

# Rationelle Energieverwendung und Solares Bauen

Häuser für das 21. Jahrhundert müssen in Bezug auf Energieeinsparung und in unseren Breiten vor allem auf winterlichen Wärmeschutz optimiert werden. Diese Aufgabe lässt sich mit innovativen Wärmedämmsystemen und Wärmespeicherkomponenten lösen. Neue Entwicklungen sind hier superisolierende Vakuumisoliationspaneele für den opaken Bereich. Für den transparenten Bereich befinden sich Vakuumverglasungen in der Entwicklung. Durch die architektonische Gebäudegestaltung sind ein hoher solarer Energieeintrag in der kalten Jahreszeit und ein effizienter Überhitzungsschutz in der warmen Jahreszeit zu gewährleisten. Unterstützt lassen sich hier Bauteile mit mikro- oder makro-integrierten Latentwärme-Speichermaterialien einsetzen.

## Herausforderung und Chance – die energetische Altbausanierung

Klimaschutz und die begrenzten Ressourcen fossiler Energieträger erfordern Maßnahmen für energieeffizientes Bauen und die verstärkte Nutzung regenerativen Energiequellen – dies gilt für Neubauten, aber insbesondere für Altbauten. Der Altbaubestand stellt nämlich ein bedeutendes Energieeinsparpotenzial dar. In Deutschland entfallen ca. 26% des Primärenergieverbrauchs auf die Raumheizung. Dabei benötigen Altbauten, d.h. Gebäude die vor der 1. Wärmeschutzverordnung (1977) errichtet wurden, ca. 95% der Gesamtheizwärme. Die energetische Altbausanierung stellt jedoch in vielen Fällen besondere Anforderungen an die Planung und die Effizienz der eingesetzten Wärmedämmkomponenten.

Eine für unsere klimatischen Bedingungen besonders günstige Gebäudevariante stellen hochwärmegeämmte Häuser dar, die zusätzlich Sonnenenergie für Raumwärme und Warmwasser nutzen.

## Superisolierende Gebäudekomponenten

Die Verfügbarkeit hocheffizienter Wärmedämmkomponenten und -systeme erleichtert die Realisierung von Niedrigstenergiehäusern wesentlich. Innovativ sind hier superisolierende Vakuumisoliationspaneele (VIP) [1,2] und Vakuumverglasung [3], die sich in Europa noch in der Entwicklung befindet.

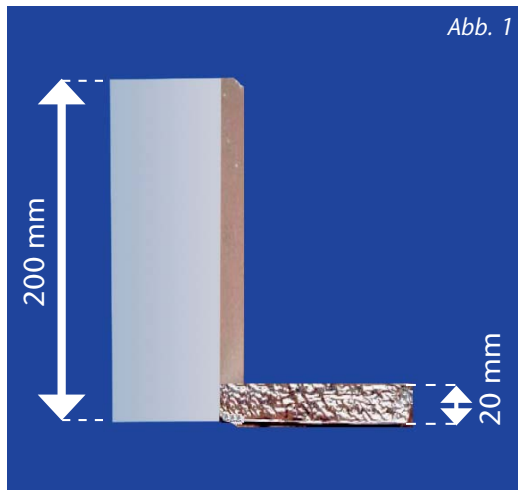
### Vakuumisoliationspaneele

bestehen aus einem hochporösen Kern, zum Beispiel pyrogener Kieselsäure, und einer vakuumdichten Umhüllung aus Aluminiumverbundfolien oder metallbedampften Laminaten. VIP weisen eine Wärmeleitfähigkeit von ca. 0,004 W/(mK) auf, die ca. zehnmals geringer ist, als von herkömmlichen Dämmmaterialien (*Abb. 1*). Rechnerisch ergeben sich für 2 cm bzw. 4 cm dicke VIP U-Werte<sup>1</sup> von 0,2 W/(m<sup>2</sup>K) bzw. 0,1 W/(m<sup>2</sup>K).

Gerade im Sanierungsbereich können die erforderlichen Dämmschichtdicken oft aufgrund baulicher Vorgaben nicht realisiert werden. Hier bietet sich die Vakuumdämmung als interessante Alternative an. *Abb. 2* zeigt eine mit Vakuumdämmung sanierte Fassade eines Reihenmittelhauses. Die Fassade integriert sich ohne größere Vorsprünge in die Gesamtansicht. Mit einer nur 4 cm dicken Vakuumdämmung konnte ein hervorragender U-Wert von 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) erreicht werden, der sogar die Anforderungen für die Dämmung nach Passivhausstandard erfüllt.

