Freier Kalk (CaO)



Speiser, 2001

Karbonatisierungsreaktion des Calciums



Laborstudie CO₂-Speicherung in KVA-Schlacke

Versuchsansätze

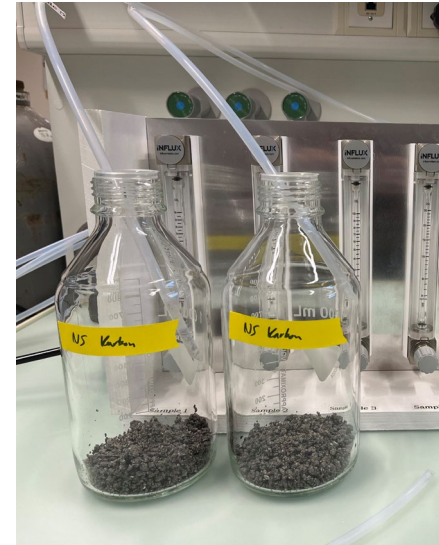
CO₂-Speicherpotential:

Maximal mit reinem CO₂ begasen.

Forcierung der natürlichen CO₂-Speicherung:

Material befeuchten mit unterschiedlichen Wassergehalten.

- Material regelmässig Umschichten
- Begasen mit 12% CO₂
- Unterschiedliche Begasungsdauer



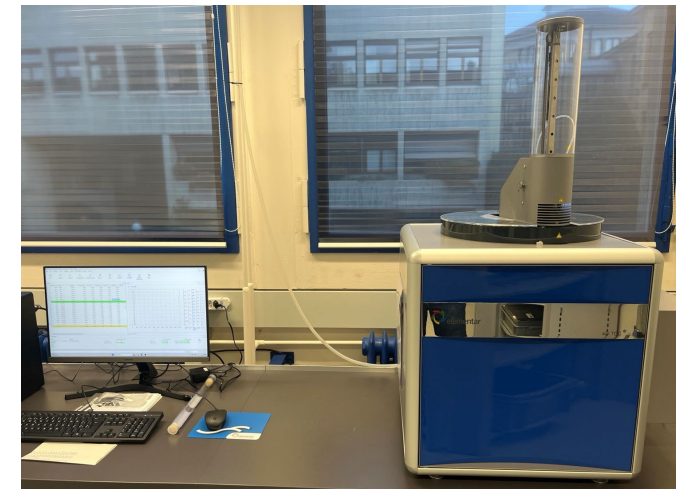
Spätere, grosstechnische
Umsetzung

Bei KVA:

Mittels Rauchgases (12% CO₂)

Auf Deponie:

Mittels Luft (0.04% CO₂)



CO₂-Speicherpotential von KVA-Schlacke

Erste Resultate

Aktive Karbonatisierung mit CO₂:

Schlacke mit 15% Wasser befeuchtet, mit CO₂-begast

Forcierung der natürlichen Karbonatisierung mit CO₂ aus der Luft:

