

JAHRESBERICHT 2000

z. Hd. des Bundesamts für Energie

Über die Arbeiten gemäss Auftrag: DIS Projekt Nr.:

Titel des Projekts:

Sorptionsspeicher

Phase 1: Aufbau einer Laboranlage

Zusammenfassung:

Sorptionsspeicher sind in zwei Varianten realisierbar: Offen und geschlossen. Für die Laborapparatur wurden alle Bauteile wie Sorptionsmodul, Kondensator und Wasservorlage in Vakuumausführung konstruiert und hergestellt. Diese Apparate sind dadurch in beiden Systemvarianten einsetzbar. Im offenen System dient die Luft als Wärmeträger und Wasserdampf als Trägermedium. Sie wird mit einem Ventilator im System befördert.

Zur Messung der Temperaturverteilung im Festbett, der Luftfeuchtigkeit sowie der Lufttemperatur am Ein- und Austritt des Zeolithmoduls (Sorptionsmoduls), sind spezielle Messflansche hergestellt worden. Am Austritt des Kondensators sitzt ein weiterer Messflansch zur Messung der Feuchtigkeit und der Temperatur der Luft. Zum Trocknen des Sorbens (Zeolith, Silicagel) ist im Luftkreislauf ein Heizer eingebaut. Die Temperatur der Luft kann mit diesem Heizer auf 200 °C geheizt werden.

Der Zusammenbau der Anlage ist im Gange, die Inbetriebnahme ist für Februar 2001 geplant.

Dauer des Projekts:	1.4.2000 bis 31.12.2001
Beitragsempfänger:	Institut für Solartechnik SPF der Hochschule Rapperswil HSR
Berichtersteller:	Stefan Brunold, Paul Gantenbein, Ueli Frei
Adresse:	SPF-HSR, Oberseestr. 10, Postfach 1475, 8640 Rapperswil
Telephon:	055 222 48 21 / 055 210 61 31
e-mail:	stefan.brunold@solarenergy.ch , paul.gantenbein@solarenergy.ch ueli.frei@solarenergy.ch ,
Internet	http://www.solarenergy.ch

1. Projektziele 2000

Konstruktion, Herstellung und Aufbau einer universellen Sorptionsspeicher Laboranlage. Die Anlage soll sowohl offen (Atmosphärendruck) als auch geschlossen (Vakuum) betrieben werden können. Ebenso sollen unterschiedliche Sorbens in die Anlage eingesetzt werden können.

2. 2000 Geleistete Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Erste Erfahrungen mit Zeolith

Um ein Gefühl für die ablaufenden Prozesse in einem Sorptionsspeicher zu bekommen, wurde eine Reihe von einfachen Laborversuchen durchgeführt.

Die wichtigsten Parameter eines Sorptionsmaterials sind die Fähigkeit Wasser aufzunehmen und der Verlauf der frei werdenden Energie in Abhängigkeit von der Temperatur. In einem Versuch wurde Wasser an 13 X in einem geschlossenen aber Luft gefüllten Glasgefäß (2 Becher, einer mit entsalztem Wasser und einer mit 13 X) und an 13 X in einem offenen Becher (Becher mit 13 X der Raumluft ausgesetzt) adsorbiert. In Fig. 1 sind die relativen Massen in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt.

