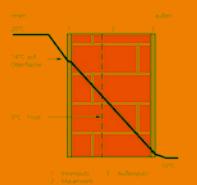
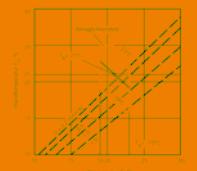
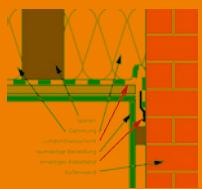
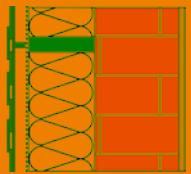


Thomas Königstein



# Ratgeber energiesparendes Bauen und Sanieren

Neutrale Informationen für mehr Energieeffizienz

7., ergänzte und aktualisierte Auflage



Fraunhofer IRB ■ Verlag

# Ratgeber

## Energiesparendes Bauen und Sanieren



**Thomas Königstein**

# Ratgeber Energiesparendes Bauen und Sanieren

*Neutrale Informationen für mehr Energieeffizienz*

7., ergänzte und aktualisierte Auflage

Blottner Verlag Taunusstein  
Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart

## 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 978-3-89367-156-4 (Blottner Verlag)

ISBN 978-3-7388-0370-9 (Fraunhofer IRB Verlag)

7., ergänzte und aktualisierte Auflage

Umschlaggestaltung für Blottner Verlag: Britta Blottner

(Titelbild mit freundlicher Genehmigung der Firma Regnauer Hausbau GmbH & Co. KG, Pollacher Str. 11, 83358 Seebach)

Umschlaggestaltung für Fraunhofer IRB Verlag: Martin Kjer

(Titelbild mit freundlicher Genehmigung der HAAS Fertigbau GmbH, Falkenberg, [www.haas-fertigbau.de](http://www.haas-fertigbau.de))

Lektorat: Britta Blottner, Thomas Altmann

Satz, Layout, Grafiken und Fotos (teilweise von Herstellern): Thomas Königstein, Heilbronn

Grafikgestaltung: Martin Kjer

Druck und Bindung: jetoprint GmbH, 78048 VS-Villingen

Bei diesem Werk handelt es sich um eine inhaltlich identische Gemeinschaftsausgabe von:

© Blottner Verlag GmbH, 2020

An den Freiäckern 9A, D-65232 Taunusstein

Telefon (0 61 28) 2 36 00 ; Telefax (0 61 28) 2 11 80

E-Mail: [blottner@blottner.de](mailto:blottner@blottner.de) ; URL: [www.blottner.de](http://www.blottner.de)

© Fraunhofer IRB Verlag, 2020

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstr. 12, D-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) ; URL: [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

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 der genannten Verlage unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warennamen und Handelsnamen in diesem Werk 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 dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für eigene Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