Dr. Hans-Peter Ebert  
ZAE Bayern  
ebert@  
zae.uni-wuerzburg.de

<sup>1</sup> U-Wert ist der Wärmedurchgangskoeffizient von Gebäudematerialien in W/m<sup>2</sup> und ist ein Maß für die Wärmedämmung



**Abbildung 1**  
Dickenvergleich eines herkömmlichen Dämmmaterials (Polystyrol-Schaum) mit einem Vakuuminisulationspaneel (VIP) bei gleicher Dämmwirkung.



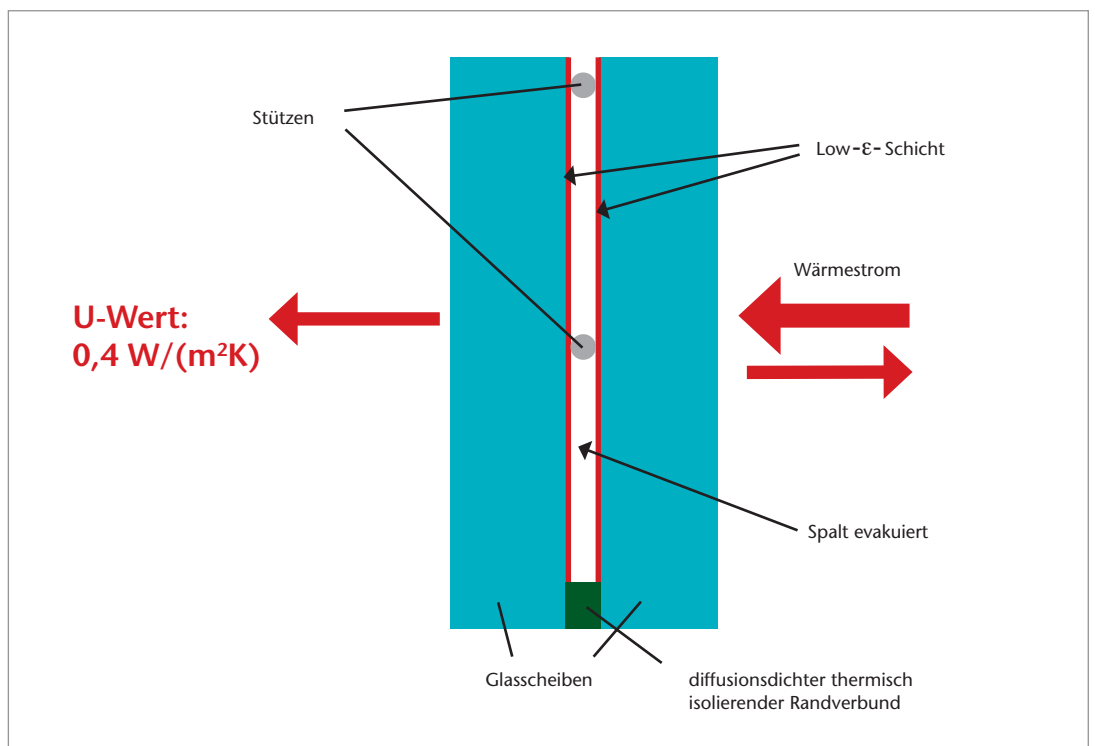
**Abbildung 2**  
Mit Vakuuminisulationspaneelen energetisch saniertes Reihenmittelhaus (Baujahr 1956). Der U-Wert der hier gezeigten Nordfassade konnte von ursprünglichen  $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  auf  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  reduziert werden.

### Vakuuminisulationspaneel

Während sich bei opaken Fassadenelementen mit integrierten Vakuuminisulationspaneelen problemlos schlanke Konstruktionen mit U-Werten von  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und darunter realisieren lassen, stellen selbst Fenster mit Wärmeschutzverglasung in hoch-wärmedämmten Gebäuden eine thermische Schwachstelle dar. In einem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird deshalb durch ein Konsortium aus Forschungseinrichtungen und Industriepartnern

die Entwicklung einer Vakuuminisulationsverglasung mit einem U-Wert von kleiner  $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  vorangetrieben. Damit können bei einer sehr schlanken Konstruktion (Verglasungsstärke ca.  $1 \text{ cm}$ ) die Dämmwerte herkömmlicher Dreischeibenverglasungen deutlich unterschritten werden.

