

TG/DSC Untersuchungen an neuen Materialien für Sorptionswärmespeicher

Tagung des AK-Thermophysik, IWM-RWTH Aachen

09. März 2015

DI(FH) Daniel Lager, MSc

Engineer - Energy Department - Sustainable Thermal Energy Systems

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria

daniel.lager@ait.ac.at | <http://www.ait.ac.at>

Inhalt

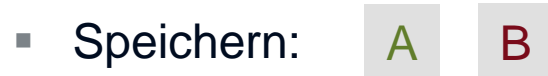
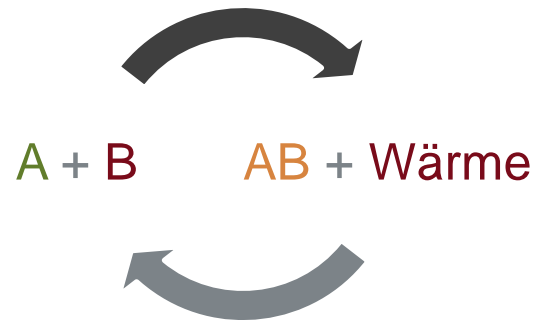
- Sorptionswärmespeicher
 - Prinzip und Materialien

- TG/DSC Untersuchungen
 - Equipment, Setup, Kalibrierung
 - Materialien und Messablauf
 - Ergebnisse und Auswertung

- Ausblick

Thermochemische Speicher - TCS

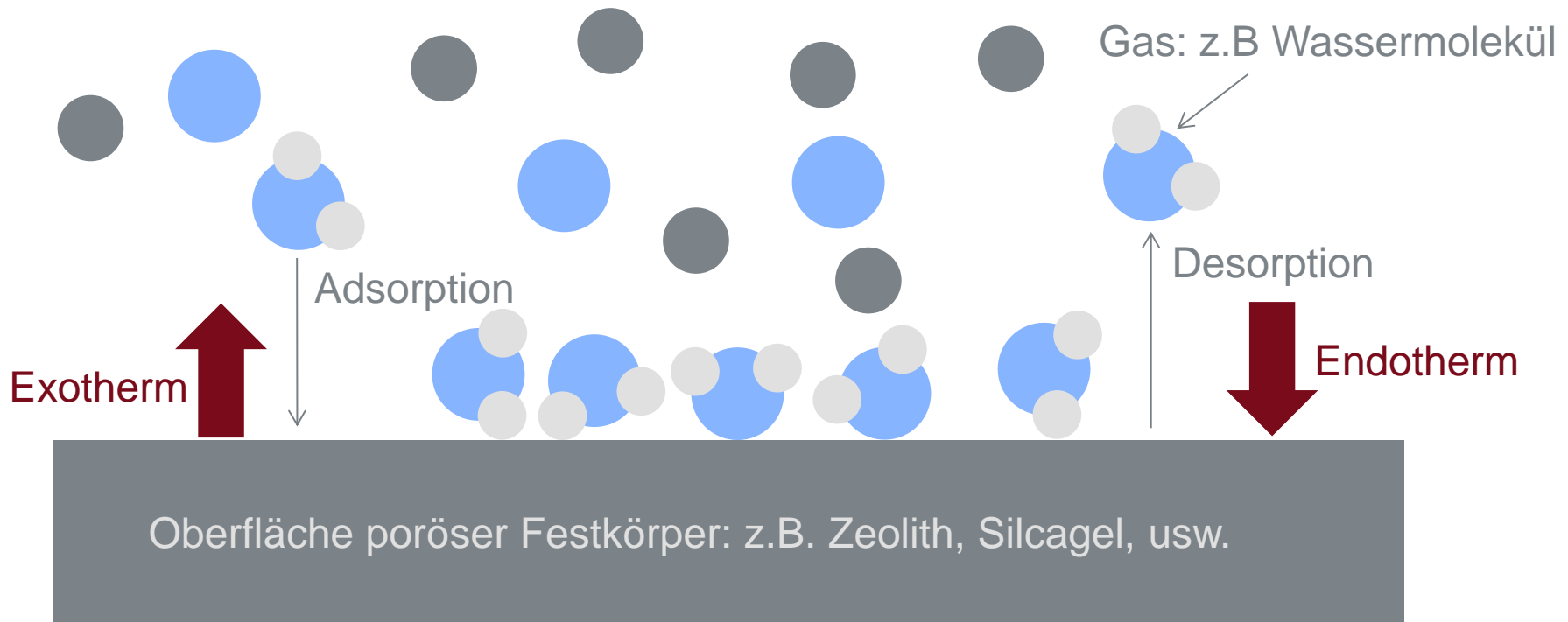
- Prinzip



- Vorteile: verlustfrei, reversibel, hohe Energiedichte, breiter Temperaturbereich
- Schw\u00e4chen: komplexe Technologie (z.B. Reaktordesign)

