

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 118 (2000)
Heft: 43

Artikel: Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) im Baubereich
Autor: Eicher, Hanspeter / Erb, Markus / Materna, Ralf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79996>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

halten als im ersten Versuch mit dem Nullbeton. Allerdings musste wiederum eine Zerstörung des Betons attestiert werden. Diesmal kam es aber zu grossflächigen Abplatzungen, die auf die Bildung von Wasserdampf im Beton zurückzuführen waren.

Im nächsten Schritt wurden zur Schaffung von Expansionskanälen für den Wasserdampf fibrillierte Polypropylenfasern zugesetzt. Der Brandversuch an diesen Mustern zeigte oberflächlich keinerlei erkennbare Schädigungen. Bestimmungen der Zugfestigkeiten an den gebrannten Proben ergaben, dass im Bereich der obersten 3 bis 4 cm die Werte auf $0,5 \text{ N/mm}^2$ gesunken waren. In tieferen Bereichen waren keinerlei Beeinträchtigungen feststellbar. Während der Brandversuche wurden die Temperaturen an der Bauteiloberfläche und in 3 bzw. 7 cm Tiefe aufgezeichnet. Die Temperaturwerte zeigten eine schnelle Abnahme mit zunehmender Tiefe. Bereits in 3 cm Abstand vom Brandraum wurden Temperaturen unter 200°C erreicht. Die in dieser Tiefe liegende Armierung wurde in keiner Weise beeinträchtigt (Bild 5).

Zurzeit erfolgen Untersuchungen, die den Brandbeständigkeitsnachweis für eine spritzbare Variante des beschriebenen Betonsystems liefern sollen. Solche Systeme lassen sich für Sanierungen, Reprofilierung oder auch bei Neukonstruktionen einsetzen.

Ausblick

Trotz aller Erfolge auf dem Gebiet des Brandschutzes von Bauteilen bleiben auch für die Zukunft noch viele Fragen offen, die es zu beantworten gilt. Schutzsysteme für alle Anwendungsbereiche sollen dauerhaft, zweckgerichtet und auch sicher erstellt werden können. Fragestellungen, die heute nicht oder nur teilweise beantwortet sind, betreffen:

- das Alterungsverhalten von mineralischen Schutzsystemen
- Einfluss von Beschleunigern bei Spritzbeton
- Einfluss der Eigenfeuchte des Betons auf den Brandwiderstand
- Verhalten von vollständigen Auskleidungen im Brandfall

Neben den technischen Fragestellungen gilt es auch die Prüf- und Beurteilungsvorschriften bzw. die Normen so zu gestalten, dass sie die effektiven Verhältnisse erfassen.

Adresse des Verfassers:

Volker Wetzig, Dipl. Ing., Versuchs-Stollen Hagerbach AG, Rheinstrasse 4, 7320 Sargans

Literatur

[1]

A. Haak: Fire Protection in Traffic Tunnels: General Aspects and Results of the Eureka Project, 1999

[2]

Kordina/Meyer-Ottens: Beton Brandschutzhandbuch. Düsseldorf 1999

[3]

Lyttag: Produktdokumentation. Nijmegen 1999

[4]

Fortatech Fibre: Produktdokumentation. St. Gallen 1999

Hanspeter Eicher, Markus Erb, Ralf Materna

Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) im Baubereich

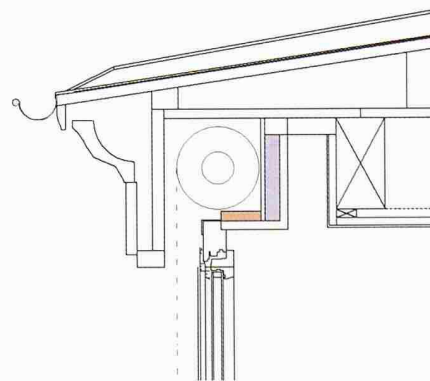
Aufgrund steigender Anforderungen an die Gebäudedämmung und der damit verbundenen Zunahme der benötigten Dämmstoffdicken wurde in den letzten Jahren seitens Planer und Bauherrschaft vermehrt der Wunsch nach effizienteren Dämmmaterialien laut. Insbesondere bei Niedrigenergiehäusern oder bei Bausanierungen mit begrenzten Platzverhältnissen besteht ein Bedürfnis nach wirkungsvollen und platzsparenden Dämmstoffen.

In den letzten Jahren sind vermehrt Niedrigenergiehäuser mit sehr geringem Energiebedarf realisiert worden. Dabei sind Dämmstärken zwischen 20 und 40 cm notwendig. Im Sanierungsbereich gibt es häufig Situationen, in denen der Platz entweder teuer oder schlichtweg nicht vorhanden ist, um eine den geltenden Dämmstandards entsprechende Wärmedämmung zu erzielen.