Abb. 3 zeigt den schematischen Aufbau einer Vakuuminisulationsverglasung: Zwei ca.  $4 \text{ mm}$  starke Scheiben sind durch Abstandshalter getrennt. Der entstehende Zwischenraum von höchstens  $1 \text{ mm}$  wird evakuiert und durch einen



**Abbildung 3**  
Prinzipskizze einer hoch-wärmedämmenden Vakuuminisulationsverglasung.

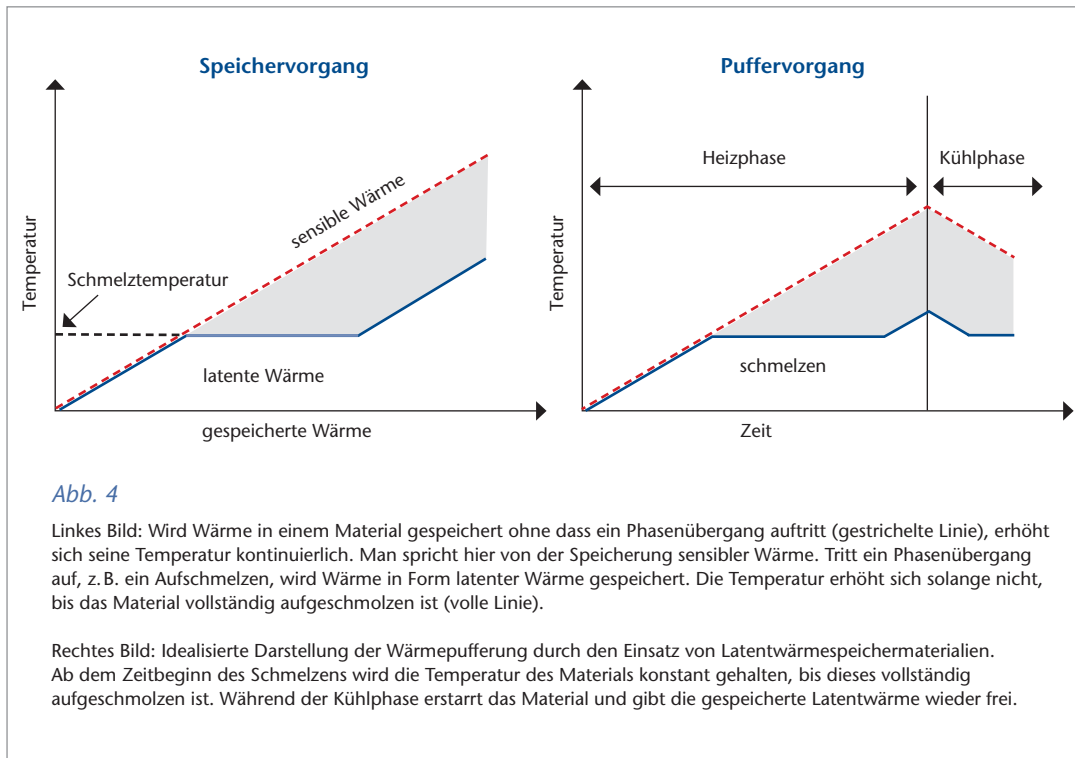


Abbildung 4

möglichst gasdichten, thermisch isolierenden Randverbund versiegelt. Die Abstandshalter sind notwendig, da ansonsten auf Grund des außen anliegenden Atmosphärendruck (10 Tonnen pro Quadratmeter!) die Scheiben kollabieren würden. Der Transfer von Wärmestrahlung wird durch den Einsatz konventioneller niedrigemittierender Schichten, so genannter low- $\epsilon$  Schichten<sup>2</sup>, reduziert.

## Latentwärmespeicher für erhöhten Klimakomfort

Für den Gebäudebenutzer ist der thermische Komfort von zentraler Bedeutung. Niedrigstenergiehäuser, profitieren durch die exzellente Wärmedämmung und durch solare Gewinne über transparente oder transluzente Verglasungen. Dabei können in Fassaden und Gebäudewände integrierte Latentwärmespeichermaterialien (PCM = Phase Change Materials) helfen, die Raumtemperatur in einem engen Komforttemperaturintervall zu halten.

<sup>2</sup> Low- $\epsilon$  Schichten sind mikrostrukturierte Schichten, die Wärmestrahlung reflektieren können.

