

Zukunft Bau

KURZBERICHT

Titel

Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) in der Bauanwendung: vom Dämmstoff zum Dämmsystem

Verarbeitung, Befestigung, Dauerhaftigkeit

Anlass/ Ausgangslage

Vakuumisolationspaneele (VIP) sind Hochleistungsdämmstoffe mit einer sehr niedrigen Wärmeleitfähigkeit. Im Vergleich mit konventionellen Dämmstoffen (Hartschäume, Mineralwolle) erreichen VIP mit Bemessungswerten von ca. $0,007 \text{ W/(m K)}$ eine um den Faktor 5 niedrigere Wärmeleitfähigkeit. Mit diesen Eigenschaften können schlanke und trotzdem energetisch hocheffiziente Bauteile ausgeführt werden. Trotz dieser Vorteile werden VIP bisher nur zögerlich im Bauwesen eingesetzt. Hemmnisse und Vorbehalte resultieren aus der Skepsis hinsichtlich der Qualität und Dauerhaftigkeit der Paneele und der Wärmebrückenproblematik der Befestiger und dem damit verbundenen Planungsaufwand.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Zur Detektion offensichtlicher Fehlstellen, bspw. im Bereich der Siegelnähte der VIP existieren zuverlässige Schnelltestverfahren, die als qualitätssichernde Maßnahme in den Werken durchgeführt werden. Aber auch ein fehlerfrei produziertes VIP unterliegt einem schleichenden Druckanstieg aufgrund der unvermeidlichen Permeation trockener Luftgase und Wasserdampfs. Da der Innendruck von VIP direkt die Wärmeleitfähigkeit der Paneele beeinflusst, ist dieses Verhalten maßgebend bei der Beurteilung der Alterung von VIP.

In einem Laborversuch wurde der Innendruck- und Wärmeleitfähigkeitsanstieg von VIP bei Exposition der Paneele in unterschiedlichen Klimaten bestimmt. Mittels hygrothermischer Simulationen wurden klimatische Anwendungsrandbedingungen von Beispielskonstruktionen mit VIP an repräsentativen Standorten untersucht und darauf aufbauend ein Alterungsmodell zur Beschreibung des Anstiegs von Innendruck und Wärmeleitfähigkeit während einer Nutzungsdauer von 50 Jahren entwickelt. Abbildung 1 skizziert die Systematik des Forschungsansatzes.

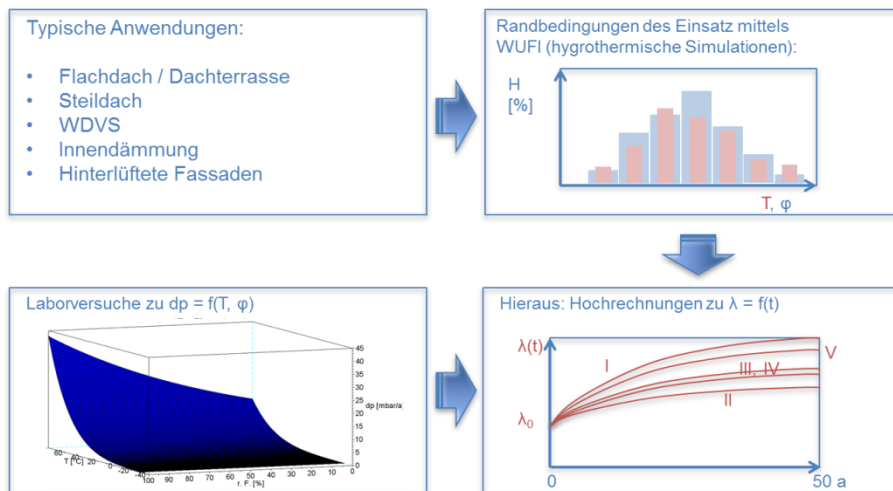


Abbildung 1 Skizze zum Forschungsansatz zur Untersuchung der Dauerhaftigkeit von VIP-Elementen unter baupraktischen Feuchte- und Temperaturverhältnissen

Wärmebrücken entstehen beim Einsatz von VIP an den Stoßstellen zwischen den Paneelen (linienförmige Wärmebrücken) und durch die eingesetzten Befestiger wie Dübel, Winkel, etc. (punktförmige Wärmebrücken). Auch die Kombination von VIP mit Randstreifen und Decklagen zur Verbesserung des Handlings beim Verlegen und zum Schutz der Hüllfolien vor mechanischer Beschädigung hat Einfluss auf die Randwärmebrückeneffekte.

Um die relevanten Einflussfaktoren zu bestimmen, wurde eine systematische rechnerische Untersuchung zum Einfluss der genannten Parameter durchgeführt. Variiert wurden dabei unterschiedliche Materialien (Aerogel, EPS, Casi) und Breiten für die Randstreifen sowie unterschiedliche Materialien für die Decklagen (XPS, GFK, Metall). Zur Untersuchung der punktförmigen Wärmebrücken wurde ein generischer Dübel erzeugt, der mit den genannten Varianten kombiniert wurde. Auf diese Weise wurden Psi- und Chi-Werte ermittelt sowie die Auswirkung der Wärmebrücken auf den U-Wert dargestellt.

