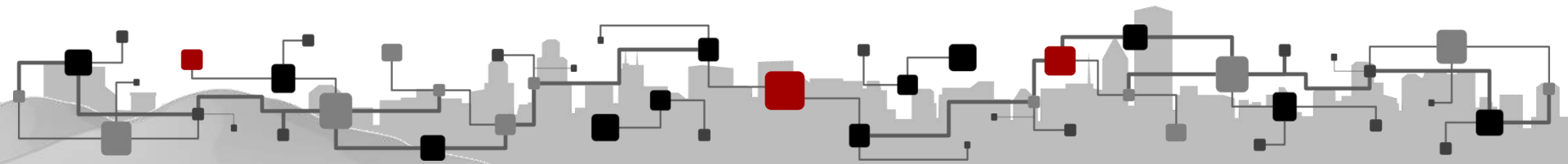


Forum Energie

Natronlauge als Energiespeicher

Februar 5, 2019

Dr. Luca Baldini – Building Energy Systems and Technologies Group BEST



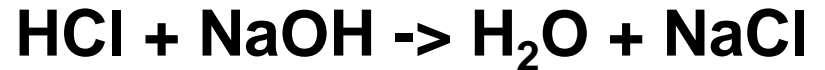


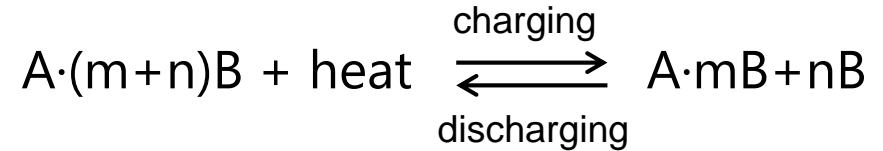
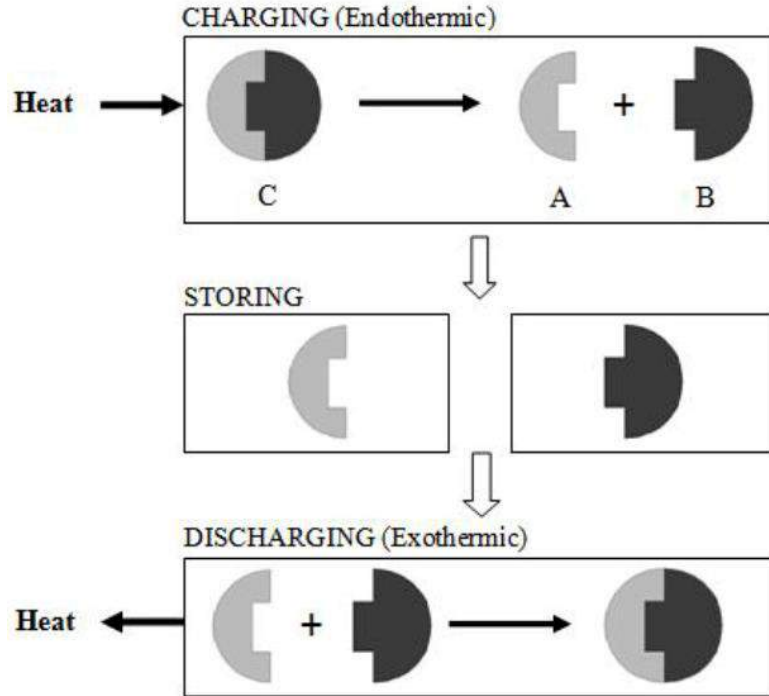
- Natronlauge ist die Bezeichnung für Lösungen von Natriumhydroxid (NaOH) in Wasser
- Natriumhydroxid ist ein weißer hygroskopischer Feststoff. In Wasser löst es sich unter großer Wärmeentwicklung zur stark alkalisch reagierenden Natronlauge auf (pH ca. 14 bei $c = 1 \text{ mol/l}$).
- Natronlauge wird meistens durch Elektrolyse aus Natriumchlorid gewonnen (zu etwa 65 Prozent der Weltproduktion).



Verwendung von Natronlauge in:

- Herstellung von verschiedenen Seifen, Farbstoffen, Fett-, Öl- und Petroleumreinigung
- Synthese verschiedener Chemikalien
- Herstellung von Brezeln
- Reinigen von Edelstahltanks
- Entfernen alter Farbe (Abbeizen)
- Neutralisation bei Herstellung von Bouillon
- ...





Sorption:

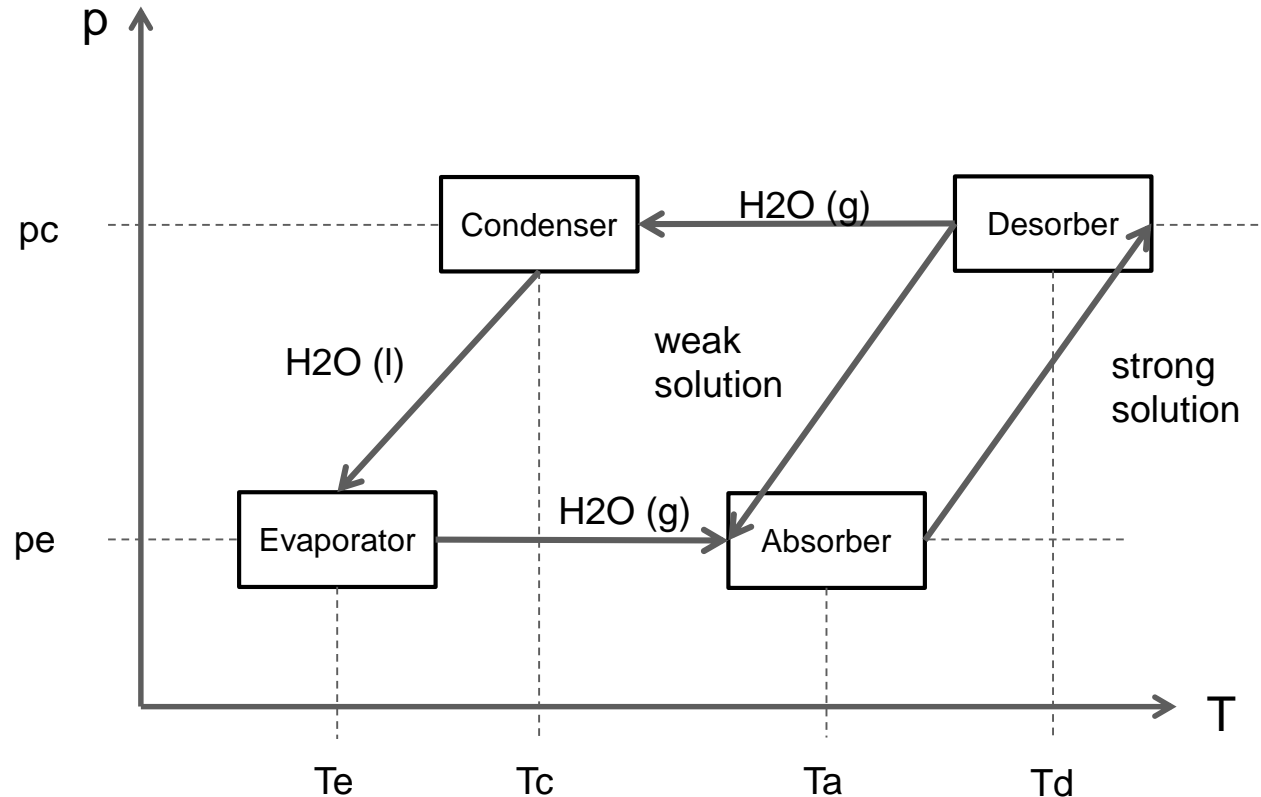
A Sorbent, B Sorbat (Kältemittel)

