

F 3036

Christoph Sprengard, Sebastian Treml, Max Engelhardt
Holger Simon, Florian Kagerer

**Vakuum-Isolations-Paneele (VIP) in der
Bauanwendung:
vom Dämmstoff zum Dämmsystem
Verarbeitung, Befestigung,
Dauerhaftigkeit**

F 3036

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2017

ISBN 978-3-7388-0023-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

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

Verarbeitung, Befestigung, Dauerhaftigkeit

Dipl.-Ing. Christoph Sprengard
Dr.-Ing. Sebastian Tremel
Max Engelhardt B. Eng.
Dipl.-Ing. Holger Simon M.BP.
Dipl.-Ing. Florian Kagerer

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau
und Reaktorsicherheit (BMUB)
Aktenzeichen: : II 3-F20-11-1-039 / SWD-10.08.18.7-12.32

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.



FIW München

Forschungsbericht FO-2012/08

FIW Bericht FO-2012/08

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

Verarbeitung, Befestigung, Dauerhaftigkeit

Dipl.-Ing. Christoph Sprengard
Dr.-Ing. Sebastian Tremel
Max Engelhardt B. Eng.
Dipl.-Ing. Holger Simon M.BP.
Dipl.-Ing. Florian Kagerer

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau
und Reaktorsicherheit (BMUB)
Aktenzeichen: : II 3-F20-11-1-039 / SWD-10.08.18.7-12.32

Mitfinanzierende Stellen:
Variotec GmbH & Co. KG
Porextherm Dämmstoffe GmbH

Der Bericht umfasst
155 Seiten
75 Abbildungen
58 Tabellen

Gräfelfing, den 5. Dezember 2016

Institutsleiter

Abteilungsleiter

Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm Dipl.-Ing. Christoph Sprengard



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Energieeinsparpotentiale im Gebäudebereich	7
1.2	Vakuum-Isolations-Paneele (VIP)	9
1.3	Einsatz von VIP im Bauwesen	10
2	Stand von Wissenschaft und Technik	13
2.1	Herstellung, Rohstoffe, Lieferformen und Verarbeitung von VIP	13
	VIP Hüllfolien	13
	VIP Kernmaterialien	15
	VIP-Herstellung	15
	Verarbeitung	16
2.2	Bauphysikalisch wichtige Eigenschaften von VIP	16
2.3	Innovationen im Bereich der VIP Technologie	17
2.4	VIP in Bausystemen	19
2.5	Alterung von VIP	20
2.6	Wärmebrücken an VIP Konstruktionen	23
2.7	Messung des Innendrucks im Spannungsfeld zwischen Qualitätssicherung und wissenschaftlicher Untersuchung der Permeationsvorgänge	23
3	Problemstellung und Forschungsansatz	26
3.1	Forschungsbereich A „Untersuchung der Dauerhaftigkeit von VIP-Elementen unter baupraktischen Feuchte- und Temperaturverhältnissen “	26
	Problemstellung	26
	Forschungsansatz	27
3.2	Forschungsbereich B „Wärmebrücken an Stößen und Anschlussbauteilen“	28
	Problemstellung	28
	Forschungsansatz	29
3.3	Forschungsbereich C „Bauphysikalische Fragestellungen bei Schadensfällen und Qualitätssicherung“	29
	Problemstellung	29
	Forschungsansatz	29
4	Forschungsbereich A „Untersuchung der Dauerhaftigkeit von VIP-Elementen unter baupraktischen Feuchte- und Temperaturverhältnissen“	30
4.1	Material	30
	VIP Paneele für die Untersuchung der Dauerhaftigkeit unter Laborbedingungen	30

