

Energetische Bewertung von Bestandsgebäuden

Arbeitshilfe für die Ausstellung von Energiepässen

**Deutsche Energie-Agentur GmbH
Energieeffizienz im Gebäudebereich**

Chausseestraße 128a, 10115 Berlin

Tel.: 030 – 726 16 56 – 60

Fax: 030 – 726 16 56 – 99

02.11.2004

Inhalt

1	<u>Zu dieser Arbeitshilfe</u>	3
2	<u>Energiebilanz-Schema</u>	4
3	<u>Datenermittlung und Berechnungsverfahren</u>	5
4	<u>Bilanzverfahren Gebäude</u>	7
5	<u>Bilanzverfahren Anlagentechnik</u>	10
6	<u>Nutzungsdaten</u>	15
7	<u>Klimadaten</u>	17
8	<u>Pauschalwerte für die Gebäudedaten / Bauteilkatalog</u>	19
9	<u>Pauschalwerte für die Anlagendaten / Anlagenkatalog im Kurzverfahren</u>	26
Anhang 1	<u>Randbedingungen für die Energieberatung</u>	31
Anhang 2	<u>Quellen und Literaturhinweise</u>	32
Anhang 3	<u>Tabellenwerte für die Berechnung des Primärenergiebedarfs und der CO₂-Emissionen</u>	33

Impressum

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Energieeffizienz im Gebäudebereich

Chausseestraße 128a, 10115 Berlin

Tel.: 030 – 726 16 56 – 60

Fax: 030 – 726 16 56 – 99

www.deutsche-energieagentur.de

inhaltliche Erarbeitung und Gestaltung:

Tobias Loga, Nikolaus Diefenbach, Rolf Born
Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt

1 Zu dieser Arbeitshilfe

Zielsetzung

Der Energiepass der dena ist ein bundesweit einheitliches Instrument zur Bewertung des Energiebedarfs für Raumheizung und Warmwasserbereitung von Wohngebäuden oder überwiegend zu Wohnzwecken genutzten Gebäuden. Wesentliche Bestandteile sind ein Klassifizierungssystem zur Einstufung der energetischen Gebäudequalität sowie ein marktgerechtes, ansprechendes Label.

Innerhalb des im Herbst 2003 gestarteten Feldversuchs wird das Konzept am Markt getestet und an Hand der gewonnenen Praxiserfahrung optimiert werden. Die Bundesregierung will die Erfahrungen bei der Umsetzung der EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ in nationales Recht einbeziehen.

Die Durchführung des Feldversuchs ist im Dokument „Energiepass für Gebäude – Pflichtenheft für den Feldversuch 2003-2004“ [dena 2003]/[dena 2004] im Detail geregelt. Die vorliegende Broschüre baut inhaltlich auf dem Pflichtenheft auf und richtet sich an die Aussteller der Energiepässe. Sie stellt diesen eine Reihe von neu erarbeiteten Hilfsmitteln zur Verfügung, die bei der Berechnung der Gebäudeenergiebilanz und Ausstellung des Energiepasses eingesetzt werden können. Die Tabellenwerte werden vom Aussteller in die zur Verfügung gestellte Software eingegeben.

Einordnung – Bezug zur EnEV und zu den geltenden Normen

Liegt für ein Gebäude ein gemäß den Vorschriften der geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV) bzw. der Wärmeschutzverordnung 1995 (WSchVO '95) geführter Nachweis vor, so können die darin bestimmten Kennwerte direkt für die Energiepass-Erstellung genutzt werden. Dies gilt allerdings nur für Gebäude, die die entsprechenden Anforderungen (EnEV §3 bzw. §8(2)) einhalten.

Für alle anderen Gebäude liefert die vorliegende Broschüre die notwendigen Vorgaben und Hilfsmittel, um einen Nachweis durchzuführen.

Die Randbedingungen orientieren sich weitgehend an denen des EnEV-Nachweises. Diese Vorgabe der dena soll gewährleisten, dass die Aussagen für Bestandsgebäude und Neubauten zueinander kompatibel sind und im gleichen Schema bewertet werden können. Sie sind jedoch nur als vorläufige Festsetzungen und nicht als abschließende Regelungen zu betrachten. Die Evaluation des Energiepass-Feldversuches soll u. a. klären, welche Ungenauigkeiten sich aus den verschiedenen Berechnungsverfahren ergeben und wie groß die Differenzen zwischen den berechneten Werten und dem gemessenen Verbrauch sind. Diese Erfahrungen sollen auch in die Erarbeitung der neuen DIN 18599 (Energetische Bewertung von Gebäuden) einfließen, die die Umsetzung der EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ in Deutschland regeln wird.

Die im Pflichtenheft (Anlage 6) dargestellten Kenndaten für Heizungsanlagen im Bestand basieren auf folgenden Quellen: Kenndaten Wärmerezeuger inkl. Hilfsenergie: Entwurf [DIN V 4701-12 Blatt 1]; Kenndaten Wärmeverteilung und -speicherung: [IWU 2002b]. Diese Daten sind auch Grundlage für die in Abschnitt 9 dargestellte summarische Bewertung von Bestands-Heizungsanlagen.

Wenn in der vorliegenden Arbeitshilfe nicht anders vermerkt, ist bei einem m²-Bezug der Kennwerte immer die „Gebäudenutzfläche“ A_N nach EnEV gemeint. Da diese mit einem festen Faktor aus dem Gebäudevolumen hergeleitet wird, handelt es sich lediglich um eine fiktive Größe. Sie kann im Einzelfall erheblich abweichen von der nach DIN 277 ermittelten Nutzfläche eines Gebäudes und auch von der nach 2. Berechnungsverordnung, bzw. nach der Wohnflächenverordnung ermittelten Wohnfläche. Für durchschnittliche Wohngebäude ist A_N etwa 25% größer als die Wohnfläche – für im Bestand anzutreffende Gebäude mit Raumhöhen über 3 m kann A_N sogar

größer als die gesamte Bruttogeschossfläche werden. Um einen Vergleich mit z.B. im Rahmen der Heizkostenabrechnung bestimmten Verbrauchskennwerten zu ermöglichen, wird daher der berechnete Endenergiebedarf im dena-Energiepass zusätzlich auf die beheizte Wohnfläche bezogen. Wohnflächenbezogene Kennwerte werden in dieser Broschüre immer explizit als solche gekennzeichnet.

2 Energiebilanz-Schema

Im Rahmen der Energiepass-Erstellung erfolgt die Berechnung des Gebäudeenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser in mehreren Stufen.

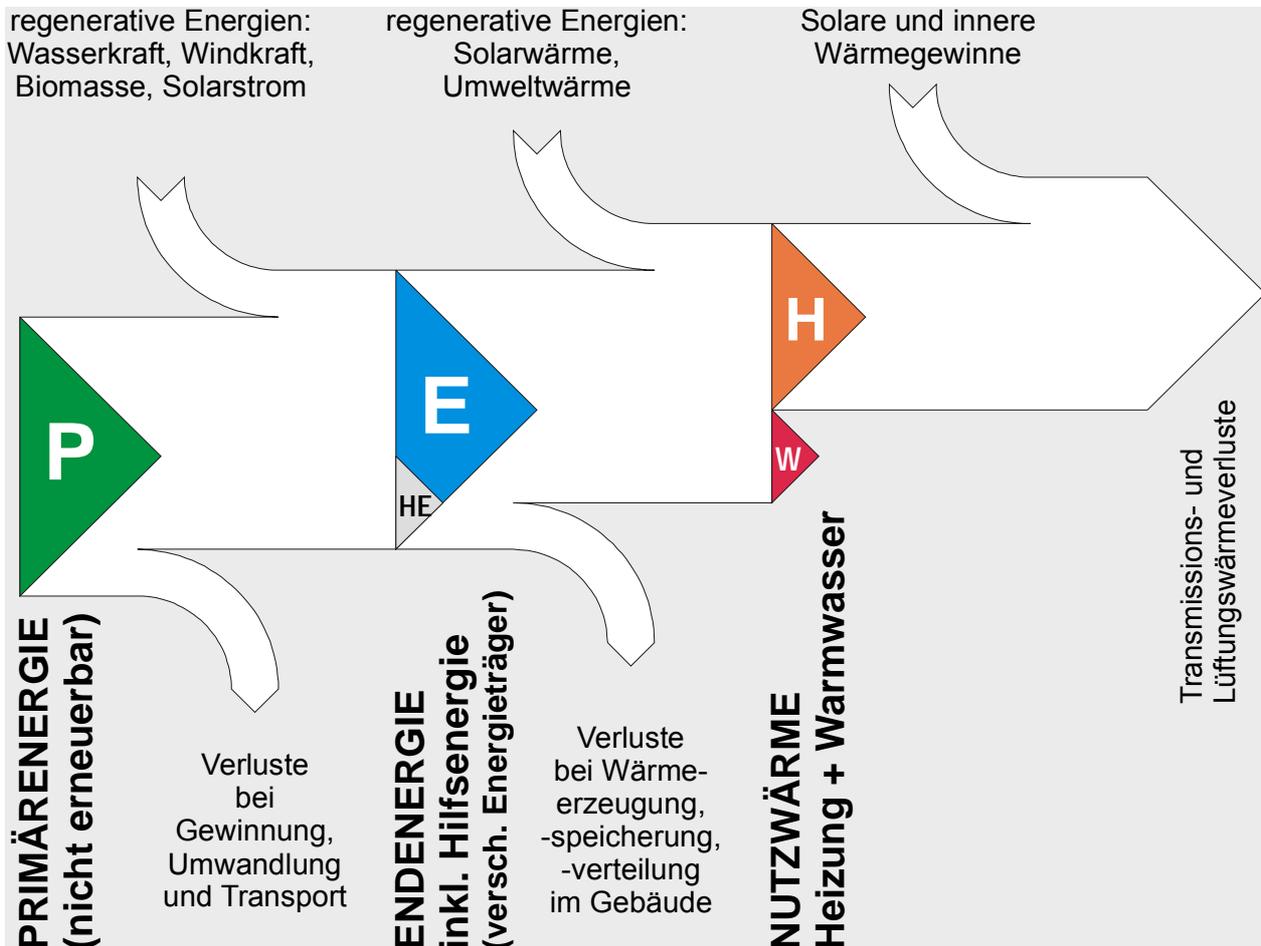
Zunächst wird der Bedarf an Nutzwärme bestimmt. Aus der Differenz zwischen den in der Heizperiode auftretenden Wärmeverlusten und den solaren und inneren Wärmegewinnen ergibt sich der Heizwärmebedarf des Gebäudes (Wärmestrom „H“ in Bild 1). Diese Berechnung kann alternativ für alle 12 Monate des Jahres (Monatsbilanz) oder einmal für die Länge der Heizperiode (Heizperiodenbilanz) durchgeführt werden. Im Fall der Warmwasserbereitung entspricht die Nutzwärme dem Wärmeinhalt des an den Warmwasser-Zapfstellen entnommenen Wassers (Wärmestrom „W“ in Bild 1).

Werden zum Nutzwärmebedarf die bei der Bereitstellung der Wärme im Gebäude entstehenden Wärmeverluste addiert und die aus der Umwelt mittels Solaranlagen oder Wärmepumpen entnommenen Wärmemengen abgezogen, so erhält man den Endenergiebedarf (Energiestrom „E“ in Bild 1). Er entspricht der Menge des jeweiligen Energieträgers, die von einem Energieversorger bezogen wird (z. B. Erdgas, Heizöl, Holz, Strom, Fernwärme usw.). Dies ist die für den Verbraucher interessante Größe: Mit dem jeweiligen Energieträger-Preis multipliziert können aus dem Endenergiebedarf direkt die jeweiligen Kosten für Heizung und Warmwasserbereitung bestimmt werden. Zur Bestimmung des Endenergiebedarfs gehört auch die Bilanzierung des Strombedarfs für den Betrieb von Pumpen, Brennern, Regelungen etc., der als Hilfsenergiebedarf bezeichnet wird (Energiestrom „HE“ in Bild 1).

Bis zur Bereitstellung der Energieträger muss auch ein energetischer Aufwand (Gewinnung, Umwandlung und Transport) getrieben werden, der im Primärenergiebedarf mit verbucht wird (Energiestrom „P“ in Bild 1). Der Primärenergiebedarf gemäß Definition DIN V 4701-10 umfasst dabei allein den Bedarf an nicht-erneuerbaren Energieträger.