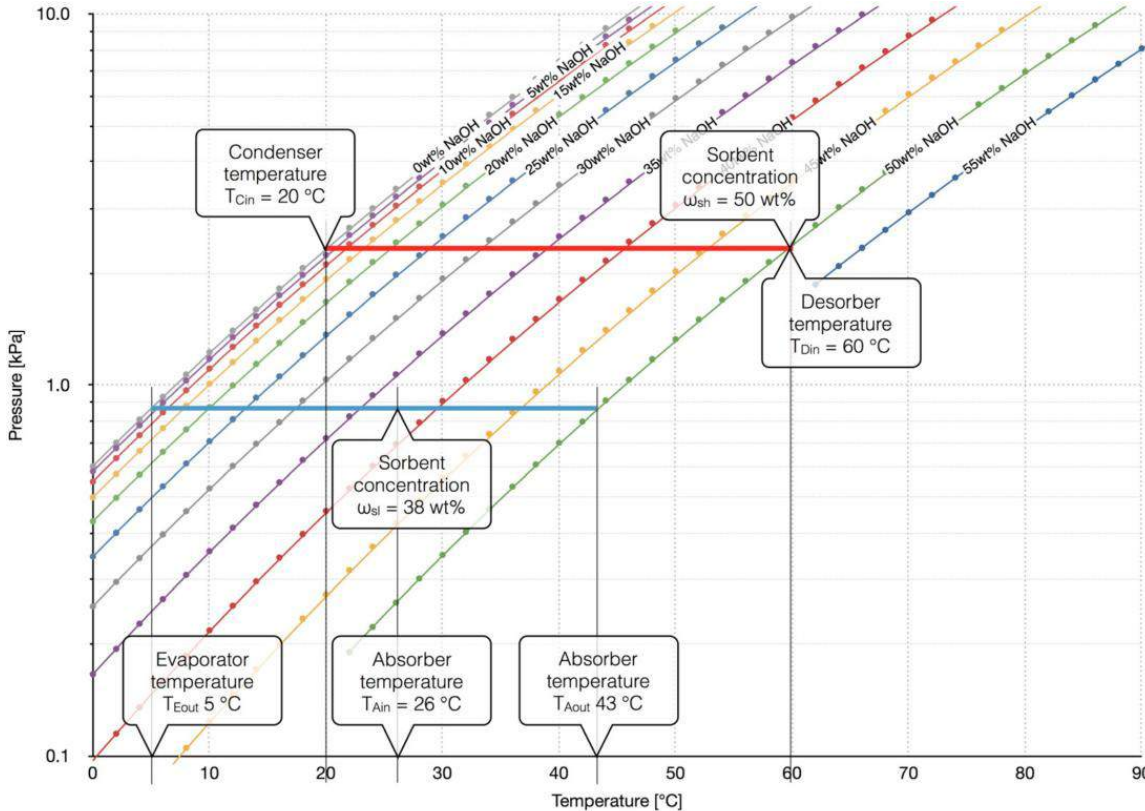
AB Sorptionspaar

Source: Abedin and Rosen. *The Open Renewable Energy Journal*, 2011, 4, 42-46

- $\text{CaCl}_2/\text{H}_2\text{O}$
- Glycerin/ H_2O
- $\text{KOH}/\text{H}_2\text{O}$
- **$\text{LiBr}/\text{H}_2\text{O}$**
- $\text{LiCl}/\text{H}_2\text{O}$
- $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$
- **$\text{H}_2\text{O}/\text{NH}_3$**
- ...

