



# Ersatzrohstoffe in der Kreislaufwirtschaft

# Fachstelle Sekundärrohstoffe



Prof. Dr. Sergey Churakov



Dr. Urs Eggenberger

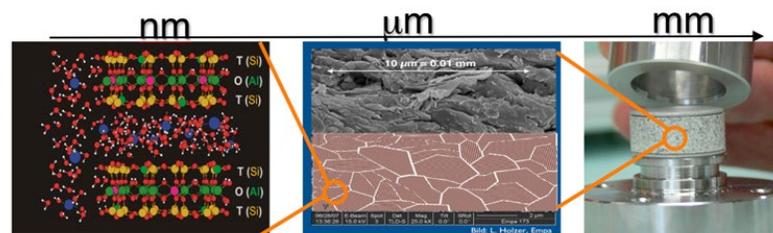


Dr. Mirjam Wolffers



Dr. Gisela Weibel

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



Dr. Frank Gfeller



Ilona Bosoppi



Patrick Kämpfer



Philipp Ingold

## Verbrennungsrückstände und Deponien

*Gisela Weibel*



## Mineralische Sekundärrohstoffe

*Mirjam Wolfers*

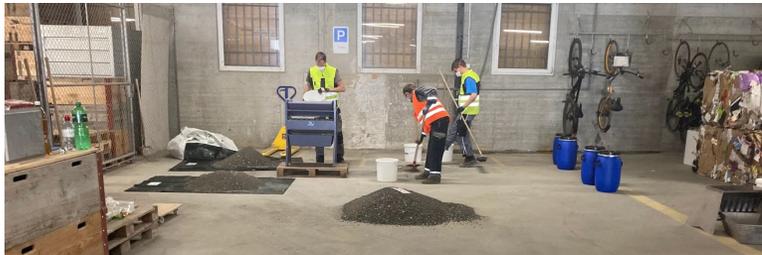
## Belastete Standorte Aus- & Weiterbildung

*Christoph Wanner*

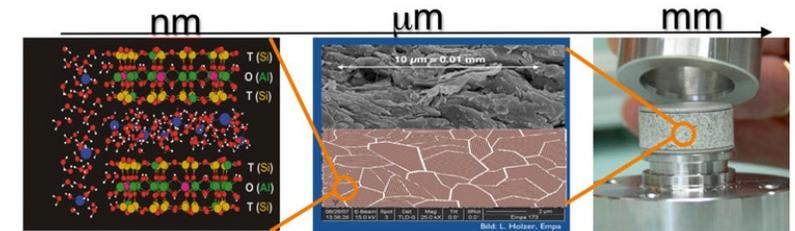
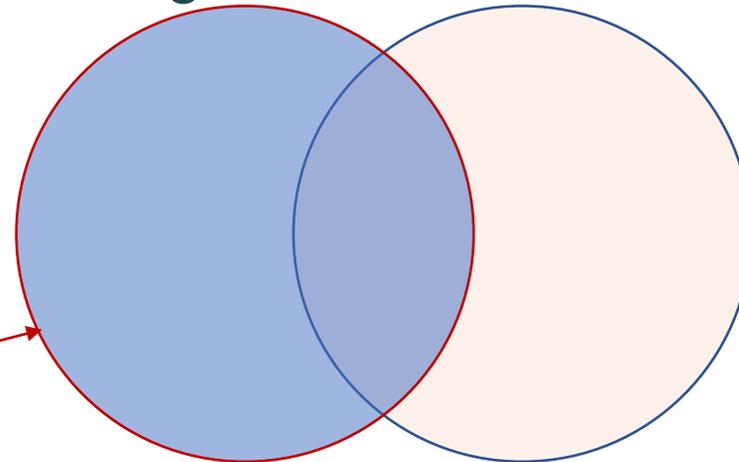


