

Christoph Sprengard, Martin H. Spitzner

**Optimierung der energetischen
Eigenschaften und der Wirtschaftlichkeit
von VIP-Paneelen durch die optimale
Kombination von Kieselsäure-,
Mineralfaser- und EPS-Dämmstoff**

F 2776

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

2011

ISBN 978-3-8167-8521-7

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

FORSCHUNGSBERICHT

Forschungsvorhaben:	Optimierung der energetischen Eigenschaften und der Wirtschaftlichkeit von VIP-Paneelen durch die optimale Kombination von Kieselsäure-, Mineralfaser- und EPS-Dämmstoff
Kurztitel:	Energetische und wirtschaftliche Optimierung von VIP-Paneelen
Forschende Stelle:	Forschungsinstitut für Wärmeschutz München e.V. FIW München Lochhamer Schlag 4 82166 Gräfelfing
Projektbearbeiter:	Dipl.-Ing. Christoph Sprengard
Projektleiter:	Dr.-Ing. Martin H. Spitzner

Das Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.

Aktenzeichen: Z6–10.08.18.7–08.11 / II 2 – F20-08-1-075

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

Bericht Nr.:	FO-06/08
Ausstellungsdatum:	31. Januar 2011
Seiten:	143

Inhalt

Danksagung	2
1 Aufgabenstellung und Zielsetzung	8
2 Grundlagen.....	8
2.1 Das Prinzip der Vakuumdämmung und funktionale Zusammenhänge	8
2.1.1 Historische Entwicklung	8
2.1.2 Wärmetransportmechanismen	11
2.1.3 Stützkerne.....	20
2.1.4 Umhüllungen.....	27
2.1.5 Schutzschichten.....	31
2.1.6 Feuchtegehalt.....	32
2.1.7 Eindringen trockener Gase	34
2.1.8 Wärmeleitfähigkeit	34
2.1.9 Wärmebrückenwirkungen	35
2.1.10 Dauerhaltbarkeit der VIP und Notwendigkeit einer künstlichen Alterung 39	
2.1.11 Anwendungsgebiete und weitere Eigenschaften	42
2.1.12 Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit.....	43
2.1.13 Wirtschaftlichkeitsuntersuchung an einem Neubau	47
2.1.14 Wirtschaftlichkeitsuntersuchung an einem Altbau	58
3 Analyse vorhandener Daten zu Wärmeleitfähigkeit.....	68
3.1 DIBt-Alterung.....	68
3.2 Forschungsvorhaben „VIP-Bau“	68
3.2.1 Ableitung eines Alterungsfaktors aus den Untersuchungen des VIP-Bau- Forschungsprojektes	70
3.3 Auswertung der Zulassungsuntersuchungen	72
3.3.1 Überblick und Legende	73

3.3.2	Mittelwerte aus drei Plattenpaaren.....	73
3.4	Vergleich der Zulassungsuntersuchungen mit den Ergebnissen des VIP-Bau- Vorhabens.....	74
3.4.1	Einfluss der Klimawechselprüfung	74
3.4.2	Ableitung der Alterungsfaktoren.....	75
3.4.3	Fortführung der Temperaturlagerung.....	75
3.5	Vergleich der Erhöhungen der Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Produkte.	76
3.6	Weiterentwicklung der Produkte über die letzten Jahre.....	77
3.7	Folgerungen für dieses Projekt.....	78
4	Berechnungen und numerische Modelle	80
4.1	Einfluss der Art der Randausbildung	80
4.2	Einfluss der Dicke der Aluminiumschichten	81
4.3	Einfluss des Materials der Barrierschichten.....	82
4.4	Einfluss einer Fuge zwischen Paneelen	84
4.5	Einfluss von Deckschichten.....	85
4.5.1	Einfluss der Dicke von vor- und nachgelagerten Dämmstoffschichten .	85
4.5.2	Einfluss anderer Deckschicht-Materialien auf den ψ -Wert.....	86
4.6	Vergleich mit einer Aluminium-Verbundfolie.....	89
4.7	Folgerungen für dieses Projekt.....	92
5	Prototypen und Probekörper – Entwicklung und Ergebnisse.....	93
5.1	Vorversuche und erste Prototypen	93
5.1.1	Zielsetzung.....	93
5.1.2	Folien	93
5.1.3	Kernmaterial.....	93
5.1.4	Prototypenversuche	94
5.1.5	Folgerungen.....	97
5.2	Probekörper erste Charge	97
5.2.1	Zielsetzung.....	97
5.2.2	Hinweise zur Auswahl der Materialien für die Probekörper.....	97