Im Rahmen des dena-Energiepasses werden darüber hinaus die durch Beheizung und Warmwasserbereitung verursachten Kohlendioxid-Emissionen ermittelt. Es handelt sich dabei um die bei der Verbrennung fossiler Energien freiwerdende Menge an klimaschädlichen Gasen. Die Emissionen werden in CO₂-Äquivalent angegeben. Darin werden neben CO₂ auch andere Gase wie z. B. Methan und Lachgas berücksichtigt, die bei Energiegewinnung, -umwandlung und -transport freigesetzt werden. Je kleiner die aus der Beheizung eines Gebäudes entstehenden Kohlendioxid-Emissionen sind, desto geringer ist der Beitrag zur langfristigen Beeinträchtigung des Weltklimas.

Bild 1: Energiebilanz – Schema für die Berechnung des Bedarfs an Nutzwärme, Endenergie und Primärenergie



3 Datenermittlung und Berechnungsverfahren

Gemäß Energiepass-Pflichtenheft [dena 2003]/[dena 2004] erfolgt die Berechnung der Energiebilanz je nach Anwendungsfall auf verschiedene Art und Weise (Tabelle 1).

Soll der Energiepass für einen Neubau ausgestellt werden (also für ein Gebäude, für das ab dem 01.02.2002 ein Bauantrag gestellt wurde), so liefert der gemäß EnEV erstellte Nachweis die erforderlichen Daten. Gebäude ab Baujahr 1995 werden als Neubau betrachtet. Die Berechnungen für diese Gebäude müssen daher nach EnEV und den zugehörigen Normen erfolgen.

Für Bestandsgebäude gibt es wahlweise zwei Methoden der Datenerhebung:

- Im ausführlichen Verfahren werden die geometrischen Daten aus Plänen oder über ein Aufmaß bestimmt, die U- und g-Werte sowie die Anlagenkennwerte aus Bauunterlagen erhoben oder individuell ermittelt. Für die U- und g-Werte können auch Bauteilkataloge verwendet werden.
- Im Kurzverfahren können bei der Flächenermittlung die in Abschnitt 8 dieser Arbeitshilfe wiedergegebenen Vereinfachungen vorgenommen werden. Für die U- und g-Werte können die Bauteiltabellen in Abschnitt 8 verwendet werden. Sind Details für die Anlagentechnik nicht bekannt, können auch die in Abschnitt 9 dargestellten Pauschalannahmen verwendet werden.

Für das Bilanzierungsverfahren gibt es folgende Varianten:

- Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs kann wie beim EnEV-Nachweis alternativ das Heizperioden- oder das Monatsbilanzverfahren verwendet werden. Die Randbedingungen sind ausführlich in Anlage 3 des Pflichtenheftes dokumentiert und in Abschnitt 6 und 7 dieser Arbeitshilfe noch einmal zusammengestellt.
- Die Bilanzierung der Anlagentechnik erfolgt detailliert gemäß den Randbedingungen und Komponentendaten in Anlage 3 des Pflichtenheftes. Im Fall des Kurzverfahrens ist auch die Verwendung der tabellierten Aufwandszahlen in Abschnitt 9 dieser Arbeitshilfe möglich.

Tabelle 1: Vorgegebene Verfahren für die Datenerhebung und Berechnung innerhalb des dena-Energiepasses (gemäß [dena 2004])

		Bestand			Neubau Ab 1995
		Ausführliches Verfahren	Kurzverfahren		
Gebäudeaufnahme	Flächenermittlung	aus Plänen oder auf der Grundlage eines Aufmaßes	aus Plänen oder auf der Grundlage eines vereinfachten Aufmaßes (Arbeitshilfe Abschnitt 8)		aus Plänen
	U- und g-Werte von Bauteilen	aus Bauunterlagen oder individuell ermittelt (auch mit Hilfe von Bauteilübersichten)	Typische U-Werte von Bauteilen aus Arbeitshilfe (Arbeitshilfe Abschnitt 8)		aus Plänen
	Anlagen-erfassung	Anlagenkennwerte aus Plänen, Unterlagen und Detailaufnahme	Pauschalwerte ergänzen unbekannte Daten (Arbeitshilfe Abschnitt 9)	e _{E,H} – und q _{HE} – Werte aus Tabellen in Arbeitshilfe	aus Plänen
Anlagenaufwandszahl	nach DIN V 4701-12 (Pflichtenheft Anlage 6)	nach DIN V 4701-12 (Pflichtenheft Anlage 6)	nach EnEV und DIN V 4701-10		
Berechnung	CO ₂ -Emissionen	aus dem Endenergiebedarf (Arbeitshilfe Tabelle 19)	wahlweise aus dem Endenergiebedarf (Arbeitshilfe Tabelle 19) oder mit Emissionsfaktoren (Arbeitshilfe Tabelle 16 bis 17)		aus dem Endenergiebedarf (Arbeitshilfe Tabelle 19)
	Heizwärmebedarf	nach EnEV / DIN V 4108-6 Anhang D mit modifizierten Randbedingungen (Pflichtenheft Anlage 3 bzw. Abschnitt 4,8 und 9 der Arbeitshilfe))			nach EnEV und DIN V 4108-6

4 Bilanzverfahren Gebäude

Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs kann alternativ das Monatsbilanz- oder das Heizperiodenbilanzverfahren nach DIN V 4108-6 verwendet werden.

Im Rahmen dieser Arbeitshilfe sind Standardwerte verbindlich für die Verwendung im Verfahren vorgeschrieben. Pauschalwerte hingegen sind anzunehmen, wenn keine besseren Angaben zur Verfügung stehen.

Heizperiodenbilanzverfahren

Der jährliche Heizwärmebedarf wird beim Heizperiodenbilanzverfahren bestimmt aus den jährlichen Wärmeverlusten abzüglich der nutzbaren Wärmegewinne:

$$Q_H = Q_L - \eta_G \cdot (Q_I + Q_S) \quad [\text{kWh/a}] \quad (1)$$

mit: Q_L	Wärmeverluste in der Heizperiode	[kWh/a]
η_G	Ausnutzungsgrad solare und innere Gewinne Standardwert vereinfacht¹ = 0,95	[-]
Q_I	innere Wärmequellen in der Heizperiode	[kWh/a]
Q_S	solarer Wärmeeintrag in der Heizperiode	[kWh/a]

Die Wärmeverluste setzen sich zusammen aus den Transmissions- und den Lüftungswärmeverlusten und hängen ab von der mittleren Temperaturdifferenz zwischen dem Gebäudeinneren und der Außenlufttemperatur:

$$Q_L = (H_T + H_V) \cdot f_{NA} \cdot F_{GT} \quad [\text{kWh/a}] \quad (2)$$

mit: H_T	temperaturspezifischer Transmissionswärmeverlust	[W/K]
H_V	temperaturspezifischer Lüftungswärmeverlust	[W/K]
f_{NA}	Reduktionsfaktor Nachtabsenkung Pauschalwert vereinfacht² = 0,95	[-]
F_{GT}	Gradtagszahl-Faktor = 0,024 · Gradtagszahl Standardwerte siehe Tabelle 3	[kKh/a]

Der temperaturbezogene Transmissionswärmeverlust H_T wird wie folgt bestimmt:

$$H_T = \sum_i F_{T,i} \cdot U_i \cdot A_i + H_{WB} \quad [\text{W/K}] \quad (3)$$

mit: $F_{T,i}$	Temperatur-Korrekturfaktor des Bauteils i Standardwerte : Bauteile gegen Außenluft	[-]	= 1,0
----------------	--	-----	--------------

¹ gilt für Gebäude mit Fensterflächenanteil $\leq 30\%$ (Verhältnis Fensterfläche zu Fassadenfläche); bei größeren Fensterflächen muss der Ausnutzungsgrad objektspezifisch bestimmt werden (Formel gemäß DIN V 4108-6 Abschn. 6.5.3).

² siehe auch Hinweise in Abschnitt 6

	Bauteile gegen unbeheizten Dachraum	= 0,8 ³	
	Bauteile gegen Erdreich oder unbeheizten Keller	= 0,6	
	Bauteile gegen unbeheizte Räume	= 0,5 ³	
U_i	Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i berechnet nach DIN EN ISO 10077 (für Fenster) bzw. nach DIN EN ISO 6946 (für alle anderen Bauteile) Pauschalwerte siehe Tabelle 5 bis Tabelle 9		[W/(m ² K)]
A_i	Fläche des Bauteils i (Außenmaß-Bezug)		[m ²]

Der temperaturbezogene Wärmeverlust durch lineare Wärmebrücken H_{WB} wird wie folgt bestimmt:

$$H_{WB} = \sum_j F_{T,j} \cdot \Psi_j \cdot l_j \quad [W/K] \quad (4)$$

mit: $F_{T,j}$	Temperatur-Korrekturfaktor der Wärmebrücke j (Standardwerte s. o.)		[-]
Ψ_j	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient der Wärmebrücke j (Berechnung gemäß DIN EN ISO 10211-2)		[W/(m·K)]
l_j	Länge der Wärmebrücke j		[m]

Vereinfacht kann H_{WB} wie folgt bestimmt werden:

$$H_{WB} = \sum_i A_i \cdot \Delta U_{WB} \quad [W/K] \quad (5)$$

mit: $\sum_i A_i$	Summe der Flächen aller Bauteile i		[m ²]
ΔU_{WB}	pauschaler Wärmebrückenzuschlag Standardwerte siehe Tabelle 4		[W/(m ² K)]

Als Kennwert für die Qualität der thermischen Hülle dient der über die Umfassungsfläche gemittelte und mit den Temperatur-Korrekturfaktoren $F_{T,i}$ gewichtete U-Wert. Dieser wird nach DIN V 4108-6 als Temperatur und Hüllflächen bezogener Transmissionswärmeverlust H_T' bezeichnet:

$$H_T' = \frac{H_T}{\sum_i A_i} \quad [W/(m^2K)] \quad (6)$$

Der Temperatur bezogene Lüftungswärmeverlust wird wie folgt bestimmt:

$$H_V = 0,34 \frac{Wh}{m^3K} \cdot n \cdot V_L \quad [W/K] \quad (7)$$

³ Bei der Berechnung von U-Werten gegen unbeheizte Räume, insbesondere Dachräume, kann nach DIN EN ISO 6946 ein zusätzlicher Wärmewiderstand R_u berücksichtigt werden. In diesem Fall muss für den Korrekturfaktor F_T der Wert 1,0 verwendet werden. Dieses Vorgehen ist besonders bei verbessertem Wärmeschutz zu empfehlen.

mit:	n	Luftwechsel Standardwerte siehe Tabelle 2	[1/h]
	V_L	Luftvolumen	[m ³]

Das Luftvolumen kann vereinfacht wie folgt bestimmt werden:

bei Gebäuden bis 3 Vollgeschosse: $V_L = 0,76 V_e$ [m³]

sonst: $V_L = 0,8 V_e$ [m³] (8)

mit:	V_e	beheiztes Gebäudevolumen (brutto)	[m ³]
------	-------	-----------------------------------	-------------------

Falls Lüftungsanlagen vorhanden sind, so werden diese gemäß DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 berücksichtigt.

Der Wärmeeintrag aus der Abwärme von Personen und Geräten berechnet sich vereinfacht wie folgt:

$$Q_I = 0,024 \frac{\text{kh}}{\text{d}} \cdot \dot{q}_I \cdot t_{HP} \cdot A_N \quad [\text{kWh/a}] \quad (9)$$

mit:	\dot{q}_I	mittlere Leistung innere Wärmequellen Standardwerte siehe Tabelle 2	[W/m ²]
	t_{HP}	Länge der Heizperiode Standardwerte siehe Tabelle 3	[d/a]
	A_N	"Gebäudenutzfläche" nach EnEV	[m ²]

Der durch die solare Einstrahlung in der Heizperiode auftretende Wärmeeintrag hängt von der transparenten Fläche, der Globalstrahlung und verschiedenen Abminderungsfaktoren ab:

$$Q_S = \sum_k F_{S,k} \cdot F_{C,k} \cdot F_{F,k} \cdot F_{W,k} \cdot g_{\perp,k} \cdot A_{w,k} \cdot G_{s,k} \quad [\text{kWh/a}] \quad (10)$$

mit:	$F_{S,k}$	Abminderungsfaktor für Verschattung und Verschmutzung Pauschalwert = 0,9 (Tabelle 2)	[-]
	$F_{C,k}$	Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen Pauschalwert = 1,0	[-]
	$F_{F,k}$	Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil Pauschalwert Bestand = 0,6 (Tabelle 9)	[-]
	$F_{W,k}$	Abminderungsfaktor für nicht-senkrechten Strahlungseinfall Pauschalwert = 0,9	[-]
	$g_{\perp,k}$	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung für senkrechten Strahlungseinfall Pauschalwerte Bestand siehe Tabelle 9	[-]
	$A_{w,k}$	Fläche (inkl. Rahmen)	[m ²]
	$G_{s,HP,k}$	Globalstrahlung in der Heizperiode Standardwerte siehe Tabelle 3	[kWh/(m ² a)]

jeweils für transparente Bauteile der Orientierung k

Die in der Heizperiodenbilanz zu verwendenden Klimadaten hängen von der Heizgrenztemperatur und damit von den energetischen Eigenschaften des jeweiligen Gebäudes ab (siehe Abschnitt 7). Als Parameter für den energetischen Gebäudestandard dient der Temperatur und Nutzflächen bezogene Wärmeverlust h :

$$h = \frac{H_T + H_V}{A_N} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad (11)$$

mit: A_N "Gebäudenutzfläche" nach EnEV [m²]

Für die Berechnung der Anlagenbilanz im nächsten Abschnitt wird der Jahresheizwärmebedarf auf die "Gebäudenutzfläche" A_N nach EnEV bezogen:

$$q_H = \frac{Q_H}{A_N} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (12)$$

Monatsbilanzverfahren

Da für die Berechnung der Monatsbilanzen keine Heizgrenztemperatur benötigt wird, ist das Verfahren ohne weiteres auch auf Bestandsgebäude anwendbar. Es gelten somit die in DIN V 4108-6 Anhang D für den EnEV-Nachweis festgelegten Rechenregeln. Diese Festlegungen werden lediglich um zwei Punkte ergänzt:

- Luftwechsel von 1,0 h⁻¹ bei offensichtlichen Undichtigkeiten (siehe Tabelle 2);
- Wärmebrückenzuschlag von 0,2 W/(m²K) bei Innendämmung der Außenwand (siehe Tabelle 4).

