

Daniel Heite, Johannes Ingrisch

**Transparente Schutzhüllen –  
Konzeptionelle Entwicklung  
eines Einhausungssystems unter  
Verwendung von transparenten  
Membranen mit kontrollierter  
Belüftung zur optimierten winter-  
lichen Einhausung von außenexpo-  
nierten Kulturgütern**

**F 3004**

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 978-3-8167-9953-5

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](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,  
Demonstration und Beratung auf  
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,  
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für  
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

**Institutsleitung**

Prof. Dr. Philip Leistner

Prof. Dr. Klaus Peter Sedlbauer

IBP-Bericht STB-005/062/2016

# **„Transparente Schutzhüllen“ Konzeptionelle Entwicklung eines Einhausungssystems unter Verwendung von transparenten Membranen mit kontrollierter Belüftung zur optimierten winterlichen Einhausung von außenexponierten Kulturgütern**

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

BBSR

Frau Inken Pfrengle

Deichmanns Aue 31

53179 Bonn

Der Bericht umfasst

53 Seiten Text

8 Tabellen

36 Bilder

*Auszugsweise Veröffentlichung nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik gestattet*

Valley, 8. November 2016

Stellv. Institutsleiter



Dr. Klaus Breuer

Gruppenleiter



M.Eng. Andreas Kaufmann

Bearbeiter



Dipl.-Ing. (FH) Daniel Heite



Dipl.-Ing. Johannes Ingrisch

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung und Problemstellung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Zielstellung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>5</b>
3.1	Derzeit übliche Schutzeinhausungen für Kulturgüter	6
3.2	Vorausgehende Forschungsarbeiten	8
<b>4</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>9</b>
4.1	Konstruktion der Versuchseinhausungen	9
4.1.1	Übersicht über die verwendeten Versuchseinhausungen	12
4.1.2	Ausführungsdetails an den Versuchseinhausungen	13
4.2	Testobjekte in den Versuchseinhausungen	14
4.3	Messkonzept in den Versuchseinhausungen	15
4.4	Versuchsdurchführung	16
4.5	Rechnerische Simulation	18
4.5.1	Modellbildung und Simulation	18
4.5.2	Untersuchte Parameter in der Simulation	20
4.5.3	Ergebnisse der Simulationsrechnungen	21
4.5.4	Diskussion der Simulation und Schlussfolgerungen	29
<b>5</b>	<b>Auswertung der Messergebnisse</b>	<b>33</b>
5.1	Temperatur und relative Luftfeuchte	33
5.2	Oberflächentemperatur	40
5.3	Auswertung der Belüftungsparameter	41
5.4	Trocknungsverlauf	42
5.5	Visuelle Begutachtung der Testobjekte	43
5.6	Diskussion der Messergebnisse	44
5.6.1	Technische Beurteilung der Projektergebnisse	44
5.6.2	Konservatorische Beurteilung des transparenten Einhausungssystems	45
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>52</b>