

Öko-Zentrum NRW (Hrsg.)

# Prüfungsfragen für die Qualifizierung zum Gebäude-Energieberater

Wohn- und Nichtwohngebäude

3., aktualisierte Auflage



Öko-Zentrum NRW (Hrsg.)

**Prüfungsfragen für die Qualifizierung  
zum Gebäude-Energieberater**

**Wohn- und Nichtwohngebäude**



Öko-Zentrum NRW (Hrsg.)

# **Prüfungsfragen für die Qualifizierung zum Gebäude-Energieberater**

## **Wohn- und Nichtwohngebäude**

### **3., aktualisierte Auflage**

mit Beiträgen von:

- Jan Karwatzki, Öko-Zentrum NRW
- Volker Beckmann, Öko-Zentrum NRW
- Stephanie Kallendrusch, Öko-Zentrum NRW
- Hans-Dieter Meyer, Ingenieurbüro Meyer
- Dr. Michael Stöhr, B.A.U.M. Consult
- Annette Tönges, Öko-Zentrum NRW
- Jürgen Veit, Öko-Zentrum NRW

Mit freundlicher Unterstützung der Firma Heilmann Software

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](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9112-6

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9113-3

Layout: Dietmar Zimmermann

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Satz: Mediendienstleistungen des Fraunhofer IRB, Stuttgart

Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

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.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2014

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 970-2500

Telefax +49 7 11 970-2508

[irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

---

## Vorwort

Nichts ist so beständig wie der Wandel, insbesondere bei der Energieeinsparverordnung, die nach gut zehn Jahren nun mit der EnEV 2014 bereits zum vierten Mal novelliert wird. Dass nach nur wenigen Jahren mit der vorliegenden Publikation bereits die dritte aktualisierte Auflage der »Prüfungsfragen für die Qualifizierung zum Gebäude-Energieberater« erscheint, hat indes mehrere Gründe. Zum einen war die letzte Auflage vergriffen, was die weiterhin hohe Nachfrage nach Spezialwissen zum Thema Energieberatung widerspiegelt. Zum anderen führt der oben genannte stetige Wandel insbesondere von gesetzlichen Vorgaben und Regelwerken dazu, dass bereits nach etwa drei Jahren erneut ein erheblicher Bedarf bestand, die Fragen und Antworten zu Themen der energetischen Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden zu aktualisieren.

Neben der im Oktober 2013 verabschiedeten Novelle der Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) werden in dieser Auflage auch die geänderte EU-Gebäuderichtlinie (EPBD 2010), die Änderungen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG 2011) sowie die Neuherausgabe der DIN V 18599 von Dezember 2011 berücksichtigt.

Diese Regelungen – insbesondere die EnEV 2014 – bringen zahlreiche Neuerungen mit sich, die in der Praxis umgesetzt werden müssen. Neben neuen Regelungen zum Energieausweis und kleineren Änderungen bei den Nachrüstverpflichtungen, werden die energetischen Anforderungen an Neubauten zum 01.01.2016 weiter um 25 % verschärft. Das kann aber nur der erste Schritt sein, denn bis zu dem von der EU geforderten energetischen Neubaustandard eines »nearly zero energy building« – in der deutschen Übersetzung etwas unglücklich mit »Niedrigstenergiegebäude« bezeichnet – ist es noch ein weiter Weg.

Zugleich lässt sich ein Trend zu mehr Qualität und verstärkter Qualitätssicherung bei der energetischen Bewertung von Gebäuden und der energieeffizienten Umsetzung von Baumaßnahmen beobachten. Ein wichtiger Baustein zu mehr Qualität ist dabei eine verstärkte Aus- und Weiterbildung von Fachleuten, wie sie beispielsweise auch für die Förderprogramme des Bundes gefordert wird.

Der stetige Bedarf nach aktuellem Fachwissen zeigt sich zudem an der großen Zahl von Planern und Handwerkern, die sich in den Lehrgängen und Seminaren des Öko-Zentrums NRW weiterbilden, um sich neue Märkte zu erschließen. Die Anzahl gut ausgebildeter Fachleute – gerade für die energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden – ist immer noch überschaubar. Hier lohnt es sich daher für Bauschaffende besonders, sich mit einer Weiterbildung für die Aufgaben der Zukunft zu rüsten.