5 Bilanzverfahren Anlagentechnik

Für die Bilanzierung der Anlagentechnik sind entsprechend der Tabelle in Abschnitt 3 drei Wege möglich:

- **Ausführliches Verfahren:** detaillierte Berechnung mit detaillierten Eingabedaten
- **Kurzverfahren:** detaillierte Berechnung mit reduzierten Eingabedaten (Pauschalansätze) oder vereinfachte Berechnung mit tabellierten Aufwandszahlen

Im Folgenden wird das Rechenschema für die **detaillierte** und für die **vereinfachte Berechnung** erläutert. Hinweise zu den Vereinfachungen bei der Datenaufnahme innerhalb des Kurzverfahrens finden sich in Abschnitt 9.

Detaillierte Berechnung

Für die Bilanzierung der Anlagentechnik existiert noch kein durchgängig dokumentiertes und für alle Neu- und Altanlagen anwendbares Verfahren. Grundlage für die Berechnung sind daher Algorithmen und Kennwerte aus folgenden Quellen:

1. DIN V 4701-10: Bilanzgleichungen sowie Kennwerte für Einzelkomponenten und Systeme, die ab 1995 installiert wurden
2. DIN V 4701-12: Systemtemperaturen und Kennwerte für Wärmeerzeuger und -speicher im Bestand
3. TS bzw. PAS [TS 2003]: Systemtemperaturen, Verlustkoeffizienten von Wärmeverteilungen und Kennwerte für die Wärmeübergabe von Bestandsanlagen
4. Pflichtenheft Anlage 6: Zusammenstellung der Kennwerte aus Punkt 2 und 3
5. [IWU 2002b]: detailliertere Kennwerte, insbesondere für die Wärmeverteilung

Im Kurzverfahren können darüber hinaus die in dargestellten Pauschalansätze verwendet werden.

Auf der Basis des so bestimmten Endenergiebedarfs werden Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen mit Hilfe der entsprechenden in Anhang 3 Tabelle 19 dargestellten Faktoren ermittelt.

Vereinfachte Berechnung mit tabellierten Aufwandszahlen

Dem Kurzverfahren mit den in Abschnitt 9 tabellierten Aufwandszahlen liegt das im Folgenden dargestellte einfache Rechenschema zu Grunde:

Endenergiebedarf

Der Endenergiebedarf für die Beheizung des Gebäudes ist:

$$q_{E,H} = e_{E,H} \cdot q_H \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (13)$$

mit: q_H Heizwärmebedarf, bezogen auf A_N [kWh/(m²a)]
 $e_{E,H}$ Endenergie-Aufwandszahl Heizung [-]
Pauschalwerte siehe Tabelle 11

Der Endenergiebedarf für die Warmwasserbereitung ist:

$$q_{E,W} = e_{E,W} \cdot q_W \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (14)$$

mit: q_W Nutzwärmebedarf Warmwasser, bezogen auf A_N [kWh/(m²a)]
Standardwert 12,5 kWh/(m²a)
 $e_{E,W}$ Endenergie-Aufwandszahl Warmwasser [-]
Pauschalwerte siehe Tabelle 12

Bei der Angabe des Endenergiebedarfs ist stets der jeweils verwendete Energieträger zu nennen. Darüber hinaus ist der Aufwand an Hilfsenergie für Heizung $q_{E,HE,H}$ und für Warmwasser $q_{E,HE,W}$ zu berücksichtigen.

Pauschalwerte für die Endenergieaufwandszahlen verschiedener typischer Heizsysteme sowie für den Hilfsenergiebedarf können Tabelle 11, Tabelle 12 und Tabelle 13 entnommen werden.

Im dena-Energiepass wird der auf die beheizte Wohnfläche bezogene Endenergiebedarf ausgegeben. Hierzu ist folgende Umrechnung erforderlich:

$$q_{E,H,Wohnfl} = \frac{A_N}{A_{Wohn}} \cdot q_{E,H} \quad q_{E,W,Wohnfl} = \frac{A_N}{A_{Wohn}} \cdot q_{E,W} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (15)$$

mit: A_{Wohn} beheizte Wohnfläche $[\text{m}^2]$

Die Endenergie-Aufwandszahlen sind wie folgt definiert (Bestimmung der Einzelgrößen gemäß DIN V 4701-10 bzw. Pflichtenheft Anlage 6):

$$e_{E,H} = \frac{q_H + q_{H,ce} + q_{H,d} + q_{H,s} - q_{H,W} - q_{H,r} + q_{H,g}}{q_H} \quad [-] \quad (16)$$

$$= \frac{(q_H + q_{H,ce} + q_{H,d} + q_{H,s} - q_{H,W}) \cdot e_{H,g}}{q_H}$$

$$e_{E,W} = \frac{q_W + q_{W,d} + q_{W,s} - q_{W,r} + q_{W,g}}{q_W} \quad [-] \quad (17)$$

$$= \frac{(q_W + q_{W,d} + q_{W,s}) \cdot e_{W,g}}{q_W}$$

mit: q_H Heizwärmebedarf $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$
 q_W Nutzwärmebedarf Warmwasser $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$
 $q_{H,ce}$ Wärmeverluste Übergabe Heizung $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$
 $q_{H,d}$ $q_{W,d}$ Wärmeverluste Verteilung (Heizung bzw. Warmwasser) $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$
 $q_{H,s}$ $q_{W,s}$ Wärmeverluste Speicherung (Heizung bzw. Warmwasser) $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$
 $q_{H,r}$ $q_{W,r}$ Wärmezufuhr aus der Umwelt (Heizung bzw. Warmwasser) $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$
 $q_{H,g}$ $q_{W,g}$ Wärmeverluste Erzeugung (Heizung bzw. Warmwasser) $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$
 $q_{H,W}$ als Heizwärmebeitrag nutzbare Wärmegewinne aus der Warmwasserbereitung $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$

jeweils bezogen auf die "Gebäudenutzfläche" A_N

$e_{H,g}$ $e_{W,g}$ Erzeuger-Aufwandszahl $[-]$

Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf für die Beheizung des Gebäudes ist:

$$q_{P,H} = e_{P,H} \cdot q_H \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (18)$$

mit: q_H Heizwärmebedarf, bezogen auf A_N [kWh/(m²a)]
 $e_{P,H}$ Primärenergie-Aufwandszahl Heizung [-]
Pauschalwerte siehe Tabelle 14

Der Primärenergiebedarf für die Warmwasserbereitung ist:

$$q_{P,W} = e_{P,W} \cdot q_W \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (19)$$

mit: q_W Nutzwärmebedarf Warmwasser, bezogen auf A_N [kWh/(m²a)]
Standardwert 12,5 kWh/(m²a)
 $e_{P,W}$ Primärenergie-Aufwandszahl Warmwasser [-]
Pauschalwerte siehe Tabelle 15

Die Primärenergie-Aufwandszahlen $e_{P,H}$ und $e_{P,W}$ sind wie folgt definiert:

$$e_{P,H} = \frac{f_{P,E} \cdot q_{E,H} + f_{P,HE} \cdot q_{E,HE,H}}{q_H} \quad [-] \quad (20)$$

$$e_{P,W} = \frac{f_{P,E} \cdot q_{E,W} + f_{P,HE} \cdot q_{E,HE,W}}{q_W} \quad [-] \quad (21)$$

mit: $f_{P,E}$ Primärenergiefaktor des betreffenden Energieträgers [-]
Standardwerte siehe Tabelle 19
 $f_{P,HE}$ Primärenergiefaktor Strom für Hilfsenergie [-]
Standardwert = 3,0
 $q_{E,H}$ $q_{E,W}$ Endenergiebedarf für Heizung bzw. Warmwasser [kWh/(m²a)]
 $q_{E,HE,H}$ $q_{E,HE,W}$ Strombedarf Hilfsenergie für Heizung bzw. Warmwasser [kWh/(m²a)]

Pauschalwerte für $e_{P,H}$ und $e_{P,W}$ verschiedener typischer Heizsysteme finden sich in Tabelle 14 bzw. Tabelle 15. Der gesamte Primärenergieaufwand für die Beheizung des Gebäudes und für die Warmwasserbereitung ist somit:

$$q_P = q_{P,H} + q_{P,W} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (22)$$

Dieser auf A_N bezogene Primärenergiebedarf q_P entspricht der Nachweisgröße Q_P nach EnEV.

CO₂-Emissionen

Die bei der Beheizung des Gebäudes entstehenden spezifischen CO₂-Emissionen berechnen sich wie folgt:

$$u_{CO_2,H} = 0,001 \cdot f_{CO_2,H} \cdot q_H \quad [\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (23)$$

mit: q_H nutzflächenbezogener Heizwärmebedarf [kWh/(m²a)]
 $f_{CO_2,H}$ CO₂-Emissionsfaktor Heizung (Nutzwärme-bezogen) [g/kWh]
Pauschalwerte siehe Tabelle 16

Die Warmwasserbereitung verursacht folgende Emissionen:

$$u_{CO_2,W} = 0,001 \cdot f_{CO_2,W} \cdot q_W \quad [\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})] \quad (24)$$

mit: q_W Nutzwärmebedarf Warmwasser, bezogen auf A_N [kWh/(m²a)]
Standardwert 12,5 kWh/(m²a)
 $f_{CO_2,W}$ CO₂-Emissionsfaktor Warmwasser (Nutzwärme-bezogen) [g/kWh]
Pauschalwerte siehe Tabelle 17

Die CO₂-Emissionsfaktoren $f_{CO_2,H}$ und $f_{CO_2,W}$ sind wie folgt definiert:

$$f_{CO_2,H} = \frac{f_{CO_2,E} \cdot q_{E,H} + f_{CO_2,HE} \cdot q_{E,HE,H}}{q_H} \quad [\text{g}/\text{kWh}] \quad (25)$$

$$f_{CO_2,W} = \frac{f_{CO_2,E} \cdot q_{E,W} + f_{CO_2,HE} \cdot q_{E,HE,W}}{q_W} \quad [\text{g}/\text{kWh}] \quad (26)$$

mit: $f_{CO_2,E}$ CO₂-Emissionsfaktor des betreffenden Energieträgers (Endenergie-bezogen) [g/kWh]
Standardwerte siehe Tabelle 19
 $f_{CO_2,HE}$ CO₂-Emissionsfaktor Strom für Hilfsenergie (Endenergie-bezogen) [g/kWh]
Standardwerte siehe Tabelle 19
 $q_{E,H}$ $q_{E,W}$ Endenergiebedarf für Heizung bzw. Warmwasser [kWh/(m²a)]
 $q_{E,HE,H}$ $q_{E,HE,W}$ Strombedarf Hilfsenergie für Heizung bzw. Warmwasser [kWh/(m²a)]

Pauschalwerte der Nutzwärme-bezogenen CO₂-Emissionsfaktoren $f_{CO_2,H}$ und $f_{CO_2,W}$ für verschiedene typische Heizsysteme finden sich in Tabelle 16 bzw. Tabelle 17.

