

Christoph Kempkes, Katrin Schalk, Clemens Felsmann,
Bert Oschatz, Michael Günther

**Energetische Bewertung thermisch
aktivierter Bauteile.
Dynamisch thermische Simulation,
messtechnische Validation,
vereinfachte Bewertungsansätze**



F 2739

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 978-3-8167-8155-4

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



Fraunhofer Institut
Bauphysik

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle
für Prüfung, Überwachung und
Zertifizierung
Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile
und Bauarten
Forschung, Entwicklung, Demonstra-
tion und Beratung auf den Gebieten
der Bauphysik

Institutsleitung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Abschlussbericht

Energetische Bewertung thermisch aktivierter Bauteile – dynamisch thermische Simulation, messtechnische Validation, vereinfachte Bewertungsansätze

Der Forschungsbericht wurde im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.

Aktenzeichen Z6-10.08.18.7 - 06.17 / II 2 - F20-06-009

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Projektleitung: Dipl.-Ing. Christoph Kempkes
Bearbeitung: Dipl.-Ing. Katrin Schalk
Dr.-Ing. Clemens Felsmann (ITG Dresden)
Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz (ITG Dresden)
Dr.-Ing. Michael Günther (Uponor)

Kassel im Dezember 2008

Inhalt

1	Einleitung und Zielsetzung	11
2	Thermisch aktivierte Bauteile	13
2.1	Allgemeines	13
2.2	Terminologie und Einsatz	13
2.3	Ausführung	14
2.4	Regelverhalten	14
2.5	Zuverlässigkeit, Fehlerpotenzial und Reparatur	15
2.5.1	Wasserverteilung – Rohrwerkstoffe und Zubehör	15
2.5.2	Hydraulik und Regelung	20
2.6	Lebensdauer und Wartung – Kennwerte	22
2.7	Ökobilanz und Lebenszyklusbetrachtung	23
2.8	Entwicklungspotenzial	26
3	Wärmeübergabeverlust	27
3.1	Definition	27
3.2	Nutzungsanforderungen – operative Temperatur	29
3.3	Vorgehensweise bei der Bestimmung – Festlegungen	29
3.3.1	Grundlegende Annahme	29
3.3.2	Heizfall	30
3.3.3	Kühlfall	31
3.3.4	Komfortanforderung im Heiz- und Kühlfall	32
3.4	Bewertung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung von DIN EN 15251	32
3.5	Behandlung in der DIN V 18599	34
3.5.1	Übersicht	34
3.5.2	Übergabeverluste im Heizfall	34
3.5.3	Beispielrechnung für den Heizfall	36
3.5.4	Übergabeverluste im Kühlfall	37
3.6	Ergebnisse früherer Untersuchungen	38
3.6.1	TABS mit idealem Zusatzsystem	38
3.6.2	Wärmeübergabe von Flächenheizungen	40
4	Thermische Gebäudesimulation	41
4.1	Einführung	41
4.2	Die Simulationsumgebung IDA	41
4.3	TRNSYS	42
5	Validierung mittels Messwerten	43
5.1	Vorgehensweise	43
5.1.1	Das Zentrum für Umweltbewusstes Bauen	43
5.1.2	Vorhandene Messdaten	44
5.2	IDA-ICE	45
5.2.1	Validation des gesamten Raummodells mit Fußbodenkühlung	45
5.2.2	Ergebnis der Validierung	47
5.3	TRNSYS	48

6	Validierung mit RADTEST	55
7	Modellbildung Referenzfall	59
7.1	Raummodell	59
7.1.1	Geometrie und Bauteile	59
7.2	Nutzungsrandbedingungen	61
7.3	Klimarandbedingungen	62
7.4	Modellierung des TABS	63
8	Ergebnisse Referenzfall	65
8.1	Nutzenergiebedarf für das untersuchte Modell	65
8.1.1	Berechnung nach DIN V 18599	65
8.1.2	Simulationsergebnis	65
8.1.3	Unterschiede zwischen IDA-ICE und TRNSYS	66
8.2	Aufwandszahlen für den Referenzfall	69
8.2.1	Vorgehensweise	69
8.2.2	Ergebnis	71
9	Variantenbildung	73
9.1	Untersuchte Einflussgrößen	73
9.1.1	Innere Last	73
9.1.2	Regelung	74
9.1.3	Bauweise	74
9.1.4	Wärmeschutz	74
9.1.5	Lüftung	75
9.1.6	Sonnenschutz	75
9.1.7	Komfort	75
9.1.8	Betrieb	76
9.1.9	Einbautiefe	76
9.1.10	Kühllast	76
9.1.11	TABS mit idealem Zusatzsystem	76
9.2	Übersicht und Nomenklatur	78
10	Auswertung	81
10.1	Zielwertbetrachtung	81
10.2	Abhängigkeit vom Nutzenergiebedarf	82
10.3	Innere Wärmegewinne	84
10.4	Regelung	84
10.4.1	Vorlauftemperaturregelung	84
10.4.2	Höhe der Vorlauftemperatur	86
10.5	Bauweise	87
10.6	Wärmeschutz	88
10.7	Lüftung	88
10.8	Sonnenschutz	90
10.9	Komfort	90
10.10	Betriebszeiten	92
10.11	Einbautiefe	94
10.12	TABS mit idealem Zusatzsystem	95
10.13	Gesamtübersicht	96
10.14	Zusammenfassung	103

11	Empfehlungen für die Normung	107
11.1	Wärme- und Kälteübergabe im Raum	107
11.2	Verteilung	109
12	Zusammenfassung und Ausblick	110
13	Literatur	113
	Anhang	117
	Anhang - A Eingabedaten und Randbedingungen für IBP18599	117
	Anhang - B Ergebnisse Aufwandszahlen aller Varianten	119
	Anhang - C Ergebnisse Aufwandszahlen TABS Grundlast	123
	Anhang - D Normenvorschlag	126
	Abbildungsverzeichnis	126
	Tabellenverzeichnis	133