Schlacke mit 15% Wasser befeuchtet, täglich umgeschichtet und nachbefeuchtet

Trockenschlacke



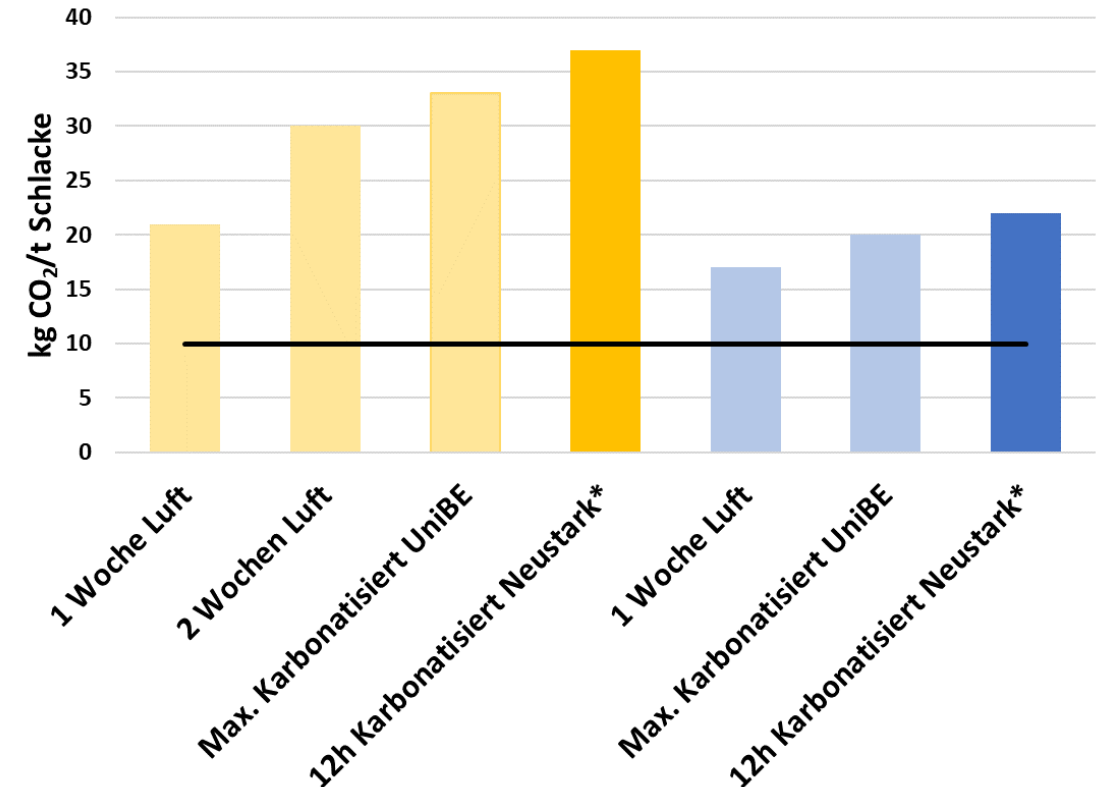
Nassschlacke



Potential RC-Beton



CO₂-Speicherpotential KVA-Schlacke



*Versuche Neustark/ZAR, 2023

Reduktion Schwermetallemissionen auf Deponie

Erste Resultate

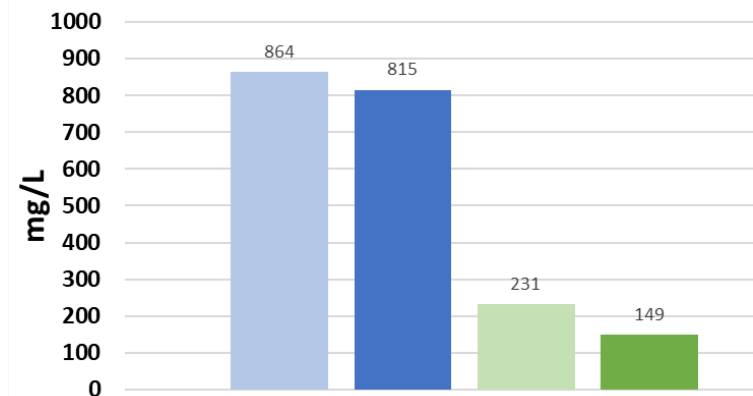
Verändertes Eluatverhalten durch Karbonatbildung (wässriges Eluat VVEA Test 2)

- Calcium repräsentativ für Karbonatisierung
- Blei und Zink Reduktion um ca. 95% nach 1 Woche