Wird die für das Heizsystem bzw. für die Warmwasserbereitung benötigte Wärme mit Hilfe verschiedener Energieträger erzeugt, so sind diese entsprechend ihrem Anteil am Endenergiebedarf mit den zugehörigen Primärenergiefaktoren bzw. CO₂-Emissionsfaktoren in den Gleichungen (20) und (21) bzw. (25) und (26) zu berücksichtigen.

6 Nutzungsdaten

Die von der dena vorgegebenen Nutzungsdaten (Tabelle 2) sind weitgehend identisch mit denen der EnEV.

Vereinfachend wird für Gebäude aller Baualtersklassen und Größen die mittlere Raumtemperatur während des Heizbetriebs auf 19°C festgelegt. Für die Nachtabenkung wird im Monatsbilanzverfahren gemäß den Vorgaben der EnEV (DIN V 4108-6 Anhang C) eine Absenkezeit für Wohngebäude von 7 h/d verwendet. Im Heizperiodenbilanzverfahren wird der von der EnEV bekannte pauschale Faktor 0,95 als Standardwert vorgegeben.⁴ Für die Berechnung der Wärmeverluste der Heizwärmeverteilung wird pauschal eine durchschnittliche Betriebszeit von 20 h/d angesetzt.

Der Luftwechsel wird analog zum EnEV-Neubau-Nachweis angesetzt, ergänzt durch folgende Regelung: Werden bei einem Gebäude offensichtliche Undichtigkeiten vorgefunden (siehe Beispiele in der Fußnote von Tabelle 2), so muss ein Wert von 1,0 h⁻¹ angesetzt werden.

Die Ansätze für innere Wärmequellen und Verschattung entsprechen denen der EnEV.⁵

Ob diese Nutzungsdaten den tatsächlichen Bedingungen im Bestand entsprechen, wird im Zuge weiterer Arbeiten – z. B. im Rahmen der Feldversuch-Evaluation – analysiert. Die verbindliche Festlegung der Nutzungsdaten für den Nachweis gemäß EU-Gebäuderichtlinie erfolgt mittelfristig in DIN 18599.

Tabelle 2: Standardwerte für die Nutzungsdaten

⁴ Tatsächlich hängt die Wirkung der Nachtabenkung vom Wärmeschutzstandard des Gebäudes ab. Je schlechter dieser ist, desto größer ist der Effekt. Diese Abhängigkeit wird vom Monatsbilanzverfahren korrekt abgebildet. Auch im Fall der Heizperiodenbilanz ist es zulässig, die Nachtabenkung von den Gebäudeparametern abhängig anzusetzen.

⁵ Für reale Situationen liefert das Verfahren der DIN V 4108-6 zur Abschätzung der Verschattungswirkung erheblich geringere Werte als 0,9. Für ein typischerweise im Bestand anzutreffendes städtisches Umfeld mit Nachbargebäuden und Bäumen wäre eher ein Verschattungsfaktor von 0,6 angemessen.

mittlere Raumtemperatur während des Heizbetriebs	$\vartheta_i = 19\text{ °C}$
Nachtabsenkung	
Reduktionsfaktor Nachtabsenkung (für Berechnung Q_H mit Heizperiodenbilanz)	$f_{NA} = 0,95$
Dauer der Nachtabsenkung (für Berechnung Q_H mit Monatsbilanz)	$t_u = 7\text{ h/d}$
mittlere Betriebsunterbrechung Verteilnetz * (für Berechnung Verluste Heizwärmeverteilung)	$t_{uH,d} = 4\text{ h/d}$
Luftwechsel	
Standardwert	$n = 0,7\text{ h}^{-1}$
bei Luftdichtheitsprüfung mit $n_{50} \leq 3\text{ h}^{-1}$	$n = 0,6\text{ h}^{-1}$
bei offensichtlichen Undichtigkeiten **	$n = 1,0\text{ h}^{-1}$
innere Wärmequellen	$q_i = 5\text{ W/m}^2 (A_N)$
Verschattungsfaktor	$F_S = 0,9$

Anmerkungen

Für Neubauten gelten grundsätzlich alle Vorgaben der EnEV

*) verkürzt wegen Frostschutzbetrieb bei tiefen Außentemperaturen

**) z.B. Fenster ohne funktionstüchtige Lippendichtungen, Dachflächen ohne luftdichte Ebene bei beheizten Dachgeschossen

7 Klimadaten

Als meteorologische Randbedingung ist bei der Energiepass-Erstellung das in DIN V 4108-6 definierte Standardklima Deutschland zu verwenden. Im Monatsbilanzverfahren sind die Daten mit denen des EnEV-Neubau-Nachweises identisch. Bei der Heizperiodenbilanz ist zu berücksichtigen, dass die Heizgrenztemperatur und entsprechend die Länge der Heizperiode im Gebäudebestand sehr unterschiedlich ist. Die Bestimmung der Heizgrenztemperatur für ein konkretes Gebäude kann wahlweise nach der genauen Methode der DIN V 4108-6, dem in [BP 2003] beschriebenen Schätzverfahren oder vereinfacht mittels Zuordnung zu drei Gruppen des energetischen Gebäudestandards erfolgen.

Das Vorgehen bei der vereinfachten Zuordnung gibt Tabelle 3 wieder. Zunächst wird der temperaturbezogene Wärmeverlust bestimmt und auf die „Gebäudenutzfläche“ A_N bezogen. Es ergibt sich der Parameter h (siehe Gleichung (11)). Entsprechend den in der Tabelle angegebenen Kriterien wird das Gebäude dann den Heizgrenztemperaturen 10, 12 oder 15°C zugeordnet. Damit sind auch die für das Gebäude zu verwendenden Klimadaten festgelegt (Tabelle 3)⁶. Ausgehend von dem berechneten Wert für h können die Klimadaten aber auch durch lineare Interpolation aus den Tabellenwerten gewonnen werden (siehe Anmerkung in Tabelle 3).

Tabelle 3: Standardklimadaten für die Heizperiodenbilanz

⁶ Die hier wiedergegebenen Klimadaten für die drei Heizgrenztemperaturen wurden mittels Interpolation aus den Monatswerten der DIN V 4108-6 ermittelt und gerundet. Eine exakte Ermittlung aus den Daten des zugehörigen Testreferenzjahres sowie eine Ergänzung um für die Energieberatung benötigte regionale Daten steht noch aus.

energetischer Gebäudestandard			< 1	1 ... 2	> 2	W/m²K
temperatur- und nutzflächen- bezogener Wärmeverlust *	$h = \frac{H_T + H_V}{A_N} =$					
Standardklima Deutschland						
Heizgrenztemperatur	$\vartheta_{HG} =$	10	12	15		°C
Länge der Heizperiode	$t_{HP} =$	185	220	275		d/a
Gradtagszahl nach DIN V 4108-6 (für $\vartheta_i = 19^\circ\text{C}$)	$G_t =$	2900	3300	3600		Kd/a
entspricht Gradtagszahlfaktor	$F_{GT} =$	69,6	79,2	86,4		kKh/a
unter Berücksichtigung der Nachtabenkung (gerundet)	$f_{NA} \cdot F_{GT} = 0,95 \cdot F_{GT} =$	66	75	82		kKh/a
Globalstrahlung in der Heizperiode						
Horizontal	$G_{s,HP} \text{ (H)} =$	225	455	745		kWh/(m²a)
Süd	$G_{s,HP} \text{ (S)} =$	270	410	584		kWh/(m²a)
Südost/Südwest	$G_{s,HP} \text{ (SO/SW)} =$	225	375	565		kWh/(m²a)
Ost/West	$G_{s,HP} \text{ (O/W)} =$	155	300	480		kWh/(m²a)
Nordost/Nordwest	$G_{s,HP} \text{ (NO/NW)} =$	100	215	400		kWh/(m²a)
Nord	$G_{s,HP} \text{ (N)} =$	100	185	295		kWh/(m²a)

Anmerkungen

Zwischenwerte können interpoliert werden. Als Stützstellen für die lineare Interpolation zwischen den drei Spalten können die Werte $h = 0,7 / 1,5 / 3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ verwendet werden. Ist für ein Gebäude $h < 0,7$ bzw. $h > 3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sind jeweils die Klimadaten für $h = 0,7$ bzw. $h = 3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ anzusetzen.

*) für $\vartheta_i = 19^\circ\text{C}$, $q_i = 5 \text{ W}/\text{m}^2$ und durchschnittliche solare Lasten

8 Pauschalwerte für die Gebäudedaten / Bauteilkatalog

Die Gebäudehüllfläche wird auf der Basis von vorhandenen Plänen oder durch Aufmaß am Objekt bestimmt. Innerhalb des Kurzverfahrens können dabei folgende Elemente vernachlässigt werden:

- Gauben, die weniger als ein Drittel der gesamten Dachfläche bedecken
- Vor- und Rücksprünge in der Fassade bis 50 cm Tiefe
- zusätzliche Flächen im Bereich von Kellerabgängen (Berechnung wie durchgehende Kellerdecke)
- beheizbare Räume im ansonsten unbeheizten Dach bzw. Keller bei einer Grundfläche von weniger als ein Drittel der Gesamtgrundfläche.
- ist die Fensterfläche des Gebäudes nicht auffällig groß oder klein, dürfen die Fensterflächen mit 20% der Wohnfläche abgeschätzt werden.

Ausnahme: in Gebäuden bis zu 1,5 Vollgeschossen und bis zu 3 Wohneinheiten dürfen diese Bauteile nicht vernachlässigt werden. Sie können jedoch auf 50 cm genau geschätzt werden.

Das Aufmaß im Kurzverfahren kann auf eine Genauigkeit von 50 cm reduziert werden.

Für die U- und g-Werte können die in Tabelle 5 bis Tabelle 9 dargestellten Standardwerte verwendet werden. Es erfolgt eine grobe Zuordnung zu Baualtersklassen. Da sich in der Praxis die typischen Bauweisen zeitlich überlappen und auch regionale Besonderheiten auftreten, können auch Konstruktionen angesetzt werden, für die die Baualtersklasse nicht dem Gebäudebaujahr entspricht, die jedoch mit der tatsächlichen Ausführung besser übereinstimmen. Im ausführlichen Verfahren sind die U- und g-Werte so genau wie möglich aus Plänen, Bauunterlagen und Bauteilübersichten oder individuell zu ermitteln. Der Niedrigenergiehaus-Standard bedeutet eine Unterschreitung der gesetzlichen Anforderungen nach Wärmeschutzverordnung 1995 um mindestens 30%.

Wärmebrücken müssen grundsätzlich berücksichtigt werden. Dabei kann wahlweise einer der in Tabelle 4 beschriebenen Wege beschränkt werden.

Tabelle 4: Berücksichtigung von Wärmebrücken

1. Objektbezogene Berechnung

Berechnung nach DIN EN ISO 10211-2 mit Hilfe der Ψ -Werte für Wärmebrücken an:

- Gebäudekanten
- Fenstern und Türen (Laibungen umlaufend)
- Wand- und Deckeneinbindungen
- Deckenauflegern
- Balkonplatten

2. Pauschalwerte (Wärmebrückenzuschlag auf die gesamte thermische Hülle)

	ΔU_{WB}
a) im Regelfall	0,1 W/(m ² K)
b) bei Sanierung der Außenwand mit innenliegender Dämmschicht*	0,2 W/(m ² K)
c) bei energetischer Sanierung unter Berücksichtigung von DIN 4108 Beiblatt 2	0,05 W/(m ² K)

*) gilt, wenn mehr als 50% der Fassade mit Innendämmung versehen wird

Tabelle 6:
Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten von obersten Geschossdecken und Flachdächern

Baujahr	Urzustand						Modernisierung							
	Bauart oberste Geschossdecken bzw. Kehlbalkendecken gegen unbeheizten Dachraum und Flachdächer			typisches Vorkommen			Pauschal-U-Wert in W/(m ² K)	nach EnEV § 8		auf Niedrigenergiehaus-Standard				
				EFH	MFH	GMH/HH		Dämmstärke	U-Wert in W/(m ² K)	Dämmstärke	U-Wert in W/(m ² K)			
	zusätzliche Dämmung Annahme: vorhandene Dämmschichten sind intakt und verbleiben in/auf der Konstruktion													
oberste Geschossdecken und Flachdächer	bis 1918	oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Strohléhmwickel		X	X		1,0		10 cm	0,29		20 cm	0,17
	1880 - 1948	oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Blindboden u. Lehm-schlag		X	X		0,8		10 cm	0,27		20 cm	0,16
	1949 bis 1968	oberste Geschossdecke	Betondecke Rippendecke Stahlsteindecke		X	X	X	2,1*		12 cm	0,29		30 cm	0,13
		oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke		X	X		0,8		10 cm	0,27		20 cm	0,16
	1969 bis 1978	oberste Geschossdecke	Betondecke mit 5 cm Dämmung oberseits		X	X	X	0,6		8 cm	0,27		16 cm	0,18
		Flachdach	Betondecke mit 6cm Dämmung oberseits		X	X	X	0,5		8 cm	0,25		16 cm	0,17
		Fertighaus Holzbauweise	Holzbalkendecke mit 4 cm Dämmung		X			0,8		10 cm	0,27		20 cm	0,16
	1979 bis 1983 1. WSchV	oberste Geschossdecke	Betondecke mit 8 cm Dämmung oberseits		X	X		0,5		6 cm	0,29		16 cm	0,17
		Flachdach	Betondecke mit 8 cm Dämmung und Dachhaut			X	X	0,5		8 cm	0,25		16 cm	0,17
		Fertighaus Holzbauweise	Holzbalkendecke mit 8 cm Dämmung		X			0,5		6 cm	0,29		16 cm	0,17
	1984 bis 1994 2. WSchV	oberste Geschossdecke	Betondecke mit 12 cm Dämmung oberseits		X	X	X	0,3		–	–		10 cm	0,17
		Fertighaus Holzbauweise	Holzbalkendecke mit 12 cm Dämmung		X			0,3		–	–		10 cm	0,17

Erläuterungen

EFH = Einfamilienhäuser / MFH = Mehrfamilienhäuser / GMH = große Mehrfamilienhäuser / HH = Hochhäuser

Die unter "Modernisierung" aufgeführten U-Werte dürfen nur angesetzt werden, wenn die angegebenen Dämmstoffstärken tatsächlich erreicht oder überschritten werden. Angaben der Dämmstärke beziehen sich auf Materialien der Wärmeleitgruppe WLG 040

*) Bei nachträglich angebrachten Dämmplatten mit mindestens 2 cm Stärke kann ein Pauschal-U-Wert von 1,0 W/(m²K) angesetzt werden.