5.2.3	Hinweise zu den Stützkernen.....	98
5.2.4	Folien	99
5.2.5	Untersuchungen zur Verbesserung der Produktionsparameter der Faserkerne	99
5.2.6	Folgerungen für neue Versuchspaneele	103
5.3	Probekörper zweite Charge	104
5.3.1	Durchgeführte Untersuchungen	104
5.3.2	Messergebnisse der Probekörper der zweiten Charge	105
5.3.3	Ergebnisse der Platten aus dem Zulassungsverfahren mit Folie 1	106
5.3.4	Analyse der Messwerte zur Wärmeleitfähigkeit	106
5.3.5	Beurteilung.....	107
5.3.6	Folgerungen und Fragestellungen für neue Probekörper	107
5.4	Telefonkonferenz.....	108
5.4.1	Genauigkeit der Druckmessung.....	108
5.4.2	Druckverteilung im Paneel/ Evakuierzeit.....	108
5.4.3	Minimal möglicher Evakuierdruck:	109
5.4.4	Porengröße:.....	109
5.4.5	Trocknungstemperatur und Trocknungsdauer:	109
5.5	Versuchspaneele dritte Charge	109
5.5.1	Eigenschaften der Probekörper der dritten Charge.....	110
5.5.2	Durchgeführte Untersuchungen	110
5.5.3	Messergebnisse der Probekörper der dritten Charge	111
5.5.4	Beurteilung.....	111
5.6	Probekörper der vierten Charge	112
5.6.1	Eigenschaften der Probekörper der vierten Charge.....	113
5.6.2	Durchgeführte Untersuchungen	114
5.6.3	Messergebnisse der Probekörper der vierten Charge	114

5.6.4	Beurteilung.....	114
6	Feldversuche zur Verlegung von VIP im Objekt Wormser Straße.....	117
6.1	Rahmenbedingungen und Aufgabenstellung.....	117
6.2	Zwischensparrendämmung.....	117
6.2.1	Probleme + Randbedingungen.....	117
6.2.2	Planung.....	118
6.2.3	Einbau.....	118
6.2.4	Fazit.....	120
6.3	Innenseitige Dämmung von Außenwänden.....	121
6.3.1	Probleme + Randbedingungen.....	121
6.3.2	Planung:.....	121
6.3.3	Einbau.....	122
6.3.4	Fazit.....	123
6.4	Untersparrendämmung.....	124
6.4.1	Probleme + Randbedingungen.....	124
6.4.2	Planung.....	124
6.4.3	Einbau.....	126
6.4.4	Fazit.....	127
6.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	128
7	Beurteilung.....	129
7.1	Bestandteile der Paneele und wärmetechnische Eigenschaften.....	129
7.1.1	Folien.....	129
7.1.2	Stützkerne.....	130
7.1.3	Wärmebrückenwirkung am Rand.....	131
7.1.4	Schutzschichten.....	132
7.2	Herstellung, Anwendung und Wirtschaftlichkeit.....	132
7.2.1	Paneelherstellung.....	132
7.2.2	Anwendung und Gebrauchsdauer.....	134

7.2.3	Kosten und Wirtschaftlichkeit.....	134
8	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	136
8.1	Stützkern	136
8.1.1	Aufbereitung, Trocknung und mechanische Eigenschaften	136
8.1.2	Materialmischungen.....	136
8.2	Folien.....	136
8.2.1	Qualitätssicherung	136
8.2.2	Permeationsmessung	137
8.2.3	Vergleich der Alterung im Labor und im Gebäude	137
8.3	Paneele und Bauteile	137
8.3.1	Mehrlagige Systeme	137
8.3.2	Anschlussbauteile und Befestigungen	138
8.3.3	Qualitätssicherung	138
8.3.4	Weitere Einsatzgebiete	139
8.3.5	Wiederverwertung.....	140
9	Literaturverzeichnis	141