



Behandlung von Steinwolle zur stofflichen Verwertung als Sekundärzumahlstoff in der Baustoffindustrie

Klaus Doschek-Held

Klaus.Doschek-Held@unileoben.ac.at

Recy & DepoTech
Leoben, 11.11.2022

WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD



LEHRSTUHL FÜR THERMOPROZESSTECHNIK



Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik (TPT)

- Arbeitsgruppe – Hochtemperaturprozesstechnik
 - Wertstoffrückgewinnung und stoffliche Verwertung von Reststoffen und Nebenprodukten
 - RecoPhos: Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammaschen
 - FORWÄRTS 2.0: Rotationszerstäubung (Trockengranulation) von Hochofenschlacke zur Wärmerückgewinnung
 - RecoDust: Zinkrückgewinnung aus Hüttenreststoffen (LD-Konverterstaub)
 - FuLIBatteR: Wertmetallrückgewinnung aus Li-Ionen-Batterien
 - UpcycSlag-Binder: Neue, nachhaltige Bindemittel aus Hüttenreststoffen für die Baustoffkreislaufwirtschaft
 - RecyMin: Recycling künstlicher Mineralfasern (KMF)



Inhalt



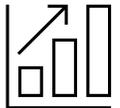
Einleitung und Ziele



Material und Methode



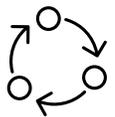
Durchführung



Ergebnisse



Schlussfolgerung



Ausblick

Einführung

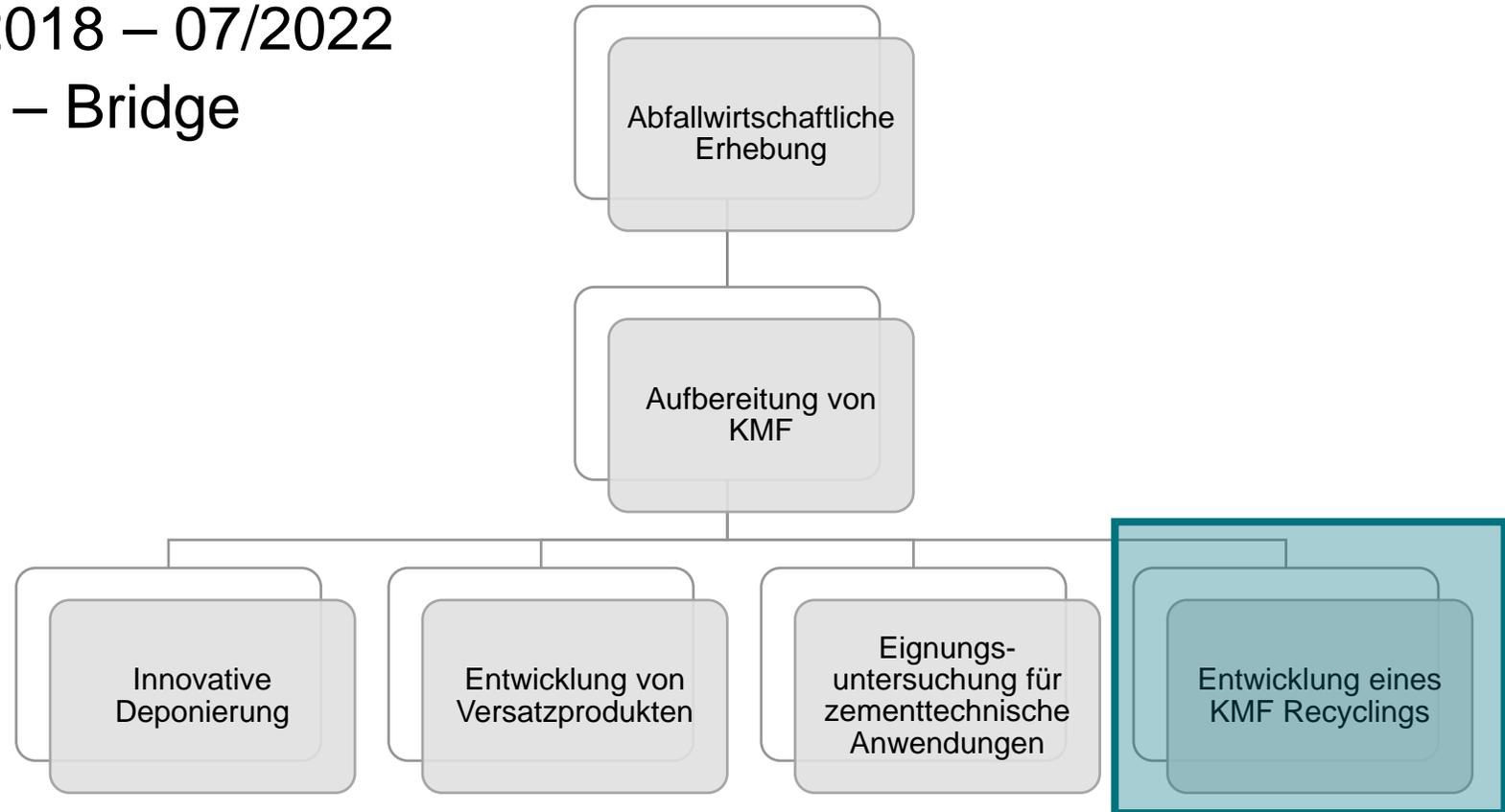
- Recycling künstlicher Mineralfasern (KMF) – Mineralwolleabfall
 - Steinwolle – RW
 - Glaswolle – GW
- Anfall – Österreich [Müller.2019]
 - Bau-, Abbruch- und Rückbautätigkeiten
 - ca. 30.000 – 40.000 t/a → 75 % Steinwolle und 25 % Glaswolle
 - Detailzahlen aufgrund der neuen Abfallschlüsselnummern für 2022 zu erwarten
- Aktueller Entsorgungsweg
 - Primär – Deponie – Nachteil
 - ungünstige deponietechnische Eigenschaften → geringe Rohdichte (20-200 kg/m³) und Formbeständigkeit



