

Isolierung mit Vakuumelementen – der Grundstein neuer Fassadentechnologie

Dipl.-Phys. Stephan Weismann

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V., Würzburg, Deutschland

Einleitung

Zur Einsparung von Heizenergie und damit zur Verringerung von CO₂-Emissionen ging der Trend in den letzten Jahren zu immer besser wärmegeprägten Gebäuden. Im Hinblick auf die endlichen Ressourcen Erdöl, Erdgas und Kohle sowie die zunehmende Klimaveränderung ist in Zukunft mit noch höheren Anforderungen an den Wärmeschutz zu rechnen.

Um die geforderten U-Werte von Niedrigenergie- und Passivhäusern zu erreichen, waren bisher Dämmstoffdicken von 30-40 cm und damit Wandstärken bis zu 60 cm erforderlich, was einerseits zum architektonisch sehr unattraktiven „Schießcharteneffekt“ bei Fenstern und andererseits zu Wohnraumverlust bei fest vorgegebenen Außenabmessungen führte.

Dieses Problem lässt sich durch den Einsatz so genannter Vakuumisulationspaneele (kurz VIP) lösen, die eine fünf- bis zehnmals geringere Wärmeleitfähigkeit haben als „konventionelle“ Dämmstoffe, wie Schäume oder Fasern.

Was ist Vakuumdämmung?

Das Prinzip, niedrige Wärmeleitfähigkeiten durch Evakuieren zu erreichen, ist von der Thermoskanne bekannt. Diese besteht aus einem doppelwandigen Glasgefäß mit einem hochevakuierten Zwischenraum. Auf einem evakuierten Hohlraum lastet der Atmosphärendruck von 1 bar. Dieser Druck entspricht einem Gewicht

von 10 t pro m². Die Glas- oder Edelstahlhüllen in Thermoskannen sind aufgrund ihrer zylindrischen Form in der Lage, diese Druckkräfte aufzunehmen. Im Baubereich werden jedoch ebene Dämmelemente gewünscht. Bei flachen Elementen kann die Hülle alleine die Druckkräfte nicht tragen, vielmehr werden diese auf das dann notwendige Füllmaterial übertragen. Solch ein Füllmaterial muss daher eine hinreichende Druckbelastbarkeit aufweisen. Dennoch sollte möglichst wenig Wärme über das Festkörpergerippe des Füllmaterials transportiert werden.

Dieses Füllmaterial wird dann in eine Hüllfolie vakuumdicht eingeschweißt. Um das VIP dauerhaft evakuiert zu halten, kommen als Hüllfolie typischerweise Hochbarrierelamine zum Einsatz (Bild 1).

Tests an VIPs und bisherige Erfahrungen zeigen, dass das erforderliche Vakuum voraussichtlich über Zeiten von 30 bis 50 Jahre gehalten werden kann. Somit werden auch Anwendungen im Baubereich möglich.

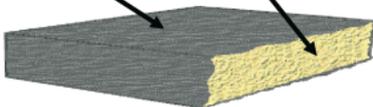
Die Wärmeleitfähigkeit der VIP liegt typischerweise bei 0,004 W/mK bis 0,008 W/mK.

Besonderheiten der Vakuumdämmung

a) Schutz der Hülle:

Um das Vakuum in dem Paneel aufrechtzuerhalten, darf die Hülle nicht verletzt werden. Daher müssen Handhabung und

Hochbarrierelaminat Evakuierter Kern (z.B. nanoporöses SiO₂)



© ZAE Bayern



Bild 1: VIPs (links: Schema, rechts: Foto) bestehen aus einem porösen, druckbelastbaren, evakuierbaren Füllkern, welcher unter Vakuum in ein Hochbarrierelaminat eingeschweißt wird.

Verarbeitung mit besonderer Sorgfalt und Vorsicht erfolgen. Alternativ können die VIPs „werksseitig“ mit einem zusätzlichen mechanischen Schutz versehen werden.

b) Vorgegebene Größen:

Vakuumisolationspaneele können nicht wie herkömmliche Dämmstoffe beliebig zurechtgeschnitten werden. Vielmehr handelt es sich bei einem VIP um ein individuell gefertigtes Element. Nach Möglichkeit sollten daher standardisierte Größen gewählt werden. Die Anfertigung von VIPs in Sondermaßen ist mit zusätzlichem Aufwand an Zeit und Kosten verbunden. Im Neubaubereich ist daher eine konsequente Rasterung in der frühen Planungsphase ratsam.

c) Wärmebrücken:

Aufgrund der sehr guten Dämmwirkung der VIP muss insbesondere bei der Haltekonstruktion der VIP verstärkt auf die Vermeidung von Wärmebrücken geachtet werden. Sogar die Hüllfolie der VIP stellt eine (durch geeignete Folienwahl vermeidbare) Wärmebrücke dar.

d) Preis:

Obwohl VIPs heute noch relativ teuer sind, ist durch den Platzgewinn, den man damit erzielt, der Einsatz von VIP in teuren Baugenden heute schon wirtschaftlich.