Abbildung 2 zeigt den Halbschnitt des generischen Dübels in einem Verbundelement auf Basis eines 40 mm dicken VIP mit einer 5mm dicken Deckschicht aus XPS und einem 10 mm breiten Randstreifen.

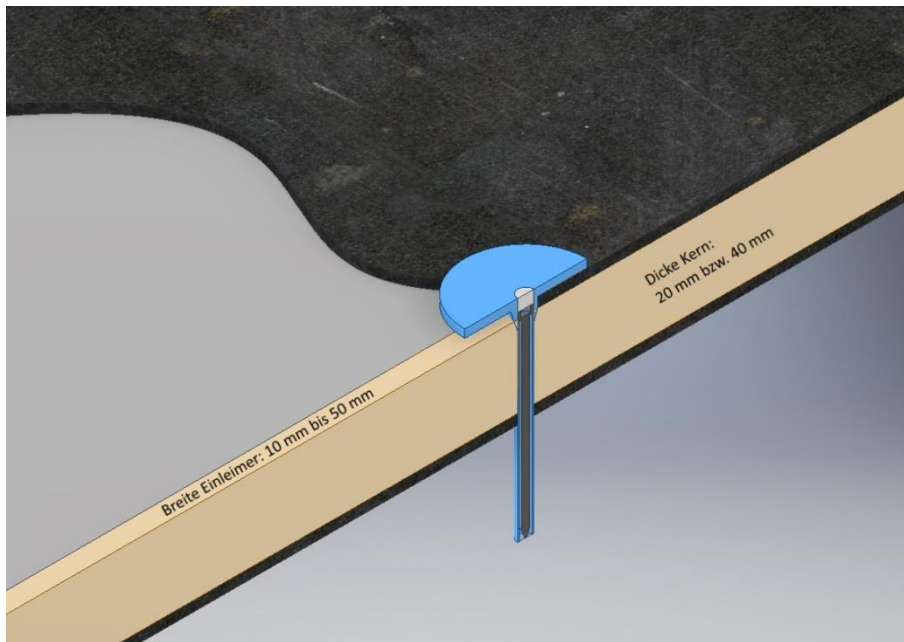


Abbildung 2: Generischer Dübel im Sandwich-Element mit einer Fläche von $A = 0,50 \text{ m}^2$. Dargestellt ist hier exemplarisch der Halbschnitt durch einen Dübel im Element mit einem 40 mm dicken VIP-Kern und einem 10 mm breiten Randstreifen (Rand).

Da sich trotz aller Sorgfalt bei der Herstellung der Paneele und dem Handling auf der Baustelle eine Beschädigung einzelner VIP nicht vollständig ausschließen lässt, wurde auch der Einfluss belüfteter Paneele auf den Wärmedurchgang der gedämmten Fläche untersucht.

Dabei wurden zwei Fragstellungen unterschieden. Einerseits wurde der Einfluss auf den U-Wert untersucht. Hierbei steht die Frage nach der energetischen Leistungsfähigkeit im Vordergrund. Andererseits wurde auch der Einfluss belüfteter Paneele auf den Mindestwärmeschutz hinsichtlich einer möglichen lokalen Unterschreitung der Mindesttemperaturen an der Bauteilinnenseite untersucht, wobei die Tauwasserfreiheit und die Vermeidung von Schimmelpilzwachstum im Fokus stehen.

Für die Untersuchung wurden die Wärmebrückenberechnungen variiert, indem unterschiedliche Kombinationen von belüfteten und intakten VIP modelliert wurden.

Fazit

Die Ergebnisse vorliegender Forschungsarbeit zeigen, dass VIP nach dem aktuellen Stand der Technik problemlos eine bautypische Nutzungsdauer von 25 – 50 Jahren ermöglichen. Die Untersuchung basiert auf einem mittels Laborversuchen zu Druckanstiegen nach Lagerung in bestimmten Klimaten entwickelten Modell zum Wärmeleitfähigkeitsanstieg.

Während der Nutzung steigt die Wärmeleitfähigkeit degressiv an. Je nach Anwendung und Standort wird mit dem Modell während der ers-

ten 25 Jahre der Nutzung ($\lambda_{m,25}$) eine mittlere Wärmeleitfähigkeit von ca. 0,0055 – 0,0067 W/(m K) und während einem Zeitraum von 50 Jahren ($\lambda_{m,50}$) von ca. 0,0064 – 0,0081 W/(m K) berechnet (Abbildung 3). Diese Ergebnisse zeigen, dass die hier untersuchten VIPs mit dem Bemessungswert von 0,007 W/(m·K) aus energetischer Sicht während einer Nutzungsdauer von 25 Jahren auch im ungünstigsten betrachteten Fall auf der sicheren Seite liegen.