Angewandte Forschung

Grundlagenforschung



Finanziert durch Industrie und Behörden



## Instandhaltung von Laborinfrastruktur

Mineralogisch-geochemische und Partikelcharakterisierungslaboratorien

Nass-Chemie-Laboratorien

## Unabhängige Plattform

- Ganzheitliche Betrachtung (Verarbeitung, Verwertung, Entsorgung)
- Zusammenführung der verschiedenen Arbeiten und Bestrebungen (Konferenzen, Workshops)
- Förderung des Dialogs und Erarbeitung von nationalen Lösungen

## Wissenschaftlicher Partner

- Denkanstoß / Innovationsförderung
- Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen mit PhD/MSc-Arbeiten: Daten zusammentragen, Zusammenhänge aufzeigen, Ideen und Lösungen entwickeln, die wissenschaftlich überprüfbar sind
- Veröffentlichung von Forschungsergebnissen
- Pflege und Weiterentwicklung von Laboratorien / Analysemethoden

## Unabhängiger Beobachter/Evaluator

- Drittmittelprojekte mit klarer Fragestellung / Bewertung von Prozessen
- Wissensbeitrag zu Gesetzgebung und Vollzug / Gutachten



## Beteiligung an der Ausbildung von Studenten

- Laborkurse (Geochemische Gesteinsanalyse, Pulver-XRD)
- Angewandte Vorlesungen und Exkursionen zu aktuellen Forschungsthemen (Kreislaufwirtschaft)
- Betreuung von MSc- und PhD-Studenten (angewandte Forschungsthemen)
- Ausbildung von Studenten in angewandten Fächern, die für eine geologische Karriere in der Industrie/Behörden, geologischen Ämtern notwendig sind

## Unterhalt von Forschungslabors

- Wartung einer großen Anzahl von analytischen Instrumenten in der Feststoff- und Lösungsanalyse
- Hilfestellung für Institutsnutzer
- Weiterentwicklung von Analysemethoden

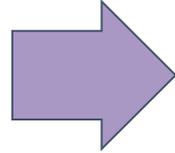
## Vermittlung von wissenschaftlichen Erkenntnissen

- Veröffentlichung von Ergebnissen der angewandten Forschung in begutachteten Fachzeitschriften
- Beiträge zu Konferenzen



### Mineralische Abfallströme identifizieren

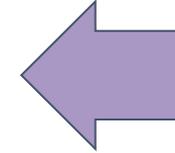
- Stoffflüsse
- Regionale Verfügbarkeiten



### Materialeigenschaften, Verwertungspotential

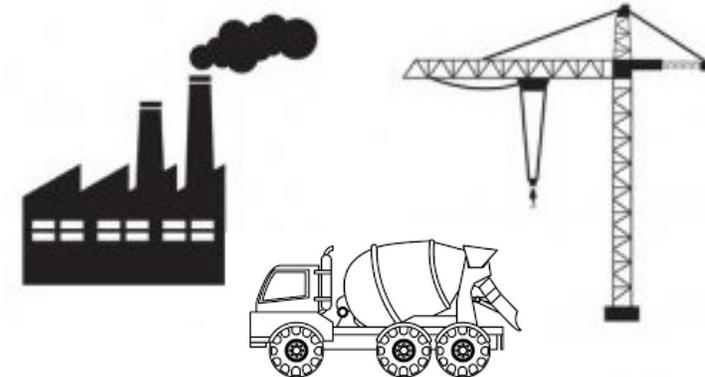
#### Materialparameter:

- Chemie
- Mineralogie
- Festigkeit
- Hydratation
- .....