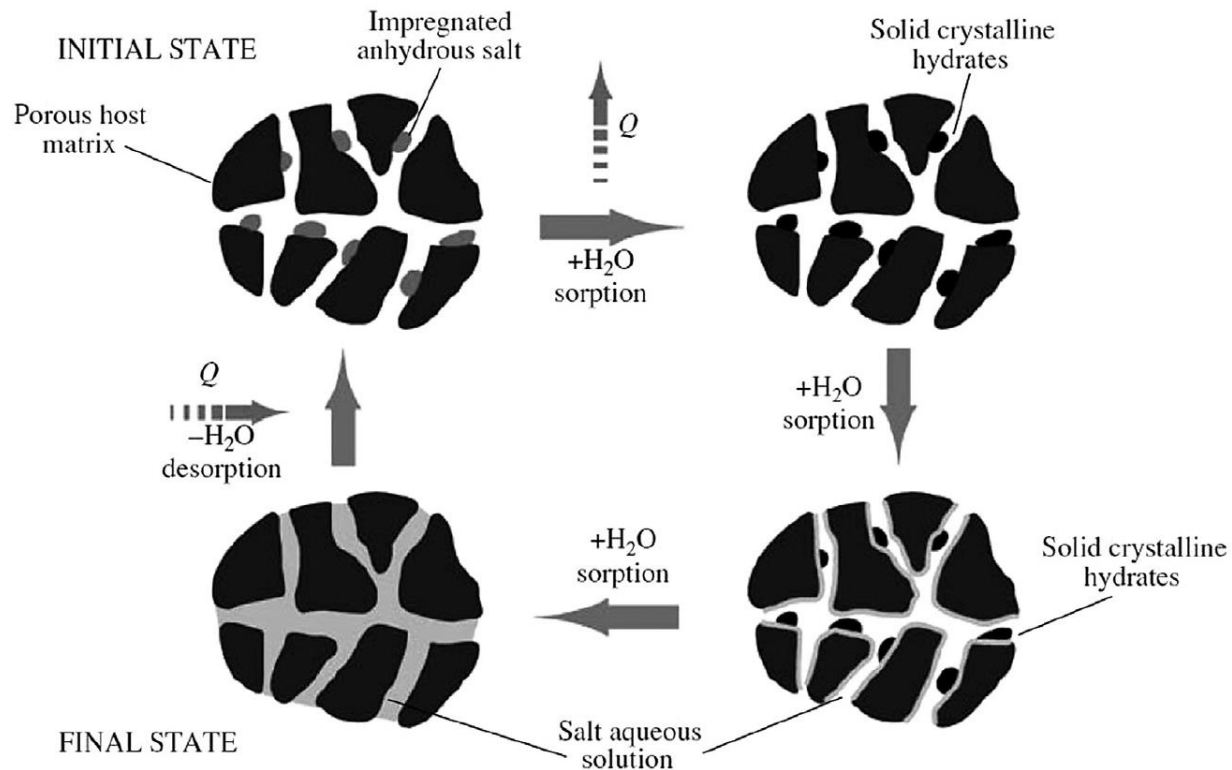
Sorptionswärmespeicher

Reversible Gas-Feststoffreaktion: z.B. Physisorption (Van-der-Waals-Kräfte) – geringe Bindungskraft



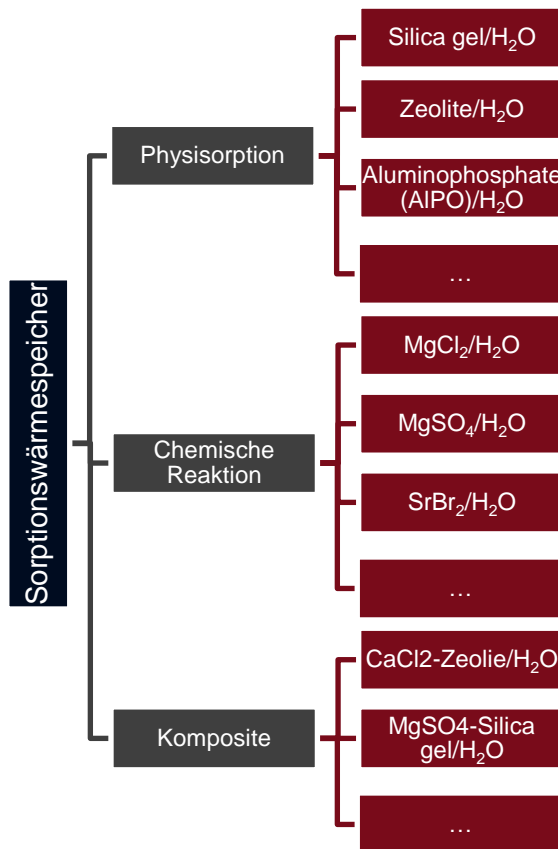
Sorptionswärmespeicher

Komposite - Selective Water Sorbents (SWS)