Ob Sie nun einen Lehrgang absolvieren, oder sich mit diesem Buch in »Eigenregie« weiterbilden möchten, wir hoffen, Ihnen wertvolle Anregungen und Hilfestellungen zu geben und wünschen Ihnen eine erfolgreiche Prüfung.

Jan Karwatzki, Architekt



---

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Wohngebäude

<b>0</b>	<b>Einleitung Wohngebäude</b> .....	14
<b>1</b>	<b>Energetische Sanierung von bestehenden Gebäuden</b> .....	15
1.1	Wohnkomfort .....	16
1.2	Wirtschaftlichkeit .....	16
1.3	Umwelt .....	16
<b>2</b>	<b>Energie</b> .....	17
2.1	Begriffe und Definitionen .....	17
2.2	Gesetze, Verordnungen und Normen .....	23
<b>3</b>	<b>Bauphysikalische Aspekte für den Altbau</b> .....	35
3.1	Allgemeines .....	35
3.2	Wärmeschutz .....	36
3.3	Wärmedurchgang .....	44
3.4	Sommerlicher Wärmeschutz .....	52
3.5	Luftdichtheit .....	56
3.6	Wärmebrücken.....	57
<b>4</b>	<b>Haustechnik</b> .....	61
4.1	Allgemeines.....	61
4.2	Heizungstechnik.....	61
4.3	Verteilung .....	67
4.4	Warmwasser.....	70
4.5	Raumluftechnische Anlagen .....	74
4.6	Strom .....	77
<b>5</b>	<b>Regenerative Energien</b> .....	79
5.1	Allgemeines.....	79
5.2	Solarthermie .....	79
5.3	Photovoltaik .....	85
5.4	Biomasse .....	89
5.5	BHKW .....	93
5.6	Geothermie.....	95
5.7	Wärmepumpen .....	99

<b>6</b>	<b>Passive Solarenergienutzung im Altbau .....</b>	<b>104</b>
6.1	Allgemeines.....	104
6.2	Fragen zum Themenbereich »Passive Solarenergienutzung im Altbau«.....	105
<b>7</b>	<b>Wärmebrücken, Luft- und Winddichtheit, Baustoffe, Konstruktionen.....</b>	<b>110</b>
7.1	Allgemeines.....	110
7.2	Wärmebrücken.....	110
7.3	Luftdichtheit und Winddichtheit .....	114
7.4	Konstruktionen/Baustoffe .....	121
<b>8</b>	<b>Gebäudetypologie und Rechenprogramme .....</b>	<b>132</b>
8.1	Allgemeines.....	132
8.2	Fragen zum Thema.....	133
<b>9</b>	<b>Energieberatung.....</b>	<b>134</b>
9.1	Allgemeines.....	134
9.2	Vor-Ort-Termin .....	136
9.3	Beratungsbericht.....	137
9.4	Förderung der Energiesparberatung Vor-Ort.....	140

## Teil II

<b>1</b>	<b>Einleitung Nichtwohngebäude .....</b>	<b>145</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Systematik der DIN V 18599 .....</b>	<b>146</b>
2.1	Umrechnung von Einheiten .....	146
2.2	Energetische Bewertung gemäß DIN V 18599 .....	147
2.3	Bilanzgleichung Heizwärmebedarf/Kühlbedarf .....	148
2.4	Nutzungsparameter bei reduziertem Wochenendbetrieb oder in Ferienzeiten.....	149
2.5	Charakteristische Längen und Breiten .....	149
2.6	Ermittlung des beheizten Volumens .....	150
2.7	Abgehängte Decken .....	150
2.8	Berücksichtigung des Sonnenschutzes.....	150
2.9	Angaben zur Windabschirmung .....	151
2.10	Berechnung Schwimmbad mit manuellem Nutzungsprofil.....	151

