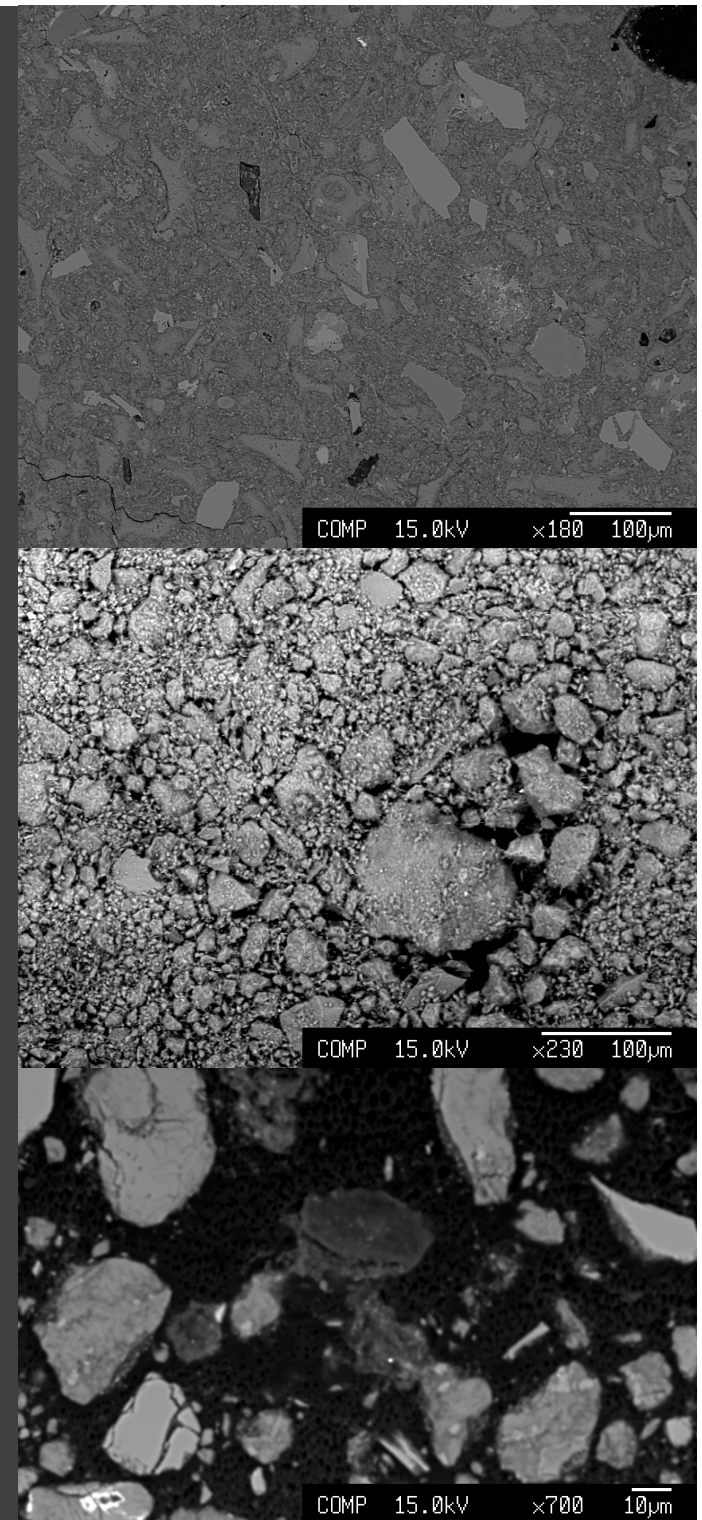


Verwendung von Zeolith/ CaCl_2 Kompositmaterial für die Langzeitspeicherung von thermischer Energie

Dipl.-Ing. Daniela Meitner
Lukas von Berg, BSc
Univ.-Prof. Harald Raupenstrauch

12.02.2016



Inhaltverzeichnis

- Status Quo:
 - Einsatz von Langzeitspeicher im Sektor „Private Haushalte“
- Grundlegendes zu den Materialien und zum Sorptionsvorgang
 - Zeolith, Calciumchlorid (CaCl_2),
Kompositmaterial aus Zeolith und CaCl_2
- Vermessung der Materialien im Labormaßstab
- Conclusio

Status quo: Langzeitspeicher

- Hoher Energieverbrauch des Sektors „Private Haushalte“ (30% des Gesamtenergiebedarfs Österreichs, Österreichisches Umweltbundesamt, 2015)
- Wärmespeicherung über direkte und indirekte Speicher

Wärmespeicher

Energiedichte
[kWh/m³]

Entwicklungs-
status

Sensible

Latent

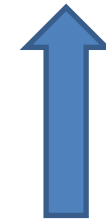
Sorption

nieder



hoch

hoch



nieder

Material: Eigenschaften, Aufbau und Verwendung

Sorptionsmaterial

- Natürlicher Zeolith

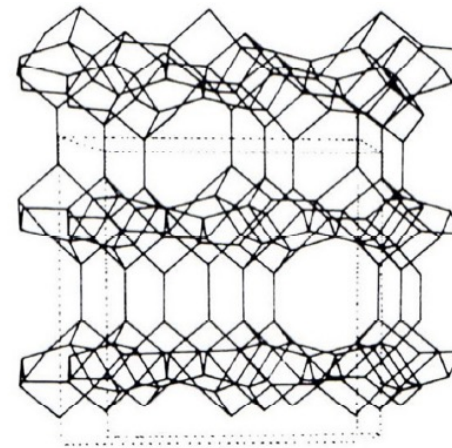
- Klinoptiolith - Heulanditstruktur
- natürliches Alumosilicatmineral mit einer Reinheit von 90%

Chemische Struktur: $\text{Na}_6[\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}] \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ (Dyer, 1988)

dreidimensionale Struktur aus

$[\text{SiO}_4]^{4-}$ und $[\text{AlO}_4]^{5-}$

- Verwendung
 - Abwasserreinigung
 - in Futtermittel
 - alternative Arzneimittel



Klinoptiolith/ Heulanditstruktur (Dyer, 1988)

