

Christof Stölzel, Rainer Pfluger, Wolfgang Hasper,
Burkhard Schulze Darup, Dirk Sommer, Wolfgang Feist,
Martin Forstner

Wissenschaftliche Analyse eines auf vorgefertigten Vakuum-Paneel- Verbundplatten beruhenden Innendämmsystems

F 2838

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

2013

ISBN 978-3-8167-8931-4

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

Wissenschaftliche Analyse eines auf vorgefertigten Vakuum-Paneel-Verbundplatten beruhenden Innendämmsystems

Abschlussbericht

Projektleitung:

Christof Stölzel
VARIOTEC GmbH & Co. KG
Weißmarterstraße 3-5
D-92318 Neumarkt

Forschende Stelle:

Passivhaus Institut
Dr. Wolfgang Feist
Rheinstraße 44 – 46
D-64283 Darmstadt

gefördert von:

Forschungsinitiative Zukunft Bau
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Referat II3
Deichmanns Aue 31 – 37
D-53179 Bonn
AZ II2-F20-06-042

Projektleitung / Autoren:

Teil A / B: Dr. Ing. Rainer Pfluger, Wolfgang Hasper
Teil C: Dr. Burkhard Schulze Darup
Teil D: Fa. VARIOTEC / Dr. Sommer
Teil E: Dr. Ing. Rainer Pfluger, Wolfgang Hasper, Prof. Dr. Wolfgang Feist
Teil F: Dr. Burkhard Schulze Darup, Martin Forstner

Projektlaufzeit:

August 2006 bis Januar 2011

Inhalt

Ziel des Forschungsvorhabens.....	5
Begründung des Forschungsvorhabens.....	6
Zusammenfassung.....	8
Teil A Grundlagen.....	10
Grundlagen für Innendämmung.....	10
Feuchtequellen bei Außenwandbauteilen.....	11
Feuchtegehalt von Baustoffen.....	12
Sorption und Feuchtespeicherung im Baustoff.....	13
Gleichgewichtsfeuchte und Wasseraktivität.....	14
Feuchtetransportmechanismen.....	17
Zusammenfassung.....	22
Besonderheiten bei Vakuum-Innendämmung.....	23
VIP-Elemente als Dampfbremse bzw. Dampfsperre.....	23
Einfluss des Wärmedurchgangswiderstandes des VIP-Elementes.....	24
Konvektiver Feuchteeintrag.....	24
Simulationsberechnung.....	26
Auswertung der Berechnung.....	29
Empfehlungen zum Einsatz von VIP-Innendämmung.....	29
Einsatzmöglichkeiten und –grenzen.....	29
Einbau und Montage.....	32
Anforderungen zum Schlagregenschutz.....	32
Literatur.....	35
Teil B Laboruntersuchung.....	36
Einführung.....	36
Probenkörper.....	36
Versuchsaufbau der Labormessung.....	38
Differenzklimakammer-Prüfstand.....	38
Probeneinbau in der Klimakammer.....	39
Sensoreinbau und Messstellenübersicht.....	42
Versuchsdurchführung.....	44
Randbedingungen und Versuchsablauf.....	44
Wägung des Probenkörpers.....	45
Luftgeschwindigkeitsmessung zur Bestimmung des Wärmeübergangs an der Probenoberfläche.....	45
Befeuchtungsexperiment zur Schlagregensimulation.....	46
Infrarotthermografie.....	46
Messdaten.....	47
Warmseite.....	49
Kaltseite.....	49
Beton.....	50
Ausgleichsschicht.....	50
VIP-Element.....	50
Simulationsmodell.....	52
Stoffeigenschaften und Randbedingungen.....	52
Wärmebrückeneffekt am Probenrand.....	53
Simulationsergebnisse.....	54
Fazit.....	56

Teil C Konstruktionsdetails nach Baualtersklassen	57
Detailaufbauten 1870-1920.....	58
Detailaufbauten 1920-1945.....	62
Detailaufbauten 1945-1960.....	68
Detailaufbauten 1960-1972.....	73
Detailaufbauten 1972-1985.....	78
Teil D Wärmebrückenberechnungen nach Baualtersklassen	84
Oberflächentemperaturen; Schimmelpilzgefahr.....	85
Längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten.....	86
Darstellung Baujahr 1870-1920.....	87
Darstellung Baujahr 1960-1972.....	89
Darstellung Baujahr 1945-1960.....	91
Darstellung Baujahr 1972-1985.....	93
Darstellung Baujahr 1870-1920.....	95
Darstellung Baujahr 1945-1960.....	97
Darstellung Baujahr 1972-1985.....	100
Darstellung Baujahr 1870-1920.....	102
Darstellung Baujahr 1945-1960.....	104
Darstellung Baujahr 1972-1985.....	106
Darstellung Baujahr 1945-1960.....	108
Teil E Pilotprojekt Neuwied	112
Projektbeschreibung Neuwied.....	112
Konstruktion.....	113
Messkonzept.....	117
Erste Ergebnisse aus dem Montagevorgang.....	119
Messbegleitung.....	121
Zusammenfassung.....	121
Auswertezeitraum.....	122
Wetterdaten.....	123
Messdatenauswertung.....	124
Wetter.....	124
Schlagregenbelastung.....	125
Außentemperatur.....	132
Globalstrahlung.....	133
Raumluftkonditionen, Raumnutzung.....	134
Eigenschaften der Konstruktion.....	135
Oberflächentemperaturen.....	135
Feuchteverhältnisse im Bauteilaufbau.....	138
Vergleich Feuchteverhältnisse aus Messung – Simulation.....	139
Wärmedurchgang.....	142
Literatur.....	145
Projektbeschreibung Springe-Eldagsen.....	146
Fazit.....	153
Messkonzept und erste Ergebnisse.....	153
Messauswertung Feuchteverlauf November 2007.....	153
Messauswertung Temperaturverlauf November 2007.....	154
Messauswertung Holzfeuchte von Probekörper zwischen Dämmung und Wand November 2007.....	154
Messkonzept.....	155
Teil F Konstruktive Anforderungen	156
Grundlagen für die Konstruktion.....	156

Bauphysikalische Grundlagen.....	156
Diffusion.....	156
Auswirkungen des U-Wertes.....	157
Aufsteigende Kapillarfeuchte.....	158
Schlagregenschutz.....	158
Konvektion und Luftdichtheit.....	161
Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit und Lüftung.....	161
Einflüsse der Heizwärmezufuhr.....	162
Einsatzmöglichkeit.....	162
Handlungsanweisungen.....	164
Grundkonstruktionen.....	165
Systemdetails	165
Erforderliche Fehlertoleranz.....	167
Hinweise zur Baustellenabwicklung.....	169
Bildfolge zu Einbausituationen.....	169
Literatur.....	170
Zusammenfassung und Ausblick.....	171
Anhang.....	172