

Willkommen
Welcome
Bienvenue

forum **energie** zürich



Empa

Materials Science and Technology

Sorptionskühlung – eine Technologie von gestern mit dem Potential für morgen

Dr. Sandra Galmarini
Empa

7.1.2020, Zentrum Liebfrauen Zürich



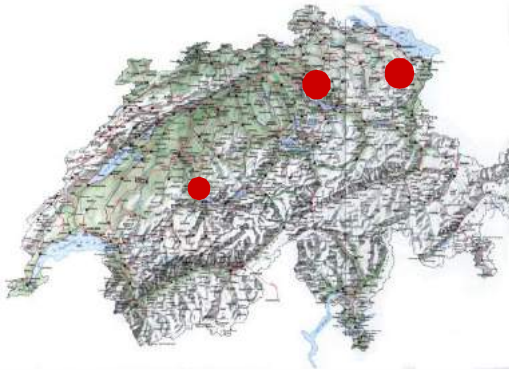
Building a sustainable future





Empa

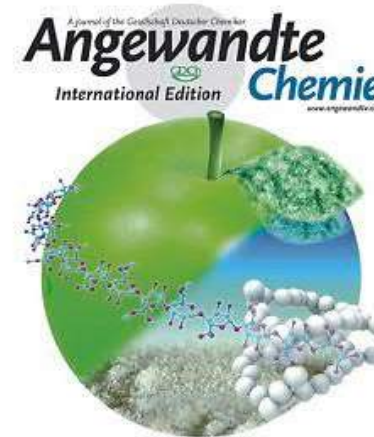
Materials Science and Technology



Wissenschaftliche Exzellenz
2019: 12 SCI Publications,
Mittlerer Impact Faktor (IF) ~ 5

Abteilung «Materialien und Technologien für energieeffiziente Gebäude»

- Bekannt für Aerogel-Dämmtechnik
- 25 Mitglieder (2019)
- «lab-to-market» Ansatz



Aerogel Dämmputz «Fixit 222»
Bekanntes Entwicklungsprodukt



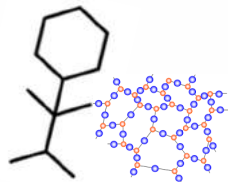
Empa

Unsere Hauptforschungsaktivitäten

Building a sustainable future



Materialtechnologien zur Energiespeicherung



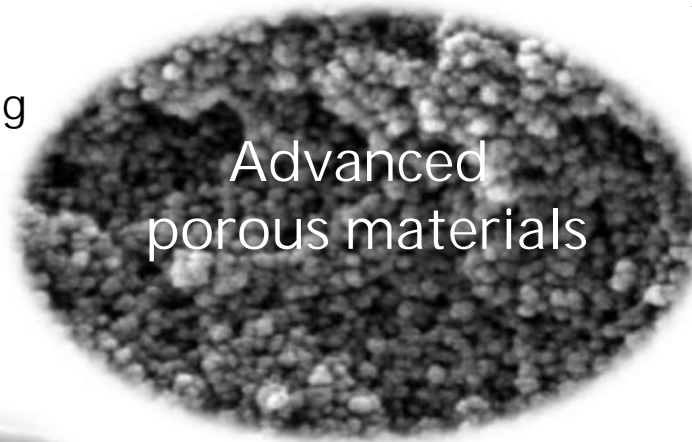
Organisch / anorganische Hybridmaterialien



Membranen & Biotechnologie



Sorptions-Technologie



Advanced porous materials



Additive Fertigung, 3D Druck



Aerogel Produktentwicklung



Aerogel Herstellung & Prozesse



Aerogel Kommerzialisierung



Ausgangslage (siehe «THRIVE»)

Building a sustainable future



Die Schweizerische Energielandschaft neu gedacht – mit Wärme und Sorptionstechnologie

- Heiz und Kühlbedarf Maken ~40% des Elektrizitätsbedarfs aus¹
- Heizenergiebedarf macht ~50% des Gesamtenergiebedarfs aus, Deckung ist hauptsächlich fossil¹
- Ironischerweise, wäre genügend Abwärme vorhanden um den gesamten Heizbedarf für Wohnungen und der Tertiärsektoren zu decken²

Ausgangslage / Problem:

- Grosse Vorkommen an Industrie und Prozessabwärme(<100°C)³
- Technologische Hürden betreffen effizienten Transport und Anpassung an die Verbraucher T-Niveaus



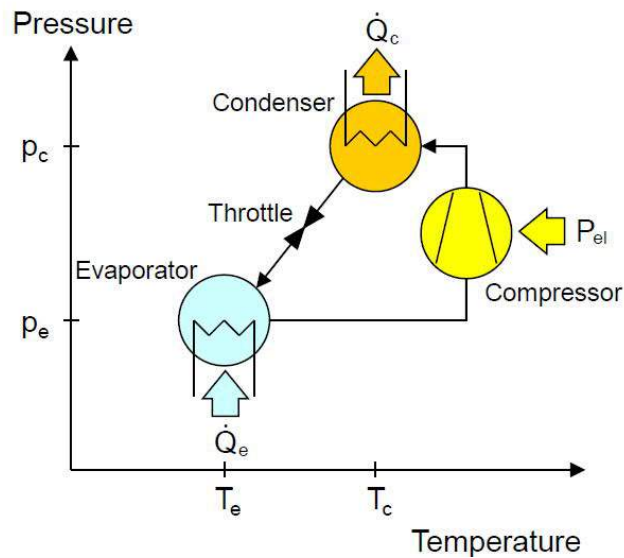
Was sind Sorptionswärmepumpen



Konventionelle Wärmepumpe

- Benötigt mech. Energie zur Gas-Kompression
- Elektrisch angetrieben -> nicht CO₂ neutral