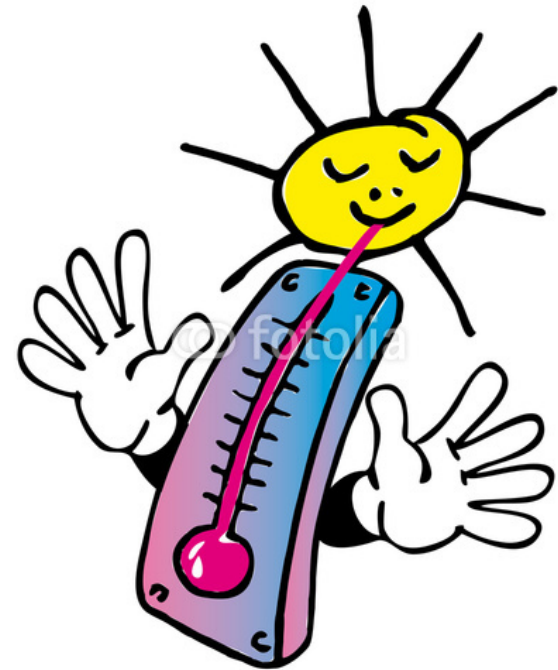
Sorptionsmaterial

- Calciumchlorid
 - Eigenschaften
 - hygroskopisches Salz
 - 4 Hydratstufen ausgehend von $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$
 - bei 29°C, 45°C und 175°C wird Kristallwasser abgeben; Anhydrid bei 260°C (Wiberg, 2007)
 - Verwendung
 - Trocknungsmittel
 - Frostschutzmittel
 - Lebensmittelindustrie

Sorptionsmaterial



Sorptionsmaterial

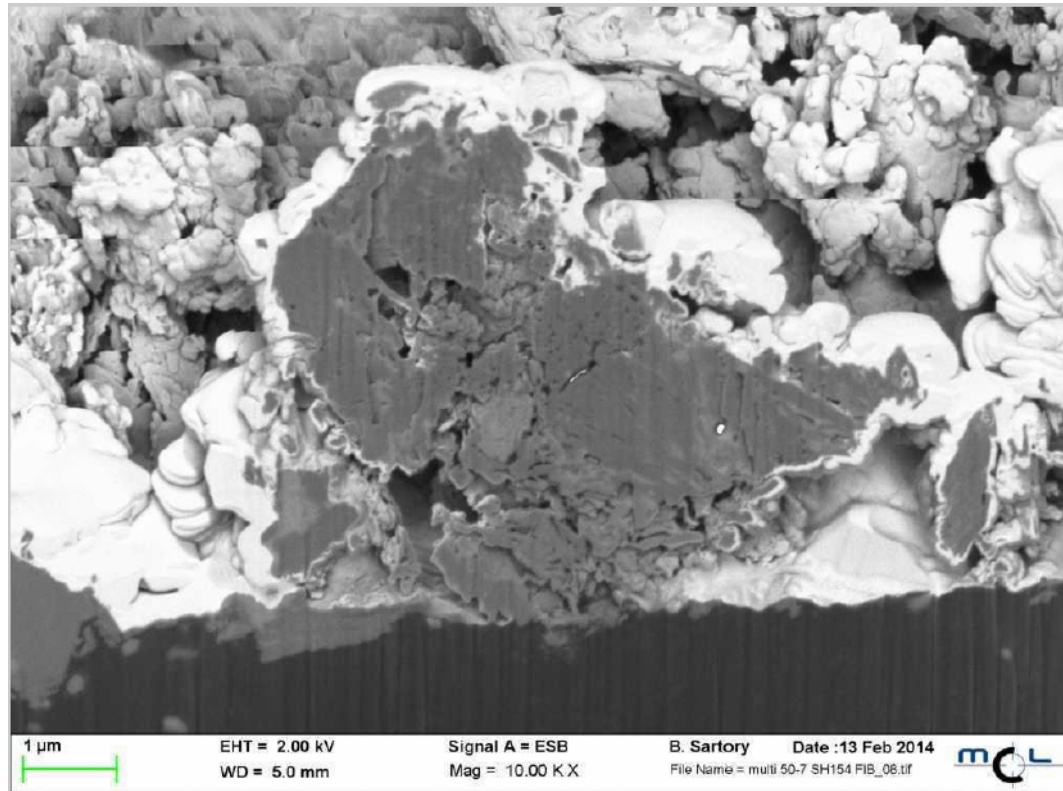


Sorptionsmaterial

- Herstellung des Kompositmaterials (Aristov, 2007)
 - Trocknung des Zeolithen bei 120-180°C
 - Imprägnierung der Matrix mit der Salzlösung
 - Trocknung des Materials bei 120-150°C um das Wasser auszutreiben

