

## ENTWICKLUNG UND ANWENDUNG VON HÖCHSTEFFIZIENTEN WÄRMEDÄMMSYSTEMEN FÜR WOHNBAU

Azra Korjenic<sup>1</sup>, Jürgen Dreyer<sup>2</sup>

<sup>1+2</sup>Institut für Hochbau und Technologie, Zentrum für Bauphysik und Bauakustik,  
Technische Universität Wien, Karlsplatz 13/206-2, A – 1040, Österreich

<sup>1</sup>Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. techn. Azra Korjenic, Tel.: +43/1/58801 – 20662,  
Fax.:+43/1/58801 – 20698, Email : [azra.korjenic@tuwien.ac.at](mailto:azra.korjenic@tuwien.ac.at)

<sup>2</sup>O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Dr. Jürgen Dreyer, Tel.: +43/1/58801 – 20650,  
Fax.: +43/1/58801 – 20698, Email : [juergen.dreyer@tuwien.ac.at](mailto:juergen.dreyer@tuwien.ac.at)

### KURZFASSUNG

Im Rahmen unserer Untersuchungen an Baustoffen wurde unter anderem die Vakuumdämmung hinsichtlich ihrer Eignung als Dämmsystem im Baubereich für diverse Anwendungen untersucht und neue praxisgerechte Systemlösungen entwickelt.

Die Vakuumdämmung ist besonders im Bereich der Altbauanierung wegen der sehr geringen Materialschichtstärke interessant. Um einen Eindruck zu bekommen welche Auswirkungen dieser Dämmstoff auf das Wärme- und Feuchteverhalten von Bauteilen hat und welche Zustände sich dabei einstellen wurden einige Untersuchungen durchgeführt. Da die genaue Erfassung der sich zeitlich verändernden Wärme- und Feuchteverteilungen in einem Bauteil praktisch unmöglich ist, wurde die rechnerische Untersuchungsmethode verwendet.

### ABSTRACT

The necessity for efficient, as well as room-saving insulation materials is given, especially in renovation projects with limited available space. Space is often either too expensive or simply not available to meet the current thermal insulation standards. With the vacuum insulation panels (VIP), an insulation product is now available with a high thermal insulation level in form of very thin panels. The application of the new vacuum insulation in old-building renovation as well as the effect on the heat- and moisture behaviour of built in components was examined and analyzed. The hygrical-thermal behaviour of vacuum insulated walls; the effect of heat bridges and the influence of the climate data were investigated. As specific object for application of the vacuum insulation a typical Viennese "Gründerzeit"-house was chosen.

### KURZE EINFÜHRUNG

Die Wichtigkeit energiesparender Maßnahmen ist heute wegen der allseitigen Umweltprobleme unbestritten. Als einer der größten Wirtschaftsbereiche unserer Volkswirtschaft hat der

Baubereich einen bedeutenden Anteil an der Umweltbelastung. Im Bauwesen kann durch entsprechende Maßnahmen der Energieverbrauch und der damit verbundene CO<sub>2</sub>-Ausstoß deutlich verringert werden. Ein wichtiges Element zum Heizenergieeinsparen stellt die Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften der Außenbauteile dar.

Damit verbunden sind steigende Anforderungen an die Gebäudedämmung und dadurch wiederum eine drastische Zunahme der benötigten Dämmstoffstärken. Aus diesem Grunde müssen geeignete Dämmsysteme entwickelt, untersucht, in der Praxis erprobt und am Markt angeboten werden. Eine besonders große Nachfrage nach effizienteren Dämmsystemen existiert in den Fällen, bei denen am und im Gebäude der Platz für die Dämmmaßnahmen sehr gering ist und Dämmsysteme mit geringen Abmessungen erforderlich sind. Diese Fällen sind z.B.: die Innendämmungen (Denkmalgeschützte Fassade), Außendämmungen wo die Baulinie die notwendige Stärke der Dämmschicht nicht erlaubt, schlanke Fassadenkonstruktionen, Dämmungen für den Laibungs-, Brüstungs- und Stutzbereich etc.