Absorptions-Wärmepumpenprozess

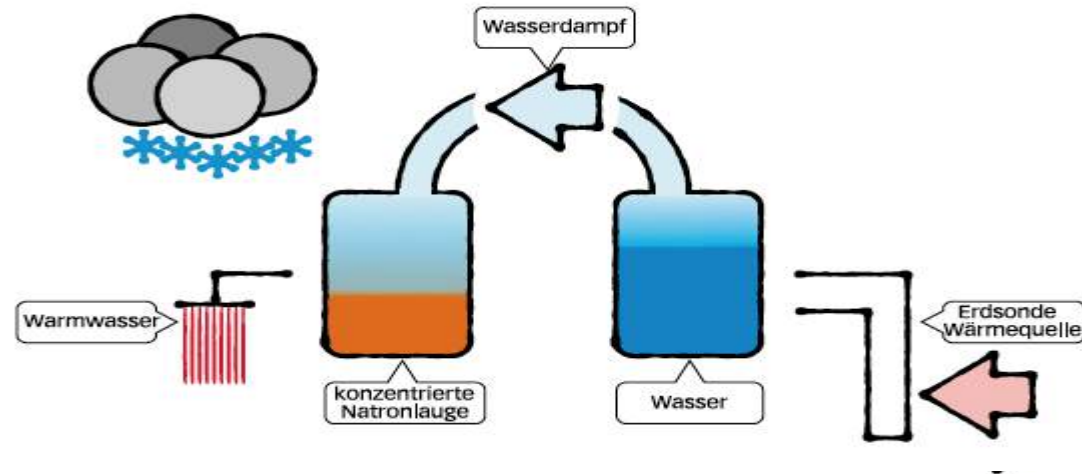




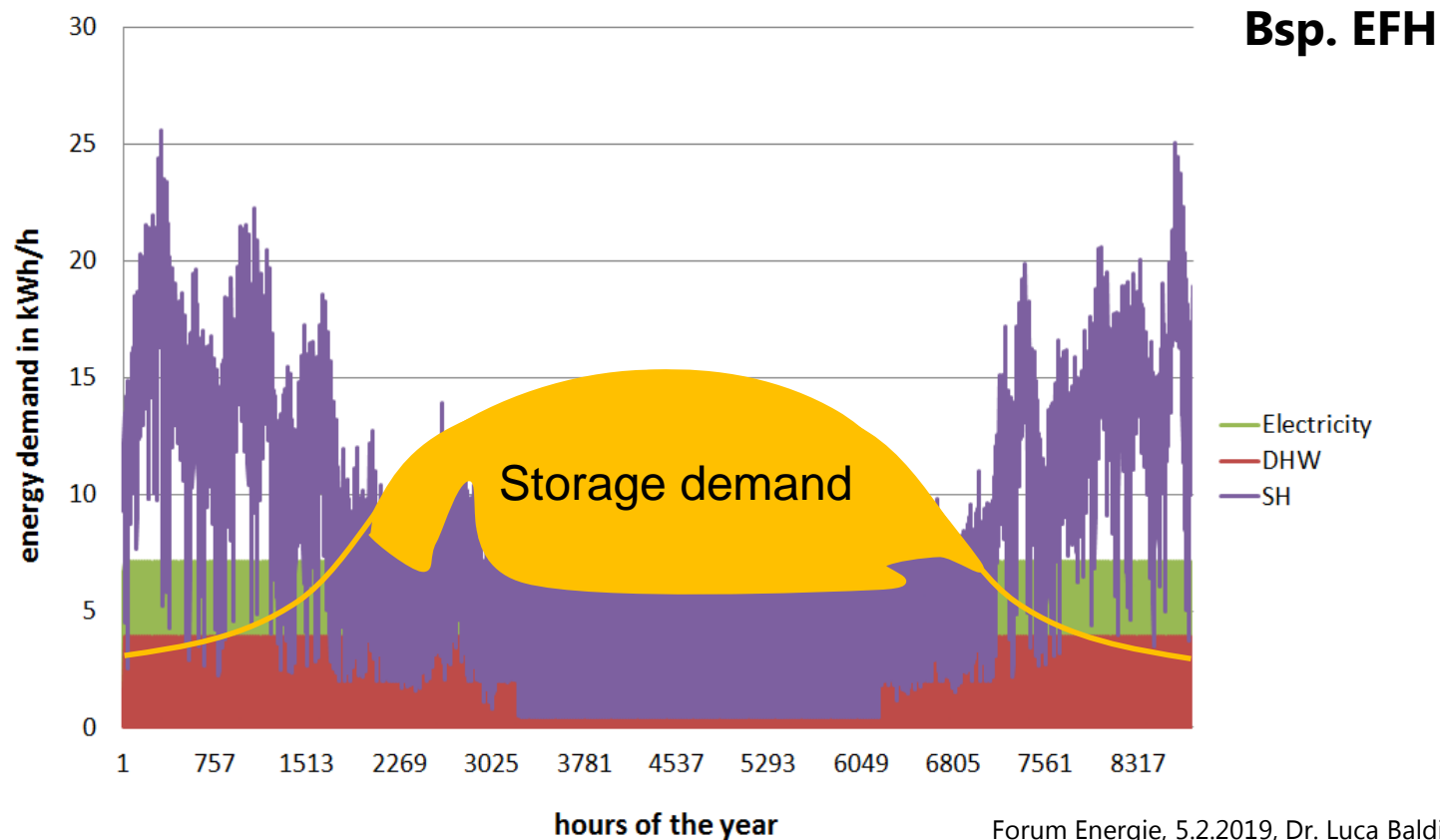
- Verdampfer-temperatur bestimmt Druck im Absorber
- Bei vorgegebenen Druck im Absorber kondensiert der Wasserdampf im Absorbent bei höheren Temperaturen

