

Analyse eines solarbetriebenen Adsorptionskühlschranks

Vergleich eines solarbetriebenen Adsorptionssystems der EG Solar e.V. mit einem herkömmlichen photovoltaisch betriebenen Kompressorkühlschrank



1 Abstract

Die Entwicklungshilfegruppe EG Solar e.V. hat ein Zeolith-Kühlsystem entwickelt. Auf Basis von messtechnischen Untersuchungen wird ein Vergleich des solarbetriebenen Adsorptionssystems der EG Solar mit einem herkömmlichen photovoltaisch betriebenen Kompressorkühlschrank durchgeführt. Bei beiden Systemen handelt es sich um Medikamentenkühlschränke für Gegenden in Entwicklungsländern, wo keine bzw. nur eine unsichere Stromversorgung gegeben ist.

2 Zielsetzung

Das Adsorptionssystem der EG Solar sowie ein photovoltaisch betriebenes Kühlsystem werden messtechnisch analysiert. Ziel ist es, die Gesamtwirkungsgrade beider Systeme darzustellen. Hierzu ist es notwendig beide Systeme unter gleichen Umgebungsbedingungen über eine definierte Zeitdauer zu vermessen.



Untersuchungsgegenstand ist das Zeolith-Kühlsystem der EG Solar e.V.

Neben der energetischen Analyse sollten die beiden Kühlsysteme hinsichtlich Kosten, Handhabung und Wartung miteinander verglichen werden.

3 Messverfahren

Die beiden Kühlsysteme wurden im Labor der Forschungsstelle für Energiewirtschaft aufgebaut. Temperaturmessstellen beim Adsorptionskühlsystem waren am Verdampfer (zwei Messstellen), in der Mitte des Kühlraumes und am Zeolithüberbehälter

angebracht, beim Kompressorkühlschrank am Verdampfer, an der Zwischenplatte und im Kühlraum. Ein weiterer Temperaturfühler wurde zur Messung der Umgebungstemperatur installiert. Die Datenaufzeichnung erfolgte in 20-Sekunden-Intervallen. Um den Adsorptionsvorgang zu charakterisieren, wurde die Gewichtszunahme des Zeolithbehälters simultan über eine Waage gemessen und mit einem speziellen Programm aufgezeichnet.

In **Abbildung 1** sind die Temperatur-Messwerte des Adsorptionskühlsystems der EG Solar für einen Kühlversuch bei durchschnittlich 21 °C Umgebungstemperatur dargestellt.

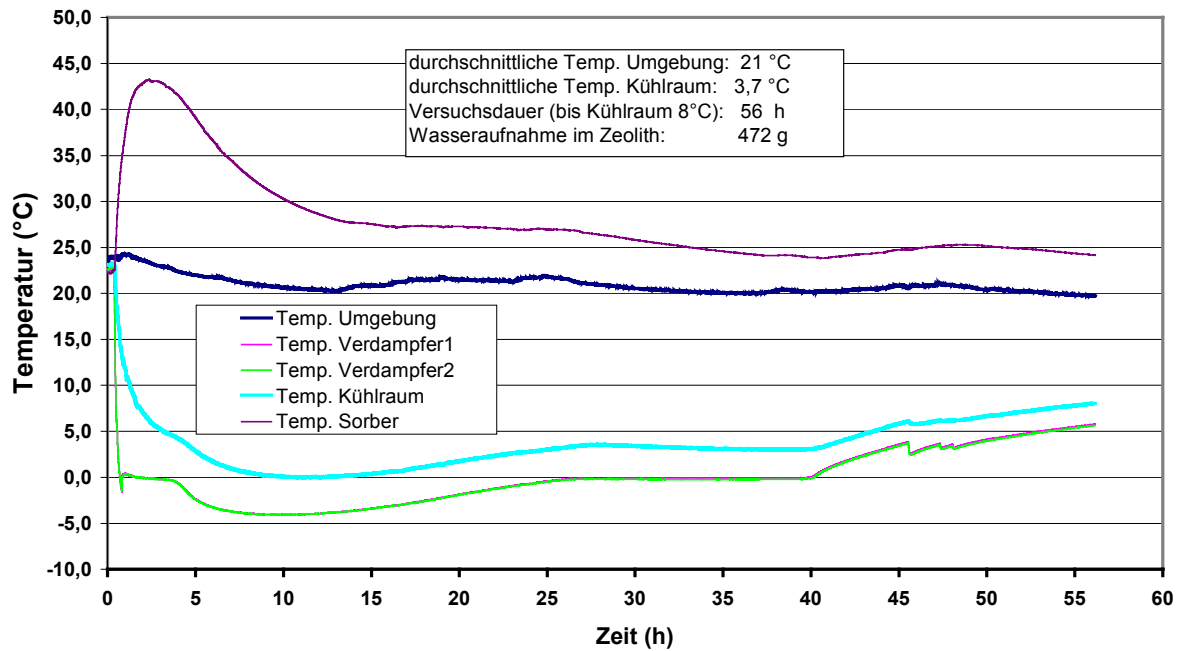


Abbildung 1: Temperaturverläufe im Adsorptions-Kühlschrank der EG Solar bei einer Umgebungstemperatur von 21 °C

