

Fassadendämmung mit Vakuum

Text Armin Binz, Gregor Steinke*

Vakuum-Isolations-Paneele bieten ein Maximum an Dämmwirkung bei minimalem Platzbedarf. So geht weniger Grundfläche verloren, womit der Anteil der Nutzfläche steigt. Bei fachgerechter Konstruktion und sorgfältiger Verarbeitung lässt sich das Risiko mechanischer Beschädigungen vermeiden.

Weitaus mehr als ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs der Schweiz wird heute für die Beheizung von Gebäuden eingesetzt. Wenn eine Verbesserung der Energieeffizienz erreicht werden soll, werden deshalb die Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle weiterhin steigen müssen.

Zur Erreichung des mittlerweile etablierten Minergie-Standards sind etwa 20 cm konventionelle Wärmedämmung erforderlich, beim Minergie-P- oder Passivhausstandard gar 30cm und mehr.

* Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW),
Institut Energie am Bau, 4132 Muttenz

Diese Dämmstoffdicken sind in konstruktiver und gestalterischer Hinsicht zunehmend schwieriger zu handhaben und beanspruchen zudem wertvolle Grundfläche, die der Nutzfläche verloren geht. Hier eröffnet der Einsatz von Vakuumdämmstoffen neue Möglichkeiten.

Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) wurden bereits vor einiger Zeit für den Einsatz in Geräten, z.B. Kühlschränken, entwickelt. Ihre Dämmleistung liegt um einen Faktor fünf bis acht über derjenigen konventioneller Dämmstoffe, d.h., sie sind bei gleicher Dämmwirkung wesentlich dünner (Bild 1). Beim Einsatz im Baubereich lassen sich somit hoch dämmende und gleichzeitig schlanke Konstruktionen realisieren, wenngleich bei der Einführung eines derart neuen Materials noch zahlreiche offene Fragen bestehen. Während eines mehrjährigen Forschungsprojektes untersuchte deshalb ein internationales Forscherteam die Grundlagen von Vakuum-Isolations-Paneele sowie die Voraussetzungen, Risiken und optimalen Einsatzweisen dieser Materialien in der Bauwirtschaft [1] [2].

Minimale Wärmeleitfähigkeit dank Vakuum

Vakuum-Isolations-Paneele bestehen im Wesentlichen aus einem nanoporösen Kernmaterial, das in einer Vakuumkammer in eine hoch gasdichte Hüllfolie eingeschweisst wird. Das Kernmaterial besitzt bei Normaldruck ohne Vakuum bereits sehr gute Wärmeleitfähigkeitswerte von nur 0,018 W/m·K, während



1 Vakuum-Isolations-Paneele sind bei gleicher Dämmwirkung wesentlich dünner als herkömmliche Dämmplatten. (Foto: Dr. Eicher + Pauli AG)



2 In einem Zürcher Altstadtthaus wurden Vakuum-Isolations-Paneele als Innendämmung eingesetzt. Der mechanische Schutz erfolgte durch eine selbsttragende Vorsatzschale aus Vollgipsplatten. (Architekt und Foto: Viriden + Partner)

beispielsweise Mineralfaserdämmstoff einen Wert zwischen 0,035 und 0,040 W/m·K aufweist.

Die Wärmeleitfähigkeit eines VIP beträgt unmittelbar nach der Herstellung in der Mitte des Paneels etwa 0,004 W/m·K. Allerdings kommt es aufgrund des Eindringens geringer Luft- und Wasserdampfmengen durch die Hüllfolie während der Lebensdauer zu einer stetigen Verschlechterung der Dämmfähigkeit. Für die Anwendung im Bausektor wird daher empfohlen, bei den heute zur Verfügung stehenden VIP der Standardgrösse 50 × 100 × 2 cm eine Wärmeleitfähigkeit von 0,006 bis 0,008 W/m·K anzusetzen. Dies sind Planungswerte für die Wärmeleitfähigkeit in der Mitte eines Paneels, welche die Alterungseffekte über die Lebensdauer berücksichtigen und einen Sicherheitszuschlag beinhalten. Je nach Fabrikat, Abmessung und Einbausituation müssen die Werte angepasst werden.

Zusätzlich ist noch der Wärmebrücken-Randeffekt aufgrund des Metallanteils in der Hüllfolie zu berücksichtigen. Der Zuschlag kann je nach Situation 0,001 bis 0,01 W/m·K betragen.