Institut Wohnen und Umwelt - Dezember 2003

Tabelle 7:
Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten von Dachschrägen

	Baujahr	Urzustand					Modernisierung						
		Bauart Dachschrägen beheizter Dachgeschoss			typisches Vorkommen			nach EnEV § 8		auf Niedrigenergiehaus-Standard			
					EFH	MFH	GMH/HH	Pauschal-U-Wert in W/(m²K)	Dämmstärke	U-Wert in W/(m²K)	Dämmstärke	U-Wert in W/(m²K)	
		Annahme: vorhandene Dämmschichten sind intakt und verbleiben in der Konstruktion; Innenausbau des Dachgeschosses unverändert											
Dachschrägen	bis 1948	Standard	Putz auf Schilfmatte oder Spalierlatten		X	X		2,6*		zwischen und auf den Sparren insg. 16 cm	0,27	zwischen und auf den Sparren insg. 30 cm	0,14
		Lehmschlag	Strohlehmwickel zw. den Sparren		X	X		1,3*		zwischen und auf den Sparren insg. 12 cm	0,27	zwischen und auf den Sparren insg. 20 cm	0,17
	1949 bis 1978	Standard	Holzfasertafeln 3,5 cm verputzt		X	X		1,4*		zwischen und auf den Sparren insg. 16 cm	0,26	zwischen und auf den Sparren insg. 30 cm	0,14
		Bimsvollsteine	Sonderfall: Zwischensparrendämmung nicht mögl.		X	X		1,4*		auf den Sparren 12 cm	0,27	auf den Sparren 20 cm	0,18
		grünge Dämmung	5 cm Dämmung zwischen denn Sparren		X	X	X	0,8		zwischen und auf den Sparren insg. 16 cm	0,24	zwischen und auf den Sparren insg. 30 cm	0,13
	1979 bis 1983	Standard	8 cm Dämmung zwischen denn Sparren		X	X		0,5		zwischen und auf den Sparren insg. 12 cm	0,29	zwischen und auf den Sparren insg. 30 cm	0,13
1984 bis 1994	Standard	12 cm zwischen den Sparren		X	X	X	0,4		zwischen oder auf den Sparren 5 cm	0,27	zwischen und auf den Sparren insg. 16 cm	0,15	

Erläuterungen

EFH = Einfamilienhäuser / MFH = Mehrfamilienhäuser / GMH = große Mehrfamilienhäuser / HH = Hochhäuser

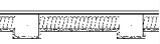
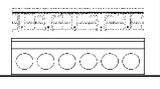
Die unter "Modernisierung" aufgeführten U-Werte dürfen nur angesetzt werden, wenn die angegebenen Dämmstoffstärken tatsächlich erreicht oder überschritten werden.

Angaben der Dämmstärke beziehen sich auf Materialien der Wärmeleitgruppe WLG 040

*) Bei nachträglich angebrachten Dämmplatten mit mindestens 2 cm Stärke kann ein Pauschal-U-Wert von 1,0 W/(m²K) angesetzt werden.

Institut Wohnen und Umwelt - Dezember 2003

Tabelle 8:
Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten von Kellerdecken bzw. Erdgeschoss-Fußböden

	Urzustand					Modernisierung						
	Baujahr	Bauart Erdgeschossfußböden über Erdreich oder unbeheizten Kellerräumen		typisches Vorkommen			Pauschal- U-Wert in W/(m²K)	nach EnEV § 8		auf Niedrigenergie- haus-Standard		
				EFH	MFH	GMH/HH		Dämm- stärke	U-Wert in W/(m²K)	Dämm- stärke	U-Wert in W/(m²K)	
Kellerdecken	bis 1918	Holz- balken- decke	Holzbalkendecke mit Strohhemwickel		X	X			6 cm	0,37	10 cm	0,26
		Steinboden	Steinboden auf Erdreich oder Gewölbekeller		X	X		2,9*	8 cm	0,38	12 cm	0,27
	1880 bis 1948	Holz- balken- decke	Holzbalkendecke mit Blindboden u. Lehmschlag		X	X		0,8	5 cm	0,37	8 cm	0,28
		Massiv- decke	Kappengewölbe		X	X	X	1,2	6 cm	0,39	10 cm	0,27
	1949 bis 1968	Standard	Beton-, Rippen- oder Stahlsteindecke mit minim. Trittschalld.		X	X	X	1,5*	8 cm	0,34	10 cm	0,28
		Holz- balken- decke			X	X		0,8	5 cm	0,37	8 cm	0,28
	1969 bis 1978	Standard	Betondecke mit 2 cm Trittschalldämmung		X	X	X	1,0	6 cm	0,37	10 cm	0,26
	1979 bis 1983 1. WSchV	Standard	Betondecke mit 4 cm Trittschalldämmung		X	X	X	0,8	5 cm	0,37	8 cm	0,28
	1984 bis 1994 2. WSchV	Standard	Betondecke mit 5 cm Trittschalldämmung		X	X	X	0,6	3 cm	0,40	6 cm	0,30

Erläuterungen

EFH = Einfamilienhäuser / MFH = Mehrfamilienhäuser / GMH = große Mehrfamilienhäuser / HH = Hochhäuser

Die unter "Modernisierung" aufgeführten U-Werte dürfen nur angesetzt werden, wenn die angegebenen Dämmstoffstärken tatsächlich erreicht oder überschritten werden.

Angaben der Dämmstärke beziehen sich auf Materialien der Wärmeleitgruppe WL035

*) Bei nachträglich angebrachten Dämmplatten mit mindestens 2 cm Stärke kann ein Pauschal-U-Wert von 1,0 W/(m²K) angesetzt werden.

Institut Wohnen und Umwelt - Dezember 2003

Tabelle 9:
Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten U_w
sowie für den Gesamtenergiedurchlassgrad g_{\perp}
von alten und neuen Fenstern

Verglasung	Bauart Rahmen	Wärmedurchgangs- koeffizient Gesamt-Fenster * U_w [W/(m ² K)]	Gesamtenergie- durchlassgrad für senkrechten Strahlungseinfall g_{\perp}
Einfach-Verglasung $U_g = 5,8$ W/(m ² K)	Holzrahmen	5,0	0,87
	Alu-Rahmen ohne thermische Trennung	4,3	
2-Scheiben-Isolierverglasung oder 2 einzelne Glasscheiben $U_g = 2,8$ W/m ² K	Alu-Rahmen mit thermischer Trennung	3,2	0,75
	Kunststoff-Rahmen	3,0	
	Holzrahmen (Verbundfenster, Kastenfenster ...)	2,7	
2-Scheiben-Wärmeschutz- Verglasung $U_g = 1,1$ W/(m ² K)	Kunststoff- oder Alu-Rahmen mit $U_f \leq 2$ W/(m ² K)	1,9	0,60
	Holzrahmen	1,6	
3-Scheiben-Wärmeschutz- Verglasung $U_g = 0,7$ W/(m ² K)	verbesserter Holzrahmen ($U_f \leq 1,5$ W/(m ² K))	1,2	0,50
	Passivhaus-Rahmen ($U_f \leq 0,8$ W/(m ² K))	0,9	
Standardwert für den Abminderungsfaktor Rahmen F_F für Fenster im Gebäudebestand			0,6

U_g = U-Wert Verglasung (glazing) / U_f = U-Wert Rahmen (frame) / U_w = U-Wert Fenster inkl. Rahmen (window)

*) inkl. Rahmen + Randverbund, ohne Einbau, bei Glasanteil 60% der Fensterfläche

Institut Wohnen und Umwelt - Dezember 2003

9 Pauschalwerte für die Anlagendaten / Anlagenkatalog im Kurzverfahren

Grundsätzlich sollte die Erhebung der anlagentechnischen Daten so genau wie möglich erfolgen. Ist im Fall von Bestandsanlagen die Beschaffung der für die Bilanzierung notwendigen Daten mit vertretbarem Aufwand nicht möglich, so kann das in Abschnitt 3 skizzierte Kurzverfahren verwendet werden.

1.) Kurzverfahren mit Pauschalansätzen

Die im Rahmen des Kurzverfahrens zulässigen Annahmen und Vereinfachungen für die Anlagentechnik gibt wieder. Diese Pauschalansätze sind gleichzeitig auch Default-Werte für die Umsetzung der Berechnung innerhalb von Energiepass-Software. Dieses Verfahren ist genauer als das Verfahren mit tabellierten Aufwandszahlen (bei Verfügbarkeit genauerer Anlagendaten).

2.) Kurzverfahren mit tabellierten Aufwandszahlen

Die Aufwandszahlen in Tabelle 11 bis Tabelle 13 können alternativ für die Berechnung im Kurzverfahren direkt verwendet werden, wenn die Energiepass-Software das Verfahren nach 1.) nicht unterstützt. Der Primärenergieaufwand und die CO₂-Emissionen können dann mit Hilfe der Endenergie bezogenen Faktoren in Anhang 3 Tabelle 19 bestimmt werden.

Die Nutzenergie bezogenen Tabellenwerte in Tabelle 14 bis Tabelle 17 sind nur zur Information aufgeführt. Hiermit können berechnete Primärenergieaufwandszahlen auf Plausibilität geprüft werden.