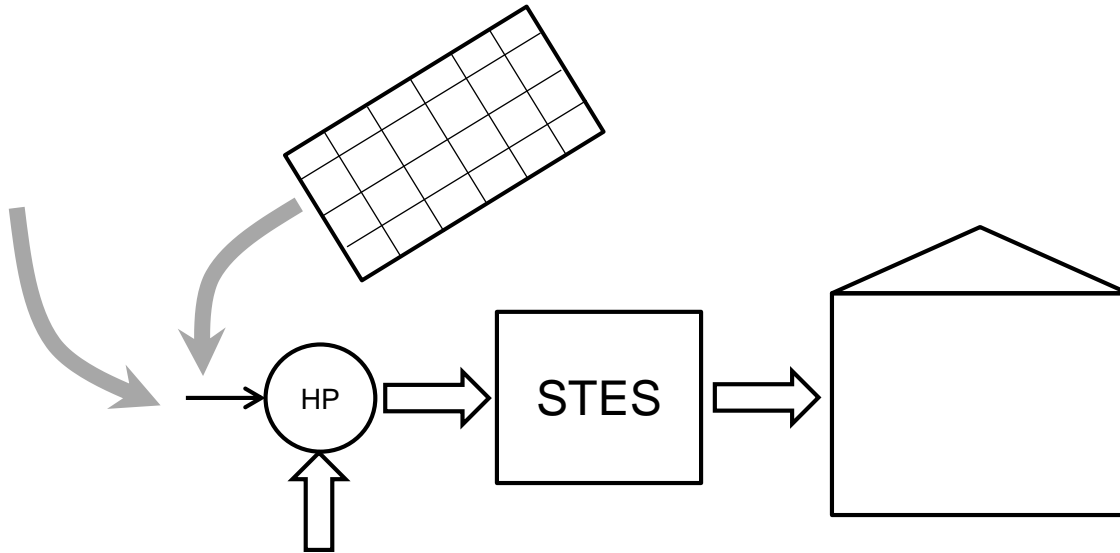
-> **Wärmepumpeneffekt**

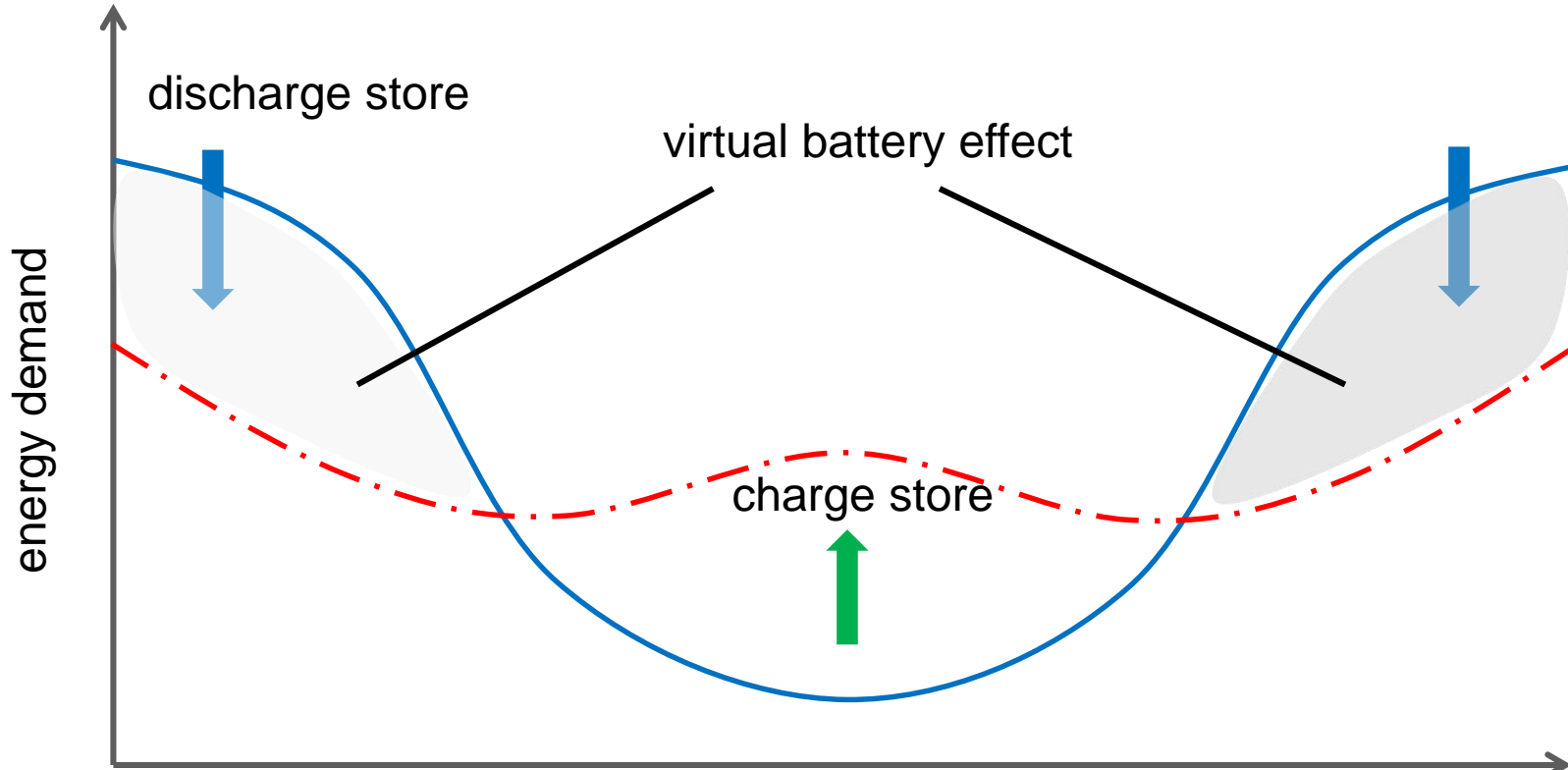
Charging process Die Aufladung



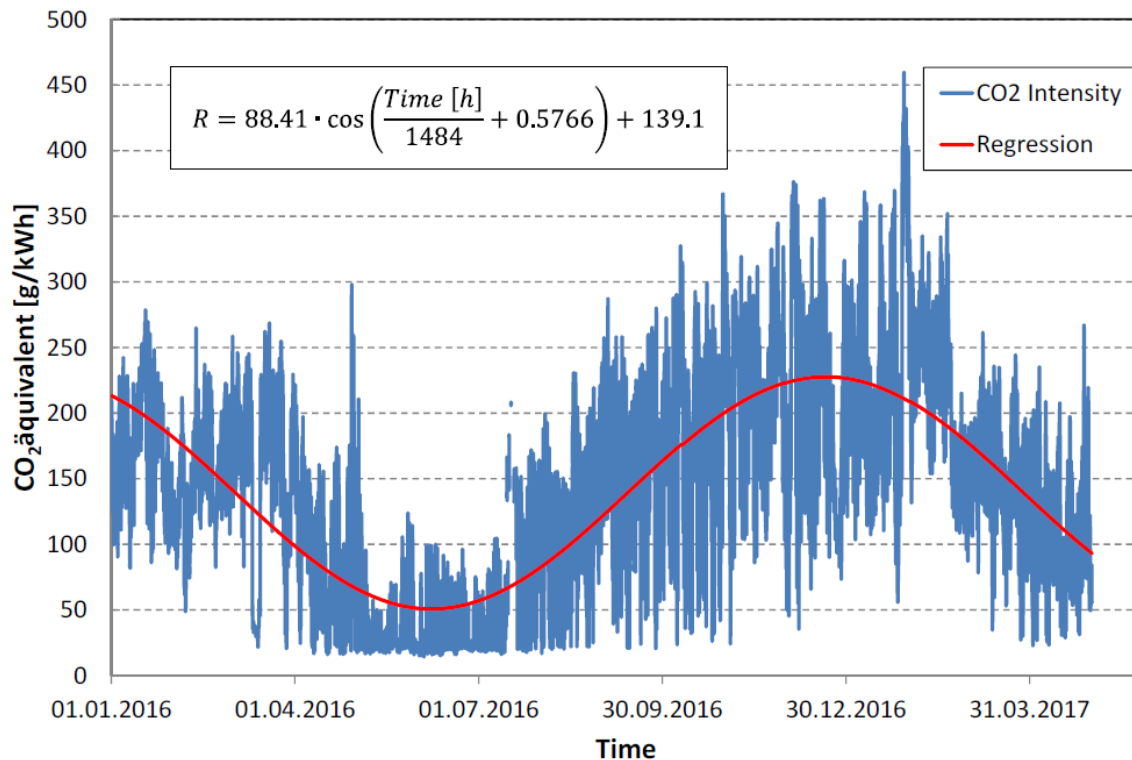
Wir speichern nicht die Wärme, sondern das Potential Wärme zu einem späteren Zeitpunkt zurückzugewinnen!







