

Marc Großklos | Margrit Schaede

Gebäude mit Energiegewinn

Schritte zum Energieüberschuss in
Neubau und Bestand



Fraunhofer IRB  Verlag

<https://doi.org/10.51202/9783816796640-1>

Generiert durch IP '18.222.119.227', am '14.05.2024', 06:00:10

Das Erstellen und Weitergeben von Kopien dieses PDFs ist nicht zulässig.

Marc Großklos, Margrit Schaede

Gebäude mit Energiegewinn

Marc Großklos, Margrit Schaede

Gebäude mit Energiegewinn

Schritte zum Energieüberschuss in
Neubau und Bestand

Fraunhofer IRB Verlag

<https://doi.org/10.51202/9783816796640-1>

Generiert durch IP '18.222.119.227', am 14.05.2024, 06:00:10.

Das Erstellen und Weitergeben von Kopien dieses PDFs ist nicht zulässig.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9663-3
ISBN (E-Book): 978-3-8167-9664-0

Umschlaggestaltung: Martin Kjer
Herstellung: Andreas Preising
Satz: Reemers Publishing Services GmbH
Druck: Firmengruppe APPL, aprinta druck GmbH, Wemding

Alle Rechte vorbehalten.

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

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.

Die Inhalte stellen die persönliche Auffassung der Autoren dar.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2016
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 7 11 9 70-25 00
Telefax +49 7 11 9 70-25 08
irb@irb.fraunhofer.de
www.baufachinformation.de

Inhaltsverzeichnis

1	Gebäude mit Energiegewinn – eine umsetzbare Vision?	11
1.1	Der Weg zum Ziel.	15
1.2	Energieüberschuss als Anreiz.	22
1.3	Offene Fragen im Zusammenhang mit Gebäuden mit Energiegewinn.	23
1.4	Der Blick über das Gebäude hinaus.	27
1.5	Von der Kohleheizung zum Energieüberschuss	29
2	Bilanzierung von Gebäuden mit Energiegewinn.	37
2.1	Bewertungsgrößen und Bilanzgrenzen	37
2.2	Weitere Aspekte der Bewertung von Gebäuden mit Energiegewinn.	42
2.3	Bilanzierungsverfahren.	49
2.4	Bewertungsfaktoren für Energieträger.	56
2.5	Interaktion des Gebäudes mit dem elektrischen Netz.	62
2.5.1	Auswirkungen elektrischer Energieerzeugung	64
2.5.2	Auswirkungen elektrischer Verbraucher	69
2.5.3	Bewertungsansätze für den Energieaustausch mit dem Stromnetz	72
2.6	Definitionen und Standards für Gebäude mit Energiegewinn.	73
2.6.1	»Niedrigstenergiegebäude« (Nearly Zero Energy Building – NZEB)	73
2.6.2	Effizienzhaus 40 Plus	74
2.6.3	Netto-Nullenergiehaus	74
2.6.4	Klimaneutrales Gebäude	75
2.6.5	Effizienzhaus Plus: Definition der dena.	76
2.6.6	Aktivhaus.	77
2.6.7	Effizienzhaus Plus: Definition des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)/Zukunft Bau	78
2.6.8	Passivhaus mit Energiegewinn	79
2.6.9	Passivhaus Plus und Passivhaus Premium	79
2.6.10	Sonnenhaus	80
2.6.11	Minergie-A	81
2.6.12	Energieautarkes Haus	82
2.7	Empfehlungen für die Planung von Gebäuden mit Energieüberschuss	82
3	Erster Schritt zum Energieüberschuss – die Reduktion des Energiebedarfs.	89
3.1	Heizenergie	90
3.1.1	Hochwirksamer Wärmeschutz	90
3.1.2	Vermeidung von Wärmebrücken	95
3.1.3	Kompakte Bauweise	97
3.1.4	Luftdichte Gebäudehülle.	98