Sorptionsmaterial

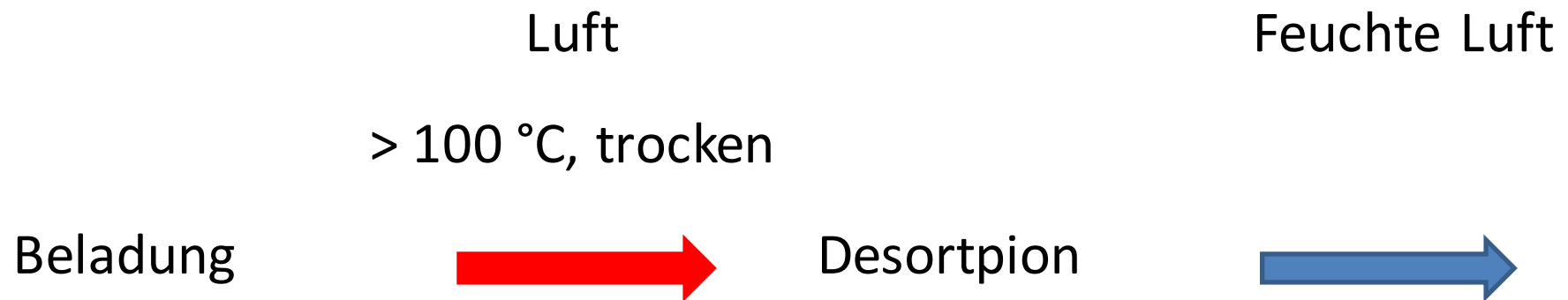
- Kompositmaterial



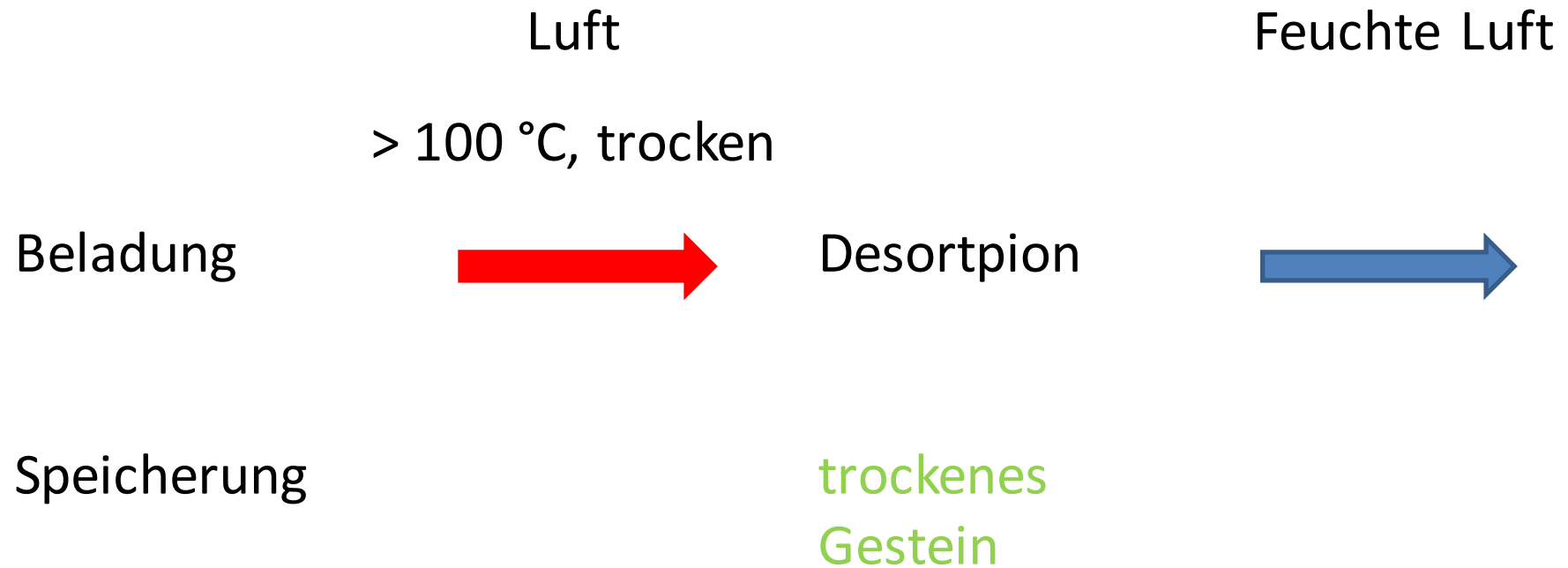
Paltentaler Minerals GmbH & Co KG

Beschreibung der Sorptionsvorgänge an porösen Materialien

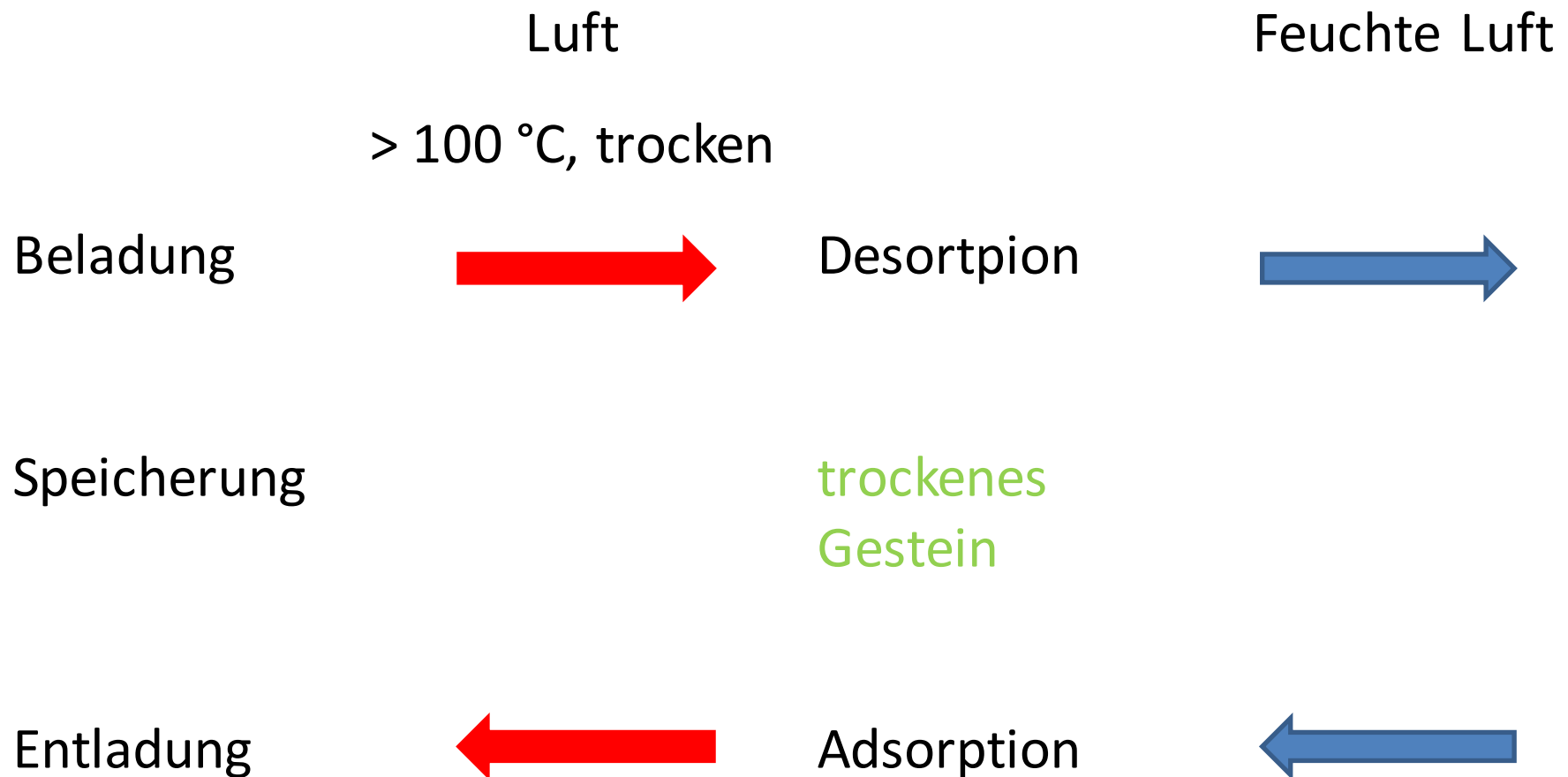
