

PORENBETON BERICHT 19

Wärmeschutz und Energieeinsparung – EnEV 2014

Martin Homann



WÄRMESCHUTZ UND ENERGIEEINSPARUNG ENEV 2014

Impressum

Herausgeber Bundesverband Porenbeton
Vertrieb BVP-Porenbeton-Informationen-GmbH
Kochstraße 6-7 · 10969 Berlin
Telefon 030/ 25 92 82 14 · Telefax 030/ 25 92 82 64
eMail info@bv-porenbeton.de · Internet www.bv-porenbeton.de
Gestaltung Gräf und Team GmbH, München

© Bundesverband Porenbeton
Veröffentlichungen, auch auszugsweise, bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers

Inhalt

1	Ziele des Wärmeschutzes	7
2	Wärmeleitung und Wärmeübergang	8
3	Wärmespeicherung.....	14
4	Mindestwärmeschutz im Winter.....	17
5	Energiesparender Wärmeschutz	19
5.1	Energieeinsparverordnung.....	19
5.1.1	Zu errichtende Wohngebäude.....	21
5.1.2	Zu errichtende Nichtwohngebäude	27
5.1.3	Zu errichtende kleine Gebäude und Gebäude aus Raumzellen.....	31
5.1.4	Dichtheit und Wärmebrücken.....	32
5.1.5	Bestehende Gebäude	35
5.2	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz.....	45
6	Sommerlicher Wärmeschutz	47
	Symbole	54
	Literatur.....	56

Vorwort

Die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht vor, dass in den Mitgliedsländern der europäischen Union ab dem Jahr 2021 nur noch sogenannte Niedrigstenergiehäuser (Passiv- bzw. Nullenergiehäuser) geplant und errichtet werden dürfen. Die Umsetzung dieser Anforderungen erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland im Wesentlichen durch die Energieeinsparverordnung (EnEV). Die im Mai 2014 in Kraft getretene Neufassung der Verordnung (EnEV 2014) senkt den höchstens zulässigen Primärenergiebedarf für zu errichtende Gebäude ab dem Jahr 2016 um 25 % ab. Durch die Absenkung werden der Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden und eine effizientere Anlagentechnik weiter in den Vordergrund treten. In diesem Zusammenhang sind die Regelungen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes seit 2009 neben denen der EnEV zu beachten. Die Anforderungen an die wärmetechnische Qualität der Gebäudehülle wurden ebenfalls angehoben.

Hinsichtlich der Planung und Umsetzung von energetischen Ertüchtigungsmaßnahmen im Gebäudebestand sieht die EnEV 2014 weitgehend keine Anhebung der energetischen Anforderungen an bestehende Gebäude vor. Gleichwohl haben sich im Detail einige Regelungen geändert.

Im Energieausweis für Wohngebäude wurde der sogenannte Bandtacho mit Angaben zu den Energiebedarfskenngrößen um endenergiebezogene Energieeffizienzklassen ergänzt.

Eine weitere Neuregelung der EnEV 2014 besagt, dass Planerinnen und Planer für Energieausweise und Inspektionsberichte über Klimaanlage eine Registriernummer beantragen müssen. Außerdem haben sie sich mit einem Stichprobenkontrollsystem auseinanderzusetzen. Neu sind u. a. auch die Regelung zur Übergabe des Energieausweises an Käufer bzw. Mieter und die Pflichtangabe der energetischen Kennwerte in Immobilienanzeigen.

Über diese Neuerungen gibt die neue Auflage des Berichtshefts 19 detailliert Auskunft. Es werden die Regelungen, Anforderungen und Berechnungsverfahren des energiesparenden Wärmeschutzes und des Mindestwärmeschutzes im Winter und im Sommer vorgestellt. Damit stellt das Berichtsheft eine Arbeitshilfe für Planerinnen und Planer sowie für Studierende des Bauingenieurwesens und der Architektur dar.

1 Ziele des Wärmeschutzes

Energie einzusparen ist ein wichtiges Ziel bei der Herstellung von Baustoffen und Gebäuden, aber auch bei der Nutzung von Gebäuden. Anzustreben ist dieses Ziel im Hinblick auf die Schonung der Ressourcen fossiler Energieträger und der Entlastung unserer Umwelt von Schadstoffen, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Hierzu zählt auch das Treibhausgas Kohlendioxid (CO_2). Daher ist der Wärmeschutz von Gebäuden, insbesondere die wärmetechnische Qualität der Außenbauteile, eine wichtige Einflussgröße für den Heizenergieverbrauch während der Nutzung. Hinzu kommt, dass die wärmetechnische Qualität von Außenbauteilen, bedingt durch ihre inneren Oberflächentemperaturen, einen wesentlichen Einfluss auf die Behaglichkeit innerhalb von Räumen hat. Auch zur Vermeidung von Bauschäden sind ausreichend hohe Oberflächentemperaturen erforderlich. Diesen Zielsetzungen entsprechen die unterschiedlichen Schwerpunkte des Wärmeschutzes:

■ Mindestwärmeschutz im Winter

An die Wärmedämmung von Bauteilen und Wärmebrücken werden Mindestanforderungen gestellt, um ein hygienisches Raumklima und einen dauerhaften Schutz der Baukonstruktion gegen klimabedingte Feuchteinwirkungen sicherzustellen.

■ Energieeinsparung in Gebäuden

Der Verbrauch von Primärenergie für Heizung, Trinkwarmwassererwärmung, Lüftung, Klimatisierung und Beleuchtung insbesondere unter Berücksichtigung erneuerbarer Energien ist im Rahmen eines gesamtheitlichen energetischen Bewertungskonzeptes zu begrenzen. Darüber hinaus ist es technisch möglich, Gebäude zu errichten, die einen noch geringeren Energiebedarf haben als nach der Energieeinsparverordnung zulässig wäre. Begriffe, die in Zusammenhang mit energiesparenden Gebäuden genannt werden, sind z. B. KfW-Effizienzhaus, Passivhaus, Nullenergiehaus oder Plusenergiehaus.

■ Sommerlicher Wärmeschutz

Durch Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz im Sommer soll eine zu starke Erwärmung von Aufenthaltsräumen vermieden werden, um auch ohne Kühlung der Raumluft unter Einsatz von Energie ein behagliches Raumklima zu erreichen.

In den weiteren Abschnitten dieses Berichtsheftes werden zunächst grundlegende wärmetechnische Begriffe und Eigenschaften erläutert. Anschließend werden die wärmetechnischen Schwerpunkte näher betrachtet.

2 Wärmeleitung und Wärmeübergang

Die wärmetechnischen Transportmechanismen Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmekonvektion führen zu einem Wärmestrom durch ein Bauteil in Richtung eines Temperaturgefälles und damit zu einem Wärmedurchgang von innen nach außen. Die Mechanismen Wärmestrahlung und Wärmekonvektion, die das Maß des Wärmeübergangs an Bauteiloberflächen kennzeichnen, werden bei Berechnungen zur wärmetechnischen Qualität von Bauteilen im Allgemeinen zusammengefasst.

Die Kenngrößen sind der innere Wärmeübergangswiderstand R_{si} und der äußere Wärmeübergangswiderstand R_{se} in m^2K/W , welche nach DIN EN ISO 6946 [8] in Abhängigkeit von der Richtung des Wärmestroms bzw. der Neigung eines Bauteils für innere und äußere Oberflächen unterschieden werden (Tab. 1). Grenzt ein Bauteil an Erdreich, entfallen Strahlung und Konvektion und R_{se} ist Null. Im Falle hinterlüfteter Konstruktionen gilt allgemein die Regel $R_{se} = R_{si}$.

Tab. 1: Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} in m^2K/W gemäß DIN EN 6946 [8]

	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Für den Anteil des Wärmedurchgangs, der über die Wärmeleitung der Baustoffschichten erfolgt, sind die Schichtdicken d der Baustoffe und deren Wärmeleitfähigkeiten λ maßgebend. Tab. 2 enthält eine Übersicht zu den Wärmeleitfähigkeiten λ in $W/(mK)$ von Produkten aus Porenbeton.

Tab. 2: Wärmeleitfähigkeiten λ von Produkten aus Porenbeton

Produkt	Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	Wärmeleitfähigkeit λ [$W/(mK)$]	
			nach DIN 4108-4 [6.2]	Bemessungswert*
Plansteine, Planelemente	2	0,35	-	0,08
			0,11	0,09
		0,40	0,13	0,10
		0,50	0,16	0,13
	4			0,14
		0,50	0,16	0,12
				0,13
				0,14
		0,55	0,18	0,13
				0,14
	6	0,60	0,19	0,16
				0,16
		0,65	0,21	0,18
				0,21
		0,70	0,22	0,18
				0,21
	8			0,22
		0,80	0,25	0,21
Planbauplatten	-	0,35	0,11	-
		0,40	0,13	
		0,45	0,15	
		0,50	0,16	
		0,55	0,18	
		0,60	0,19	
		0,65	0,21	
		0,70	0,22	
		0,80	0,25	
		0,90	-	

Produkt	Festigkeitsklasse	Rohdichteklasse	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(mK)]	
			nach DIN 4108-4 [6.2]	Bemessungswert*
Mauertafeln (Sockelelemente)	s. Plansteine/ Planelemente	0,40	-	0,10
		0,45		0,12
		0,50		0,13
		0,55		0,14
		0,60		0,16
		0,65		0,18
		0,70		0,18
		0,80		0,21
Wandtafeln, unbewehrt	2	0,40	-	0,10
		0,45		0,12
		0,50		0,13
	4	0,50		0,13
		0,55		0,14
		0,60		0,16
		0,65		0,18
		0,70		0,21
	6	0,60		0,16
		0,65		0,18
		0,70		0,21
		0,80		0,21
Wandtafeln, bewehrt	3,3	0,45	0,15	0,12
		0,50	0,15	0,13
		0,55	0,18	0,14
		0,60	0,19	0,16
	4,4	0,55	0,18	0,14
		0,60	0,19	0,16
		0,65	0,21	0,18
		0,70	0,22	0,18
Wandplatten, Deckenplatten, Dachplatten	2,2	0,40	0,13	0,10
		0,45	0,15	0,12
	3,3	0,50	0,15	0,13
		0,55	0,18	0,14
		0,60	0,19	0,16
	4,4	0,55	0,18	0,14
		0,60	0,19	0,16
		0,65	0,21	0,18
Fertigstürze	4,4	0,70	0,22	0,18
		0,55	-	0,14
		0,60		0,16
		0,65		0,18
		0,70		0,18
Flachstürze	4,4	0,55	-	0,14
		0,60		0,16
		0,65		0,18
		0,70		0,21

* Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit ergibt sich aus dem CE-deklarierten $\lambda_{10, \text{dry, unit}}$ -Wert und dem zusätzlich über das $\ddot{U}$ -Zeichen nachzuweisenden F_m -Wert: Bemessungswert $\lambda = \lambda_{10, \text{dry, unit}} \cdot F_m$

Das Spektrum reicht von $\lambda = 0,08 \text{ W/(mK)}$ bis zu $\lambda = 0,25 \text{ W/(mK)}$. Gemäß DIN 4108-4 (6.2) hat Mauerwerk mit Steinhöhen von mehr als 238 mm ohne Stoßfugenvermörtelung und Lagerfugen aus Dünnbettmörtel, im Bereich von $\lambda = 0,08 \text{ W/(mK)}$ bis $\lambda = 0,18 \text{ W/(mK)}$ die gleiche Wärmeleitfähigkeit wie der Mauerstein, da bei einer mittleren Fugendicke von 2 mm die Wärmeleitfähigkeit des Dünnbettmörtels nur einen geringen rechnerischen Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks hat.

Der Quotient aus d und λ ist der Wärmedurchlasswiderstand R_i in $\text{m}^2\text{K/W}$ einer Baustoffschicht. Fasst man die Wärmedurchlasswiderstände aller Baustoffschichten zusammen, erhält man den Wärmedurchlasswiderstand R des gesamten Bauteils. Er ist bedeutend für den Nachweis der Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Bauteilflächen und die weitere Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U in $\text{W/(m}^2\text{K)}$.

Der bei gleich bleibender Wärmeleitfähigkeit λ vorausgesetzte lineare Zusammenhang zwischen der Baustoffdicke d und dem Wärmedurchlasswiderstand R_i hat bei Luftschichten keine Gültigkeit. Daher ist bei Bauteilen, die eine ruhende Luftschicht aufweisen, der Wärmedurchlasswiderstand R_g von Luftschichten tabellarisch für bestimmte Luftschichtdicken d und in Abhängigkeit von der Richtung des Wärmestroms zu ermitteln (Tab. 3). Streng genommen ist noch das Emissionsvermögen der die Luftschicht begrenzenden Oberflächen relevant. Es wird jedoch bei Baustoffschichten mit mineralischen Oberflächen bei der Berechnung der wärmetechnischen Qualität eines Bauteils im Allgemeinen nicht im Einzelnen berücksichtigt.

Tab. 3: Wärmedurchlasswiderstand R_g von ruhenden Luftschichten in $\text{m}^2\text{K/W}$ gemäß DIN EN ISO 6946 - Oberflächen mit hohem Emissionsgrad [8]

Dicke der Luftschicht mm	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Zwischenwerte können mittels linearer Interpolation ermittelt werden

Die Summe aus dem inneren Wärmeübergangswiderstand R_{si} , dem äußeren Wärmeübergangswiderstand R_{se} und dem Wärmedurchlasswiderstand R der Baustoffschichten ist der Wärmedurchgangswiderstand R_T . Sein Kehrwert, der Wärmedurchgangskoeffizient U , ist eine Kenngröße zur Beurteilung der wärmetechnischen Eigenschaften eines Bauteils.

Er gibt an, welcher Wärmestrom in Watt auf einer Fläche von 1 m^2 zwischen zwei Medien, die durch eine oder mehrere feste Schichten voneinander getrennt sind, übertragen wird, wenn die Temperaturdifferenz 1 Kelvin beträgt.

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + R_{se}} \quad \text{Gl. (1)}$$

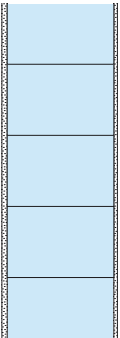
Zu berücksichtigen ist bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U , dass zwischen Bauteilen aus homogenen Schichten, wie massiven Mauerwerkskonstruktionen und Bauteilen aus homogenen und inhomogenen Schichten, wie Holzrahmenbauweisen zu unterscheiden ist. Im letztgenannten Fall ist die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U nach DIN EN ISO 6946 (8) aufwendiger, weil neben dem Wärmestrom senkrecht zur Bauteiloberfläche auch ein Wärmestrom parallel zur Bauteiloberfläche, z. B. durch die Wechselwirkung zwischen Sparren und Wärmedämmung im Gefachbereich, ermittelt werden muss. Nach Berechnung eines oberen Grenzwertes für den Wärmedurchgangskoeffizienten R_T' (senkrecht) und eines unteren Grenzwertes R_T'' (parallel) ergibt sich der Wärmedurchgangswiderstand R_T durch Mittelung. Der Kehrwert von R_T ergibt den Wärmedurchgangskoeffizienten U .

Tab. 4 bis 8 enthalten Wärmedurchgangskoeffizienten U für Außenwände aus Porenbeton mit folgenden Schichtaufbauten:

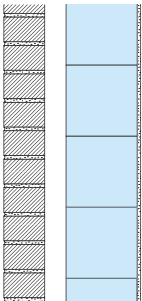
- Einschalig (monolithisch)
- Zweischalig ohne zusätzliche Wärmedämmung und mit Luftschicht
- Zweischalig mit zusätzlicher Wärmedämmung und mit Luftschicht
- Zweischalig mit zusätzlicher Kerndämmung
- Einschalig mit Wärmedämmverbundsystem

Die Werte zeigen, dass Porenbeton aufgrund seiner Baustoffeigenschaften, insbesondere der geringen Wärmeleitfähigkeit bei hoher Festigkeit, eine weitgehend monolithische Bauweise mit Wärmedurchgangskoeffizienten von bis zu $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ermöglicht. Durch zusätzliche Wärmedämmschichten kann der Wert weiter auf $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ gesenkt werden.

Mit der umfangreichen Palette an Produkten können nicht nur Wände aus unbewehrtem Porenbeton, sondern auch Decken und Dächer aus bewehrtem Porenbeton errichtet werden. Beispiele für Wärmedurchgangskoeffizienten U von Decken über unbeheizten Kellern, obersten Geschossdecken und von Dächern gegen Außenluft sind in den Tab. 9 und 10 wiedergegeben.

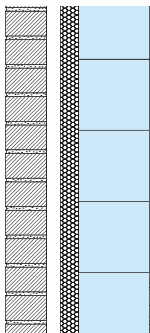
System Putz innen 1 cm $\lambda = 0,7 \text{ W}/(\text{mK})$ Mauerwerk Putz außen 1,5 cm $\lambda = 0,32 \text{ W}/(\text{mK})$	Wanddicke d cm		Wärmedurchgangskoeffizient U des Bauteils $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$ bei einer Wärmeleitfähigkeit λ des Porenbetons von $[\text{W}/(\text{mK})]$								
	Mauerwerk	gesamt	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
	24,0	26,5	0,31	0,35	0,38	-	-	-	-	-	-
	30,0	32,5	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39	-	-	-
	36,5	39,0	0,21	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40
	42,5	45,0	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35
	48,0	50,5	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31
	50,0	52,5	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30

Tab. 4: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Außenwänden aus Porenbeton (einschalig)

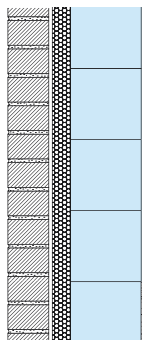
System Putz innen 1 cm $\lambda = 0,7 \text{ W}/(\text{mK})$ Mauerwerk Luftschicht 4 cm Vormauerschale 11,5 cm $\lambda = 0,96 \text{ W}/(\text{mK})$	Wanddicke d cm		Wärmedurchgangskoeffizient U des Bauteils $[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$ bei einer Wärmeleitfähigkeit λ des Porenbetons von $[\text{W}/(\text{mK})]$								
	Mauerwerk	gesamt	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
	24,0	40,5	0,29	0,32	0,35	-	-	-	-	-	-
	30,0	46,5	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	-	-	-
	36,5	53,0	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36

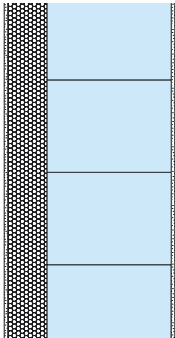
Tab. 5: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Außenwänden aus Porenbeton (zweischalig ohne zusätzliche Wärmedämmung und mit schwach belüfteter Luftschicht)

Tab. 6: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Außenwänden aus Porenbeton (zweischalig mit zusätzlicher Wärmedämmung und mit schwach belüfteter Luftschicht)

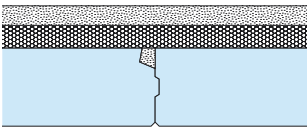
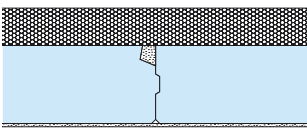
System Putz innen 1 cm $\lambda = 0,7 \text{ W/(mK)}$ Mauerwerk Wärmedämmung Luftschicht 4 cm Vormauerschale 11,5 cm $\lambda = 0,96 \text{ W/(mK)}$	Wanddicke d cm			Wärmedurchgangskoeffizient U des Bauteils [W/(m²K)] bei einer Wärmeleitfähigkeit λ des Porenbetons von W/(mK)								
	Mauerwerk	Wärmedämmung $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$	gesamt	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
	17,5	4	38,0	0,26	0,28	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37
	17,5	6	40,0	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30
	17,5	8	42,0	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26
	17,5	10	44,0	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23
	24,0	4	44,5	0,22	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
	24,0	6	46,5	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27
	24,0	8	48,5	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23
	24,0	10	50,5	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21

Tab. 7: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Außenwänden aus Porenbeton (zweischalig mit zusätzlicher Kerndämmung)

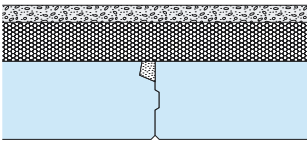
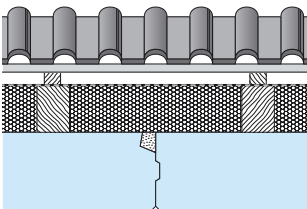
System Putz innen 1 cm $\lambda = 0,7 \text{ W/(mK)}$ Mauerwerk Kerndämmung Vormauerschale 11,5 cm $\lambda = 0,96 \text{ W/(mK)}$	Wanddicke d cm			Wärmedurchgangskoeffizient U des Bauteils [W/(m²K)] bei einer Wärmeleitfähigkeit λ des Porenbetons von W/(mK)								
	Mauer- werk	Wärme- dämmung $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$	ge- samt	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
	17,5	4	34,0	0,28	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,37	0,38	0,39
	17,5	6	36,0	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32
	17,5	8	38,0	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27
	17,5	10	40,0	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24
	17,5	12	42,0	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21
	17,5	14	44,0	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19
	24,0	4	40,5	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34
	24,0	6	42,5	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28
	24,0	8	44,5	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24
	24,0	10	46,5	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21
	24,0	12	48,5	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19
	24,0	14	50,5	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17

System Putz innen 1 cm $\lambda = 0,7 \text{ W/(mK)}$ Mauerwerk Wärmedämm- verbundsystem	Wanddicke d cm			Wärmedurchgangskoeffizient U des Bauteils [W/(m²K)] bei einer Wärmeleitfähigkeit λ des Porenbetons von W/(mK)				
	Mauer- werk	Wärme- dämmung $\lambda = 0,035$ W/(mK)	gesamt	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16
	17,5	10	30	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
	17,5	14	34	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19
	17,5	18	38	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16
	17,5	20	40	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14
	24,0	10	36,5	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22
	24,0	14	40,5	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
	24,0	18	44,5	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15
	24,0	20	46,5	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13

Tab. 8: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Außenwänden aus Porenbeton (einschalig mit Wärmedämmverbundsystem, Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$)

Bauteil und System	Baustoff	Dicke d cm	Wärmeleitfähigkeit λ W/(mK)	Wärmedurchgangskoeffizient U W/(m²K)
Decke über unbeheiztem Keller 	Estrich	5	1,4	0,21
	Dämmung	10	0,035	
	Porenbeton-Deckenplatten	20	0,14	
Oberste Geschossdecke zu unbeheizten Räumen 	Dämmung	10	0,035	0,21
	Porenbeton-Deckenplatten	20	0,14	
	Putz	1	0,25	

Tab. 9: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Decken aus Porenbeton

Bauteil und System	Baustoff	Dicke d cm	Wärmeleitfähigkeit λ W/(mK)	Wärmedurchgangskoeffizient U W/(m²K)
Flachdach 	Kiesschüttung	-	-	0,19
	Dämmung	12	0,035	
	Porenbeton-Dachplatten	24	0,14	
Steildach 	Sparren	6/12	0,13	0,22
	Dämmung	12	0,035	
	Porenbeton-Dachplatten	20	0,14	

Tab. 10: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Dächern aus Porenbeton

3 Wärmespeicherung

Die Wärmespeicherung von Baustoffen und Bauteilen hat im Wesentlichen zwei Bedeutungen:

- Beeinflussung der Raumlufttemperatur und damit der Transmissionswärmeverluste bei intermittierendem Heizen
- Ausnutzung der passiven Solarenergie sowie Verringerung von Temperaturspitzen im Sommer durch Speicherung der Wärme in Bauteilen

Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit von Räumen hängt u.a. vom Bauteilaufbau und den spezifischen Wärmekapazitäten seiner Baustoffe ab. Sie hat Auswirkungen auf das Auskühl- und Aufheizverhalten von Räumen. Wird die Wärmespeicherfähigkeit größer, kühlt ein Raum langsamer aus und heizt sich je nach Beheizungsgewohnheiten langsamer auf.

Intermittierendes Heizen

Gebäude aus schwerem und dickem Mauerwerk mit einer hohen Wärmespeicherfähigkeit galten in der Vergangenheit gegenüber leichten Konstruktionen wie Holzrahmenbauten als besonders komfortabel. Den thermischen Komfort solcher Gebäude im Winter lieferten die früher üblichen Heizsysteme. Beispielsweise unterlagen extrem schlecht regelbare Ofenheizungen starken Schwankungen bei der Wärmeabgabe. Überhitzung und Verlöschen des Feuers wechselten sich ab. Eine gut speicherfähige Bauweise bewirkte, dass die Wände nach dem Verlöschen des Feuers im Ofen die vorher aufgenommene Wärme wieder in den Raum abgaben, wodurch eine zu schnelle Auskühlung der Räume verhindert wurde und die Raumlufttemperatur im behaglichen Bereich blieb.