<b>3</b>	<b>Nichtwohngebäude in der EnEV .....</b>	<b>152</b>
3.1	Definition der »Nettogrundfläche«.....	152
3.2	Luftmengenangabe bei Lüftungsanlagen (EnEV Nachweis).....	152
3.3	Differenzierung Wohn-/Nichtwohngebäude .....	153
3.4	Zonierung von Arztpraxen .....	153
3.5	Vereinfachungen bei der Zonierung.....	154
3.6	Nichtwohngebäude als Einzonenmodell .....	155
3.7	Berücksichtigung des Fensterflächenanteils bei der Zonierung.....	156
3.8	Berücksichtigung einer unbeheizten Zone.....	157
3.9	Berücksichtigung von unbeheizten / ungekühlten Zonen im EnEV-Nachweis .....	158
3.10	Energiekennwerte unbeheizter / ungekühlter Flächen .....	158
3.11	Berücksichtigung von Innenwänden.....	159
3.12	Solltemperaturen von 21 °C in Nichtwohngebäuden.....	160
3.13	Einteilung der Zonen nach Beleuchtungskriterien.....	160
3.14	Berücksichtigung der vorhandenen Anlagentechnik bei Gebäudeerweiterung ....	161
3.15	Ausstellung eines Energieausweises für Altbau mit Neubauerweiterung .....	161
3.16	Definition »beheizte Räume«.....	162
3.17	RLT-Anlage nur mit Kühlfunktion, ohne Heizung .....	162
3.18	Nutzungsstunden für Beheizung und Kühlung.....	162
3.19	Server-/ EDV-Räume in Schulgebäuden .....	163
3.20	Kühlung – vereinfachtes Verfahren nach EnEV .....	164
3.21	Änderung der Nutzungsrandbedingungen .....	164
3.22	Halle (>50 m <sup>2</sup> ) mit Raumsolltemperatur unter 19°C.....	165
3.23	Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes bei nicht konditionierten Räumen .....	165
<b>4</b>	<b>Gebäudesubstanz/ Bauphysik .....</b>	<b>166</b>
4.1	Abhängigkeit des $F_x$ -Wertes vom Wärmeschutz der Bodenplatte .....	166
4.2	Berücksichtigung der Randdämmung von Bodenplatten.....	168
4.3	Ermittlung des $F_x$ -Wertes bei Teilbereichen von Bodenplatten .....	168
4.4	Hinweise zur DIN 13370 und zum unteren Gebäudeabschluss.....	169
4.5	Anforderungen an Bodenplatten nach EnEV 07/09 .....	169
4.6	Wärmebrückenzuschlag bei ans Erdreich grenzenden Bauteilen.....	170
<b>5</b>	<b>Bewertung der Beleuchtung .....</b>	<b>173</b>
5.1	Bedeutung des Tageslichtversorgungsfaktors .....	173
5.2	Energetische Bewertung der Beleuchtung .....	176
5.3	Ermittlung von Verschattungswinkeln .....	178