Sorption



Sorption

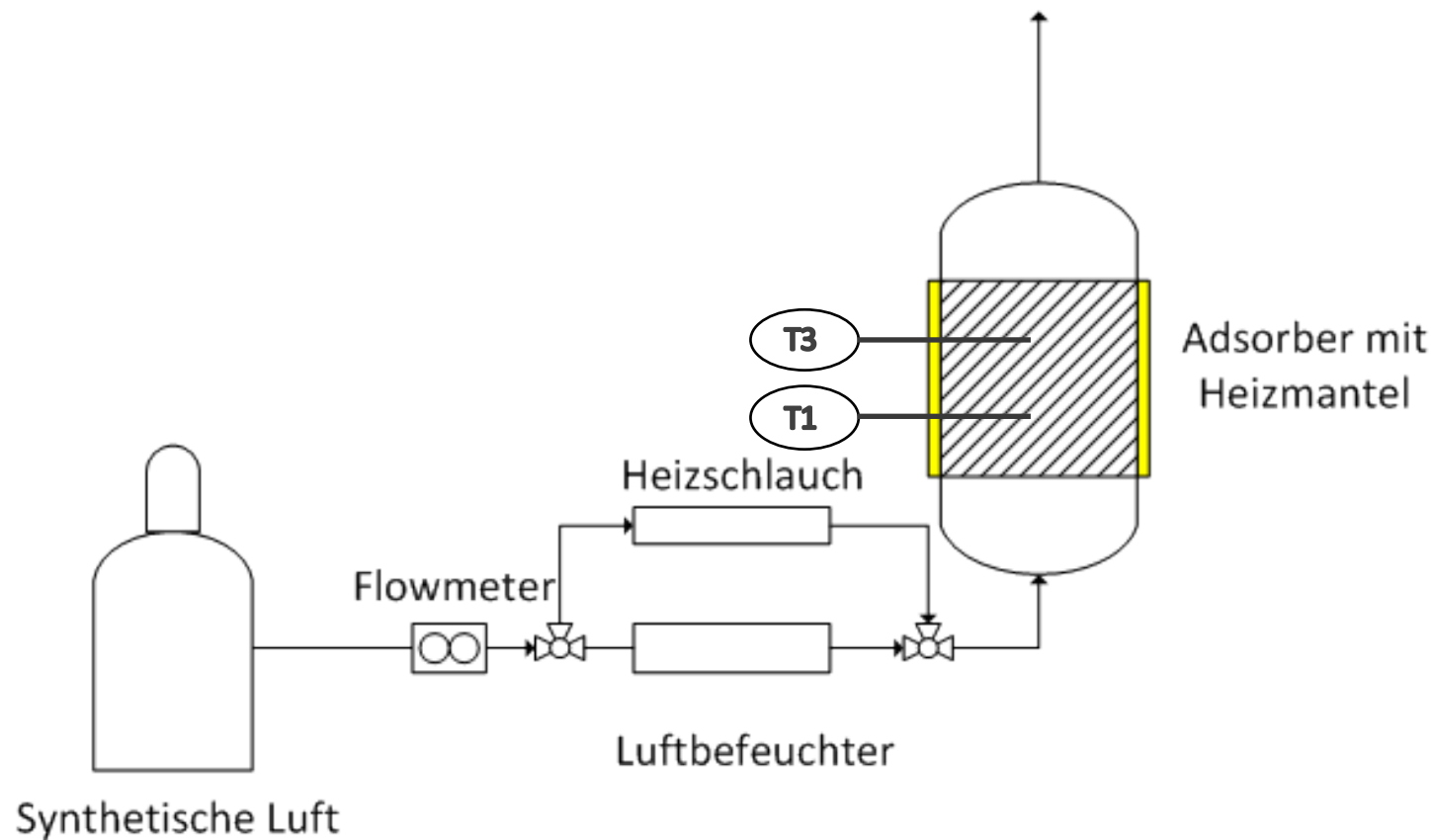


Sorption

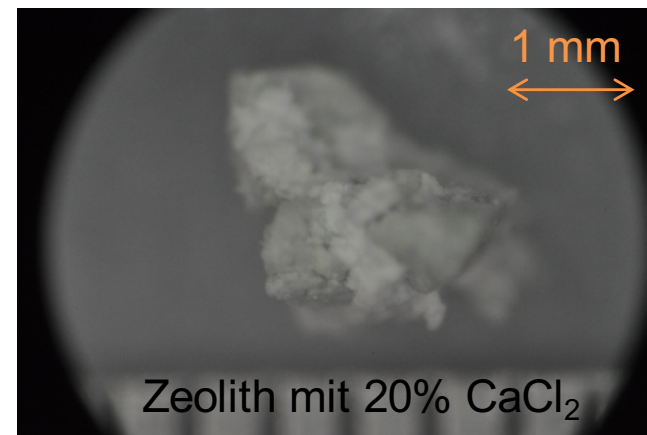
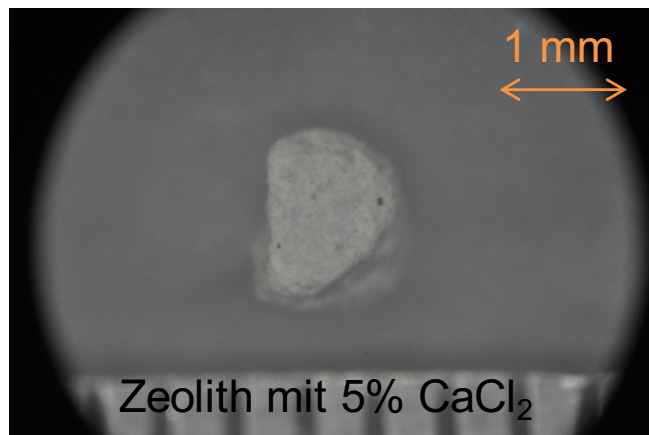
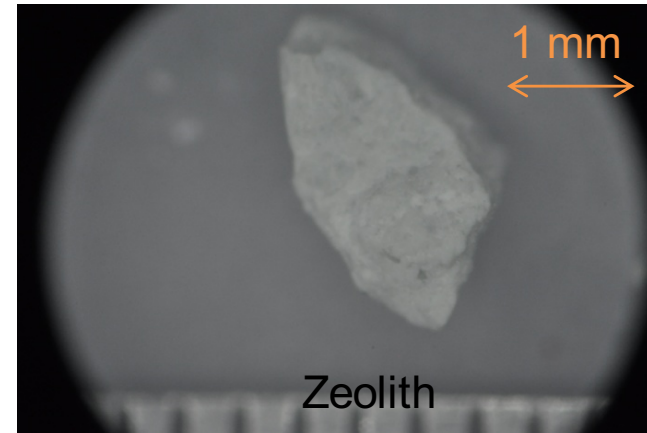
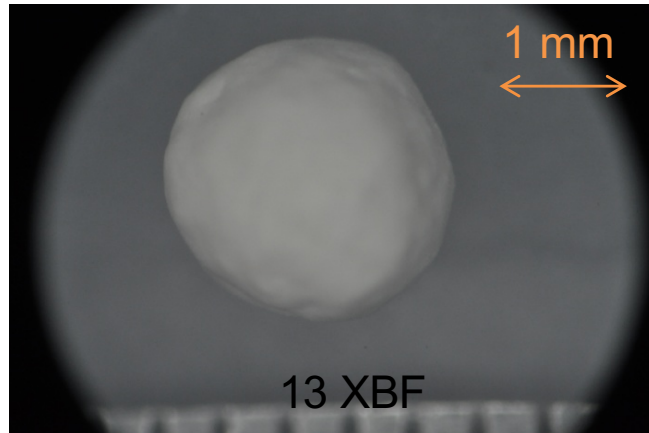