Hieraus darf aber nicht gefolgert werden, dass mit einer hohen Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile bei intermittierendem Heizen (Nachtabsenkung oder Nachtabschaltung) Energie eingespart werden kann. Tatsächlich muss die gleiche Wärmemenge, die nach dem Ausschalten der Heizung von den Bauteilen abgegeben wird, beim Anheizen wieder in die Bauteile eingespeichert werden und dann erst findet eine spürbare Raumerwärmung statt. Insofern können Räume mit Begrenzungsflächen aus leichten Bauteilen mit geringer Wärmespeicherfähigkeit schneller aufgeheizt werden.

Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} in Wh/K eines Raumes wird gemäß DIN V 4108-6 [6.3] aus der

spezifischen Wärmekapazität des Baustoffs c , der Rohdichte ρ , der wirksamen Schichtdicke d und der Bauteilfläche A ermittelt:

$$C_{\text{wirk}} = \sum_i (c_i \cdot \rho_i \cdot d_i \cdot A_i) \quad \text{Gl. (2)}$$

Danach erfolgt eine Einteilung in schwere, mittlere oder leichte Bauweise. Gemäß DIN 4108-2 [6.1] gilt folgende Einstufung:

$$C_{\text{wirk}}/A_G \rightarrow \text{Bauart} \quad \text{Gl. (3)}$$

- $C_{\text{wirk}}/A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$
→ Leichte Bauart
- $50 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K}) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$
→ Mittlere Bauart
- $C_{\text{wirk}}/A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2\text{K})$
→ Schwere Bauart

Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit ist nicht mit dem Wärmespeichervermögen eines Bauteils gleichzusetzen, weil z. B. für Heizwärmebedarfsberechnungen nur eine wirksame Schichtdicke der raumbegrenzenden Bauteile von maximal 10 cm berücksichtigt werden darf. Trennwände zwischen zwei Räumen dürfen höchstens mit ihrer halben Dicke Eingang in die Berechnung finden. Außerdem werden Baustoffschichten nur raumseitig bis zur Wärmedämmebene berücksichtigt, da die Wärmedämmung dahinter liegende Speichermassen sozusagen abschottet. Im Regelfall gehören Gebäude aus Porenbeton zur mittleren, Holzrahmenkonstruktionen zur leichten und Bauten mit Außen- und Innenwänden aus Kalksandstein zur schweren Bauweise.

Bei kontinuierlichem Heizbetrieb, d. h. ohne Absenkung oder Abschaltung der Heizung in der Nacht oder bei Abwesenheit besteht hinsichtlich des Heizenergieverbrauchs praktisch kein Unterschied zwischen leichter und schwerer Bauweise. Jedoch ist bei intermittierendem Heizbetrieb durch Absenkung der Raumtemperaturen θ_i in der Nacht oder bei Abwesenheit grundsätzlich eine leichtere Bauweise von Vorteil (Abb. 1). Bei gleichen wärmeschutztechnischen Eigenschaften der raumumschließenden Bauteile und bei gleicher mittlerer Außenlufttemperatur θ_e sind die Transmissionswärmeverluste

von der mittleren Temperaturdifferenz $\Delta\theta$ zwischen Raumlufttemperatur θ_i und Außenlufttemperatur θ_e abhängig. Diese Temperaturdifferenz ist bei leichter Bauweise mit geringer Wärmespeicherfähigkeit ($\Delta\theta_i$) niedriger als bei schwerer Bauweise mit hoher Wärmespeicherfähigkeit ($\Delta\theta_s$), da die Raumlufttemperatur nach Absenkung der Heiztemperatur schneller und tiefer absinkt.

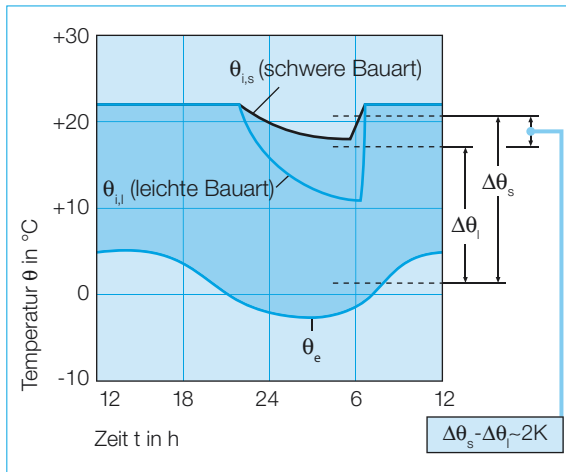


Abb. 1: Mittlere Temperaturdifferenzen $\Delta\theta_i$ (leichte Bauart) und $\Delta\theta_s$ (schwere Bauart) zwischen Raumlufttemperatur θ_i und Außenlufttemperatur θ_e bei intermittierendem Heizen

Passive Solarenergienutzung

Die passive Nutzung der Solarenergie durch Fenster setzt die Möglichkeit zur Wärmespeicherung in den raumumschließenden Bauteilen voraus. Bei Sonneneinstrahlung ist die Erhöhung der Raumlufttemperatur bei schwerer Bauart ($\Delta\theta_s$) niedriger als bei leichter Bauart ($\Delta\theta_i$) (Abb. 2). Die eingestrahelte Energie wird in die Bauteile eingespeichert und zeitversetzt an den Raum wieder abgegeben.

Energieeinspareffekte

Die möglichen Energieeinspareffekte aus intermittierendem Heizen und passiver Solarenergienutzung liegen im Allgemeinen in einer Größenordnung von 5 bis 10 % des Heizenergieverbrauchs und sind situationsbezogen gegenläufig:

- Bei intermittierendem Heizen wird durch geringere Wärmespeicherung eine größere Einsparung an Heizenergie erzielt.
- Bei passiver Solarenergienutzung sind große Speichermassen erforderlich, um die Gewinne aus der Sonneneinstrahlung zeitversetzt nutzen zu können.

Je nach den Gegebenheiten des Einzelfalles, insbesondere nach der Art der Gebäudenutzung und dem

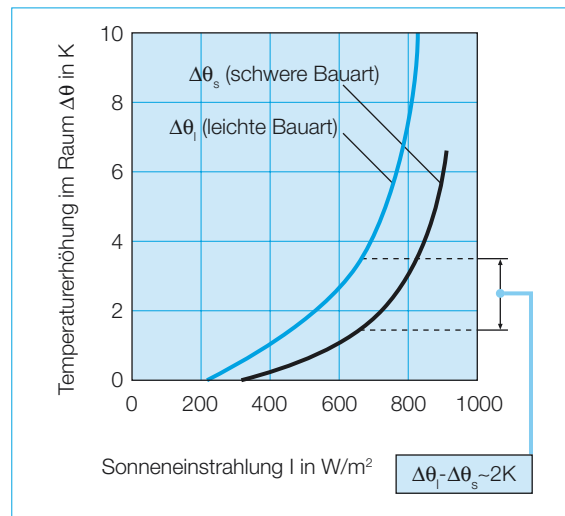


Abb. 2: Temperaturerhöhung $\Delta\theta_i$ (leichte Bauart) und $\Delta\theta_s$ (schwere Bauart) im Raum bei Sonneneinstrahlung

Heizverhalten der Nutzer, kann eine größere Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile von Vorteil oder auch von Nachteil für den Heizenergieverbrauch sein. Häufig wird daher bei der Baustoffauswahl in der Praxis ein Mittelwert angestrebt.

Die in einem Baustoff gespeicherte Wärmemenge Q in Wh berechnet sich aus der Rohdichte ρ , der spezifischen Wärmekapazität c , der Dicke d , der Fläche A und der Temperaturdifferenz $\Delta\theta$ zwischen dem Baustoff und der Umgebung:

$$Q = \rho \cdot c \cdot d \cdot A \cdot \Delta\theta \quad \text{Gl. (4)}$$

Das flächenbezogene Wärmespeichervermögen W in Wh/(m²K) einer Baustoffschicht wird folgendermaßen ermittelt:

$$W = c \cdot \rho \cdot d \quad \text{Gl. (5)}$$

Die Auskühlzeit t_A wird aus dem flächenbezogenen Wärmespeichervermögen W und dem Wärmedurchlasswiderstand R berechnet:

$$t_A = W \cdot R \quad \text{Gl. (6)}$$

Daten zur Wärmespeicherung und Auskühlzeit von Porenbeton können Tab. 11 entnommen werden.

Tab. 11: Daten zur
Wärmespeicherung
und Auskühlzeit von
Baustoffschichten

Baustoff	Dicke d m	Rohdichte ρ kg/m ³	Wärmeleit- fähigkeit λ W/(mK)	Spezifische Wärme- kapazität c Wh/(kgK) ¹⁾	Wärme- durchlass- widerstand R m ² K/W	Wärme- speicher- vermögen W Wh/(m ² K)	Auskühlzeit t_A h
Porenbeton unbewehrt (Plansteine)	0,175	350	0,09	0,278	1,94	17,0	33,00
		600	0,14		1,25	29,2	36,50
	0,240	350	0,09		2,67	23,4	62,30
		600	0,14		1,71	40,0	68,50
	0,300	350	0,09		3,33	29,2	97,20
		600	0,14		2,14	50,0	107,10
	0,365	350	0,09		4,06	35,5	144,10
		600	0,14		2,61	60,9	158,90
	0,425	350	0,09		4,72	41,4	195,40
	0,480	350	0,09		5,33	46,7	248,90
	0,500	350	0,09		5,56	48,7	270,80
Porenbeton bewehrt (Dach-, Decken- und Wandplatten)	0,200	500	0,13	0,278	1,54	27,8	42,80
		550	0,14		1,43	30,6	43,70
	0,250	500	0,13		1,92	34,8	66,70
		550	0,14		1,79	38,2	68,40
	0,300	500	0,13		2,31	41,7	96,30
		550	0,14		2,14	45,8	98,10
Beton $\geq$ C 20/25	0,200	2.400	2,30	0,278	0,09	133,4	12,00
Dämmstoff	0,200	20	0,04	0,413	5,00	1,7	8,30

¹⁾ 0,278 Wh/(kgK) = 1.000 J/(kgK)

4 Mindestwärmeschutz im Winter

Um ein hygienisches Raumklima und einen dauerhaften Schutz der Baukonstruktion gegen klimabedingte Feuchteeinwirkungen sicherzustellen, werden in DIN 4108-2 (6.1) wärmetechnische und konstruktive Anforderungen an Bauteilflächen und an Bereiche von Wärmebrücken gestellt. Werden die in der Norm genannten Mindestanforderungen erfüllt, kann davon ausgegangen werden, dass es weder auf Bauteilflächen noch an Wärmebrücken zu einer Tauwasser- oder Schimmelbildung auf der raumseitigen Oberfläche kommt. Voraussetzung ist, dass die betreffenden Räume ausreichend beheizt und belüftet werden. Ebenso darf die Luftzirkulation an der Wandoberfläche nicht behindert werden.

Bei der Beurteilung des Mindestwärmeschutzes an Bauteilflächen ist zunächst festzulegen, ob es sich um homogene nichttransparente, inhomogene nichttransparente oder um transparente oder teiltransparente Bauteile handelt. Im Falle homogener Bauteile wird nach schweren oder leichten Bauteilen unterschieden. Schwere Bauteile, welche eine flächenbezogene Gesamtmasse m' von mindestens 100 kg/m^2 aufweisen, sind so zu planen und auszuführen, dass ein festgelegter Wärmedurchlasswiderstand R nicht unterschritten wird (Tab. 12).

Zeile	Bauteile	Beschreibung	Wärmedurchlasswiderstand des Bauteils ^{b)} R $\text{m}^2\text{K/W}$
1	Wände beheizter Räume	gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen, nicht beheizte Räume (auch nicht beheizte Dachräume oder nicht beheizte Kellerräume außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche)	1,2 ^{c)}
2	Dachschrägen beheizter Räume	gegen Außenluft	1,2
3	Decken beheizter Räume nach oben und Flachdächer		
3.1		gegen Außenluft	1,2
3.2		zu belüfteten Räumen zwischen Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,90
3.3		zu nicht beheizten Räumen, zu bekriechbaren oder noch niedrigeren Räumen	0,90
3.4		zu Räumen zwischen gedämmten Dachschrägen und Abseitenwänden bei ausgebauten Dachräumen	0,35
4	Decken beheizter Räume nach unten		
4.1 ^{a)}		gegen Außenluft, gegen Tiefgaragen, gegen Garagen (auch beheizten), Durchfahrten (auch verschließbaren) und belüftete Kriechkeller	1,75
4.2		gegen nicht beheizten Kellerraum	0,90
4.3		unterer Abschluss (z. B. Sohlplatte) von Aufenthaltsräumen unmittelbar an das Erdreich grenzend bis zu einer Raumtiefe von 5 m	
4.4		über einem nicht belüfteten Hohlraum, z. B. Kriechkeller, an das Erdreich angrenzend	
5	Bauteile an Treppenräumen		
5.1		Wände zwischen beheiztem Raum und direkt beheiztem Treppenraum, Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, sofern die anderen Bauteile des Treppenraums die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen	0,07
5.2		Wände zwischen beheiztem Raum und indirekt beheiztem Treppenraum, wenn nicht alle anderen Bauteile des Treppenraums die Anforderungen der Tabelle 3 erfüllen	0,25
5.3		oberer und unterer Abschluss eines beheizten oder indirekt beheizten Treppenraums	wie Bauteile beheizter Räume
6	Bauteile zwischen beheizten Räumen		
6.1		Wohnungs- und Gebäudetrennwände zwischen beheizten Räumen	0,07
6.2		Wohnungstrenndecken, Decken zwischen Räumen unterschiedlicher Nutzung	0,35

Tab. 12: Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände R von Bauteilen gemäß DIN 4108-2 [6.1]

^{a)} Vermeidung von Fußkälte

^{b)} bei erdberührten Bauteilen: konstruktiver Wärmedurchlasswiderstand

^{c)} bei niedrig beheizten Räumen $0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$

Beispielsweise beträgt der Wärmedurchlasswiderstand einer 30 cm dicken, verputzten Porenbetonwand ($\lambda = 0,09 \text{ W/(mK)}$) $R = 3,4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ gegenüber der Mindestanforderung von $R = 1,2 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Für leichte homogene Bauteile verlangt die Norm einen Wärmedurchlasswiderstand von mindestens $R = 1,75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Differenzierte Anforderungen werden an inhomogene nichttransparente Bauteile wie Rahmen-, Skelett- oder Holzständerbauweisen gestellt. In solchen Fällen ist ein Wärmedurchlasswiderstand im Gefachbereich von $R \geq 1,75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ und für das gesamte Bauteil von $R \geq 1,00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ erforderlich.

Im thermischen Einflussbereich von Wärmebrücken können sich deutlich niedrigere raumseitige Oberflächentemperaturen einstellen als an Bauteilflächen.

Dadurch nimmt die Gefahr einer Tauwasser- oder Schimmelbildung auf der Bauteiloberfläche zu. Auch die Transmissionswärmeverluste können größer werden. Zur Vermeidung von Schimmelbildung muss die Oberflächentemperatur ausreichend hoch sein. In DIN 4108-2 (6.1) wird verlangt, dass der dimensionslose Temperaturfaktor an der ungünstigsten Stelle $f_{\text{Rsi}} \geq 0,7$ beträgt. Dieser Faktor entspricht unter üblichen, genormten Klimarandbedingungen einer raumseitigen Bauteil-Oberflächentemperatur von $\theta_{\text{si}} = 12,6^\circ\text{C}$. Falls die wärmetechnische Ausführung einer Wärmebrücke den Planungs- und Ausführungsempfehlungen in DIN 4108 Beiblatt 2 [6.5] entspricht, ist davon auszugehen, dass die Mindestanforderungen im Bereich von Wärmebrücken eingehalten werden.

5 Energiesparender Wärmeschutz

5.1 Energieeinsparverordnung

Der Anwendungsbereich der Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) [11] erstreckt sich auf beheizte und/oder gekühlte Gebäude. Die Anforderungen beziehen sich auf (Abb. 3):

- Zu errichtende Wohngebäude (Abschnitt 2 sowie Anlagen 1 und 4)
- Zu errichtende Nichtwohngebäude (Abschnitt 2 sowie Anlagen 2 und 4)
- Zu errichtende kleine Gebäude und Gebäude aus Raumzellen (Abschnitt 2 und Anlage 3)
- Bestehende Gebäude und Anlagen (Abschnitt 3 und Anlage 3)
- Anlagen der Heizungs-, Kühl- und Raumluftechnik sowie der Warmwasserversorgung (Abschnitt 4 sowie Anlagen 4a und 5)

Abschnitt 5 enthält Regelungen zu Energieausweisen und zu den Empfehlungen für die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden. In den dazugehörigen Anlagen 6 bis 11 finden sich Muster für Energieausweise

sowie Anforderungen an die Inhalte der Fortbildung für Energieausweis-Aussteller für bestehende Gebäude. Allgemeine Vorschriften, gemeinsame Vorschriften und Schlussvorschriften enthalten die Abschnitte 1, 6 und 7.

Für zu errichtende Wohngebäude sind als Hauptanforderungsgrößen der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p und der spezifische, gebäudehüllflächenbezogene Transmissionswärmeverlust H_T und der Sonneneintragskennwert S nachzuweisen. Bei zu errichtenden Nichtwohngebäuden gelten neben dem Jahres-Primärenergiebedarf Q_p und dem Sonneneintragskennwert S Anforderungen an den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}$ bestimmter Bauteile.

Weitere Anforderungen erstrecken sich u. a. auf Luftdichtheit, Mindestluftwechsel, Wärmebrücken und den Mindestwärmeschutz.

Zusätzlich sind Anforderungen an die Anlagentechnik zu erfüllen. Neben den Detailregelungen zur Inbetriebnahme von Heizkesseln, zu Klimaanlage und sonstigen Anlagen der Raumluftechnik fordert die EnEV 2014 Mindestdicken für Wärmedämmschichten von Verteilungsleitungen und Armaturen (Tab. 13).

Abschnitt 1		Abschnitt 6		Abschnitt 7	
Allgemeine Vorschriften		Gemeinsame Vorschriften, Ordnungswidrigkeiten		Schlussvorschriften	
Abschnitt 2			Abschnitt 3	Abschnitt 4	Abschnitt 5
Zu errichtende Wohngebäude	Zu errichtende Nichtwohngebäude	Zu errichtende kleine Gebäude und Gebäude aus Raumzellen	Bestehende Gebäude und Anlagen	Anlagen für Heizung, Kühlung, RLT, Warmwasser	Energieausweise und Verbesserung der Energieeffizienz
↑	↑	↑	↑	↑	↑
Anlage 1	Anlage 4	Anlage 2	Anlage 3	Anlage 4a und 5	Anlagen 6 bis 11
Anforderungen	Dichtheit	Anforderungen	Anforderungen, Randbedingungen, Maßgaben	Anforderungen Inbetriebnahme	Energieausweise, Fortbildungsinhalte

Abb. 3: Gliederung der Energiesparverordnung EnEV 2014 [11]

Tab. 13: Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen, Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen gemäß EnEV 2014 [11]

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	$d_{\min}$ [mm] ¹⁾
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	= Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Wärmeverteilungsleitungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6
8	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen	6

¹⁾ Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK)

Des Weiteren enthält die EnEV 2014 Regelungen für bestehende Gebäude und Anlagen u. a. bei Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden sowie zur Nachrüstung von Anlagen und Gebäuden.

Die Bilanzierung des Jahres-Primärenergiebedarfs Q_p umfasst neben den bautechnischen Eigenschaften die Verluste aus folgenden anlagentechnischen Komponenten:

- Heizungstechnik
- Kühlttechnik
- Raumlufttechnik
- Warmwasserversorgung
- Beleuchtungstechnik (nur bei Nichtwohngebäuden)

Die wesentlichen Ergebnisse der Berechnungen zum energiesparenden Wärmeschutz werden im Energieausweis festgehalten. Für zu errichtende Gebäude wird der Energieausweis auf Grundlage eines berechneten Energiebedarfs ausgestellt. Für bestehende Gebäude kann der Energieausweis in vielen Fällen auch auf Grundlage eines gemessenen Energieverbrauchs ausgestellt werden. Inhalt und Aufbau von Energieausweisen entsprechen den in der EnEV 2014 vorgegebenen Mustern. Die Gültigkeitsdauer von Energieausweisen beträgt zehn Jahre.

Ausnahmen und Befreiungen von den Vorschriften der EnEV 2014 können auf Antrag von den zuständigen Behörden in folgenden Fällen zugelassen werden:

- Bei Erreichen der Anforderungen im gleichen Umfang durch andere als in der EnEV 2014 vorgesehene Maßnahmen.
- Wenn die Anforderungen durch unangemessenen Aufwand zu einer unbilligen Härte führen würden, d. h. die erforderlichen Aufwendungen können durch die Einsparungen nicht wieder erwirtschaftet werden.

Sofern bei Baudenkmälern oder sonstiger erhaltenswerter Bausubstanz die Erfüllung der Anforderungen der EnEV die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigen oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen würden, kann von den Anforderungen abgewichen werden.

Soll der Energiebedarf gegenüber den Anforderungen der EnEV weiter gesenkt werden, bedürfen die Einsparungsmöglichkeiten noch strengerer Beachtung:

- Kompakte, bei Einfamilienhäusern verdichtete Bauweise
- Weitere Verbesserung des Wärmeschutzes der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche
- Konsequenter Vermeidung von Wärmebrücken

- Optimierung der Luftdichtheit der Gebäudehülle
- Bessere Nutzung passiver Energiegewinne aus der Solarstrahlung, vor allem auch bei der städtebaulichen Planung
- Effizientere Anlagentechnik für Heizung, Kühlung, Trinkwassererwärmung und Lüftung
- Sparsamere Beleuchtungstechnik
- Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Primärenergetisch sinnvoller Energieträger und Nutzung erneuerbarer Energiequellen

Die Auflistung macht deutlich, dass zur weiteren Energieeinsparung in Gebäuden eine Reihe zusätzlicher Maßnahmen erforderlich ist und diese Aufgabe nicht durch eine besonders intensive Nutzung einzelner Maßnahmen gelöst werden kann. Vielmehr ist – und das gilt auch für die ökonomische Betrachtung – eine ganzheitliche Optimierung erforderlich, bei der auch die Wechselwirkungen der einzelnen bau- und anlagentechnischen Maßnahmen unter Beachtung des Primärenergieträgers untereinander einbezogen werden müssen.

Der tatsächliche Energieverbrauch wird wesentlich durch das Heiz- und Lüftungsverhalten des Nutzers bestimmt. Unterschiede zwischen berechnetem Energiebedarf und gemessenem Energieverbrauch können immer wieder festgestellt werden. Beobachtungen an Wohngebäuden zeigen, dass der Energiebedarf meistens höher ist als der Energieverbrauch, wobei der Unterschied mit zunehmender Gebäudegröße tendenziell abnimmt [2]. Dies zeigt, dass der Energieverbrauch im Einzelfall nicht unbedingt mit einem durch Berech-

nung oder Simulation ermittelten Sollwert übereinstimmen muss. Andererseits wird es dem Nutzer in Gebäuden mit sehr niedrigem Energiebedarf leicht gemacht, sich energiesparend zu verhalten. So bewirken z. B. die vergleichsweise hohen Oberflächentemperaturen der Außenwände, Fenster, Böden und Decken bzw. Dächer einen thermischen Komfort, der in weniger gut gedämmten Gebäuden durch hohe Raumlufttemperaturen angestrebt, aber dennoch nicht erreicht wird. Ähnlich verhält es sich mit der kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung. Sie sorgt für einen gleichmäßigen Luftwechsel, stellt immer eine ausreichende Menge Frischluft bereit und hält die Lüftungswärmeverluste niedrig.