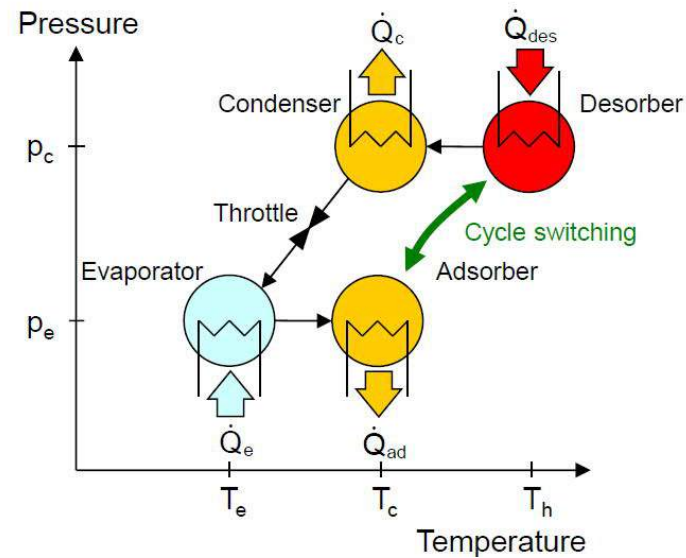
Vapor compression Mechanical compressor-based



Adsorptionswärmepumpe

- Durch Temperaturgradient angetrieben
- «Grünes» Konzept zur Verwertung verlorener Abwärme

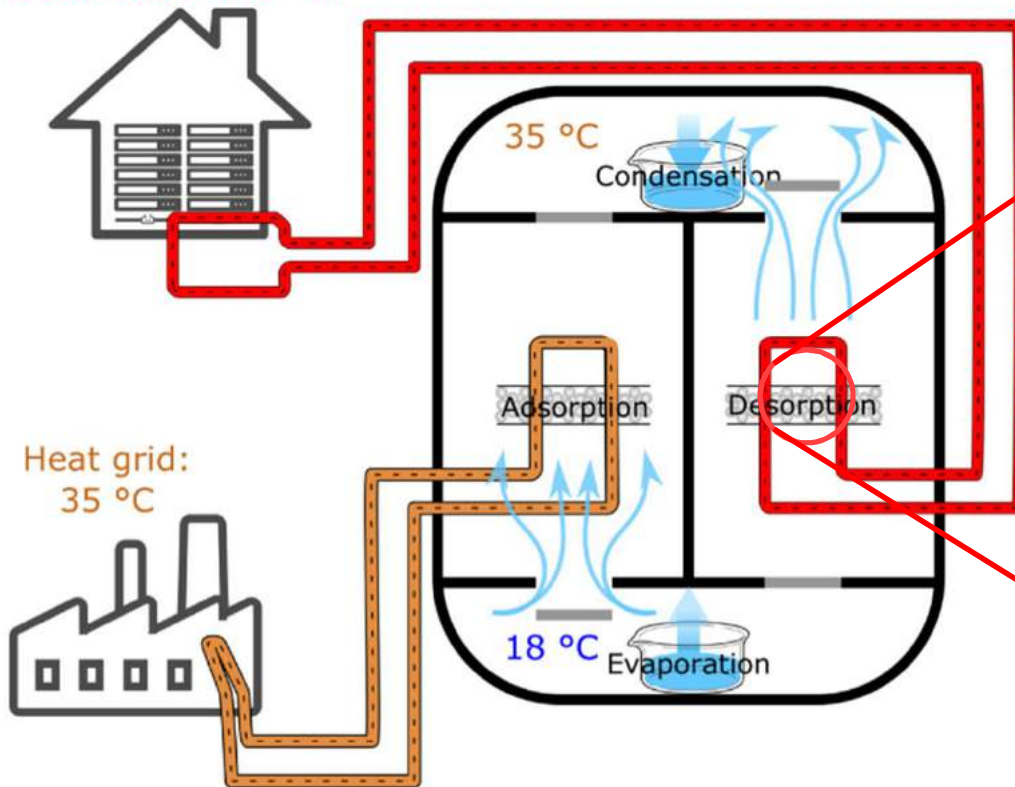
Adsorption No internal electricity consumption



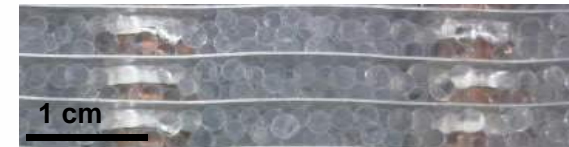
Was sind Sorptionswärmepumpen



Data center (65 °C)



Stand der Technik heute: Silicagel (Trocknungsmittel)