Yu. I. Aristov: New family of solid sorbents for adsorptive cooling: Material scientist approach; Journal of Engineering Thermophysics; June 2007, Volume 16, Issue 2, pp 63-72

Materialien

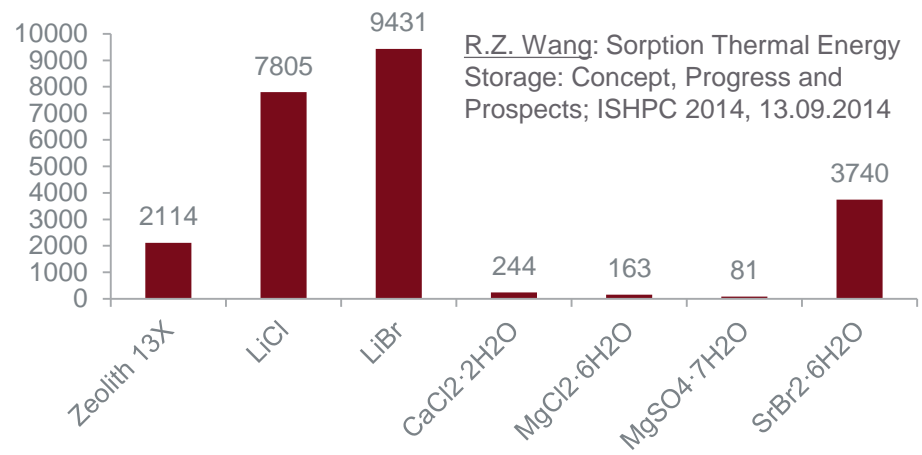


- Kriterien:

- Energiedichte (kWh/m³, kWh/kg) und Speicherkapazität
 - Benötigte Desorptionstemperatur
 - Reaktionskinetik
 - Zyklenstabilität

- ungiftig
- kostengünstig

- Kosten [\$] / t:



TG/DSC Untersuchungen

Setup

- NETZSCH STA 449 F1
Waage: Wägebereich 5g
Ofen: Stahl (-150 bis 1000° C) mit
Kühlwendel für Flüssigstickstoff-
kühlung
- DSC Sensor: Typ K bzw. Typ E
- Proumid MHG32 Feuchte-
generator
- Bruker Tensor 27 FT-IR
Gasanalyse



Quelle: ProUmid



Quelle: NETZSCH

TG/DSC Untersuchungen

Setup und Empfindlichkeitskalibrierung

- Gaspülung: N₂ 99,999%; Tiegelssystem: Pt-Rh ohne Deckel
- Empfindlichkeitskalibrierung mittels $c_p(T)$ Vergleichsmethode zu Saphir Referenzmaterial
- Kombinierte Messunsicherheit nach GUM; x_1, x_2, \dots, x_n sind die DSC Sensor Spannungen $U(T)_{DSC}$, die Masse m ; $c_p(T)$ von Saphir und die Heizrate β .

