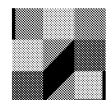


Christof Stölzel, Doreen Kalz, Jan Wienold, Martin Fischer

**Evaluierung der Energieeffizienz  
von aktiv durchströmten  
Wandkühlflächen mit  
Phasenwechsellmaterial in  
Wohngebäuden in Kombination  
mit einer Zisternenkühlung  
und Optimierung des Betriebes  
durch Entwicklung geeigneter  
Regelstrategien**



## F 2715

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

2009

ISBN 978-3-8167-8065-6

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)



# **Evaluierung der Energieeffizienz von aktiv durchströmten Wandkühlflächen mit Phasenwechselmaterial in Wohngebäuden in Kombination mit einer Zisternenkühlung und Optimierung des Betriebes durch Entwicklung geeigneter Regelstrategien**

Projektleitung

Christoph Stölzel  
Variotec GmbH  
Weißmarterstr. 3  
D-92318 Neumarkt i.d. Opf.

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Doreen Kalz  
Dipl.-Ing. Jan Wienold  
Dipl.-Ing. Martin Fischer  
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Abteilung für Thermische Anlagen und Gebäudetechnik  
Gruppe Solares Bauen  
Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg

Dieser Bericht umfasst 93 Seiten.

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert (AZ:Z6-10.08.18.7-06.21/ I13-F20-06-015). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Abteilung Thermische Anlagen und Gebäudetechnik

Freiburg, 23. Juni 2009

Dipl.-Ing. Doreen Kalz  
Bearbeitung

Dipl.-Ing. Sebastian Herkel  
Gruppenleiter Solares Bauen

## Inhalt

<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>1 Kurzfassung Teil A: Evaluierung der messtechnischen Untersuchung</b>	<b>7</b>
<b>2 Kurzfassung Teil B: Modellbasierte Auswertung und Optimierung</b>	<b>10</b>
<b>3 Zusammenfassung und Schlussfolgerung</b>	<b>11</b>
<b>Teil A: Evaluierung der messtechnischen Untersuchung</b>	
<b>4 Einleitung, Ziele und Methodik</b>	<b>14</b>
<b>5 Gebäude- und Systembeschreibung</b>	<b>21</b>
5.1 Lage und Beschreibung	21
5.2 Energiekonzept und Gebäudetechnische Anlagen	21
<b>6 Erweiterung des Messkonzept</b>	<b>28</b>
<b>7 Zusammenfassung der messtechnischen Bewertung Langzeitmessung: Januar 2006 bis Dezember 2007</b>	<b>31</b>
7.1 Thermische Energiebilanz im Kühlfall	31
7.2 Elektrische Energiebilanz	34
7.3 Energieeffizienz	40
7.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerung	41
<b>8 Zusammenfassung der messtechnischen Bewertung Kurzzeitmessung: Mai 2007 bis August 2007</b>	<b>42</b>
8.1 Grundlegende Maßnahmen	43
8.2 Übersicht der Ergebnisse	45
8.3 Raumtemperaturen im Obergeschoss	47
8.4 PCM im Obergeschoss	48
8.5 Thermische Performance der Kühlzisterne	50
8.6 Strombezug einzelner Verbraucher	53
8.7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen der Kurzzeitmessungen	56

<b>9</b>	<b>Bewertung des thermischen Komforts im Sommer</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Optimierung</b>	<b>62</b>
10.1	Hydraulisches System	63
10.1.1	Umwälzpumpen der Geschosse	63
10.1.2	Pumpe an der Kondensatorseite der Wärmepumpe	68
10.1.3	Pumpe an der Verdampferseite der Wärmepumpe	69
10.2	Wärmepumpe	71
10.2.1	Leistungszahl	71
10.3	Temperaturhub	72
10.4	Solaranlage und Notkühlung	73
10.5	Regelungsparameter der TABS	74
10.6	Zusammenfassung der Optimierungsmaßnahmen	75

## **Teil B: Modellbasierte Auswertung und Optimierung**

<b>11</b>	<b>Ziele und Methodik</b>	<b>76</b>
<b>12</b>	<b>Simulation: Gebäude- und Anlagenmodell</b>	<b>77</b>
12.1	Validierung des Gebäude- und Anlagenmodells	78
12.1.1	Gebäudemodell	79
12.1.2	Anlagenmodell	80
12.2	Modelle für die Optimierungsphase: Gebäude und Anlagen	84
<b>13</b>	<b>Optimierung des Kühlsystems</b>	<b>85</b>
13.1	Beschreibung der untersuchten Betriebsweisen und Regelungsalgorithmen	85
13.2	Evaluierung der untersuchten Betriebsweisen und Regelungsalgorithmen	87