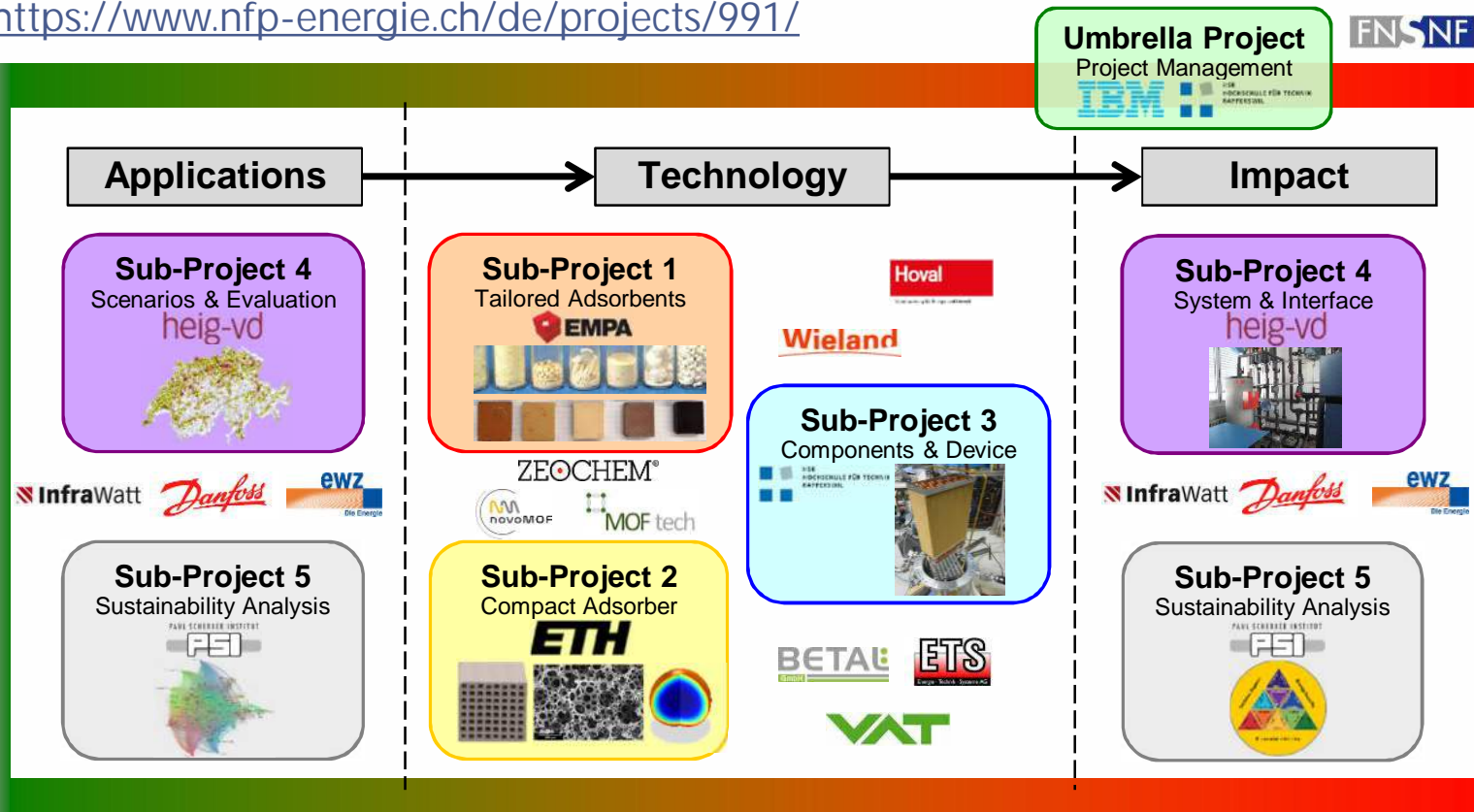
Anwendungsszenario: Kühlen mit Rechenzenter Abwärme

Vorläuferprojekt «THRIVE»

Building a sustainable future



<https://www.nfp-energie.ch/de/projects/991/>



THRIVE LCA Analyse

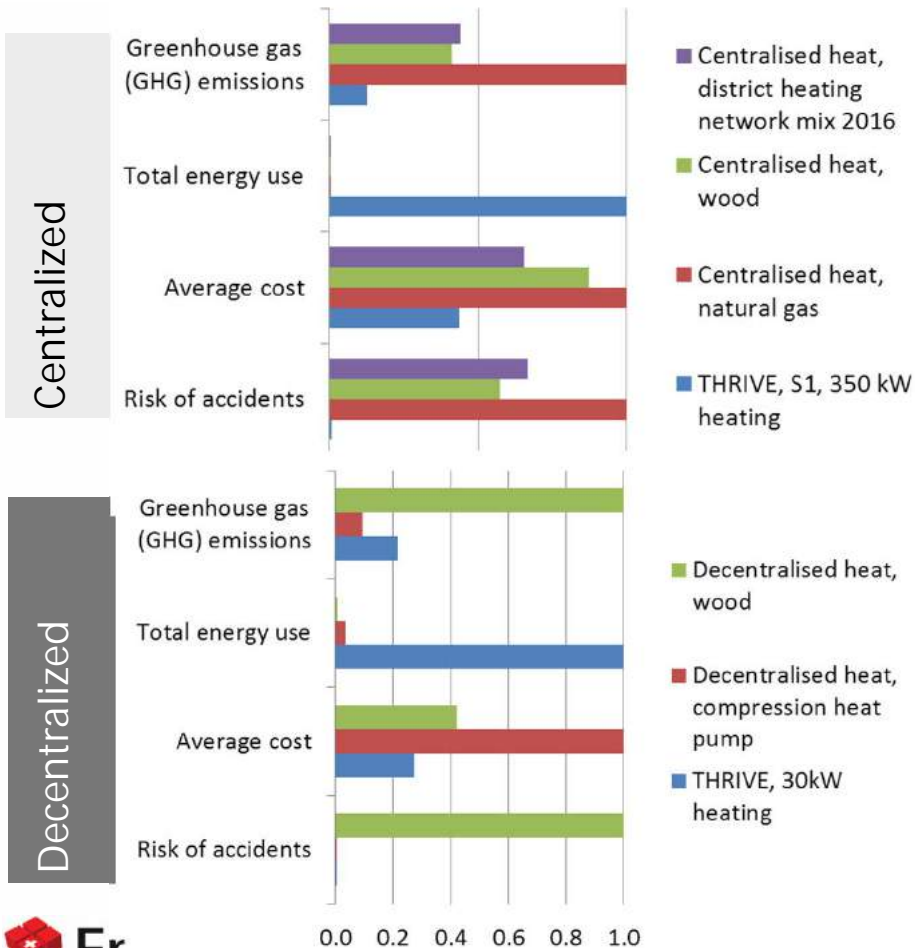
Building a sustainable future



PAUL SCHERRER INSTITUT



Peter Burgherr
(peter.burgherr@psi.ch)