Am Bau seit bald zehn Jahren angewendet

Erste Anwendungen im Baubereich wurden Ende der 1990er-Jahre erprobt. Die Anforderungen an das Material beim Einsatz in Gebäuden sind weitaus höher als in Geräten. Es sind eine Funktionssicherheit und eine Lebensdauer der VIP von mindestens 25–50 Jahren erforderlich, was bei materialgerechtem Einbau nach heutigen Erkenntnissen auch gewährleistet werden kann. VIP werden heute vor allem auf der Baustelle in die Konstruktion eingebaut, wobei allerdings das Risiko einer Beschädigung der Hüllfolie und damit eines Vakuumverlustes besteht.

Die Anwendung in Fassaden wurde im Rahmen einiger Pilotvorhaben untersucht. Neben dem Einsatz in Fassadenpaneelen für Pfosten-Riegel-Fassaden und vorgehängten, hinterlüfteten Fassaden wurden VIP auch in verputzten Konstruktionen als Aussendämmung in Kompaktfassaden oder als Innendämmung eingebaut. Da über die Hälfte der Fassaden bei Neubau und Sanierung heute als verputzte Konstruktionen ausgeführt werden, besteht für die Anwendung der Vakuumdämmung hier ein grosses Marktpotenzial.

Im Vergleich zu Dämmsystemen mit herkömmlichen Dämmstoffen bestehen bezüglich der Konstruktionen mit VIP technisch allerdings grosse Unterschiede. Im Folgenden werden einige Projekte mit verputzten VIP-Konstruktionen erläutert, die in den letzten Jahren realisiert wurden.

Altstadthaus in Zürich

Bei der Modernisierung einer denkmalgeschützten Altstadtliegenschaft in Zürich wurden VIP als Wärmedämmung für

eine vorfabrizierte Lukarne und als verputzte Innenwanddämmung eingesetzt, um trotz schlanker Konstruktionen Passivhaus-Niveau erreichen zu können. Für die Innendämmung wurden die VIP auf den bestehenden Innenputz geklebt, die Fugen zwischen den einzelnen VIP mit dampfdichtem Aluklebeband geschlossen und als Schutz gegen Beschädigung eine Vorsatzschale aus Vollgipsplatten vorgesehen (Bild 2). Im Bereich der Wand-, Boden- und Deckenanschlüsse wurde anstelle der VIP ein umlaufender 20 cm breiter Korkstreifen eingesetzt, der das Kondensationsrisiko an diesen Wärmebrücken entschärft. Die VIP ermöglichen hier eine hoch dämmende und zugleich platzsparende Konstruktion.

Zweifamilienhaus in Nürnberg

Bereits im Jahr 2000 wurde die Giebelfassade eines denkmalgeschützten Zweifamilienhauses in Nürnberg mit VIP gedämmt. Wegen des geringen Dachüberstandes konnte nur eine minimale Dämmstärke realisiert werden (Bild 3). Die VIP werden mit einer PVC-Schielenkonstruktion fixiert und durch Polystyrol-Dämmplatten, die anschliessend verputzt wurden, geschützt (Bild 4). Im Randbereich kamen dreieckige VIP-Sonderformate zum Einsatz. Der U-Wert verbesserte sich mit der lediglich 5,4 cm dünnen Konstruktion von 0,70 auf 0,19 W/m²K.

München: grösstes VIP-gedämmtes Gebäude

Das Wohn- und Geschäftshaus Seitzstrasse 23 in München ist das bisher grösste mit einer verputzten VIP-Konstruktion gedämmte Gebäude (Bild 5). Die VIP wurden hier zwischen vertikale,

aussen auf der Betonwand befestigte Purenit-Leisten eingelegt, mit einer Polyurethan-Dämmung abgedeckt und anschliessend verputzt (Bild 6). Die Konstruktion hat eine Gesamtdicke von 11 cm und ist damit weniger als halb so dick wie eine herkömmliche PU-Kompaktfassade mit vergleichbarem U-Wert. Die zusätzliche aussenseitige PU-Dämmung schützt die VIP gegen Beschädigung, ist Putzuntergrund und bietet eine Dämmreserve, falls doch ein VIP beschädigt werden sollte. Auf dem Grundstück in teurer Innenstadtlage mit baurechtlich fest vorgegebenen Aussenabmessungen konnten dank der VIP-Konstruktion im Vergleich zu einer herkömmlich gedämmten Fassade 125 m² zusätzliche Nutzfläche geschaffen werden, was 10% der Gesamtnutzfläche entspricht.