5.1.1 Zu errichtende Wohngebäude

Wohngebäude sind als Gebäude definiert, die überwiegend dem Wohnen dienen. Hierzu zählen auch Wohn-, Alten- und Pflegeheime sowie ähnliche Einrichtungen. Höchstwerte für den gebäudenutzflächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{p,Ref}$ zu errichtender Wohngebäude werden mit Hilfe eines sogenannten Referenzgebäudeverfahrens ermittelt (Abb. 4). Nach Festlegung der geplanten wärmeübertragenden Umfassungsfläche A , des geplanten Gebäudevolumens V_e und der geplanten Ausrichtung wird mit vorgegebenen Daten zur bau- und anlagentechnischen Ausstattung gemäß EnEV 2014 (Tab. 14) der Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{p,Ref}$ eines Referenzgebäudes ermittelt, welcher mit dem höchsten zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{p,max}$ gleichzusetzen ist. Ab dem Jahr 2016 wird dieser Wert mit dem Faktor 0,75 multipliziert, d. h. eine Absenkung des zulässigen Endergiebedarfs um 25 %.

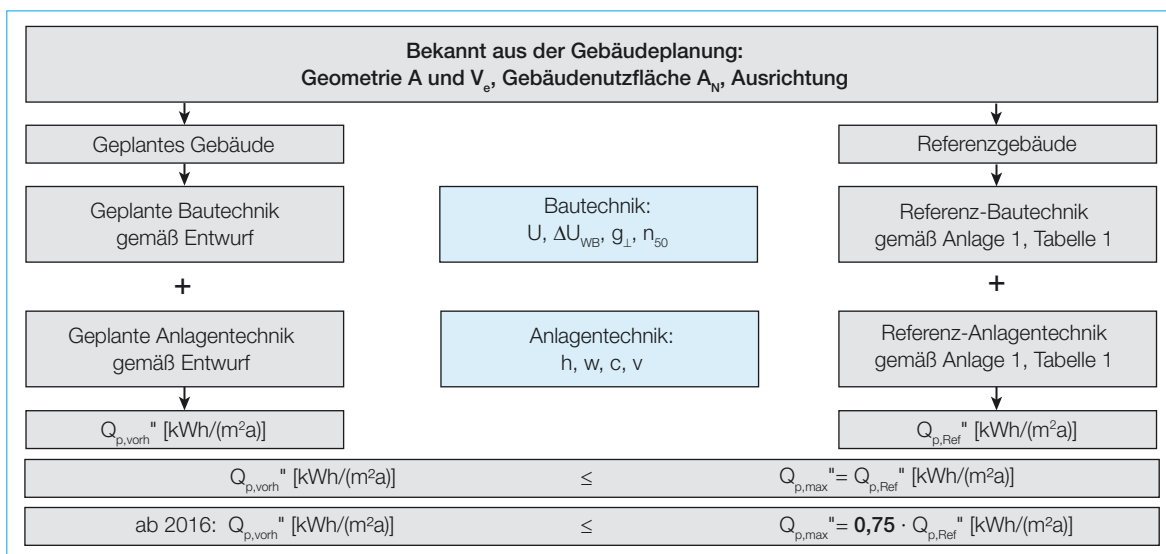


Abb. 4: Nachweis des Jahres-Primärenergiebedarfs Q_p gemäß EnEV 2014 [11]

Tab. 14: Ausführung
des Referenzgebäudes
(Wohngebäude) gemäß
EnEV 2014 [11]

Zeile	Bauteil/System	Referenzausführung/Wert
1.0	Der aus einem der in Anlage 1, Nummer 2.1 der EnEV 2014 angegebenen Verfahren berechnete Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes nach den Zeilen 1.1 bis 8 ist für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren. § 28 der EnEV bleibt unberührt.	
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten wie Roll-ladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	$U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu ungeheizten Räumen	$U = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	$U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
1.4	Fenster, Fenstertüren	$U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g_{\perp} = 0,60$
1.5	Dachflächenfenster	$U_w = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g_{\perp} = 0,60$
1.6	Lichtkuppeln	$U_w = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $g_{\perp} = 0,64$
1.7	Außentüren	$U = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
2	Bauteile nach den Zeilen 1.1 bis 1.7	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
3	Luftdichtheit der Gebäudehülle	■ n_{50} gemäß DIN V 4108-6: 2003-06: mit Dichtheitsprüfung ■ n_{50} gemäß DIN V 18599-2: 2011-02: nach Kategorie I
4	Sonnenschutzvorrichtung	keine im Rahmen der Nachweise nach Nummer 2.1.1 oder 2.1.2 anzurechnende Sonnenschutzvorrichtung
5	Heizungsanlage	■ Wärmeerzeugung Brennwertkessel (verbessert), Heizöl EL Aufstellung: ■ $A_N \leq 500 \text{ m}^2$: innerhalb der thermischen Hülle ■ $A_N > 500 \text{ m}^2$: außerhalb der thermischen Hülle ■ Wärmeverteilung: Auslegungstemperatur $55/45^\circ \text{ C}$, zentrales Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge und Anbindeleitungen, Standard-Leitungslängen nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.3-2, Pumpe auf Bedarf ausgelegt (geregelt, Δp konstant), Rohrnetz hydraulisch abgeglichen ■ Wärmeübergabe: freie statische Heizfläche, Anordnung an normaler Außenwand, Thermostatventile mit Proportionalbereich 1 K
6	Anlage zur Warmwasserbereitung	■ Wärmeerzeugung und Wärmespeicherung: zentral, gemeinsame Wärmebereitung mit Heizungsanlage nach Zeile 5 ■ bei Berechnung nach Nummer 2.1.1: Solaranlage mit Flachkollektor sowie Speicher ausgelegt gemäß DIN V 18599-8: 2011-12 Tabelle 15 ■ bei Berechnung nach Nummer 2.1.2: Solaranlage mit Flachkollektor zur ausschließlichen Trinkwassererwärmung entsprechend den Vorgaben nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.1-10 mit Speicher, indirekt beheizt (stehend), gleiche Aufstellung wie Wärmeerzeuger, ■ kleine Solaranlage bei $A_N \leq 500 \text{ m}^2$ (bivalenter Solar-speicher) ■ große Solaranlage bei $A_N > 500 \text{ m}^2$ ■ Wärmeverteilung: Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfas-sungsfläche, innen liegende Stränge, gemeinsame Installations-wand, Standard-Leitungslängen nach DIN V 4701-10: 2003-08, Tabelle 5.1-2, mit Zirkulation
7	Kühlung	keine Kühlung
8	Lüftung	zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt mit regeltem DC-Ventilator

Zeile	Gebäudetyp		$H_{T,max}$ ' [W/(m²K)]
1	Freistehendes Wohngebäude	mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	0,40
		mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	0,50
2	Einseitig angebautes Wohngebäude*		0,45
3	Alle anderen Wohngebäude		0,65
4	Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß EnEV § 9 (5)		0,65

* Einseitig angebaut ist ein Wohngebäude, wenn von den vertikalen Flächen dieses Gebäudes, die nach einer Himmelsrichtung weisen, ein Anteil von 80 % oder mehr an ein anderes Wohngebäude oder an ein Nichtwohngebäude mit einer Raum-Solltemperatur von mindestens 19 °C angrenzt.

Tab. 15: Höchstwerte des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts gemäß EnEV 2014 [11]

Die Bautechnik wird durch folgende Größen beschrieben:

- Wärmedurchgangskoeffizient U
- Wärmebrückenzuschlagskoeffizient ΔU_{WB}
- Gesamtenergiedurchlassgrad g_L
- Luftwechselrate n_{50} bei 50 Pa Druckdifferenz
- Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen F_C

Hinsichtlich der Anlagentechnik listet die EnEV 2014 alle technischen Merkmale zu den Bereichen Heizung (h), Trinkwarmwasserbereitung (w), Kühlung (c) und Lüftung (v) auf.

Bei den detaillierten Angaben zum Referenzgebäude handelt es sich nicht um Anforderungen, die bei der bau- und anlagentechnischen Ausstattung im Einzelnen einzuhalten sind, sondern um Größen, die nur dazu dienen, den maximal zulässigen Primärenergiebedarf zu berechnen. Im Vergleich dazu wird für das geplante Gebäude mit der vorgesehenen bau- und anlagentechnischen Ausstattung der Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{p,vorh}$ berechnet, welcher den aus dem Referenzgebäude ermittelten Maximalwert nicht überschreiten darf.

Für bestimmte, nicht gekühlte Wohngebäude kann der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes auch auf vereinfachte Weise geführt werden. Dabei werden Wohngebäude mit definierten bau- und anlagentechnischen Varianten beschrieben, die die Anforderungen hinsichtlich des Jahres-Primärenergiebedarfs, des spezifischen gebäudehüllflächenbezogenen Transmissionswärmeverlusts und des sommerlichen Wärmeschutzes erfüllt. Die Bekanntmachung der Gebäude erfolgt im Bundesanzeiger. Dieses vereinfachte Verfahren eignet sich insbesondere für die Vordimensionierung der bau- und anlagentechnischen Ausstattung eines Gebäudes

im Planungsstadium sowie zur Kostenschätzung. Bei Redaktionsschluss zu dieser Veröffentlichung lag die Bekanntmachung noch nicht vor.

Hinsichtlich der wärmetechnischen Qualität der Gebäudehülle darf der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust $H_{T,max}$ ' eines zu errichtenden Wohngebäudes den Höchstwert $H_{T,max}$ ' gemäß Tabelle 15 nicht überschreiten. Ab dem 1. Januar 2016 darf der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust $H_{T,max}$ ' den entsprechenden Wert des jeweiligen Referenzgebäudes nicht überschreiten. Ergänzend gilt dann die Forderung, dass die jeweiligen Werte gemäß Tabelle 15 nicht überschritten werden. Der vorhandene Wert für $H_{T,max}$ ' wird aus den vorgesehenen bautechnischen Eigenschaften des Gebäudes ermittelt.

Zur Ermittlung des Energiebedarfs von Wohngebäuden gemäß EnEV 2014 stehen zwei Nachweisverfahren zur Auswahl. Zum einen können die älteren bekannten Normen DIN V 4108-6 [6.3] für die bautechnische Bewertung und DIN V 4701-10 [7.1] für die anlagentechnische und primärenergetische Bewertung verwendet werden. Alternativ dazu kann der Nachweis des Energiebedarfs gemäß der jüngeren DIN V 18599 [9] durchgeführt werden. Diese Norm enthält alle Berechnungsgrundlagen, die für die energetische Bewertung von Gebäuden einschließlich aller bau- und anlagentechnischen Eigenschaften erforderlich sind.

Energetische Bewertung gemäß DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Mit Hilfe der DIN V 4108-6 wird im Rahmen eines Monatsbilanzverfahrens der Jahres-Heizwärmebedarf Q_h ermittelt. Zunächst werden für jeden Monat die Wärmeverluste aus Transmission Q_T und Lüftung Q_v sowie unter Berücksichtigung eines Ausnutzungsgrades η die solaren Wärmegewinne Q_s und internen Wärmegewinne Q_i bilanziert:

$$Q_{h, \text{Monat}} = (Q_{T, \text{Monat}} + Q_{V, \text{Monat}}) - \eta (Q_{s, \text{Monat}} + Q_{i, \text{Monat}}) \quad \text{Gl. (7)}$$

Alle positiven monatlichen Werte für $Q_{h, \text{Monat}}$ werden zum Jahres-Heizwärmebedarf Q_h addiert:

$$Q_h = \sum (Q_{h, \text{Monat}})_{\text{pos}} \quad \text{Gl. (8)}$$

Dabei wird der Transmissionswärmeverlust $Q_{T, \text{Monat}}$ aus einem Umrechnungsfaktor, dem spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T , der Differenz zwischen der Raumlufttemperatur θ_i und der mittleren monatlichen Außenlufttemperatur $\theta_{e, \text{Monat}}$ sowie der Anzahl der Tage t_{Monat} des betreffenden Monats berechnet:

$$Q_{T, \text{Monat}} = 0,024 \cdot H_T \cdot (\theta_i - \theta_{e, \text{Monat}}) \cdot t_{\text{Monat}} \quad \text{Gl. (9)}$$

Der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T umfasst die Berücksichtigung der flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten U , der Bauteilflächen A , der Temperatur-Korrekturfaktoren F_x und des spezifischen Transmissionswärmeverlusts $H_{T, \text{WB}}$ an Wärmebrücken (s. Abschnitt 5.1.3):

$$H_T = \sum (U_i \cdot A_i \cdot F_{x, i}) + H_{T, \text{WB}} \quad \text{Gl. (10)}$$

Der Lüftungswärmeverlust $Q_{V, \text{Monat}}$ wird unter Beachtung des spezifischen Lüftungswärmeverlusts H_V berechnet, welcher u.a. von der Gebäudedichtheit (s. Abschnitt 5.1.3) abhängig ist:

$$Q_{V, \text{Monat}} = 0,024 \cdot H_V \cdot (\theta_i - \theta_{e, \text{Monat}}) \cdot t_{\text{Monat}} \quad \text{Gl. (11)}$$

Solare Warmegewinne Q_s werden für transparente und opake Bauteile erfasst:

$$Q_{s, \text{tr}, \text{Monat}} = 0,024 \cdot \sum (A_i \cdot g_i \cdot F_{Fi} \cdot F_{Si} \cdot F_{Ci} \cdot I_{s, i, \text{Monat}}) \cdot t_{\text{Monat}} \quad \text{Gl. (12)}$$

$$Q_{s, \text{op}, \text{Monat}} = 0,024 \cdot \sum (A_i \cdot U_i \cdot R_e \cdot (\alpha_{s, i} \cdot I_{s, i, \text{Monat}} - F_{fi} \cdot h_{r, i} \cdot \Delta\theta_{er})) \cdot t_{\text{Monat}} \quad \text{Gl. (13)}$$

A:	Bauteilfläche	[m ²]
F _r :	Abminderungsfaktor für den Rahmenanteil	[-]
F _r :	Formfaktor zwischen Bauteil und Himmel	[-]
F _w :	Abminderungsfaktor infolge nicht senkrechten Strahlungseinfalls	[-]
F _s :	Abminderungsfaktor infolge Verschattung	[-]
F _C :	Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen	[-]
g:	Wirksamer Gesamtergiedurchlassgrad	[-]
g = F _w · g _⊥		
g _⊥ :	Gesamtergiedurchlassgrad bei senkrechtem Strahlungseinfall	[-]
h _r :	Äußerer Abstrahlungskoeffizient	[W/(m ² K)]
I _s :	Mittlere, monatliche Strahlungsintensität der Sonne	[W/m ²]
R _e :	Äußerer Wärmeübergangswiderstand	[m ² K/W]
U:	Wärmedurchgangskoeffizient	[W/(m ² K)]
α _s :	Absorptionsgrad an opaken Oberflächen	[-]
Δθ _{er} :	Temperaturdifferenz Außenluft/Himmel	[K]

Die internen Wärmequellen $Q_{i, \text{Monat}}$ werden aus einem Umrechnungsfaktor, den nutzflächenbezogenen internen Bruttowärmeströmen von insgesamt $q_i = 5 \text{ W/m}^2$, der Gebäudenutzfläche A_N und der Anzahl der Tage des Monats t_{Monat} ermittelt:

$$Q_{i, \text{Monat}} = 0,024 \cdot 5 \text{ W/m}^2 \cdot A_N \cdot t_{\text{Monat}} \quad \text{Gl. (14)}$$

Im Anschluss an die Bilanzierung des Jahres-Heizwärmebedarfs Q_h aus den Wärmeverlusten, den Warmegewinnen und dem Ausnutzungsgrad für die Warmegewinnung nach Gl. 7 (Abb. 5) ist als weitere Nutzenergie der Energiebedarf für die Trinkwarmwasserbereitung in einer Größe von $Q_w = 12,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$ zu berücksichtigen. Weiterhin wirken sich die Verluste der Anlagentechnik in den Prozessbereichen Erzeugung Q_{gen} , Speicherung Q_s , Verteilung Q_d und Übergabe Q_{ce} sowie die Art des eingesetzten Primärenergieträgers über einen Primärenergiefaktor f_p auf die energetische Bewertung des Gebäudes aus (Abb. 6). DIN V 4701-10 fasst die anlagentechnischen Verluste und die Bewertung des Energieträgers zur primärenergetischen Anlagenaufwandszahl e_p zusammen. Abschließend wird der Jahres-Primärenergiebedarf bilanziert:

$$Q_p = (Q_h + Q_w) \cdot e_p \quad \text{Gl. (15)}$$

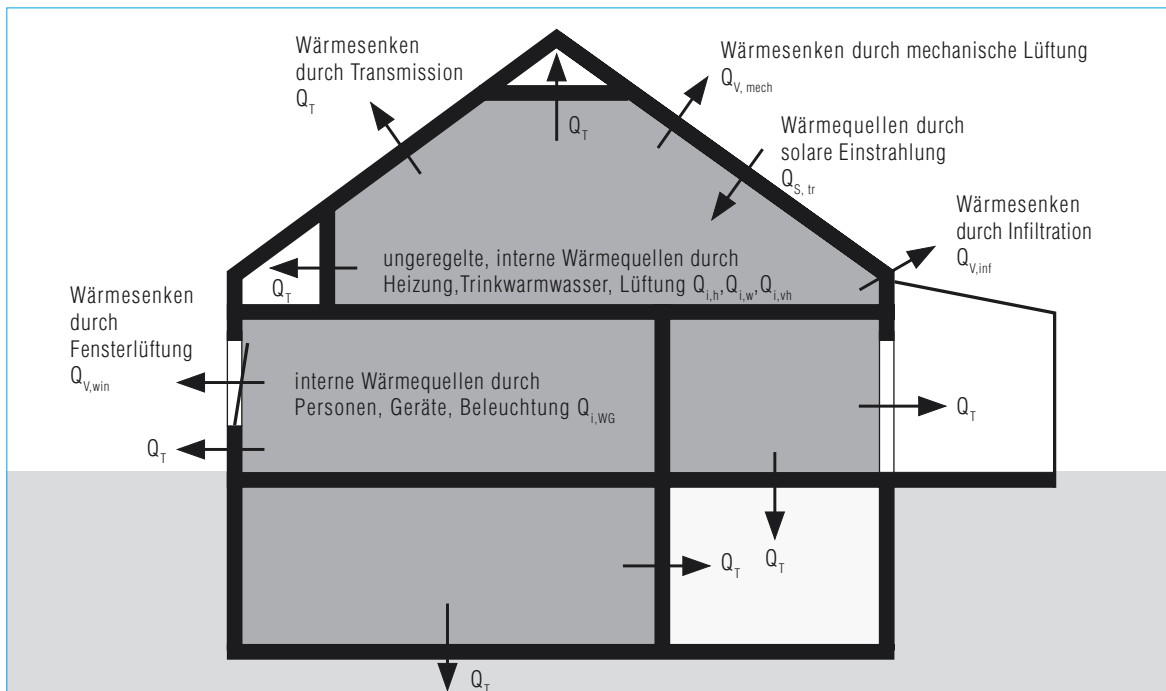


Abb. 5: Wärmesenken und Wärmequellen zur Berechnung des Nutzenergiebedarfs von Gebäuden

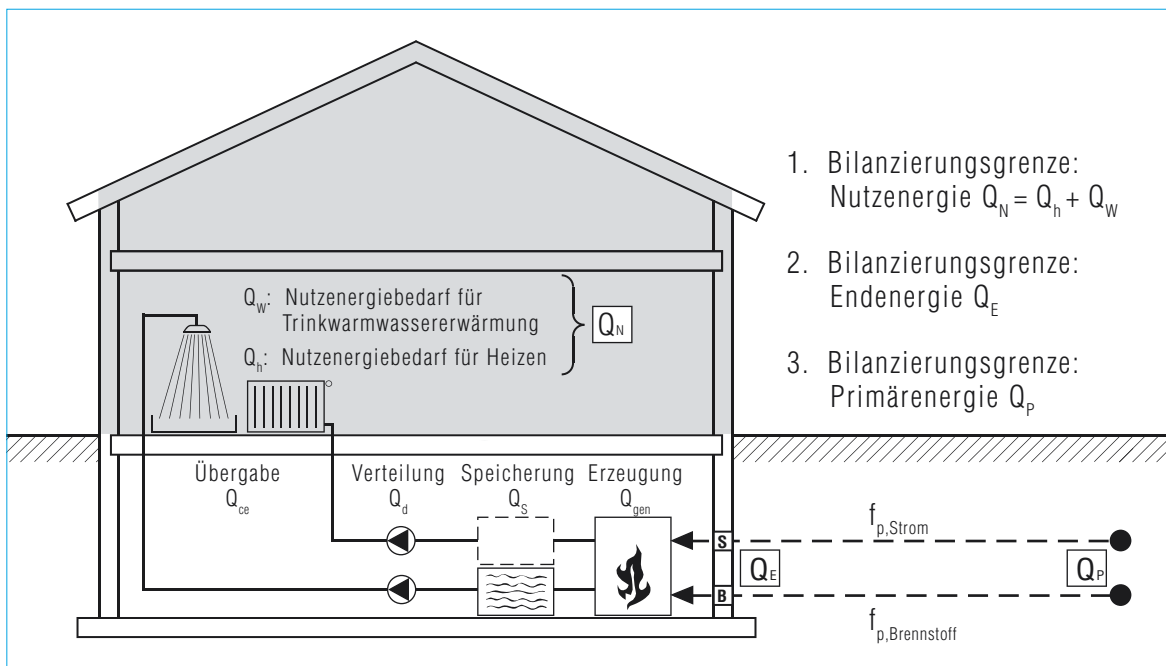


Abb. 6: Bilanzierungsgrenzen zur Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden

Energetische Bewertung gemäß DIN V 18599

DIN V 18599 [9] bietet ein standardisiertes Verfahren, mit dem bautechnische Eigenschaften sowie die komplexen Systeme der Anlagentechnik für Heizen, Kühlen, Lüften, Klimatisieren und Beleuchten unter energetischen Gesichtspunkten berechnet und damit vergleichbar gemacht werden können. In elf Teilen der Norm und zwei Beiblättern wird jeweils ein inhaltlicher Schwerpunkt behandelt. Dabei werden der Baukörper, die Gebäudenutzung sowie die Anlagentechnik

der verschiedenen Bereiche in ihren gegenseitigen Wechselwirkungen berücksichtigt. Die Norm kann sowohl als Planungsinstrument für die energetische Optimierung von zu errichtenden Wohn- und Nichtwohngebäuden herangezogen werden als auch für die energetische Bewertung von Bestandsgebäuden. Neben den Berechnungsverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Energiemengen, die zum Heizen, Kühlen und Belüften eines Gebäudes benötigt werden, legt DIN V 18599 auch nutzungsbezogene Randbedin-

gungen für eine definierte Ermittlung des Energiebedarfes fest. Diese variieren im Vergleich zur Berechnungsmethode nach DIN V 4108-6/DIN V 4701-10 z. B. beim Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasserbereitung und den anzusetzenden internen Wärmegewinnen.

Der Umfang der Berechnungen hinsichtlich Zonierung und Anlagentechnik unterscheidet sich bei Wohngebäuden deutlich von Nichtwohngebäuden. Wohngebäude haben nur eine beheizte Zone. Weiterhin wird weder die Beleuchtung noch der Bereich der raumluftechnischen Anlagen und Klimakältesysteme mit in die energetische Bilanzierung aufgenommen.

In Teil 2 der Norm erfolgt die Bilanzierung des Nutzenergiebedarfs für Heizen $Q_{h,b}$ (heating system) und Kühlen $Q_{c,b}$ (cooling system). Für die Trinkwarmwasserbereitung ergibt sich ein Nutzenergiebedarf $Q_{w,b}$ (domestic hot water system) nach den Randbedingungen aus Teil 10. Die Wohnraumlüftung hat einen Nutzenergiebedarf $Q_{v,b}$ (residential ventilation), der in Teil 6 ermittelt wird. Die Bewertung der Anlagenkomponenten für die Prozessbereiche Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung erfolgt getrennt nach:

- Heizsystem (Teil 5)
- Wohnungslüftungssystem (Teil 6)
- Trinkwarmwasserbereitung (Teil 8)

Alle benötigten Randbedingungen, bezogen auf die Nutzung, werden in Teil 10 festgelegt. Teil 1 führt die einzelnen Energieanteile schließlich zusammen und es erfolgt die Gesamtbilanzierung.