© FMI Fachvereinigung Mineralwolleindustrie

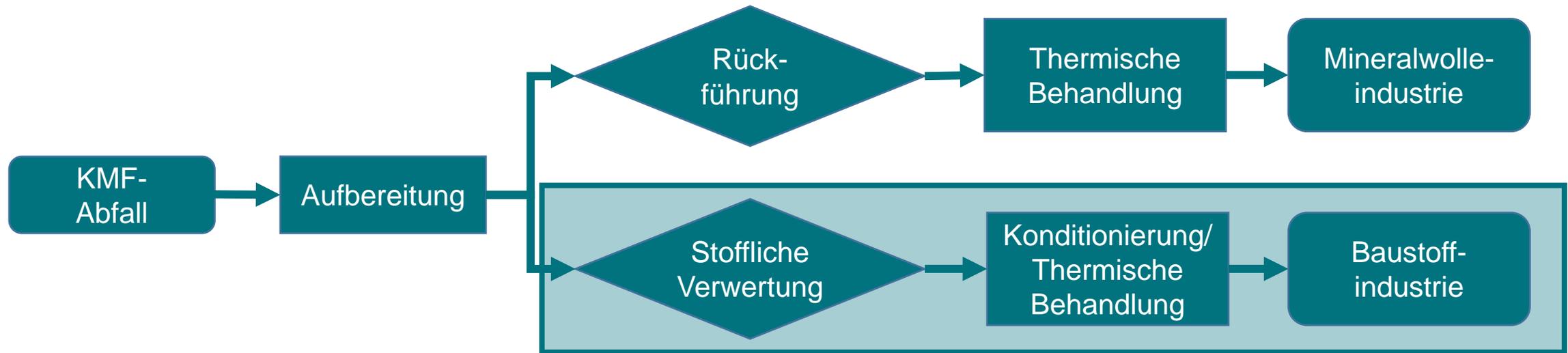
Einführung

- RecyMin – Recycling künstlicher Mineralfasern (KMF)
 - Projektdauer: 07/2018 – 07/2022
 - Fördergeber: FFG – Bridge