<b>6</b>	<b>Energetische Bewertung der Anlagentechnik für Heizung.....</b>	<b>179</b>
6.1	Energetische Bewertung der Anlagentechnik (Heizung).....	179
<b>7</b>	<b>Energetische Bewertung der Anlagentechnik für Kühlung .....</b>	<b>180</b>
7.1	Energetische Bewertung der Anlagentechnik (Kühlung) .....	180
7.2	Gekühlter Serverraum mit Split-Gerät.....	181
7.3	Kälteerzeugung mit Pufferspeicher → Simulation?.....	182
7.4	Statische Kühlung über Wärmepumpe.....	183
7.5	Adiabatische Kühlung.....	183
<b>8</b>	<b>Energetische Bewertung von Pumpen .....</b>	<b>184</b>
8.1	Geregelte und ungeregelte Pumpen .....	184
8.2	Verteilerkreis Heizung – Pumpe.....	184
8.3	Wärmepumpe: Bivalenzpunkt und Einsatzgrenze?.....	185
<b>9</b>	<b>Dampfbefeuchtung.....</b>	<b>186</b>
9.1	Arten der Dampfbefeuchtung .....	186
<b>10</b>	<b>Energetische Bewertung von Lüftung und Lüftungsanlagen.....</b>	<b>189</b>
10.1	Thermisch konditionierte Zuluftanlagen .....	189
10.2	Lüftung und Fenster.....	189
10.3	Berücksichtigung des Luftaustauschs mit angrenzenden Zonen.....	189
<b>11</b>	<b>Energetische Bewertung der Warmwasserbereitung .....</b>	<b>190</b>
11.1	Energetische Bewertung der Warmwassererzeugung .....	190
11.2	Ermittlung von Leitungslängen .....	190
11.3	Ermittlung des Warmwasserbedarfs .....	191
<b>12</b>	<b>Energetische Bewertung von regenerativen Energien .....</b>	<b>192</b>
12.1	Solare Heizungs- bzw. Trinkwarmwassererwärmung .....	192
12.2	Spitzenlast-Kälte-/Wärmeerzeuger berücksichtigen .....	192
12.3	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Wärmepumpe .....	193
<b>13</b>	<b>Energetische Bewertung von Blockheizkraftwerken und Kraft-Wärme- Kopplungsanlagen.....</b>	<b>194</b>
13.1	Energetische Bewertung von Blockheizkraftwerken und Kraft-Wärme- Kopplungsanlagen .....	194
<b>14</b>	<b>Energiekennwerte .....</b>	<b>195</b>
14.1	Gas-Zentralheizung – Endenergie höher als Primärenergie.....	195

---

14.2	Gravierende Abweichung zwischen Nutzenergie und Endenergie.....	196
14.3	Berechnung der Nutzenergie ohne Eingabe der Anlagentechnik.....	196
<b>15</b>	<b>Übungen .....</b>	<b>197</b>
15.1	Übung 1 – Übergabe .....	197
15.2	Übung 2 – Verteilung .....	198
15.3	Übung 3 – Speicher + Wärmeerzeugung .....	198
15.4	Übung 4 – Beispielgebäude .....	199
15.5	Musterlösung der Übungsaufgabe zur DIN V 18599.....	205
<b>16</b>	<b>Fragen zur Übung 4.....</b>	<b>216</b>
16.1	Auswahl Gas-Brennwertkessel verbessert .....	216
16.2	Auswahl Geometriewerte für Warmwasserbereitung.....	216
16.3	Auswahl Baualterklassen der Leitungen.....	216
16.4	Auswahl Lage der Rohrabschnitte.....	217
16.5	Berücksichtigung unbeheizter Bereiche nach EnEV .....	217
16.6	Bestimmung des Bruttovolumens .....	217
16.7	Bestimmung des Nettovolumens.....	218
16.8	Eingabe der charakteristischen Länge und Breite .....	218
16.9	Berücksichtigung der Randdämmung der Bodenplatte .....	218
16.10	Unterschied zwischen Einzel-, Gruppen- und Großraumbüro .....	218
16.11	Zonierung bei Räumen mit Sonnenschutz .....	219
16.12	Berücksichtigung von Flächen kleiner 3% der Gesamtfläche .....	219
16.13	Berücksichtigung des Warmwasserbedarfs in Übung 4 .....	220
16.14	Berücksichtigung der Zuluft von WC-Räumen.....	220
16.15	Bilanzierung der Energie für Beleuchtung bei unbeheizten Räumen .....	221
	<b>Sachregister .....</b>	<b>222</b>



## Teil I

# Wohngebäude

0	Einleitung Wohngebäude .....	14
1	Energetische Sanierung von bestehenden Gebäuden.....	15
2	Energie.....	17
3	Bauphysikalische Aspekte für den Altbau .....	35
4	Haustechnik .....	61
5	Regenerative Energien.....	79
6	Passive Solarenergienutzung im Altbau .....	104
7	Wärmebrücken, Luft- und Winddichtheit, Baustoffe, Konstruktionen .....	110
8	Gebäudetypologie und Rechenprogramme .....	132
9	Energieberatung .....	134