Saisonale Unterschiede CO₂-Belastung Netzstrom



Source: Empa, paper presented at Eurosun conference 2018. Regression for dynamic CO₂ emissions calculated using data from electricitymap.org

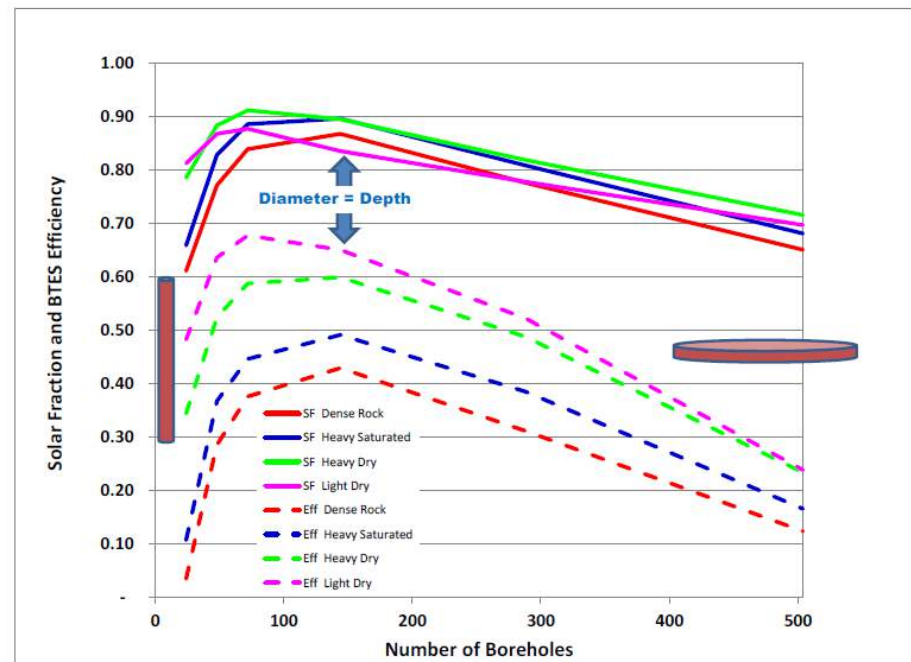
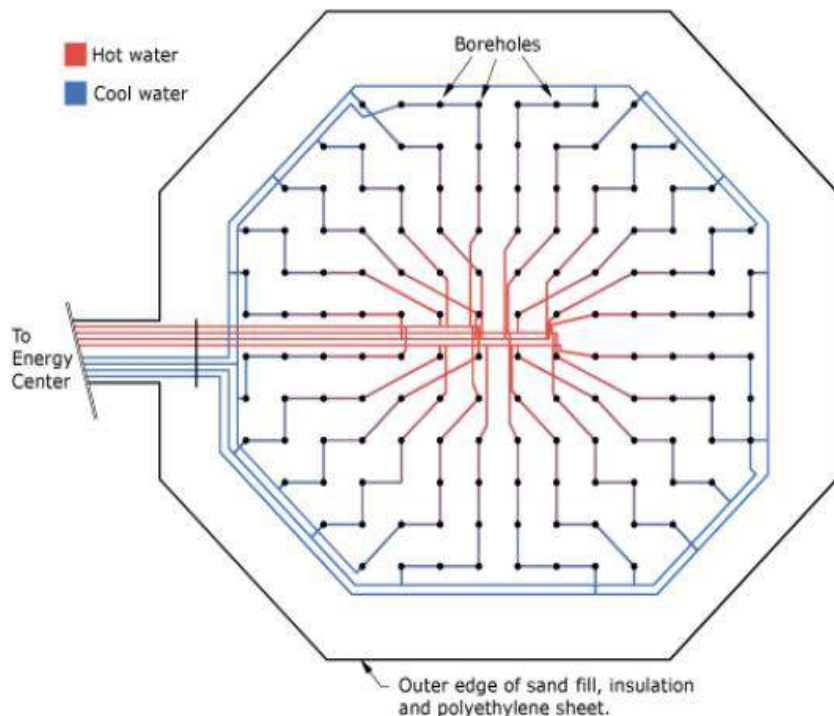
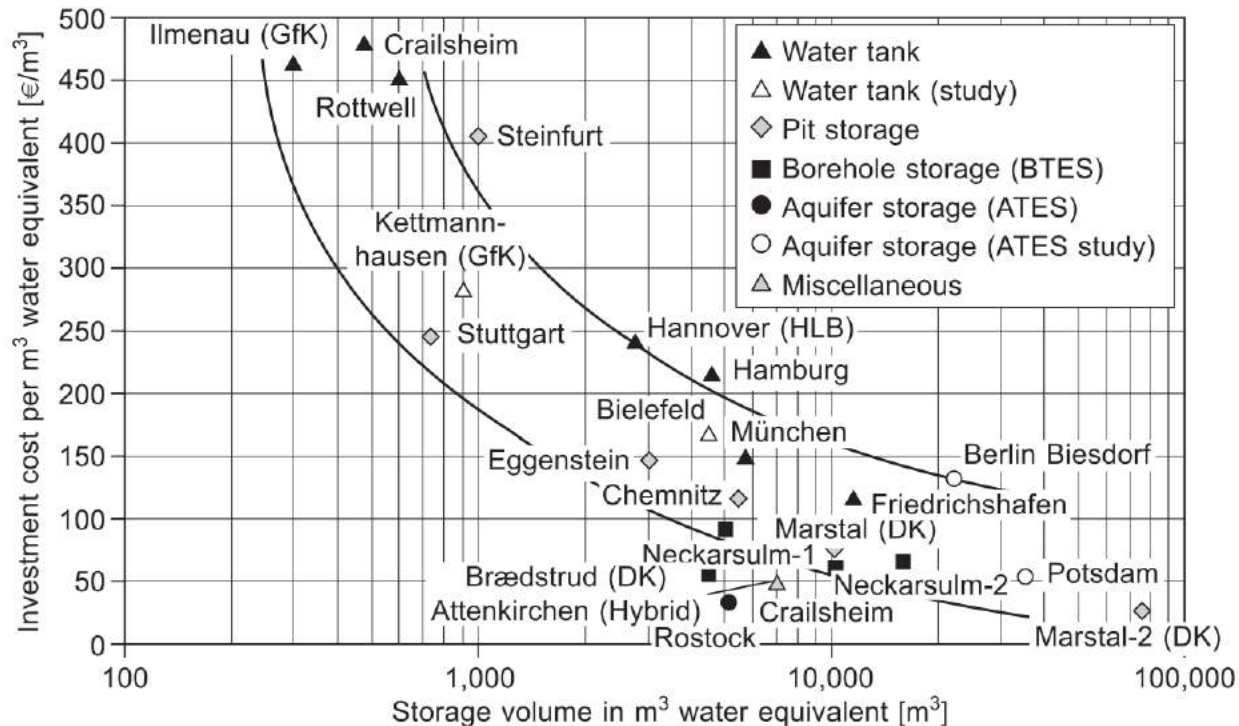