Mit sogenannten Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) erreicht man Wärmeleitfähigkeiten, die um einen Faktor 5 bis 10 geringer sind als bei konventionellen Dämmstoffen. Somit können die gewünschten Wärmeleitfähigkeiten bereits mit dünnen Dämmstoffen erreicht werden. Die vor etwa 15 Jahren entwickelte Technologie wurde bisher vor allem im Kühl- und Gefriergerätebau verwendet. Mittels modernen Produktionsverfahren und neuester Folientechnologie ist man heute in der Lage, Vakuumdämmplatten herzustellen, die über Jahrzehnte ihre Funktionstüchtigkeit behalten. Damit wird diese Vakuumtechnik auch für den Baubereich interessant.

Material

Ein VIP besteht im wesentlichen aus einem sogenannten Kernmaterial, welches in einer Vakuumkammer in eine hochgasdichte Hüllfolie eingeschweisst wird. Das



1
Einbau von Vakuum-Dämmplatten in einen Roll-ladenkasten



2

Prinzipieller Aufbau der ausgeführten Terrassendämmung



3

Passivhaus in Wolfurth mit VIP-gedämmter Dachterrasse

Vakuum spielt dabei die Schlüsselrolle, denn die Wärmeleitfähigkeit eines Dämmstoffes wird massgeblich durch die Wärmeleitung des eingeschlossenen Gases bestimmt. Durch die Evakuierung wird diese Wärmeleitung unterbunden.

Das Kernmaterial eines Vakuum-Isolations-Paneels muss hohe Anforderungen bezüglich Porengrösse, Offenzelligkeit, Druckfestigkeit und Infrarotdurchlässigkeit erfüllen. Materialien wie offenzelliges extrudiertes Polystyrol (XPS) oder pyrogene Kieselsäure erfüllen diese Bedingungen. Diese Kernmaterialien weisen ein mikroporöses Gefüge auf, welches einer Druckbelastung von 1 bar standhält.

Neben dem Kernmaterial sind auch die Hüllfolien von grosser Bedeutung. Die Dichtheit der Folie selbst sowie der Schweissnähte müssen langfristig gewährleistet sein. Häufig werden zu diesem Zweck Folien mit Mehrschichtsystemen eingesetzt. Beispielsweise wird eine gas- und wasserdampfdichte Aluminiumbarriere in mehrere Kunststoffolien (Nylon, PET) eingebettet.

Um die Absorption von Restgasen in der Vakuum-Dämmplatte zu ermöglichen, werden den in den Paneelen auch sogenannte Getter eingesetzt. Getterstoffe können aus Barium, Lithium, Kalzium oder Kobalddoxiden bestehen. Für den Einsatz auf der Baustelle ist es wichtig die Paneelen mit einem ausreichenden mechanischen Schutz zu versehen. Erfolgt die Verwendung in vorgefertigten Bauteilen (z.B. Sturzelementen) ist dies nicht notwendig.

Anwendung

Im Rahmen eines vom Bundesamt für Energie unterstützten Projektes wurden ausgewählte Objekte mit evakuierten

Dämmelementen in den Bereichen Gebäudehülle und Haustechnik realisiert.

Bauteile wie Rollladenkästen oder Aussentüren

Der Sturz im Bereich des Rollladenkastens erweist sich immer wieder als thermische Problemstelle. Mit einer schlanken Vakuumdämmung lassen sich auch hier befriedigende Lösungen finden, wie das Beispiel eines Rollladenkastens in einem Einfamilienhaus in Meilen zeigt (Bild 1). Ebenfalls realisiert wurde der Einbau von VIP in Aussentüren. Dadurch liess sich der U-Wert der Haustüre bei unveränderter Türblattstärke mehr als halbieren und eine der letzten thermischen Schwachstellen in der Gebäudehülle eliminieren.

Flächendämmung

Gerade bei Flachdachsaniierungen sind häufig nur begrenzte Dämmdicken einsetzbar, andernfalls ergeben sich erhebliche Anpassungsarbeiten bei An- und Abschlüssen. Mit den Vakuum-Dämmplatten steht nun ein Produkt zur Verfügung, mit dem die thermische Verbesserung erzielt werden kann, ohne die ursprüngliche Dicke des Dachaufbaus zu verändern. Einen typischen Anwendungsfall stellt die Dachterrasse eines Einfamilienhauses in Leimbach/TG dar. Die Dachhaut ist im Laufe der Zeit undicht geworden und musste nun zusammen mit der durchnässenen Korkdämmung ersetzt werden. Eine Erhöhung der ursprünglichen Dämmdicke von 4 cm kam aus konstruktiven Gründen nicht in Frage, ansonsten hätten über die gesamte Terrassenbreite neue Fenster und Türen eingebaut werden müssen (Bild 2).

