

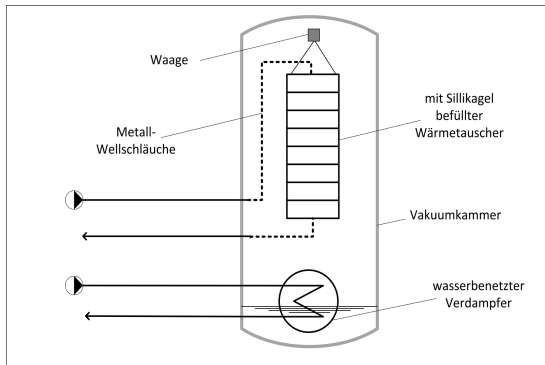


Fabian Bont

Studenten/-innen	Fabian Bont
Dozenten/-innen	Prof. Dr. Andreas Häberle
Co-Betreuer/-innen	Dr. Patrick Ruch
Themengebiet	Environmental Engineering
Projektpartner	IBM, ETHZ, EMPA, HEIG-VD, PSI, Rüschlikon, Zürich, Dübendorf, Yverdon-les-Bains, Villigen

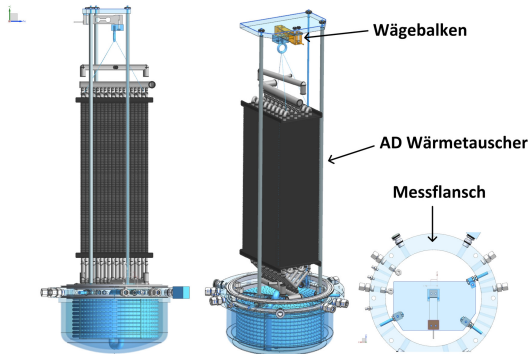
Messung des Stoffumsatzes in einer 1-Kammer Adsorptionskühlmaschine zur Bestimmung der Kühlleistung

Experimenteller Aufbau und Datenauswertung



Prinzipisches Schema der 1-Kammer-Vakuum-Sorptionsapparatur mit zwei externen Fluidkreisen.

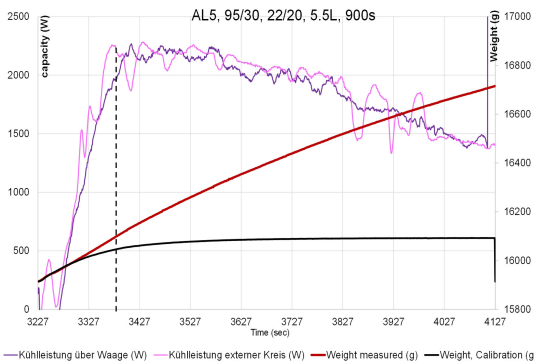
Einleitung: Alternativ zu üblichen kompressorbetriebenen Kühlmaschinen positioniert sich die Adsorptions-Kältetechnik, welche als Antriebsenergie Wärme bei 70..95°C anstelle von Elektrizität benötigt. Die Antriebsenergie stammt idealerweise aus solarthermischen Anlagen oder aus industrieller Abwärme. Als Produkt entsteht Kälte welche z.B. zur Kühlung von Gebäuden genutzt wird. Zur Verfügung steht eine 1-Kammer-Vakuum-Sorptionsapparatur mit einer mittleren Kühlleistung bis 1.5 kW. Als Kältemittel (Sorbat) wird bis zu 7 L teilsalztes Wasser verwendet. Als Sorptionsmaterial dienen rund 8 kg handelsübliche Silikagel-Körner, eingefüllt in die Lamellenzwischenräume des kombinierten Adsorber/Desorber-Wärmetauscher (AD). Der Betrieb der Anlage verläuft zyklisch zwischen Ad- und Desorption. Somit liegt nur während der Hälfte der Betriebszeit eine Kälteleistung vor, wenn das Wasser im Vakuumbehälter durch den Unterdruck bereits bei tiefer Temperatur siedet und der Wasserdampf das Silikagel belädt (Adsorptionsvorgang). In der folgenden Desorptionsphase wird das Wasser aus dem Silikagel wieder ausgetrieben.



CAD Ansichten der geöffneten Vakuumkammer mit montierter Waage-Haltevorrichtung. Rechts: Messflansch von oben.

Ziel der Arbeit: Das Ziel der Arbeit ist, die adsorbierte Menge Wasserdampf in Funktion der Temperatur - und damit des Druckes im System - zu bestimmen. Dazu wurde eine Waage eingebaut und der zu wägende AD angehängt. Er ist über fluidführende Metallschläuche mit der Vakuumkammer verbunden. Um die erheblichen Messfehler aufgrund der temperaturbedingten Längendehnung der Schläuche zu korrigieren, wurde ein Kalibrationsverfahren erarbeitet.

Ergebnis: Durch die Nutzung der Waage lässt sich die Kälteleistung über die zeitliche Gewichtszunahme (g/s) berechnen und mit den Messwerten des externen Kreis vergleichen. Mit den Gewichtsmessungen konnte u.a. gezeigt werden, dass das Silikagel auch bei langen Zykluszeiten seine theoretische Maximalbeladung nicht erreicht. Zudem wurde beobachtet, dass die mittlere Kälteleistung vom Anfangsbeladungszustand eines Adsorptionszyklus beeinflusst wird, welcher wiederum von den vorhergehenden Betriebsmodi abhängt (Memoryeffekt). Neben den aus der Theorie bereits bekannten Einflussfaktoren auf die Kälteleistung (Temperatur, Druck, Zykluslänge), erwies sich auch die Sorbatmenge als wichtig und sollte noch weiter untersucht werden. Ebenso ist noch unklar, ob der Verdampfer oder der AD das leistungsbegrenzende Bauteil ist und wie beobachtete Spontanverdampfungen zustande kommen, welche zu einer plötzlichen Gewichtszunahme führen.



Gemessene Kühlleistungsverläufe und Gewichtszunahme während einer 900s-Adsorptionsphase (beispielhaft für einen Betriebspunkt).