Energieausweis

Die Berechnungsergebnisse der Energiebedarfsbilanzierung sind Bestandteil des Energieausweises (Abb. 7). Der Energieausweis für zu errichtende Wohngebäude enthält insgesamt folgende Angaben:

- Gültigkeitsdatum
- Registriernummer
- Beschreibung des Gebäudes
- Angaben über die wesentlichen Energieträger für Heizung und Trinkwarmwassererwärmung
- Angaben zur Verwendung erneuerbarer Energien
- Angaben zur Art der Lüftung und Kühlung

Abb. 7: Energieausweis für Wohngebäude (Auszug) gemäß EnEV 2014 [11]

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹

Gültig bis: _____ 1

Registriernummer ² (oder: „Registriernummer wurde beantragt am...“) _____

Gebäude		Gebäudeteil (freiwillig)
Gebäudetyp		
Adresse		
Gebäudeteil		
Baujahr Gebäude ³		
Baujahr Wärmeerzeuger ^{3, 4}		
Anzahl Wohnungen		
Gebäudenutzfläche (A_{Nz})	☐ nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt	
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser ³		
Erneuerbare Energien	Art: _____	Verwendung: _____
Art der Lüftung/Kühlung ☐ Fensterlüftung ☐ Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ☐ Anlage zur Schachtlüftung ☐ Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung ☐ Kühlung		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises ☐ Neubau ☐ Modernisierung (Änderung/Erweiterung) ☐ Sonstiges (freiwillig)		

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugswert dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (Erläuterungen – siehe Seite 5). Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.

☐ Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch ☐ Eigentümer ☐ Aussteller

☐ Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller _____

Ausstellungsdatum _____ Unterschrift des Ausstellers _____

¹ Datum der angewendeten EnEV, gegebenenfalls angewendeten Änderungsverordnung zur EnEV ² Bei nicht rechtzeitiger Zuteilung der Registriernummer (§ 17 Absatz 4 Satz 4 und 5 EnEV) ist das Datum der Antragstellung einzutragen; die Registriernummer ist nach deren Eingang nachträglich einzusetzen. ³ Mehrfachangaben möglich ⁴ bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes _____ 2

Registriernummer ² (oder: „Registriernummer wurde beantragt am...“) _____

Energiebedarf _____

CO₂-Emissionen ³ _____ kg/(m²·a)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes kWh/(m²·a)

A+	A	B	C	D	E	F	G	H
0	25	50	75	100	125	150	175	200
								225
								>250

kWh/(m²·a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes _____

Anforderungen gemäß EnEV ⁴

Primärenergiebedarf Ist-Wert _____ kWh/(m²·a) Anforderungswert _____ kWh/(m²·a) ☐ Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Energetische Qualität der Gebäudehülle $H_{t,e}$ Ist-Wert _____ W/(m²·K) Anforderungswert _____ W/(m²·K) ☐ Verfahren nach DIN V 18599

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) ☐ eingehalten ☐ Vereinfachungen nach § 8 Absatz 2 EnEV

Endenergiebedarf dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] _____ kWh/(m²·a)

Angaben zum EEWärmeG ⁵

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs auf Grund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Art: _____ Deckungsanteil: _____ %

Ersatzmaßnahmen ⁶

Die Anforderungen des EEWärmeG werden durch die Ersatzmaßnahmen nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG erfüllt.

☐ Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärfte Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

☐ Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um verschärfte Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfte Anforderungswert Primärenergiebedarf: _____ kWh/(m²·a)

Verschärfte Anforderungswert für die energetische Qualität der Gebäudehülle $H_{t,e}$: _____ W/(m²·K)

Vergleichswerte Endenergie

A+	A	B	C	D	E	F	G	H
0	25	50	75	100	125	150	175	200
								225
								>250

⁷

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs unterschiedliche Verfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte der Sha sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_{Nz}), die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises ² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises ³ freiwillige Angabe

⁴ nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Absatz 1 Satz 3 EnEV ⁵ nur bei Neubau ⁶ nur bei Neubau im Fall der Anwendung von § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG ⁷ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

- Anlass zur Ausstellung des Energieausweises
- Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes
- Hinweise zur Verwendung des Energieausweises
- Berechneter Energiebedarf des Gebäudes und Anforderungen gemäß EnEV 2014 (Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf sowie spezifischer, gebäudehüllflächenbezogener Transmissionswärmeverlust) und Energieeffizienzklasse
- Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren (DIN V 4108-6/DIN V 4701-10, DIN V 18599), vereinfachtes Verfahren Neubau, Vereinfachung Altbau)
- In Zusammenhang mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz Angaben zu Art und Deckungsanteil der eingesetzten erneuerbaren Energien bzw. zu gewählten Ersatzmaßnahmen
- Vergleichswerte zum Endenergiebedarf
- Erläuterungen zum Berechnungsverfahren
- Gesamtenergiedurchlassgrad $g_{\perp}$ und Lichttransmissionsgrad τ_{D65} der Verglasung von Fenstern, Fenstertüren, Dachflächenfenstern, Lichtbändern, Lichtkuppeln, Glasdächern und Vorhangfassaden
- Bemessungswert der Luftwechselrate n_{50} für die Bewertung der Luftdichtheit
- Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers,SA}$ bei Sonnen- und/oder Blendschutz
- Sonnenschutzvorrichtung
- Beleuchtungsart (direkt/indirekt, Vorschaltgerät, stabförmige Leuchtstofflampe)
- Regelung der Beleuchtung (Präsenzkontrolle, tageslichtabhängige Kontrolle, Konstantlichtregelung)
- Heizung (Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung, Wärmeübergabe)
- Warmwasser (zentral oder dezentral, Wärmeerzeugung, Wärmespeicherung, Wärmeverteilung)
- Raumluftechnik (Abluftanlage, Zu- und Abluftanlage, Luftbefeuchtung, Nur-Luft-Klimaanlage)
- Raumkühlung (Kältesystem, Kaltwasserkreis)
- Kälteerzeugung

5.1.2 Zu errichtende Nichtwohngebäude

Nichtwohngebäude sind alle Gebäude, die nicht den Wohngebäuden zugeordnet werden können. Anhand eines sogenannten Referenzgebäudes wird ähnlich wie bei Wohngebäuden der Jahres-Primärenergiebedarf $Q_{p,Ref}$ ermittelt. Dabei ist das Referenzgebäude in folgenden Punkten gleichermaßen beschaffen wie das geplante Gebäude: Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung. Bezüglich der bau- und anlagentechnischen Komponenten wird das Referenzgebäude nach Vorgaben der EnEV 2014 bewertet. Eine umfangreiche Tabelle (EnEV 2014 Anlage 2 Tabelle 1) enthält die zur Ermittlung von $Q_{p,Ref}$ notwendigen Daten zu folgenden Systemkomponenten:

- Wärmedurchgangskoeffizient U von Bauteilen
- Wärmebrückenzuschlagskoeffizient ΔU_{WB}

Der Wert $Q_{p,Ref}$ ist gleichbedeutend mit dem höchstens zulässigen Primärenergiebedarf $Q_{p,max}$. Ab dem Jahr 2016 beträgt der höchstens zulässige Primärenergiebedarf $Q_{p,max}$ das 0,75-fache des Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes $Q_{p,Ref}$.

Berechnet werden der maximale und der vorhandene Jahres-Primärenergiebedarf von Nichtwohngebäuden nach dem Rechenverfahren der DIN V 18599. Außer dem Primärenergiebedarf Q_p wird auch der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient $\bar{U}$ bestimmter Bauteile in Abhängigkeit von der Raum-Solltemperatur der jeweiligen Gebäudezone begrenzt (Tab. 16).

Tab. 16: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}$ bestimmter Bauteile (Nichtwohngebäude) gemäß EnEV 2014 [11]

Zeile	Bauteil/System	Anforderungsniveau	$\bar{U}$ [W/(mK)] ¹⁾	
			Zonen mit $\theta_{h,soll} \geq 19\text{ °C}$	Zonen mit $12\text{ °C} \leq \theta_{h,soll} < 19\text{ °C}$
Gemäß Anlage 2 Nr. 1.3 der EnEV: Für Gebäudezonen mit mehr als 4 m Raumhöhe, die durch dezentrale Gebläse- oder Strahlungsheizungen beheizt werden, gilt das Anforderungsniveau nach Zeilen 1a, 2a, 3a und 4a.				
1a	Opake Bauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	nach EnEV 2009	$\bar{U} = 0,35\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 0,50\text{ W/(m}^2\text{K)}$
1b		für Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	$\bar{U} = 0,35\text{ W/(m}^2\text{K)}$	
1c		für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$\bar{U} = 0,28\text{ W/(m}^2\text{K)}$	
2a	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in Bauteilen der Zeilen 3 und 4 enthalten	nach EnEV 2009	$\bar{U} = 1,9\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 2,8\text{ W/(m}^2\text{K)}$
2b		für Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	$\bar{U} = 1,9\text{ W/(m}^2\text{K)}$	
2c		für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$\bar{U} = 1,5\text{ W/(m}^2\text{K)}$	
3a	Vorhangsfassade	nach EnEV 2009	$\bar{U} = 1,9\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 3,0\text{ W/(m}^2\text{K)}$
3b		für Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	$\bar{U} = 1,9\text{ W/(m}^2\text{K)}$	
3c		für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$\bar{U} = 1,5\text{ W/(m}^2\text{K)}$	
4a	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	nach EnEV 2009	$\bar{U} = 3,1\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$\bar{U} = 3,1\text{ W/(m}^2\text{K)}$
4b		für Neubauvorhaben bis zum 31.12.2015	$\bar{U} = 3,1\text{ W/(m}^2\text{K)}$	
4c		für Neubauvorhaben ab dem 01.01.2016	$\bar{U} = 2,5\text{ W/(m}^2\text{K)}$	

¹⁾ Höchstwerte der nach Anlage 2 Nr. 2.3 der EnEV bestimmten Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten
 Gemäß Nr. 2.3: Bei der Berechnung des Mittelwerts des jeweiligen Bauteils sind die Bauteile nach Maßgabe ihrer Flächenanteile zu berücksichtigen. Die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gegen unbeheizte Räume (außer Dachräumen) oder Erdreich sind zusätzlich mit dem Faktor 0,5 zu gewichten. Bei der Berechnung des Mittelwerts der an das Erdreich angrenzenden Bodenplatten bleiben die Flächen unberücksichtigt, die mehr als 5 m vom äußeren Rand des Gebäudes entfernt sind. Die Berechnung ist für Zonen mit unterschiedlichen Raum-Solltemperaturen im Heizfall getrennt durchzuführen.

Da das Nutzungsprofil von Nichtwohngebäuden einen großen Einfluss auf den Energiebedarf hat, ist ein Gebäude vor Berechnungsbeginn gemäß Teil 1 der Norm in Zonen aufzuteilen, falls die Art der Nutzung von Räumen deutlich voneinander abweicht (Abb. 8). Unterschiedliche Bereiche eines Gebäudes, die ähnliche Nutzenergiemengen bzw. im Falle der Heizung/Kühlung ähnliche Wärmequellen und Wärmesenken aufweisen, werden zu einer Zone zusammengefasst. Das wichtigste Merkmal für ähnliche Nutzenergie/Wärmequellen/Wärmesenken ist eine einheitliche Nutzung. Die Nutzungsrandbedingungen für Zonen werden Teil 10 der Norm entnommen.

Ergänzend ist bei gleicher Nutzung nur dann von ähnlichen Nutzenergien/Wärmequellen/Wärmesenken auszugehen, wenn die betroffenen Räume die gleiche Art der technischen Konditionierung aufweisen. Weichen die Arten der technischen Konditionierung deutlich voneinander ab, werden die Räume trotz gleicher Nut-

zung unterschiedlichen Zonen zugeordnet. Zusätzlich zur Nutzung und Art der Konditionierung gibt es noch weitere Kriterien, die zu derart unterschiedlichen Nutzenergien/Wärmequellen/Wärmesenken führen können, so dass die betroffenen Räume nicht in einer gemeinsamen Energiebilanz abgebildet werden können. Diese zusätzlichen Zonenteilungskriterien betreffen vor allem gekühlte Räume mit unterschiedlich hohen Glasflächenanteilen. Der Energiebedarf des Gebäudes ergibt sich aus der Summe des Energiebedarfs aller Gebäudezonen.

Die Bilanzierung des Energiebedarfs erfolgt in mehreren Schritten (Abb. 9).

- Feststellen der Nutzungsrandbedingungen, gegebenenfalls Zonierung des Gebäudes, Zusammenstellung der bau- und anlagentechnischen Eingangsdaten

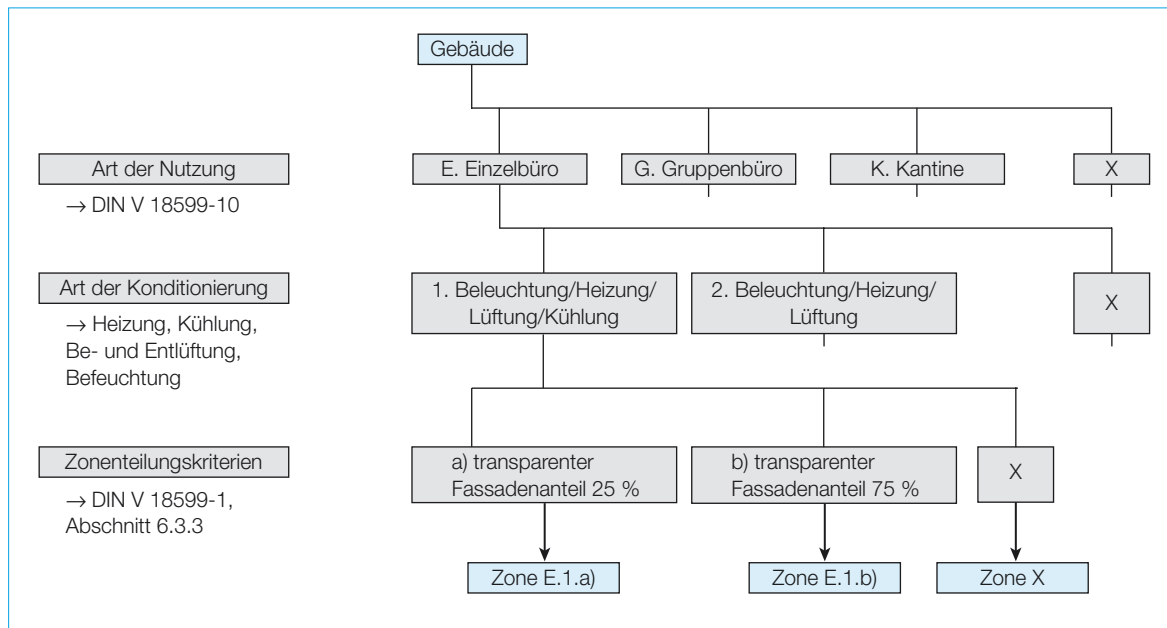
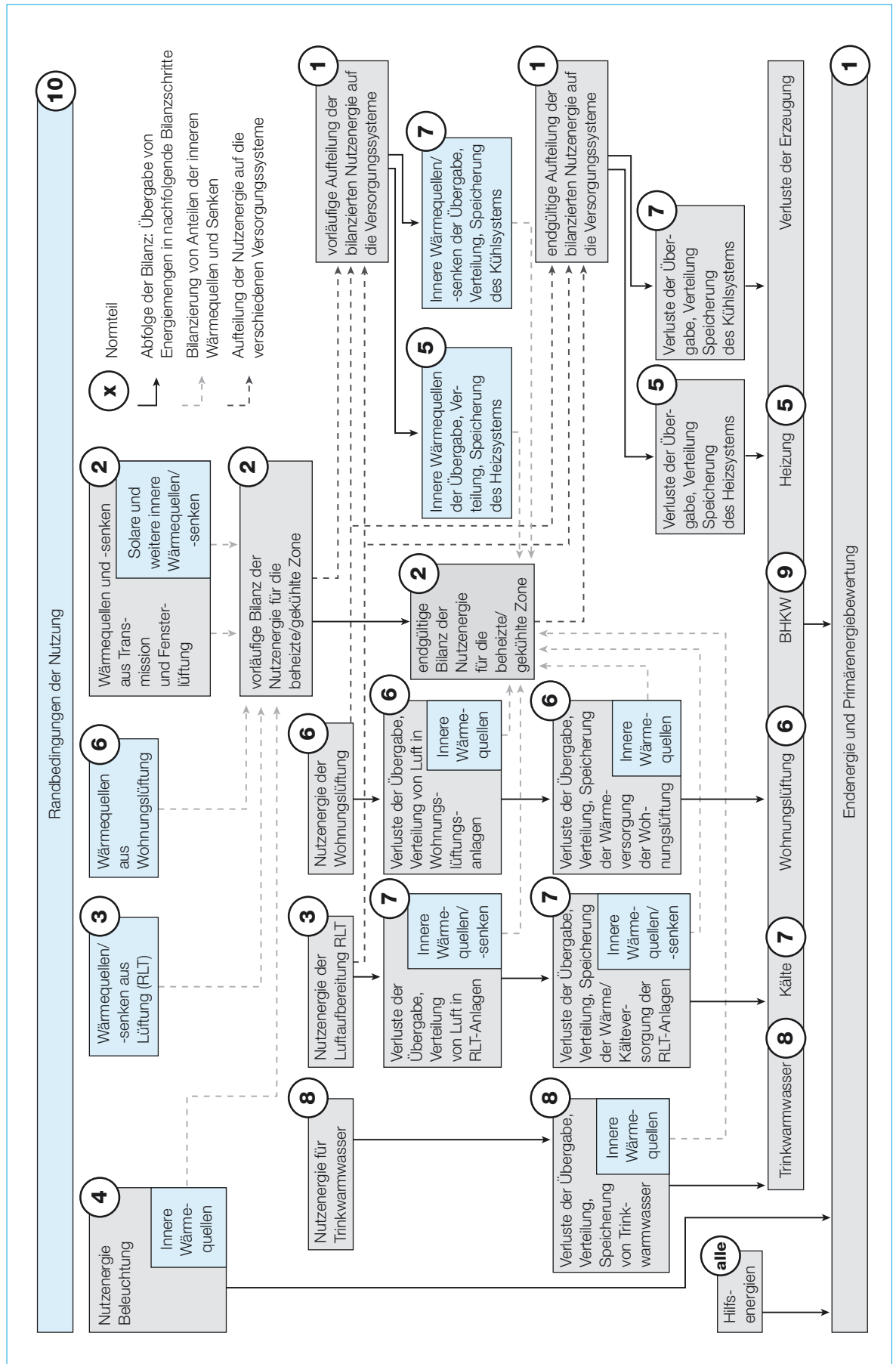


Abb. 8: Zonierung von Nichtwohngebäuden gemäß DIN V 18599-1 [9]

- Ermittlung des Nutzenergiebedarfs und Endenergiebedarfs für die Beleuchtung sowie der Wärmequellen
- Ermittlung der Wärmequellen und -senken durch mechanische Lüftung
- Bestimmung der Wärmequellen und -senken aus Personen, Geräten und Prozessen
- Vorläufige Bilanzierung des Nutzwärme- und Nutzkältebedarfs
- Vorläufige Aufteilung der bilanzierten Nutzenergie auf die Versorgungssysteme RLT, Heizung, Kühlung
- Ermittlung der Wärmequellen durch Heizung sowie der Wärmequellen und -senken durch Kühlung
- Ermittlung der Wärmequellen durch Trinkwarmwasserbereitung
- Endgültige Bilanzierung des Nutzwärme- und Nutzkältebedarfs (Die Iteration mit den Schritten zwischen vorläufiger und endgültiger Bilanzierung des Nutzenergiebedarfs ist so lange zu wiederholen, bis zwei aufeinander folgende Ergebnisse für den Nutzwärmebedarf und den Nutzkältebedarf sich jeweils um nicht mehr als 0,1 % voneinander unterscheiden, jedoch höchstens zehn Schritte)
- Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die Luftaufbereitung und gegebenenfalls Saldierung des Nutzkühlbedarfs
- Endgültige Aufteilung der bilanzierten Nutzenergie auf die Versorgungssysteme RLT, Heizung und Kühlung
- Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung für Heizung (Nutzwärmeabgabe des Erzeugers)
- Ermittlung der Verluste für Übergabe und Verteilung der luftführenden Systeme
- Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung für die Wärmeversorgung einer RLT-Anlage (Nutzwärmeabgabe des Erzeugers)
- Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung für die Kälteversorgung (Nutzkälteabgabe des Erzeugers)
- Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung für Trinkwarmwasserbereitung (Nutzwärmeabgabe des Erzeugers)
- Aufteilung der notwendigen Nutzwärmeabgabe und Nutzkälteabgabe aller Erzeuger auf die unterschiedlichen Erzeugungssysteme
- Ermittlung der Verluste bei der Erzeugung von Kälte, Dampf und Wärme
- Zusammenstellung der ermittelten Hilfsenergien, Endenergien und Energieträger
- Primärenergetische Bewertung

Abb. 9: Bilanzierungsschritte und -verknüpfungen zur Ermittlung des Endenergie- und Primärenergiebedarfs von Nichtwohngebäuden gemäß DIN V 18599-1 [9.1]. Die Zahlen in den Kreisen beziehen sich auf den jeweiligen Normenteil



Die Berechnungsergebnisse werden als „Gesamtenergieeffizienz“ im Energieausweis dargestellt (Abb. 10). Entsprechend dem Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 sind die Angaben im Energieausweis für Nichtwohngebäude insgesamt umfassender als bei Wohngebäuden. Der Energieausweis für zu errichtende Nichtwohngebäude enthält folgende Daten:

- Gültigkeit des Energieausweises
- Registriernummer
- Beschreibung des Gebäudes
- Angaben über die wesentlichen Energieträger für Heizung und Trinkwarmwassererwärmung
- Angaben zur Verwendung erneuerbarer Energien
- Angaben zur Art der Lüftung und Kühlung
- Anlass zur Ausstellung des Energieausweises
- Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes
- Hinweise zur Verwendung des Energieausweises
- Berechneter Energiebedarf des Gebäudes (Primärenergiebedarf)
- Vergleichswerte zum Primärenergiebedarf
- Nachweis der Anforderungen gemäß EnEV (Primärenergiebedarf und energetische Qualität der Gebäudehülle)
- Angaben zum Verfahren, nach dem die Energiebedarfsberechnungen durchgeführt wurden
- Angabe des Endenergiebedarfs, unterteilt nach Energieträger und nach Bereichen der Anlagentechnik (Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung, Kühlung einschließlich Befeuchtung)
- Endenergiebedarf Wärme und Strom für Pflichtangaben in Immobilienanzeigen
- In Zusammenhang mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz Angaben zu eingesetzten erneuerbaren Energien und zu gewählten Ersatzmaßnahmen
- Angaben zu den Gebäudezonen
- Erläuterungen zum Berechnungsverfahren und zu Kenngrößen

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 1.

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes Registriernummer ² 2
(oder: Registriernummer wurde beantragt am...)

Primärenergiebedarf CO₂-Emissionen ³ kg/(m²·a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
kWh/(m²·a)

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 ≥1000

EnEV-Anforderungswert
Neubau (Vergleichswert) EnEV-Anforderungswert
modernisierter Altbau (Vergleichswert)

Anforderungen gemäß EnEV ⁴

Primärenergiebedarf: kWh/(m²·a) Anforderungswert: kWh/(m²·a) ☐ eingehalten ☐ eingehalten

Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten: ☐ eingehalten ☐ eingehalten

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau): ☐ eingehalten ☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☐ Verfahren nach Anlage 2 Nummer 2 EnEV ☐ Vereinfachungen nach § 9 Absatz 2 EnEV („Ein-Zonen-Modell“)

☐ Verfahren nach Anlage 2 Nummer 3 EnEV („Ein-Zonen-Modell“)

☐ Vereinfachungen nach Anlage 2 Nummer 2.1.4 EnEV

Endenergiebedarf

Energieträger	Heizung	Warmwasser	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für:	Kühlung einschl. Befeuchtung	Gebäude insgesamt
			Eingebaute Beleuchtung	Lüftung ⁵	

Endenergiebedarf Wärme [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] kWh/(m²·a)

Endenergiebedarf Strom [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] kWh/(m²·a)

Angaben zum EEWärmeG ⁶

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs auf Grund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Art: ☐ Deckungsanteil: ☐ %

Ersatzmaßnahmen ⁷

Die Anforderungen des EEWärmeG werden durch die Ersatzmaßnahmen nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG erfüllt.