### Anforderungen

- Zementindustrie
- Betonindustrie
- Grobkeramik
- Bauindustrie





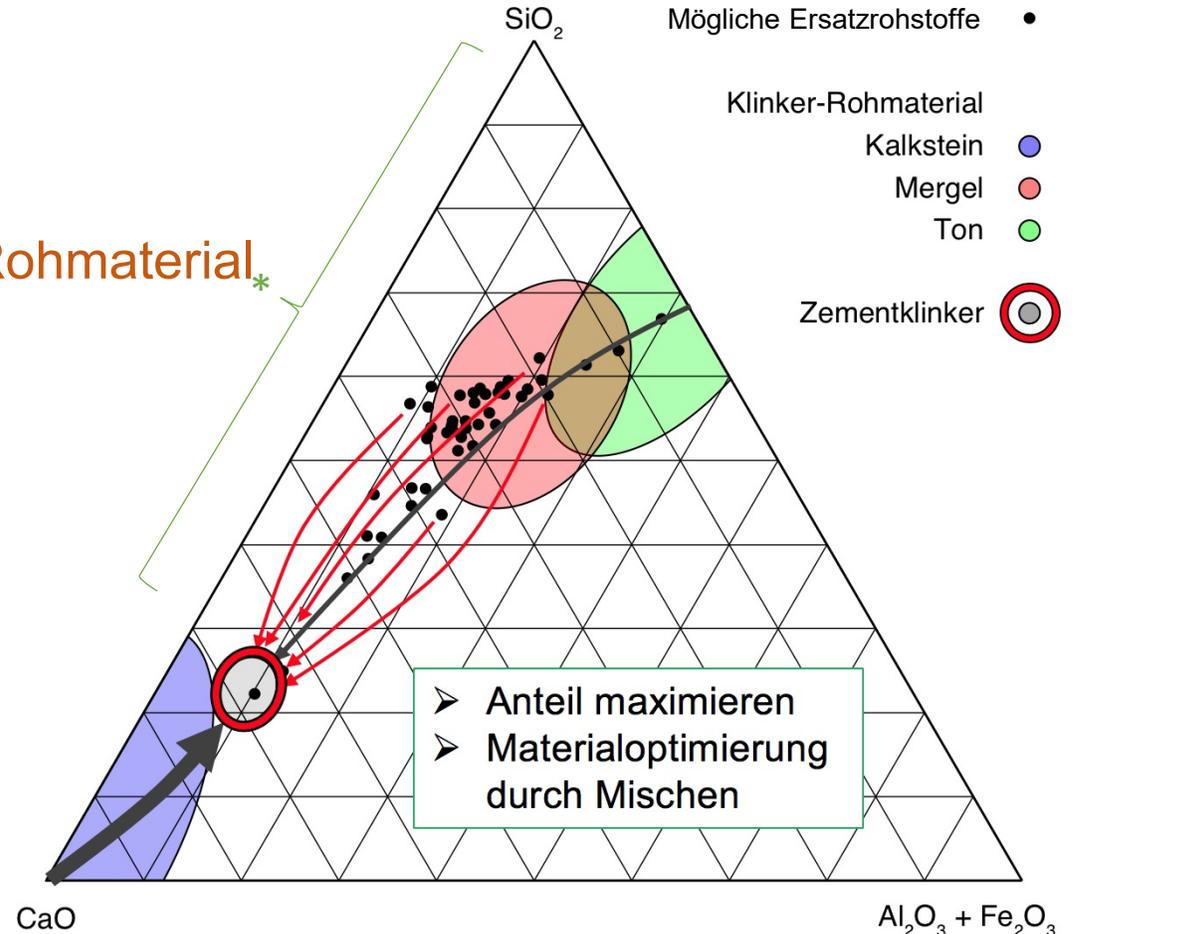
## Maximaler Rohmaterialersatz in der Klinkerproduktion

- Schonung Primärressourcen
- Schliessen von Stoffkreisläufen
- Hebel auf CO<sub>2</sub>-Bilanz → CO<sub>2</sub>-neutrales Rohmaterial\*