Für direktes Verputzen ungeeignet

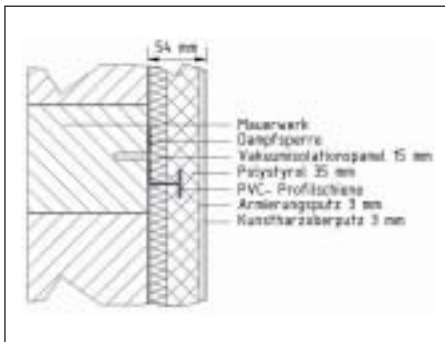
Für eine Fassadenanierung mit VIP am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg i.Br. wurde der Versuch unternommen, die Paneele direkt mit einer hochelastischen Beschichtung als Putzgrund zu versehen. Vor allem die Anschlussdetails an den Fenstern waren schwierig zu lösen. Aus ungeklärter Ursache waren bereits kurz nach dem Einbau einige Paneele belüftet. Derzeit wird diese Lösung nicht mehr weiterverfolgt.

Mechanischer Schutz durch EPS

Eine weitere Möglichkeit, verputzte Konstruktionen mit VIP zu realisieren, besteht darin, die Paneele in einen Dämmstoff einzuschäumen oder damit zu kaschieren und sie auf der Wand zu verkleben. Ein im Jahr 2003 fertig gestelltes Passivhaus in Bersenbrück (DE)



3 Wegen des geringen Dachüberstandes konnte dieses denkmalgeschützte Zweifamilienhaus in Nürnberg nur mit Vakuum-Isolations-Paneele gedämmt werden (links vorher, rechts nachher). (Foto: Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung, ZAE Bayern)



4 Horizontalschnitt der in Bild 3 gezeigten Fassadenisolation. Die Paneele werden durch ein Schienensystem fixiert (Konstruktion: Schnös Trockenbau). (Foto: ZAE Bayern)

wurde mit EPS-umschäumten VIP gedämmt (Bild 7). Um die Schwächung der Dämmwirkung im Bereich der Paneelstöße zu kompensieren, wurde aussen eine zusätzliche EPS-Dämmung aufgebracht (EPS = expandiertes Polystyrol).

Bei der Weiterentwicklung dieses Systems in Form beidseitig EPS-kaschierter VIP wird die Schwachstelle der Paneelstöße wesentlich reduziert, wodurch sich die Konstruktion bei gleichem Dämmwert schlanker ausbilden lässt und auf eine zusätzliche Dämmschicht verzichtet werden kann (Bild 8). Die empfindlichen Kanten der Paneele müssen beim Transport und bei der Montage gut gegen Beschädigung geschützt werden. Diese Konstruktion wurde bei einem Passivhaus in Trier (DE) und der Modernisierung einer Kindertagesstätte in Wismar (DE) realisiert.

Sorgfältige Verarbeitung unabdingbar

Die ausgeführten Beispiele zeigen eindrucksvoll die Möglichkeiten und Potenziale schlanker und hoch gedämmter Konstruktionen mit VIP. Es konnten



5 Bei diesem Gebäude in München beträgt die Gesamtdicke der Wärmedämmkonstruktion lediglich 11 cm. (Architekt und Foto: Martin Pool)

wichtige Erfahrungen gesammelt und für zukünftige Projekte Empfehlungen für die Anwendung von VIP formuliert werden. Ein zentraler Aspekt für den erfolgreichen Einsatz dieses neuen Materials im Baubereich ist eine frühzeitige Information aller am Projekt Beteiligten über Eigenschaften und richtige Handhabung der VIP. So kann das Risiko einer Beschädigung der empfindlichen Paneele bei Transport, Montage und Gebrauch bereits erheblich reduziert werden. Die Verarbeitung ungeschützter



6 Eine zusätzliche Polyurethan-Dämmung schützt die Vakuum-Isolations-Paneele gegen Beschädigung (Konstruktion: energie-tib/Hasit). (Foto: ausbau + fassade, Andreas Gabriel)

VIP auf der Baustelle erfordert eine sehr hohe Sorgfalt und Vorsicht, weshalb von Systementwicklern zukünftig vor allem der Schutz der Paneele vor Beschädigung verbessert werden sollte.

Als Arbeitsvorbereitung ist die Erstellung eines Verlegeplanes nach detailliertem Aufmass vor Ort notwendig, da die Paneele nachträglich nicht zugeschnitten werden können. In diesem Zusammenhang sind auch die Angaben der Lieferanten bezüglich der Masstoleranzen der VIP zu beachten.