---

## 0 Einleitung Wohngebäude

Umfassende und qualifizierte Energieberatungen stellen für Eigentümer von Wohngebäuden eine wertvolle Entscheidungsgrundlage für eine Gebäudesanierung dar, denn hier ist eine systematische Vorgehensweise unerlässlich. Dabei bedeutet das systematische Vorgehen für den Energieberater nicht, dass alle Gebäude nach »Schema F« beurteilt werden sollen. Maßnahmen zur Sanierung von Bestandsgebäuden sind individuell und objektspezifisch zu entwickeln. Fast immer sind daher bereits vom Berater neben den Energiefragen auch weitere Sanierungsziele mit zu berücksichtigen. Dies erfordert gut ausgebildete Fachleute, die sowohl den Gebäudebestand treffend beurteilen als auch die daraus folgenden Sanierungsempfehlung für den Beratungsempfänger anschaulich darstellen können.

In diesem Sinn sind die Fragen in den folgenden Kapiteln nach einer Prioritätenliste aufgebaut, bei der die Beurteilung des Gebäudes an erster Stelle steht. Die nachfolgenden Kapitel beinhalten Fragen zu vertiefenden Themen wie Bauphysik und Baukonstruktion. In der Praxis ist dieses Hintergrundwissen unerlässlich, um sowohl den Bestand als auch die Sanierungsmaßnahmen aus allen Blickwinkeln beurteilen zu können.

Mit den Fragen und Antworten in diesem Buch erhalten die Teilnehmer von Energieberaterlehrgängen nicht nur eine gute Prüfungsvorbereitung sondern gleichzeitig auch Hinweise für die Durchführung von Energieberatungen vor Ort. Energetische und wirtschaftliche Ziele gehören ebenso zum ganzheitlichen Beratungs- und Planungsansatz, wie die Umsetzung eines erhöhten Wohnkomforts. Dazu gibt dieses Buch im Teil I Anregungen und Hilfestellung für die Prüfung zum Gebäudeenergieberater für Wohngebäude.

---

# 1 Energetische Sanierung von bestehenden Gebäuden

Die Steigerung von Energieeffizienz und Energieeinsparung ist eines der wichtigsten Themen in der Energiepolitik. Ein zentrales Anliegen ist hierbei der Altbaubestand, in dem noch erhebliche Energieeinsparungen realisiert werden können.

Mit einer Reihe von Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben soll der Klimaschutz vorangetrieben werden. So setzen die Energieeinsparverordnung, der Energieausweis für bestehende Gebäude und die erweiterten Finanzierungsmöglichkeiten für energetische Sanierungsmaßnahmen im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms der KfW umfangreiche Anreize für zusätzliche Bemühungen.

In Zeiten hoher Energiepreise bedeutet eingesparte Energie für jeden Einzelnen auch eine fühlbare Kostenersparnis. Das Förderprogramm »Vor-Ort-Beratung« vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) ermöglicht Haus- und Wohnungseigentümern, die energetischen Einsparpotenziale in ihren Gebäuden mit Hilfe von anerkannten Energieberatern aufzudecken.

Die Aufgabe der unabhängigen Berater ist es, individuelle, auf das Gebäude zugeschnittene Maßnahmenpakete zur Verringerung des Energieverbrauchs vorzuschlagen und dabei die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen mit zu berücksichtigen. Der daraus erstellte Beratungsbericht dient dem Beratungsempfänger als Grundlage für Sanierungsplanungen und Investitionsentscheidungen.

Für viele Menschen ist der Bau oder der Erwerb einer Immobilie die größte Investition in ihrem Leben. Durch diese finanziellen Belastungen ist der Eigenheimbesitzer oft über Jahrzehnte an sein Objekt gebunden. Neben der Wirtschaftlichkeit beim Kauf einer gebrauchten Immobilie spielen auch die Kosten für die Nutzung des Gebäudes eine große Rolle. Die Werterhaltung und ein hoher Wohnkomfort gehören deshalb zu den wesentlichen Zielen der Altbausanierung. Aus diesem Grund legen gut informierte Bauherren immer mehr Wert auf hochwertige Bauausführung und auf energiesparende Haustechnik.