3.1.5	Kontrollierte, bedarfsgerechte Wohnungslüftung	101
3.1.6	Ausnutzung passiv-solarer Gewinne	103
3.1.7	Hocheffiziente, regenerative Heizung für den Restenergiebedarf	106
3.2	Warmwasserbereitung	106
3.2.1	Trinkwasserhygiene	109
3.2.2	Anlagenarten für die Warmwasserbereitung	112
3.2.3	Effizienzmaßnahmen bei der Warmwasserbereitung	117
3.3	Wärmeverteilung	125
3.4	Haushaltsstrom	130
3.5	Hilfsenergie	141
3.6	Nutzerverhalten	146
4	Zweiter Schritt zum Energieüberschuss – Einsatz regenerativer Energien	153
4.1	Wärmeerzeugung mit regenerativen Energiequellen	157
4.1.1	Wärmepumpen	157
4.1.2	Solarthermie	179
4.1.3	Blockheizkraftwerke	189
4.1.4	Biomassekessel und -öfen	203
4.1.5	Gegenüberstellung der Techniken der Wärmeerzeugung	208
4.2	Thermische Energiespeicher	210
4.3	Stromerzeugung mit regenerativen Energien	217
4.3.1	Photovoltaik	218
4.3.2	Blockheizkraftwerke	231
4.3.3	Klein-Windkraft	235
4.3.4	Gegenüberstellung der Techniken der Stromerzeugung	241
4.4	Elektrische Energiespeicher	242
4.4.1	Kenngößen von Energiespeichern	244
4.4.2	Arten elektrischer Energiespeicher	245
4.4.3	Stationäre elektrische Energiespeicher für Gebäude	252
4.4.4	Auslegung von elektrischen Energiespeichern	258
4.5	Optimierter Anlagenbetrieb	264
4.5.1	Erstellung eines Gesamtkonzeptes für die Anlagentechnik in der Planungsphase	265
4.5.2	Inbetriebnahme	270
4.5.3	Anlagenüberwachung im Gebäudebetrieb	271
5	Einflussgrößen auf den Energiegewinn von Gebäuden	273
5.1	Vorstellung der Modellgebäude Neubau und Bestand	276
5.2	Berechnungsverfahren	282
5.3	Auswirkungen unterschiedlicher Randbedingungen auf die Energiebilanz	284

5.3.1	Einfluss des energetischen Standards des Gebäudes	285
5.3.2	Einfluss der Gebäudegröße – bis zu welcher Größe ist ein Energieüberschuss möglich?	292
5.3.3	Dachformen – Auswirkungen auf die Photovoltaikerzeugung.	295
5.3.4	Photovoltaik-Fassaden	302
5.3.5	Verschattung des Gebäudes.	303
5.3.6	Vergleich unterschiedlicher Anlagenkonzepte	306
5.3.7	Gebäudeausrichtung.	311
5.3.8	Standort und klimatische Bedingungen	314
5.3.9	Einfluss veränderten Nutzerverhaltens	317
6	Beispiele von Gebäuden mit Energiegewinn	321
6.1	Neubau Einfamilienhaus mit Wärmepumpe.	321
6.2	Neubau Einfamilienhaus mit Solarthermie	324
6.3	Neubau Zweifamilienhaus	327
6.4	Sanierung Einfamilienhaus	330
6.5	Neubau Mehrfamilienhaus.	333
6.6	Sanierung Mehrfamilienhäuser.	337
7	Abkürzungsverzeichnis	341
8	Literaturverzeichnis	347
	Stichwortverzeichnis	367

Vorwort

Die Wörter »Gewinn« und »Überschuss« beschreiben einen Ertrag nach Abzug des Aufwandes. Synonym kann auch das Wort »Plus« verwendet werden. Diese Bezeichnungen aus der Finanzwelt werden seit einigen Jahren auch bei besonders innovativen Gebäuden eingesetzt, die in ihrer Energiebilanz einen Ertrag liefern, also mehr Energie produzieren, als sie verbrauchen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie zu jeder Zeit einen Überschuss erzielen, also autark sind. Dennoch bleibt am Ende ein Überschuss, der sich auch finanziell – zum Beispiel als Überweisung vom Stromversorger – in der eigenen Geldbörse positiv auswirken kann.

Eine andere Bedeutung des Wortes Gewinn beschreibt aber auch den gesellschaftlichen Nutzen oder einen ideellen Mehrwert. Auch diese Analogie passt gut zu den Gebäuden, die in diesem Buch beschrieben werden, da sie über die individuellen Vorteile hinaus einen Beitrag zu gesellschaftlichen Zielen leisten können und sollen. Dazu gehört unter anderem die in Deutschland seit dem Jahr 2011 angestoßene Energiewende, die allzu oft nur auf den Bereich der elektrischen Energie und deren Erzeugung reduziert wird. Damit die Energiewende gelingt, müssen jedoch Energieeffizienz und regenerative Energieversorgung gemeinsam umgesetzt werden, ergänzt um die Frage, welcher Komfort tatsächlich benötigt wird. Sowohl für die Energiewende als auch zur Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele, um den weltweiten Anstieg der Treibhausgas-Emission zu begrenzen, können Gebäude mit Energiegewinn mittelfristig einen Beitrag leisten.

