



## 2. Tagung: Kompakte thermische Energiespeicher

14.9.2016  
Wirtschaftskammer Österreich



### Entwurf, Optimierung und Systemexperimente an einem saisonalen solarthermischen Speicher auf Basis von Festbettsorption mit Zeolith

**Georg Engel**

**Rebeka Köll, Waldemar Wagner, Wim van Helden**  
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)  
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19  
AUSTRIA

Sebastian Asenbeck, Henner Kerskes, Dagmar Jähmig, Bao Nam Dang,  
Thomas Badenhop, Frank Salg, Jochen Jänchen



The COMTES project is funded by the EU, FP7.

[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at) AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

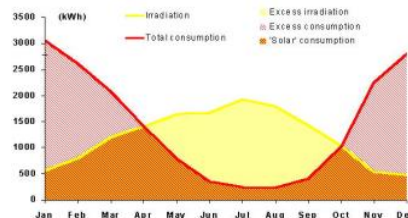


## Motivation: Saisonale Speicher



### Was?

- Wärmebedarf von Gebäuden mit erneuerbarer Energie decken
- Autarke lokale Wärmeversorgung



### Warum?

- Wärmebedarf von Gebäuden stellt knapp 20% des gesamten Energiebedarfs in Europa dar
- CO<sub>2</sub> Reduktion
- Reduktion der Importe
- Reduktion der Abhängigkeit von Staaten
- Bedürfnis der Kunden nach Autarkie

### Wie?

- Im Winter mit der Sommersonne heizen
- Mit Hilfe von kompakten saisonalen Wärmespeichern

[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at) AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Georg Engel, 14.9.2016



# Kompaktes saisonales solares Wärmespeichersystem



Wesentliche Ziele des EU-Projekt COMTES (2012-2016):

- Experimentelle Demonstration eines saisonalen Wärmespeichersystems
- Energiedichte signifikant höher als die eines Wasserspeichers



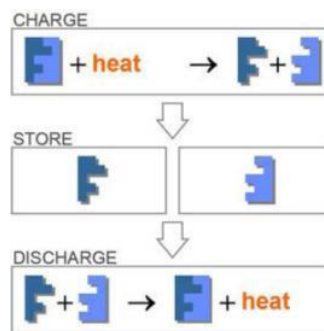
Projektpartner für Entwicklungslinie A – Feststoffsorption:



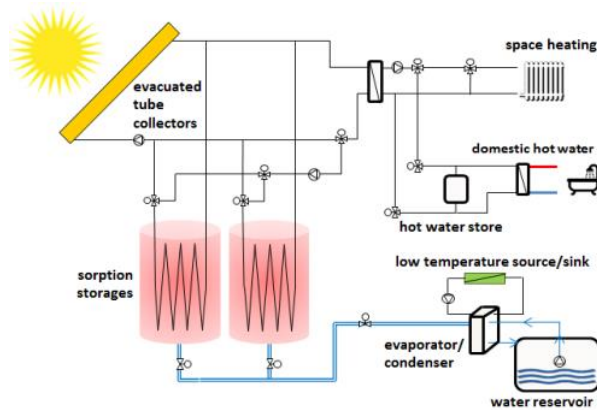
# Wärmespeicher: Grundlagen



- Sensible Speicher
  - Latent (Phasenwechsel)
  - Thermochemisch
- Bsp. Adsorption von Dampf auf Zeolith:
    - Hohe Speicherdichte
    - Verlustfrei während Speicherung
    - Unproblematisch (nicht toxisch etc.)
    - Gut geeignet für saisonale Speicher
    - Erfahrung von sorptiven Wärmepumpen etc.



Quelle: ECN, TNO



- Sommer: Solare Beladung der Speicher
- Winter: Entladung durch Verdampfung im Vakuum mit solarer Wärme auf Niedertemperatur
- 2 Speicher: Umladen („charge boost“) – siehe später





## Speichersystem: Konzept



[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at) AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Georg Engel, 14.9.2016



## Speichersystem: Konzept



[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at) AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Georg Engel, 14.9.2016



## Speichersystem: Konzept



[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at) AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Georg Engel, 14.9.2016