Um steigenden Heizkosten entgegen zu wirken, werden auch in der Altbausanierung zunehmend energieeffiziente Bauweisen umgesetzt. Investitionen zur Senkung des Energieverbrauchs machen sich gerade bei steigenden Energiepreisen bezahlt. Energiebewusstes Sanieren bringt mehr Behaglichkeit als eine konventionelle Bestandserhaltung und ist gleichzeitig, bei der Auswahl sinnvoller Maßnahmenkombinationen, wirtschaftlich und klimaschonend.

## 1.1 Wohnkomfort

Energetische Sanierungen von Altbauten bewirken ein angenehmeres und gesünderes Raumklima:

- Höhere Oberflächentemperaturen an den Innenseiten der Außenbauteile und somit mehr Behaglichkeit bei geringeren Raumlufttemperaturen.
- Verminderte Schimmelpilzgefahr durch Veränderung der bauphysikalischen Verhältnisse bei Einzelmaßnahmen.
- Weniger Zugerscheinungen durch undichte Fugen und Bauteilanschlüsse.
- Mehr Licht und solare Wärmegewinne durch Optimierung der Fenstergrößen im Zusammenhang mit der Sanierungsplanung.
- Bessere Raumluftqualität durch den Einbau von Lüftungsanlagen zur Feuchteabfuhr und, in Verbindung mit Pollenfiltern, auch die Senkung des Allergierisikos.

## 1.2 Wirtschaftlichkeit

Die finanzielle Belastung, die mit einer Sanierungsentscheidung immer einher geht, ist für viele Besitzer und Käufer von Immobilien ein wesentliches Entscheidungskriterium. Neben der Finanzierung der Baukosten oder des Kaufpreises sind somit auch unbedingt die regelmäßig anfallenden Energiekosten zu berücksichtigen. Investitionen in eine verbesserte Wärmedämmung oder in die Nutzung regenerativer Energien wie z. B. einer solarthermischen Anlage können die Nebenkosten in der Zukunft wesentlich senken.

## 1.3 Umwelt

Raumheizung und Warmwasser verbrauchen etwa ein Drittel des gesamten Primärenergiebedarfs in der Bundesrepublik, wobei die privaten Haushalte die größten Verbraucher sind. Das übergeordnete Ziel von Energieeinsparungen in diesen Bereichen ist die Schonung der endlichen Ressourcen und der Umwelt.

---

## **2 Energie**

Energie, Energieträger und die Umwandlung von Energie sind physikalische Grundbegriffe und Prozesse, die auch im Betrieb von Gebäuden eine entscheidende Rolle spielen. Für Energieberater ist es daher unumgänglich, die verschiedenen Begriffe und Zusammenhänge zu verstehen, um dieses Wissen in der eigenen Tätigkeit umsetzen zu können.

### **2.1 Begriffe und Definitionen**

Im folgenden Kapitel werden Prüfungsfragen zum Themenbereich Energie dargestellt.

### **2.1.1 Wie definiert man Energie?**

Energie ist die Fähigkeit eines Systems äußere Wirkung hervorzurufen. Einfacher ausgedrückt kann auch gesagt werden: Energie ist die Fähigkeit »Arbeit« zu verrichten.

### **2.1.2 Definieren Sie den Begriff Primärenergie:**

Energie, die noch keiner technischen Umwandlung unterworfen wurde z.B. Wasserkraft, chemische Energie im Erdöl, Erdgas, Kohle und Holz, mechanische Energie des Windes oder Strahlungsenergie der Sonneneinstrahlung. Primärenergie ist die Energieform, wie sie vor der ersten Umwandlung durch den Menschen vorliegt.

### **2.1.3 Was versteht man unter dem PEI?**

Primärenergieindex (PEI), unter dem PEI versteht man den Energieverbrauch für die Herstellung eines Produktes, d.h. den Energieverbrauch für die Herstellung der Ausgangsstoffe und die Herstellung des Produktes sowie den Transport zuzüglich des indirekten Energiebedarfs für die Errichtung der Produktionsstätten.