☐ Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärfte Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfte Anforderungswerte: Primärenergiebedarf: kWh/(m²·a)

☐ Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um ☐ % verschärfte Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfte Anforderungswerte: Primärenergiebedarf: kWh/(m²·a)

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
☐ weitere Zonen in Anlage			

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs in vielen Fällen neben dem Berechnungsverfahren alternative Vereinfachungen zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises ² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises ³ freiwillige Angabe

⁴ nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Absatz 1 Satz 3 EnEV ⁵ nur Hilfsenergiebedarf

⁶ nur bei Neubau ⁷ nur bei Neubau im Fall der Anwendung von § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG

Abb. 10: Energieausweis für Nichtwohngebäude (Auszug) gemäß EnEV 2014 [11]

5.1.3 Zu errichtende kleine Gebäude und Gebäude aus Raumzellen

Für kleine Gebäude, deren Nutzfläche $A \leq 50 \text{ m}^2$ ist, ist es nicht erforderlich, eine Bilanzierung des Primärenergiebedarfs durchzuführen oder den auf die Gebäudehüllfläche bezogenen, spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T bei Wohngebäuden bzw. den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}$ bestimmter Bauteile von Nichtwohngebäuden nachzuweisen. Der Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes ist erbracht, wenn Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten U von Außenbauteilen eingehalten werden. Diese Vorgaben gelten auch dann, wenn bei bestehenden Gebäuden Bauteile erneuert werden. Zusammenfassend werden die Anforderungen in Kapitel 5.1.5 „Bestehende Gebäude“ betrachtet.

5.1.4 Dichtheit und Wärmebrücken

Dichtheit

Mit geringer werdenden Transmissionswärmeverlusten infolge steigender wärmetechnischer Qualität der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nimmt die Bedeutung der Lüftungswärmeverluste zu.

Um Energie einzusparen, ist die wärmeübertragende Umfassungsfläche eines Gebäudes dauerhaft luftundurchlässig auszubilden. Hierzu liefert z. B. DIN 4108-7 [6.4] Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele. Unter den auf Bauteilflächen bezogenen Beispielen in der Norm findet sich u. a. der Hinweis darauf, dass Mauerwerk, das mit einer Putzlage versehen ist, als luftdicht bewertet werden kann. Sinngemäß gilt diese Aussage auch für innenseitig verputzte Massivdächer aus Porenbeton-Dachplatten.

Weitere Regelungen beziehen sich auf Fugen, Anschlüsse, Stoßstellen und Durchdringungen, die bei der Aufstellung eines Luftdichtheitskonzeptes in besonderem Maße zu beachten sind. Beispielsweise ist der Anschluss am Ortgang, an dem verputzte, massive Porenbeton-Dachplatten auf verputztem Porenbetonmauerwerk aufliegen, auf einfache Art und Weise luftdicht herzustellen. Alle Bauteilflächen und insbesondere Bauteilanschlüsse mit Konstruktions- oder Baustoffwechseln sind im Detail zu planen und den entsprechenden Gewerken im Rahmen der Ausschreibung zuzuordnen. Zur Umsetzung bei der Ausführung ist eine entsprechende Überwachung der Arbeiten erforderlich.

Wird die Dichtheit des Gebäudes geprüft, sind Anforderungen an die Luftwechselrate n_{50} einzuhalten. Während der Druckdifferenzprüfung, häufig auch als Blower-Door-Messung bezeichnet, darf die Luftwechselrate bei einer Unter- oder Überdruckdifferenz zwischen Raum- und Außenluft von 50 Pa den Wert von $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$ bei Gebäuden ohne raumluftechnische Anlage bzw. von $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ bei Gebäuden mit raumluftechnischen Anlage nicht überschreiten.

Auch hinsichtlich des Feuchteschutzes ist eine luftdichte Bauweise erforderlich, denn durch Luftströmung können um ein Vielfaches größere Feuchtemassen als durch Diffusion transportiert werden. Tritt warme, feuchte Luft durch Undichtheiten in Außenbauteile ein,

so besteht bei bestimmten klimatischen Randbedingungen die Gefahr von Tauwasserausfall oder Schimmelbildung. Die Folgen können eine eingeschränkte Bauteilfunktion und Bauschäden sein.

Für die Notwendigkeit einer luftdichten Gebäudehülle spricht auch, dass ansonsten durch Undichtheiten für den Nutzer unangenehme Zugerscheinungen hervorgerufen werden können. Die thermische Behaglichkeit kann z. B. durch Einströmen kalter Außenluft erheblich verschlechtert werden.

Wärmebrücken

Transmissionswärmeverluste im Bereich von Wärmebrücken sind Bestandteil der Berechnung des spezifischen Transmissionswärmeverlusts H_T und damit des Jahres-Heizwärmebedarfs Q_H . Grundsätzlich sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass der Wärmebrückeneinfluss nach den anerkannten Regeln der Technik und den im jeweiligen Einzelfall wirtschaftlichen Maßnahmen so gering wie möglich gehalten wird. Dies ist z. B. der Fall, wenn Wärmebrücken nach den Konstruktionsbeispielen in DIN 4108 Beiblatt 2 [6.4] geplant und ausgeführt werden. Entscheidend ist, dass die dort vorgegebenen wärmetechnischen Mindestanforderungen, die sich aus der Baustoffwahl und der Art der Konstruktion ergeben, eingehalten werden. Übliche Konstruktionen zu errichtender Gebäude, bei denen Außenwände aus Porenbeton errichtet werden, finden sich dort wieder. Der sogenannte verbleibende Einfluss konstruktiver Wärmebrücken wird gemäß EnEV 2014 auf den Energiebedarf angerechnet.

In der EnEV 2014 werden vier Methoden genannt, nach denen der spezifische Transmissionswärmeverlust $H_{T,WB}$ an Wärmebrücken ermittelt werden kann (Abb. 11). Die Berechnungsmethode ist nicht frei wählbar, sondern unterliegt bestimmten Voraussetzungen und Einschränkungen:

■ Genauer Nachweis

Die Längen l_i der einzelnen Wärmebrücken werden ermittelt und jeweils mit den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ_i des betreffenden Wärmebrückendetails multipliziert. Dabei werden die ψ -Werte mit Hilfe von PC-Programmen berechnet oder aus Wärmebrückenkatalogen entnommen, z. B. dem Wärmebrückenkatalog der Porenbetonindustrie [1]. Diese Methode ist sehr genau und kann immer angewendet werden.

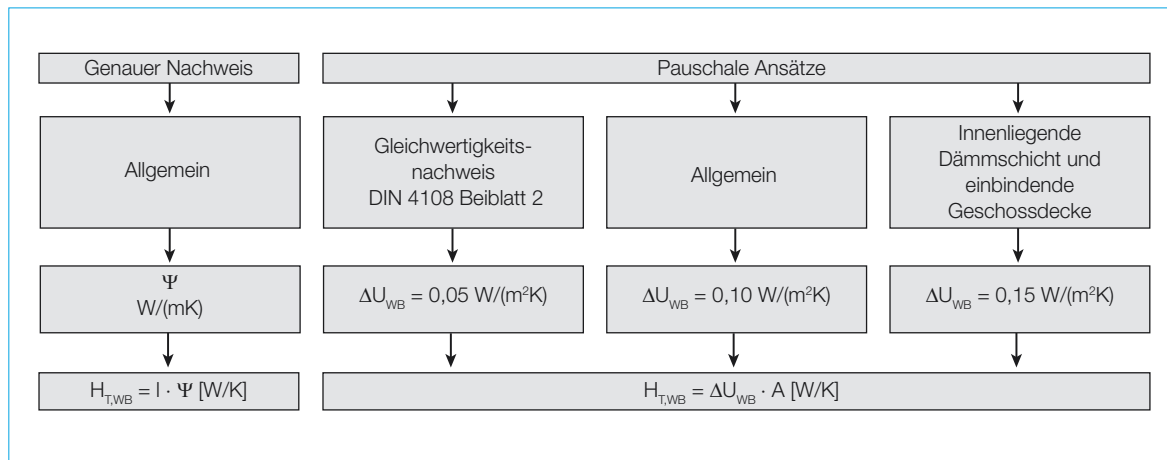


Abb. 11: Berechnung der Transmissionswärmeverluste $H_{T,WB}$ an Wärmebrücken gemäß EnEV 2014 [11]

■ Pauschaler Ansatz unter Bezugnahme auf DIN 4108 Beiblatt 2

Sofern die geplanten Wärmebrückendetails den wärmetechnischen Mindestanforderungen aus DIN 4108 Beiblatt 2 entsprechen, kann durch Multiplikation eines Wärmebrückenzuschlagskoeffizienten von $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ mit der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A der spezifische Transmissionswärmeverlust $H_{T,WB}$ ermittelt werden. Diese Methode liefert im Regelfall höhere Wärmeverluste als die genaue Berechnung, dafür ist sie wenig aufwendig. Die Referenzkonstruktionen in DIN 4108 Beiblatt 2 beziehen sich in erster Linie auf zu errichtende Gebäude. Die Ausführung der wärmeübertragenden Umfassungsfläche bestehender Gebäude erfüllt die gezeigten Anforderungen im Regelfall nicht. Daher bleibt diese Methode auf zu errichtende Gebäude beschränkt und steht für die energetische Bewertung von Bestandsgebäuden nicht zur Verfügung. Falls nach einer energetischen Modernisierung das im Beiblatt gezeigte Wärmeschutzniveau erreicht wird, kann dieser pauschale Ansatz ebenfalls verwendet werden.

Bei der Planung zeigt sich häufig, dass geplante Details von den Beispielen in DIN 4108 Beiblatt 2 abweichen. Um dennoch auf den pauschalen Ansatz zur Berechnung der Transmissionswärmeverluste zurückgreifen zu können, darf die Gleichwertigkeit des geplanten Details gegenüber dem Referenzdetail nachgewiesen werden. Eine von mehreren Methoden des Gleichwertigkeitsnachweises besteht darin, z. B. durch Benutzung eines Wärmebrückenkataloges ψ -Werte zu ermitteln (Abb. 12) und somit nachzuweisen, dass im Einzelfall der zur jeweiligen Referenzkonstruktion in DIN 4108 Beiblatt 2 genannte ψ -Wert nicht überschritten wird.

■ Pauschaler Ansatz ohne Bezug

Im Unterschied zur vorgenannten Methode wird bei der Berechnung des spezifischen Transmissionswärmeverlusts $H_{T,WB}$ ein Wärmebrückenzuschlagskoeffizient von $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ zugrunde gelegt. Im Falle von zu errichtenden Gebäuden führt diese Methode zu hohen berechneten Transmissionswärmeverlusten. Es ist zu beachten, dass solche Verluste an anderen Stellen kompensiert werden müssen, was zu einem wirtschaftlichen Mehraufwand führen kann. Bei der energetischen Bewertung bestehender Gebäude stellt diese Methode wegen der Einfachheit den Regelfall dar.

■ Pauschaler Ansatz bei innenliegender Dämmschicht und einbindender Geschossdecke

Die Verwendung eines Wärmebrückenzuschlagskoeffizienten von $\Delta U_{WB} = 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird nur bei der energetischen Bewertung bestehender Gebäude mit den genannten Konstruktionsmerkmalen (Innendämmung, einbindende Geschossdecke) angewendet.

Die Größe des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ wird durch die Baustoffwahl und die Art der Konstruktion bestimmt. Aus DIN 4108 Beiblatt 2 und Wärmebrückenkatalogen (z. B. [1]) kann entnommen werden, dass ψ -Werte für Porenbeton-Konstruktionen im Allgemeinen niedrig sind. Insofern führt ein genauer Nachweis mit längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ und den entsprechenden Längen der jeweiligen Wärmebrücken beim Porenbeton-Bausystem zu äußerst niedrigen Wärmebrückenverlusten, die je nach Konstruktion nahe bei Null liegen können. Von Einfluss ist dabei die homogene Baustoffstruktur, die in vertikaler und horizontaler Richtung die gleichen wärmedämmenden Eigenschaften aufweist.

Abb. 12: Datenblatt
zum Anschluss an die
Bodenplatte bei mono-
lithischem Mauerwerk
aus Porenbeton [1]

1 EINSCHALIGE KONSTRUKTIONEN

1.01 Einschalige Aussenwand/ Bodenplatte

1.01.01 Wärmedämmung über Bodenplatte

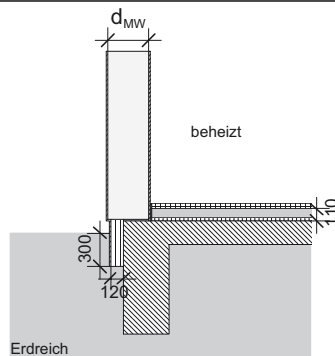


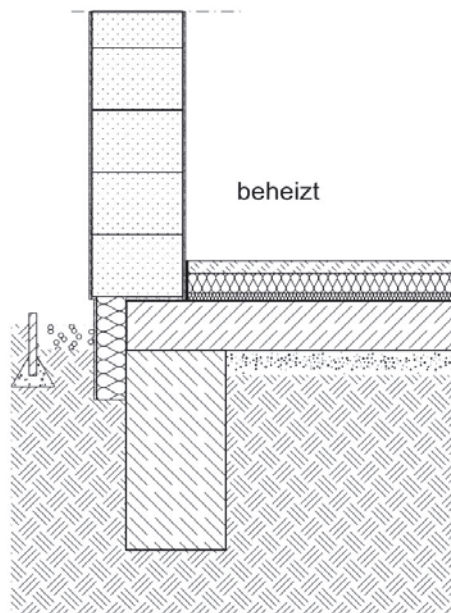
Tabelle 1.01.01

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(mK)]

		$\lambda_{\text{Mauerwerk}}$ [W/(mK)]	
		0,080	0,090
Dicke des Mauerwerkes [mm]	365	-0,035	-0,036
	425	-0,041	-0,041
	480	-0,047	-0,048

Anwendungsbedingungen:

- Die Sockeldämmung ist mit einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda \leq 0,032$ W/(mK) auszuführen.
- Die Sockeldämmung ist bis mindestens 300mm unter die Geländeoberkante herunterzuführen.
- Die Dicke der Sockeldämmung beträgt 120mm.
- Die Bodenplattendämmung besteht aus 80mm Wärmedämmung mit $\lambda = 0,032$ W/(mK) und 30mm Trittschalldämmung mit $\lambda = 0,040$ W/(mK).
- Der berechnete Ψ -Wert bezieht sich auf die Oberkante der Bodenplatte.



Detaildarstellung nicht maßstäblich

5.1.5 Bestehende Gebäude

Änderung, Erweiterung und Ausbau (Abb. 13)

Werden bei beheizten oder gekühlten Räumen Änderungen vorgenommen, die sich über mehr als 10 % der jeweiligen Bauteilfläche erstrecken, dürfen die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U der betreffenden Bauteilfläche gemäß Tabelle 17 nicht überschritten werden. Die Höchstwerte beziehen sich bei erstmaligem Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Bauteilen auf folgende Situationen:

■ Außenwände

- Ersatz oder erstmaliger Einbau von Außenwänden (Tab. 17, Zeile 1)
- Erneuerung
 - Anbringen von Platten, plattenartigen Bauteilen, Verschalungen oder Mauerwerks-Vorsatzschalen
 - Erneuerung des Außenputzes

Anforderungen gelten nicht für Außenwände, die nach dem 31.12.1983 errichtet oder erneuert worden sind.

- Dämmschichtdicken sind aus technischen Gründen begrenzt: Einbau von Wärmedämmstoffen mit $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(mK)}$
- Bei Einblasen von Dämm-Materialien in Hohlräume oder bei Verwendung von Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen: Wärmedämmstoffe mit $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(mK)}$

■ Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster und Glasdächer (Tab. 17, Zeilen 2 und 3)

- Ersatz des gesamten Bauteils oder erstmaliger Einbau
 - Für Fenstertüren mit Klapp-, Falt-, Schiebe-, oder Hebemechanismus gilt Zeile 2f.
- Einbau zusätzlicher Vor- oder Innenfenster
- Ersatz der Verglasung oder verglaster Flügelrahmen
 - Anforderungen gelten nicht, wenn der Rahmen zur Aufnahme der vorgeschriebenen Verglasung ungeeignet ist. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt: Verwendung von Verglasung mit $U_g \leq 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Bei Kasten- oder Verbundfenstern gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn eine Glastafel mit einer infrarotreflektierenden Beschichtung mit einer Emissivität von $\varepsilon_n \leq 0,2$ eingebaut wird.

■ Außentüren

- Erneuerung: Wärmedurchgangskoeffizient der Türfläche $U \leq 1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Gilt nicht für rahmenlose Türanlagen aus Glas, Karusselltüren und kraftbetätigte Türen.

■ Dachflächen und Dachgauben gegen Außenluft sowie Decken und Wände gegen unbeheizte Dachräume

- Ersatz oder erstmaliger Einbau (Tabelle 17, Zeile 4a)

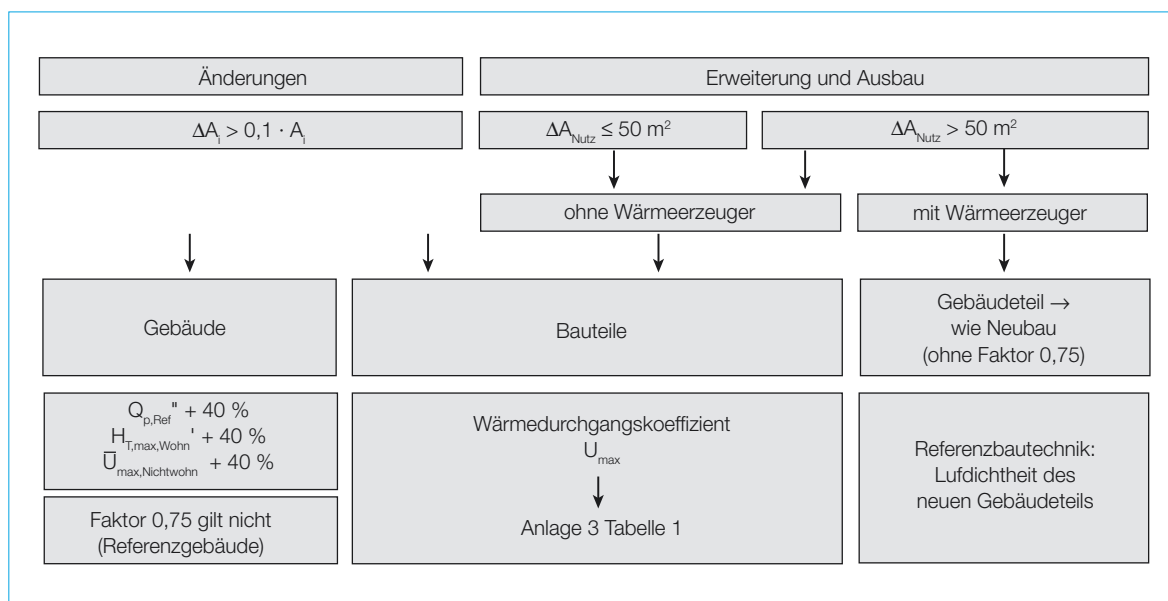


Abb. 13: Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden gemäß EnEV 2014 [11]

Tab. 17: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen gemäß EnEV 2014 [11]

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von 12 bis $< 19^\circ\text{C}$
			Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizient $U_{\text{max}}^{1)}$	
1	Außenwände	Nr. 1 Satz 1 und 2	0,24 W/(m ² K)	0,35 W/(m ² K)
2 a	Fenster, Fenstertüren	Nr. 2 a und b	1,3 W/(m ² K) ²⁾	1,9 W/(m ² K) ²⁾
2 b	Dachflächenfenster	Nr. 2 a und b	1,4 W/(m ² K) ²⁾	1,9 W/(m ² K) ²⁾
2 c	Verglasungen	Nr. 2 c	1,1 W/(m ² K) ³⁾	keine Anforderungen
2 d	Vorhangfassaden	Nr. 6 Satz 1	1,5 W/(m ² K) ⁴⁾	1,9 W/(m ² K) ⁴⁾
2 e	Glasdächer	Nr. 2 a und c	2,0 W/(m ² K) ³⁾	2,7 W/(m ² K) ³⁾
2 f	Fenstertüren mit Klapp-, Falt-, Schiebe- oder Hebe-mechanismus	Nr. 2 a	1,6 W/(m ² K) ²⁾	1,9 W/(m ² K) ²⁾
3 a	Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2 a und b	2,0 W/(m ² K) ²⁾	2,8 W/(m ² K) ²⁾
3 b	Sonderverglasungen	Nr. 2 c	1,6 W/(m ² K) ³⁾	keine Anforderungen
3 c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Nr. 6 Satz 2	2,3 W/(m ² K) ⁴⁾	3,0 W/(m ² K) ⁴⁾
4 a	Dachflächen einschl. Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum (einschl. Abseitenwänden), oberste Geschossdecke	Nr. 4 Satz 1 und 2 a, c und d	0,24 W/(m ² K)	0,35 W/(m ² K)
4 b	Dachflächen mit Abdichtungen	Nr. 4 Satz 2 b	0,20 W/(m ² K)	0,35 W/(m ² K)
5 a	Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume (mit Ausnahme von Dachräumen) sowie Decken nach unten gegen Erdreich oder unbeheizte Räume	Nr. 5 Satz 1 und 2 a und c	0,30 W/(m ² K)	keine Anforderung
5 b	Fußbodenaufbauten	Nr. 5 Satz 2 b	0,50 W/(m ² K)	keine Anforderungen
5 c	Decken nach unten an Außenluft	Nr. 5 Satz 1 und 2 a und c	0,24 W/(m ² K)	0,35 W/(m ² K)

¹⁾ Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils unter Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten; für die Berechnung der Bauteile nach den Zeilen 5a und b ist DIN V 4108-6: 2003-06 Anhang E und für die Berechnung sonstiger opaker Bauteile ist DIN EN ISO 6946: 2008-04 zu verwenden.

²⁾ Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters; der Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters ist technischen Produkt-Spezifikationen zu entnehmen oder gemäß den nach den Landesbauordnungen bekannt gemachten energetischen Kennwerten für Bauprodukte zu bestimmen. Hierunter fallen insbesondere energetische Kennwerte aus Europäischen Technischen Bewertungen sowie energetische Kennwerte der Regelungen nach der Bauregelliste A Teil 1 und auf Grund von Festlegungen in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

³⁾ Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung; Fußnote 2 ist entsprechend anzuwenden.

⁴⁾ Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangfassade; er ist nach DIN EN 13947: 2007-07 zu ermitteln.

■ Erneuerung

- Ersatz oder Neuaufbau der Dachdeckung einschließlich darunter liegender Lattungen und Verschalungen (Zeile 4 a)
Ausführung des Wärmeschutzes als Zwischensparrendämmung und begrenzte Dämmschichtdicke wegen einer innenseitigen Bekleidung oder der Sparrenhöhe: Einbau der höchstmöglichen Dämmstoffdicke mit $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(mK)}$
- Ersatz einer flächigen Abdichtung durch eine neue Schicht gleicher Funktion (Zeile 4b)

- Aufbringen oder Erneuern von Bekleidungen oder Verschalungen oder Einbau von Dämmschichten auf der kalten Seite von Wänden zum unbeheizten Dachraum (Zeile 4a)
- Aufbringen oder Erneuern von Bekleidungen oder Verschalungen oder Einbau von Dämmschichten auf der kalten Seite von Decken zum unbeheizten Dachraum (Zeile 4a).

Einblasen von Dämmschichten: Wärmedämmstoffe mit $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(mK)}$.

Anforderungen gelten nicht für Bauteile, die nach dem 31.12.1983 errichtet oder erneuert worden sind. Dämmschichtdicken sind aus technischen Gründen begrenzt: Einbau von Wärmedämmstoffen mit $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(mK)}$. Bei Einblasen von Dämm-Materialien in Hohlräume oder bei Verwendung von Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen: Wärmedämmstoffe mit $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(mK)}$.

■ **Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume (mit Ausnahme von Dachräumen) sowie Decken nach unten gegen Erdreich, Außenluft oder unbeheizte Räume (Tabelle 17, Zeile 5)**

■ Ersatz oder erstmaliger Einbau

■ Erneuerung

- Anbringen oder Erneuern von außenseitigen Bekleidungen oder Verschalungen, Feuchtigkeitssperren oder Dränagen
- Aufbau oder Erneuerung des Fußbodenaufbaus auf der beheizten Seite
- Anbringen von Deckenbekleidungen auf der Kaltseite

Anforderungen gelten nicht für Bauteile, die nach dem 31.12.1983 errichtet oder erneuert worden sind.