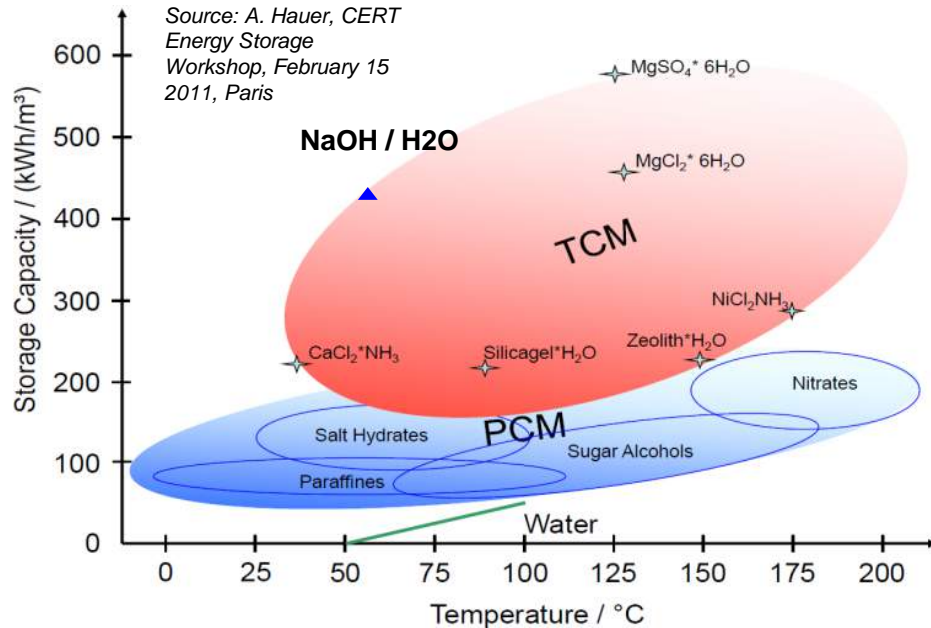
Figure 7. Impact of soil type and BTES shape on solar fraction and storage efficiency for a 52 home community

Source: IEA SHC Task 45, Large Systems Seasonal Borehole Thermal Energy Storage – Guidelines for design & construction IEA-SHC TECH SHEET 45.B.3.1

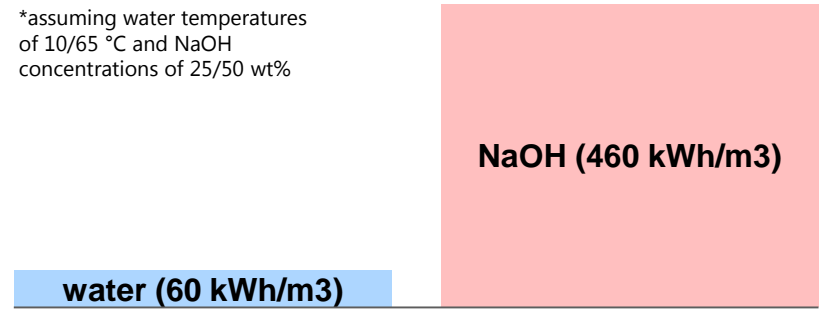
Sensible saisonale Wärmespeicher – economy of scale



Source: The use of borehole thermal energy storage (BTES) systems, M. Reuss Bavarian Center for Applied Energy Research (ZAE Bayern), Germany

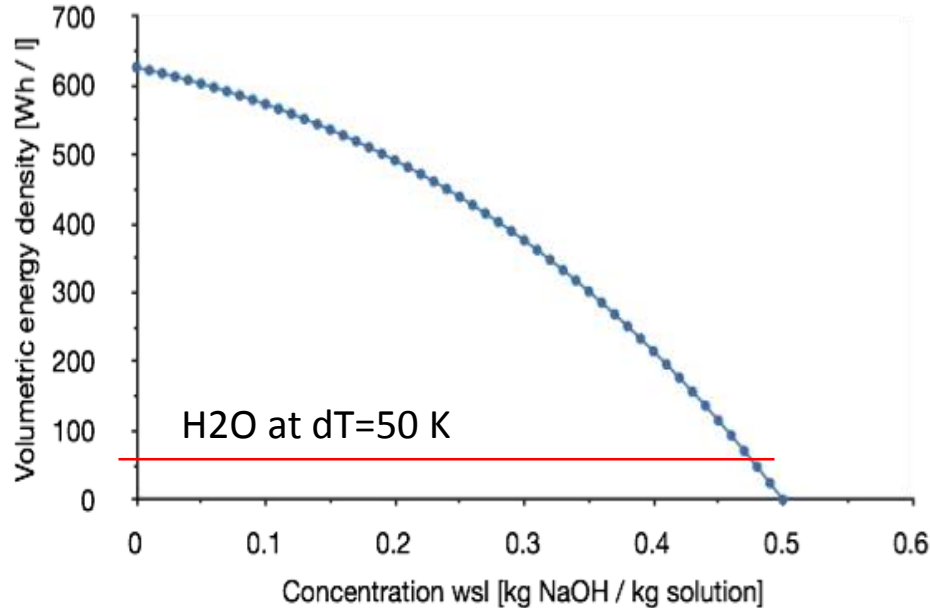


*assuming water temperatures
of 10/65 °C and NaOH
concentrations of 25/50 wt%

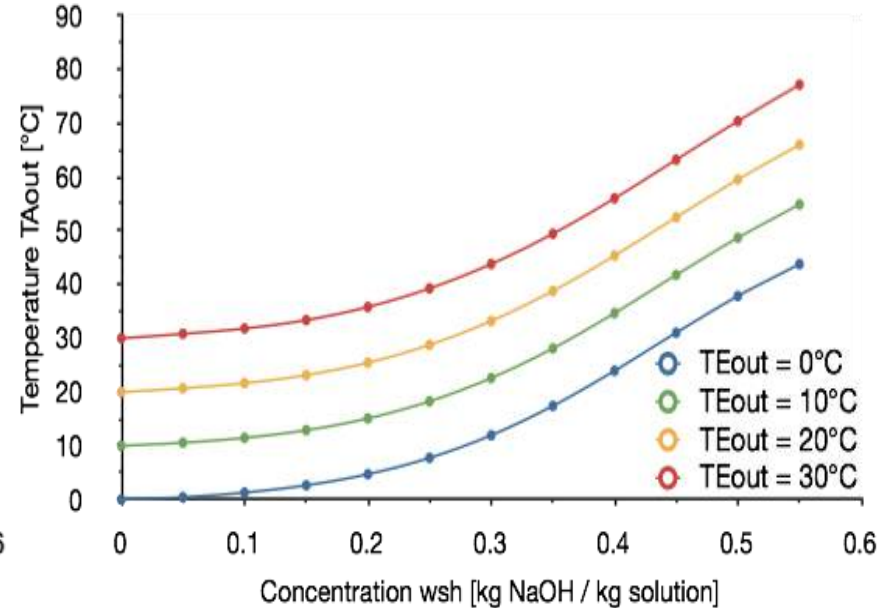


Thermochemische Materialien (TCM) ermöglichen **hohe volumetrische Energiedichten** und **verlustfreie Langzeitspeicherung**

Bis zu **8-fach höhere Energiedichte** als Wasserspeicher*.