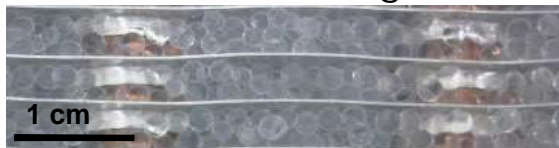


- Die im Rahmen von THRIVE berücksichtigten Wärmepumpen schnitten in fast allen Kategorien besser ab als herkömmliche Techniken.
- Das Sorptionsmaterial hat auf die Kosten wenig Einfluss, beeinflusst aber die Leistungszahl und die Leistungsdichte
- Potentiell könnten mit der Technologie 3-6 % des globalen Energieverbrauchs und 3-5 % GHG-Emissionen eingespart werden



Stand der Technik heute: Silicagel

- Schlechter thermischer Kontakt, geringe Wärmeleitfähigkeit
- Reduzierte Packungsdichte



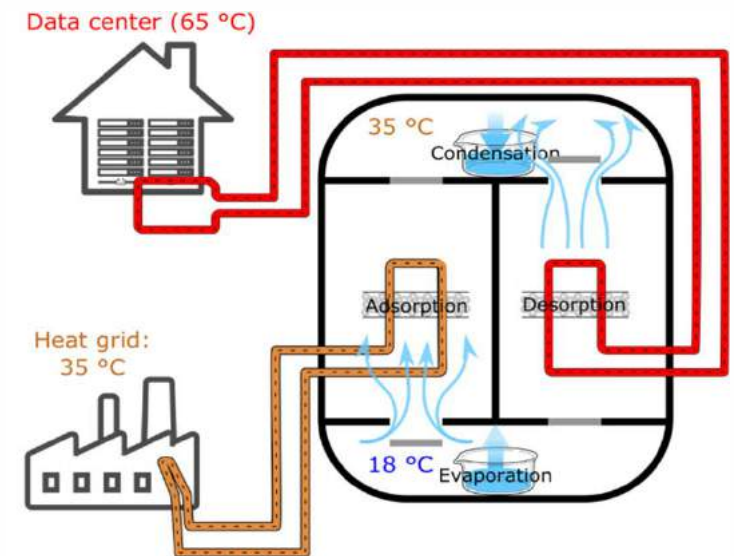
Referenz: Silicagel (Trocknungsmittel)

Eigenentwicklung: Kohlenstoffbasierte Sorptionsmaterialien

- Wenige / keine thermischen Grenzflächen, höhere WL
- Je nach Fertigungstechnik als Monolith herstellbar