<b>Vorwort</b>	7	4.2.2	Zwischensparren-Dämmung .....	83
		4.2.3	Aufsparren-Dämmung .....	84
		4.2.4	Kombinations-Dämmung .....	85
<b>1 Behaglichkeit</b>		4.2.5	Unbelüftetes Flachdach .....	85
– Wohlfühlen mit Komfort	8	4.2.6	Oberste Geschossdecke .....	86
1.1 Raumluftqualität	8	4.3	Kellerdecke und Bodenplatte .....	88
1.2 Raumklima	10	4.4	Wärmeschutz – wie viel und was? .....	90
		<b>5 „Atmende Wände?“</b>	94	
<b>2 Bauphysik zum Anfassen</b>	16	<b>6 Wärmebrücken</b>	96	
2.1 Leistung und Verbrauch (kW und kWh)	16	7	<b>Fenster und Türen</b> .....	102
2.2 Temperatur (K)	16	7.1	Fenster-U-Wert ( $U_w$ ) .....	102
2.3 Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	17	7.2	Verglasung .....	104
2.4 Wärmedurchgangskoeffizient: U-Wert [ $W/(m^2K)$ ]	18	7.3	Glas-Abstandhalter .....	105
2.5 Spezifische Wärmekapazität c	20	7.4	Gesamtenergiedurchlassgrad g .....	107
2.6 Wasserdampfdiffusion $\mu$	21	7.5	Fensterrahmen .....	109
		7.6	Fensterarten .....	111
<b>3 Bau- und Wärmedämmstoffe</b>	22	7.7	Rollladen und Co. .....	112
3.1 Mauersteine für die Außenwand	22	7.8	Dachfenster .....	114
3.2 Holzbau und Holzwerkstoffe	27	7.9	Fazit und Empfehlung .....	116
3.3 Wärmedämmstoffe	33	7.10	Türen ( $U_D$ ) .....	118
3.3.1 Nenn- und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	36			
3.3.2 Wärmedämmstoffe im Detail	40	<b>8 Luft- und Winddichtheit</b> .....	119	
3.3.3 Sommerlicher Wärmeschutz	51	8.1	Winddichtung .....	120
3.3.4 Schallschutz	54	8.2	Luftdichtung (Dampfbremse) .....	122
3.3.5 Brandschutz	56	8.3	Der Drucktest (Blower-Door) .....	125
		<b>9 Lüftung</b> .....	129	
4.1 Die Außenwand: Das „falsche“ Hauptthema	63	9.1	Lüften und Energiesparen .....	129
4.1.1 Innendämmung	64	9.2	Fenster-Lüftung (Zufallslüftung) .....	136
4.1.2 Kerndämmung	68	9.3	Kontrollierte (Bedarfs-)Lüftung .....	136
4.1.3 Wärmedämmputz	69	9.3.1	Dezentrale Lüftungsanlagen .....	137
4.1.4 Außendämmung	69	9.3.2	Zentrale Lüftungsanlagen .....	140
4.1.5 Fazit und Empfehlung	77	9.3.3	Fazit und Empfehlung .....	146
4.1.6 Transparente Wärmedämmung	80			
4.2 Dach	82			
4.2.1 Ausgangslage	82			

<b>10 Gebäude-Dämmstandards</b>	147	<b>13 Warmwasser</b>	222
10.1 Gesetzgebung und Politik	148		
10.2 Energetische Gebäudeplanung	152		
10.2.1 Standortplanung	153	<b>14 Thermische Solaranlagen</b>	225
10.2.2 Kompaktheit (A/V-Verhältnis)	154	14.1 Kollektor	226
10.2.3 Potenziale solarer Gewinne	156	14.2 Die Solaranlage – mehr als ein Kollektor	227
10.3 KfW-Effizienzhaus-Standard	158	14.3 Solarspeicher	228
10.4 Passivhaus-Standard	160	14.4 Heizungsunterstützung	231
<b>11 Heizungsanlagen</b>	173		
11.1 Warmwasser-Pumpenheizung	173	<b>15 Anhang</b>	232
11.2 Energieträger	174	15.1 Tabellen/Umrechnungen	232
11.3 Heizkessel	176	15.2 Quellenverzeichnis	235
11.3.1 Heizlastberechnung (Gebäude)	177	15.3 Stichwortverzeichnis	235
11.3.2 Öl- und Gasheizung	181		
11.3.3 Holzheizung	184		
11.4 Abgasleitung/ Kamin/Schornstein	191		
11.5 Braucht wirklich jedes Haus seinen eigenen Kessel?	192	<b>Exkurse</b>	
11.6 Blockheizkraftwerk (BHKW)	194	Radon	9
11.7 Wärmepumpe (WP)	198	Schadstoffarme Planung	14
<b>12 Heizflächen/Wärmeverteilung</b>	204	U-Wert-Berechnung	19
12.1 Rohrnetz (Wärmeverteilung)	204	„Klimakiller“ Beton	25
12.2 Steuerung/Regelung	206	Sinn von Wärmedämmung	35
12.3 Heizflächen	209	Nachhaltiges Bauen	38
12.3.1 Heizlastberechnung (Raum)	209	Alte Bau- und Wärmedämmstoffe	58
12.3.2 Niedertemperatursystem	210	Innen- oder Außendämmung?	67
12.3.3 Kompaktheizflächen (Heizkörper)	210	Wärmedämmung führt zu Schimmel?	78
12.3.4 Flächenheizungen	212	U <sub>w</sub> -Wert-Berechnung	103
12.4 Hydraulischer Abgleich	215	Berechnung Luftwechselrate n (T1)	133
12.5 Umwälzpumpe	219	Berechnung Luftwechselrate n (T2)	146