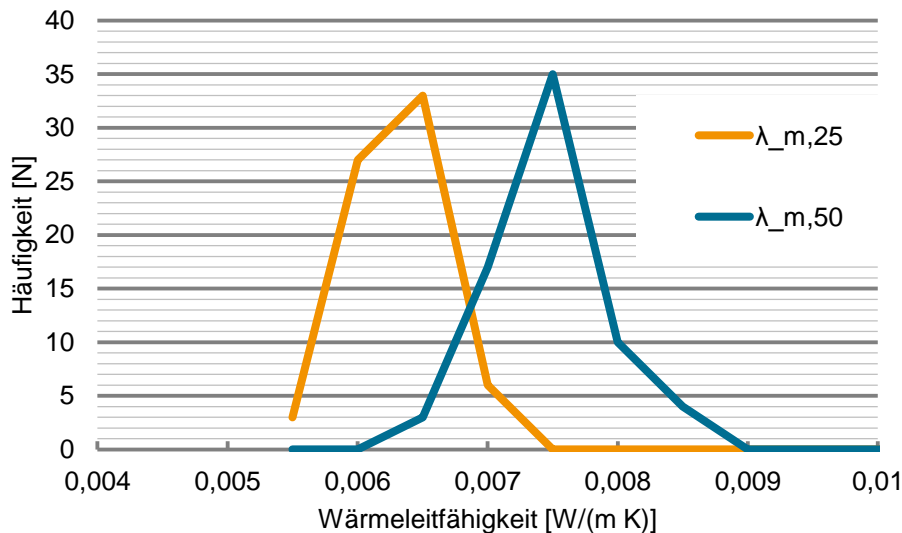


Abbildung 3 Häufigkeit der Wärmeleitfähigkeit in den untersuchten Anwendungen bei einer Paneeldicke von 20 mm (größere Paneeldicken verringern, kleinere Paneeldicken erhöhen die Werte der Wärmeleitfähigkeit):
 $\lambda_{m,25}$ = Mittelwert während der ersten 25 Jahre der Nutzung
 $\lambda_{m,50}$ = Mittelwert während der ersten 50 Jahre der Nutzung (insgesamt 69 Varianten untersucht)

Zum Einfluss der Befestigungsmittel auf den Wärmedurchgang ist festzustellen, dass für Anwendungen als WDVS und Innendämmung in vielen Fällen keine weitere Berücksichtigung der punktförmigen Wärmebrücken durch die Dübel notwendig ist. Konstruktionen mit massiveren und damit thermisch ungünstigeren Befestigern (z. B. L-Winkel bei vorgehängten Fassaden, Verbundnadeln bei zweischaligen Betonkonstruktionen) erfordern jedoch eine Berücksichtigung der Chi-Werte im U-Wert.

VIP mit Kernmaterial aus pyrogener Kieselsäure bieten auch unter Normaldruck genügend Anwendungssicherheit um auch beim Ausfall einzelner Paneele durch Belüftung weder energetische noch hygienische Probleme zu verursachen. Durch den Einsatz von Randstreifen und Decklagen, werden VIP zudem immer sicherer in der Handhabung ohne die thermische Leistungsfähigkeit signifikant zu beeinflussen.

Eckdaten

Kurztitel:	Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) in der Bauanwendung: vom Dämmstoff zum Dämmsystem
Forscher / Projektleitung:	Dipl.-Ing. Christoph Sprengard (Projektleitung) Dr.-Ing. Sebastian Tremel Max Engelhardt B. Eng. Dipl.-Ing. Holger Simon M.BP. Dipl.-Ing. Florian Kagerer
Gesamtkosten:	93.500,- Euro
Anteil Bundeszuschuss:	53,5 %
Projektlaufzeit:	01.10.2012 – 31.07.2016

BILDER/ ABBILDUNGEN:

Abbildung 1

Dateiname:

Bildunterschrift: Skizze zum Forschungsansatz zur Untersuchung der Dauerhaftigkeit von VIP-Elementen unter baupraktischen Feuchte- und Temperaturverhältnissen

Abbildung 2

Dateiname:

Bildunterschrift: Generischer Dübel im Sandwich-Element mit einer Fläche von $A = 0,50 \text{ m}^2$. Dargestellt ist hier exemplarisch der Halbschnitt durch einen Dübel im Element mit einem 40 mm dicken VIP-Kern und einem 10 mm breiten Randstreifen (Rand)

Abbildung 3

Dateiname:

Bildunterschrift: Häufigkeit der Wärmeleitfähigkeit in den untersuchten Anwendungen bei einer Paneeldicke von 20 mm (größere Paneeldicken verringern, kleinere Paneeldicken erhöhen die Werte der Wärmeleitfähigkeit): $\lambda_{m,25}$ = Mittelwert während der ersten 25 Jahre der Nutzung $\lambda_{m,50}$ = Mittelwert während der ersten 50 Jahre der Nutzung (insgesamt 69 Varianten untersucht)