

14 (1987) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

H. Erhorn und J. Rath

Kiesspeicher zur Solarenergienutzung ?

Einleitung

Die Nutzung der Solarenergie zu Raumheiz Zwecken erfolgt im hiesigen Klima fast ausschließlich durch passive (bauliche) Maßnahmen [1]. Da bei der passiven Solarenergienutzung nur Bauteile eingesetzt werden können, die von der Sonnenstrahlung beaufschlagt werden, reichen oft die zur Verfügung stehenden Speichermassen, besonders in der Übergangsjahreszeit, nicht aus, um die Solarenergiegewinne abzuspeichern. Zur Vermeidung von Überhitzung in den Räumen müssen Sonnenschutz- oder Lüftungsmaßnahmen ergriffen werden. Um die zur Verfügung stehende Solarenergie effektiver zu nutzen, werden hybride Systeme eingesetzt. Hierbei sorgt eine Umwälleinrichtung dafür, daß auch solche Bauteile, die der Sonnenstrahlung nicht direkt zugänglich sind, zur Energieabspeicherung nutzbar sind (ansteuerbare Speicher). Immer häufiger werden hierfür Steinspeicher eingesetzt. Über rechnerische [2] und meßtechnische [3] Untersuchungen von Kiesspeicher soll im folgenden kurz berichtet werden.

Rechnerische Untersuchung

Zur Bestimmung des Speicherhaltens von luftdurchströmten Kiesspeichern wurde eine umfangreiche rechnerische Parameterstudie durchgeführt. Als Einflußparameter auf die Speicherwirkung wurden untersucht:

- Korndurchmesser des Speicherkieses
- Lückengrad der Kiesschüttung
- Wärmekapazität des Speichermaterials
- Wärmeleitfähigkeit des Speichermaterials
- Luftmassenstrom durch den Kiesspeicher
- Temperaturunterschied zwischen Luft und Kiesschüttung
- Länge des Speichers

In Bild 1 ist der Verlauf des Speicherwirkungsgrades über eine Einspeicherzeit von 6 h dargestellt. Der Speicherwirkungsgrad stellt hierbei das Verhältnis von abgespeicherter zu in den Kiesspeicher eingetretenen Wärmemenge dar. Auf das Speicherverhalten günstig wirken sich nach Bild 1 aus:

- kleine Korndurchmesser
- kleine Lückengrade (hohe Verdichtung)
- große Wärmekapazitäten des Kieses
- kleine Luftmassenströme
- lange Kiesspeicher

Die Wärmeleitfähigkeit des Kieses und der Temperaturunterschied zwischen Luft und Kiesschüttung haben einen vernachlässigbaren Einfluß auf das Speicherermögen. Da sich kleine Lückengrade und lange Kiesspeicher jedoch nachteilig auf die benötigte Ventilatorenergie auswirken, sollte der Kiesspeicher den möglichen Solarnergiegewinnen angepaßt sein.

Meßtechnische Untersuchung

Zur Überprüfung der möglichen Solargewinne wurde ein hybrides System mit Kiesspeicher vermessen. Um die Meßergebnisse ver-

gleichbar machen zu können, bestand das Gebäude aus zwei identischen, thermisch getrennten Hälften, die je einen Kriechkeller, einen etwa 20 m² großen Wohnraum und einen darüberliegenden Dachraum enthielten. Eine Gebäudehälfte ist als Hybridsystem ausgerüstet, die andere ist konventionell ausgeführt. Das Hybridsystem besteht aus einem nach Süden geneigten Dach, das eine 10 m² große Glasfläche aufweist, einem Kiesspeicher im Kriechkeller mit einem Volumen von 1,5 m³ und zwei Ventilatoren. Fällt im Winter die Sonneneinstrahlung durch das große Dachfenster, so wird sie auf der schwarz gestrichenen Oberfläche des rundum gedämmten Dachraumes absorbiert und in Wärme umgewandelt. Die so erzeugte Warmluft wird mit Hilfe eines Ventilators (120 W Leistung)