Die Vakuumdämmung ist besonders in diesen Bereichen wegen der geringen Dämmstärke interessant. Erste Erfahrungen mit dem Dämmstoff hat man bereits bei verschiedenen Demonstrationsprojekten gewonnen. Trotzdem müssen noch viele bautechnische Besonderheiten untersucht werden.

### UNTERSUCHUNG UND ERGEBNISSE

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde die Vakuumdämmung bezüglich ihrer Tauglichkeit als Dämmsystem im Baubereich für diverse Anwendungen erforscht und neue praxisgerechte Systemlösungen entwickelt.

Weil die Vakuumdämmplatten absolut wasserdampfdicht sind, werden Wärmebrückeneffekte mit Kondensatrisiken vermutet.

Um einen Eindruck zu bekommen, welche Auswirkungen dieser Dämmstoff auf das Wärme- und Feuchteverhalten von Bauteilen hat, und um zu

erfahren, welche Zustände sich dabei einstellen, wurden diesbezügliche Untersuchungen durchgeführt. Da die genaue Erfassung der sich zeitlich verändernden Wärme- und Feuchteverteilungen in einem Bauteil praktisch unmöglich ist, wurde die rechnerische Untersuchungsmethode ausgewählt. Um die Richtigkeit der Ergebnisse zu beurteilen, wurden die Berechnungen zuerst mit dem WUFI-Programm [Kün94] und dann mit dem auf dem Glaser-Verfahren basierenden Rechenprogramm COND [Häu89] untersucht. Es wurden keine Unterschiede nachgewiesen, die Einfluss auf die Aussagen haben. Die Wärmebrücken wurden dazu thermisch zwei- und dreidimensional mit den Programmen THERM und HEAT berechnet.

Untersucht wurde das Modell einer Altbauaußenwand mit 2cm Kalkzementputz außen, 50cm Ziegel-alt und 1,5cm Innenputz-Gips. Als Ausgangszustand wurde zuerst die Wand ohne Dämmung berechnet, dann mit der Vakuumdämmung außen und innen, um den Einfluss der Vakuumdämmung auf die bauphysikalischen Eigenschaften der Konstruktion zu ermitteln. Die Stärke der Dämmschicht beträgt in allen berechneten Varianten 1cm. Die Berechnungen dieser Untersuchung wurden mit dem Klimadatensatz von Wien durchgeführt [Kor00]. Einige Beispiele wurden mit dem Klima aus Holzkirchen berechnet, um festzustellen, wie sich die gleiche Konstruktion bei anderen Klimadaten verhält. Das Klima Holzkirchens stellt wegen tiefer Temperaturen und hoher Regenlast wesentlich höhere Anforderungen an die Konstruktion als das Wiener Klima. Die Berechnungen aufweisen deutliche Unterschiede. Da die bauphysikalischen Eigenschaften einer Konstruktion stark von den Klimabedingungen, bzw. von den Randbedingungen, abhängig sind, muss man jeden konkreten Fall mit den herrschenden Klimadaten berechnen.

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass die Vakuumdämmung außen, da sie absolut dicht ist, das Eindringen von Feuchtigkeit in das Mauerwerk verhindert. Der hohe Wärmedurchlasswiderstand der Vakuumdämmung führt zu relativ hohen Temperaturen im Bauteilquerschnitt, so dass das Bauteil ein deutliches Austrocknungsverhalten aufweist. Damit wird der Gesamtwassergehalt der Wand stark reduziert.

Bei Verwendung von Vakuumdämmung als Innendämmung werden deutlich größere Wassermengen aufgenommen, da die Konstruktion zwar für die Wasserdampfdiffusion von innen dicht ist, aber das Bauteil von außen Feuchtigkeitslasten durch die Witterung aufnehmen kann.