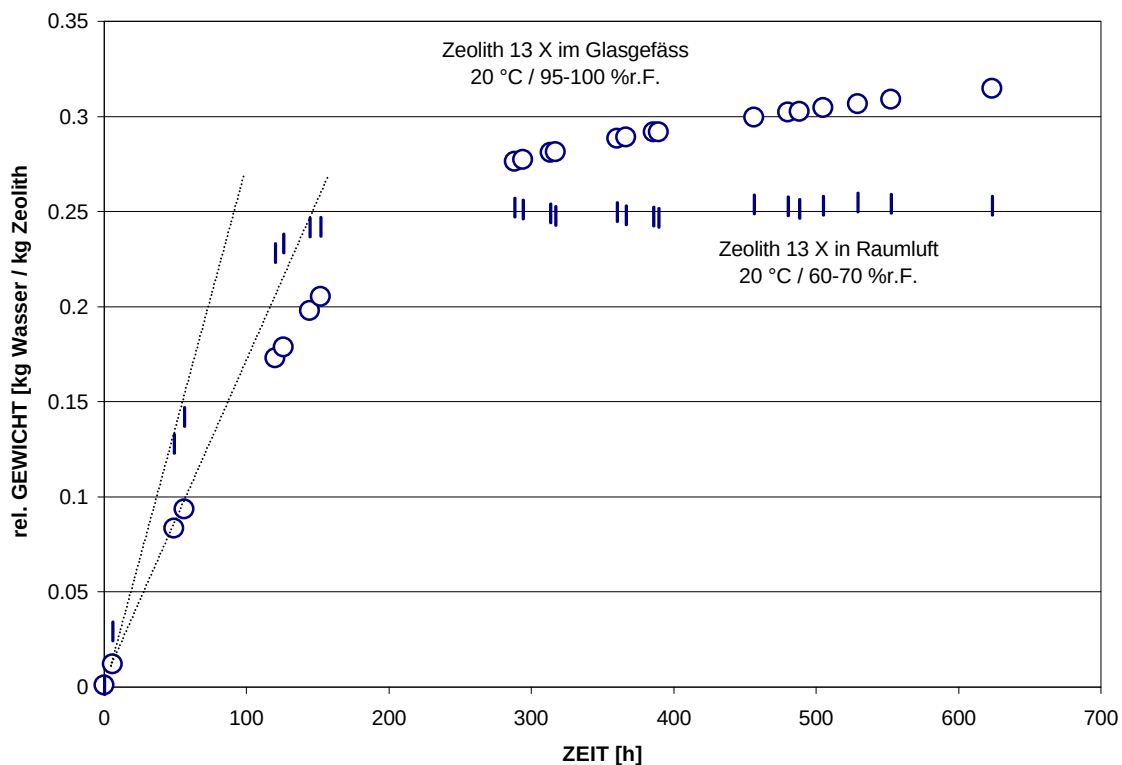


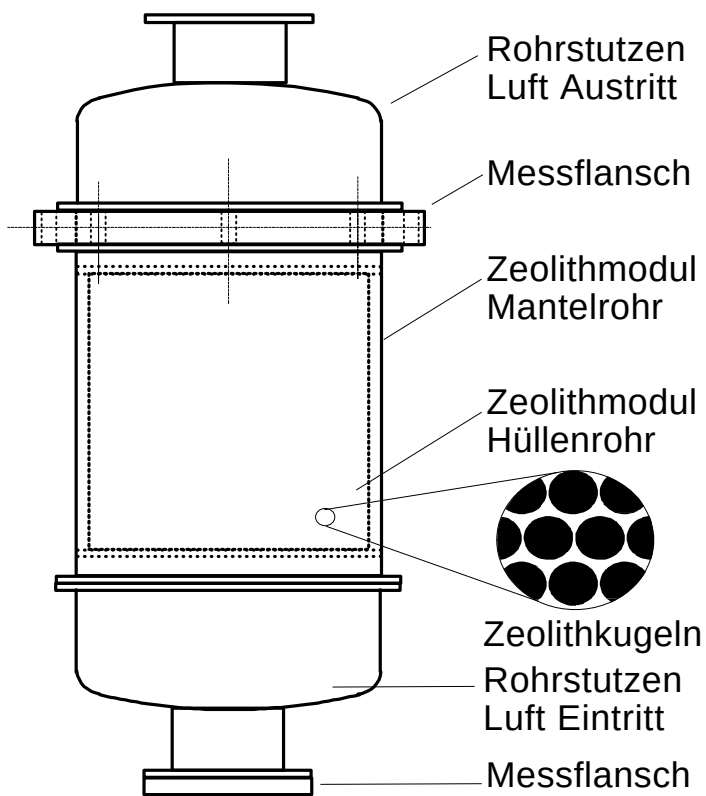
Fig. 1: Adsorptionsversuch mit entsalztem Wasser und 13 X in einem geschlossenen, Luft enthaltenden Glasgefäß und mit einem Becher mit 13 X an Raumluft. Die Wasseraufnahme hängt von der relativen Feuchte umgebenden Luft und von der Temperatur ab. Die Geschwindigkeit mit welcher der Wasserdampf aufgenommen wird, hängt im geschlossenen Glasgefäß vom Wärmestrom durch die Glasgefäßwand ab.