Die Energiedichte ist direkt abhängig von der im Betrieb erzielten Konzentrationsdifferenz.



Der max. Temperaturhub ist abhängig von der max. Sorbentkonzentration. Die max. Entladetemperatur hängt zudem von der Verdampfungstemperatur ab.

NaOH Sorptionspeicher

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Swiss Federal Office of Energy SFOE

Storage
Swiss Competence Center
for Energy Research

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Swiss Confederation
Innosuisse – Swiss Innovation Agency

SHC
SOLAR HEATING & COOLING PROGRAMME
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

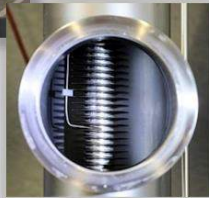
BEST – Building Energy Systems and Technologies Group

physical scale

COMTES pilot plant



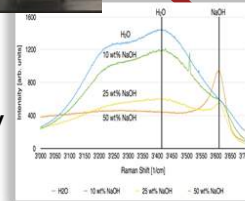
Novel heat and mass exchanger



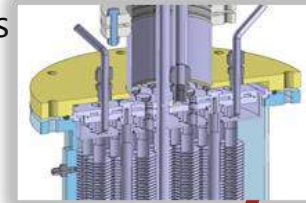
Bulk-scale reactor experiments



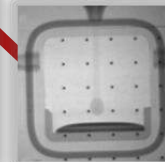
Raman spectroscopy experiments



Heat and mass exchanger upscaling



Neutron imaging experiments



ehub / NEST demonstrator plant

Research path

2014-2016

2017

2018

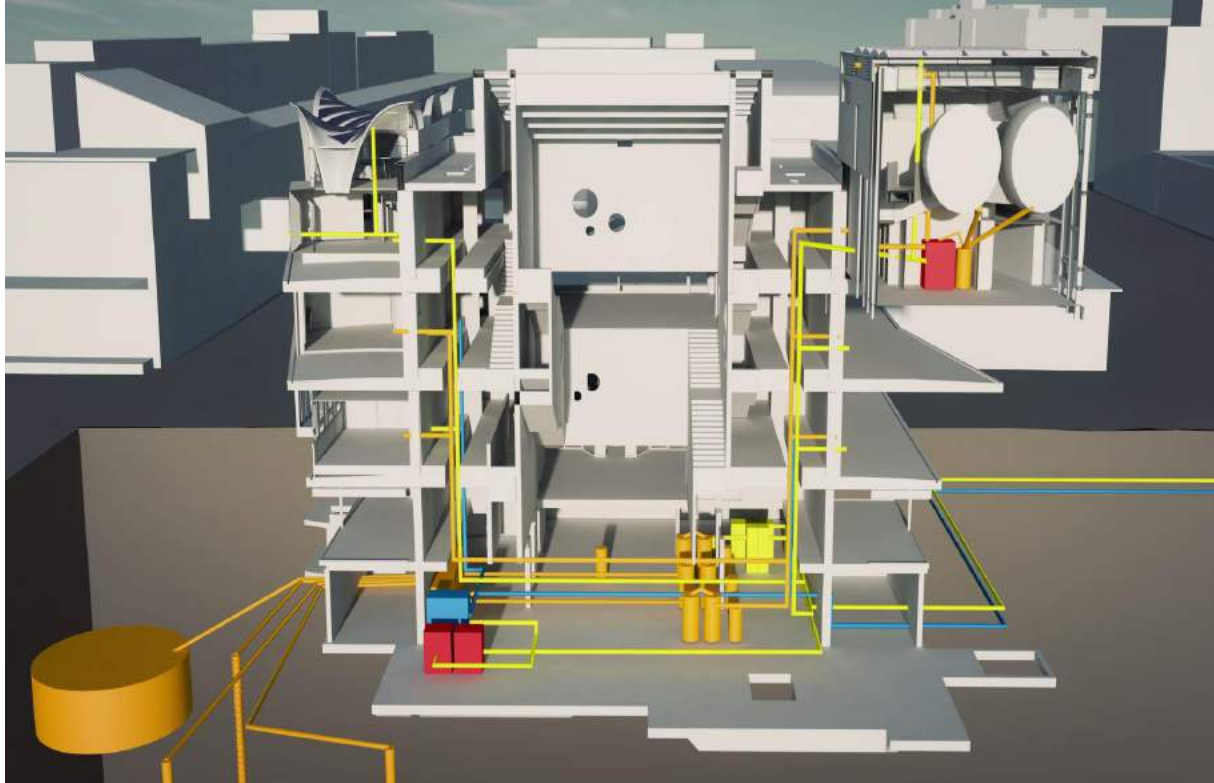
2019

2020

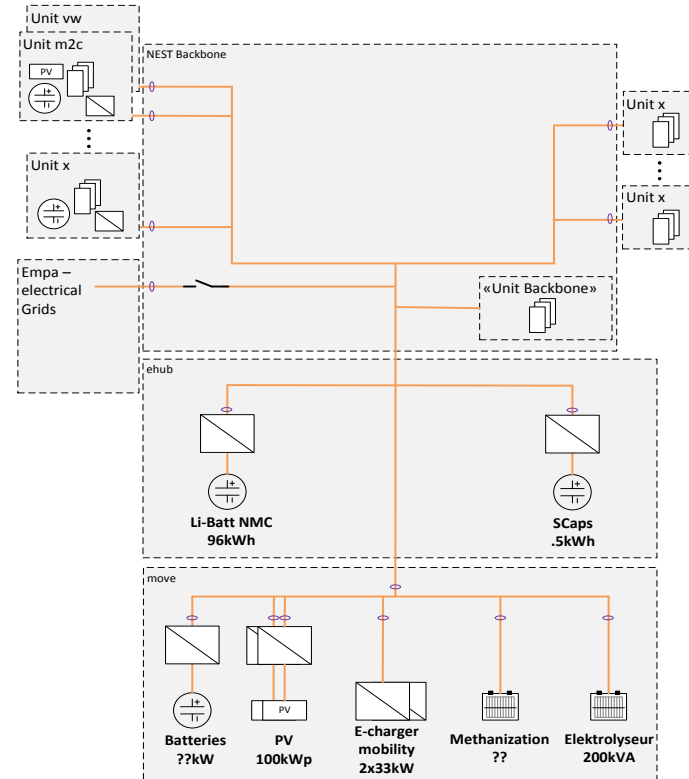
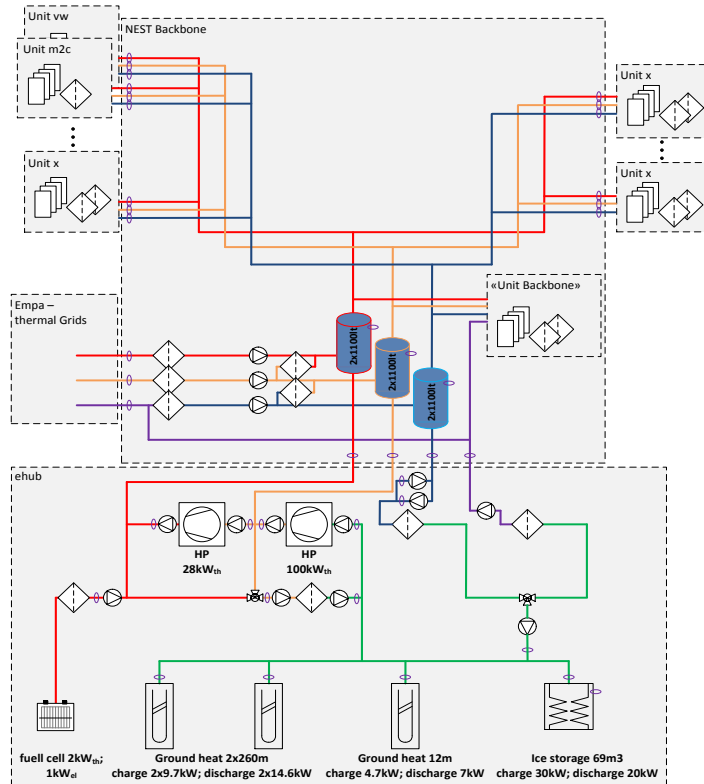
time