Dämmschichtdicken sind aus technischen Gründen begrenzt: Einbau von Wärmedämmstoffen mit $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(mK)}$. Bei Einblasen von Dämm-Materialien in Hohlräume oder bei Verwendung von Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen: Wärmedämmstoffe mit $\lambda \leq 0,045 \text{ W/(mK)}$.

■ **Vorhangfassaden (Tabelle 17, Zeilen 2 d oder 3 c)**

■ Ersatz oder erstmaliger Einbau des gesamten Bauteils

Wärmedurchgangskoeffizienten von bestehenden Außenwänden aus Porenbeton-Plansteinmauerwerk der 50er bis 70er Jahre liegen je nach Dicke und Rohdichte bei Werten zwischen $U = 0,41$ und $0,88 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (Tab. 18), welche auf Grund von Wärmeleitfähigkeiten bestimmter Produktionsstätten gemäß Tab. 19 berechnet wurden [5]. Für die Ermittlung des dort genannten Bemessungswertes der Wärmeleitfähigkeit λ nach einer älteren Ausgabe der DIN 4108-4 wurde ein Zuschlag von ca. 30 % auf den Trockenwert der Wärmeleitfähigkeit λ_{tr} verwendet. Durch diesen Zuschlag wird die sich im Mauerwerk einstellende Ausgleichsfeuchte berücksichtigt.

Anstelle des Nachweises über die Wärmedurchgangskoeffizienten U der geänderten Bauteile kann auch eine Bilanzierung des Jahres-Primärenergiebedarfs $Q_{h'}$ des Gebäudes sowie des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts $H_{T'}$ (Wohngebäude) bzw. der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}$ der wärmeübertragenden Umfassungsfläche (Nichtwohngebäude) vorgenommen werden. Dabei gilt, dass die Anforderungen an das geänderte Gebäude um 40 % über dem Anforderungsniveau zu errichtender Gebäude liegen dürfen.

Rohdichte ρ kg/m ³	Wärmedurchgangskoeffizient ¹⁾ U [W/(m ² K)]					
	d = 24,0 cm		d = 30,0 cm		d = 36,5 cm	
	Planstein-Mauerwerk	Blockstein-Mauerwerk	Planstein-Mauerwerk	Blockstein-Mauerwerk	Planstein-Mauerwerk	Blockstein-Mauerwerk
470	0,60	0,76	0,49	0,63	0,41	0,52
550	0,67	0,82	0,54	0,68	0,46	0,57
640	0,76	0,91	0,63	0,76	0,52	0,64
780	0,88	1,03	0,73	0,85	0,61	0,72

¹⁾ ohne Putz

Tab. 18: Wärmedurchgangskoeffizienten U von Porenbetonmauerwerk der 50er bis 70er Jahre [5]

Rohdichte ρ kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit ¹⁾		
	λ_{tr} kcal/(m h grad)	λ_{tr} W/(mK)	$\lambda_{DIN 4108-4}^{2)}$ W/(mK)
470	0,10	0,12	0,16
550	0,11	0,13	0,18
640	0,13	0,15	0,21
780	0,16	0,19	0,25

¹⁾ 1 kcal/(m h grad) = 1,163 W/(mK)

²⁾ bei Blocksteinen, vermauert mit Normalmörtel, den Tabellenwert um $\Delta\lambda = 0,05 \text{ W/(mK)}$ erhöhen

Tab. 19: Wärmeleitfähigkeit λ von Porenbetonprodukten der 50er bis 70er Jahre [5]

Bei Ermittlung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs wird der Faktor 0,75, mit dem ab dem Jahr 2016 der zulässige Jahres-Primärenergiebedarf reduziert wird, nicht angesetzt. Die für die Energiebedarfsbilanzierung erforderlichen Berechnungen werden nach dem Monatsbilanzverfahren durchgeführt, weichen jedoch hinsichtlich einiger anzusetzender Randbedingungen von denen zu errichtender Gebäude ab.

Bestehende Wohngebäude werden wie zu errichtende Wohngebäude entweder nach DIN V 4108-6/DIN V 4701-10 oder nach DIN V 18599 energetisch bewertet. Bei Anwendung der erstgenannten Methode sind hinsichtlich der Anlagentechnik noch DIN V 4701-12 [7.2], PAS 1027 [7.3] oder die „Bekanntmachung der Regeln zur vereinfachten Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [14] mit Kenngrößen für bestehende Anlagen zu benutzen. Außerdem enthält die EnEV 2014 Maßgaben zur Ermittlung der Transmissionswärmeverluste im Bereich von Wärmebrücken, zu Luftwechselraten zwecks Berechnung der Lüftungswärmeverluste und zu solaren Wärmege winnen.

Bestehende Nichtwohngebäude werden wie zu errichtende Nichtwohngebäude gemäß DIN V 18599 energetisch bewertet. Ergänzend kann die „Bekanntmachung der Regeln zur vereinfachten Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ [15] benutzt werden.

Wird ein bestehendes Gebäude erweitert oder ausgebaut und kein eigener Wärmeerzeuger eingebaut, können die Anforderungen an den energiesparenden Wärmeschutz durch Nachweis des Wärmedurchgangskoeffizienten U der betreffenden Bauteile nachgewiesen werden (Tab. 17). Ist die hinzukommende Nutzfläche größer als 50 m², ist zusätzlich der sommerliche Wärmeschutz nachzuweisen.

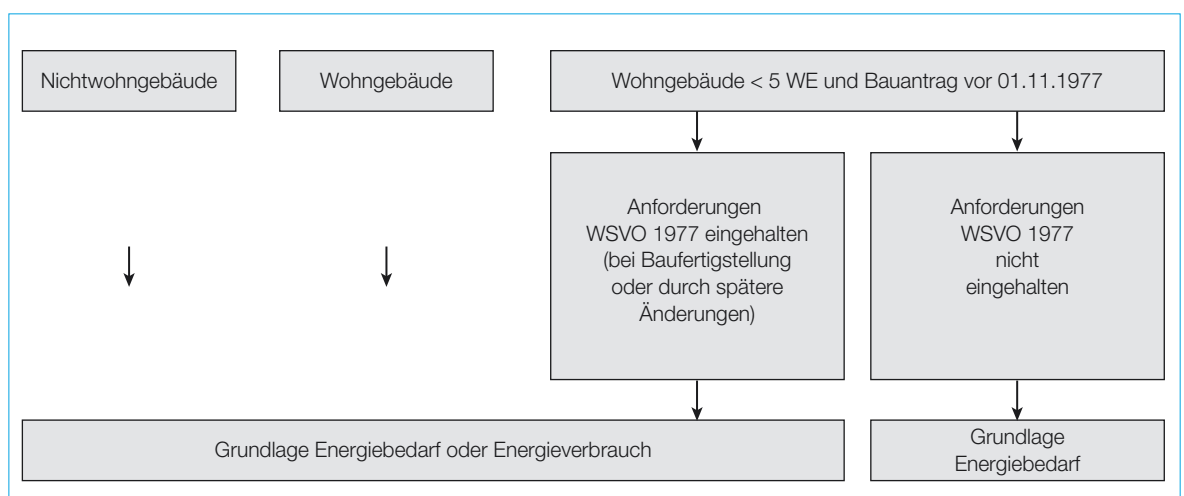
Wird bei einer Erweiterung um mehr als 50 m² ein neuer Wärmeerzeuger eingebaut, ist der ergänzte Gebäudeteil wie ein Neubau gesamtenergetisch zu bewerten. Bei Ermittlung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs von bestehenden Gebäuden ab dem Jahr 2016 wird der Faktor 0,75 nicht angesetzt. Bei Anwendung des Referenzgebäudeverfahrens kann die Dichtheit des hinzukommenden Gebäudeteils rechnerisch angesetzt werden.

Energieausweis bei Verkauf und Vermietung

Die Energieeinsparverordnung schreibt vor, dass einem potenziellen Käufer oder Mieter bei Verkauf oder Vermietung von Gebäuden oder Gebäudeteilen ein Energieausweis vorgelegt werden muss.

Weitestgehend besteht Wahlfreiheit, ob bei der energetischen Bewertung bestehender Gebäude ein Energieausweis auf Grundlage eines errechneten Energiebedarfs oder eines gemessenen Energieverbrauchs ausgestellt wird (Abb. 14). Nur für bestehende Wohnge-

Abb. 14: Grundlage für die Ausstellung des Energieausweises für bestehende Gebäude gemäß EnEV 2014 [11]



bäude, die weniger als fünf Wohnungen haben und für die der Bauantrag vor dem 1. November 1977 gestellt worden ist, ist der Energieausweis immer dann bedarfsorientiert zu erstellen, falls bei Baufertigstellung das Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung (WSVO 1977) [10] nicht eingehalten wurde oder durch spätere Änderungen dieses Niveau nicht erzielt wurde.

Mit Hilfe der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [14] kann geprüft werden, ob das Gebäude dem Anforderungsniveau der WSVO 1977 entspricht. Dieses Niveau ist entweder durch einen mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten des Gebäudes (Tab. 20) oder durch Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen in Abhängigkeit von der Grundrissform eines Gebäudes festgelegt (Tab. 21). Darüber hinaus enthalten die Regeln Darstellungen und Beschreibungen von Bauteilquerschnitten, die die in Tab. 21 genannten Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten unterschreiten (Tab. 22). In Zeile 4 ist ein Außenwandaufbau aus Porenbetonmauerwerk zu sehen. An dieser Stelle ist auf die Bewertung älterer Porenbetonaußenwände im vorhergehenden Abschnitt hinzuweisen.

A/V (in m ⁻¹)	Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten U _{m,max} W/(m ² K)
0,24	1,40
0,30	1,24
0,40	1,09
0,50	0,99
0,60	0,93
0,70	0,88
0,80	0,85
0,90	0,82
1,00	0,80
1,10	0,78
1,20	0,77

Zwischenwerte dürfen nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$U_{m,max} = 0,61 + 0,19 \frac{1}{A/V_e}$$

Der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient des Gebäudes ist wie folgt zu ermitteln:

$$U_m = \frac{U_{AW} \cdot A_{AW} + U_W \cdot A_W + 0,8 \cdot U_D \cdot A_D + 0,5 \cdot U_G \cdot A_G + U_{DL} \cdot A_{DL} + 0,5 \cdot U_{AB} \cdot A_{AB}}{A}$$

U_i Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils i in kWh/(m²a)

A_i Wärmeübertragende Fläche des Bauteils i in m²

U_m Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient in kWh/(m²a)

V_e Bruttogebäudevolumen in m³

Indizes

i Bauteilindex i

AW Außenwand an Außenluft grenzend

W Fenster (window)

D Dach, oberste Geschossdecke

G Grundfläche (Bodenfläche auf Erdreich, Kellerdecke zum unbeheizten Keller, erdberührte Wandflächen bei beheizten Räumen)

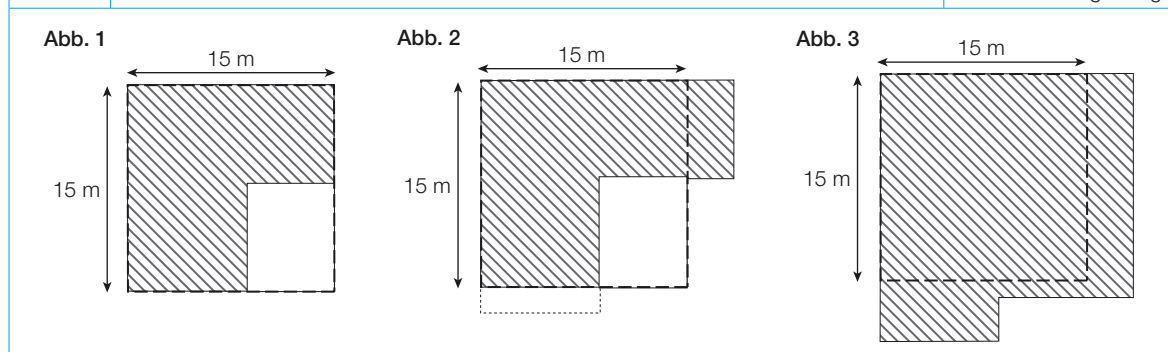
DL Deckenfläche nach unten gegen Außenluft

AB Beheizte Räume gegen Räume mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen (z. B. Lagerräume etc.)

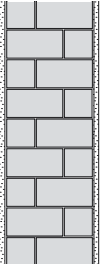
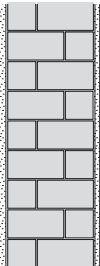
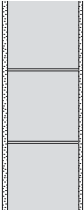
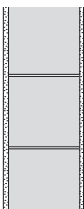
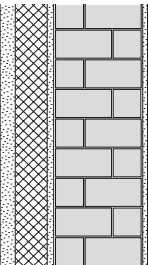
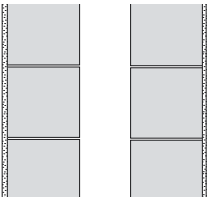
Tab. 20: Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten des Gebäudes gemäß „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [14]

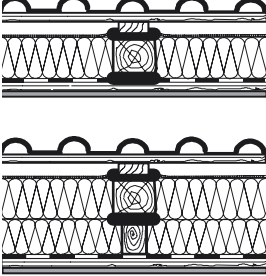
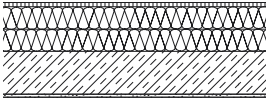
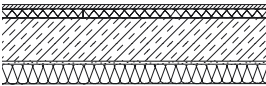
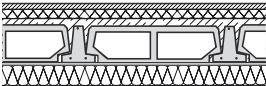
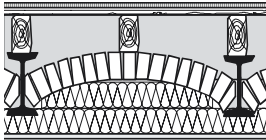
Lfd. Nr.	Bauteil	U _{max} W/(m ² K)
1a)	Fassade 1 (Außenwand und Fenster) bei Grundrissformen des Gebäudes gemäß Abb. 1	U _{m,AW+w} ≤ 1,45
1b)	Fassade 2 (Außenwand und Fenster) bei Grundrissform des Gebäudes gemäß Abb. 2	U _{m,AW+w} ≤ 1,55
1c)	Fassade 2 (Außenwand und Fenster) bei Grundrissform des Gebäudes gemäß Abb. 3	U _{m,AW+w} ≤ 1,75
2	oberste Geschossdecke, Dächer	U _D ≤ 0,45
3	Kellerdecken, Bauteile gegen unbeheizte Räume	U _G ≤ 0,80
4	Decke, Wände gegen Erdreich	U _G ≤ 0,90
5	Fenster	Mindestens Doppel- oder Isolierverglasung

Tab. 21: Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{max} für Bauteile gemäß der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [14]



Tab. 22: Beispiele zur Unterschreitung der Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\max}$ für Bauteile nach Tab. 21 gemäß der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [14]

Zeile	Bauteil	Aufbau des Bauteils	$U_{\max}$ W/(m ² K)
1	Beispielfassade 1 (80 % massive Außenwand und 20 % Fenster) 	Außenwand: Außenputz 38 cm Vollziegel-Mauerwerk (1.800 kg/m ³) $\lambda = 0,81$ W/(mK) Innenputz Fenster: Holz- oder Kunststofffenster, Doppel- oder Isolierverglasung $U_w = 3,0$ W/(m ² K) Bemerkung: Für Kalksandstein- oder Leichtbetonmauerwerk (Vollsteine, Zweikammersteine, KS-Lochsteine) siehe Zeile 5	$U_{m,AW+W} = 1,73$
2	Beispielfassade 2 (80 % massive Außenwand und 20 % Fenster) 	Außenwand: Außenputz 30 cm Hochlochziegel-Mauerwerk (1.400 kg/m ³) $\lambda = 0,58$ W/(mK) Innenputz Fenster: Holz- oder Kunststofffenster, Doppel- oder Isolierverglasung $U_w = 3,0$ W/(m ² K) Bemerkung: Für Kalksandstein- oder Leichtbetonmauerwerk (Vollsteine, Zweikammersteine, KS-Lochsteine) siehe Zeile 5	$U_{m,AW+W} = 1,65$
3	Beispielfassade 3 (80 % massive Außenwand und 20 % Fenster) 	Außenwand: Außenputz 24 cm Bimsstein-Mauerwerk $\lambda = 0,30$ W/(mK) Innenputz Fenster: Holz- oder Kunststofffenster, Doppel- oder Isolierverglasung $U_w = 3,0$ W/(m ² K)	$U_{m,AW+W} = 1,37$
4	Beispielfassade 4 (80 % massive Außenwand und 20 % Fenster) 	Außenwand: Außenputz 24 cm Porenbetonmauerwerk (700 kg/m ³) Blocksteine mit Normalmörtel $\lambda = 0,27$ W/(mK) Innenputz Fenster: Holz- oder Kunststofffenster, Doppel- oder Isolierverglasung $U_w = 3,0$ W/(m ² K)	$U_{m,AW+W} = 1,35$
5	Beispielfassade 5 (80 % massive Außenwand und 20 % Fenster) 	Außenwand: Außenputz 38 cm Kalksandstein-Mauerwerk (1.800 kg/m ³) $\lambda = 0,81$ W/(mK) mit äußerer Dämmschicht mit einer Dicke von 6 cm ($\lambda = 0,04$ W/(mK)) Innenputz Fenster: Holz- oder Kunststofffenster, Doppel- oder Isolierverglasung $U_w = 3,0$ W/(m ² K) Bemerkung: Ziegel- und Leichtbetonmauerwerke mit zusätzlicher Dämmung erreichen in der Regel noch kleinere U-Werte	$U_{m,AW+W} = 0,97$
6	Beispielfassade 6 (80 % massive Außenwand und 20 % Fenster) 	Außenwand (zweischalig): 2 cm Außenputz mit $\lambda = 0,87$ W/(mK) 12 cm Mauerwerk mit $\lambda = 0,68$ W/(mK) Variante 1: 8 cm Luftschicht ($R = 0,13$ m ² K/W) oder Variante 2: 8 cm Dämmung ($\lambda = 0,04$ W/(mK)) 12 cm Mauerwerk ($\lambda = 0,68$ W/(mK)) 1,5 cm Innenputz ($\lambda = 0,07$ W/(mK)) Fenster: Holz- oder Kunststofffenster, Doppel- oder Isolierverglasung $U_w = 3,0$ W/(m ² K)	Variante 1: $U_{m,AW+W} = 1,74$ Variante 2: $U_{m,AW+W} = 0,91$

Zeile	Bauteil	Aufbau des Bauteils	$U_{\max}$ W/(m ² K)
7	Steildach 	Dacheindeckung: Dachlattung Unterspannbahn Variante 1: Dämmung/zwischen den Sparren (z. B. 15 cm) Variante 2: Aufdopplung des Sparrens bei zu geringem Hohlraum mit Dämmung (z. B. insgesamt 18 cm) Luftdichtheitsschicht Lattung Gipskartonplatte Bemerkung: Es ist eine Dämmung von mindestens 10 cm zwischen den Sparren notwendig, dies gilt ebenfalls für Auf- oder Untersparrendämmungen und für Flachdächer	Variante 1: $U_0 = 0,25$ Variante 2: $U_0 = 0,17$
8	Oberste Geschossdecke 	Spanplatte Dämmstoff (8 cm) Betondecke (14 cm) Putzschicht (1,5 cm) Bemerkung: ungedämmte oberste Geschossdecken (Beton- als auch Holzdecken) können den Höchstwert nach Tabelle 9 nicht unterschreiten, eine Dämmung von 8 cm ist mindestens erforderlich	$U_0 = 0,44$
9	Kellerdecke - Beispiel 1 	Linoleum Magnesit-Estrich (4 cm) Mineralfasermatte (1,5 cm) Betondecke (15 cm) Putzschicht (1,5 cm) Zusätzlicher Dämmstoff (4 cm)	$U_G = 0,53$
10	Kellerdecke - Beispiel 2 	Linoleum Asphalt-Estrich (2 cm) Mineralfasermatte (1 cm) Rippendecke mit Füllkörpern aus Bimsbeton und Aufbeton (19 cm) Putzschicht (1,5 cm) Zusätzlicher Dämmstoff (4 cm)	$U_G = 0,52$
11	Kellerdecke - Beispiel 3 	Hobeldielen Kohleschlackefüllung Gemauertes Kappengewölbe Stahlträger Zusätzlicher Dämmstoff (ca. 8 cm zur Ausfüllung der Kappen)	$U_G = 0,34$

Wird ein Energieausweis auf Grundlage des Energiebedarfs ausgestellt, sind u. a. der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p und der Jahres-Endenergiebedarf Q_E auf Grundlage der Bilanzierungsverfahren und Randbedingungen wie im Abschnitt „Änderung, Erweiterung und Ausbau“ nachzuweisen. Falls keine Unterlagen zum Gebäude vorhanden sind, z. B. in Form von Plänen oder Baubeschreibungen, können zur Berechnung des Energiebedarfes notwendige Daten eines bestehenden Gebäudes auf vereinfachte Weise nach den „Bekanntmachungen der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung“ ermittelt werden.

Im Falle von Wohngebäuden beziehen sich die Vereinfachungen auf das geometrische Aufmaß, die energetische Qualität der Bau- und Anlagentechnik und sicherheitstechnische Lüftungseinrichtungen. Bei Nichtwohngebäuden besteht zusätzlich bei der Zonierung die Möglichkeit zur Vereinfachung. Außerdem lässt es die EnEV 2014 zu, dass ein Eigentümer die zur Ausstellung des Energieausweises erforderlichen Daten dem Aussteller von Energieausweisen zur Verfügung stellt.

Der Wärmedurchgangskoeffizient U nicht nachträglich gedämmter bestehender Bauteile kann entsprechend der Regeln tabellarisch in Abhängigkeit von der Baualtersklasse und nach der Unterscheidung, ob es sich um eine massive Konstruktion oder eine Holzkonstruktion handelt, ermittelt werden (Tab. 23).

Für zusätzlich gedämmte Bauteile kann der Wärmedurchgangskoeffizient U_0 unter Zugrundelegung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_0 für das Bauteil im Urzustand und der Dicke d_0 der nachträglichen Dämmung wie folgt berechnet werden:

$$U_0 = \frac{1}{\frac{1}{U_0} + \frac{d_0}{0,04}} \quad \text{Gl. (16)}$$

Alternativ wird der Wärmedurchgangskoeffizient U_0 in Abhängigkeit von der Baualtersklasse und der Dicke einer zusätzlich aufgetragenen Wärmedämmschicht tabellarisch ermittelt (Tab. 24). Dabei wird vorausgesetzt, dass der Wärmedämmstoff eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$ hat.

Ist nicht der berechnete Energiebedarf, sondern der gemessene Energieverbrauch Grundlage eines Energieausweises für bestehende Wohngebäude (Abb. 15) oder Nichtwohngebäude (Abb. 16), wird ein Energieverbrauchskennwert angegeben, der z. B. aus dem Brennstoffverbrauch ermittelt wird. Dabei wird nach witterungsabhängigen Anteilen (Heizung) und witterungsunabhängigen Anteilen (Trinkwarmwassererwärmung) unterschieden. Der witterungsabhängige Anteil für die

Tab. 23: Pauschalwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten U von Bauteilen (ohne nachträgliche Wärmedämmung) gemäß der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [14]

Bauteil	Konstruktion	Baualtersklasse ¹⁾							
		bis 1918	1919 bis 1948	1949 bis 1957	1958 bis 1968	1969 bis 1978	1979 bis 1983	1984 bis 1994	ab 1995
		Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten $W/(m^2K)$							
Dach (auch Wände zwischen beheiztem und unbeheiztem Dachgeschoss)	Massive Konstruktion (insbesondere Flachdächer)	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzkonstruktion (insbesondere Steildächer)	2,6	1,4	1,4	1,4	0,8	0,5	0,4	0,3
Oberste Geschossdecke (auch Fußboden gegen außen, z. B. über Durchfahrten)	Massive Decke	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3
Außenwand (auch Wände zum Erdreich und zu unbeheizten (Keller-) Räumen)	Massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton oder ähnlich)	1,7	1,7	1,4	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5
	Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus oder ähnlich)	2,0	2,0	1,4	1,4	0,6	0,5	0,4	0,4
sonstige Bauteile gegen Erdreich oder zu unbeheizten (Keller-) Räumen	Massive Bauteile	1,2	1,2	1,5	1,0	1,0	0,8	0,6	0,6
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4
Fenster Fenstertüren	Holzfenster, einfach verglast $g = 0,87^{3)}$	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-
	Holzfenster, zwei Scheiben ²⁾ $g = 0,75^{3)}$	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	1,8
	Kunststofffenster, Isolierverglasung ²⁾ $g = 0,75^{3)}$	-	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0	1,8
	Alu- oder Stahlfenster, Isolierverglasung ²⁾ $g = 0,75^{3)}$	-	-	-	4,3	4,3	4,3	4,3	1,8
Rolladenkästen	neu, gedämmt	1,8							
	alt, ungedämmt	3,0							
Türen		3,5							

¹⁾ Baualtersklasse des Gebäudes (bzw. des Bauteils bei neu eingebauten Bauteilen, insbes. Fenster). Die Baualtersklasse 1984 bis 1994 betrifft Gebäude, die nach der Wärmeschutzverordnung vom 24. Februar 1982 (Inkrafttreten 1.1.1984) errichtet wurden.