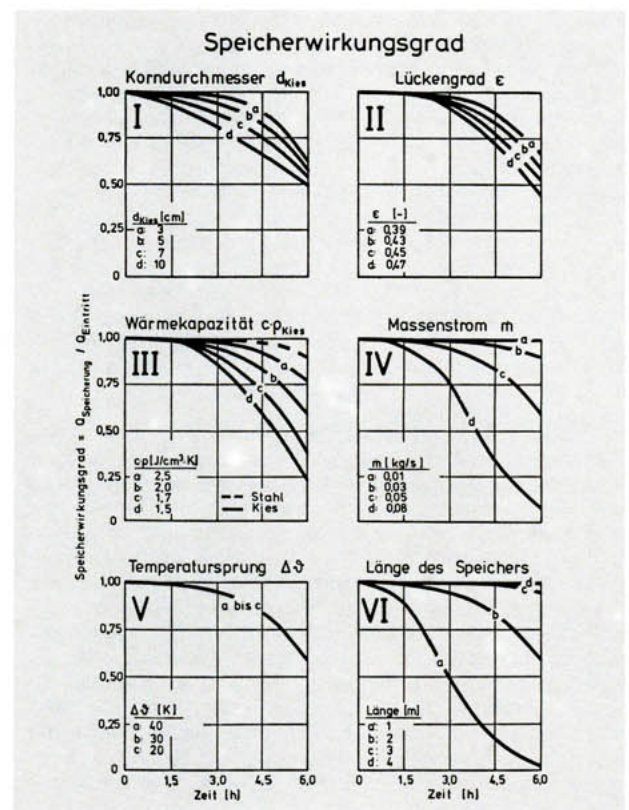


Bild 1: Speicherwirkungsgrade von Kiesspeichern während einer Aufheizphase von 6 Stunden, gemäß [2].

Scharparameter sind: I: Korndurchmesser II: Lückengrad
III: Wärmekapazität IV: Massenstrom
V: Temperatursprung VI: Länge des Speichers

entweder dem darunter liegenden Raum direkt als Heizleistung zur Verfügung gestellt oder - falls hierfür kein Bedarf besteht - dem im Keller befindlichen Kiesspeicher zugeführt. Die Luft strömt danach wieder in den Dachraum zurück. In der Nacht oder an strahlungsarmen Tagen kann die im Kiesspeicher abgespeicherte Wärme zur Raumerwärmung genutzt werden. Im Sommer wird das große Dachfenster abgedeckt. Der Kiesspeicher läßt sich tagsüber zur Kühlung der Raumluft verwenden, wenn er nachts mit Außenluft gekühlt wurde. Die Prinzipskizzen für das Hybridsystem sind in Bild 2 für den Winter- und Sommerfall dargestellt.

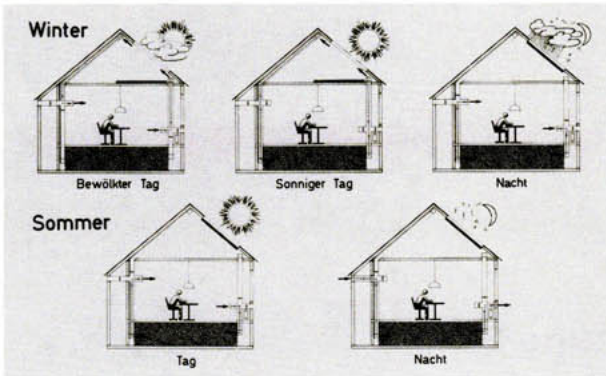


Bild 2: Verschiedene Betriebszustände des Hybridhauses im Winter (oben) und Sommer (unten).

Winter:

- oben links: Direkte Raumheizung aus dem Dachraum.
- oben Mitte: Speicherung von Überschußenergie aus dem Dachraum durch Beladen des Kiesspeichers.
- oben rechts: Raumheizung durch Entladen des Kiesspeichers.

Sommer:

- unten links: Raumkühlung durch Absenkung der warmen Raumluft im kühlen Kiesspeicher.
- unten rechts: Nächtliche Kiesspeicherkühlung.

In der Meßperiode von Dezember 1985 bis Mai 1986 wies das Hybridsystem etwa 30 % weniger an Heizenergieverbrauch als das konventionelle System (vgl. die Säulenspitzen in Bild 3) aus. Der Vergleich der einzelnen in Bild 3 veranschaulichten Energieanteile in den beiden Systemen zeigt aber, daß der deutlich geringere Heizenergieverbrauch des Hybridsystems primär nicht auf eine direkte Nutzung der Wärmelieferung des Dachraumes U und Kiesspeichers K zurückging, sondern auf die veränderten Temperaturverhältnisse im Dachraum und Keller. Diese bewirken eine Verringerung der Transmissionswärmeverluste Z in diese Zonen und hiermit eine deutliche Energieeinsparung im Testraum. Die Wirkung des Dachraumes als passiver Solarenergiesammler war größer als sein Beitrag zum hybriden System, da trotz starker Wärmedämmung am Boden des Dachraumes Wärme in der Massivdecke gespeichert und phasenverschoben an den Raum abgegeben wird. Der Kiesspeicher im Keller mit einer Länge von 3 m war zu groß dimensioniert und an der falschen Stelle plaziert.