Die Verdampfertemperatur fällt nach dem Abpumpen mit der Vakuumpumpe sehr rasch auf 0 °C ab. Nach 40 Stunden fängt die Verdampfertemperatur wieder an zu steigen. Die Temperatur im Kühlraum erreicht die erforderliche Abkühlung auf 8 °C nach 1,5 Stunden und bleibt weitere 54,5 Stunden unter der 8 °C-Grenze. Im Durchschnitt lag die Kühlraumtemperatur in den 56 Stunden bei 3,7 °C. Die Umgebungstemperatur betrug im Mittel 21 °C. Der Überbehälter (Sorber), in dem sich die Zeolithkartusche befindet, wurde außen bis zu 43 °C warm. Bis zum Erreichen der 8 °C-Grenze im Kühlraum hat der Zeolith 472 g Wasser aufgenommen. Anfangs betrug die Beladung des Zeoliths 1 %, am Ende 14 %.

Zur Ermittlung des Energieverbrauchs des Kompressorkühlschranks wurde hier zusätzlich zu den Temperaturmessstellen die Spannung und die Stromstärke an der Batterie gemessen. In **Abbildung 2** sind die Messwerte des Kompressorkühlschranks dargestellt.

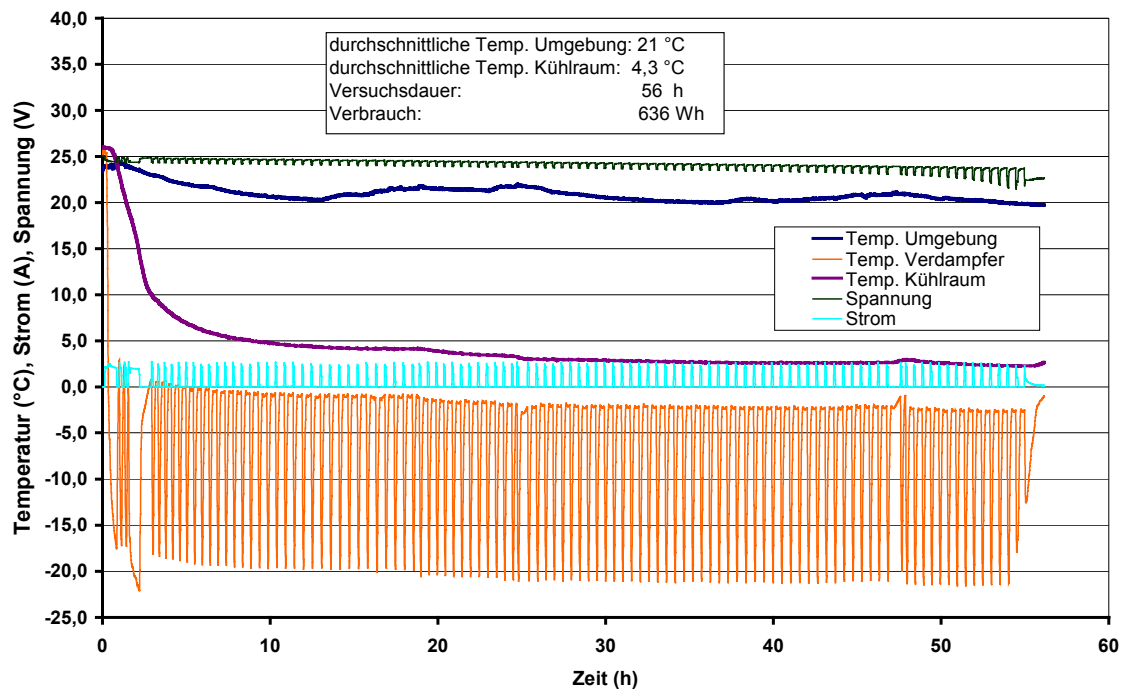


Abbildung 2: Temperatur, Spannungs- und Stromstärkeverlauf beim Kompressor-Kühlschrank bei einer Umgebungstemperatur von 21 °C

Auffallend sind hier die stark schwankenden Verdampfertemperaturen, die bis auf minus 22 °C abfallen. Nach 56 Stunden wird der Versuch zum Vergleich mit dem Zeolithkühlschrank beendet. Für diesen Zeitraum beträgt der Energieverbrauch 636 Wh, wobei die Stromstärke bis zu 2,7 A erreicht.

4 Ergebnisse

Die Funktionsfähigkeit des innovativen Kühlsystems der EG Solar konnte bei den durchgeführten Versuchen festgestellt werden. Mit einer Zeolithpatrone konnte das System die Temperatur im Kühlraum bei einer durchschnittlichen Umgebungstemperatur von 21 °C 54 Stunden, bei 28 °C 24 Stunden unter 8 °C halten.