NEST Demonstrator

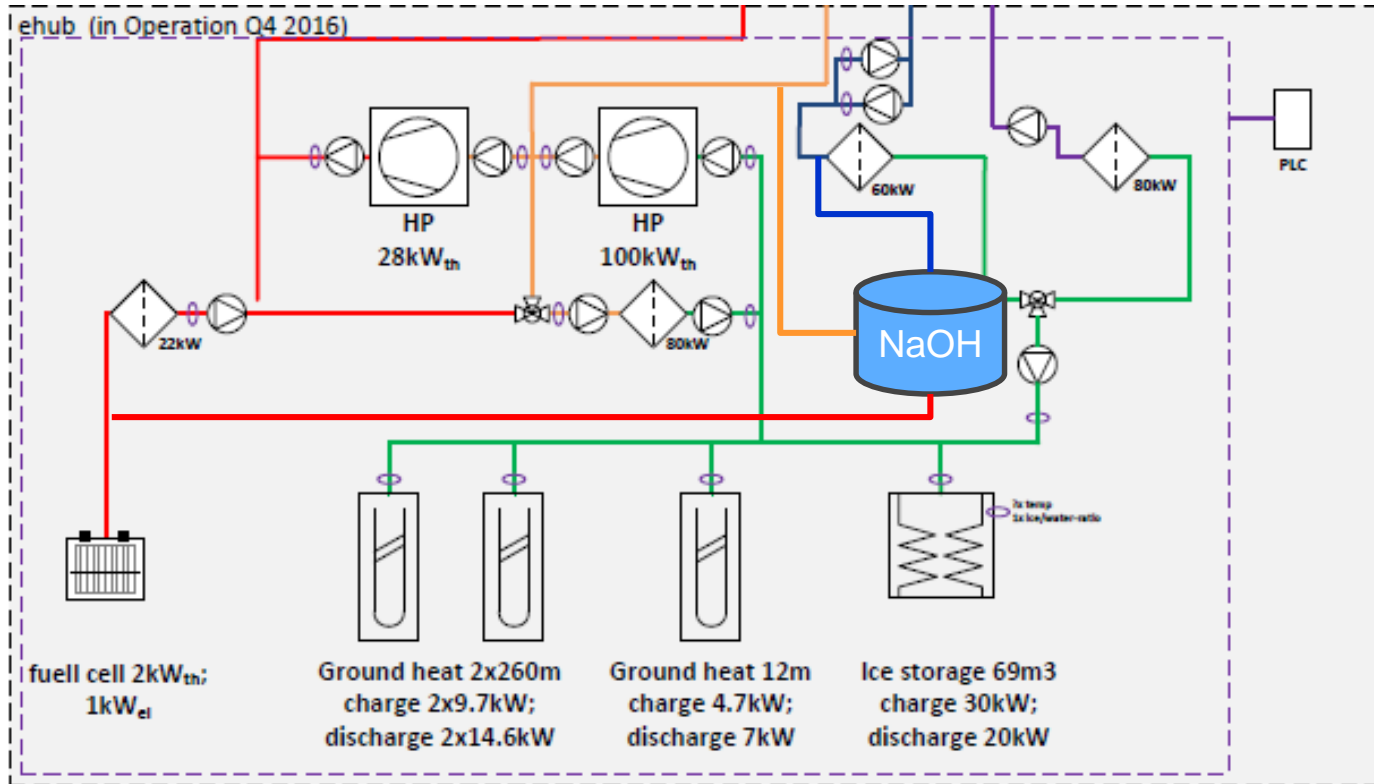


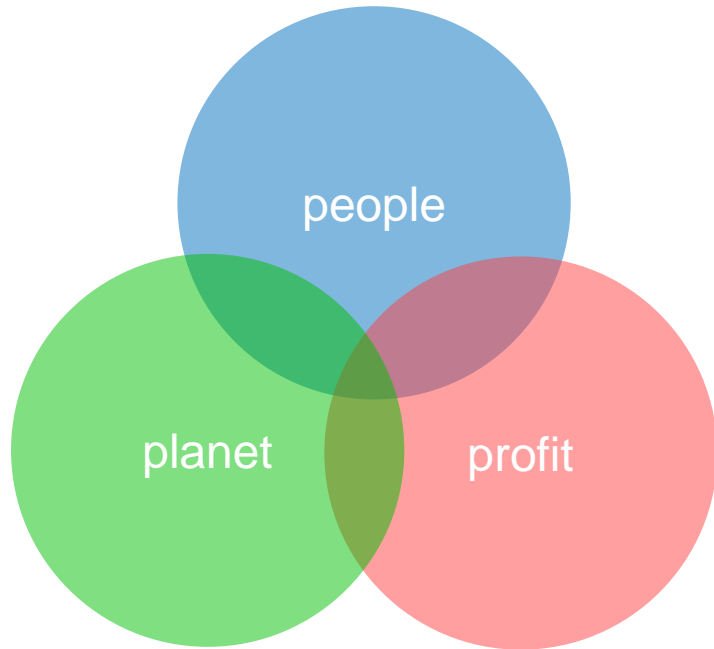


ehub Demonstrator – Thermisch und elektrisch



NEST / ehub Integration





braucht es auch die Industrie und
Wirtschaft.

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit...

Kontakt:

luca.baldini@empa.ch