Einführung

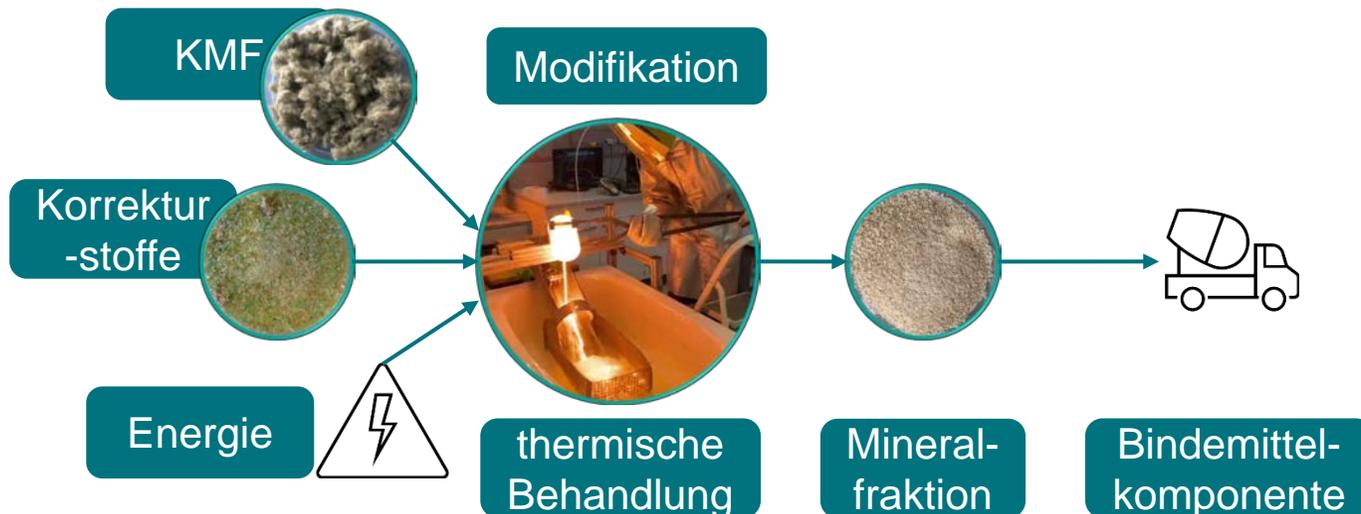
- Entwicklung eines KMF Recyclings



- Deponieverordnung (DVO 2008) – Änderung 2021
 - KMF – Deponierungsverbot ab 01.01.2027
 - Revision bis zum 31.12.2024

Ziele

- Durch eine gezielte thermische Behandlung bei gleichzeitiger chemischer Modifikation, mittels Sekundärmaterialien als Korrekturstoffe, sollen Mineralwolleabfälle zu einer alternativen Bindemittelkomponente, vergleichbar mit konventionellem Hütten-sand (HÜS) als Sekundärzumahlstoff (SRS), verarbeitet werden.



Untersuchungsvoraussetzungen

1. Probenqualität → Qualitätsmerkmale konventioneller Hütten-sand
2. Probenquantität → mind. 850 g
3. Aufbereitung → Volumenreduktion

