

Klaudius Henke, Jörg Schaffrath

**Maßgefertigte
Vakuum-Dämmelemente für das Bauen
im Bestand**



F 2749

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

2010

ISBN 978-3-8167-8267-4

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



Abschlussbericht für das Forschungsvorhaben:

Maßgefertigte Vakuum-Dämmelemente für das Bauen im Bestand

Forschungsstelle:

Technische Universität München
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter
Arcisstraße 21
80333 München

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Klaudius Henke
Dipl.-Ing. Jörg Schaffrath

unterstützt durch:

Variotec GmbH & Co. KG
Weißmarterstraße 3-5
92318 Neumarkt

gefördert von:

Forschungsinitiative Zukunft Bau
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn

Das Forschungsvorhaben wurde aus Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.
(Aktenzeichen: Z6-10.08.18.7-07.19/II2-F20-07-29)
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

München, 30. November 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	8
2	Vakuum-Dämmtechnik.....	10
2.1	Prinzip der Vakuum-Dämmtechnik	10
2.2	Aufbau von Vakuum-Dämmelementen mit Stützkörper	11
2.2.1	Hüllmaterial	11
2.2.2	Kernmaterial.....	13
2.3	Herstellung von Vakuum-Dämmelementen mit Kern aus pyrogener Kieselsäure	15
2.4	Anwendungsgebiete von Vakuum-Dämmelementen im Bestand	16
2.5	Anwendungsspezifische Produkte des QASA-Bausystems der Fa. Variotec.....	18
3	Verfahren der geometrischen Bestandserfassung	20
3.1	Handaufmaß.....	20
3.2	Photogrammetrie	21
3.2.1	Einzelbildphotogrammetrie	22
3.2.2	Mehrbildphotogrammetrie	23
3.3	Tachymetrie	25
3.4	3D-Laserscanning.....	27
3.5	Vergleich der Messverfahren	30
4	Auswahl von Versuchsobjekten	32
4.1	Auswahlkriterien.....	32
4.2	Fassade Vorhoelzer-Bau.....	33
4.3	Deckenfeld Meyer-Jens-Halle.....	34
4.4	Kellerraum Gabelsberger Straße.....	35
4.5	Vergleichende Zusammenstellung der Versuchsobjekte	36
5	Erfassung der Versuchsobjekte mit 3D-Lasescanning	37
5.1	Hardware 3D-Laserscanning	37
5.1.1	Allgemeines.....	37
5.1.2	Faro	39
5.1.3	Leica.....	40
5.1.4	Zoller+Fröhlich	42

5.1.5	Topcon.....	43
5.1.6	Creaform	44
5.2	Software 3D-Laserscanning.....	46
5.2.1	Allgemeines.....	46
5.2.2	Geomagic.....	46
5.2.3	Kubit.....	47
5.2.4	Leica.....	47
5.2.5	Lupos3D.....	47
5.2.6	Rhino.....	47
5.2.7	DissNetz3D	48
5.2.8	PolyWorks.....	48
5.3	Auswertung Messdaten 3D-Laserscanning.....	48
5.4	Auswertung Fassade Vorhoelzer-Bau.....	52
5.4.1	Allgemeines.....	52
5.4.2	Leica Cyclone	53
5.4.3	Geomagic Studio	56
5.4.4	Kubit PointCloud.....	59
5.4.5	Vergleich der Modelle	59
5.4.6	Vergleich der Objekte mittels Punktabweichungen	60
5.4.7	Vergleich diskreter Messstrecken.....	70
5.5	Auswertung Deckenfeld Meyer-Jens-Halle.....	74
5.5.1	Allgemeines.....	74
5.5.2	Leica Cyclone	75
5.5.3	Geomagic Studio	76
5.5.4	Kubit PointCloud.....	76
5.6	Auswertung Kellerraum Gabelsbergerstraße.....	77
5.6.1	Allgemeines.....	77
5.6.2	Leica Cyclone	78
5.6.3	Geomagic Studio	79
5.6.4	Kubit PointCloud.....	79

5.7	Auswertung der Messdaten der Totalstation	80
5.8	Auswertung der Messdaten des handgeführten Laserscanners	81
5.9	Zusammenfassung Auswertung Messdaten 3D-Laserscanning	82
6	Erfassung der Versuchsobjekte mit Photogrammetrie.....	83
6.1	Hardware für die photogrammetrische Erfassung der Versuchsobjekte	83
6.2	Software für die photogrammetrische Einzelbildauswertung	83
6.2.1	Bonk Computersysteme – Colorfix 2.24 mit Zusatzmodul Fotoaufmaß.....	86
6.2.2	Fokus GmbH Leipzig – metigo2D 3.0.....	87
6.2.3	Kubit GmbH – PhoToPlan 4.2.0.8.....	89
6.2.4	RolleiMetric – Metric Single Rectification (MSR) Version 4.2.....	92
6.2.5	Vergleich der Software für Einzelbildauswertung	95
6.3	Software für die photogrammetrische Mehrbildauswertung	97
6.3.1	Geosystems GmbH – Leica Photogrammetry Suite (LPS) Version 9.1.....	97
6.3.2	RolleiMetric – Close-Range Digital Workstation (CDW) Version 2.1	100
6.3.3	Vergleich der Software für die Mehrbildauswertung.....	101
6.4	Aufnahme Fassade Vorhoelzer-Bau	103
6.5	Auswertung Fassade Vorhoelzer-Bau.....	103
6.5.1	Entzerrung über Passpunkte, Einzelbild	106
6.5.2	Entzerrung über Passpunkte, mosaikierte Bilder.....	108
6.5.3	Entzerrung über parallele Linien, Einzelbild	110
6.5.4	Entzerrung über parallele Linien, mosaikierte Bilder.....	112
6.5.5	Entzerrung über Orientierungsdaten aus Mehrbildphotogrammetrie	114
6.5.6	Auswertung mit Mehrbildphotogrammetrie	116
6.5.7	Vergleich der Auswertemethoden.....	118
6.5.8	Bewertung der Auswertesysteme	119
7	Vergleich der Messergebnisse 3D-Laserscanning und Photogrammetrie.....	121
8	Montage vorgefertigter Dämmelemente am Versuchsobjekt Fassade Vorhoelzer-Bau	124
9	Vorschlag für eine Vorgehensweise bei zukünftigen Projekten in der Praxis.....	129
10	Fazit, Ausblick	132
11	Literaturverzeichnis	135

12	Abbildungsverzeichnis	142
13	Tabellenverzeichnis	149
14	Herstellerverzeichnis	150
14.1	Hersteller von 3D-Laserscannern (Impulslaufzeit und Phasendifferenz).....	150
14.2	Software zur Auswertung von 3D-Punktwolken	151
14.3	Photogrammetriesoftware für Einzelbildauswertung	152
14.4	Photogrammetriesoftware für Mehrbildauswertung	153
14.5	Dienstleister für Potogrammetrie und 3D-Laserscanning	154