Gebäude mit Energiegewinn stellen zwar nicht die einzige Lösung zur Bewältigung der Herausforderungen dar, sie können aber einen Anstoß für die wichtige und erforderliche Weiterentwicklung bei Neubauten und vor allem bei der Sanierung liefern. Denn der größte Teil des Gebäudebestandes, den wir im Jahr 2050 bewohnen werden, ist bereits heute gebaut. Allerdings ist er bei Weitem noch nicht in dem energetischen Zustand, der langfristig zur Erreichung der Energiewende und der Klimaschutzziele erforderlich ist. Neue Konzepte, wie die Gebäude mit Energiegewinn, sind hier ein wichtiger Baustein. Schließlich sind Weiterentwicklungen im Baubereich auch für die Industrie von Interesse. Auch in anderen Ländern werden Konzepte für Gebäude mit Energiegewinn interessiert verfolgt und umgesetzt und können Exportchancen für die Wirtschaft erhöhen.

In den vergangenen Jahren wurden sehr unterschiedliche Begriffe für Gebäude mit Energiegewinn geprägt – z. B. Plusenergiehaus, Effizienzhaus Plus, Aktivhaus – die alle eine ähnliche Zielrichtung aufweisen, jedoch unterschiedlich definiert sind. Die Ansätze unterscheiden sich in ihrer Bilanzgrenze, im Bilanzumfang sowie den eingesetzten Techniken. Das vorliegende Buch will die unterschiedlichen Ideen und Konzepte von Gebäuden mit Energiegewinn vorstellen und Randbedingungen und

Lösungen nicht nur für Neubauten, sondern auch für die Sanierung bestehender Häuser aufzeigen. Die vorgestellten Techniken sind alle am Markt verfügbar, die Konzepte können bereits heute umgesetzt werden. Das Buch konzentriert sich hierbei auf Wohngebäude und behandelt unterschiedliche Gebäudegrößen vom Einfamilienhaus bis hin zum großen Mehrfamilienhaus. Auch bei Nichtwohngebäuden wie Bürogebäuden, Fabriken oder Schulen sind Konzepte zur Erreichung eines Energieüberschusses möglich und auch schon umgesetzt worden. Diese würden jedoch den Rahmen dieses Buches sprengen und werden nicht im Detail erläutert.

Die Idee zu diesem Buch entstand bei Ausarbeitungen der Autoren zu innovativen Gebäuden mit Energiegewinn sowie aus Erfahrungen von konkreten Modernisierungs- und Neubauvorhaben, die sie in den letzten Jahren wissenschaftlich begleitet haben. Hier sind besonders in Frankfurt das Passivhaus mit Energiegewinn Cordierstraße 4 sowie die Sanierung von sieben Mehrfamilienhäusern in der Rotlintstraße 116–128 als CO₂-neutrale-Gebäude zu nennen. Beide Vorhaben wurden vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung unterstützt. Die Autoren möchten sich hierfür beim fördernden Ministerium bedanken. Weiterer Dank gilt Britta Stein und Dr. Falk Auer für die Durchsicht einzelner Kapitel des Manuskripts sowie allen Kollegen im Institut Wohnen und Umwelt für die konstruktive Kritik bei der Erarbeitung dieses Buches und die Bereitschaft, die eigenen Ergebnisse zur Verfügung zu stellen. Ein besonderer Dank gilt Rolf Born, der viele der verwendeten Grafiken erstellt hat.

Das Buch gliedert sich in sechs Hauptkapitel. Zu Beginn werden die Gründe diskutiert, warum und wo Gebäude mit Energiegewinn vorteilhaft sind und aus welcher Motivation sie gebaut werden. Kapitel 2 geht auf die Bilanzierung von Gebäuden mit Energiegewinn ein, stellt unterschiedliche Definitionen vor und leitet Empfehlungen für die Planung und Umsetzung ab. Zuerst sollte der Energiebedarf so weit wie möglich reduziert werden, was in Kapitel 3 beschrieben wird. Anschließend wird in Kapitel 4 dargestellt, wie die Deckung des verbleibenden Energiebedarfs und die Erzeugung eines Überschusses mit der Anlagentechnik zur Nutzung regenerativer Energien erfolgt. Welche Randbedingungen die Energiebilanz eines Gebäudes mit Energiegewinn in welcher Weise beeinflussen und wie ein Überschuss bei unterschiedlichen Gebäudegrößen erreicht werden kann, wird in Kapitel 5 beschrieben. Schließlich folgt in Kapitel 6 die Vorstellung mehrerer realisierter Beispielgebäude, die auch die Bandbreite der umgesetzten Konzepte und die architektonischen Möglichkeiten aufzeigen. Auch in den Kapiteln zuvor wird immer wieder auf diese Beispiele eingegangen.

Wir wünschen Ihnen nun eine spannende Lektüre und viele Anregungen zur Einarbeitung in die Materie, für eigene Bauvorhaben, für die Weiterentwicklung der vorgestellten Ansätze sowie als Diskussionsgrundlage zur Verbreitung nachhaltiger Konzepte.

Darmstadt, Mai 2016