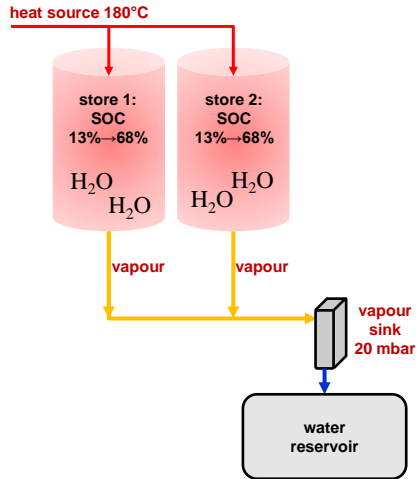
## Speichersystem: Konzept



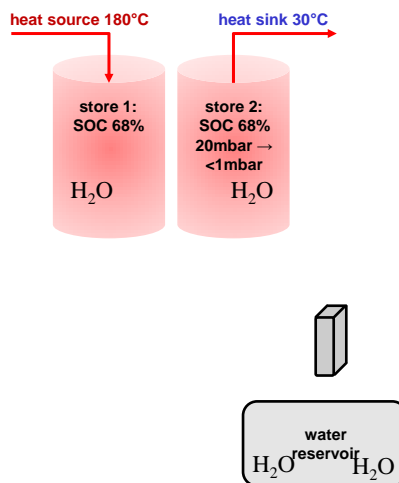
[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at) AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Georg Engel, 14.9.2016

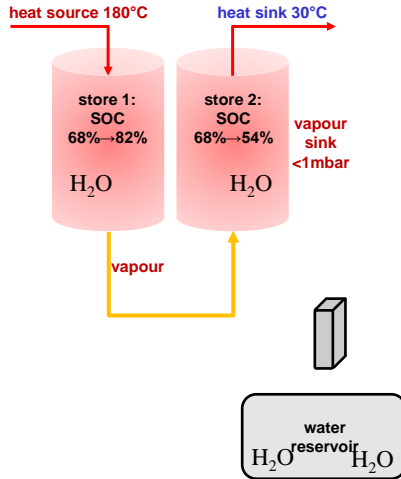
- I. Aufheizen und Beladen (desorbieren) beider Speicher



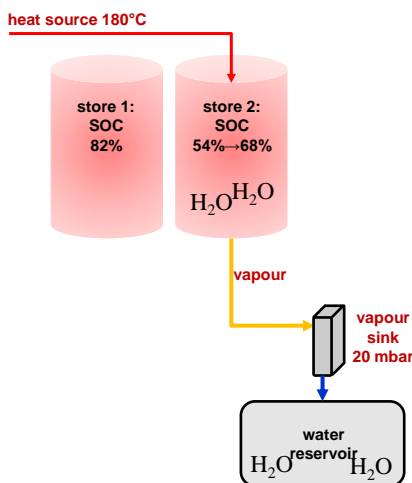
- I. Aufheizen und Beladen (desorbieren) beider Speicher
- II. Kühlen des Speicher 2, Reduktion des Drucks



- I. Aufheizen und Beladen (desorbieren) beider Speicher
- II. Kühlen des Speicher 2, Reduktion des Drucks
- III. Umladen - ‚Charge Boost‘

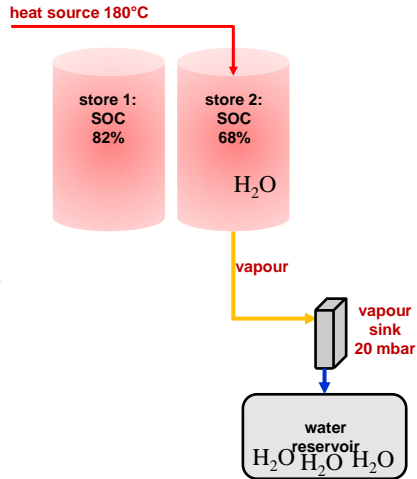


- I. Aufheizen und Beladen (desorbieren) beider Speicher
- II. Kühlen des Speicher 2, Reduktion des Drucks
- III. Umladen - ‚Charge Boost‘
- IV. Erneutes Aufheizen und Beladen des Speicher 2



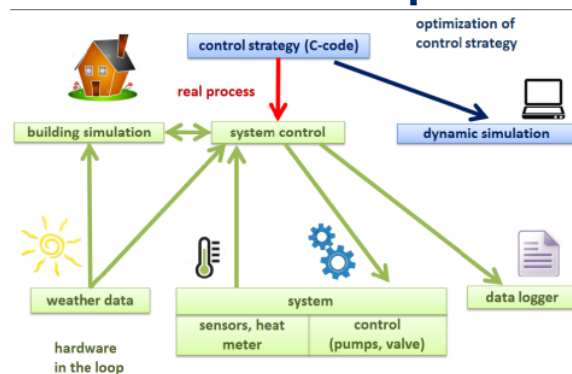
## Umladen - ‚Charge Boost‘

- I. Aufheizen und Beladen (desorbieren) beider Speicher
- II. Kühlen des Speicher 2, Reduktion des Drucks
- III. Umladen - ‚Charge Boost‘
- IV. Erneutes Aufheizen und Beladen des Speicher 2



