


Burkhard Schulze Darup

Energieeffiziente Wohngebäude

3., vollständig überarbeitete Auflage



Fraunhofer IRB  Verlag

 **BINE**
Informationsdienst

BINE-Fachbuch

Energieeffiziente Wohngebäude

3., vollständig überarbeitete Auflage

Burkhard Schulze Darup

Herausgeber

 **FIZ Karlsruhe**
Leibniz-Institut für
Informationsinfrastruktur

Fraunhofer IRB  **Verlag**

 **BINE**
Informationsdienst

Der BINE Informationsdienst bietet Kompetenz in neuen Energietechniken. Der intelligente Umgang mit knappen, wertvollen Energiere Ressourcen, insbesondere in Gebäuden und der Gebäudetechnik, sowie die Nutzung erneuerbarer Energien sind die BINE-Kernthemen. Zu diesen Inhalten vereinen wir vielfältiges Know-how aus Forschung, Technik und Anwendung. Eine Übersicht über unser komplettes Produkt- und Dienstleistungsangebot finden Sie unter www.bine.info. Gerne senden wir Ihnen die Informationen auch zu.

BINE Informationsdienst ist ein Service von FIZ Karlsruhe und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.

Für weitere Fragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Dorothee Gintars, Micaela Münster

BINE Informationsdienst, FIZ Karlsruhe, Büro Bonn

Kaiserstr. 185-197, 53113 Bonn

Tel. 02 28/9 23 79-0, bine@fiz-karlsruhe.de, www.bine.info

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.
ISBN: 978-3-8167-8322-0

ISBN (Print): 978-3-8167-8322-0 | ISBN (E-Book): 978-3-8167-8702-0

Herstellung: Dietmar Zimmermann | Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: DZA Druckerei zu Altenburg GmbH, Altenburg

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB 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. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, -Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by FIZ Karlsruhe, 2009 (Unveränderter Nachdruck 2012)

Verlag und Vertrieb: Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | Telefon (0711) 9 70-25 00

Telefax (0711) 9 70-25 08 | E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de

<http://www.baufachinformation.de>

Hinweis zu den Abbildungen: Soweit nachfolgend keine anderen Quellen genannt werden, stammen die Abbildungen von den Autoren.



1	Einleitung	7
2	Gebäudekonzept	10
2.1	Energieeffizienz – ein neues Architekturkonzept?	10
2.2	Entwurfsprinzipien für passives solares Bauen	12
2.3	Energetische Standards und Berechnungsverfahren	17
3	Raumklima und Raumluftqualität	26
3.1	Bauphysik	26
3.2	Raumluftqualität	31
3.3	Raumlufthygienische Anforderungen an die Lüftung	35
4	Konstruktion	37
4.1	Opake Außenbauteile	37
4.2	Transparente Bauteile	41
4.3	Wärmebrücken	48
4.4	Luftdichtheit und Winddichtheit	54
5	Gebäudetechnik – Lüftung	62
5.1	Lüftungssysteme	63
5.2	Hygienische Anforderungen und Luftwechsel	68
5.3	Komponenten von Lüftungsanlagen	70
5.4	Auslegung und Planungseckdaten	80
5.5	Nutzererfahrungen mit der Lüftungstechnik im Wohnungsbau	84
6	Gebäudetechnik – Restwärmeversorgung und Trinkwassererwärmung	85
6.1	Heizungssysteme	88
6.2	Heizwärmeverteilung	96
6.3	Heizflächen	97
6.4	Regelung	99
6.5	Trinkwassererwärmung	100
6.6	Solarthermie	101
6.7	Kühlung	107
7	Strom	108
7.1	Stromsparen	108
7.2	Dezentrale und regenerative Stromerzeugung	110
8	Nachhaltigkeit	113
8.1	Primärenergie	114
8.2	Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit	119
8.3	Wirtschaftlichkeit – Vereinigung von Ökologie und Ökonomie?	124

9	Beispiele	125
9.1	Standard EnEV 2009: Reihenhäuser im Wohnhof Erlangen-Büchenbach	126
9.2	KfW-40-Standard: Reihenhäuser Veitsbronn	128
9.3	Plusenergiehaus: EFH Erlangen, Dorfmeisterweg 14	130
9.4	Reihenhäuser in Passivbauweise: Stuttgart-Feuerbach	132
9.5	Passivhaus: EFH in Herzogenaurach	134
9.6	Passivhaus: EFH mit Vakuumdämmung in Voggenthal	136
9.7	Passivhäuser: Vier Reihenhäuser in Immenhofen	138
9.8	Passivhaus: EFH in Nürnberg-Fischbach	140
10	Ausblicke	142
11	Zitierte Literatur und Abbildungsnachweis	145
11.1	Zitierte Literatur	145
11.2	Abbildungsnachweis	147
12	Laufende und abgeschlossene Forschungsvorhaben aus der Energieforschung der Bundesregierung	149
13	Weiterführende Literatur	154
13.1	Literatur	154
13.2	CD-ROMs	157
13.3	BINE Informationsdienst	157
14	Autorenangaben	158



Vorwort

Im Wohnungsbau hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten ein Wandel vollzogen. Wurden noch vor zwanzig Jahren Wohngebäude gebaut, die über 150 kWh/m²a an Heizwärme verbrauchten, ist dieser Wert mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) mehr als halbiert worden. Mit der Novellierung der EnEV, die am 01. Oktober 2007 in Kraft getreten ist, hat sich das Anforderungsniveau an die energetische Qualität generell nicht verändert. Dies soll sich jedoch in 2009 ändern. Die EnEV 2009 strebt eine Reduktion des Primärenergiebedarfs in Gebäuden für Heizung und Warmwasser von ca. 30 % an.

Grundprinzip des energiesparenden Bauens ist es, die Wärmeverluste durch eine sehr gute Wärmedämmung, den reduzierten Einfluss von Wärmebrücken sowie durch eine weitgehend luftdichte Gebäudehülle zu verringern. Diese Maßnahmen können durch die passive Nutzung der Sonnenenergie und eine energieeffiziente Haustechnik ergänzt werden. Energiesparende Gebäude lassen sich in Massiv- und Leichtbauweise realisieren und ermöglichen dem Planer zahlreiche Gestaltungsvarianten beim Entwurf.

5

Energiesparendes Bauen kann weit über das Niedrigenergiehaus hinausgehen. Neben dem Niedrigenergiehaus wurden verschiedene Konzepte entwickelt und umgesetzt, wie z. B. Passivhäuser, Nullheizenergiehäuser und Plusenergiehäuser. Die Passivhausbauweise hat zu Gebäuden geführt, die einer Heizung im konventionellen Sinne nicht mehr bedürfen. Es ist ausreichend, die über eine Lüftungsanlage zugeführte Frischluft über die abzuführende Raumluft nachzuheizen, so dass die passiven internen Gewinne zur Raumheizung genutzt werden.

Das vorliegende Buch, das sich an Planer, Investoren, Bauherren und Studierende wendet, stellt viele bauliche und konzeptionelle Möglichkeiten vor, die für energieeffiziente Wohngebäude geeignet sind. Erfahrungen aus Beispielhäusern und die anschauliche Darstellung mit zahlreichen Bildern, Grafiken und Tabellen ermöglichen eine interessante Beschäftigung mit dem Thema des energiesparenden Bauens.

FIZ Karlsruhe
BINE Informationsdienst