Experimenteller Aufbau

Laboraufbau des Sorptionsreaktor

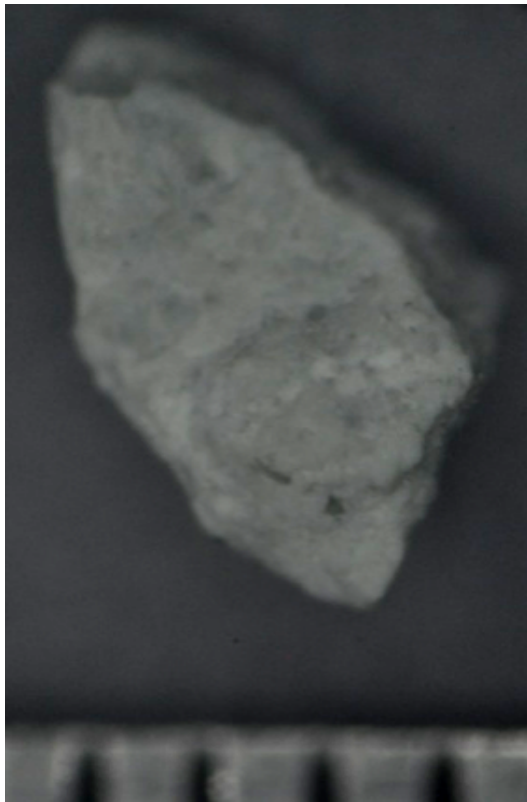


Sorptionsmaterialien

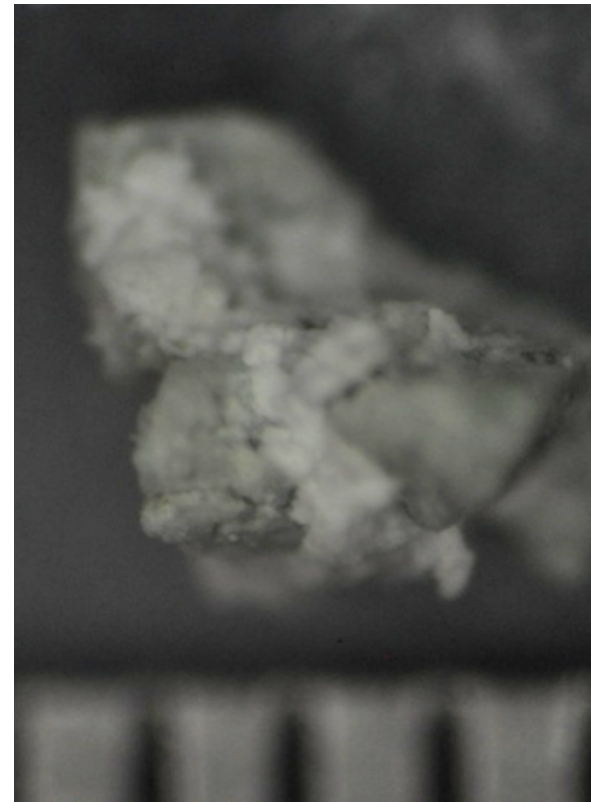


Sorptionsmaterialien

Zeolith

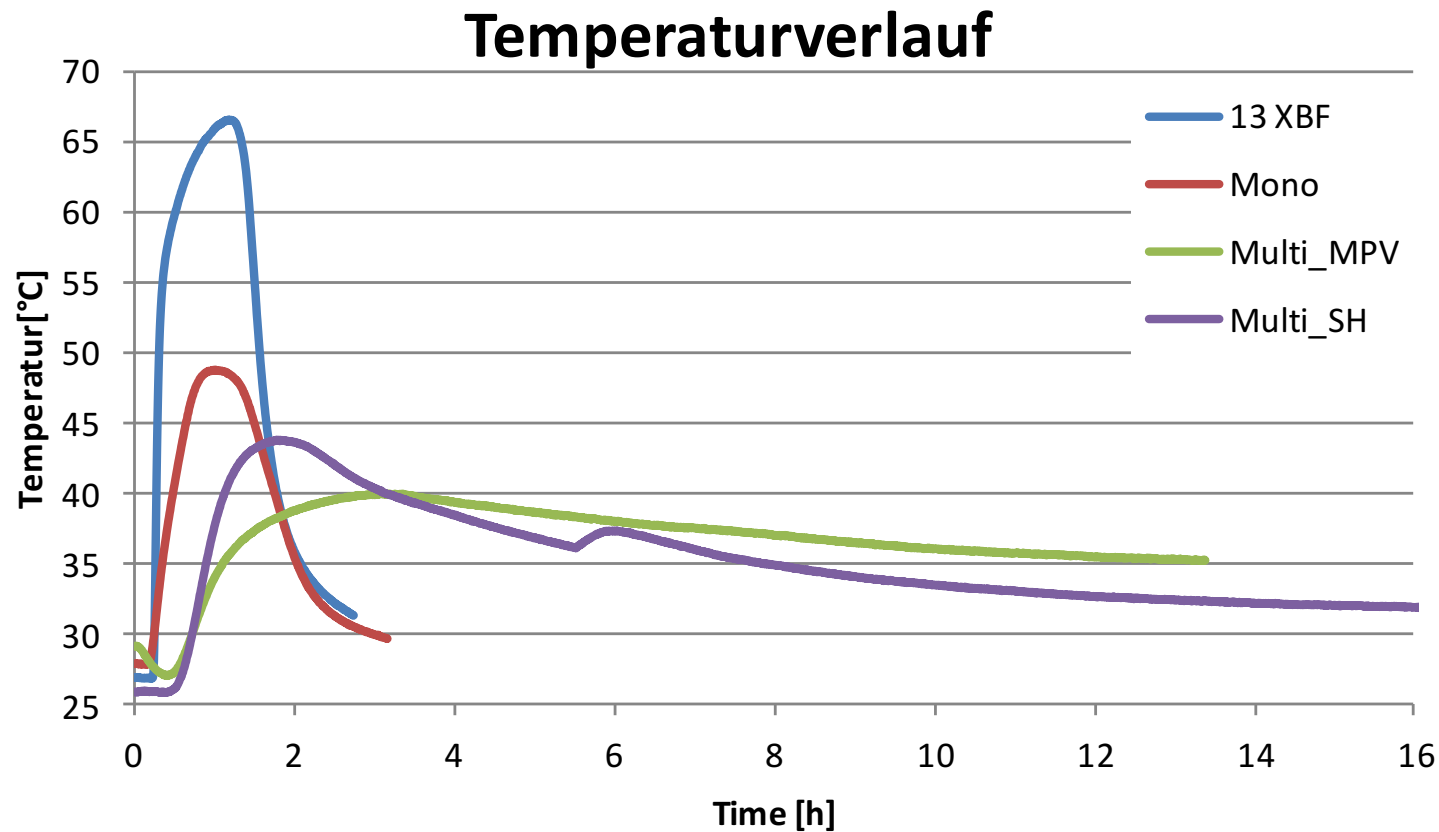