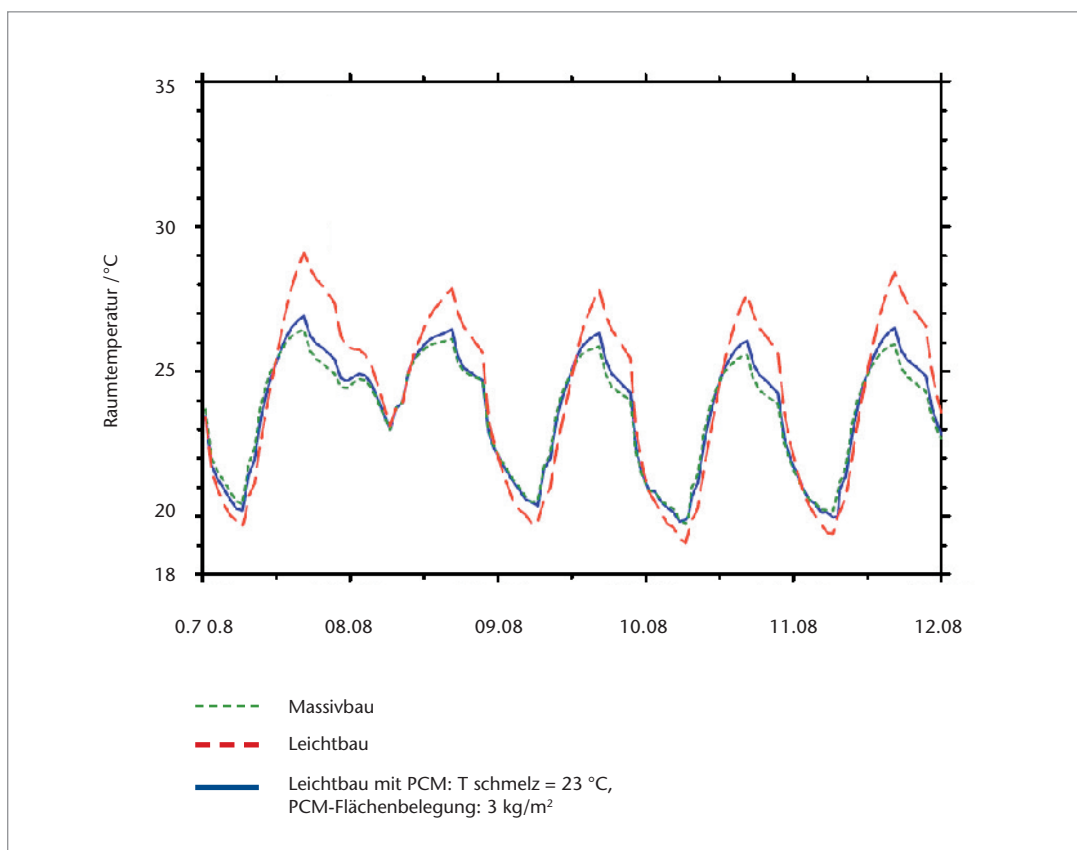
Durch solare Einstrahlung auftretende Überschusswärme kann in diesen thermisch trägen Gebäudeelementen gespeichert und bei Bedarf wieder abgegeben werden – so im Winter in den Nachtstunden.

Im Sommer ist durch eine Nachtlüftung tagsüber eingetragene solare Wärme aus dem Gebäude zu entfernen.

Die Wirkungsweise von PCM ist in *Abb. 4* erläutert. Dabei speichert eine 1 cm dicke PCM-Schicht mit einer Schmelzenthalpie von 140 J/g im Bereich des Schmelzpunktes die gleiche Wärmemenge wie eine 12 cm dicke Betonwand bei einer Temperaturerhöhung von 5 °C.

*Abb. 5* zeigt anschaulich die Wirkungsweise von Latentwärmespeichermaterialien in Gebäuden. Der Einsatz von Bauelementen mit erhöhter thermischer Masse, wie z. B. Leichtbauplatten mit integriertem PCM, hilft Überschusswärme zu puffern und damit Überhitzung zu vermeiden. Während der Leichtbau deutliche Temperaturspitzen am Nachmittag zeigt, ist der Leichtbau mit PCM mit einem Massivbau thermisch vergleichbar.

Abbildung 5  
Temperaturverlauf  
in einem südorientier-  
ten Büroraum für  
verschiedene Bauwei-  
sen (Leichtbau mit  
und ohne PCM,  
sowie Massivbau).



## Ausblick

Forschung und Entwicklung im Gebäudebereich zielen auf die Entwicklung innovativer Materialien, Komponenten und Systeme mit herausragenden funktionellen Eigenschaften ab. Dies bedingt schnelle und hochauflösende Untersuchungsmethoden, die es parallel zu den Produkten zu entwickeln gilt. Dabei ist darauf zu achten, dass mittel- und langfristig Lösungen mit einem für den Verbraucher akzeptablen Kosten-/Leistungsverhältnis erarbeitet werden, so dass die Marktakzeptanz erreicht wird. Schließlich bedarf es der Demonstration und Evaluierung in der Praxis, um gerade für den Baubereich mit den langen Gebäudestandzeiten Vertrauen für die neuen Techniken zu schaffen.

## Literatur

- [1] Internetseite [www.vip-bau.de](http://www.vip-bau.de), Stand 01.09.2006
- [2] Fricke J., Schab H., Heinemann U., "Vacuum Insulation Panels, Exciting Thermal Properties and Most Challenging Applications", Int. J. Thermophysics, online 2006, DOI 10.1007/s10765-006-0106-6
- [3] Internetseite [www.vig-info.de](http://www.vig-info.de), Stand 01.09.2006