²⁾ Isolierverglasung, Kastenfenster oder Verbundfenster, nach 1995 Wärmeschutzverglasung

³⁾ g = Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

Gebäudeheizung wird vor der Berechnung des Energieverbrauchskennwertes einer Witterungsbereinigung unterzogen. Hierzu erforderliche Klimafaktoren werden vom Gesetzgeber bekannt gemacht. Berechnungsgrundlagen für den Energieverbrauchskennwert sind die „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand“ [16] und die „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand“ [17].

Unabhängig vom Anlass zur Ausstellung eines Energieausweises, wie er z. B. bei Verkauf oder Vermietung

von Gebäuden oder Gebäudeteilen vorliegt, ist für Gebäude mit mehr als 500 m² Nutzfläche (250 m² ab dem Jahr 2016), in denen Behörden oder sonstige Einrichtungen für eine große Anzahl von Menschen öffentliche Dienstleistungen erbringen und die deshalb von diesen Menschen häufig aufgesucht werden, ein Energieausweis immer zu erstellen und an einer für die Öffentlichkeit gut sichtbaren Stelle auszuhängen. Vergleichbare Regelungen gelten für Gebäude mit mehr als 500 m² Nutzfläche mit starkem Publikumsverkehr, der nicht auf behördlicher Nutzung beruht.

Urzustand	zusätzliche Dämmung							
	2 cm	5 cm	8 cm	12 cm	16 cm	20 cm	30 cm	40 cm
Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten [W/(m²K)]								
> 2,5	1,20	0,63	0,43	0,30	0,23	0,19	0,13	0,10
> 2,0 ... 2,5	1,11	0,61	0,42	0,29	0,23	0,19	0,13	0,10
> 1,5 ... 2,0	1,00	0,57	0,40	0,29	0,22	0,18	0,13	0,10
> 1,0 ... 1,5	0,86	0,52	0,38	0,27	0,21	0,18	0,12	0,09
> 0,7 ... 1,0	0,67	0,44	0,33	0,25	0,20	0,17	0,12	0,09
> 0,5 ... 0,7	0,52	0,37	0,29	0,23	0,18	0,16	0,11	0,09
≤ 0,5	0,40	0,31	0,25	0,20	0,17	0,14	0,11	0,08

Tab. 24: Pauschalwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten U von Bauteilen (mit nachträglicher Wärmedämmung) gemäß „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [14]

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes ² Registriernummer (oder: „Registriernummer wurde beantragt am...“) **3**

Endenergieverbrauch

Endenergieverbrauch Wärme [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] kWh/(m²·a)

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 ≥1000

Vergleichswert dieser Gebäudekategorie für Heizung und Warmwasser ⁵

☐ Warmwasser enthalten

Endenergieverbrauch Strom [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] kWh/(m²·a)

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 ≥1000

Vergleichswert dieser Gebäudekategorie für Strom ³

Der Wert enthält den Stromverbrauch für

☐ Zusatzheizung ☐ Warmwasser ☐ Lüftung ☐ eingebaute Beleuchtung ☐ Kühlung ☐ Sonstiges

Verbrauchserfassung

Zeitraum von	bis	Energieträger ⁴	Primärenergiefaktor	Energieverbrauch Wärme [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klimafaktor	Energieverbrauch Strom [kWh]

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²·a)

Gebäudenutzung

Gebäudekategorie/ Nutzung	Flächenanteil	Vergleichswerte ³
		Heizung und Warmwasser
		Strom

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter beheizte/gekühlte Nettogrundfläche. Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens von den angegebenen Kennwerten ab.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises ² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises
³ veröffentlicht unter www.bbr-energieeinsparung.de durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie ⁴ gegebenenfalls auch Leerstandszuschläge in kWh
⁵ gegebenenfalls auch Leerstandszuschläge in kWh

Abb. 15: Energieverbrauchsausweis für bestehende Wohngebäude (Auszug) gemäß EnEV 2014 [11]

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes ² Registriernummer (oder: „Registriernummer wurde beantragt am...“) **3**

Energieverbrauch

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²·a)

A+ | A | B | **C** | D | E | F | G | H

0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

kWh/(m²·a)

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes [Pflichtangabe für Immobilienanzeigen] kWh/(m²·a)

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Zeitraum von	bis	Energieträger ³	Primärenergiefaktor	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klimafaktor

Vergleichswerte Endenergie

A+	A	B	C	D	E	F	G	H
0	25	50	75	100	125	150	175	200
225	250	275	300	325	350	375	400	425

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird. Soll ein Energieverbrauch eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 bis 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A₀) nach der Energieeinsparverordnung, die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes. Der tatsächliche Energieverbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises ² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises
³ gegebenenfalls auch Leerstandszuschläge, Warmwasser- oder Kühlpauschale in kWh ⁴ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

Abb. 16: Energieverbrauchsausweis für bestehende Nichtwohngebäude (Auszug) gemäß EnEV 2014 [11]

Nachrüstverpflichtung

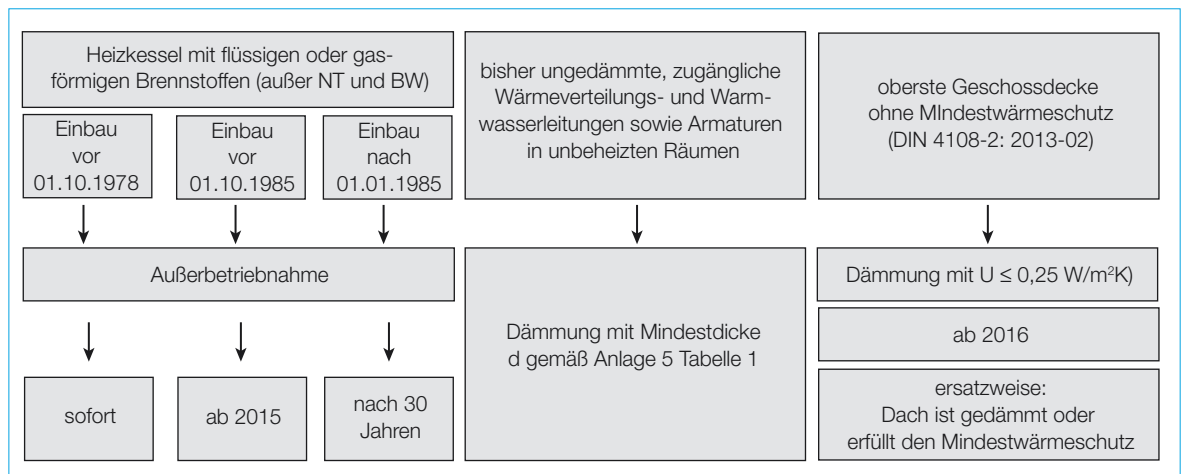
Eigentümer von Gebäuden sind verpflichtet, unter bestimmten Voraussetzungen Maßnahmen zur energetischen Verbesserung von Anlagen und Gebäuden durchzuführen (Abb. 17):

- Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden, müssen je nach Einbaudatum zu einem festgelegten Termin außer Betrieb genommen werden. Für bestimmte Situationen nennt die EnEV Ausnahmen von dieser Regel.
- Bei heizungstechnischen Anlagen müssen unge-dämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, gedämmt werden.

- Oberste Geschossdecken beheizter Räume, die nicht über einen Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2: 2013-02 [6.1] verfügen, müssen so gedämmt werden, dass ab 2016 der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke den Wert von $U = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ nicht überschreitet.

Im Falle von Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen, von denen der Eigentümer eine Wohnung am 01.02.2002 selbst bewohnt hat, sind o. g. Pflichten erst im Falle eines Eigentümerwechsels nach dem 01.02.2002 vom neuen Eigentümer zu erfüllen. Die Frist zur Pflichterfüllung beträgt zwei Jahre ab dem ersten Eigentümerübergang.

Abb. 17: Nachrüstverpflichtung bei Anlagen und Gebäuden gemäß EnEV 2014 [11]



5.2 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Seit Inkrafttreten des EEWärmeG [12] am 01. Januar 2009 ist der Wärme- und Kälteenergiebedarf von Gebäuden anteilig mit erneuerbaren Energien abzudecken. Diese Forderung trifft auf nahezu alle zu errichtenden Gebäude zu, die auch in den Anforderungsbereich der Energieeinsparverordnung fallen. Für die öffentliche Hand gilt seit der Einführung des Europa-rechtsanpassungsgesetzes Erneuerbare Energien [13] im Mai 2011 die Deckung des Wärme- und Kältebedarfs innerhalb bestimmter Grenzen auch für bestehende Gebäude.

Die Zweckbestimmungen des EEWärmeG lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Klimaschutz
- Schonung fossiler Ressourcen (Versorgungssicherheit)
- Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten (Ermöglichung einer nachhaltigen Entwicklung der Energieversorgung)
- Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energiequellen

Ziel des EEWärmeG ist es, den Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme (Raum-, Kühl- und Prozesswärme), der durch erneuerbare Energien bereitgestellt wird, von etwa 6 % im Jahr 2007 auf 14 % bis zum Jahr 2020 auszubauen.

Bei der Verpflichtung, erneuerbare Energien anteilig für die Wärmeversorgung zu nutzen, richtet sich der einzusetzende Mindestdeckungsanteil nach der Art der eingesetzten Energiequelle (Tab. 25). Bei Nutzung solarer Strahlungsenergie für die Unterstützung der Trinkwarmwasserbereitung in Wohngebäuden kann der erforderliche Anteil von 15 % am gesamten Wärmeenergiebedarf dadurch nachgewiesen werden, dass in Abhängigkeit von der Gebäudegröße bestimmte Aperturflächen der Solarkollektoren vorhanden sind. Bei Gebäuden mit maximal zwei Wohneinheiten werden 0,04 m² Aperturfläche je m² Gebäudenutzfläche gefordert, bei Gebäuden mit mehr als zwei Wohneinheiten sind es 0,03 m² Aperturfläche je m² Gebäudenutzfläche. Die Kollektoren müssen zertifiziert sein und das Prüfzeichen „Solar Keymark“ tragen. Bei Verwendung von gasförmiger Biomasse beträgt der Deckungsanteil mindestens 30 % und darf nur in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt werden. Für flüssige Biomasse mit einem Deckungsanteil von mindestens 50 % müssen Heizkessel mit bester verfügbarer Technik vor-

Art der erneuerbaren Energie	Anteil	Bemerkung
Solare Strahlungsenergie	$Q_{WE+KE,solar} \geq 0,15 \cdot Q_{WE+KE,ges}$	Gebäude mit ≤ 2 WE: $\geq 0,04 \text{ m}^2 A_{Ap}/\text{m}^2 A_N$ Gebäude mit > 2 WE: $\geq 0,03 \text{ m}^2 A_{Ap}/\text{m}^2 A_N$ Zertifizierung DIN EN 12975, Prüfzeichen „Solar Keymark“
Biomasse gasförmig	$Q_{WE+KE,Bg} \geq 0,30 \cdot Q_{WE+KE,ges}$	Nutzung in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung
Biomasse flüssig	$Q_{WE+KE,Bfl} \geq 0,50 \cdot Q_{WE+KE,ges}$	Heizkessel mit bester verfügbarer Technik
Biomasse fest	$Q_{WE+KE,Bfe} \geq 0,50 \cdot Q_{WE+KE,ges}$	Nutzung in Anlagen nach BImSchV Anforderungen an Kesselwirkungsgrad für Biomasse-zentralheizungsanlagen: $Q \leq 50 \text{ kW} \rightarrow \eta_K \geq 86 \%$ $Q > 50 \text{ kW} \rightarrow \eta_K \geq 88 \%$
Geothermie und Umweltwärme	$Q_{WE+KE,G/U} \geq 0,50 \cdot Q_{WE+KE,ges}$	Elektrisch betriebene Wärmepumpen mit Wärmemengen- und Brennstoffzähler: ■ Luft/Wasser-WP und Luft/Luft-WP: Jahresarbeitszahl $\geq 3,5$ ■ Andere Wärmepumpen: Jahresarbeitszahl $\geq 4,0$ Fossil betriebene Wärmepumpen mit Wärmemengen- und Brennstoffzähler: ■ Jahresarbeitszahl $\geq 1,2$
Kälte		■ Technische Nutzbarmachung durch unmittelbare Kälteentnahme aus dem Erdboden oder aus Grund- oder Oberflächenwasser sowie durch thermische Kälteerzeugung mit Wärme aus erneuerbaren Energien ■ Nutzung der Kälte zur Deckung des Kältebedarfs für Raumkühlung ■ Senkung des Energieverbrauchs für die Erzeugung der Kälte, die Rückkühlung und die Verteilung der Kälte nach der jeweils besten verfügbaren Technik

Tab. 25: Deckungsanteil erneuerbarer Energien am Wärme- und Kälteenergiebedarf gemäß EEWärmeG [12]

handen sein. Feste Biomasse muss mit einem Anteil am Wärmeenergiebedarf von mindestens 50 % verwendet werden.

Bei Nutzung von Erd- oder Umweltwärme mit einem Deckungsanteil von mindestens 50 % gelten ergänzende technische Anforderungen. Für Wärmepumpen wird der Nachweis vorgeschriebener Jahresarbeitszahlen gefordert. Daher sind sie je nach Beschaffenheit mit Wärmemengen- und Brennstoffzählern auszustatten.

Anstelle des Einsatzes erneuerbarer Energien bietet das EEWärmeG die Möglichkeit, auf Ersatzmaßnah-

men zurückzugreifen (Tab. 26). Sie umfassen die Nutzung von Abwärme, die Nutzung von Wärmeenergie aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sowie aus Nah- und Fernwärmenetzen. Als Ersatzmaßnahme zulässig sind auch Maßnahmen am Gebäude zur Unterschreitung des maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs Q_p'' und des spezifischen, gebäudehüllflächenbezogenen Transmissionswärmeverlusts H_T' um jeweils mindestens 15 %. Ersatzmaßnahmen und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen können auch miteinander und untereinander kombiniert werden.

Tab. 26: Ersatzmaßnahmen gemäß EEWärmeG [12]

Ersatzmaßnahme	Anteil bzw. Bedingung
Abwärme Randbedingungen wie Umweltwärme	$Q_{WE+KE, Ersatz} \geq 0,5 \cdot Q_{WE+KE, ges}$
Abwärme aus Wärmerückgewinnung ■ Wärmerückgewinnungsgrad $\geq 70 \%$ ■ Leistungszahl (Wärme WRG/Strom RLT) ≥ 10	
Hocheffiziente KWK-Anlagen	
Nah- und Fernwärmeversorgung ■ Wärme stammt zu einem wesentlichen Anteil aus erneuerbaren Energiequellen oder ■ Wärme stammt zu $\geq 50 \%$ aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme oder ■ Wärme stammt zu $\geq 50 \%$ aus KWK-Anlagen oder ■ Wärme stammt zu $\geq 50 \%$ aus Kombination der vorgenannten Maßnahmen	$Q_{WE+KE, Ersatz} \geq 1,0 \cdot Q_{WE+KE, ges}$
Maßnahmen zur Einsparung von Energie (Unterschreitung der EnEV-Anforderungen)	$Q_{p, max}'' = 0,85 \cdot Q_{p, EnEV}''$ $H_{T, max}' = 0,85 \cdot H_{T, EnEV}'$ (Wohngebäude) $\bar{U}_{max} = 0,85 \cdot \bar{U}_{EnEV}$ (Nichtwohngebäude) Weitere Regelungen für öffentliche Gebäude

6 Sommerlicher Wärmeschutz

Einflussgrößen auf den sommerlichen Wärmeschutz

Für den sommerlichen Wärmeschutz sind die solare Einstrahlung, die sich aus dem Gebäudestandort ergibt, die Fenster-, die Baustoff- und damit die Bauteileigenschaften sowie die Möglichkeit der Nachtlüftung von Bedeutung:

■ Solare Einstrahlung (Gebäudestandort)

■ Fenstereigenschaften

- Fläche
- Neigung
- Rahmenanteil
- Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
- Sonnenschutz
- Himmelsrichtung

■ Baustoff- und Bauteileigenschaften

- Spezifische Wärmekapazität der Baustoffe
- Wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile
- Wärmeeindringkoeffizient
- Temperaturleitfähigkeit
- Temperaturamplitudenverhältnis
- Phasenverschiebung

■ Nachtlüftung

Während die solare Einstrahlung und die Fenstereigenschaften von großem Einfluss sind, ist bei den Baustoff- und Bauteileigenschaften zu differenzieren. Nennenswerte Bedeutung haben die spezifische Wärmekapazität von Baustoffen und die wirksame Wärmespeicherfähigkeit von Bauteilen (s. Abschnitt 3 „Wärmespeicherung“).

Der Wärmeeindringkoeffizient b gibt Auskunft darüber, wie schnell Wärme von einem Bauteil aufgenommen oder abgegeben wird [4]:

$$b = \sqrt{c \cdot \lambda \cdot \rho} \quad \text{Gl. (17)}$$

Die Temperaturleitfähigkeit a benennt die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Temperaturfeldes in einem Stoff:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad \text{Gl. (18)}$$

Periodische Temperaturschwankungen der Außenluft im 24-Stunden-Rhythmus setzen sich als Schwingungen durch ein Außenbauteil von außen nach innen fort. Die Temperaturamplitude wird während dieses Durchgangs abgeschwächt. Das Verhältnis der maximalen Temperaturschwankung an der inneren Bauteiloberfläche zur maximalen Schwankung an der äußeren Bauteiloberfläche ist das Temperaturamplitudenverhältnis TAV. Die zeitliche Verzögerung der Wellenbewegung durch das Bauteil wird als Phasenverschiebung φ bezeichnet.

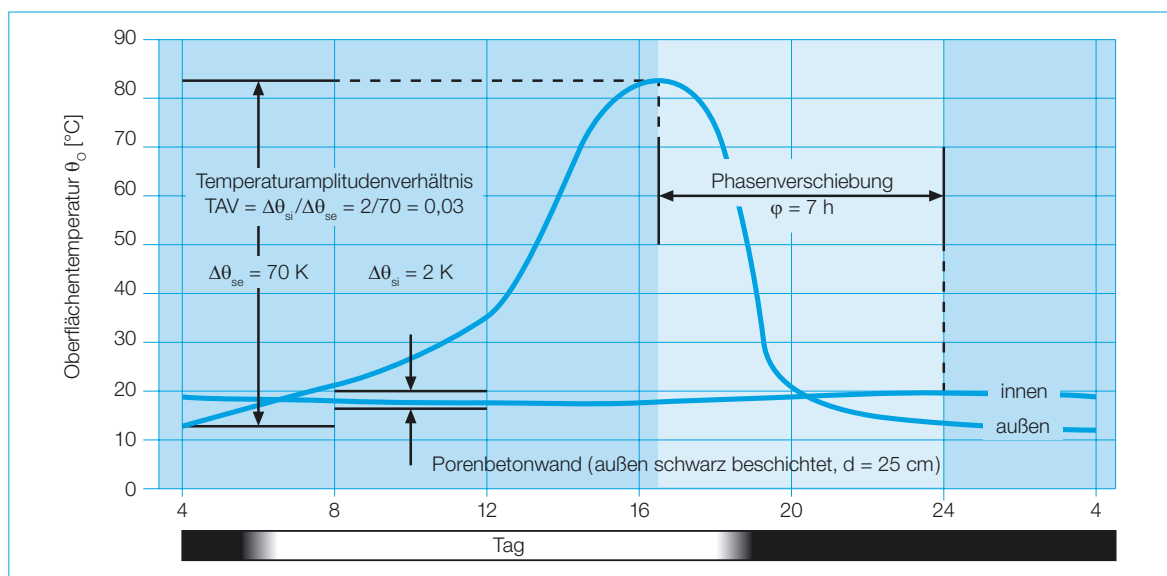


Abb. 18: Temperaturverläufe an der inneren und äußeren Oberfläche einer Porenbetonwand

An einer 250 mm dicken Porenbetonwand, schwarz gestrichen und nach Westen orientiert, wurden im Verlauf von 24 Stunden die Oberflächentemperaturen gemessen (Abb. 18). Die dort aufgetretenen Temperaturschwankungen $\Delta\theta_{se}$ auf der Außenseite von etwa 70 K wurden durch die Wand so stark abgemindert, dass auf der Innenseite nur noch eine Temperaturänderung $\Delta\theta_{si}$ von 2 K gemessen wurde [3]. Demnach beträgt das Temperaturamplitudenverhältnis $TAV = 0,03 [-]$ und die Phasenverschiebung $\varphi = 7$ h.

Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

Infolge passiver Solarenergienutzung erwärmen sich Räume von Gebäuden. Durch eine der Situation angepasste Bauausführung ist darauf zu achten, dass keine unzumutbaren Temperaturen entstehen. Denn dies würde dazu führen, dass Räume unter Einsatz von Energie gekühlt werden müssten. Vor dem Hintergrund des energiesparenden Bauens, das sich nicht nur auf die winterliche sondern auch auf die sommerliche Situation bezieht, verlangt die Energieeinsparverordnung den Nachweis den sommerlichen Wärmeschutzes gemäß DIN 4108-2. Der Nachweis, der raumbezogen durchgeführt wird, besteht darin, dass ein „vorhandener“ Sonneneintragskennwert einen „höchstens zulässigen“ Sonneneintragskennwert nicht überschreitet. Alternativ kann der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes durch eine thermisch-dynamische Gebäudesimulation erbracht werden.

Nach DIN 4108-2 kann auf den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes verzichtet werden, wenn der grundflächenbezogene Fensterflächenanteil f_{wG} in Abhängigkeit von der Fensterneigung und der Fensterorientierung unterhalb bestimmter Grenzen liegt (Tab. 27). Der grundflächenbezogene Fensterflächenanteil f_{wG} ergibt sich aus den Fensterflächen A_w und der Nettogrundfläche A_G des Raumes:

$$f_{wG} = \frac{A_w}{A_G} \quad \text{Gl. (19)}$$

Der vorhandene Sonneneintragskennwert S_{vorh} wird aus der Fensterfläche A_w , dem Gesamtenergiedurchlassgrad einschließlich Sonnenschutzvorrichtung g_{total} und der Nettogrundfläche des Raumes A_G ermittelt:

$$S_{vorh} = \frac{\sum_i (A_{w,i} \cdot g_{total,i})}{A_G} \quad \text{Gl. (20)}$$

Dabei wird der Gesamtenergiedurchlassgrad einschließlich Sonnenschutzvorrichtung g_{total} vereinfacht aus dem Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung g und dem Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen F_c (Tab. 28) berechnet:

$$g_{total} = g \cdot F_c \quad \text{Gl. (21)}$$

Tab. 27: Zulässige Werte des grundflächenbezogenen Fensterflächenanteils, unterhalb dessen auf einen sommerlichen Wärmeschutz verzichtet werden kann gemäß DIN 4108-2 [6.1]

Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen	Orientierung der Fenster ¹⁾	Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil ²⁾ $f_{wG} [\%]$
Über 60° bis 90°	Nordwest- über Süd bis Nordost	10
	Alle anderen Nordorientierungen	15
Von 0° bis 60°	Alle Orientierungen	7

¹⁾ Sind beim betrachteten Raum mehrere Orientierungen mit Fenstern vorhanden, ist der kleinere Grenzwert für f_{wG} bestimmend.

²⁾ Der Fensterflächenanteil f_{wG} ergibt sich aus dem Verhältnis der Fensterfläche zu der Grundfläche des betrachteten Raumes oder der Raumgruppe. Sind beim betrachteten Raum bzw. der Raumgruppe mehrere Fassaden oder z. B. Erker vorhanden, ist f_{wG} aus der Summe aller Fensterflächen zur Grundfläche zu berechnen.