Carbon monolith



Anwendungsszenario: Kühlen mit Datacenter Abwärme oder mit Solarwärme

Synthese neuartiger Kohlenstoffe auf Phenolharzbasis

Building a sustainable future

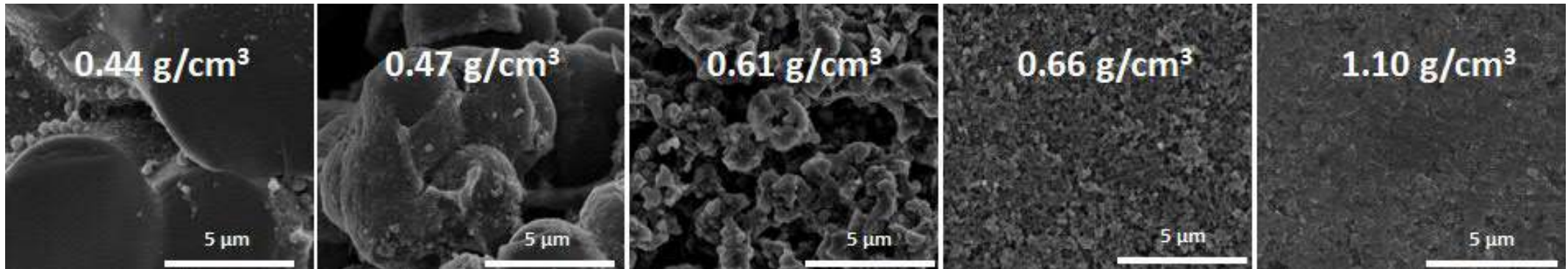


Klassische Harzsynthese

Resorcinol
+
Melamine
+
Formaldehyde

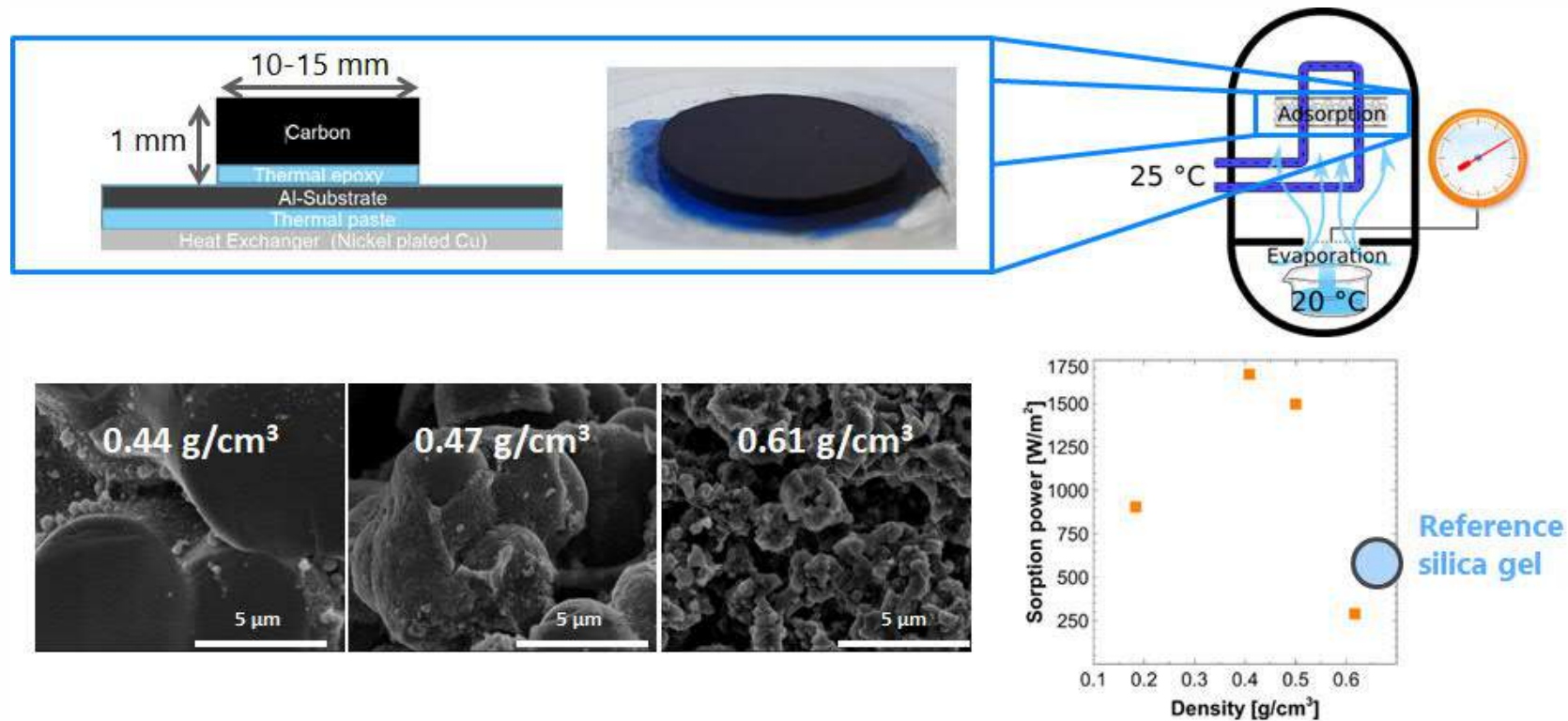


Kontrolle über die Mikrostruktur über die für die Gelierung verwendete Menge an Katalysator



Messung der Kühlleistung mittels TSA Messung

Building a sustainable future



Im richtigen Porengrößenbereich sind Kohlenstoffe den Silicagelen weit überlegen

Hochskalierung für 1kW Prototypenfertigung

Building a sustainable future



Hochskalierung für 1kW Prototypenfertigung

Building a sustainable future



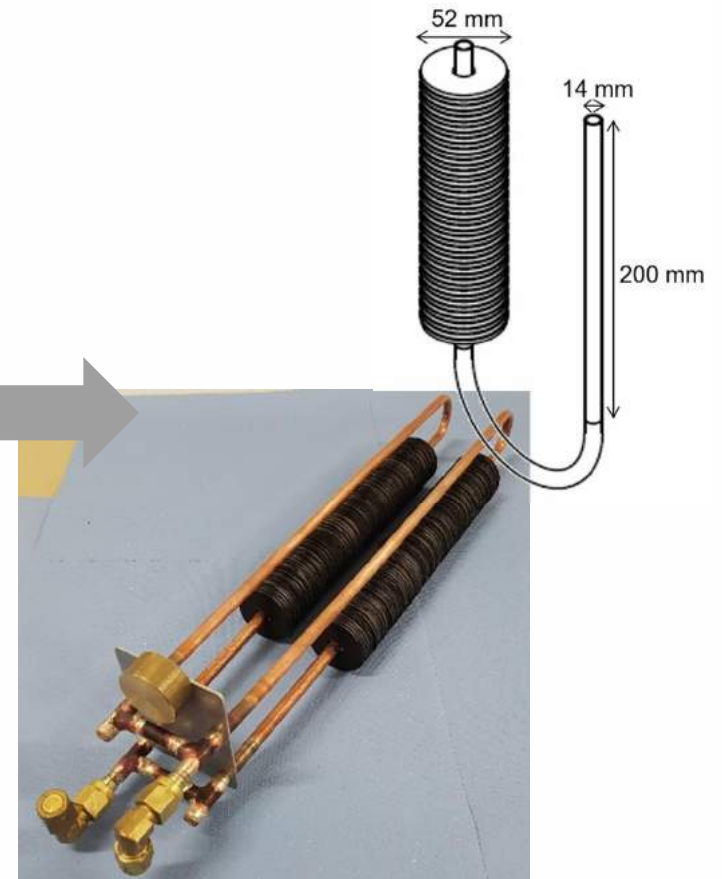
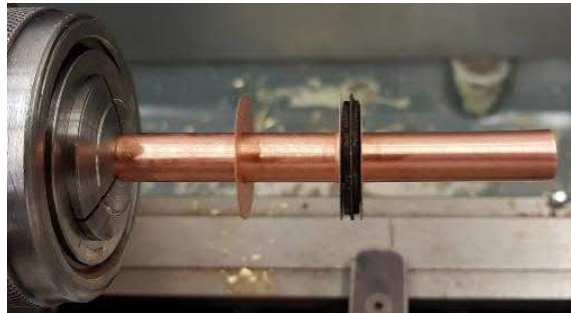
HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz



glueing
on fins



tube/fin assembly
tube expansion



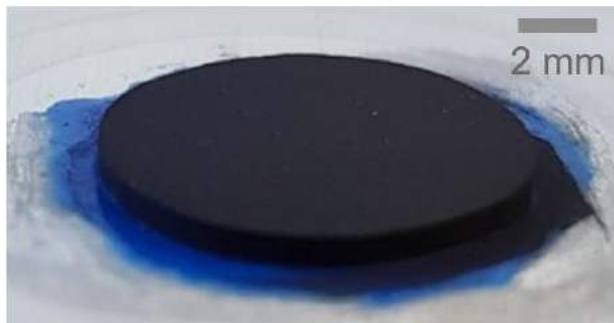
Hochskalierung für 1kW Prototypenfertigung

Building a sustainable future

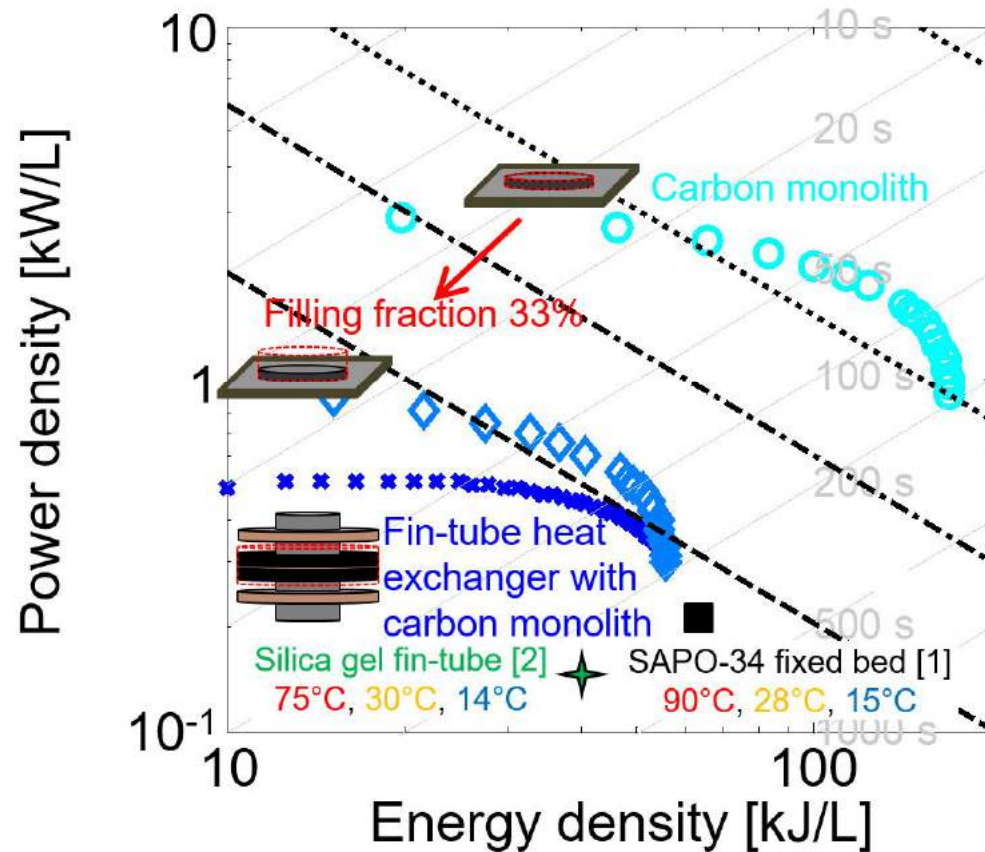


Final Performance (T_h : 50°C, T_m : 25°C, T_c : 18°C)

[1] Freni et al., *Appl. Therm. Eng.* (2015)
[2] Kubota et al., *Appl. Therm. Eng.* (2008)