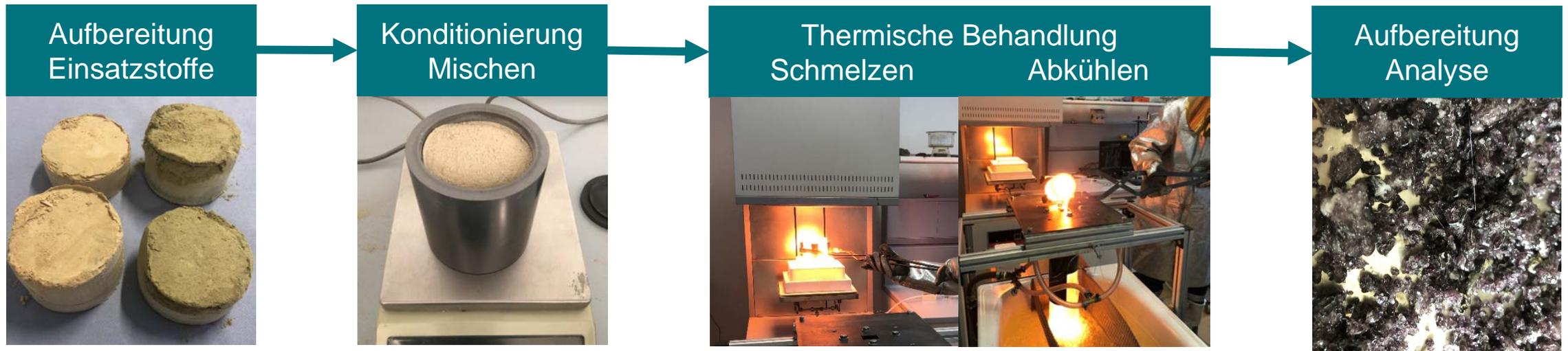
Material

Oxide	Einheit	Steinwolle Primärmaterial „RW – Sonorock 35“	Steinwolle Abfall Produktion ¹⁾	Steinwolle Abfall Abbruch ¹⁾	Hüttensand Mittelwert ²⁾
SiO ₂	%	41,1	41,6	40,6	35,6
Al ₂ O ₃	%	15,9	17,4	16,6	11,8
CaO	%	15,6	19,3	18,3	40,2
MgO	%	9,8	8,6	9,8	8,0
Fe ₂ O ₃	%	8,2	8,2	7,0	0,6 ³⁾
Na ₂ O	%	1,7	1,8	2,2	0,5
MnO	%	0,5	-	-	0,5

1) [Yliniemi.2020]; 2) [Ehrenberg.1997], 3) als FeO

Methode

1. Aufbereitung – Volumenreduktion – Brikettierung
2. Konditionierung – chemische Modifikation – Mischen
3. Thermische Behandlung – Schmelzen – Abkühlen
4. Aufbereitung – Trocknen/Brechen/Magnettrennung – Analyse



Durchführung

1. Aufbereitung – Volumenreduktion – Brikettierung
 - Probenausgangsmaterial – Vorzerkleinerung (Schredder)
 - Versuchsanlage bei ATM Recyclingsystems
 - Pressdruck: 13 bar für 3 Sekunden