Bei der Vakuumdämmung-innen erhöht sich zwischen der Dämmung und der Wand die relative

Feuchte im Vergleich mit dem Ausgangszustand wesentlich. Die Zustände im alten Innenputz im Fall der Innendämmung zeigen einen relativ hohen und somit kritischen Feuchtigkeitsgehalt, der sich im überhygroskopischen Bereich befindet [Kor03]. Die Vakuumdämmung verhindert die Verdunstung nach innen, da der Diffusionswiderstand extrem groß ist. Die Austrocknungsbedingungen des von außen eingedrungenen Regen- und Niederschlagswassers werden dadurch verschlechtert. Zusätzlich bewirkt die Innendämmung niedrigere Temperaturen im Mauerwerksquerschnitt, sodass die Austrocknung nach außen ebenfalls vermindert wird.

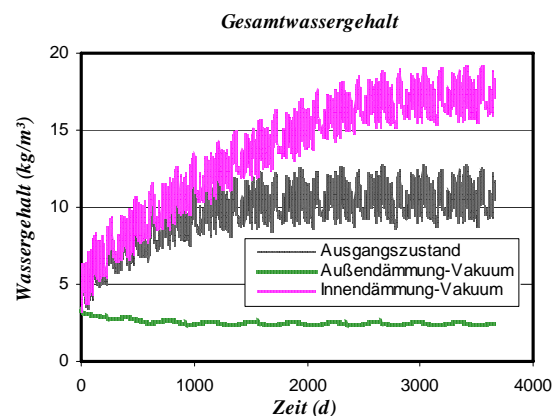


Abbildung 1 Gesamtwassergehalt in der Konstruktion

Die technische Lösung erfordert eine Verringerung der Feuchbelastung aus der Bewitterung durch die richtige Auswahl des Außenputzes. Deshalb wurde die gleiche Konstruktion mit verschiedenen Außenputzen berechnet, um den Einfluss des Außenputzes auf das Feuchteverhalten des Mauerwerks zu betrachten. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass im Falle einer Vakuumdämmung als Innendämmung der Außenputz wasserabweisend sein sollte (damit möglichst wenig Regenwasser ins Mauerwerk eindringen kann), aber eine hohe Diffusionsfähigkeit besitzen soll, um die Austrocknung des Mauerwerks nach außen zu gewährleisten. Das bedeutet, dass der Außenputz diffusionsoffen sein muss.

Bei Einbau der Vakuumdämmung als Innendämmung wird wegen dem hohen Wärmedurchlasswiderstand der Wärmefluss von innen nach außen stark verringert und damit wird die Temperatur im gesamten ursprünglichen Wandquerschnitt gesenkt. Die Frostgrenze liegt oft unmittelbar hinter der Dämmung, und so machen sich die Wärmebrücken bei allen Durchdringungen stark bemerkbar. Um die hygri-schen Probleme bei Vakuumdämmung als Innendämmung auszuschließen, wurden verschiedene Details berechnet, an Stellen, wo die meisten Wärmebrücken zu erwarten sind. Alle durchgeführten Berechnungen

im Falle Vakuumdämmung als Außendämmung zeigen positive Ergebnisse. Im Falle Vakuumdämmung als Innendämmung zeigen die Berechnungen, dass eine Optimierung der Wärmebrücken notwendig ist. Aufgrund der sehr geringen Dämmschichtdicken kann man relativ leicht verschiedene Wärmebrückenoptimierungen vornehmen.

Es wurden auch die Auswirkungen möglicher Stossfugen zwischen zwei Platten auf die Entstehung von Wärmebrücken untersucht. Es zeigen sich keine bedeutsamen Auswirkungen auf den Temperatur- und Feuchteverlauf im diesem Bereich.

Außerdem wurden noch weitere Untersuchungen durchgeführt um verschiedene Dämmsysteme (Kombination Vakuumdämmung mit anderen Baustoffen) zu entwickeln.

Als erstes wurde ein Dämmsystem für die thermische Sanierung, eine Dämmplatte aus Vakuumdämmung und Kalziumsilikat, untersucht. Bei der Untersuchung wurden Lage und Art der Dämmung, Fugenbreite, Mauerfeuchte sowie Klimabedingungen variiert.