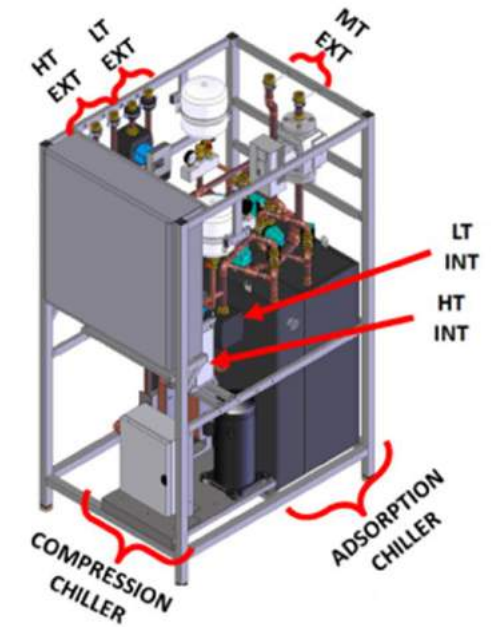
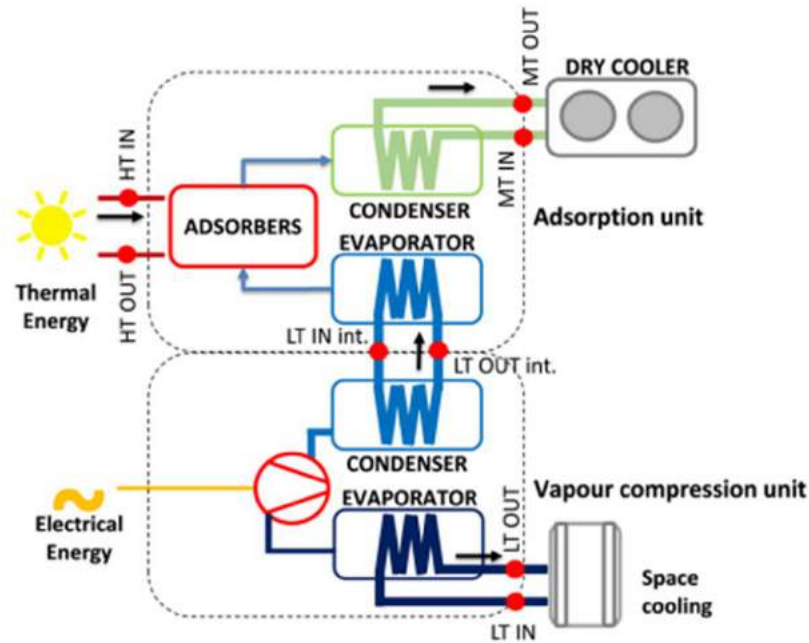
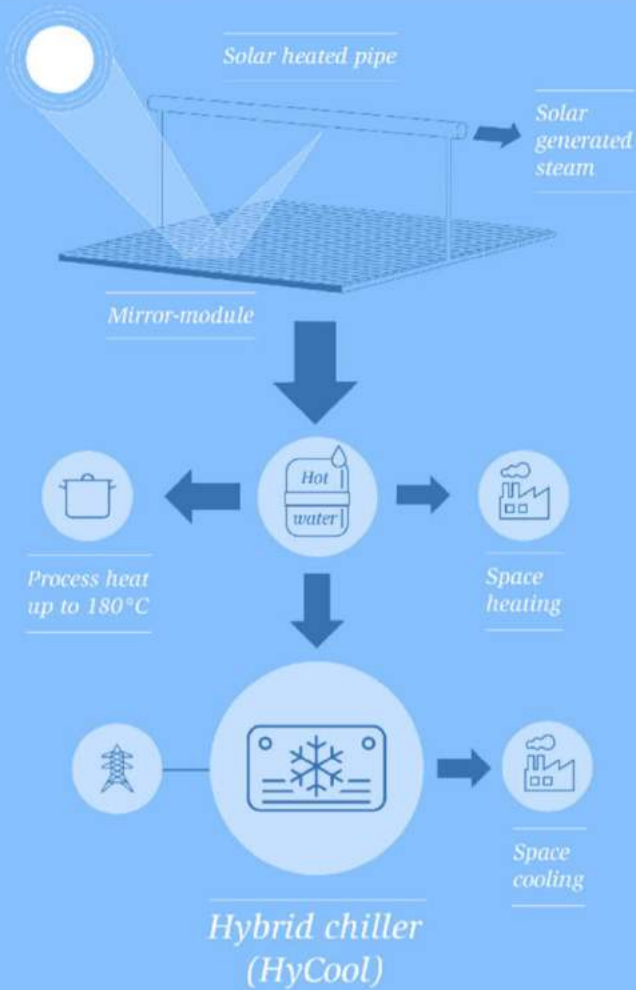


Heat exchanger repeat unit



HyCool – eine Weiterentwicklung

Building a sustainable future



Siehe: www.hycool-project.eu



This project has received funding from the H2020 programme under Grant Agreement No. 792073



Building Energy Materials and Components

Zwei Testinstallationen in Barcelona im Aufbau

Building a sustainable future



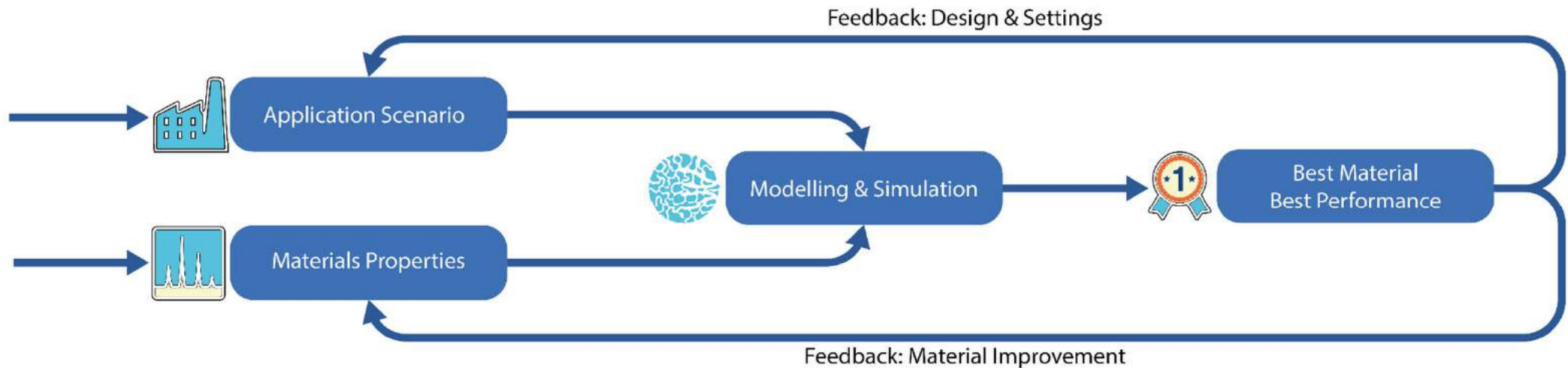
Demonstrator Givaudan



Demonstrator BoDeBo



- Bessere Materialauswahl
- Schnellere, effizientere Entwicklung und Kommerzialisierung von neuen Sorbentien
- Optimierte Integration der Sorbentien / optimiertes Komponentendesign