Steinwolle
Schredder

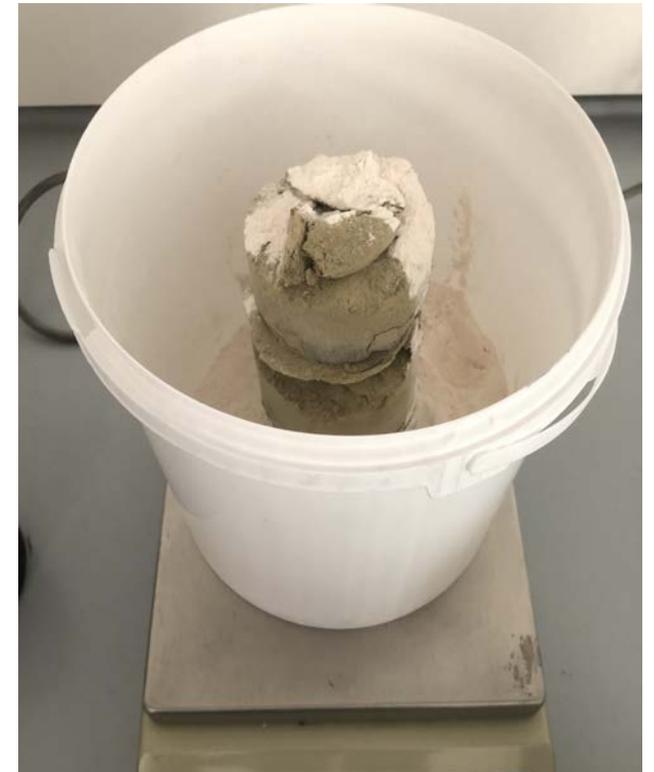


Brikettierpresse

Durchführung

2. Konditionierung – chemische Modifikation – Mischen

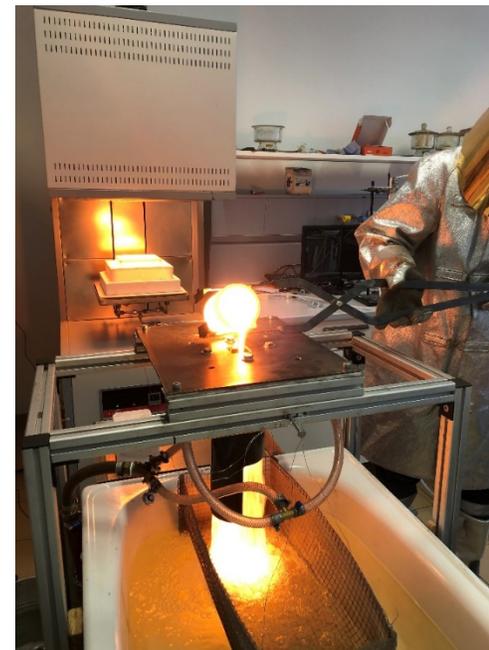
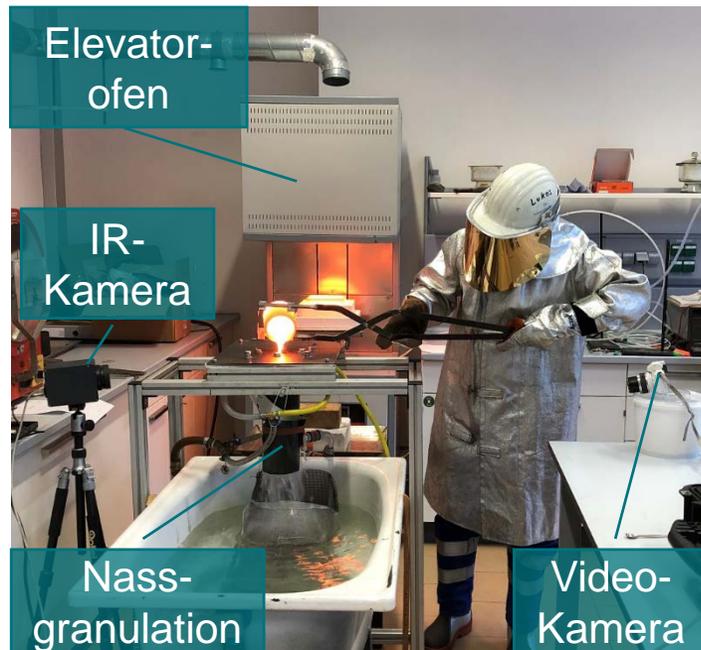
Parameter	Einheit	Min	Max	M1 u. M2	M3
Anteil Steinwolle	%	1	100	76	67
Anteil Calciumträger	%	0	100	24 ¹⁾	33 ²⁾
SiO ₂	%	31	39	38	35
Al ₂ O ₃	%	7	18	15	13
CaO	%	32	46	33	38
MgO	%	2	17	10	9
CaO+MgO+SiO ₂	%	66	100	81	82
(CaO+MgO)/SiO ₂	%	1,03	1,57	1,13	1.33
Calciumträger (CaO): ¹⁾ Eierschalenpulver: 50,7% ²⁾ Calciumcarbonat Reinstoff: 98,5 %					



Durchführung

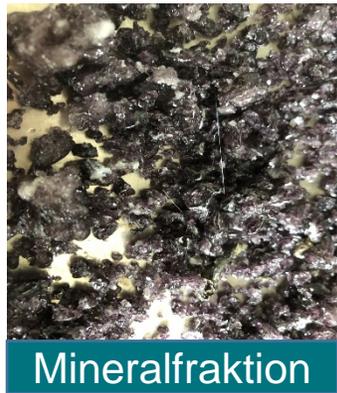
3. Thermische Behandlung – Schmelzen – Abkühlen

Schmelzen – Widerstandsofen		Abkühlen – Nassgranulation
Tiegelmaterial: Graphit	Ofentemperatur: 1600°C	Typ: Rinne/Düse
Argonspülung: 2 L/min	Haltezeit: 1,5 h	Volumenstrom: 110 L/min



Durchführung

4. Aufbereitung – Trocknen/Brechen/Magnettrennung – Analyse



- Materialcharakterisierung – Bindemittleignung
 - chemische und mineralogische Untersuchung
 - Aktivitätsindex
 - R³ Reaktivität

Anmerkung: Die Analysen mittels RFA und Bindemittleignung wurden im Rahmen des Projekte „US-B - Upcycling von Hüttenreststoffen zu neuen, nachhaltigen Bindemitteln in der Baustoff-Kreislaufwirtschaft“ vom Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie an der Technischen Universität Graz (TUG) durchgeführt.