**Steigerung des SOC:**  
82% vs. 68%

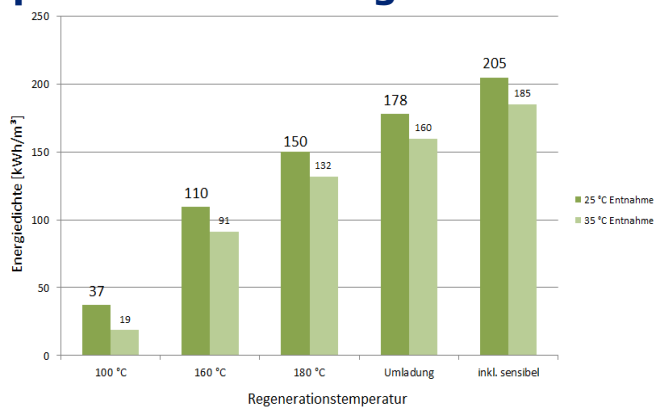
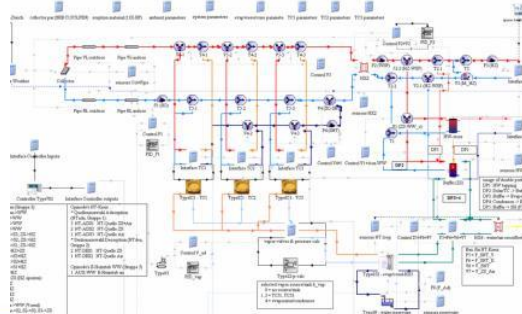
## Methodik: Systemregelung und Hardware-in-the-loop



- Systemregelung ident in Simulation und Experiment
- Demonstration in realer Größe (1:3) unter realen Bedingungen in der Heizperiode
- Echtzeit-Kopplung an Gebäudesimulation (HiL)



- Simulation unverzichtbar zur Optimierung des Systemkonzepts und der Systemregelung
- 74% solarer Deckungsgrad  
(Würzburg, EFH mit 140m<sup>2</sup>, HWB 30kWh/m<sup>2</sup>a, 36m<sup>2</sup> Kollektorfläche, 6m<sup>3</sup> Zeolith 13XBF)



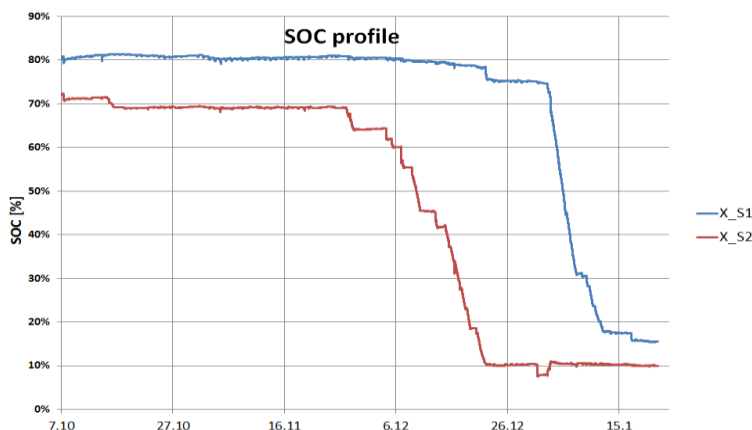
- Hohe Ladetemperatur/Energiedichte (Zeolith 13XBF)
- 'Umladen': Weitere Steigerung der Energiedichte
- Sensible Wärme hier nicht nutzbar für saisonale Speicher

## Resultate: Experimentelle Demonstration des Systems

- Demonstration des saisonalen Wärmespeichersystems in realistischer Größe (1:3) unter realen Bedingungen
- Heizperiode 12.10.2015 – 24.1.2016
- Erfolgreich demonstrierte Speichertechnologie
- $f_{\text{sol}} = 83.5\%$  (in dieser Periode)



## Resultate: Experimentelle Demonstration des Systems



- SOC (Beladung) für die gesamte Heizperiode
- S 1 (blau): Schnelle Entladung (hohe Leistung) möglich
- S 2 (rot): Langsame Entladung (geringere Anforderung)



## Konklusion



- Nachweis der Effizienz des ‚Umladen‘
- 74% solarer Deckungsgrad laut Simulation (typ. EFH in Würzburg)
- Experimentell demonstriert 178 kWh/m<sup>3</sup>
- Demonstration des saisonalen Wärmespeichersystems im realistischen Maßstab (1:3) in der Heizperiode
- $f_{\text{sol}} = 83.5\%$  experimentell demonstriert (12.10.-24.1.)