### **2.1.4 Wie groß ist bei der Erzeugung von elektrischer Energie der Anteil an Primärenergie, der ungenutzt als Wärme entweicht?**

Bei der Erzeugung von elektrischer Energie aus nicht erneuerbaren Energieträgern entweicht mehr als die Hälfte der Primärenergie ungenutzt als Wärme in die Umgebung. Dies liegt zunächst daran, dass Wärmekraftmaschinen, auf Grund des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik, die in Form von Wärme (bei einigen 100 °C) vorliegende Primärenergie nicht vollständig in mechanische Energie bzw. Strom umwandeln können. Im Mittel kommen die Kraftwerke, die Strom in Deutschland erzeugen, nur auf einen Wirkungsgrad von etwa 40%. Da die nicht in Strom umwandelbare Wärme bei den überwiegend eingesetzten Großkraftwerken im Gegensatz zu Blockheizkraftwerken nicht vor Ort genutzt werden kann, bleiben also ca. 60% der Primärenergie ungenutzt.

### **2.1.5 Definieren Sie den Begriff Sekundärenergie:**

Energie, nach der ersten Umwandlung vom Rohstoff in eine nutzbare Form, z. B. Strom nach der Umwandlung im Wasserkraftwerk, Windkraftwerk oder Atomkraftwerk, Benzin nach der Raffinerie, Gas nach der Entschwefelung.

### 2.1.6 Wodurch unterscheiden sich Arbeit und Leistung?

Die Arbeit  $W$  (von engl. work) ist im Rahmen der Physik eine Energiemenge  $E$ , die von einem System in ein anderes System übertragen wird. Diese Übertragung erfolgt in der klassischen Mechanik durch das Wirken einer Kraft entlang eines Weges. Die abgeleitete SI-Einheit der Arbeit ist das Joule (J), welches in SI-Einheiten

$$J = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

entspricht.

Arbeit wird auch in kWh angegeben. Ein Joule entspricht einer Wattsekunde. Eine Kilowattstunde sind 3 600 000 Joule.

Die Leistung  $P$  (von engl. power) wird in der Physik durch den Quotienten aus verrichteter Arbeit  $\Delta W$  bzw. der dafür aufgewendeten Energie  $\Delta E$  und der dazu benötigten Zeit  $\Delta t$  definiert:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Die Leistung wird in Watt oder Kilowatt angegeben.

### 2.1.7 Was ist unter dem Begriff »Heizwärmebedarf« zu verstehen?

Der Heizwärmebedarf steht für die Energiedienstleistung »warmer Raum« zur Raumbeheizung, wird in kWh/a berechnet und für Vergleichszwecke auf einen Quadratmeter Nettogrund- bzw. wohnfläche bezogen. Damit ist der Heizwärmebedarf in kWh/(m<sup>2</sup>a) die Energiekennzahl für den Vergleich von Dämmstandards.

### 2.1.8 Wie unterscheidet sich der Heizwärmebedarf vom Heizenergiebedarf?

Während der Heizwärmebedarf (als Nutzenergiebedarf) eine Energiedienstleistung bezeichnet, beschreibt der Heizenergiebedarf (als Endenergiebedarf) die Energie vor der letzten Umwandlung – also den messbaren, zu bezahlenden Energiebedarf am jeweiligen Übergabepunkt.

### **2.1.9 Wie ist das prinzipielle Vorgehen bei der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831?**

Im 1. Schritt wird raumweise vorgegangen. Bezogen auf die meteorologischen Daten des Gebäudestandorts werden für jeden (beheizten) Raum zunächst die Norm-Wärmeverluste berechnet. Dazu werden zwei Anteile ermittelt: Die Norm-Transmissionswärmeverluste und die Norm-Lüftungswärmeverluste. Im 2. Schritt werden die beiden Verluste des beheizten Raums addiert. Dazu kommt ein weiterer Wert für die Aufheizleistung (zusätzliche Leistung für den Ausgleich bei unterbrochener Beheizung). Dies ergibt die Norm-Heizlast des Raums zur Auslegung der Heizfläche. Im 3. Schritt wird zur Auslegung des Wärmeerzeugers die Norm-Heizlast des Gebäudes errechnet. Diese setzt sich aus der Summe der Norm-Heizlasten aller beheizten Räume zusammen.