Ergebnisse

1. Aufbereitung – Brikettierung – Volumenreduktion [Mimra.2021]

- Volumenreduktionsfaktor: 72
- Durchmesser: 75 mm
- Höhe: 30 – 50 mm



Steinwolle
Schredder



Steinwolle
Brikett

Ergebnisse

2. Aufbereitung – Trocknen/Brechen/Magnettrennung – Analyse

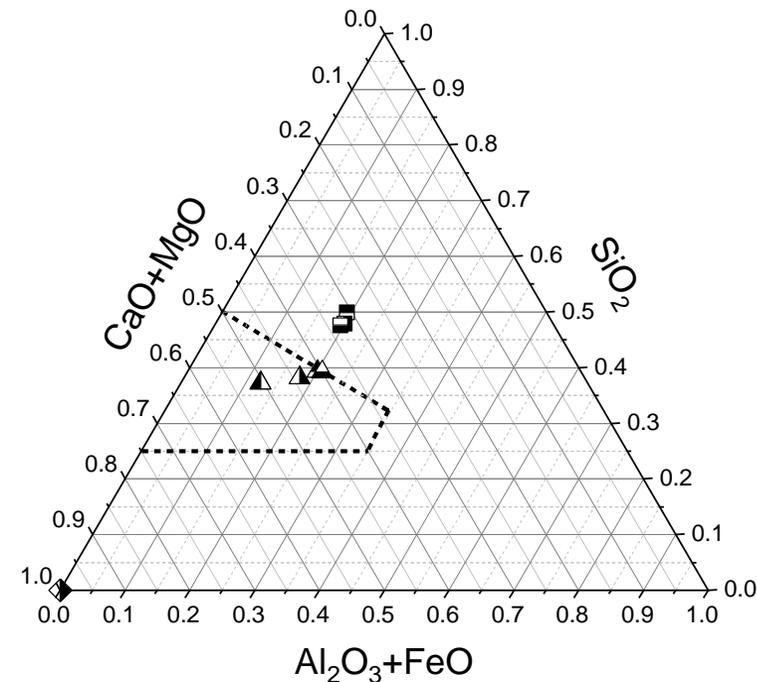
- KMF als Sekundärzumahlstoff – Auszug [Steindl.2022]

Parameter	Kriterium	MI1	MI2	MI3
gemäß ÖN B 3309				
CaO+MgO+SiO ₂	> 67,0 %	77,40	76,10	79,01
(CaO+MgO)/SiO ₂	> 1,0	1,03	1,02	1,15
Glasgehalt	> 67,0 %	>99,0	>99.0	>99.0
Aktivitätsindex nach 28 Tagen ¹⁾	≥ 0,90	0,85	0,88	0,97
gemäß Literaturrecherche [Steindl.2022]				
R ³ Hydratationswärme	> 250 J/g Mineralfraktion	331	336	378

¹⁾ Wasser/Bindemittel = 0,5 mit Normzement 75% und 25% Mineralfraktion

Schlussfolgerungen

- Eignung von Steinwolle als Sekundär-
zumahlstoff in der Zementindustrie ist
feststellbar
- Bereitstellung eines sekundären
Zumahlstoffes → Hüttensands substitut ist
gegeben
- Potentielle Verwertungsmöglichkeit in
Hinblick auf das Deponierungsverbot ab
2027
- Allgemein
 - Deponievolumenschonung
 - Primärressourcenschonung und
CO₂-Einsparung durch angestrebte Verwertung