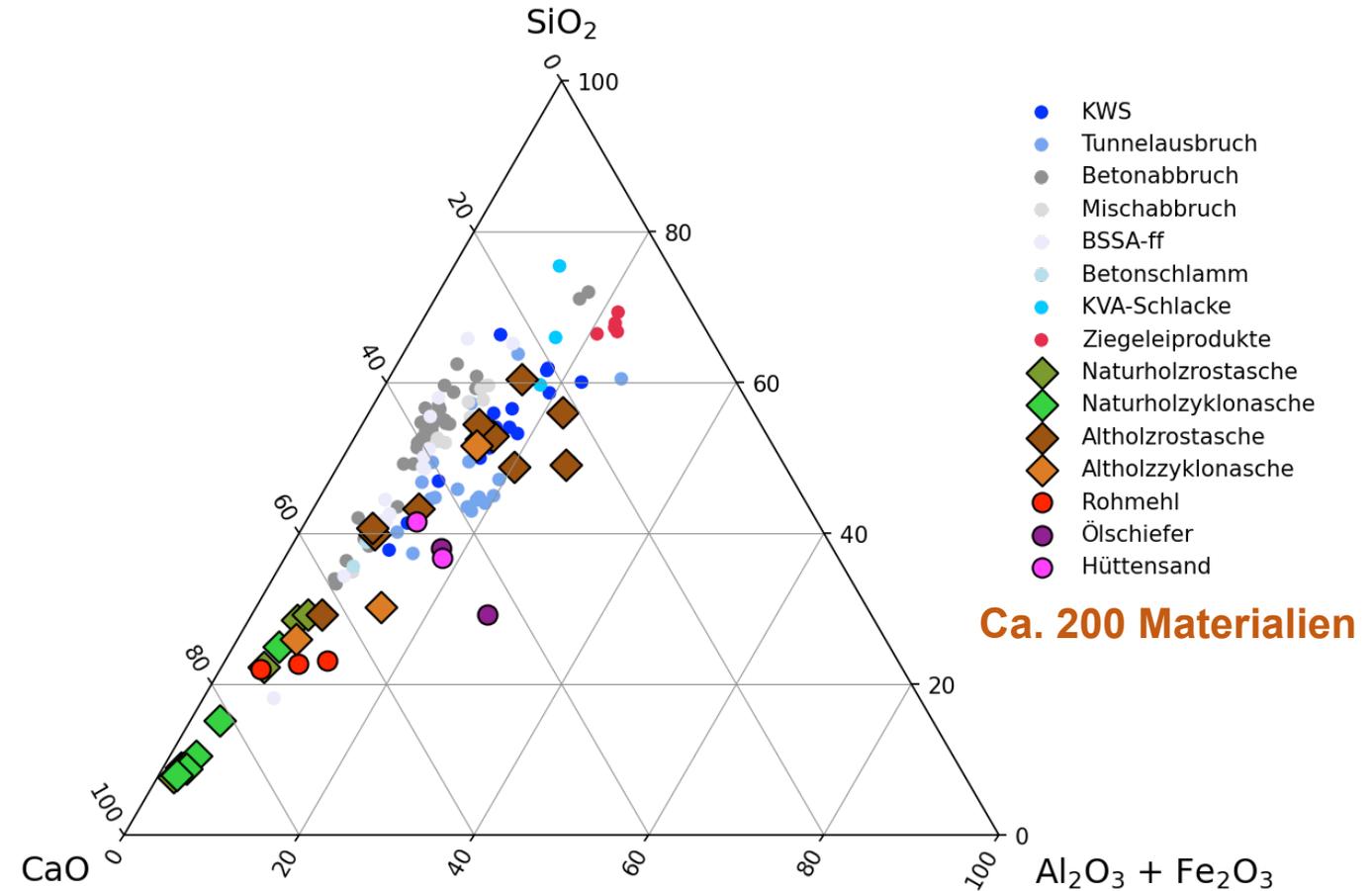
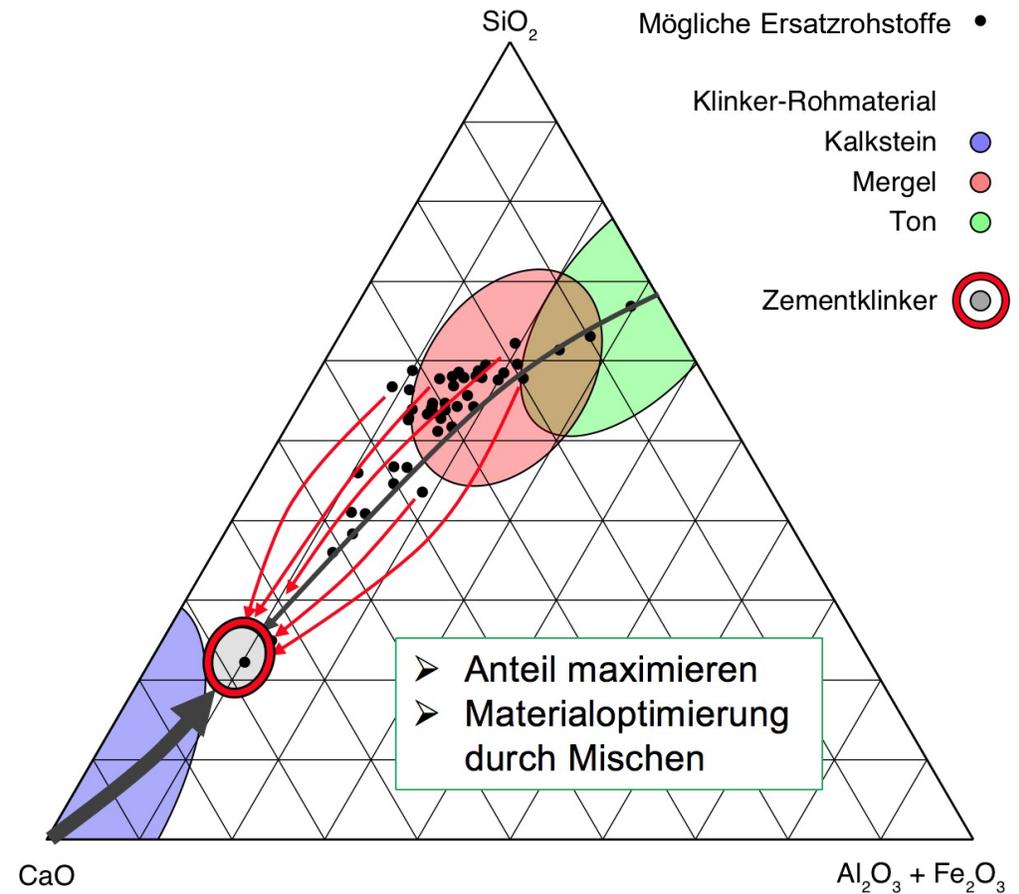
Suche nach sekundären Ca-Quellen, wenn möglich CO<sub>2</sub>-frei oder CO<sub>2</sub>-neutral