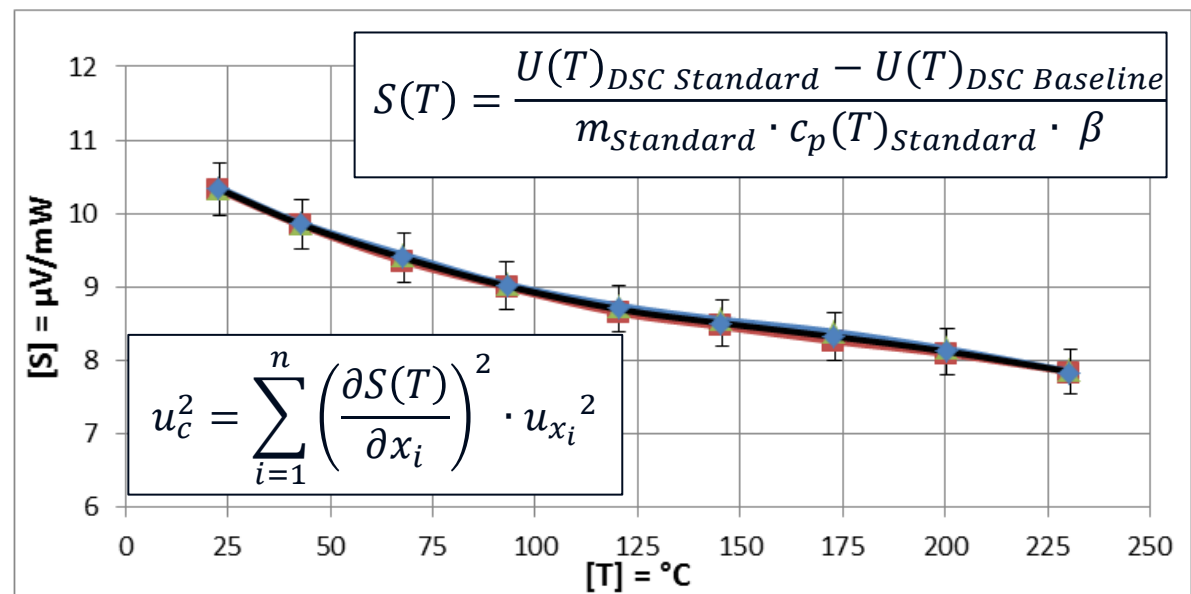
$$[S(T)] = \frac{V}{W}$$

$$[U(T)_{DSC}] = V$$

$$[c_p(T)] = \frac{J}{g \cdot K}$$

$$[\beta] = \frac{K}{s}$$

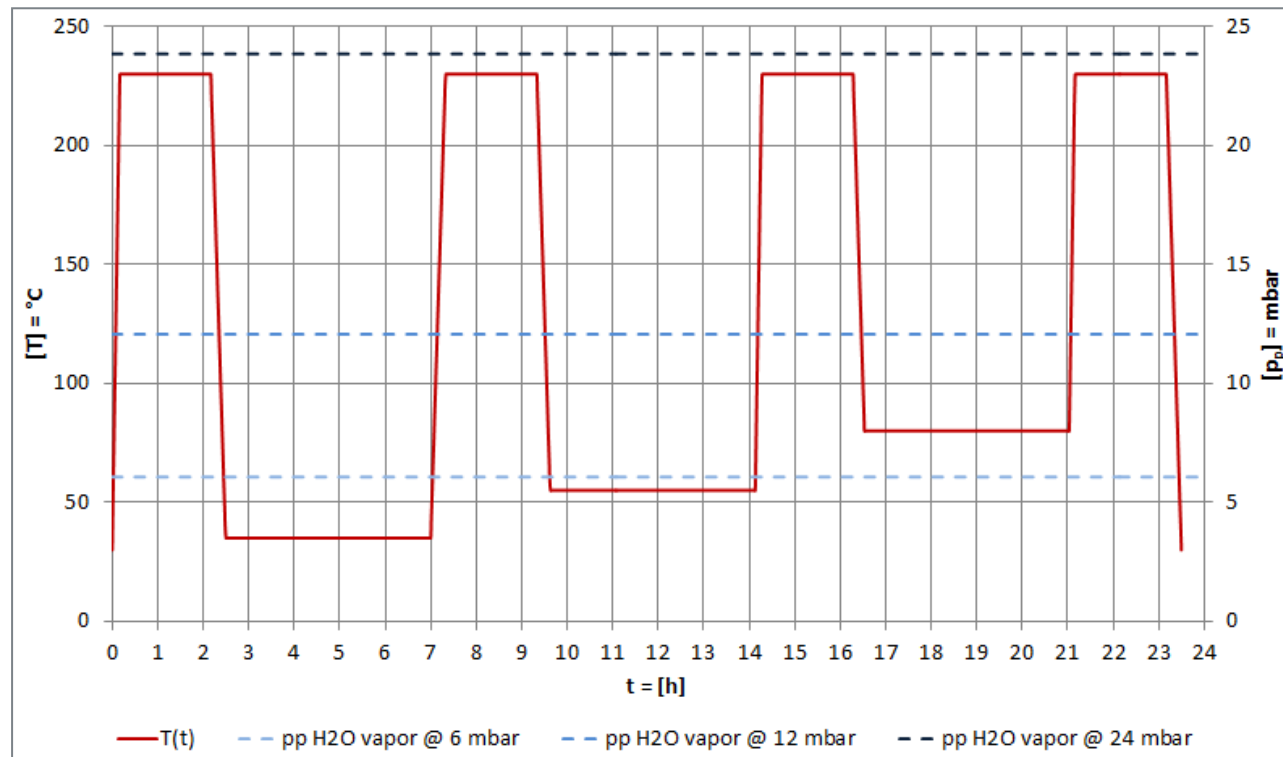
$$[m] = kg$$



TG/DSC Untersuchungen

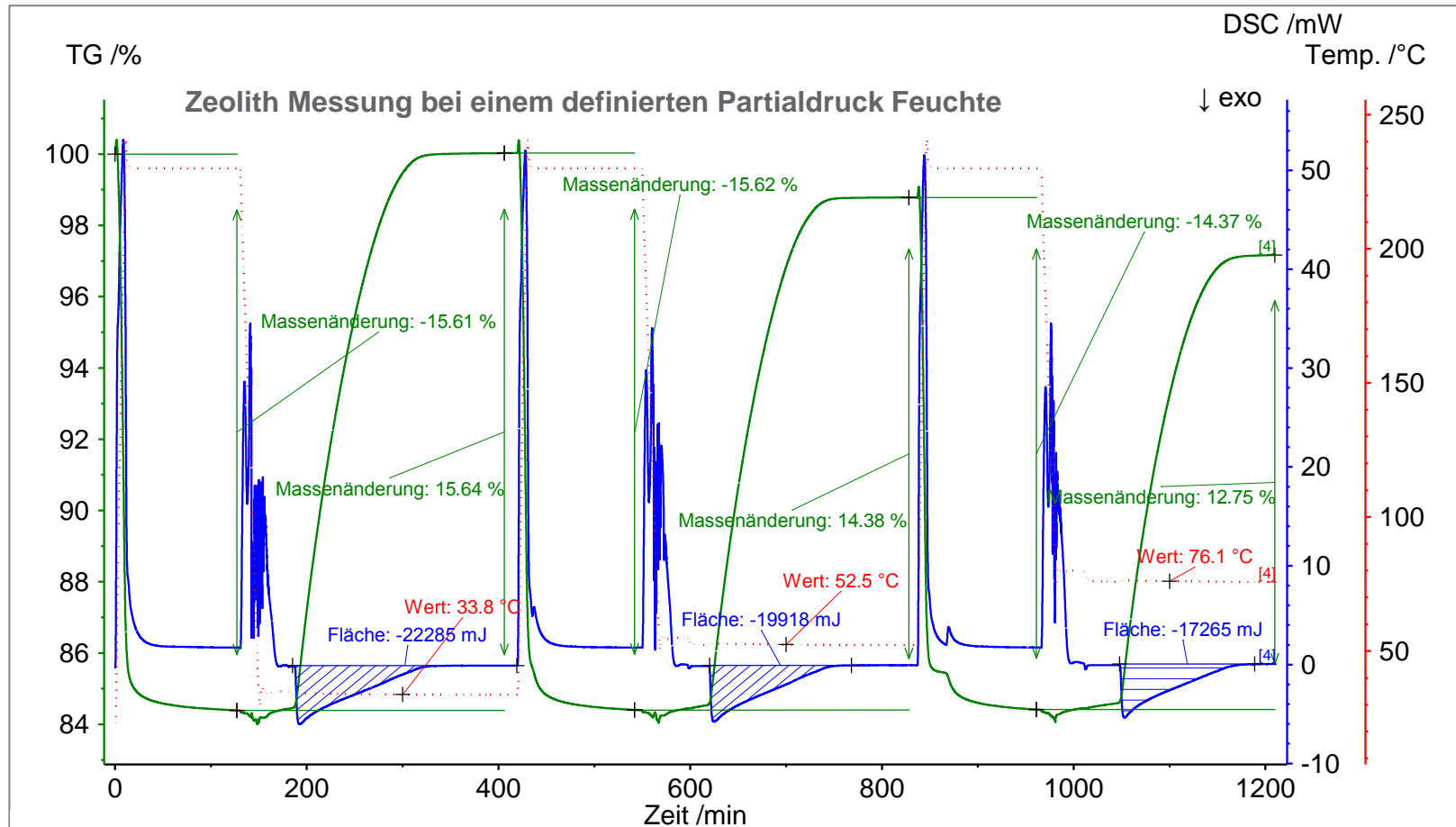
Messablauf

- Probenmaterial bei Raumbedingungen in den Tiegel gefüllt und Bestimmung der Initialmasse
- Definition der Desorptionstemperatur, Feuchteangebot, Sorptionstemperaturen und Isothermphase



TG/DSC Untersuchungen

Messergebnis Einzelmessung

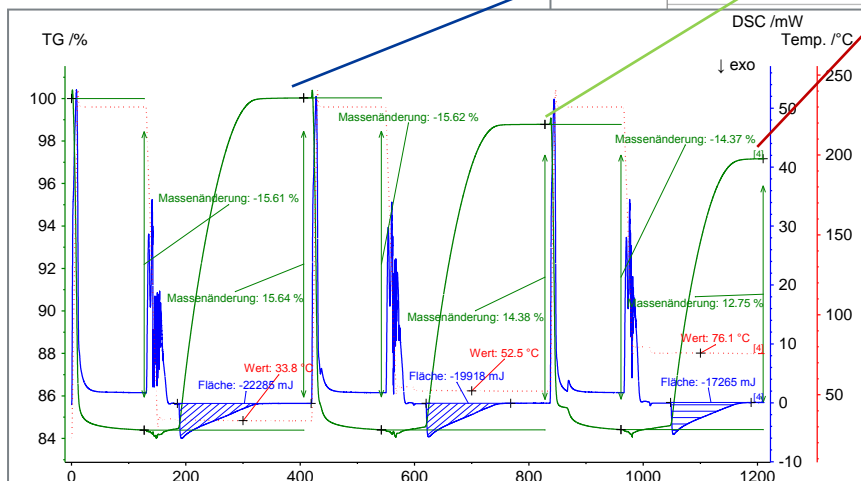
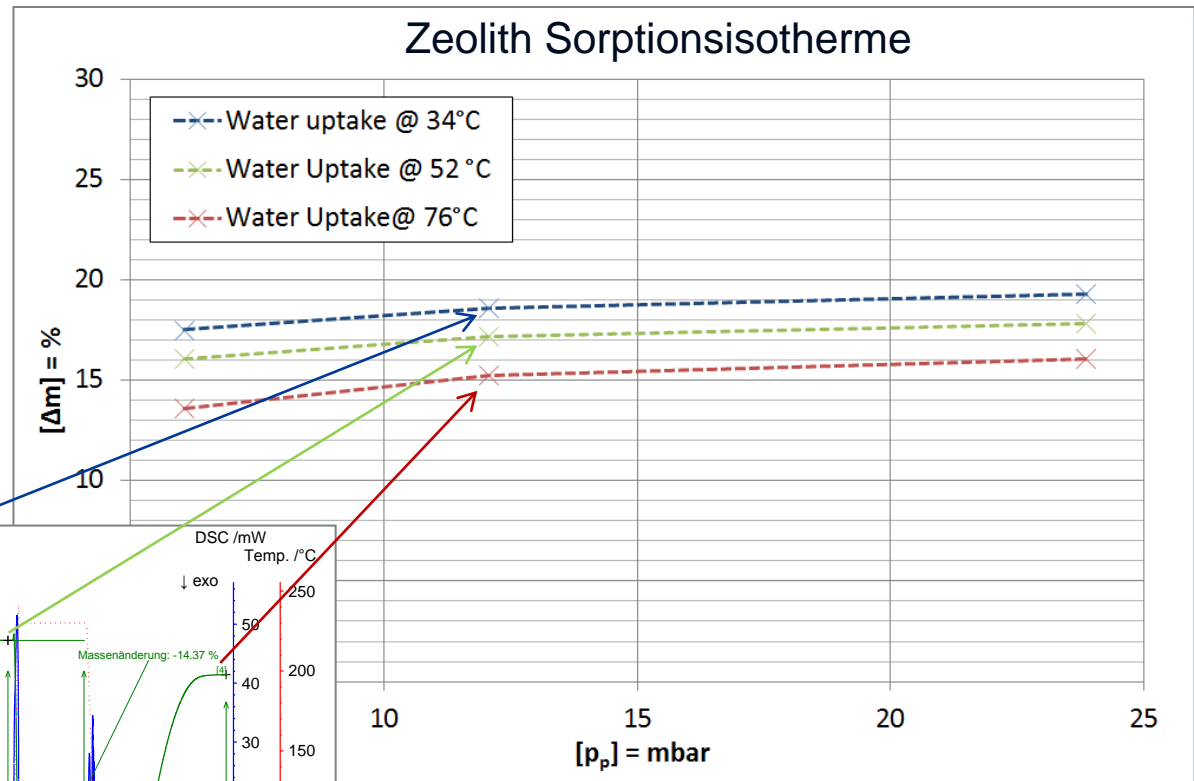


TG/DSC Untersuchungen

Auswertung

- Umrechnung der Wasseraufnahme bezogen auf das Probengewicht nach der Desorption („Trockenmasse“)