Im geschlossenen Gefäß ist die relative Feuchte im Bereich von 95 % bis 100 %. Die Verdunstung des Wassers aus dem einen Becher im Glasgefäß ist durch den Wärmestrom durch die Wand des Glasgefäßes kontrolliert. Der Anstieg der Kurve ist daher flacher als beim Versuch mit dem offenen Becher. Die Zunahme des Gewichtes ist diesem Fall Massenstrom kontrolliert, sie hängt von der konvektiven Wasserdampfströmung in den Becher mit dem 13 X ab. Die feuchte Luft im Laborraum dient als Reservoir von Wasserdampf. Die Feuchtigkeit in der Raumluft, mit einer Temperatur von 21 °C bis 24 °C, hatte Werte zwischen 60 % und 70 %. Durch die

reduzierte relative Feuchtigkeit konnte 13 X im offenen Becher weniger Wasserdampf aufnehmen als 13 X im geschlossenen Glasgefäß. In einem Sorptionsspeicher muss der Partialdruck $p_{(H_2O)}$ von Wasser kontrollierbar sein und muss den maximalen Wert erreichen können.

Konstruktion und Bau der Laboranlage

Die Auslegung und Konstruktion einer Versuchsanlage für Sorptionsspeicher ist anspruchsvoll. Die unterschiedlichen Betriebsweisen (offen, geschlossen), die hohen Temperaturen (200°C), die Einbindung umfangreicher Messapparaturen und nicht zuletzt die geforderte gute Wärmedämmung sind als Anforderungen in das Konzept einzubeziehen. Die Materialwahl war von vornherein klar: hochlegierter Edelstahl. Die Konstruktion der einzelnen Apparate ist nachfolgend schematisch dargestellt:

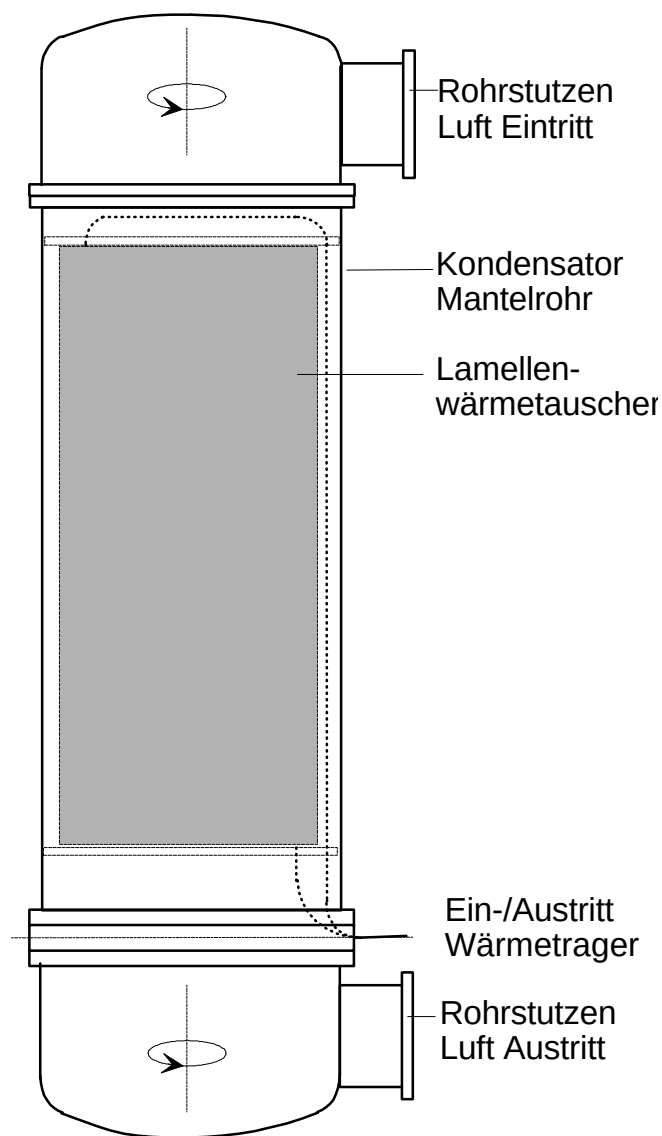


Konstruktionsskizze



Ausführung

Fig. 2: Zeolith- / Silicagel- / Sorptionsmodul im Sorptionsspeicher. Die Füllhöhe des Sorbens im Hüllrohr kann bis zu dessen Länge eingestellt werden. Die Verteilung der Korngrößen ist einstellbar. Das Mantelrohr und die Rohrstutzen sind Vakuum fest. Die Höhe des Apparates beträgt ca. 1.2 m. Es wurden möglichst dünnwandige Rohre eingesetzt mit dem Ziel die thermische Masse zu minimieren. Um die Kosten in Grenzen zu halten, wurden alle Apparate in der hauseigenen Werkstatt hergestellt.