Die Warmluft aus dem Kiesspeicher war nur wenig nutzbar (Anteil K), weil sich die Lage des Speichers im Keller als ungünstig erwies. Zwei Drittel der Oberfläche des Speichers grenzen an das Erdreich, dessen Temperaturen auf einem Niveau von 10 bis 12 °C liegen. Die Wärmeverluste sind trotz gut dimensionierter Wärmedämmung relativ hoch. Würde man den Kiesspeicher in den Innenraum verlegen, wären die Verluste erheblich geringer (Temperatur der Umgebung 20 °C); die Verluste des Kiesspeichers wären dann auch keine wirklichen Verluste, sondern Energiegewinne für den Raum. Da der Kiesspeicher nur bis zu einer Temperatur von 22 °C für Raumheizzwecke entladen werden kann, ist es notwendig, ein hohes Temperaturniveau bei der Beladung zu erzielen. Der Speicher ist möglichst minimal auszulegen. Eine Ganzjahresrechnung des Hybridsystems zeigt bei unterschiedlich gut gedämmten Speicherwänden, daß ab einer Speicherlänge von ca. 1 m keine zusätzlichen Energiegewinne durch den Speicher zu erwarten sind.

Zusammenfassung

Der Einsatz von Kiesspeichern in Hybridsystemen ermöglicht zwar eine Vergrößerung der Solarenergienutzung zu Heizraumzwecken; auf die Auslegung dieser Speicher ist aber ein besonderes Augenmerk zu legen, um eine effektive Nutzung zu ermöglichen. Ansonsten werden derartige Systeme unwirksam. Günstig wirken sich kleine, schwere Steine mit einem kleinen Lückengrad aus. Der Speicher ist möglichst klein zu dimensionieren, das heißt sein Aufnahmevermögen ist auf die Solargewinne eines bis maximal zweier aufeinanderfolgender Tage in der Heizperiode zu begrenzen. Der Speicher sollte sich innerhalb beheizter Räume befinden, mit hoher Eintrittstemperatur beladen und im Gegenstrom entladen werden. Die notwendige Ventilatorleistung muß möglichst klein gehalten werden. In Sommerzeiten kann der Speicher zur Raumkühlung herangezogen werden.

Literatur

- [1] Gertis, K.: Zehn Jahre Energieeinsparung im Hochbau - Können wir zufrieden sein? WKSB 31 (1986), H. 20, S. 1 - 7.
- [2] Erhorn, H.; Franke, A.; Gertis, K.; Kießl, K. und Rath, J.: Thermisches Verhalten luftdurchströmter Kiesspeicher. Bericht WB 10/1987 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Stuttgart (unveröffentlicht).
- [3] Erhorn, H.; Gertis, K.; Rath, J. und Wagner, J.: Ein einfaches Hybridsystem zur Heizenergieeinsparung mittels Kiesspeicher und verglastem Dachraum. Bericht WB 8/1987 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Stuttgart (unveröffentlicht).

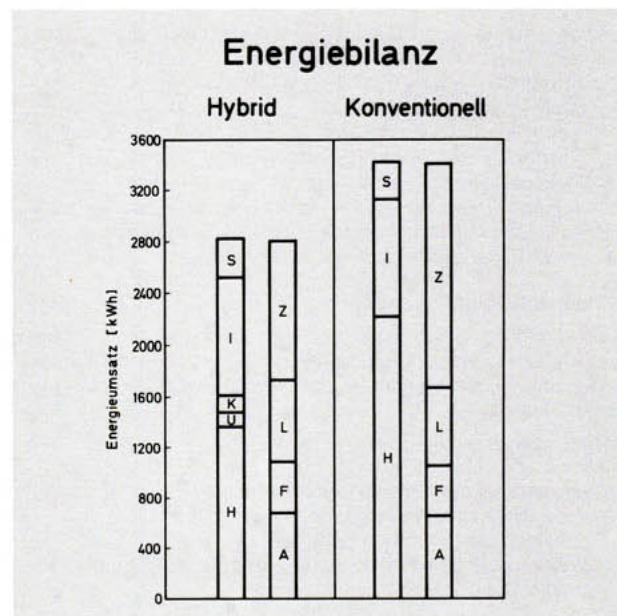


Bild 3: Darstellung der einzelnen Energiebeiträge und Bilanzierung der Gewinne und Verluste der untersuchten Räume für den Meßzeitraum Dezember 1985 bis Mai 1986.

Gewinne:

- S: Solarenergiegewinne durch das Fenster
- I: Interner Wärmegewinn
- K: Heizenergiebeitrag durch den Kiesspeicher
- U: Heizenergiebeitrag durch Umluft direkt vom Dachraum
- H: Benötigte Heizenergie durch konventionelles Heizsystem

Verluste:

- Z: Transmissionswärmeverlust in benachbarten Zonen
- L: Lüftungswärmeverlust
- F: Transmissionswärmeverlust durch das Fenster
- A: Transmissionswärmeverlust durch die Außenwände



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)6868-00
8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel. (08024)643-0

Herstellung und Druck:
IRB Verlag, Informationszentrum RAUM und BAU
der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik