

Jahresbericht 2002, z.Hd. des Bundesamtes für Energie

Bericht erstellt von : Dr. Michael Götz, cuisine.solaire@suisse.org

Institut : Centre Neuchâtelois de cuisine solaire / ULOG Suisse Romande, URL : www.cuisinesolaire.com

Tages-Hitzespeicher für einen konzentrierenden Solarkocher

Stockage de chaleur diurne pour un cuiseur solaire à concentration



Zusammenfassung

Zwei Hitzespeicher für automatische solare Parabolspiegelkocher wurden hergestellt und getestet. Der eine besteht aus Aluminium und speichert die sensible Wärme, der zweite ist mit Zinn gefüllt und speichert zudem die latente Wärme des Phasenübergangs (fest-flüssig).

Der Latentwärmespeicher zeichnet sich durch einen höheren nutzbaren Anteil der gespeicherten Hitze aus (72% statt 58%) und erreicht seine Arbeitstemperatur bedeutend schneller als der Aluminiumspeicher. Die gespeicherte Energiemenge (1kWh) reicht aus, um für eine Familie am Abend zu kochen.

Résumé

Deux éléments de stockage de chaleur pour des cuiseurs solaires paraboliques à réglage automatique ont été fabriqués et testés. Le premier consiste en un block d'aluminium, il stocke la chaleur sensible. Le deuxième est rempli d'étain, il stocke en plus la chaleur latente du changement de phase (solide-liquide).

Les avantages du stockage de chaleur latente sont une plus grande partie utile de la chaleur stockée (72% par rapport à 58% pour le premier stock) et le fait que l'élément atteint rapidement sa température de travail. L'énergie stockée (1kWh) suffit pour cuisiner pour une famille le soir.

1. Ziele

Weltweit ist eine grosse Palette von Solarkochermodellen im Einsatz, diese reicht von Kartonmodellen für 1 Person bis zur solaren Grossküche für 10'000 Personen in Indien. Bei den ausgeklügelten 'technischen' Solarkochern mit automatischer Nachführung (sog. 'Schefflerspiegel, siehe : www.dfg-vk.de/SolareBruecke/scheffler_d.htm) geht die Entwicklung in Richtung Wärmespeicherung.

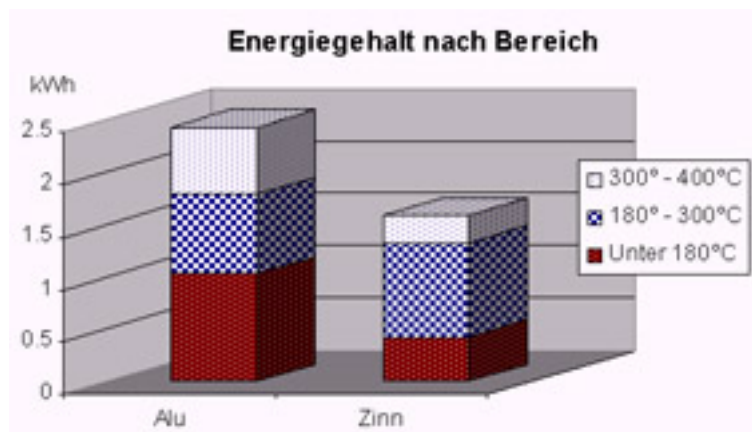
Einige Versuche mit isolierten Metallblöcken als Wärmespeicher und einige Semesterarbeiten über einen Salz-Latentwärmespeicher waren schon durchgeführt worden. Ziel der hier vorgestellten Studie war es, den Einsatz der Speicherung von Latentwärme für Solarkocher im *tatsächlichen Gebrauch* zu testen und zu beurteilen, inwiefern dieser sinnvoll ist.

2. Ausgeführte Arbeiten und erzielte Resultate

In diesem Projekt wurden zwei Wärmespeicher für einen automatischen 2 m² Parabolspiegel hergestellt und im Gebrauch in einer solaren 'Crêperie' getestet. Beide Speicher sollten ca. 1 kWh im nützlichen Bereich von 180°C bis 400°C speichern können.