### **2.1.10 Welcher Heizwärmebedarf in kWh/a je m<sup>2</sup> beschreibt welchen Gebäude-dämmstandard?**

- <15 kWh/a → Passivhaus
- 15–40 kWh/a → Niedrigenergiehaus
- 40–80 kWh/a → Neubaustandard
- +/- 180 kWh/a → Altbau

### **2.1.11 Welcher Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch wird in den westlichen Industriestaaten für Raumwärme eingesetzt**

Etwa 40% des gesamten Primärenergiebedarfs wird in den westlichen Industriestaaten für Raumwärme eingesetzt.

### **2.1.12 Definieren Sie den Begriff Nutzenergie:**

Energie, wie sie vom Endverbraucher genutzt bzw. gebraucht wird: z. B. Wärme, die der Heizkörper abgibt, Kraft (Auto), Licht (Leuchte), Schall (Radio), Kälte (Kühlschrank). Nutzenergie ist die Energie nach der letzten technischen Umwandlung.

**2.1.13 Welche Techniken werden zur Optimierung der Energieeffizienz eines Gebäudes und zum Erreichen eines geringen Heizwärmebedarfs angewandt?**

- kompakte Gebäudeform
- optimale Nord-Südausrichtung
- gute Wärmedämmung der Außenwände
- Wärmeschutzverglasung
- Vermeidung von Wärmebrücken
- luftdichte Gebäudehülle.

**2.1.14 Mit einer energetischen Sanierung eines Altbaus den Passivhausstandard zu erreichen, erfordert einige Mühe. Welche Dämmstandards (Dämmstoffstärken) sind bei den üblicherweise eingesetzten Dämmstoffen für ein Passivhaus (Heizwärmebedarf unter 15 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr) im Außenwand, Dach- und Kellerbereich notwendig? Welche mindest U-Werte müssen Fenster in Passivhäusern erreichen?**

- Außenwand und Dach je nach Material und Aufbau 30–40 cm Dämmstoffstärke
- Keller über 10 cm Dämmstoffstärke
- $U_w$ -Wert des Fensters darf nicht über 0,8 W/m<sup>2</sup>K liegen

**2.1.15 Definieren Sie den Begriff Endenergie:**

Energie, wie wir sie zur Nutzung erwerben und Vor-Ort zur Verfügung haben: z. B. Strom, Benzin, Gas, Kohle, Heizöl. Die Endenergie entspricht der Energiemenge, die bezahlt werden muss.

### **2.1.16 Welche Schwierigkeiten können bei der Sanierung eines Altbaus zum Passivhausstandard auftreten?**

- Wärmebrücken wie z. B. auskragende Bauteile können oft nicht entschärft werden.
- Bei nicht unterkellerten Gebäuden kann nachträglich keine ausreichende Dämmung der Bodenplatte vorgenommen werden.
- Wird bei einem unbeheizten Keller eine Kellerdeckendämmung vorgenommen, sind oft die Aufbauhöhen nicht ausreichend.
- Es können Grundrissveränderungen erforderlich werden, um über Fensterflächen solare Energiegewinne nutzen zu können.
- Viele bestehende Gebäude haben ein ungünstiges A/V-Verhältnis.
- Installationswege für Lüftungskanäle zur Wärmerückgewinnung lassen sich oft nachträglich nicht unterbringen.
- Besonders in Fachwerkhäusern oder Gebäuden mit Holzbalkendecken kann die luftdichte Ebene nachträglich kaum eingebracht werden.
- Photovoltaik oder die solarthermische Nutzung hängt vom Gebäudestandort und den Umgebungsbedingungen ab, die bei einer Sanierung üblicherweise nicht verändert werden.

### **2.1.17 Warum ist es auch sinnvoll, Energieeinsparungen auf Primärenergieniveau (anstelle von Einsparungen auf Nutzenergieniveau) zu forcieren?**

Je nach Energieträger gehen bis zu 60 % der Primärenergie im Laufe des Umwandlungsprozesses verloren.