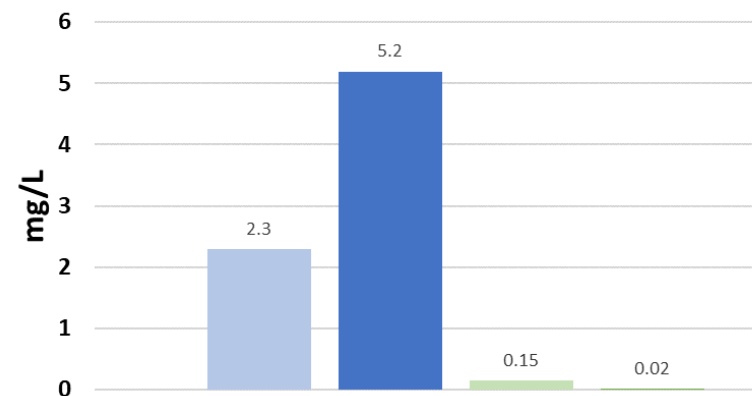
- 1 Woche Argon
- 2 Wochen Argon
- 1 Woche Luft
- 2 Wochen Luft

Lagerung unter Luftausschluss (Argon)
Lagerung an Luft

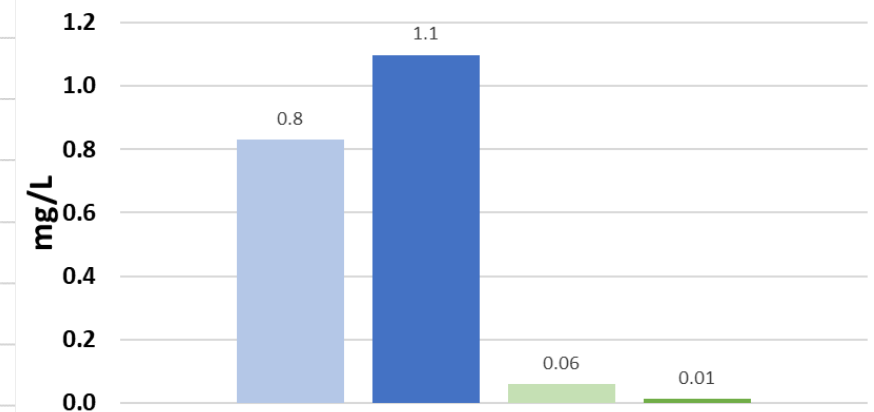
Calcium



Blei



Zink



1. Lagerung ohne Umschichtung

2. Mischung von Schlacke mit Aschen (Holzasche, Klärschlammasche, Filterasche)

3. Säulenperkolations-tests an karbonatisiertem Material:

- Bestimmen der zeitabhängigen Schadstofffreisetzung nach der Karbonatisierung.

4. Prozessverständnis der Karbonatisierung:

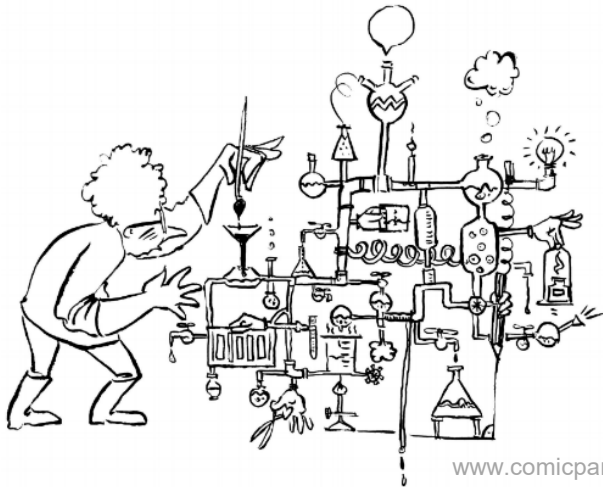
- Einfluss Temperatur?
- Abhängigkeit der Korngrösse?
- Chemische Zusammensetzung?

5. Forcierte Karbonatisierung mittels 12 % CO₂



mein-lernen.at

Vielen Dank!



www.comicpanel.ch

Kontakt

Patrick Kämpfer

Projektleiter / Laborleiter Nasschemie

Fachstelle Sekundärrohstoffe

Universität Bern

Institut für Geologie

Baltzerstrasse 1+3

3012 Bern

Mobile: +41 76 441 03 19

patrick.kaempfer@unibe.ch

www.fachstelle-sekundaerrohstoffe.unibe.ch



^b
**UNIVERSITÄT
BERN**