- Der erste Speicher besteht aus einem gut isolierten Aluminiumblock von 26 kg, der die sensible Wärme (Wärmekapazität ohne Phasenübergang) speichert. Dieser Speicher ist etwas grösser als geplant ('Nutzenergie' = 1,4 kWh).
- Für den Latentwärmespeicher wurden verschiedene Speichermedien (Salzmischungen und Metalle) studiert. Der Gebrauch von Metallen wird in der Literatur kaum diskutiert, schien in unserem Fall jedoch die sinnvollste Lösung. Der Speicher wurde aus 28kg Zinn (Phasenübergang bei 230°C) in einem isolieren Stahlgefäss von 6kg realisiert. Er entspricht in etwa der Vorgabe von 1 kWh 'Nutzenergie'.

Beide Speicher erreichten die maximale Temperatur von 400°C problemlos.



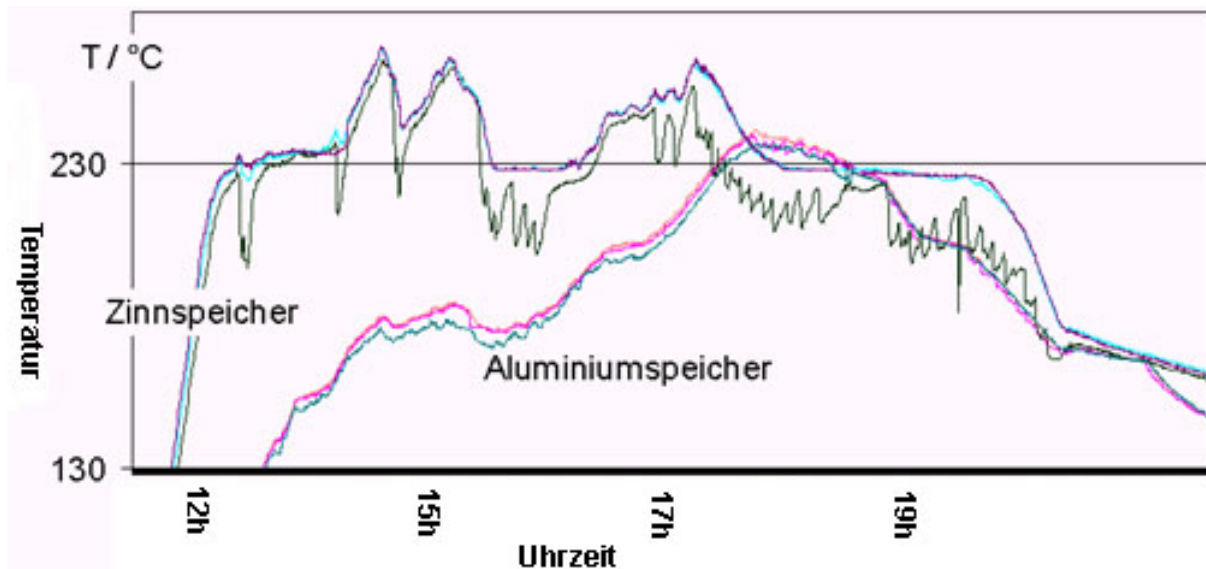
Der Vergleich zeigt, dass beim Zinnspeicher ein viel höherer Anteil der Energie im interessanten mittleren Temperaturbereich (blau) gespeichert wird. Der rote untere Bereich ist zum Kochen verloren, der graue obere Bereich mit grossen Wärmeverlusten verbunden.

Ein Beispiel: Bei vollem Sonnenschein im Sommer ist der Zinnspeicher schon nach $\frac{3}{4}$ Stunden einsatzbereit, er speichert gut $\frac{3}{4}$ Stunden Sonnenenergie im Phasenübergang und gut $\frac{5}{4}$ Stunden Sonnenenergie in seiner Masse. Die im Phasenübergang gespeicherte Energie kann knapp 5 Liter Wasser zum Kochen bringen, die in der Masse gespeicherte bringt knapp 6 Liter Wasser zum Kochen.

Der Aluminiumspeicher braucht im gleichen Fall $1\frac{3}{4}$ Stunden bis zur Einsatzbereitschaft, danach speichert er gut 3 Stunden Sonnenenergie in seiner Masse und könnte damit 14 Liter Wasser zum Kochen bringen.

Die beiden Speicher wurden im Gebrauch (als Solar-Crêperie und als Kochherd) getestet und dabei der Temperaturverlauf im Speicher und in der Herdplatte aufgezeichnet. Aus diesen Messungen wurden die typischen Heiz- und Verlustleistungen bestimmt. Diese entsprachen den errechneten Werten.

Das folgende Beispiel zeigt den Einsatz der Crêperie am 2.8.02 am Festival 'Hors-Tribu' in Môtiers. Das Wetter war **wechselhaft**. Bei diesen Bedingungen war der Zinnspeicher um 12 Uhr betriebsbereit, während der Aluminiumspeicher erst nach 17 Uhr benützt werden konnte. In der Grafik zeigt die etwas tiefer liegende Kurve jeweils die Temperatur der Herdplatte, die etwas höher liegenden zeigen die Temperaturen in der Mitte und unten im Speicher. Das Backen jeder Crêpe ist im Verlauf der Herdplattentemperatur durch einen kurzfristigen Temperaturrückgang sichtbar ! Die Temperatur in der Mitte des Zinnspeichers blieb lange Zeit stabil bei 230°C, das Zinn war dann teilweise fest, teilweise flüssig. Auf dem Zinnspeicher wurden an diesem Tag ca. 40 Crêpes gebacken, auf dem Aluminiumspeicher knapp 20.



Temperaturverlauf der beiden Speicher am 2.8.02 in Môtiers. (Zeitachse bis 15h30 leicht gestreckt).

Beide Speicher haben sich im Einsatz bewährt. Der Latentwärmespeicher war dem Aluminiumspeicher überlegen; der Einsatz eines Metalles anstelle eines Salzgemisches war dabei trotz höherem Preis und Gewicht sinnvoll.

Der Gebrauch der Speicher in der Crêperie verlief problemlos. Der Einsatz als Kochherd funktionierte relativ gut, nur der etwas langsame Wärmeübergang zwischen Platte und Kochtopf störte etwas.

Negativpunkte sind das hohe Gewicht, das einen mobilen Einsatz kompliziert und der noch zu hohe Preis des Speichers.

3. Zusammenarbeit im In- und Ausland

Die Speicher wurden in Zusammenarbeit mit der 'Solaren Brücke' aus Deutschland geplant und in deren Werkstatt in Aislingen (D) hergestellt. Die Experimente im Sommer wurden mit der rollenden Solaren Küche der Schweizer Organisation 'GloboSol' durchgeführt.

4. Transfer

Die Produktion des Speichers ist erst sinnvoll, wenn die 2m² Parabolspiegel in Serie hergestellt werden. Diese Produktion ist erst in Vorbereitung.

5. Zukunftsansichten

Der Zinnspeicher sollte nach den gemachten Erfahrungen umgebaut werden, um im Gebrauch und im Transport handlicher zu werden (Integration des Speichers in den Reflektorständer). Der neue Prototyp sollte im Sommer 2003 getestet werden.

Längerfristig ist auch eine Luxusversion denkbar, bei der der Speicher im Innern des Hauses liegt (im Design einem normalen Herd nachempfunden) und durch ein Loch in der Hauswand vom aussen liegenden Reflektor geheizt wird.

6. Publikationen

Die *Resultate* der Studie wurden noch nicht publiziert. In einer Publikation über die rollende Solarküche hingegen wurde das Projekt vorgestellt :

['The 'solar crêperie' - Promotion of Solar Cooking by Selling Pancakes'](#), Michael Götz, Paper presented at the 'Encuentro Solar 2002' in Benicarlo, Spain in June 2002