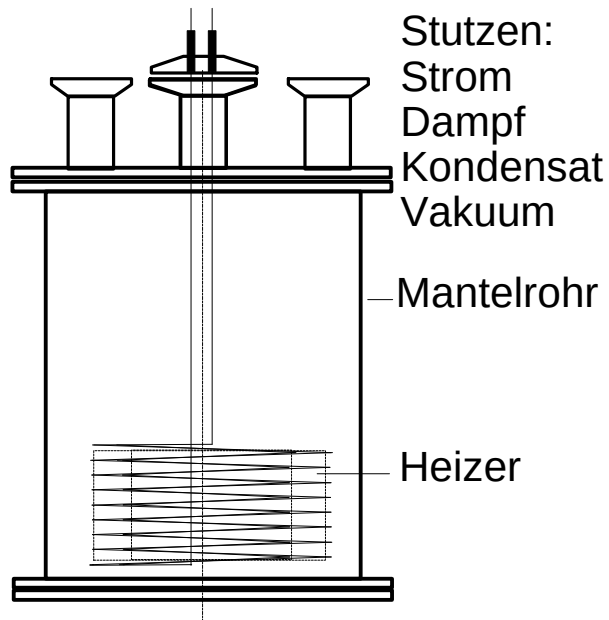


Konstruktionsskizze



Ausführung

Fig. 4: Kondensator im Sorptionsspeicher. Der Kondensator enthält einen Lamellenwärmetauscher, der wie alle anderen Teile aus Edelstahl gefertigt ist. Das Mantelrohr und die Rohrstutzen sind vakuumfest. Die Rohrstutzen sind am Mantelrohr angeflanscht. Die Höhe des Apparates beträgt ca. 1.4 m. Nicht eingezeichnet ist der Kondensatablauf, der seinerseits mit der Wasservorlage verbunden ist.



Konstruktionsskizze



Ausführung

Fig. 3: Wasservorlage zum Sorptionsspeicher. Die Stutzen dienen zur Stromdurchführung, zum evakuieren des Gefäßes sowie zum Dampf- und Kondensatanschluss. In der Ausführung enthalten ist zusätzlich eine Niveaumessung. Der Heizer muss im Betrieb immer vollumfänglich mit Wasser bedeckt sein.

Sämtliche Apparate sind nun für die Endmontage bereit. Es gilt nun die Anlage im Installationsrack möglichst gut thermisch getrennt einzubauen. Das Rack ist so konzipiert, dass die einzelnen Anlageteile gut befestigt, aber auch problemlos ein- und ausgebaut werden können. Die Dämmung der Anlage erfolgt über ein Granulat. Die Abschottung der einzelnen Komponenten ermöglicht den einfachen Zugang zu den Komponenten, trotz des granularen Dämmstoffes. Der Dämmstoff wird eingeblasen und bei Bedarf wieder aus den Kammern herausgesogen.

Um die gewünschten Resultate mit der Laboranlage zu erzielen, muss ein aufwändiges Messkonzept realisiert werden. Neben rund 20 Temperaturen werden Drücke, Luftfeuchten, und diverse Leistungen (elektrisch, thermisch) erfasst. Sämtliche Messmittel sind für den Einbau bereit.

4. Technologietransfer im Jahr 2000

Ein eigentlicher Technologietransfer hat noch nicht stattgefunden. Es ist vielmehr so, dass durch Besuche anderer, in diesem Bereich spezialisierter Institute und Fachveranstaltungen (Terrastock 2000) versucht wurde, das Know-how möglichst effizient auf den aktuellen internationalen Stand zu bringen. Es ist im weiteren geplant, am Nachfolgeprojekt von Annex 10 ("Phase Change Materials and Chemical Reactions for Thermal Energy Storage") der Internationalen Energie Agentur (IEA) teilzunehmen.

5. Perspektiven 2001

Der Zusammenbau der Anlage erfolgt bis Ende Februar 2001. Insbesondere muss auch die Vakuumdichtigkeit der Anlage gegeben sein. Anschliessend erfolgt die Inbetriebsetzung der Anlage und die Kalibrierung sämtlicher Messmittel. Mit dem zur Verfügung stehenden Manpower werden die ersten Versuche mit der Anlage im April/Mai möglich sein. Im Laufe des Sommersemesters sind zudem Studienarbeiten mit Studenten geplant. Das erste Versuchsprogramm, mit 2 unterschiedlichen Sorbens, soll bis Ende 2001 mit einem Bericht abgeschlossen werden.

6. Publikationen 2000

Es erfolgten keine Publikationen.

Rapperswil, 3.12.00

Die Berichterstatter:

Dr. P. Gantenbein

U. Frei

S. Brunold