Etwas anders gelagert waren die Probleme beim Passivhaus des Architekten Gerhard Zweier in Wolfurth. Der Passivhaus-Standard verlangt U-Werte zwischen

0,10 und 0,15 W/m²K, wodurch sich Dämmdicken von bis zu 40 cm (!) ergeben. Sinnvolle konstruktive Lösungen für die Dämmung von Dachterrassen sind mit diesen Vorgaben praktisch nicht machbar.

Anstatt die Wärmedämmung des Flachdaches mit 40 cm Polystyrol-Hartschaumplatten auszuführen, wurden - bei gleicher Dämmleistung (!) - die rund 30 m² grossen Dachterrassen mit 5 cm dicken Vakuum-Dämmplatten ausgelegt. Die Platten wurden auf Mass angefertigt und haben mit 242 x 80 cm eine Fläche von knapp 2 m², so dass ein Randeffekt praktisch vernachlässigt werden kann.

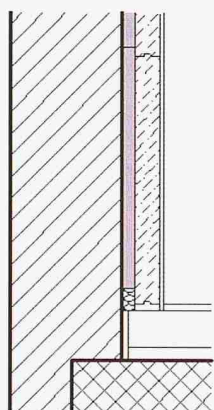
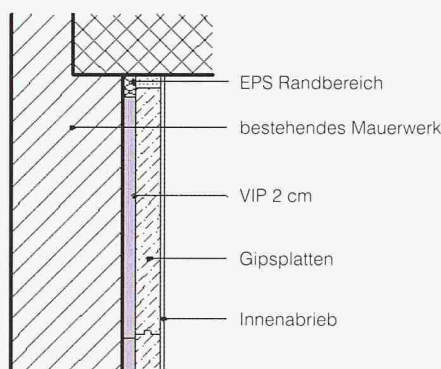
Bei dieser Anwendung wurde deutlich, wie problematisch der Einbau von ungeschützten Vakuum-Dämmplatten auf der Baustelle ist. Durch Unachtsamkeit beim Baustellentransport und bei der Montage wurden einige Platten verletzt und mussten ausgetauscht werden.

Wand- und Bodeninnendämmung

Innendämmungen werden im Rahmen von wärmetechnischen Sanierungen immer dann in Betracht gezogen, wenn aufgrund besonderer Randbedingungen (z.B. Denkmalschutz) eine Aussendämmung nicht in Frage kommt oder mit höheren Kosten verbunden wäre, wenn beispielsweise die Fassade noch intakt ist. Vielfach wird aber die Dicke der Innendämmung aufgrund von Platzmangel und Anschlussproblemen limitiert. Auch hier lässt sich mit Hilfe der Vakuumdämmung bei minimalem Raumverlust eine optimale Wärmedämmung erzielen. In einem Einfamilien-Reihenhaus aus den 30er Jahren in Zürich wurden zwei Varianten erprobt:

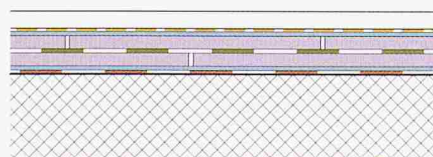
Ausführung mit expandiertem Polystyrol (EPS) ummantelten Platten: Bei dieser Variante wurden die Vakuum-Isolations-

Paneelen analog konventioneller EPS-Platten mit Klebemörtel auf das 30 cm dicke Backstein-Verbandsmauerwerk geklebt und anschliessend verputzt. Randbereiche und Anpassungen an Steckdosen wurden mit konventionellen EPS-Platten ausgeführt. Bei einer Gesamtaufbaustärke von nur 45 mm liess sich so ein mittlerer U-Wert über die ganze Wand von immerhin $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ erzielen. Eine so gedämmte Wand muss dem Bauherrn allerdings mit entsprechenden Nutzungshinweisen übergeben werden, damit nicht bedenkenlos Nägel o.ä. eingeschlagen werden.



4

Innendämmung mit 2-cm-Vakuum-Dämmplatten und 4-cm-Vormauerung aus Gipsplatten



Bodenaufbau: Bodenunterkonstruktion, Dampfsperre V Alu 4, Bautenschutzmatte 6 mm, 1. Lage VIP 25 mm im Verband verlegt, Wancor Vlies Typ 2 300 g/m², 2. Lage VIP versetzt zu 1. Lage im Verband verlegt, Bautenschutzmatte 6 mm, PE-Folie, Fliesmörtel

5

Schnitt durch den Tiefkühlraumboden

VIP mit 4 cm Vormauerung aus Gipsplatten: Die Vakuum-Isolations-Paneeelen wurden direkt auf die Unterkonstruktion geklebt und mit einer freistehenden Vormauerung aus 4 cm Gipsplatten geschützt. Zusammen mit der 4 cm dicken Vormauerung aus Vollgipsplatten ergab sich eine Gesamtkonstruktionsstärke von rund 6,5 cm mit einem U-Wert von $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ausser eines besseren U-Wertes der wärmebrückenfreien Konstruktion besteht gegenüber der oberen Variante der entscheidende Vorteil, dass die Wand im wesentlichen uneingeschränkt genutzt werden kann (Bild 4).