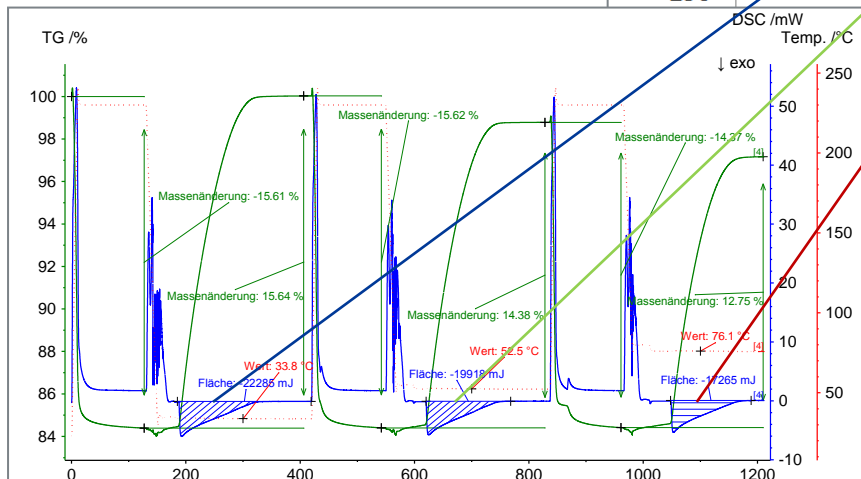
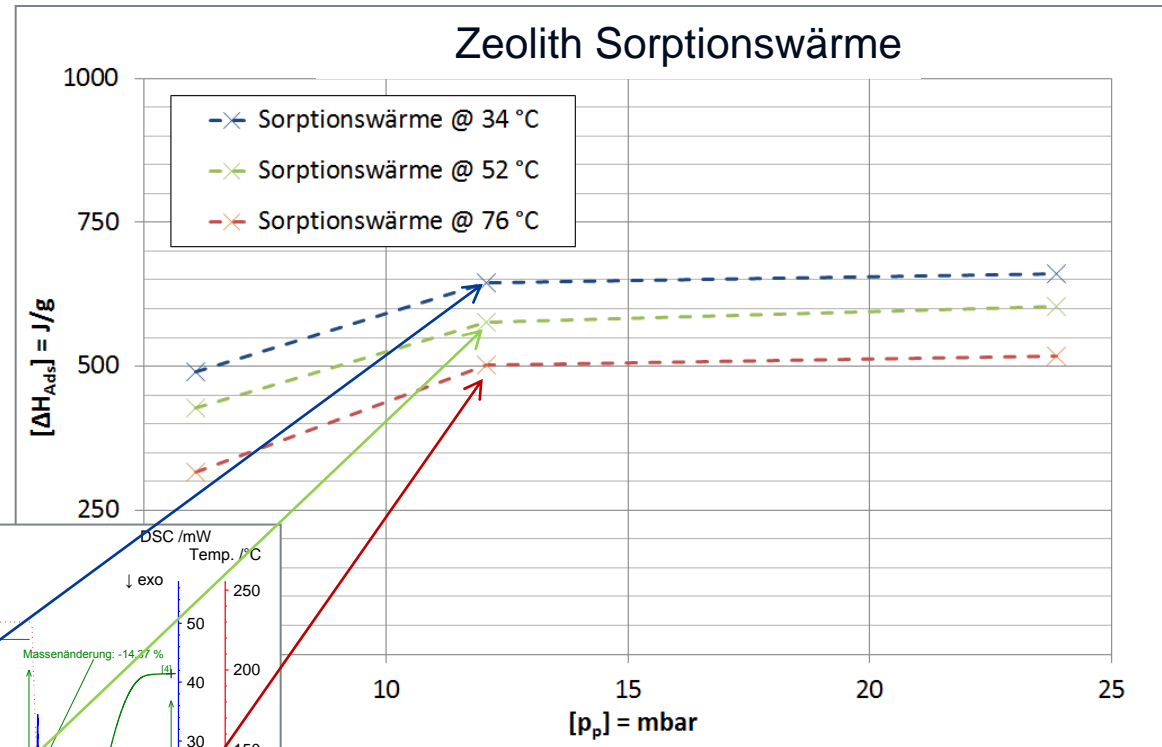
Zeolith Sorptionsisotherme



