

Vesna Pungercar, Florian Musso, Arnulf Dinkel
Fabien Coydon, Thibault Pflug, Lucas Höfert
Frank Liedloff, Anka Krauße

Fenstermaschine II

Vorgefertigte Sanierfenster mit integrierter Technik – Demoprojekt

F 3118

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) 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

2018

ISBN 978-3-7388-0273-3

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

Fenstermaschine II

Vorgefertigte Sanierfenster mit integrierter Technik – Demoprojekt

Endbericht zum Förderprojekt SWD – 10.08.18.7- 16.46 Oktober 2018

Autoren:

MSc Vesna Pungercar, TUM (Projektleitung)
Prof. Dipl.-Ing. Florian Musso, TUM
Arnulf Dinkel, Dipl.-Ing. Architekt, Fraunhofer ISE
Fabien Coydon, Dipl.-Ing., Fraunhofer ISE
Dr. Thibault Pflug, Fraunhofer ISE
Lucas Höfert, Staatl. gepr. Hochbautechniker, B+H
Frank Liedloff, M.Sc. Dipl.-Ing. (FH), B+H
Anka Krauß, B+H

Fachlicher Betreuer:

Dr.-Ing. Michael Brüggemann, Fraunhofer IRB i. A. BBSR II 3

Technische Universität München
Fakultät für Architektur
Institut für Entwerfen und Bautechnik
Lehrstuhl für Baukonstruktion und Baustoffkunde
Prof. Dipl.-Ing. Florian Musso
Arcisstraße 21
80333 München
+49. (0)89. 289-22353
vesna.pungercar@tum.de
www.ebb.ar.tum.de

Projektpartner:

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg

Beck+Heun GmbH
Stotternheimer Straße 10, 99086 Erfurt



1 Inhaltsverzeichnis

1	INHALTSVERZEICHNIS	1
2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	3
3	TABELLENVERZEICHNIS.....	5
4	HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG DIESES VORHABENS.....	6
5	GRUNDLAGEN.....	8
5.1	AUSGANGSPUNKT	8
5.2	MARKTANALYSE	9
5.2.1	Bestandsgebäude	9
5.2.2	Neubau	10
5.2.3	Stand der Technik	12
5.3	WICHTIGE ASPEKTE UND ANFORDERUNGEN	13
5.3.1	Brandschutz	13
5.3.2	Fenstergröße.....	13
5.3.3	Tageslicht.....	14
5.3.4	Solare Gewinne.....	15
5.3.5	Brüstungshöhe.....	15
5.3.6	Sonnenschutz.....	15
5.3.7	Insektenschutz.....	16
5.3.8	Wärmedämmung.....	17
5.3.9	Befestigung.....	18
5.3.10	Bewegungsarten von Fensteröffnungselementen.....	18
5.3.11	Lüftung und Revision	19
5.3.12	Steuerung	20
5.4	EXPERTENRUNDE AUF DER BAUMESSE BAU MÜNCHEN IM JANUAR 2017.....	20
6	VOR DER DEMONSTRATION AM GEBÄUDE	22
6.1	DEMOPROJEKT	22
6.1.1	Beschreibung	22
6.2	THERMOGRAFIE.....	23
6.2.1	IR-Bilder	24
6.3	ENTWICKLUNG DER ENDGÜLTIGEN VARIANTE	27
6.3.1	Variantenentwicklung und Bewertung.....	28
6.3.2	Die endgültige Variante	32
6.3.3	Montage der Fenstermaschine.....	38
6.4	BAUPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNG	39
6.4.1	Anforderung	39
6.4.2	Rahmenbedienungen (DIN 4108)	40
6.4.3	Simulationsverfahren.....	40
6.4.4	Simulationsergebnisse.....	41
6.4.5	Schlussfolgerungen.....	43
6.5	TAGESLICHT UND SONNENENERGIEGEWINNE	44
6.5.1	Simulationswerkzeug.....	44
6.5.2	Bewertungsmetriken	45

6.5.3	Simulationsergebnisse	45
6.5.4	Schlussfolgerungen:	48
6.6	ANALYSE DES LÜFTUNGSGERÄTES	48
6.6.1	Lüfter und Lüftergehäuse	49
6.6.2	Regenerativer Wärmetauscher	50
7	DEMONSTRATION AM GEBÄUDE	51
7.1	MONTAGE UND QUALITÄTSSICHERUNG	51
7.1.1	Vorbereitung vor der Montage	51
7.1.2	Montage des teilvorgefertigten Modulrahmens mit Abdichtung an den Rohbau	52
7.1.3	Einbau des Sonnenschutzes, Fensters und Anarbeiten des WDVS Systems	54
7.1.4	Demontage des Bestandsfensters und Einbau des Lüftungsgerätes	56
7.1.5	Die Innenverkleidung und Putzarbeiten	57
8	NACH DEM EINBAU DER FENSTERMASCHINE AM GEBÄUDE	59
8.1	MONITORING UND AUSWERTUNG	59
8.1.1	Messtechnik	59
8.1.2	Messfehler	59
8.1.3	Darstellung der Messergebnisse	60
8.1.4	Luftaustausch in Wohngebäuden	63
8.1.5	Lüftungsanlage	64
8.1.6	Rebound-Effekt der Nutzer	64
8.1.7	Schlussfolgerungen	65
8.2	THERMOGRAFIE	66
8.2.1	Messung	66
8.2.2	IR-Bilder	66
8.2.3	Schlussfolgerungen	68
8.3	WIRTSCHAFTLICHE BERECHNUNG	68
8.3.1	Prinzipskizze	68
8.3.2	Materialkosten/Detailbeschreibung/Legende	69
8.3.3	Arbeitskosten	71
8.3.4	Anfahrtskosten (20 Kilometer Hin- und Rückfahrt)	72
8.3.5	Gesamt Kostenberechnung	73
8.3.6	Schlussfolgerungen	73
8.4	NUTZERBEFRAGUNG	74
8.4.1	Befragung 2018	74
8.4.2	Schlussfolgerungen	75
9	FAZIT UND AUSBLICK	77
10	LITERATURVERZEICHNIS	79