

Energieoptimiertes Bauen

Energetische Gesamtanalyse, Bewertung und Verbesserung von komplexen HLK-Systemen für Wohngebäude unter Berücksichtigung wärmephysiologischer Aspekte

**Martin Knorr, Joachim Seifert,
Andrea Meinzenbach, Bert Oschatz**

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2011, ISBN 978-3-8167-8570-5

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

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



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**



Fakultät Maschinenwesen, Institut für Energietechnik
Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung

Energieoptimiertes Bauen

**Energetische Gesamtanalyse, Bewertung und Verbesserung
von komplexen HLK-Systemen für Wohngebäude unter
Berücksichtigung wärmephysiologischer Aspekte**

Abschlussbericht

unter Mitwirkung von ITG Dresden

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. W. Richter (TUD)
Prof. Dr.-Ing. B. Oschatz (ITG)

Bearbeiter : Dr.-Ing. M. Knorr (TUD)
Dr.-Ing. habil. J. Seifert (TUD)
Dipl.-Ing. A. Meinzenbach (TUD)
Dr.-Ing. R. Gritzki (TUD)
Dipl.-Ing. B. Mailach (ITG)

Dresden, 30.06.2011

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Einführende Bemerkungen	1
1.2. Zielstellung des Forschungsvorhabens	3
2. Simulationssoftware/Randbedingungen	4
2.1. Simulationssoftware	4
2.2. Wärmeerzeugung	4
2.2.1. Niedertemperaturkessel / Brennwertkessel	4
2.2.2. Wärmepumpensystem	5
2.2.3. Solarkollektor	15
2.3. Wärmespeicherung	19
2.4. Wärmeverteilung / Wärmeübergabe	23
2.5. Randbedingungen	28
2.5.1. Gebäude	28
2.5.2. Heizungsnetz	33
2.5.3. Zu-/Abluftanlage	37
2.5.4. Äußere / innere Lasten	38
2.5.5. Nutzerprofile / Betriebsweisen	40
2.6. Vergleichsprozess	41
2.7. Basisvariante / Variantenmatrix	43
3. Parameterstudie/Basisuntersuchungen	45
3.1. Ideales Heizsystem	45
3.2. BW-Gerät	54
3.2.1. Intermittierender Betrieb	54
3.2.2. Durchgängiger Betrieb	72
3.3. NT-Gerät	75
3.3.1. Intermittierender Betrieb	75
3.3.2. Durchgängiger Betrieb	78
3.4. Wärmepumpe	79
3.4.1. Sole-Wasser-Wärmepumpen	79
3.4.2. Luft-Wasser-Wärmepumpen	86
3.4.3. Wasser-Wasser-Wärmepumpen	91
4. Detailanalysen	95
4.1. Detailanalysen für Systeme mit Fußbodenheizung	95
4.1.1. Grundlegende Analysen	95
4.1.2. Einfluss des Wärmeschutzniveaus	100
4.1.3. Einfluss des hydraulischen Abgleichs	103
4.1.4. Einfluss fehlender Raumtemperaturregeleinrichtungen	105
4.1.5. Einfluss der Systemart	108
4.1.6. Fazit	114
4.2. Detailanalysen für Systeme mit freien Heizflächen	115
4.2.1. Einzelraumregelung	115
4.2.2. Heizflächentyp	121

4.2.3.	Hydraulische Einbindung des Heizkessels	123
4.2.4.	Einfluss des hydraulischen Abgleichs	127
4.2.5.	Einfluss der Systemtemperaturen	129
4.2.6.	Einfluss der Nutzungsintensität	132
4.2.7.	Rücklauf Temperaturbegrenzung	134
4.3.	Trinkwassererwärmung	143
4.4.	Standortabhängigkeit – Luft-Wasser-Wärmepumpen	149
4.5.	Verfahren zur Vorlauf temperaturadaption	151
4.5.1.	Verfahren mit begrenzter Vorlauf temperaturadaption	151
4.5.2.	Verfahren mit unbegrenzter Vorlauf temperaturadaption	156
4.6.	Hydraulische Einbindung und Regelung von Wärmepumpen	160
5.	Vergleich mit aktuellen Standards/Ableitung von Vorschlägen	164
5.1.	Normen und Richtlinien	164
5.2.	Vergleich mit DIN V 18599	165
5.2.1.	Grundsätze des Berechnungsverfahrens	165
5.2.2.	Raumtemperaturregelung	167
5.2.3.	Systemtemperaturen	173
5.2.4.	Wärmeschutzniveau	174
5.2.5.	Bauweise	175
5.2.6.	Raumsolltemperatur	176
5.2.7.	Wärmeerzeugung	177
5.3.	Vorschläge zur Überarbeitung von DIN V 18599	179
5.3.1.	Stand DIN V 18599	179
5.3.2.	Raumtemperaturregelung	179
5.3.3.	Intermittierende Betriebsweise	181
5.3.4.	Adaption von Systemtemperaturen	181
5.3.5.	Überströmventil	182
5.3.6.	Hydraulischer Abgleich	183
5.3.7.	Bewertung von Wärmepumpen in DIN V 18599	183
5.4.	Beispielrechnung: Auswirkungen der Normenvorschläge zu DIN V 18599	183
5.4.1.	Randbedingungen	183
5.4.2.	Ergebnisse	184
5.5.	Vergleich mit VDI 4650	187
6.	Fazit / Ausblick	189
A.	Gebäudekonstruktion – Einfamilienhaus	197
B.	Lastprofile – Einfamilienhaus	202
C.	Heizkurve	204
C.1.	Heizkurve – arithmetische Betrachtung	204
C.2.	Heizkurve - logarithmische Betrachtung	205