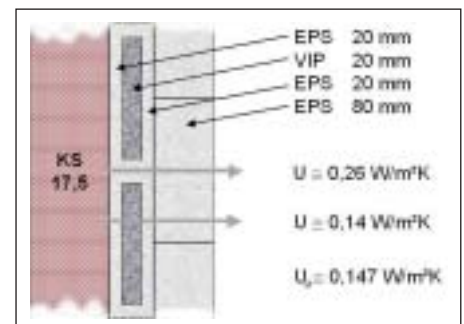
Der Einbau der Paneele erfolgte bei den dokumentierten Beispielen in speziellen Schienen- und Leistenkonstruktionen oder durch Verkleben der vorgängig beschichteten VIP auf die Wand. Mit Hilfe von Berechnungen und Aufnahmen mit der Thermografiekamera können die Wärmebrücken der verschiedenen Befestigungsarten untersucht werden. Es hat sich gezeigt, dass einige Systeme eine erhebliche Schwächung der Dämm-

leistung darstellen und den Vorteil der geringen Wärmeleitfähigkeit der Vakuumdämmung zum Teil wieder zunichte machen können. Aus diesem Grund sollte auf minimale Wärmebrücken der Befestigung geachtet und die VIP möglichst lückenlos gestossen werden.

In bauphysikalischer Hinsicht muss zudem beachtet werden, dass es sich um ein weitgehend dampfdichtes Dämmsystem handelt, dessen Anwendung im Einzelfall überprüft werden sollte, insbesondere bei Innendämmung.

Der für das Verputzen notwendige Untergrund kann entweder im Werk auf das VIP aufgebracht oder nach der Montage der rohen VIP auf die Wand mit entsprechenden Dübeln oder Schienen befestigt werden, wobei vor allem die Wärmebrücken zu beachten sind.

Sobald die Konstruktion fertig verputzt ist, besteht wegen allenfalls an die Fassade zu montierender Elemente wie Vordächer, Regenrohre, Beleuchtung oder Sonnenschutzeinrichtungen die Gefahr einer Beschädigung der VIP. Die entsprechenden Arbeiten müssen deshalb frühzeitig, sorgfältig und gewerkübergreifend geplant werden.



7 Konstruktiver Aufbau einer Dämmung mit Vakuum-Isolations-Paneeelen, die mit Polystyrol umschäumt sind; eine zweite Dämmschicht minimiert die Fugenverluste. (Konstruktion und Foto: Sto AG, Deutschland)



8 Beidseitig EPS-kaschierte Vakuum-Isolations-Paneele ermöglichen verlustarme Panelstösse. (Foto: Sto AG, Deutschland)

Als Nachteil verputzter Konstruktionen mit VIP ist zu nennen, dass defekte Paneele nur mit sehr grossem Aufwand nachträglich ausgetauscht werden können. In der Regel wird der Dämmwert der Konstruktionen so ausgelegt, dass beim Versagen des Vakuums kein bauphysikalisches Risiko besteht und nur ein höherer Wärmeverlust in Kauf genommen werden muss.

Isolationssystem mit Potenzial

Mit VIP lassen sich bei materialgerechtem Einsatz verputzte Konstruktionen hoher Robustheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer realisieren. Allerdings sind VIP wesentlich teurer als konventionelle Wärmedämmstoffe. Auf dem Markt werden sie Letztere nicht ersetzen, wohl aber in sinnvoller Weise ergänzen.

Der derzeitige Preis widerspiegelt die typische Dynamik der Markteinführung eines neuen Produktes. Darüber hinaus werden VIP von den Herstellern noch weiterentwickelt, verbessert und

langfristig voraussichtlich preiswerter. Die höheren Kosten sind in vielen Fällen durch signifikante Vorteile gerechtfertigt. Ein wesentlicher Punkt ist die Platzersparnis im Vergleich zu herkömmlicher Wärmedämmung. Oftmals ist eine ausreichende Wärmedämmung ohne VIP gar nicht möglich, in anderen Fällen kann durch die geringere Stärke der VIP-Konstruktionen wertvolle Nutzfläche gewonnen werden.

Literatur:

- [1] Internationale Energie-Agentur, ECBCS, Annex 39b, 2005: Vacuum Insulation in the Building Sector – Systems and Applications. Englischer Abschlussbericht zum Teilprojekt B.
- [2] Bundesamt für Energie, 2005: Vakuum-Isolations-Paneele im Gebäudesektor – Systeme und Anwendungen. Abschlussbericht deutsch.

Download der Forschungsberichte und weitere Informationen unter www.vip-bau.ch.