Möglichkeiten:

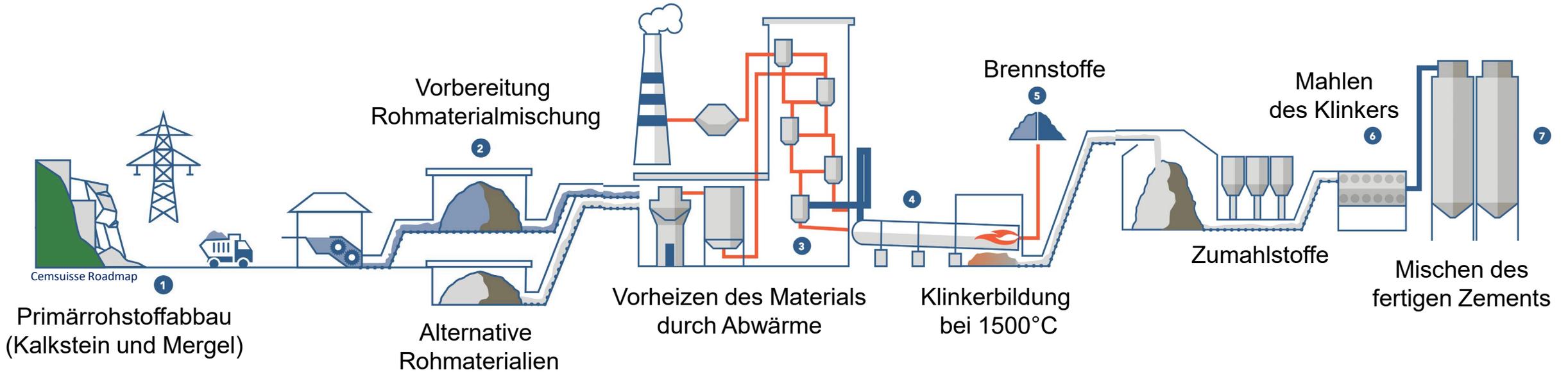
- Sekundär-Kalkstein aus Bauprojekten
- Verbrennungsrückstände:
  - Holzasche
  - KVA-Schlacke
  - Papierasche
- Feinfraktionen aus Rückbaumaterialien (Zementstein)



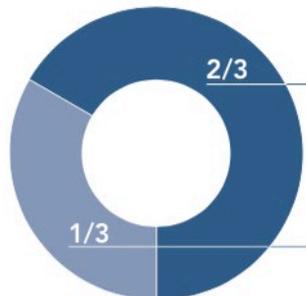
\* Ein Grossteil der verfügbaren mineralischen Abfälle zeigt tiefe Ca-Gehalte → nur in kleinen Mengen in Mischungen verwertbar



# Rohmaterialersatz im Zement

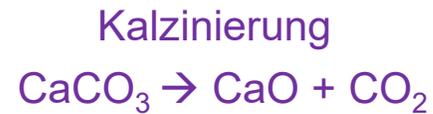


CO<sub>2</sub>-Emissionen in Schweizer Zementproduktion:  
jährlich **2.4 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>**

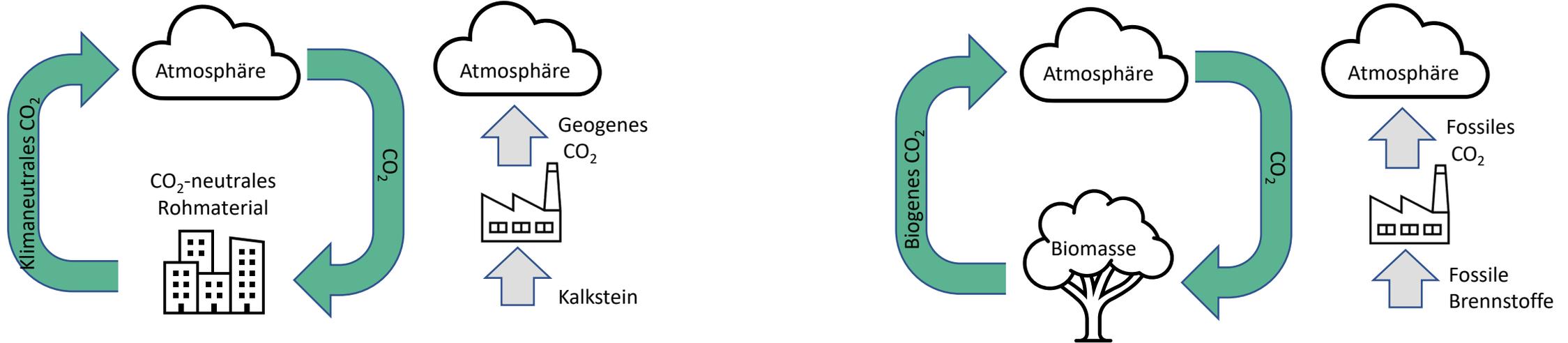


Geogene Emissionen  
respektive Prozessemissionen

Restliche Emissionen (beispielsweise  
Emissionen von Brennstoffen, Transport  
und Elektrizität)



direkte CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Substitution  
von Kalkstein und Mergel (geogenes CO<sub>2</sub>) durch  
CO<sub>2</sub>-freie oder CO<sub>2</sub>-neutrale Rohmaterialien