& Co. KG fertig gestellt [3]. Die Wände bestehen aus vakuumgedämmten Betonfertigteilen, die bei einer Gesamtdicke von nur 27 cm den für Passivhäuser in Deutschland erforderlichen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von nur 0,15 W/m²K erreichen. Diese hochdämmenden Betonfertigteile wurden in einem vom deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderten Projekt (Förderkennzeichen 0327321 C) in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung entwickelt. Für eine industrialisierte Bauweise mit Vakuumdämmelementen wurden neben der sicheren Integration der Dämmelemente zahlreichen wärmebrückenarme Anschluss- und Übergangsdetails entwickelt und an einem Demonstrationsobjekt getestet. Die Wandelemente weisen folgende Eigenschaften auf:

- mittlerer U-Wert (inklusive aller Wärmebrücken) von 0,15 W/m²K und damit passivhaustauglich
- nachträglicher Austausch eventuell defekter VIPs ist jederzeit möglich
- Schutz der VIPs vor Beschädigung und vor Feuchte (Witterung und Feuchte aus dem frisch gegossenen Beton)
- Sichtbetonqualität auf der Rauminnenseite
- hoher witterungsunabhängiger Vorfertigungsgrad durch ein einfaches, schnelles, flexibles und relativ kostengünstiges Herstellungsverfahren.

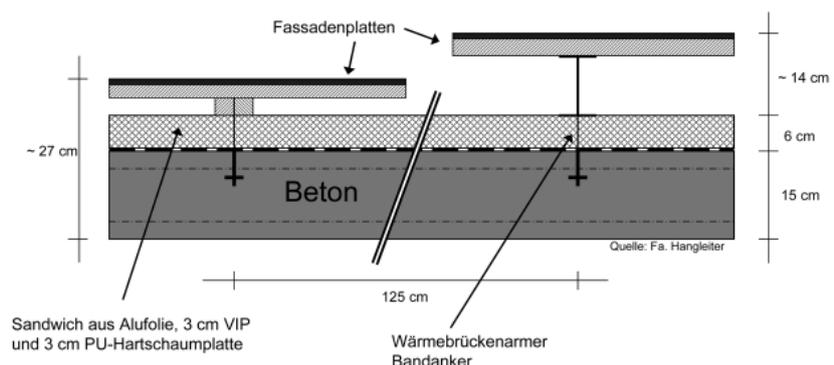
Vakuumgedämmte Betonfertigteile und Demoobjekt

Mit VIP wurden bereits zahlreiche Demoobjekte erfolgreich realisiert. Eine Auswahl mit zahlreichen Zusatzinformationen findet man auf [1] und [2].

Ein besonders interessantes Objekt wurde letztes Jahr von der Firma A. Hangleiter GmbH

Die Dämmschicht, bestehend aus einer 3 cm starken vlieskaschierten PU-Hartschaumplatte, einem 3 cm starken VIP und einer Alufolie als Dampfsperre, wird auf den frischen Beton (Außenseite) aufgelegt und von speziell entwickelten, wärmebrückenarmen, patentierten Bandankern auf Zug am Beton gehalten (Bild 2).

Bild 2: Horizontalschnitt durch ein vakuumgedämmtes Betonfertigteil. Links: normaler Aufbau mit hinterlüfteter Fassade. Rechts: größerer Zwischenraum zwischen Fassadenplatte und Dämmschicht zur Aufnahme von Jalousiekästen