Beide Systeme werden solar betrieben. **Abbildung 3** zeigt den energetischen Vergleich der beiden Systeme bezogen auf die benötigte Solarenergie für 24 Stunden Kühlbetrieb. Hierbei ist zu beachten, dass für die Energiebereitstellung des Systems der EG Solar nur die direkte Einstrahlung genutzt werden kann.

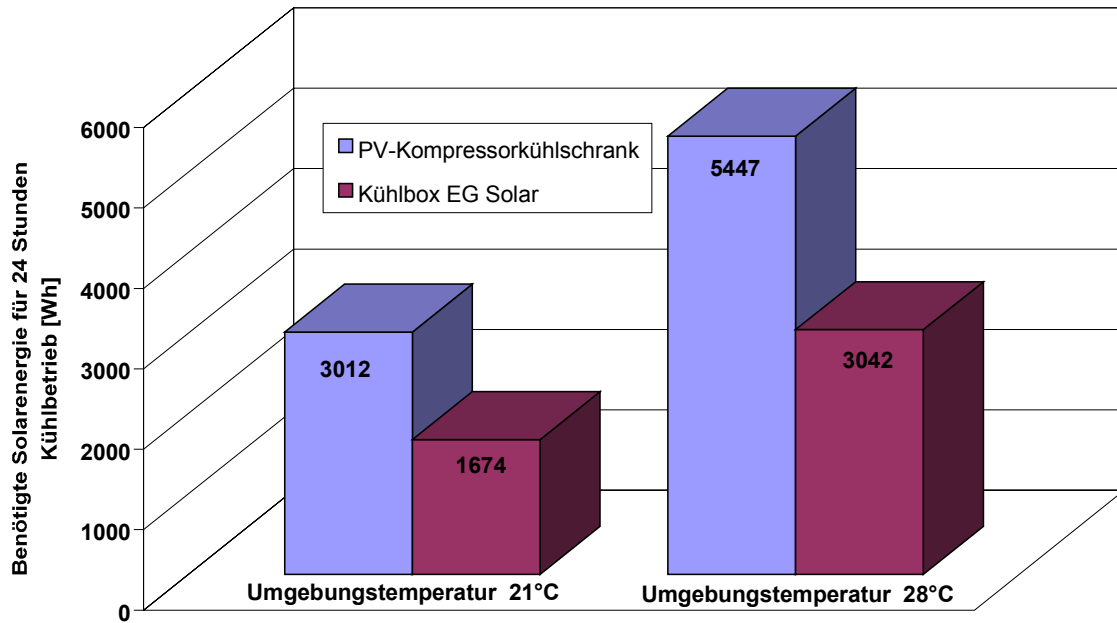


Abbildung 3: Energetischer Vergleich der beiden Kühlsysteme

Die benötigte Solarenergie zur Kühlung mit dem System der EG Solar liegt 45 % unter dem Wert für den Kompressorkühlschrank. Ein Hauptgrund hierfür liegt in dem gegenüber dem Solarkocher schlechteren Nutzungsgrad der Photovoltaik.

Als Installationskosten wurden für das System der EG Solar 1.800 DM, für das PV-betriebene System 5.700 DM abgeschätzt. Die Handhabung des Kühlsystems der EG Solar ist einfach durchzuführen und ist für eingewiesene Laien möglich. Das selbe gilt für das PV-betriebene System, wobei hier größeres Gefahrenpotential bei unsachgemäßer Bedienung besteht. Der Kompressorkühlschrank bietet infolge der stufenweisen Regelung und der Gefrierfunktion mehr Einsatzoptionen. Die Bedienung des Kühlsystems der EG Solar ist vermutlich etwas zeitintensiver.

Da keine Langzeitversuche durchgeführt wurden, ist es nur bedingt möglich, Aussagen über Wartungsarbeiten und Reparaturanfälligkeit zu machen. Beide Systeme sind grundsätzlich als wartungsarm zu charakterisieren. Als entscheidend dürften nicht zuletzt großzügig ausgelegte Speicherkapazitäten und vorrätige Ersatzteile vor Ort gelten. Die langfristige Aufrechterhaltung des Kompressorkühlschrank-Systems hängt nach Erfahrungen der WHO von der Präsenz des Herstellers bzw. eingewiesenen, fähigen Technikern in dem jeweiligen Land ab.

Die beiden Systeme sind während der Betriebsphase sehr umweltfreundlich, da als Energieträger die Sonnenenergie genutzt wird. Die Entsorgung der Komponenten des Systems der EG Solar nach Ende der Nutzungsphase wird als unbedenklich eingestuft. Eine umweltgerechte Entsorgung der Blei-Batterien und des im Kompressorkühlschrank befindlichen Kältemittels stellt in Entwicklungsländern ein logistisches Problem dar.

Auftraggeber:	EG Solar e.V., BStMWVT
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Christina Hutter