Zeolith mit 20% CaCl_2

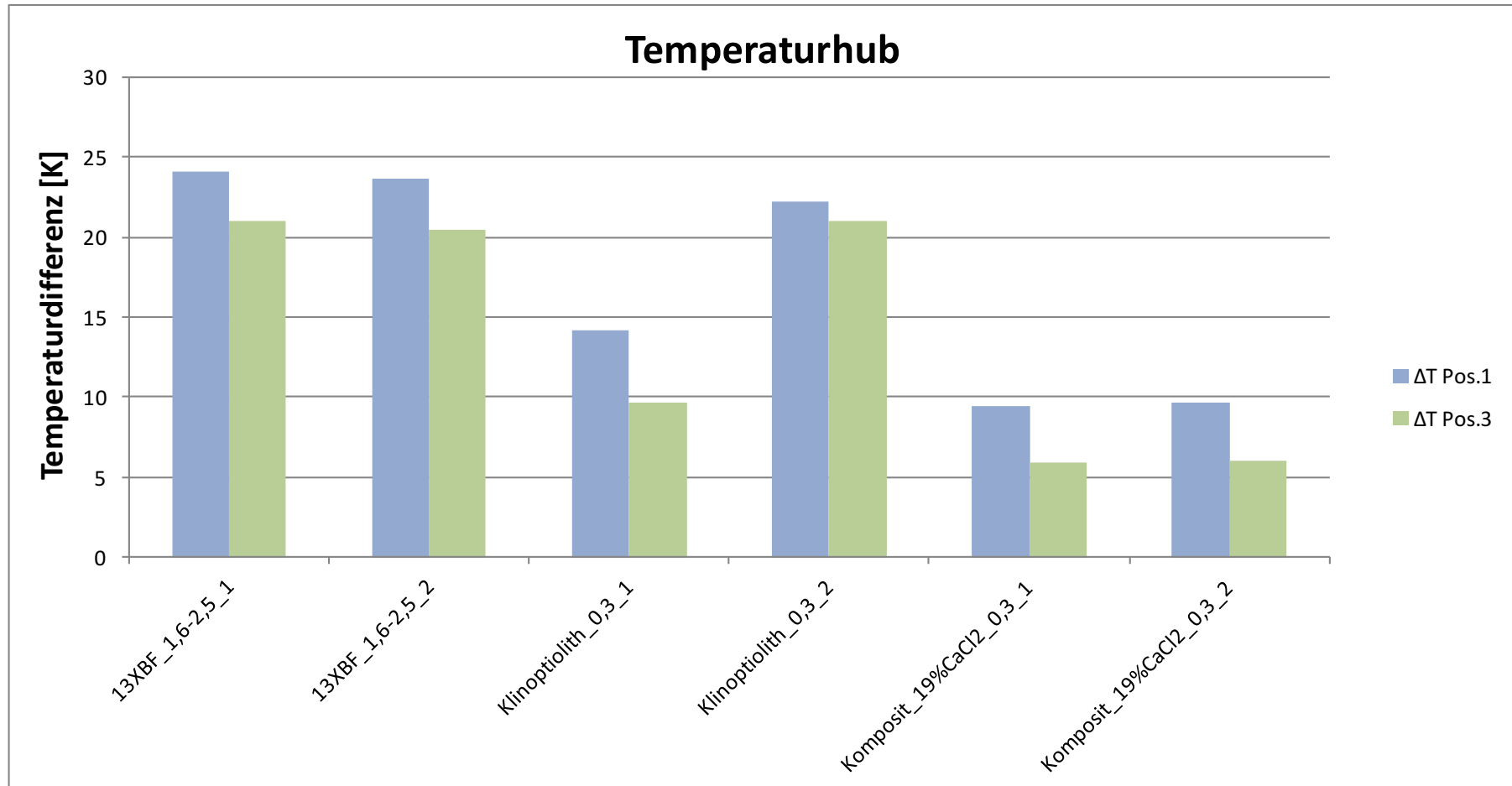


Ergebnisse aus Experimenten im Sorptionsreaktor

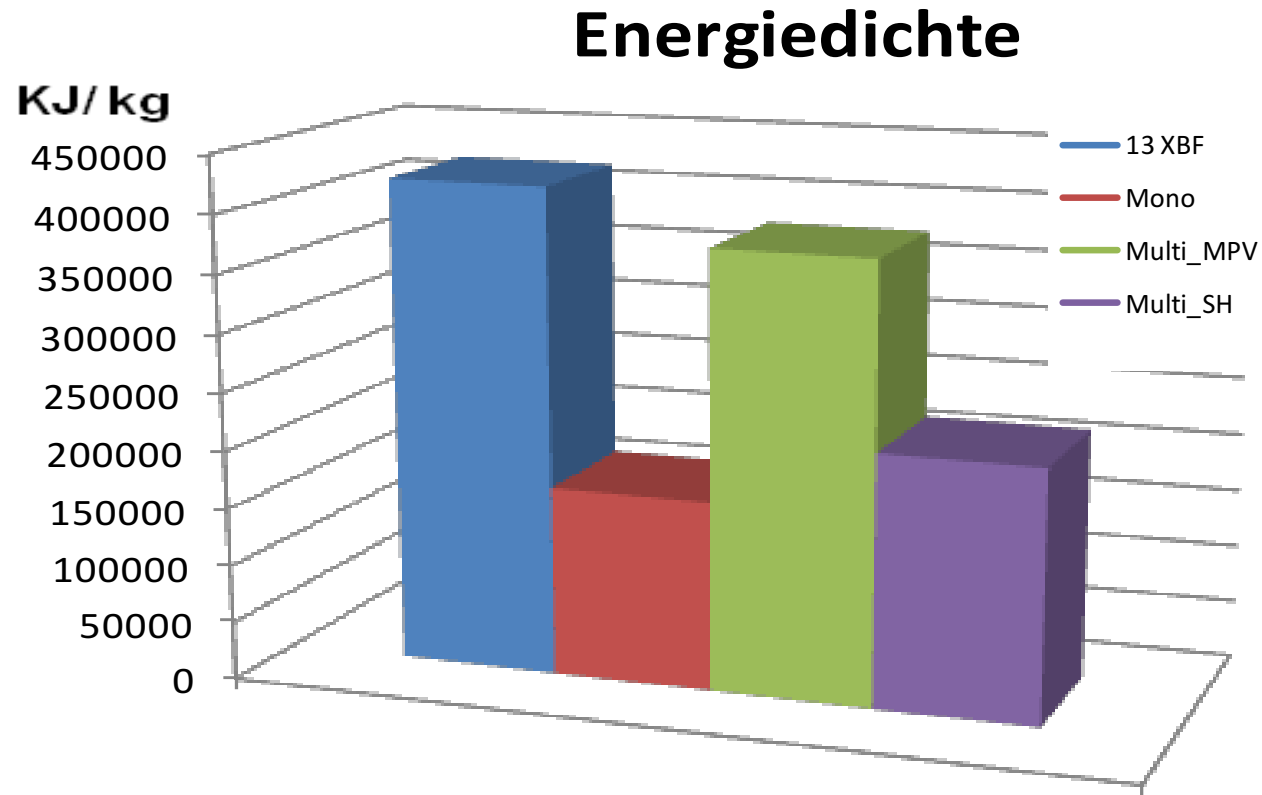
Temperaturverlauf unterschiedlicher Materialien