Materialien, die zum Zeitpunkt ihrer Entstehung weitestgehend CO<sub>2</sub>-frei sind, jedoch während der Nutzung, Lagerung und Aufbereitung zum alternativen Rohmaterial kurzfristig klimaneutrales CO<sub>2</sub> aus der Luft binden

Beispiele für CO<sub>2</sub>-neutrale Rohmaterialien:

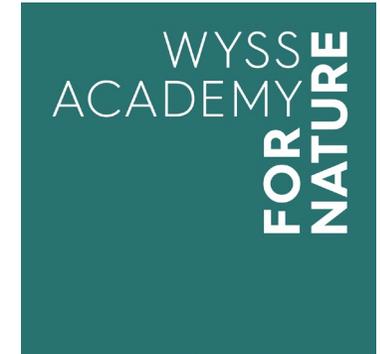
- Verbrennungsrückstände (Bsp. Holzasche)
- Feinfraktionen aus Rückbaumaterialien (Zementstein)

## Schwierigkeiten

- Chemische & mineralogische Zusammensetzung
- Verfügbare Mengen
- Anrechenbarkeit von klimaneutralem CO<sub>2</sub> ist heute rohstoffseitig noch nicht gewährleistet



- Aufnahme und Charakterisierung Div. Stoffströme
- Verwertungspotential von KVA-Asche im Zementwerk
- Verwertungspotential von Holzasche im Zementwerk
- Selektive Aufbereitung von Betonabbruch
- Verwertungspotential von Feinfraktionen aus Rückbaumaterialien im Zementwerk
- Identifikation von CO<sub>2</sub>-neutralen Rohmaterialien // CO<sub>2</sub>-Einsparungspotential
- Anrechenbarkeit von klimaneutralem CO<sub>2</sub> in der Klinkerproduktion



Kanton Bern  
Canton de Berne



■ Kanton Zürich

?

*u*<sup>b</sup>

b  
UNIVERSITÄT  
BERN

# Anhang

---



# Jährliche Mengen und Absatzkanäle

Mineralischer Abfall	Menge (t/y)	Situation Verwertung
Aushub	58 Mio. t/y	Geschätzte Verwertungsquote ca. 15%
Betonabbruch	5 Mio. t/y	Aufbereitung zu RC-Granulat und Verwertung von ca. 85 % im RC-Beton
Mischabbruch	2.4 Mio. t/y	Aufbereitung zu RC-Granulat und Verwertung im (Mager) RC-Beton, Verwertungsquoten zw. 50-85 % (regional schwankend)
Ausbauasphalt	2.5 Mio. t/y	Aufbereitung zu Asphaltgranulat und Verwertung in RC-Asphalt (ca. 60 %)
Kieswaschschlämme	2.5 Mio. t/y	Hauptsächlich zur Wiederauffüllung von Kiesgruben (60 %) oder Deponierung (30 %)
KVA-Schlacken	800'000 t/y	Rückgewinnung der Metalle, Deponierung des mineralischen Anteils (85 %)
Gips	350'000 t/y	Aufbereitung zu RC-Gips (ca. 1 %); ca. 15 % bleibt als Mischabbruch im Kreislauf
Stahlwerksschlacken	170'000 t/y	Noch keine etablierten Verwertungswege
Holzaschen	75'000 t/y	Zunehmend Verwertung als Rohmaterial im Zementwerk, geschätzt ca. 20%
Papieraschen	30'000 t/y	Rohmaterialersatz im Zementwerk