Tabelle 10: Pauschalansätze für die Anlagentechnik (Defaultwerte)

		Pauschalansätze	
Übergabe Raumheizung		flächenbezogener Verlust	
Heizsystem mit kontinuierlichem Betrieb (Zentralheizung, Stromheizung, ...)		$q_{H,ce}$	3,3 kWh/(m ² a)
bei Einzelöfen im Intervallbetrieb		$q_{H,ce}$	0 kWh/(m ² a)
Anmerkung: Bei Einzelöfen mit Intervallbetrieb sind die Wärmeübergabeverluste nicht definiert (zeitweise Unterversorgung, in der Regel niedrigere mittlere Raumtemperaturen als Zentralheizung).			
Betriebsweise Heizwärmeverteilung			
Systemtemperaturen	Vorlauf	$\vartheta_{VL,max}$	70 °C
	Rücklauf	$\vartheta_{VL,min}$	55 °C
Überdimensionierung des Heizkreises		$f_{ü,HK}$	1,2
Betriebsweise Heizkreis		"typischer Betrieb"	
Wärmeschutzstandard Heizwärmeverteilung			
Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßig"			
Rohrleitungsnetze, deren Dämmung nicht dem Standard der HeizAnIV 1978 / 1986 bzw. EnEV entspricht; anzusetzen für Rohrleitungsnetze, die vor 1978 eingebaut wurden und nicht vollständig modernisiert wurden.			
Ansatz für Pauschalwerte von f_a bei Unter-Putz-Verlegung: Wände mit $\lambda > 0,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ (ohne zusätzliche Dämmung).			
<i>Bereich</i>	<i>Verlegeart</i>	<i>Wärmeschutz</i>	f_a U_R
V horizontale Verteilung	unter Kellerdecke	mäßig gedämmt	1,00 0,4 W/(m ² K)
S Strangleitungen	unter Putz in ungedämmter Außenwand	ungedämmt	0,48 1,4 W/(m ² K)
A Anbindeleitungen	freiliegend	ungedämmt	0,10 1,0 W/(m ² K)
Wärmeschutz Rohrleitungen "nach HeizAnIV"			
Rohrleitungsnetze, deren Dämmung dem Standard der HeizAnIV 1978 / 1986 bzw. der EnEV entsprechen			
Ansatz für Pauschalwerte von f_a bei Unter-Putz-Verlegung: Wände mit $\lambda \leq 0,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ bzw. $U_{Wand} \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.			
<i>Bereich</i>	<i>Verlegeart</i>	<i>Wärmeschutz</i>	f_a U_R
V horizontale Verteilung	unter Kellerdecke	nach HeizAnIV / EnEV	1,00 0,2 W/(m ² K)
S Strangleitungen	unter Putz in Außenwand	nach HeizAnIV / EnEV	0,35 0,26 W/(m ² K)
A Anbindeleitungen	unter Putz in Außenwand	nach HeizAnIV / EnEV	0,32 0,26 W/(m ² K)
Wärmeschutzstandard Warmwasserverteilung			
Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßig"			
Rohrleitungsnetze, deren Dämmung nicht dem Standard der HeizAnIV 1978 / 1986 bzw. EnEV entspricht; anzusetzen für Rohrleitungsnetze, die vor 1978 eingebaut wurden und nicht vollständig modernisiert wurden.			
<i>Bereich</i>	<i>Verlegeart</i>	<i>Wärmeschutz</i>	f_a U_R
V horizontale Verteilung	unter Kellerdecke	mäßig gedämmt	1,00 0,4 W/(m ² K)
S Strangleitungen	unter Putz in Innenwand oder Schacht	ungedämmt	0,15 1,4 W/(m ² K)
SL Stichleitungen	unter Putz in Innenwand	ungedämmt	0,15 1,4 W/(m ² K)
Wärmeschutz Rohrleitungen "nach HeizAnIV"			
Rohrleitungsnetze, deren Dämmung dem Standard der HeizAnIV 1978 / 1986 bzw. der EnEV entsprechen			
<i>Bereich</i>	<i>Verlegeart</i>	<i>Wärmeschutz</i>	f_a U_R
V horizontale Verteilung	unter Kellerdecke	nach HeizAnIV / EnEV	1,00 0,2 W/(m ² K)
S Strangleitungen	unter Putz in Innenwand oder Schacht	nach HeizAnIV / EnEV	0,15 0,2 W/(m ² K)
SL Stichleitungen	unter Putz in Innenwand	nach HeizAnIV / EnEV	0,15 0,2 W/(m ² K)

Tabelle 10 (Fortsetzung)

<p>Einordnung des Wärmeschutzstandards von Heizungs- und TWW-Rohrleitungen</p> <p>Ist bezüglich des Dämmstandards der Verteilung nichts bekannt, so kann vereinfachend das Baualter des Rohrleitungsnetzes zur Eingruppierung herangezogen werden:</p>					
<p>Rohrleitungsnetz installiert</p> <p>vor 1978 1978 oder später</p>	<p><i>Wärmeschutzstandard Rohrleitungen</i></p> <p>"mäßig" "nach HeizAnIV"</p>				
<p>Rohrleitungslängen Heizwärme- und Warmwasserverteilung</p> <p>Die Längen von Rohrleitungen im Bestand können vereinfacht wie bei Neuanlagen gemäß DIN V 4701-10 aus der Gebäudenutzfläche A_N berechnet werden.</p>					
<p>Ansatz gemäß DIN V 4701-10</p>					
<p>Kessel-Nennwärmeleistung</p> <p>Ansatz für Kessel-Nennwärmeleistung bezogen auf Gebäudeheizlast wenn tatsächliche Nennwärmeleistung unbekannt:</p> <p>resultierender Belastungsgrad</p>					
<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">$\frac{Q_n}{Q_{GB}}$</td> <td style="text-align: center;">2,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">φ_H</td> <td style="text-align: center;">0,15</td> </tr> </table>		$\frac{Q_n}{Q_{GB}}$	2,0	φ_H	0,15
$\frac{Q_n}{Q_{GB}}$	2,0				
φ_H	0,15				
<p>thermische Solaranlagen</p> <p>Bestehende Solaranlagen können vereinfacht wie Neuanlagen gerechnet werden.</p>					
<p>Ansatz gemäß DIN V 4701-10</p>					
<p>dezentrale Warmwasserbereitung</p> <p>Ansatz für dezentrale Warmwasserbereitung, wenn tatsächliche Ausführung unbekannt:</p>					
<p>Elektro-Durchlauferhitzer</p>					
<p>Geräte-Baujahr und Aufstellungsort</p> <p>Ansatz für Baujahr-Klasse, wenn tatsächliches Baujahr für ein Gerät unbekannt:</p> <p>Pauschalansatz für Aufstellungsort von zentralen Wärmeerzeugern und Speichern:</p>					
<p>1987 - 1994 außerhalb der thermischen Hülle</p>					

Tabelle 11: Endenergie-Aufwandszahlen für die Raumheizung (ohne Hilfsenergie)

Raumheizung Endenergie (Brennstoff, Fernw. oder Strom) ohne Hilfsenergie			Einfamilienhäuser					Mehrfamilienhäuser					
			Heizwärmebedarf q_H [kWh/m ² a]					Heizwärmebedarf q_H [kWh/m ² a]					
			50	100	150	200	250	50	100	150	200	250	
Baualter Kessel			Endenergie-Aufwandszahlen $c_{E,H}$										
Zentralheizungen	Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßige"	Standardkessel (Öl/Gas)	bis 1986	1,99	1,72	1,61	1,54	1,50	1,73	1,52	1,43	1,37	1,34
			1987 - 1994	1,93	1,67	1,56	1,49	1,45	1,68	1,47	1,39	1,33	1,30
			ab 1995	1,87	1,62	1,51	1,45	1,41	1,63	1,43	1,35	1,30	1,26
		Niedertemperaturkessel (Öl/Gas)	bis 1986	1,84	1,59	1,49	1,42	1,39	1,68	1,48	1,39	1,33	1,30
			1987 - 1994	1,76	1,52	1,42	1,36	1,32	1,61	1,41	1,33	1,27	1,24
			ab 1995	1,67	1,45	1,35	1,29	1,26	1,55	1,36	1,27	1,23	1,20
	Gas-Brennwertkessel	bis 1994	1,61	1,39	1,30	1,24	1,21	1,49	1,31	1,23	1,18	1,15	
		ab 1995	1,58	1,37	1,28	1,22	1,19	1,48	1,29	1,22	1,17	1,14	
	Holz-Kessel			1,93	1,67	1,56	1,49	1,45	1,68	1,47	1,39	1,33	1,30
	Elektro-Wärmepumpe		Außenluft Erdreich	0,75 0,57	0,62 0,48	0,57 0,44	0,54 0,42	0,53 0,41	0,72 0,55	0,61 0,46	0,56 0,43	0,54 0,41	0,52 0,40
	Fernwärme		ohne KWK mit KWK	1,52 1,52	1,32 1,32	1,23 1,23	1,18 1,18	1,15 1,15	1,46 1,46	1,28 1,28	1,20 1,20	1,16 1,16	1,13 1,13
	Zentralheizungen	Wärmeschutz Rohrleitungen nach HeizAnIV	Standardkessel (Öl/Gas)	bis 1986	1,61	1,49	1,44	1,41	1,40	1,41	1,33	1,29	1,27
1987 - 1994				1,56	1,45	1,40	1,37	1,36	1,37	1,29	1,25	1,23	1,22
ab 1995				1,51	1,40	1,36	1,33	1,32	1,33	1,25	1,22	1,20	1,19
Niedertemperaturkessel (Öl/Gas)			bis 1986	1,49	1,38	1,33	1,31	1,29	1,37	1,29	1,25	1,23	1,22
			1987 - 1994	1,42	1,32	1,27	1,25	1,24	1,31	1,23	1,20	1,18	1,17
			ab 1995	1,35	1,25	1,21	1,19	1,18	1,26	1,18	1,15	1,14	1,12
Gas-Brennwertkessel	bis 1994	1,30	1,20	1,17	1,14	1,13	1,22	1,14	1,11	1,09	1,08		
	ab 1995	1,28	1,18	1,15	1,12	1,11	1,21	1,13	1,10	1,08	1,07		
Holz-Kessel			1,56	1,45	1,40	1,37	1,36	1,37	1,29	1,25	1,23	1,22	
Elektro-Wärmepumpe		Außenluft Erdreich	0,62 0,47	0,54 0,42	0,52 0,40	0,50 0,39	0,49 0,38	0,60 0,45	0,53 0,41	0,51 0,39	0,50 0,38	0,49 0,38	
Fernwärme		ohne KWK mit KWK	1,23 1,23	1,14 1,14	1,10 1,10	1,08 1,08	1,07 1,07	1,19 1,19	1,12 1,12	1,09 1,09	1,07 1,07	1,06 1,06	
dezentrale Systeme	Strom-Direkt / Nachsp.-Hzg.							1,02					
	Gas-Raumheizer							1,43					
	Öl-Ofen							1,40					
	Kohle-Ofen							1,60					
	Holz-Ofen							1,60					

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Tabelle 12: Endenergie-Aufwandszahlen für die Warmwasserbereitung (ohne Hilfsenergie)

Warmwasserbereitung Endenergie (Brennstoff, Fernwärme oder Strom) ohne Hilfsenergie				ohne Solaranlage		mit Solaranlage	
				Ein-familien- häuser	Mehr- familien- häuser	Ein-familien- häuser	Mehr- familien- häuser
				Endenergie-Aufwandszahl $e_{E,W}$			
zentrale Systeme	Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßig"	ohne Zirkulation	Standardkessel oder Holzkessel	3,18	-	1,59	-
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	2,41	-	1,20	-
			Elektro-Wärmepumpe	0,88	-	0,44	-
			Fernwärme ohne KWK	1,59	-	0,79	-
			Fernwärme mit KWK	1,59	-	0,79	-
			zentraler Elektro-Speicher	1,53	-	0,76	-
		mit Zirkulation	Standardkessel oder Holzkessel	4,13	3,33	2,07	2,00
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	3,13	2,95	1,56	1,77
			Elektro-Wärmepumpe	1,14	1,17	0,57	0,70
			Fernwärme ohne KWK	2,18	2,57	1,09	1,54
			Fernwärme mit KWK	2,18	2,57	1,09	1,54
			zentraler Elektro-Speicher	2,10	2,47	1,05	1,48
	Wärmeschutz Rohrleitungen nach HeizAnIV	ohne Zirkulation	Standardkessel oder Holzkessel	2,62	-	1,31	-
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	1,98	-	0,99	-
			Elektro-Wärmepumpe	0,73	-	0,36	-
			Fernwärme ohne KWK	1,23	-	0,62	-
			Fernwärme mit KWK	1,23	-	0,62	-
			zentraler Elektro-Speicher	1,19	-	0,59	-
		mit Zirkulation	Standardkessel oder Holzkessel	2,78	1,90	1,39	1,14
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	2,10	1,68	1,05	1,01
			Elektro-Wärmepumpe	0,77	0,67	0,38	0,40
			Fernwärme ohne KWK	1,33	1,44	0,67	0,86
			Fernwärme mit KWK	1,33	1,44	0,67	0,86
			zentraler Elektro-Speicher	1,28	1,38	0,64	0,83
dezentrale Systeme	Elektro-Kleinspeicher		1,41		-		
	Elektro-Durchlauferhitzer		1,24		-		
	Gas-Durchlauferhitzer		1,55		-		

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Tabelle 13: Pauschalwerte Hilfsenergiebedarf (bezogen auf A_N)

		Strombedarf q_{HE} in kWh/(m ² a)	
		Einfamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser
Raumheizung	Zentralheizung	3,7	1,4
	dezentrales Heizsystem	0	0
Warmwasserbereitung	zentral ohne Zirkulation	0,1	-
	zentral mit Zirkulation	1,4	0,5
	dezentral	0	0

Anhang 1 Randbedingungen für die Energieberatung

Die in Abschnitt 6 und 7 dargestellten Randbedingungen gelten ausschließlich für die Ermittlung der Kennwerte des Energiepasses und zur Klassifizierung des Gebäudes. Bei Berechnungen im Rahmen einer ausführlichen Energieberatung zur Bestimmung des Energiesparpotenzials und der Wirtschaftlichkeit sollten die Randbedingungen dagegen möglichst nahe an den tatsächlichen liegen. Dadurch wird die durch Maßnahmen erzielbare Energieeinsparung für das konkrete Gebäude und seine Nutzer sehr viel realistischer eingeschätzt.