Temperaturhub unterschiedlicher Materialien

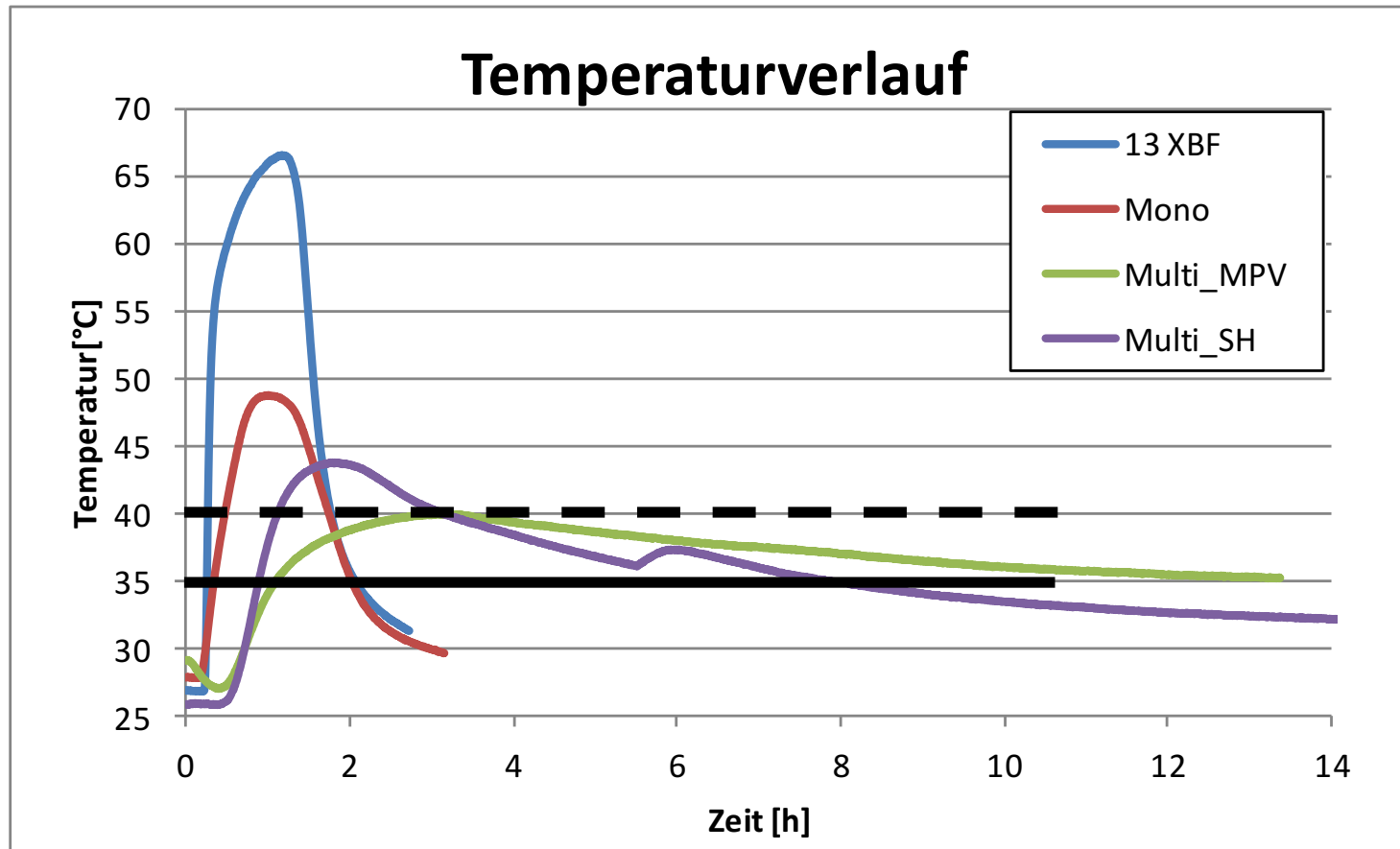


Energiedichte unterschiedlicher Materialien



$$\rho_{Qv} = \frac{c_{p_{Luft}}}{V_{Sorb}} * \dot{m}_{Luft} * \int_{t_0}^{t_1} \Delta T(t) * dt$$