Steinwolle

- Sonorock 35
- Abfall - Produktion
- Abfall - Abbruch

Korrekturstoffe

- ◆ Eierschalpulver
- ◆ Calciumcarbonat

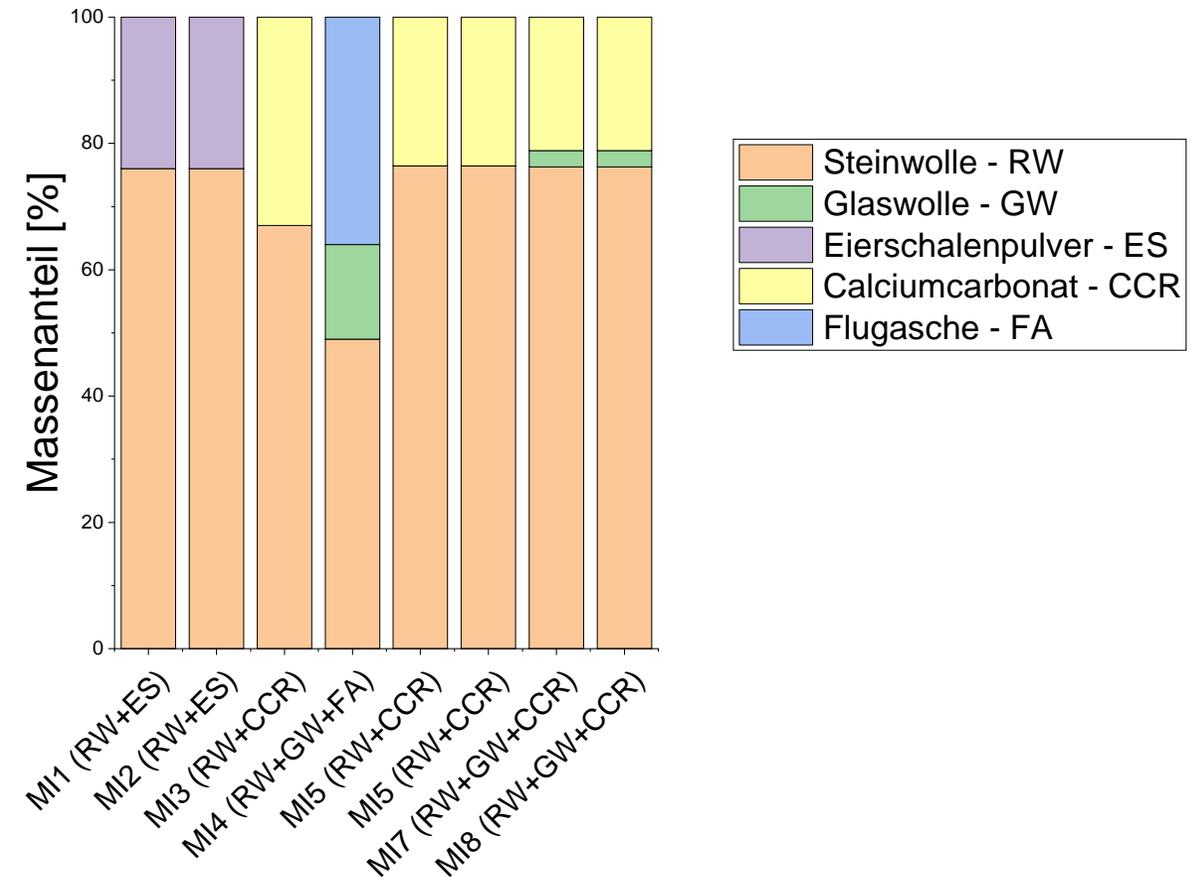
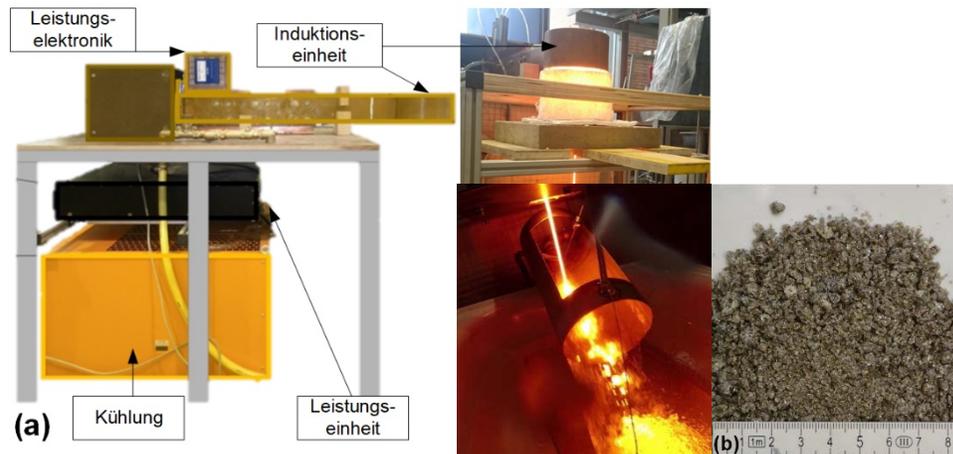
Mineralfraktion