Wird an die Energiepasserstellung eine Energieberatung gekoppelt, so sind also zwei Rechengänge erforderlich:

1. Bestimmung des Normkennwertes und Klassifizierung unter Verwendung der in Abschnitt 6 und 7 dargestellten (Norm-)Randbedingungen vor und nach Modernisierung;
2. Bestimmung der möglichen Energieeinsparung unter Verwendung von möglichst nahe an der Realität liegenden Randbedingungen (siehe Empfehlungen in [IWU 2001]); dazu gehört:
 - Verwendung regionaler Klimadaten (langjährige Mittel in [DIN V 4108-6] bzw. Messwerte z.B. auf der Internetseite des Deutschen Wetterdienstes www.dwd.de)
 - Anpassung der Nutzungsdaten, so dass der berechnete Endenergiebedarf mit dem gemessenen Verbrauch übereinstimmt (bzw. Verwendung für die jeweilige Situation typischer Nutzungsdaten, wenn keine Verbrauchsdaten vorliegen).

Anhang 2 Quellen und Literaturhinweise

- [BP 2003] Loga, T.: **Heizgrenztemperaturen für Gebäude unterschiedlicher energetischer Standards**; in: Bauphysik 25 (2003) Heft 1
- [dena 2003] **Energiepass für Gebäude – Pflichtenheft für den Feldversuch 2003-2004**; Deutsche Energie-Agentur Berlin, Sept. 2003
- [dena 2004] **Energiepass für Gebäude – 1. Ergänzung zum Pflichtenheft für den Feldversuch 2003-2004**; Deutsche Energie-Agentur Berlin, März 2004
- [DIN V 4108-6] **DIN V 4108-6 / Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden / Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs**; Deutsches Institut für Normung; Berlin, 2003
- [DIN V 4701-10] **DIN V 4701-10 / Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen. Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung**; Deutsches Institut für Normung; Berlin, 2003
- [DIN V 4701-12 Blatt 1] **Entwurf DIN V 4701-12 Blatt 1: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand**; Teil 12: Heizung, Trinkwarmwassererwärmung, Lüftung; Blatt 1: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung; Normenausschüsse NHRS und NaBau im DIN; Berlin, August 2003
- [IWU 2001] Loga, Tobias; Born, Rolf; Großklos, Marc; Bially, Matthias: **Energiebilanz-Toolbox. Arbeitshilfe und Ergänzungen zum Energiepass Heizung / Warmwasser**; IWU Darmstadt, Dez. 2001
- [IWU 2002a] Loga, T.; Diefenbach, N.; Born, R.: Konzept für einen Gebäudeenergiepass mit Energieeffizienz-Label; Abschlussbericht im Auftrag der Deutschen Energieagentur, dena; November 2002
- [IWU 2002b] Diefenbach, N.; Loga, T.; Born, R.; Großklos, M.; Herbert, C.: **Energetische Kenngrößen für Heizungsanlagen im Bestand**; Studie im Auftrag des Ingenieurbüros für energieeffiziente Gebäudetechnik VENTECs (Prof. Strauß) als Grundlage für EID-Sanierungsenergiepass (noch nicht veröffentlicht); IWU Darmstadt, November 2002
- [IWU 2003] Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): **Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze**; IWU, Darmstadt 2003
- [TS 2003] **Energetische Bewertung heiztechnischer Anlagen im Bestand**; Entwurf einer technischen Spezifikation (TS) zur DIN V 4701-12 vom 19. Sept. 2003 / endgültige Fassung angekündigt für Frühjahr 2004

Anhang 3 Tabellenwerte für die Berechnung des Primärenergiebedarfs und der CO₂-Emissionen

Tabelle 14: Primärenergie-Aufwandszahlen für die Raumheizung (bezogen auf Nutzwärme)

Raumheizung Primärenergie (inkl. Hilfsenergie)			Einfamilienhäuser					Mehrfamilienhäuser					
			Heizwärmebedarf q_H [kWh/m ² a]					Heizwärmebedarf q_H [kWh/m ² a]					
			50	100	150	200	250	50	100	150	200	250	
			Primärenergie-Aufwandszahlen $e_{P,H}$										
			Baualter Kessel										
Zentralheizungen	Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßig"	Standardkessel	bis 1986	2,41	2,00	1,84	1,75	1,69	1,99	1,71	1,60	1,53	1,49
			1987 - 1994	2,34	1,95	1,79	1,70	1,64	1,93	1,66	1,55	1,49	1,45
			ab 1995	2,28	1,90	1,74	1,65	1,60	1,88	1,62	1,51	1,45	1,41
		Niedertemperaturkessel	bis 1986	2,25	1,86	1,71	1,62	1,57	1,93	1,67	1,55	1,49	1,45
			1987 - 1994	2,15	1,78	1,63	1,55	1,50	1,85	1,59	1,49	1,42	1,39
			ab 1995	2,06	1,70	1,56	1,48	1,43	1,79	1,53	1,43	1,37	1,33
	Gas-Brennwertkessel	bis 1994	1,99	1,64	1,50	1,42	1,38	1,72	1,48	1,38	1,32	1,29	
		ab 1995	1,96	1,61	1,48	1,40	1,35	1,71	1,47	1,37	1,31	1,27	
	Holz-Kessel			0,61	0,45	0,39	0,35	0,33	0,42	0,34	0,31	0,29	0,28
	Elektro-Wärmepumpe		Außenluft Erdreich	2,46 1,92	1,98 1,54	1,80 1,40	1,69 1,31	1,63 1,26	2,24 1,72	1,86 1,43	1,71 1,32	1,63 1,26	1,58 1,22
	Fernwärme		ohne KWK mit KWK	2,20 1,29	1,82 1,03	1,67 0,93	1,59 0,88	1,53 0,85	1,98 1,11	1,71 0,94	1,59 0,87	1,53 0,83	1,49 0,81
	Wärmeschutz Rohrleitungen nach HeizAnIV	Standardkessel	bis 1986	1,99	1,75	1,66	1,61	1,58	1,64	1,50	1,45	1,42	1,40
1987 - 1994			1,94	1,70	1,61	1,57	1,54	1,60	1,46	1,41	1,38	1,36	
ab 1995			1,89	1,66	1,57	1,52	1,49	1,55	1,42	1,37	1,34	1,32	
Niedertemperaturkessel		bis 1986	1,86	1,63	1,54	1,50	1,47	1,60	1,46	1,41	1,38	1,36	
		1987 - 1994	1,78	1,56	1,48	1,43	1,40	1,53	1,40	1,35	1,32	1,30	
		ab 1995	1,71	1,49	1,41	1,36	1,34	1,47	1,35	1,30	1,27	1,25	
Gas-Brennwertkessel	bis 1994	1,65	1,44	1,36	1,31	1,29	1,42	1,30	1,25	1,22	1,21		
	ab 1995	1,63	1,41	1,33	1,29	1,27	1,41	1,29	1,24	1,21	1,20		
Holz-Kessel			0,53	0,40	0,35	0,33	0,32	0,36	0,30	0,28	0,27	0,26	
Elektro-Wärmepumpe		Außenluft Erdreich	2,07 1,62	1,74 1,36	1,63 1,26	1,56 1,21	1,53 1,18	1,88 1,44	1,64 1,27	1,56 1,20	1,51 1,17	1,48 1,15	
Fernwärme		ohne KWK mit KWK	1,82 1,08	1,59 0,91	1,51 0,85	1,46 0,81	1,44 0,79	1,63 0,92	1,50 0,82	1,44 0,79	1,41 0,77	1,40 0,76	
dezentrale Systeme	Strom-Direkt / Nachtsp.-Hzg.							3,06					
	Gas-Raumheizer							1,57					
	Öl-Ofen							1,54					
	Kohle-Ofen							1,76					
	Holz-Ofen							0,32					

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Tabelle 15: Primärenergie-Aufwandszahlen für die Warmwasserbereitung (bezogen auf Nutzwärme)

Warmwasserbereitung Primärenergie (inkl. Hilfsenergie)				ohne Solaranlage		mit Solaranlage	
				Ein- familien- häuser	Mehr- familien- häuser	Ein- familien- häuser	Mehr- familien- häuser
				Primärenergie-Aufwandszahl $e_{P,W}$			
zentrale Systeme	Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßig"	ohne Zirkulation	Standardkessel (Öl oder Gas)	3,53	-	1,78	-
			Holzessel	0,66	-	0,34	-
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	2,67	-	1,35	-
			Elektro-Wärmepumpe	2,67	-	1,35	-
			Fernwärme ohne KWK	2,09	-	1,06	-
			Fernwärme mit KWK	1,14	-	0,58	-
			zentraler Elektro-Speicher	4,60	-	2,31	-
		mit Zirkulation	Standardkessel (Öl oder Gas)	4,88	3,78	2,61	2,32
			Holzessel	1,16	0,79	0,75	0,52
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	3,77	3,36	2,06	2,07
			Elektro-Wärmepumpe	3,77	3,62	2,05	2,22
			Fernwärme ohne KWK	3,17	3,46	1,76	2,12
			Fernwärme mit KWK	1,86	1,92	1,10	1,20
			zentraler Elektro-Speicher	6,64	7,53	3,49	4,57
	Wärmeschutz Rohrleitungen nach HeizAnIV	ohne Zirkulation	Standardkessel (Öl oder Gas)	2,91	-	1,47	-
			Holzessel	0,55	-	0,29	-
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	2,21	-	1,11	-
			Elektro-Wärmepumpe	2,20	-	1,11	-
			Fernwärme ohne KWK	1,63	-	0,83	-
			Fernwärme mit KWK	0,89	-	0,46	-
			zentraler Elektro-Speicher	3,59	-	1,80	-
		mit Zirkulation	Standardkessel (Öl oder Gas)	3,39	2,21	1,86	1,38
			Holzessel	0,89	0,50	0,61	0,35
			Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	2,65	1,97	1,49	1,23
Elektro-Wärmepumpe			2,64	2,12	1,49	1,32	
Fernwärme ohne KWK			2,07	1,99	1,20	1,24	
Fernwärme mit KWK			1,27	1,12	0,80	0,72	
zentraler Elektro-Speicher			4,18	4,26	2,26	2,60	
dezentrale Systeme	Elektro-Kleinspeicher		4,23		-		
	Elektro-Durchlauferhitzer		3,71		-		
	Gas-Durchlauferhitzer		1,71		-		

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Tabelle 16: CO₂-Emissionsfaktoren für die Raumheizung (bezogen auf Nutzwärme)

Raumheizung CO ₂ -(Äquivalent-)Emissionen (inkl. Hilfsenergie)			Einfamilienhäuser					Mehrfamilienhäuser					
			Heizwärmebedarf q _H [kWh/m ² a]					Heizwärmebedarf q _H [kWh/m ² a]					
			50	100	150	200	250	50	100	150	200	250	
			spezifische Kohlendioxid-Emissionen f _{CO₂,H} in g pro kWh Nutzwärme										
Baualter Kessel													
Zentralheizungen	Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßig"	Öl-Standard-kessel	bis 1986	669	561	516	491	476	557	482	450	432	420
			1987 - 1994	651	545	502	477	462	542	468	437	419	409
			ab 1995	633	530	488	463	449	527	455	425	408	397
		Öl-Niedertemp.-kessel	bis 1986	623	521	479	455	441	542	468	438	420	409
			1987 - 1994	597	498	458	435	421	519	448	419	401	391
			ab 1995	571	475	437	415	402	500	431	403	386	376
		Gas-Standard-kessel	bis 1986	542	450	414	392	380	447	384	359	344	335
			1987 - 1994	527	438	402	381	369	434	374	349	334	325
			ab 1995	513	426	391	371	358	423	363	339	325	316
		Gas-Niedertemp.-kessel	bis 1986	505	419	384	364	352	435	374	349	334	326
		1987 - 1994	484	401	367	348	337	416	358	334	320	311	
		ab 1995	464	383	350	332	321	401	345	321	308	300	
	Gas-Brennwert-kessel	bis 1994	448	369	338	320	309	387	332	310	297	289	
		ab 1995	441	363	332	314	304	384	329	307	294	286	
	Holz-Kessel		133	97	84	77	73	91	73	66	62	60	
	Elektro-Wärmepumpe	Außenluft	561	451	409	385	370	510	424	390	371	359	
		Erdreich	438	351	318	299	288	392	326	301	286	277	
	Fernwärme	ohne KWK	669	560	516	491	475	612	529	495	475	462	
		mit KWK	417	343	313	296	286	371	318	296	284	276	
	Wärmeschutz Rohrleitungen nach HeizAnIV	Öl-Standard-kessel	bis 1986	550	489	465	453	445	459	422	408	400	395
		1987 - 1994	535	475	452	440	432	446	410	396	389	384	
		ab 1995	521	462	440	427	420	434	399	385	378	373	
Öl-Niedertemp.-kessel		bis 1986	513	454	432	420	413	447	410	397	389	384	
		1987 - 1994	492	435	413	401	394	428	393	379	372	367	
		ab 1995	471	415	394	383	376	412	378	365	358	354	
Gas-Standard-kessel		bis 1986	447	393	373	362	355	368	337	325	319	315	
		1987 - 1994	436	382	362	352	345	358	328	316	310	306	
		ab 1995	424	372	353	342	336	349	319	307	301	297	
Gas-Niedertemp.-kessel (Öl/Gas)		bis 1986	418	366	347	336	330	359	328	316	310	306	
	1987 - 1994	401	350	332	321	315	344	314	302	296	293		
	ab 1995	384	335	316	307	301	331	302	291	285	282		
Gas-Brennwert-kessel	bis 1994	371	323	305	295	289	320	292	281	275	272		
	ab 1995	366	317	300	290	284	317	289	278	272	269		
Holz-Kessel		118	87	77	72	68	78	65	60	58	56		
Elektro-Wärmepumpe	Außenluft	471	397	370	356	347	428	374	355	344	338		
	Erdreich	368	309	288	276	270	328	288	273	266	261		
Fernwärme	ohne KWK	550	488	465	452	445	503	463	448	440	435		
	mit KWK	347	300	283	274	268	306	279	269	263	259		
dezentrale Systeme	Strom-Direkt / Nachtsp.-Hzg.							697					
	Gas-Raumheizer							353					
	Öl-Ofen							435					
	Kohle-Ofen							702					
	Holz-Ofen							10					