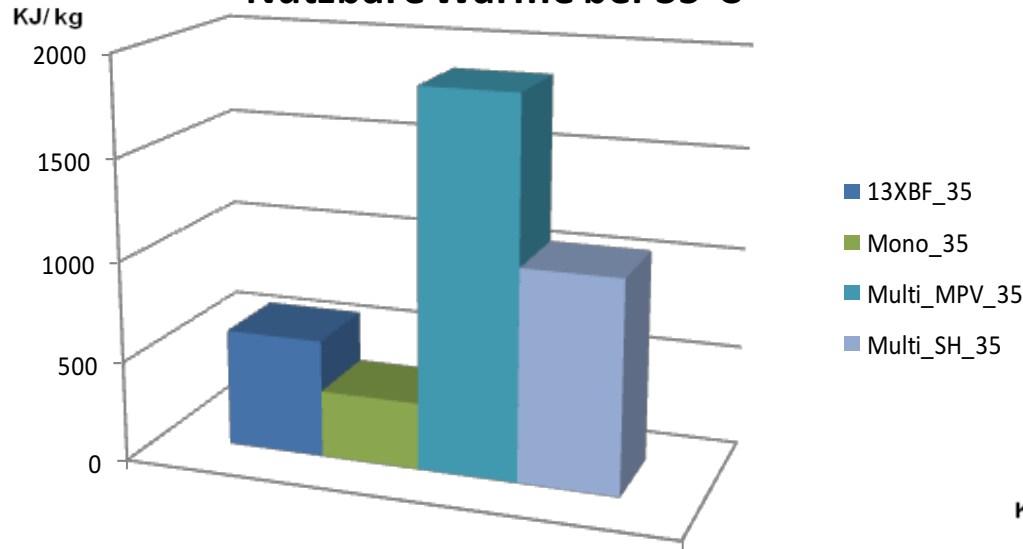
Nutzbare Wärme der unterschiedlichen Materialien



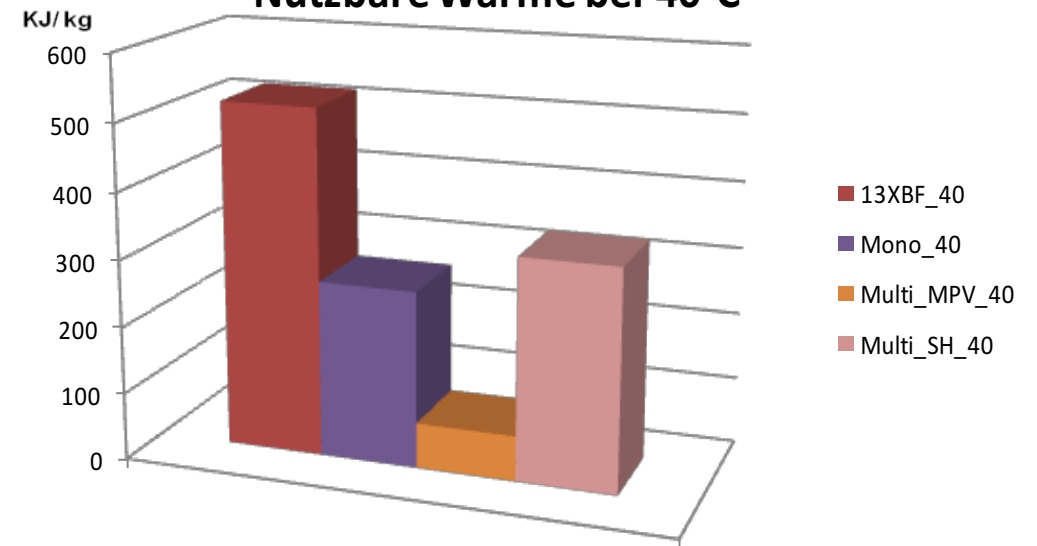
$$Q_{Nutz} = \frac{c_{p\,Luft}}{m_{Sorb}} * \dot{m}_{Luft} * \int_{t_0}^{t_1} \Delta T(t) * dt$$

Nutzbare Wärme der unterschiedlichen Materialien

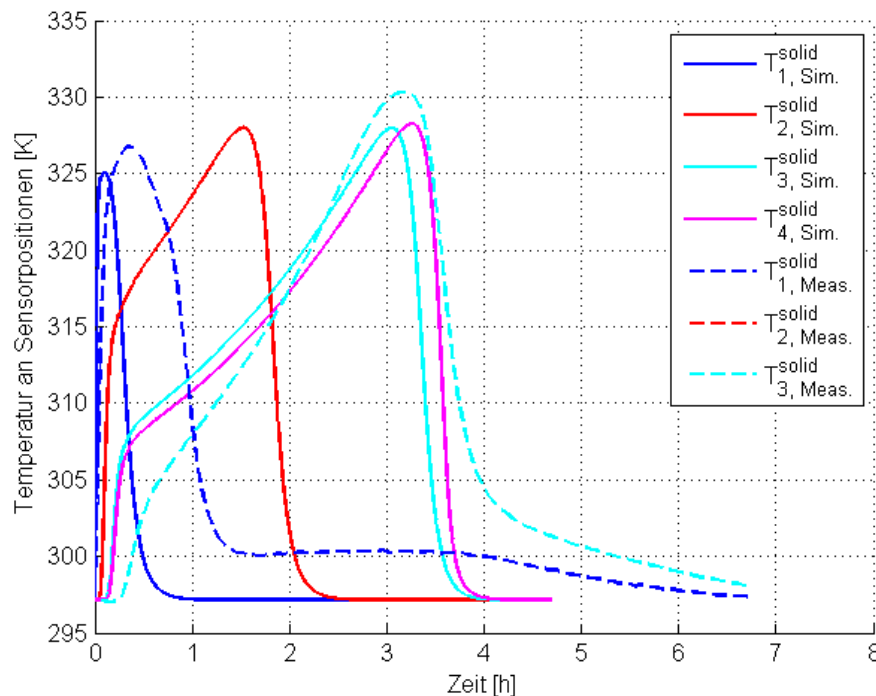
Nutzbare Wärme bei 35°C



Nutzbare Wärme bei 40°C



Simulation



- 1D und 2D Modell
- Gleichgewichtsbeladung nach Dubinin
- Matlab – 1D (im Diagramm dargestellt)
- Fluent – 2D
- 13 XBF mit einer relativen Eintrittsfeuchte von 55%

Conclusio

- Temperaturerhöhung während der Adsorption
<10 K für das Komposit
- Energiedichte

Material	13 XBF	Multi_MPV	Mono
Energiedichte [MJ/kg]	421,189	378,54	165,09

- Nutzbare Wärme

Material	13 XBF	Multi_MPV	Mono
Nutzbare Wärme bei 35°C [kJ/kg]	586,44	1869,1	333,11
Nutzbare Wärme bei 40°C [kJ/kg]	519,345	67,77	264,267

Verwendung von Zeolith/ CaCl_2 Kompositmaterial für die Langzeitspeicherung von thermischer Energie