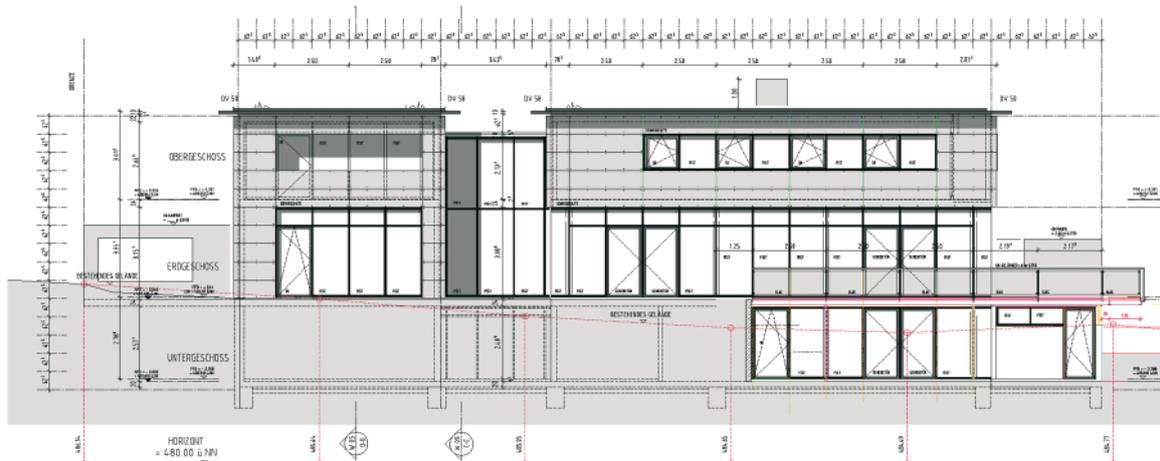


Bild 3: Demogebäude mit konsequenter horizontaler und vertikaler Rasterung

Um sämtliche Anschluss- und Übergangsdetails entwickeln zu können, wurde ein komplettes Demogebäude aus vakuumgedämmten Betonfertigteilen durchgeplant. Dabei wurde von Anfang an eine konsequente horizontale und vertikale Rasterung berücksichtigt (Bild 3), wodurch man für die Hauptflächen lediglich drei VIP-Standardformate benötigt. Das Gewicht der vorgehängten Fassade wird über die am Dachüberstand befestigten Vertikalprofile abgetragen, sodass die Bandanker, die die VIPs an den Stoßfugen durchdringen, nur auf Zug belastet werden. Dadurch sind nur sehr wenige

Bild 4: Detailansicht eines vakuumgedämmten Betonfertigteils mit integriertem Fenster. Teilweise sind zwischen den VIP-Fugen noch die Bandanker zu erkennen.



(ca. 0,4 St./m²) Bandanker erforderlich. Ebenso wurde ein runder Anbau segmentweise mit VIP gedämmt.

Bei der Herstellung der Massivdecken wurden vorgefertigte Heiz- bzw. Kühlregister einbetoniert. Diese Register liegen nur wenige Millimeter (!) von der Betonoberfläche entfernt und geben damit die erforderliche Wärme (Winter) bzw. Kälte (Sommer) über Strahlung sehr reaktionsschnell ab. Die erforderliche Heiz- bzw. Kühlenergie wird über drei Erdsonden und eine Wärmepumpe erzeugt. Mithilfe dieses Nieder-temperatursystems (Vorlauf-temperatur Winter: + 26 °C, Sommer: +18 °C) wird ein hoher Wirkungsgrad der Wärmepumpe erreicht.

Zusammenfassung

- VIPs haben eine 5- bis 10fach bessere Dämmwirkung als konventionelle Dämmungen
- vorsichtiges Handling bzw. Schutz der VIPs erforderlich
- Wärmebrücken müssen vermieden werden
- VIPs wurden an verschiedenen Demooobjekten erfolgreich eingesetzt

Ausblick

Derzeit wird an einer deutlichen Preisreduzierung (Faktor 2-3 bei gleichem U-Wert) gearbeitet. Damit wird ein deutlich größeres Marktvolumen erwartet.

Weiterhin befindet sich derzeit Vakuumisolationsglas (VIG) in der Entwicklung (Forschungsprojekt mit 10 Partnern). Hierbei handelt es sich um ein evakuiertes Zweischeibensystem mit punktuellen Stützen zum Druckabtrag. Entwicklungsziel ist ein U-Wert von ca. $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei einer Dicke von knapp 10 mm [4].

Auch einfach oder sogar mehrfach gebogene VIPs werden derzeit entwickelt und bereits im Labormaßstab hergestellt [5].

Literatur

- [1] Internetseite www.vip-bau.de,
Stand 11. 5. 2006
- [2] Internetseite www.vip-bau.ch,
Stand 11. 5. 2006
- [3] Hangleiter, M., Weismann, S.: Systematisiertes Bauen mit vakuumgedämmten Betonfertigteilen. Bauphysik, Ausgabe 3/2006.
- [4] Internetseite www.vig-info.de,
Stand 11. 5. 2006
- [5] Internetseite www.va-q-tec.com,
Stand 11. 5. 2006