- ▲ MI1
- ▲ MI2
- ▲ MI3
- ▲ MW Hüttensand

· · · Grenzen
Bindemittelkomponente

Ausblick

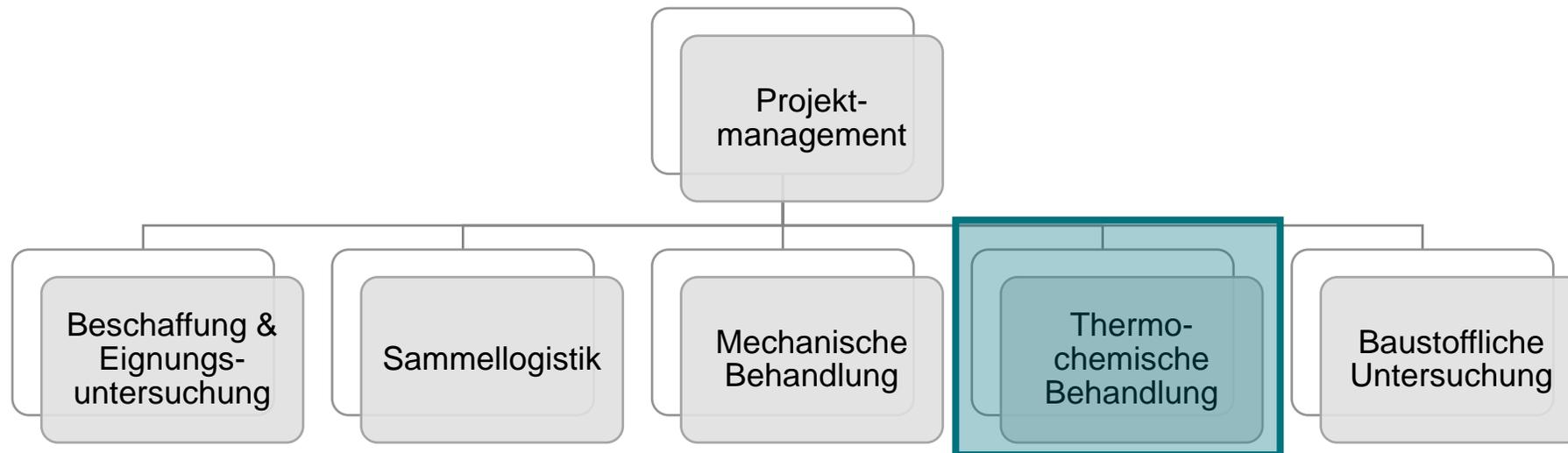
- Aktueller Forschungsstand – TPT
 - Materialerweiterung
 - Glaswolle – GW
 - Flugasche – Flugasche
 - Induktionstiegelofen – InduMelt
 - Dissemination in Bearbeitung



Ausblick

- Folgeprojekt – BitKOIN

- „Entwicklung CO₂-reduzierter Bindemittel durch thermochemische Konversion mineralwolleabfallhaltiger Reststoffkombinationen“
- Laufzeit: 3 Jahre → Start: 2023
- Fördergeber: BMK / FTI - Initiative Kreislaufwirtschaft 2022



Quellen

Ehrenberg, A. (1997). Überblick über die "Hüttensandkartei" der FEhS. FEhS - Institut für Baustoff Forschung e.V. - Report, S. 6-7.

Mimra, C. (2021). Recycling von künstlichen Mineralfasern als Sekundärzumahlstoff in der Bindemittelindustrie. Leoben: Masterarbeit, Montanuniversität Leoben.

Müller, F. (2019). Mineralwolle - Factsheet. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Steindl, F., Doschek-Held, K., Mittermayr, F., & Juhart, J. (2022). Mineralische Reststoffe und Nebenprodukte als Bestandteile reaktiver Bindemittelkomponenten. Recy & DepoTech. Leoben.

Yliniemi, J. (25. 02 2020). Report about mineral wool waste composition and quality. Von <https://c32a94b3d9.clvaw-cdnwnd.com/9b021985d796c08609b2d697e859e8a8/200000111-e3e6ee3e70/D1.1%20Report%20about%20mineral%20wool%20waste%20composition%20and%20quality%20variability.pdf?ph=c32a94b3d9> abgerufen