4.2	Methoden	32
	Messung des Innendruck	32
	Berechnung der Partialdrücke	34
	Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit	36
	Versuchseinrichtungen zur künstliche Alterung	36
	Verwendete Software zur hygrothermischen Bauteilsimulation	38
	Zu untersuchende Musteranwendungen für die Bauteilsimulation mit WUFI	38
	Ableitung des Innendruckanstiegs bei baupraktischen Temperatur- und Feuchteverteilungen auf Basis von $p_i = f(T, \varphi)$	43
4.3	Versuchsplanung zu Forschungsbereich A	43
	Laborversuche zur Alterung von VIP	43
4.4	Ergebnisse zu Forschungsbereich A	44
	Ergebnisse der Innendruckanstiege (Gesamt- und Partialdrücke) und Entwicklung eines Modells zur Beschreibung der jährlichen Innendruckanstiegsraten als Funktion von Temperatur und relativer Luftfeuchte	44
	Entwicklung eines Modells zur Beschreibung des Innendruckanstiegs in VIP in einer bestimmten baulichen Anwendung	54
	Entwicklung eines Modells zur Beschreibung des Anstiegs der Wärmeleitfähigkeit von VIP auf Basis des Anstiegs der Partialdrücke trockener Luftgase und des Wasserdampfs	56
	Simulationen des Langzeit-Alterungsverhaltens	62
	Einfluss der Paneeldicke auf das Alterungsverhalten	70
	Bewertung von Referenzklimaten zur Bestimmung des Alterungsverhalten und zur Ableitung von Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit	74
4.5	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse aus Forschungsbereich A	78
5	Forschungsbereich B „Wärmebrücken an Stößen und Anschlussbauteilen“	80
5.1	Untersuchung von Wärmbrückeneffekten am Vakuumdämmpaneel durch Randverbund und Deckmaterialien	81
	Methodik	81
	Wärmebrücken durch Randverbund und Deckmaterial bei 20mm Vakuumdämmung	84
	Wärmebrücken durch Randverbund und Deckmaterial bei 30 mm Vakuumdämmung	88
	Wärmebrücken durch Randverbund und Deckmaterial bei 40 mm Vakuumdämmung	91

5.2	Dreidimensionale Berechnungen längenbezogener und punktförmiger Wärmebrücken	94
	Einleitung	94
	Generischer Dübel	94
	Dämmung aus Vakuumisulationspaneelen (VIP), Deckschichten und Randstreifen	95
	Einbausituationen der Vakuumisulationspaneele (VIP)	97
	Berechnungsvarianten	99
	Ergebnisse	100
	Berücksichtigung im U-Wert	107
5.3	VIP als Kerndämmung in Betonfertigteilen	110
	Beschreibung des Dämmsystems	111
	Zweidimensionale Wärmebrücken	112
	Dreidimensionale Wärmebrückeneffekte	112
	Grundlagen für die Berechnungen	112
	Ergebnisse	113
5.4	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse aus Forschungsbereich B	117
	Einfluss von Randstreifen und Decklagen – linienförmige Wärmebrückeneffekte am Paneelrand	117
	Einfluss von Befestigungsmitteln – punktförmige Wärmebrücken	117
6	Forschungsbereich C „Bauphysikalische Fragestellungen bei Schadensfällen und Qualitätssicherung“	121
6.1	Methoden	121
	Belüftung einzelner Paneele bei VIP-gedämmten Bauteilen	121
6.2	Ergebnisse zu Forschungsbereich C	125
	Belüftung einzelner Paneele bei VIP-gedämmten Bauteilen	125
6.3	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse aus Forschungsbereich C	133
7	Fazit	134
7.1	Dauerhaftigkeit von VIPs	134
	Einflüsse aus Standort, Orientierung und Feuchtebelastung	135
	Einfluss der Paneeldicke	135
	Anwendungsspezifische Bemessungswerte	136
	Beurteilung der Bemessungswerte	137

Beurteilung des Sicherheitszuschlags im Rahmen der abZ	140
7.2 Wärmebrücken	140
Einflüsse aus Randstreifen und Befestigungen	140
7.3 Einfluss belüfteter Paneele	141
7.4 Zusammenfassung	141
8 Weiterer Forschungsbedarf	143
Literatur	144
Abbildungsverzeichnis	146
Tabellenverzeichnis	152