Beim Tiefkühlraum des Blutspendedienstes in Bern bestand die Aufgabe darin, bei den umfassenden Umbauarbeiten einen rund 50 m^2 grossen Tiefkühlraum, für die Lagerung von Blutkonserven, zu installieren. Für den gedämmten Bodenaufbau stand im Prinzip nur die Dicke des an dieser Stelle entfernten Unterlagsbodens von ungefähr 10 cm zur Verfügung. Gemäss Berner Energiegesetz wäre aber eine Dämmdicke von umgerechnet mindestens 25 cm Polyurethan erforderlich gewesen. Doch war auch hier die Aufbauhöhe begrenzt. Mit dem Einsatz der hochdämmenden Vakuum-Paneele wurde das Problem elegant gelöst.

Aus Gründen der höheren Sicherheit wählte man einen zweilagigen Aufbau mit $2 \times 25 \text{ mm}$ Vakuum-Dämmplatten. Die massgefertigten Platten wurden fugenversetzt verlegt, um allfällige Wärmebrücken über die Stossfugen so weit wie möglich zu vermeiden (Bild 5).

Ausblick

Erste Erfahrungen mit VIP konnten bei verschiedenen Einsatzbereichen im Hochbau gesammelt werden. Dies hat die Überzeugung wachsen lassen, dass solche Hochleistungswärmedämmungen sich längerfristig im ganzen Baubereich durchsetzen werden. Für eine erfolgreiche Markteinführung sind jedoch noch vielfältige Arbeiten notwendig:

Basis-Konzepte und Materialentwicklung

Im Baubereich müssen VIP je nach Anwendungsbereich eine Gebrauchsdauer von 20 bis 80 Jahren aufweisen. Die Bauherrschaften sind jedoch verunsichert, ob die Umhüllungsfolien über derart lange Zeiträume genügend dicht sind. Daher sind grundsätzliche Untersuchungen über das Alterungsverhalten über lange Zeiträume notwendig. Dies soll zu zuverlässigen niedrigen Wärmeleitfähigkeiten

über eine Gebrauchsdauer von mehr als 50 Jahren führen. Gleichzeitig sollen bestehende VIP auch betreffend Kosten und Wärmeleitfähigkeit optimiert werden. Einiges Potential liegt dabei noch bei den Umhüllungsfolien.

Applikationsfragen und Bauteilentwicklung

Damit die neuen hocheffizienten Dämmmaterialien sich im Baubereich durchsetzen können, müssen nicht nur die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen, sondern auch anwendungsreife Systemlösungen zur Verfügung stehen. Zusammen mit entsprechenden Unternehmungen sind daher Systeme zu entwickeln, die in den Bereichen Garantiezeiten, Produktesortiment, Anwendungshinweise, Lebensdauer usw. mit den üblichen Dämmstoffen mithalten können.

Demonstrationsvorhaben

Die Weiterentwicklung von Produkten kann in einer Marktwirtschaft nur erfolgen, wenn eine entsprechende Nachfrage vorhanden ist. Im Energiebereich ist dies zu Beginn eines Produktzyklus meist nur marginal vorhanden, da die neuen Produkte infolge kleiner Stückzahlen meist teurer als konventionelle Lösungen sind. Weitere Demonstrationsvorhaben spielen deshalb eine wichtige Rolle.

Adresse der Verfasser:

Hanspeter Eicher, Dr., Physiker, Markus Erb, dipl. nat. ETH, Dr. Eicher+Pauli AG, Kasernenstrasse 21, 4410 Liestal, und Ralf Materna, Dr., Physiker, ZZ Wancor, Althardstrasse 5, 8105 Regensdorf

An den Projekten Beteiligte

Hersteller der eingesetzten VIP im Baubereich sind Wacker-Chemie GmbH, Kempten, und DOW Deutschland Inc. Der Vertrieb liegt bei ZZ Wancor, Regensdorf. In den beschriebenen Projekten wurden Produkte von ZZ Wancor AG (Innen- und Terrassendämmung) und der Türenfabrik Brunegg (Aussentüren) eingesetzt. Im weiteren war auch die Fachhochschule beider Basel, Muttenz, an der Ausarbeitung beteiligt. Dank geht an das Bundesamt für Energie, das die Projekte unterstützte.