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Tabelle 17: CO₂-Emissionsfaktoren für die Warmwasserbereitung (bezogen auf Nutzwärme)

Warmwasserbereitung CO ₂ - (Äquivalent-)Emissionen inkl. Hilfsenergie		ohne Solaranlage		mit Solaranlage			
		Ein-familien- häuser	Mehr- familien- häuser	Ein-familien- häuser	Mehr- familien- häuser		
		spezif. Kohlendioxid-Emissionen e_{CO2,W} in g pro kWh Nutzwärme					
zentrale Systeme	Wärmeschutz Rohrleitungen "mäßig"	ohne Zirkulation	Öl-Standardkessel	996	-	501	-
			Öl-Niedertemperaturkessel	754	-	380	-
			Gas-Standardkessel	792	-	399	-
			Gas-Niedertemp.- oder Brennwertkessel	600	-	303	-
			Holzessel	25	-	15	-
			Elektro-Wärmepumpe	607	-	306	-
			Fernwärme ohne KWK	650	-	328	-
			Fernwärme mit KWK	388	-	197	-
			zentraler Elektro-Speicher	1048	-	527	-
			mit Zirkulation	Öl-Standardkessel	1362	1063	719
	Öl-Niedertemperaturkessel	1049		945	563	578	
	Gas-Standardkessel	1098		850	587	521	
	Gas-Niedertemp.- oder Brennwertkessel	849		756	463	464	
	Holz-Kessel	101		47	89	39	
	Elektro-Wärmepumpe	858		824	467	505	
	Fernwärme ohne KWK	963		1071	520	653	
	Fernwärme mit KWK	603		647	340	399	
	zentraler Elektro-Speicher	1511		1715	794	1040	
	Wärmeschutz Rohrleitungen nach HeizAnIV	ohne Zirkulation		Öl-Standardkessel	821	-	413
			Öl-Niedertemperaturkessel	622	-	314	-
			Gas-Standardkessel	653	-	329	-
			Gas-Niedertemp.- oder Brennwertkessel	495	-	250	-
			Holzessel	21	-	13	-
			Elektro-Wärmepumpe	501	-	253	-
Fernwärme ohne KWK			507	-	256	-	
Fernwärme mit KWK			303	-	154	-	
zentraler Elektro-Speicher		816	-	411	-		
mit Zirkulation		Öl-Standardkessel	940	619	508	382	
		Öl-Niedertemperaturkessel	729	551	403	342	
		Gas-Standardkessel	762	497	419	309	
		Gas-Niedertemp.- oder Brennwertkessel	595	443	336	277	
		Holzessel	93	39	85	34	
	Elektro-Wärmepumpe	601	482	339	300		
dezentrale Systeme	Elektro-Kleinspeicher	964	-	-	-		
	Elektro-Durchlauferhitzer	844	-	-	-		
	Gas-Durchlauferhitzer	383	-	-	-		

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Erläuterungen zu den tabellierten Aufwandszahlen

Im Folgenden werden einige Hinweise zu den in Tabelle 11 bis Tabelle 17 verwendeten Begriffen und Festlegungen gegeben. Sind bei einer Anlagenkategorie verschiedene Anlagen subsummiert, so ist die Anlage, deren Kennwerte in die Berechnung der Aufwandszahlen eingingen, *kursiv* gesetzt.

Sind bei einem Gebäude mehrere Systeme im Einsatz, so muss die Anlageneffizienz für die einzelnen Versorgungsbereiche anteilig bestimmt werden. Vereinfachend können die Anteile des Nutzwärmebedarfs entsprechend der zu versorgenden Nutzfläche aufgeteilt werden. Werden Einzelöfen zusätzlich zu einem vorhandenen Zentralheizungssystem betrieben, so dürfen diese bei der Bewertung nicht berücksichtigt werden.⁷

Stets erforderlich ist eine detaillierte Berechnung bei komplexen Systemen – insbesondere bei Einsatz mehrerer unterschiedlicher Wärmeerzeuger in einem Versorgungsbereich.

Tabelle 18: Erläuterung der Begriffe und Festlegungen in Tabelle 11 bis Tabelle 17

Einfamilienhäuser	Gebäude mit 1 bis 2 Wohneinheiten; dazu zählen auch Reihenhäuser, sofern die Wohnungen einzeln versorgt werden
Mehrfamilienhäuser	Gebäude mit 3 und mehr Wohnungen; dazu zählen auch Reihenhäuser, wenn eine zentrale Versorgung der Zeile vorliegt
Zentralheizungen	Anlagen mit <i>gebäude-</i> oder <i>wohnungszentraler</i> Erzeugung der Wärme und einem zugehörigen Wärmeverteilsystem (auch Gasetagenheizungen)
Gas	<i>Erdgas</i> oder Flüssiggas
Standardkessel	<i>Kessel</i> mit über die gesamte Heizzeit konstanter Betriebstemperatur (unabhängig davon, ob das Verteilnetz konstant oder außentemperaturabhängig betrieben wird); kann vereinfachend auch bei Einsatz eines gasbeheizten Trinkwasserspeichers angesetzt werden
Niedertemperaturkessel	<i>Kessel</i> oder <i>Therme</i> mit von der Außentemperatur bzw. Heizlast abhängig geführter Betriebstemperatur (oder einer Begrenzung der Betriebstemperatur auf max. 55 °C)
Brennwertkessel	wie Niedertemperaturkessel, jedoch mit konstruktionsbedingter Nutzung der Verdampfungswärme des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes
Holzessel	Kessel, der mit dem Brennstoff Holz betrieben wird; hierzu zählen <i>Scheitholzkessel (mit Pufferspeicher)</i> , Holzhackschnitzel- und Pelletkessel

⁷ Ansonsten würde jeder zusätzliche Holzofen oder -kamin (ob er betrieben wird oder nicht) eine drastische Reduzierung des Primärenergiebedarfs bewirken.

Elektro-Wärmepumpe	<p>Raumheizung: elektrisch betriebene Wärmepumpen mit den Wärmequellen Erdreich bzw. Außenluft (inkl. 5% Anteil Heizstab); im Fall von Grundwasser-Wärmepumpen können die Werte der Erdreich-Wärmepumpe verwendet werden;</p> <p>Warmwasserbereitung: elektrisch betriebene Wärmepumpen mit den Wärmequellen <i>Außenluft</i>, Kellerluft, Erdreich, Grundwasser (inkl. 5% Anteil Heizstab)</p> <p>Wird die Elektro-Wärmepumpe ohne Heizstab betrieben, so können die angegebenen Aufwandszahlen für Raumheizung und Warmwasser jeweils um 9% reduziert werden.</p>
Fernwärme	Sammelbegriff für die Versorgung durch ein Heizwerk, ein Heizkraftwerk (<i>Fernwärme</i>) oder eine Heizzentrale (Nahwärme); die Tabellenwerte „ohne KWK“ gelten für 0%, die Tabellenwerte „mit KWK“ für 100% Kraft-Wärme-Kopplungs-Anteil an der Wärmeerzeugung, Zwischenwerte können interpoliert werden
Strom-Direkt / Nachtsp.-Hzg.	<i>Elektro-Nachtspeicher-Öfen</i> oder Elektro-Direktheizgeräte (z.B. Heizlüfter)
Gas-Raumheizer	Gas betriebene Raumheizer als Außenwand-Gerät oder Schornstein gebunden
Kohle-Ofen	Kohle befeuerte Einzelöfen (auch Kachelöfen)
Öl-Ofen	Öl befeuerte Einzelöfen
Holzofen	<i>Scheitholz-</i> oder Pellet befeuerte Einzelöfen (auch Kachelöfen) und Kamine
Elektro-Durchlauferhitzer	elektronisch oder hydraulisch gesteuerte Elektro-Durchlauferhitzer; sind in einer Wohnung gleichzeitig Elektro-Kleinspeicher vorhanden und versorgen diese 50% der Zapfstellen oder mehr, so ist die Aufwandszahl der Elektro-Kleinspeicher zu verwenden
Elektro-Kleinspeicher	dezentral für eine oder mehrere Zapfstelle je Wohnung betriebene Elektrospeicher
Gas-Durchlauferhitzer	Gas betriebene <i>Durchlauferhitzer</i> mit Zündflamme oder <i>elektronischer Zündung</i> ; Werte können auch für den Fall einer Gasetagenheizung verwendet werden
Wärmeschutz Rohrleitungen „mäßig“	<p>Rohrleitungsnetze, deren Dämmung nicht dem Standard der HeizAnIV 1978 / 1986 bzw. EnEV entspricht; anzusetzen für Rohrleitungsnetze, die vor 1978 eingebaut wurden und nicht vollständig modernisiert wurden.</p> <p>Bei teilweise modernisierten Leitungsnetzen (z.B. der Dämmung der zugänglichen, unter der Kellerdecke verlegten Leitungen) kann das arithmetische Mittel der Aufwandszahlen für die Standards „mäßig“ und „HeizAnIV“ verwendet werden.</p>
Wärmeschutz Rohrleitungen nach „HeizAnIV“	Rohrleitungsnetze, deren Dämmung dem Standard der HeizAnIV 1978 / 1986 bzw. der EnEV entsprechen

Tabelle 19: Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktoren (bezogen auf Endenergie) gemäß DIN V 4701-10 und Energiepass-Pflichtenheft [dena 2003] Anlage 7

Energieart	Prozeß ¹⁾	Primärenergiefaktor bezogen auf Endenergie [-]	CO ₂ -Emissionsfaktor bezogen auf Endenergie CO ₂ -Äquivalent [g/kWhEnd]
		DIN V 4701-10	Berechnung GEMIS 4.13
Brennstoffe ²⁾	Heizöl EL	1,1	311
	Erdgas H	1,1	247
	Flüssiggas	1,1	272
	Steinkohle	1,1	439
	Braunkohle	1,2	452
	Holzhackschnitzel	0,2	35
	Brennholz	0,2	6
	Holz-Pellets	0,2	43
Strom	Strom-Mix	3,0	683
Nah-/Fernwärme aus KWK	fossiler Brennstoff	0,7	
	erneuerbarer Brennstoff	0,0	
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	
	erneuerbarer Brennstoff	0,1	
Berechnung GEMIS 4.13			
Fernwärme ³⁾	Fernwärme 70 % KWK	0,78	241
	Fernwärme 35 % KWK	1,13	323
	Fernwärme 0 % KWK	1,49	406
Nahwärme ³⁾	Nahwärme 70 % KWK	0,73	-70
	Nahwärme 35 % KWK	1,11	127
	Nahwärme 0 % KWK	1,48	323

¹⁾ Vorgelagerte Kette für die Endenergie bis Übergabe im Gebäude inkl. Materialaufwand für Wärmeerzeuger, ohne Hilfsenergie im H

²⁾ Bezugsgröße: unterer Heizwert H_u

³⁾ Stromgutschrift für Kohlestrom