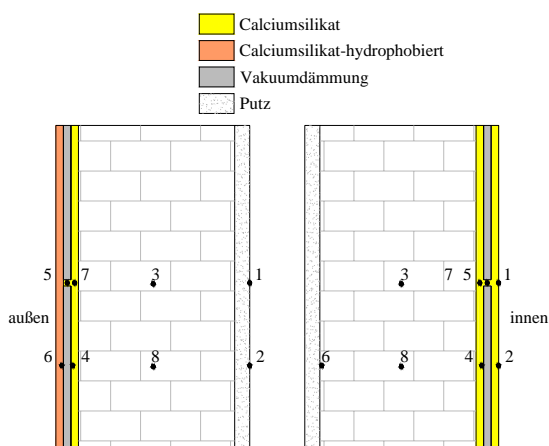


Abbildung 2 Schematische Darstellung des Systems

Das Kalziumsilikat, ein hochwertiger Dämmstoff mit guten Feuchtigkeitstransporteigenschaften, soll die Vakuumdämmplatte schützen, eine hohe Dauerhaftigkeit garantieren und gleichzeitig dem System ein gewisses Trocknungspotential verleihen. Es hat sich gezeigt, dass die Ummantelung mit Kalziumsilikat (im Vergleich zu EPS-Ummantelung) die feuchtetechnische Situation positiv beeinflusst, da die Aufnahme und Abgabe von eingedrungener (z.B. über die Fuge) bzw. vorhandener Feuchte den klimatischen Umgebungsbedingungen angepasst wird und keine kritische Zustände zulässt. Für die Applikation dieser Systeme sind neue Kleber zu untersuchen und auszuprobieren, um eine optimale Kompatibilität mit den Dämmsystemen zu sichern.

## ZUSAMMENFASSUNG

Damit sich die hocheffiziente Vakuumdämmung im Baubereich durchsetzt, müssen nicht nur die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen, sondern Systemlösungen mit hoher Anwendungsreife zur Verfügung stehen.

Vakuumdämmung hat ein sehr hohes thermisches Dämmniveau, sie ist allerdings auch absolut dampf- und wasserdicht, wodurch Feuchtigkeitsschäden entstehen können, und sie ist empfindlich gegen stärkere mechanische Belastung, wodurch Beschädigung und ein Nachlassen der Wirkung möglich wird.

Alle durchgeführten Untersuchungen im Falle Vakuumdämmung als Außendämmung zeigen positive Ergebnisse. Im Falle der Vakuumdämmung als Innendämmung zeigen die Berechnungen, dass eine Optimierung der Wärmebrücken notwendig ist sowie die Eigenschaften des Außenputzes durch Hydrophobierung oder Erneuerung den hygrischen Anforderungen des Systems entsprechen müssen.

Eine gute Wärmedämmung kann ihre Wirkung nur erfüllen, wenn alle Details sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Luftdichte Bauweise ist ebenfalls eine wesentliche Forderung insbesondere für hochwärmegeämmte Häuser.

## LITERATUR

- Korjenic A., 2000. Klimadaten; I3B Mitteilungsblätter 1/2000, Plattform Bauphysik, <http://www.bph.tuwien.ac.at/Intern>
- Künzel H.M., 1994. Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransportes in Bauteilen mit einfachen Kennwerten; Dissertation, Univ. Stuttgart, Deutschland
- Häupl P., Stopp H., Strangfeld P., Softwarepaket COND zur Feuchteprofilbestimmung in Umfassungskonstruktionen, Bautenschutz und Bausanierung (12/1989), S. 53-56, Köln
- Viitanen H., 1996. Factors affecting the development of mould and brown rot decay in wooden material and wooden structures, Effect of humidity, temperature and exposure time, Dissertation – The Swedish University of Agricultural Sciences
- Korjenic A., 2003. Anwendung von Gebäudesimulation zur Bewertung von Sanierungskonzepten, Dissertation, TU Wien,