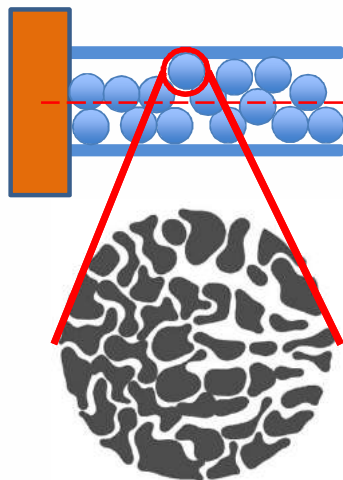
Unser Beitrag im HyCool Projekt

Building a sustainable future



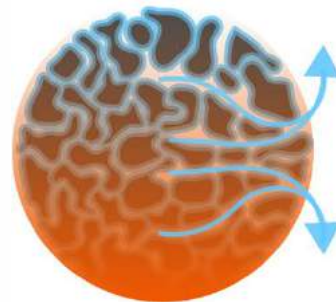
Messprotokolle für gute Kenntnisse von

- Macro- und microstructure
- Materialeigenschaften

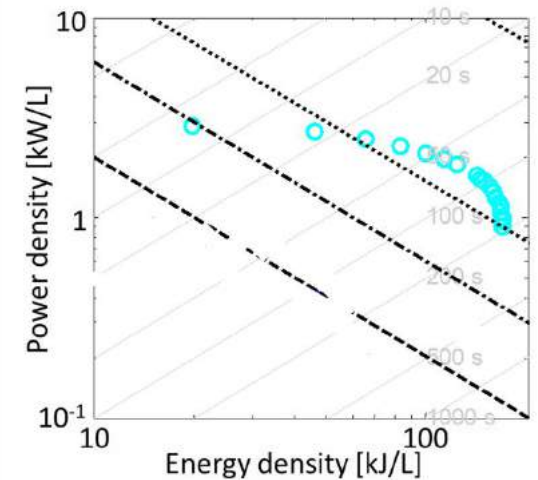


Für bestimmte p , T , RH Abschätzung von:

- Gleichgewichtsadsorption, ΔH_{ads}
- Wärmeleitfähigkeit, C_p
- Stofftransport



Modellentwicklung zur Abschätzung der Leistungsdichte und Leistungszahl eines Adsorptionsmaterials abhängig von der Konfiguration.





Potenzial von Sorptions-Wärmepumpen

- Nutzung von Abwärme / Solarthermik
- Einsparung von (elektrischer) Energie
- Einsparung von GHG-Emissionen

Technologie der Sorptions-Wärmepumpe

- Material
 - Integration
 - Szenarien
- } Zusammenspiel bestimmt Effizienz

Optimierung der Sorbentien und Sorbentien-Integration

- Neue, optimierte Sorbentien bergen grosse Potential.
- Methode zur Beschleunigung der Verbesserung der Sorbentien in Entwicklung



10kW/30kW Adsorptionswärmepumpe

Building a sustainable future



Zentrales Projektergebnis: Wärmepumpe

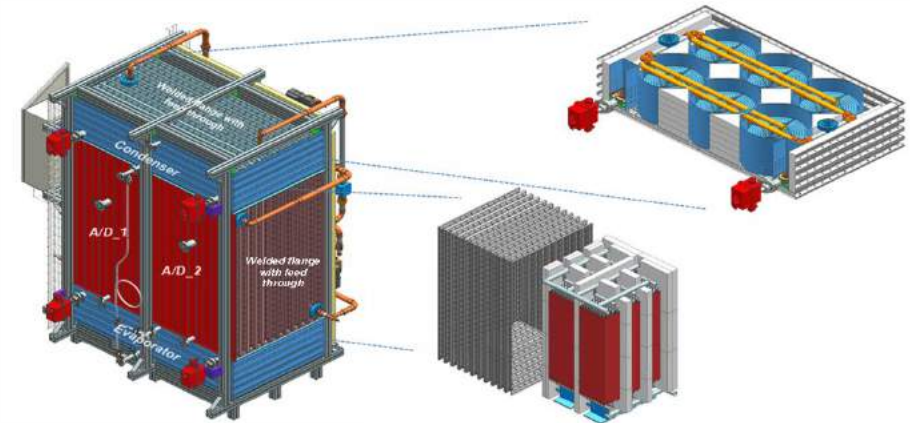
- Aufbau / Installation abgeschlossen
- Leck- und Systemtests
- Am Projektende fehlt Zeit für Anwendungstests

Technische Daten

- Temperaturniveaus / Leistung
 - NT Loop: 15-25°C / 10kW (kühlen S4)
 - MT Loop: 30-50°C / 30kW (Niedertemp. Heizung S1, S3)
 - HT Loop: 60-90°C / 20kW (Antriebswärme)

Wie weiter nach Projektende?

- Gerät in bestehende Testinfrastruktur einbetten
- Empa NEST bietet sich an



Integration der 10kW/30kW Wärmepumpe im Empa NEST

Building a sustainable future



Warum NEST?

- Passende Dimensionierung (10kW Kühl / 30kW LT Heizbedarf)
- Anbindung an das Empa Energy Hub System
- Vielzahl von Kon/Prosumenten – zeigt Flexibilität auf
- Testen unter Realbedingungen deckt Potential und Synergien auf

Wie weiter?

- BFE Förderantrag eingereicht, ca. 150k CHF, 18 Monate
- Weitere Finanzierung benötigt – NEST, EMPA, Kanton