TG/DSC Untersuchungen

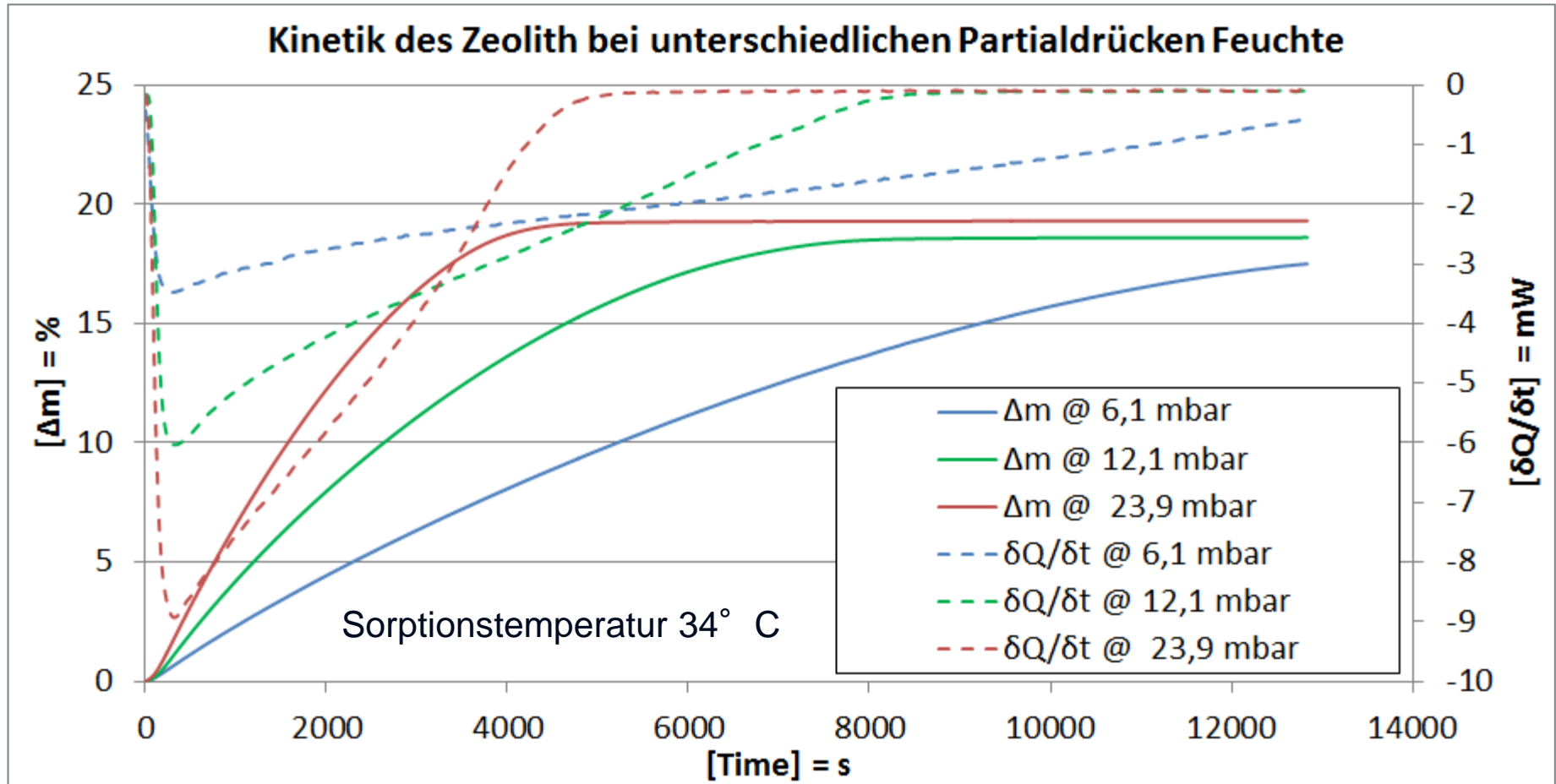
Auswertung

- Zeitintegral der DSC-Wärmestrom Kurve im Sorptionsbereich
- Sorptionswärme bezogen auf die Trockenmasse



TG/DSC Untersuchungen

Auswertung



Ausblick

- Weitere TG/DSC Sorptionsmessungen an unterschiedlichen porösen Strukturen (Zeolith, Silicagel und MOF) und Kompositen mit Wasserdampf als Sorbtiv
- Zyklen- bzw. Alterungsmessungen mit Hilfe der TG/DSC Methode. Vergleich der Wasseraufnahme und Sorptionswärme nach mehreren Zyklen
- Vergleich der Materialien hinsichtlich Sorptionswärme und Kinetik
- Weitere Gas-Feststoff Reaktionen (z.B. mit CO₂ oder O₂)
- Beschreibung der Reaktionskinetik mit Hilfe reaktionskinetischer Modelle aus TG/DSC Messungen
- Untersuchungen über das Verhalten des Materials in der Schüttung

Danksagung

- Teile der präsentierten Arbeiten wurden durch Förderungen des österreichischen Klima und Energiefonds und durch die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG im Programm „Neue Energien 2020“ durch das Projekt „Verlustfreie Solarspeicher mittels thermochemischer Granular-Flow-Materialien (FlowTCS)“ finanziell unterstützt.



AIT Austrian Institute of Technology

your ingenious partner

DI(FH) Daniel Lager, MSc

Engineer - Energy Department - Sustainable Thermal Energy Systems

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria

daniel.lager@ait.ac.at | <http://www.ait.ac.at>