Tab. 28: Anhaltswerte für Abminderungsfaktoren F_c von fest installierten Sonnenschutzvorrichtungen in Abhängigkeit vom Glaserzeugnis gemäß DIN 4108-2 [6.1]

Sonnenschutzvorrichtung ^{a)}	F_c		
	$g \leq 0,40$ (Sonnen-schutzglas) zweifach	$g > 0,40$	
		dreifach	zweifach
Ohne Sonnenschutzvorrichtung	1,0	1,0	1,0
Innenliegend oder zwischen den Scheiben ^{b)} :			
weiß oder hoch reflektierende Oberfläche mit geringer Transparenz ^{c)}	0,65	0,70	0,65
helle Farben oder geringe Transparenz ^{d)}	0,75	0,80	0,75
dunkle Farbe oder höhere Transparenz	0,90	0,90	0,85
Außenliegend:			
Fensterläden, Rollläden:			
- Fensterläden, Rollläden, 3/4 geschlossen	0,35	0,30	0,30
- Fensterläden, Rollläden, geschlossen ^{e)}	0,15 ^{e)}	0,10 ^{e)}	0,10 ^{e)}
Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen:			
- Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung	0,30	0,25	0,25
- Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung ^{e)}	0,20 ^{e)}	0,15 ^{e)}	0,15 ^{e)}
Markise, parallel zur Verglasung ^{d)}	0,30	0,25	0,25
Vordächer, Markisen allgemein, freistehende Lamellen ^{f)}	0,55	0,50	0,50

^{a)} Die Sonnenschutzvorrichtung muss fest installiert sein. Übliche dekorative Vorhänge gelten nicht als Sonnenschutzvorrichtung.

^{b)} Für innen und zwischen den Scheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen ist eine genaue Ermittlung zu empfehlen.

^{c)} Hoch reflektierende Oberflächen mit geringer Transparenz, Transparenz $\leq 10\%$, Reflexion $\geq 60\%$.

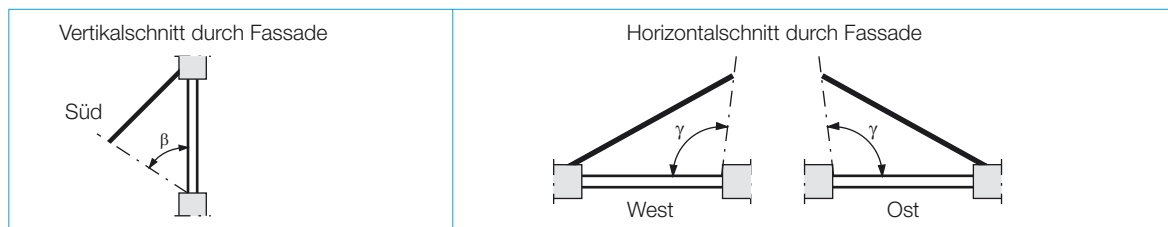
^{d)} Geringe Transparenz, Transparenz $< 15\%$.

^{e)} F_c -Werte für geschlossenen Sonnenschutz dienen der Information und sollten für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nicht verwendet werden. Ein geschlossener Sonnenschutz verdunkelt den dahinterliegenden Raum stark und kann zu einem erhöhten Energiebedarf für Kunstlicht führen, da nur ein sehr geringer bis kein Einfall des natürlichen Tageslichts vorhanden ist.

^{f)} Dabei muss sichergestellt sein, dass keine direkte Besonnung des Fensters erfolgt. Dies ist näherungsweise der Fall, wenn

- bei Südorientierung der Abdeckwinkel $\beta \geq 50^\circ$ ist;
- bei Ost- oder Westorientierung der Abdeckwinkel $\beta \geq 85^\circ$ oder $\gamma \geq 115^\circ$ ist.

Zu den jeweiligen Orientierungen gehören Winkelbereiche von $\pm 22,5^\circ$. Bei Zwischenorientierungen ist der Abdeckwinkel $\beta \geq 80^\circ$ erforderlich.



Für innenliegende oder zwischen den Scheiben liegende Sonnenschutzvorrichtungen befinden sich die Werte zwischen $F_c = 0,65$ und $F_c = 0,9$. Damit ist die Schutzwirkung im Vergleich zu außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen mit Werten zwischen $F_c = 0,1$ und $F_c = 0,5$ relativ gering. Ein niedriger Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen außenliegender Rollläden mit $F_c = 0,3$ führt dazu, dass bei entsprechend ausgestatteten Gebäuden im Regelfall auf den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes verzichtet werden kann.

Der Höchstwert des Sonneneintragskennwertes S_{zul} stellt eine Summe aus anteiligen Sonneneintragskennwerten S_x dar:

$$S_{zul} = \sum S_x \quad \text{Gl. (22)}$$

Für die Ermittlung von S_{zul} ist zunächst die Nutzung festzulegen. Dabei wird unterschieden, ob es sich um Wohngebäude oder Nichtwohngebäude handelt. Weiterhin ist für den Standort des Gebäudes die Sommerklimaregion zu bestimmen (Abb. 19).

Abb. 19:
Sommerklimaregionen
gemäß DIN 4108-2 [6.1]



Folgende Situationen, die auf das Maß der Erwärmung der Räume Einfluss haben, werden durch anteilige Sonneneintragskennwerte S_x (Tab. 29) erfasst:

- S_1 : Nachtlüftung und Bauart
- S_2 : Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil
- S_3 : Sonnenschutzglas
- S_4 : Fensterneigung
- S_5 : Orientierung
- S_6 : Einsatz passiver Kühlung

Zur Feststellung, ob es sich zur Ermittlung des anteiligen Sonneneintragskennwertes S_1 um eine schwere, mittlere oder leichte Bauart handelt, ist zunächst die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} eines Raumes

zu berechnen und dann die Bauart zu bestimmen (s. Kapitel 3 „Wärmespeicherung“). Die durch S_1 vorgegebenen anteiligen Sonneneintragskennwerte gelten für grundflächenbezogene Fensterflächenanteile von etwa 25 %. Durch den anteiligen Sonneneintragskennwert S_2 erfolgt eine Korrektur des S_1 -Wertes in Abhängigkeit vom Fensterflächenanteil, wodurch die Anwendbarkeit des Verfahrens auf Räume mit grundflächenbezogenen Fensterflächenanteilen abweichend von 25 % gewährleistet wird:

$$S_2 = a - (b \cdot f_{\text{WG}}) \quad \text{Gl. (23)}$$

Faktoren a und b siehe Tabelle 29.

			Anteiliger Sonneneintragskennwert S_x					
Nutzung			Wohngebäude			Nichtwohngebäude		
Klimaregion ^{a)}			A	B	C	A	B	C
Nachtlüftung und Bauart								
S_1	Nachtlüftung	Bauart ^{b)}						
	ohne	leicht	0,071	0,056	0,041	0,013	0,007	0,000
		mittel	0,080	0,067	0,054	0,020	0,013	0,006
		schwer	0,087	0,074	0,061	0,025	0,018	0,011
	erhöhte Nachtlüftung ^{c)})mit $n \geq 2 \text{ h}^{-1}$	leicht	0,098	0,088	0,078	0,071	0,060	0,048
		mittel	0,114	0,103	0,092	0,089	0,081	0,072
		schwer	0,125	0,113	0,101	0,101	0,092	0,083
	hohe Nachtlüftung ^{d)} mit $n \geq 5 \text{ h}^{-1}$	leicht	0,128	0,117	0,105	0,090	0,082	0,074
		mittel	0,160	0,152	0,143	0,135	0,124	0,113
		schwer	0,181	0,171	0,160	0,170	0,158	0,145
Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil $f_{\text{WG}}^{\text{e)}$								
S_2	$S_2 = a - (b \cdot f_{\text{WG}})$	a	0,060			0,030		
		b	0,231			0,115		
Sonnenschutzglas ^{f),i)}								
S_3	Fenster mit Sonnenschutzglas ^{h)} mit $g \leq 0,4$		0,03					
Fensterneigung ^{g),i)}								
S_4	$0^\circ \leq \text{Neigung} \leq 60^\circ$ (gegenüber der Horizontalen)		$- 0,035 f_{\text{neig}}$					
Orientierung ^{h),i)}								
S_5	Nord-, Nordost- und Nordwest-orientierte Fenster soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen $> 60^\circ$ ist sowie Fenster, die dauernd vom Gebäude selbst verschattet sind		$+ 0,10 f_{\text{nord}}$					
Einsatz passiver Kühlung								
S_6	Bauart							
	leicht		0,02					
	mittel		0,04					
	schwer		0,06					

^{a)} Ermittlung der Klimaregion nach Abb. 19

^{b)} Ohne Nachweis der wirksamen Wärmekapazität ist von leichter Bauart auszugehen, wenn keine der im Folgenden genannten Eigenschaften für mittlere oder schwere Bauart nachgewiesen sind.

Vereinfachend kann von mittlerer Bauart ausgegangen werden, wenn folgende Eigenschaften vorliegen:

- Stahlbetondecke
- massive Innen- und Außenbauteile (flächenanteilig gemittelte Rohdichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$)
- keine innenliegende Wärmedämmung an den Außenbauteilen
- keine abgehängte oder thermisch abgedeckte Decke
- keine hohen Räume ($> 4,5 \text{ m}$) wie z. B. Turnhallen, Museen usw.

Von schwerer Bauart kann ausgegangen werden, wenn folgende Eigenschaften vorliegen:

- Stahlbetondecke
- massive Innen- und Außenbauteile (flächenanteilig gemittelte Rohdichte $\geq 1.600 \text{ kg/m}^3$)
- keine innenliegende Wärmedämmung an den Außenbauteilen
- keine abgehängte oder thermisch abgedeckte Decke
- keine hohen Räume ($> 4,5 \text{ m}$) wie z. B. Turnhallen, Museen usw.

Die wirksame Wärmekapazität darf auch nach DIN EN ISO 13786 (Periodendauer 1 d) für den betrachteten Raum bzw. Raumbereich bestimmt werden, um die Bauart einzuordnen; dabei ist folgende Einstufung vorzunehmen:

- leichte Bauart liegt vor, wenn $C_{\text{wirk}}/A_G < 50 \text{ Wh/Km}^2$

Dabei ist

C_{wirk} die wirksame Wärmekapazität
 A_G die Nettogrundfläche

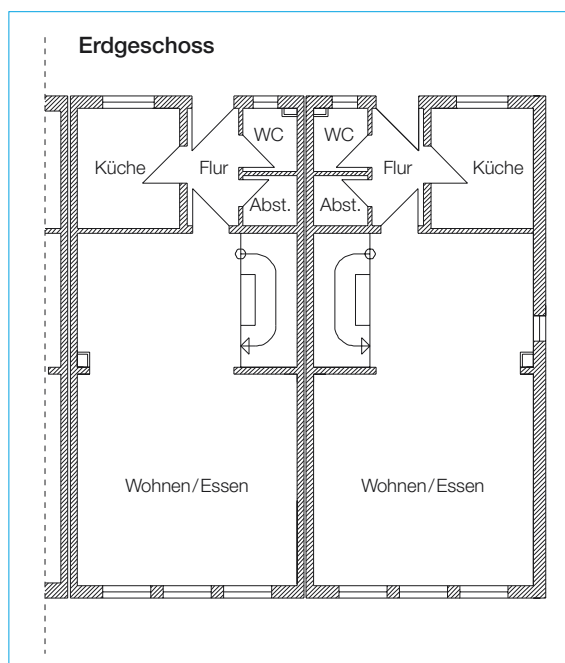
- mittlere Bauart liegt vor, wenn $50 \text{ Wh/(Km}^2) \leq C_{\text{wirk}}/A_G \leq 130 \text{ Wh/(Km}^2)$

- schwere Bauart liegt vor, wenn $C_{\text{wirk}}/A_G > 130 \text{ Wh/(Km}^2)$

Tab. 29: Anteilige Sonneneintragskennwerte zur Bestimmung des zulässigen Sonneneintragskennwertes gemäß DIN 4108-2 [6.1]

- ^{d)} Bei der Wohnnutzung kann in der Regel von der Möglichkeit zu erhöhter Nachtlüftung ausgegangen werden. Der Ansatz der erhöhten Nachtlüftung darf auch erfolgen, wenn eine Lüftungsanlage so ausgelegt wird, dass durch die Lüftungsanlage ein nächtlicher Luftwechsel von mindestens $n = 2 \text{ h}^{-1}$ sichergestellt wird.
- ^{e)} Von hoher Nachtlüftung kann ausgegangen werden, wenn für den zu bewertenden Raum oder Raumbereich die Möglichkeit besteht, geschossübergreifende Nachtlüftung zu nutzen (z. B. über angeschlossenes Atrium, Treppenhaus oder Galerieebene). Der Ansatz der hohen Nachtlüftung darf auch erfolgen, wenn eine Lüftungsanlage so ausgelegt wird, dass durch die Lüftungsanlage ein nächtlicher Luftwechsel von mindestens $n = 5 \text{ h}^{-1}$ sichergestellt wird.
- ^{e)} $f_{\text{WG}} = A_{\text{W}}/A_{\text{G}}$
 A_{W} die Fensterfläche
 A_{G} die Nettogrundfläche
- Hinweis: Die durch S_1 vorgegebenen anteiligen Sonneneintragskennwerte gelten für grundflächenbezogene Fensterflächenanteile von etwa 25 %. Durch den anteiligen Sonneneintragskennwert S_2 erfolgt eine Korrektur des S_1 -Wertes in Abhängigkeit vom Fensterflächenanteil, wodurch die Anwendbarkeit des Verfahrens auf Räume mit grundflächenbezogenen Fensterflächenanteilen abweichend von 25 % gewährleistet wird. Für Fensterflächenanteile kleiner 25 % wird S_2 positiv, für Fensterflächenanteile größer 25 % wird S_2 negativ.
- ^{f)} Als gleichwertige Maßnahme gilt eine Sonnenschutzvorrichtung, welche die diffuse Strahlung nutzerunabhängig permanent reduziert und hierdurch ein $g_{\text{tot}} \leq 0,4$ erreicht wird. Bei Fensterflächen mit unterschiedlichem g_{tot} wird S_3 flächenanteilig gemittelt:
 $S_3 = 0,03 \cdot A_{\text{W},g_{\text{tot}} \leq 0,4} / A_{\text{W,gesamt}}$
 Dabei ist
 $A_{\text{W},g_{\text{tot}} \leq 0,4}$ die Fensterfläche mit $g_{\text{tot}} \leq 0,4$
 $A_{\text{W,gesamt}}$ die gesamte Fensterfläche
- ^{g)} $f_{\text{neig}} = A_{\text{W,neig}} / A_{\text{W,gesamt}}$
 Dabei ist
 $A_{\text{W,neig}}$ die geneigte Fensterfläche
 $A_{\text{W,gesamt}}$ die gesamte Fensterfläche
- ^{h)} $f_{\text{nord}} = A_{\text{W,nord}} / A_{\text{W,gesamt}}$
 Dabei ist
 $A_{\text{W,nord}}$ die Nord-, Nordost- und Nordwestorientierte Fensterfläche soweit die Neigung gegenüber der Horizontalen $> 60^\circ$ ist sowie Fensterflächen, die dauernd vom Gebäude selbst verschattet sind
 $A_{\text{W,gesamt}}$ die gesamte Fensterfläche
- Fenster, die dauernd von Gebäuden selbst verschattet werden: Werden für die Verschattung F_{S} -Werte nach DIN V 18599-2: 2011-12 verwendet, so ist für jene Fenster $S_5 = 0$ zu setzen
- ⁱ⁾ Gegebenenfalls flächenanteilig gemittelt zwischen der gesamten Fensterfläche und jener Fensterfläche, auf die diese Bedingung zutrifft.

Abb. 20: Beispiel zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes



Berechnungsbeispiel zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

Ein einfaches Berechnungsbeispiel zeigt den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes für den südostorientierten Raum eines Wohngebäudes mit Wänden aus Porenbeton (Abb. 20). Das Gebäude liegt in der Sommerklima-Region B. Der Nachweis ist erforderlich, da der grundflächenbezogene Fensterflächenanteil f_{WG} gemäß Gl. (19) über 10 % liegt:

- Fensterfläche Süd: $A_{\text{w,S}} = 7,80 \text{ m}^2$
- Fensterfläche Ost: $A_{\text{w,O}} = 1,52 \text{ m}^2$
- Nettogrundfläche: $A_{\text{G}} = 59,54 \text{ m}^2$

$$f_{\text{WG}} = \frac{7,80 + 1,52}{59,54} = 0,16 [-]$$

Im nächsten Schritt werden die Daten für den vorhandenen Sonneneintragskennwert S_{vorh} ermittelt:

- Gesamtenergiedurchlassgrad einschließlich Sonnenschutzvorrichtung g_{total} gemäß Gl. (21)
- Gesamtenergiedurchlassgrad $g = 0,62$ [-]

- Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen (außenliegende Jalousie, keine Sonnenschutzverglasung, Zweifachverglasung): $F_C = 0,25$ [-]

$$g_{\text{total}} = 0,62 \cdot 0,25 = 0,16 \text{ [-]}$$

- Vorhandener Sonneneintragskennwert S_{vorh} gemäß Gl. (20)

$$S_{\text{vorh}} = \frac{\sum_i (A_{w,i} \cdot g_{\text{total},i})}{A_G} = \frac{7,80 \cdot 0,16 + 1,52 \cdot 0,16}{59,54} = 0,03 \text{ [-]}$$

Durch Addition der anteiligen Sonneneintragskennwerte S_x wird der Höchstwert des Sonneneintragskennwertes S_{zul} ermittelt:

- Nachtlüftung und Bauart
 - Nachtlüftung: Erhöht, Luftwechselrate $n = 2 \text{ h}^{-1}$
 - Ermittlung der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} gemäß Gl. (2) (Tab. 30)
- Ermittlung der Bauart gemäß Gl. (3):

$$\frac{C_{\text{wirk}}}{A_G} = \frac{6,358}{59,54} = 107 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$$

→ Mittlere Bauart

- Anteiliger Sonneneintragskennwert S_1 bei erhöhter Nachtlüftung und mittlerer Bauart: $S_1 = 0,103$ [-]
- Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil gemäß Gl. (23): $S_2 = 0,060 - (0,231 \cdot 0,16) = 0,023$ [-]
- Sonnenschutzverglasung Nicht vorhanden $S_3 = 0$
- Fensterneigung Neigung 90° gegenüber der Horizontalen $S_4 = 0$
- Fensterorientierung Ost- und südorientiert $S_5 = 0$
- Einsatz passiver Kühlung Nicht vorhanden $S_6 = 0$
- Höchstwert des Sonneneintragskennwertes S_{zul} gemäß Gl. (22): $S_{\text{zul}} = 0,103 + 0,023 = 0,126$ [-]

Damit ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gemäß DIN 4108-2 erbracht, da der vorhandene Sonneneintragskennwert S_{vorh} den Höchstwert des Sonneneintragskennwertes S_{zul} nicht überschreitet:

$$S_{\text{vorh}} = 0,03 < S_{\text{zul}} = 0,126$$

Bauteil	Baustoff	Spezifische Wärmekapazität c_i		Rohdichte ρ_i kg/m ³	Wirksame Schichtdicke d_i m	Bauteilfläche A_i m ²	Wirksame Wärmespeicherfähigkeit $C_{\text{wirk}} = c_i \cdot \rho_i \cdot d_i \cdot A_i$ Wh/K
		J/(kgK)	Wh/(kgK)				
Fußboden	Zementstrich	1.000	0,278	2.000	0,050	59,54	1.655
Außenwand Süd	Putz	1.000	0,278	600	0,015	7,45	19
	Porenbeton	1.000	0,278	400	0,085	7,45	70
Außenwand Ost	Putz	1.000	0,278	600	0,015	22,86	57
	Porenbeton	1.000	0,278	400	0,085	22,86	216
Haustrennwand	Putz	1.000	0,278	600	0,015	24,40	61
	Porenbeton	1.000	0,278	600	0,070	24,40	285
Innenwand	Putz	1.000	0,278	600	0,015	13,25	33
	Porenbeton	1.000	0,278	600	0,070	13,25	155
Decke	Stahlbeton	1.000	0,278	2.300	0,100	59,54	3.807
Summe							6.358

Tab. 30: Berechnungsbeispiel zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes – Wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}

Symbole

Formelzeichen

A	$[m^2]$	Fläche
A_G	$[m^2]$	Grundfläche, Nettogrundfläche
A_N	$[m^2]$	Gebäudenutzfläche
C	$[Wh/K]$	Wärmespeicherfähigkeit
C_{TL}	$[-]$	Tageslichtversorgungsfaktor
F_C	$[-]$	Abminderungsfaktor für Sonnenschutzvorrichtungen
F_S	$[-]$	Abminderungsfaktor für Verschattungen
F_X	$[-]$	Temperatur-Korrekturfaktor
H_T	$[W/K]$	Spezifischer Transmissionswärmeverlust
I	$[kWh/(m^2a)]$	Solare Einstrahlung
Q	$[Wh/(m^2K)]$	Gespeicherte Wärmemenge
Q_E	$[kWh/a]$	Endenergiebedarf
Q_h	$[kWh/a]$	Heizwärmebedarf
Q_i	$[kWh/a]$	Interne Wärmegewinne
Q_N	$[kWh/a]$	Nutzenergiebedarf
Q_P	$[kWh/a]$	Primärenergiebedarf
Q_s	$[kWh/a]$	Solare Wärmegewinne
Q_w	$[kWh/a]$	Nutzenergiebedarf für Trinkwassererwärmung
R	$[m^2K/W]$	Wärmedurchlasswiderstand
R_{se}, R_{si}	$[m^2K/W]$	Wärmeübergangswiderstand
R_T	$[m^2K/W]$	Wärmedurchgangswiderstand
S	$[-]$	Sonneneintragskennwert
TAV	$[-]$	Temperaturamplitudenverhältnis
U	$[W/(m^2K)]$	Wärmedurchgangskoeffizient, flächenbezogen
$\bar{U}$	$[W/(m^2K)]$	Wärmedurchgangskoeffizient, mittlerer
V	$[m^3]$	Volumen
W	$[Wh/(m^2K)]$	Flächenbezogenes Wärmespeichervermögen
a	$[m^2/s]$	Temperaturleitfähigkeit
b	$[J/(m^2K s^{0.5})]$	Wärmeeindringkoeffizient
c	$[Wh/(kgK)]$ $[J/(kgK)]$	Spezifische Wärmekapazität
d	$[m]$	Dicke
e	$[-]$	Aufwandszahl
f	$[-], [\%]$	Fensterflächenanteil
f_p	$[-]$	Primärenergiefaktor
f_{Rsi}	$[-]$	Temperaturfaktor
g	$[-]$	Gesamtenergiedurchlassgrad
h	$[m]$	Höhe
h_G	$[m]$	Geschosshöhe
l	$[m]$	Länge
m'	$[kg/m^2]$	Flächenbezogene Masse
n	$[h^{-1}]$	Luftwechselrate
q_i	$[W/m^2]$	nutzflächenbezogener, interner Bruttowärmestrom
t	$[h], [d]$	Zeit

ΔU	[W/(m ² K)]	Wärmebrückenzuschlagskoeffizient
Ψ	[W/mK]	Wärmedurchgangskoeffizient, längenbezogen
η	[-]	Ausnutzungsgrad
φ	[h]	Phasenverschiebung
λ	[W/(mK)]	Wärmeleitfähigkeit
θ	[°C], [K]	Temperatur
ρ	[kg/m ³]	Rohdichte

Indizes und Exponenten

D	Dämmung
Ref	Referenzgebäude
T	Transmission
TW	Trinkwasser
V	Ventilation (Lüftung)
WB	Wärmebrücke
WG	Grundflächenbezogen
c	Cooling (Kühlung)
ce	Control and mission (Übergabe)
d	Distribution (Verteilung)
e	Exterior (außen)
g	Gas (Luft), glazing (Verglasung)
gen	Generation (Erzeugung)
h	Heating (Heizung)
i	Interior (innen)
l	Leichte Bauart
p	Primärenergie
s	Surface (Oberfläche)
s	Schwere Bauart
s	Storage (Speicherung)
total	Einschließlich Sonnenschutz
w	Trinkwarmwasser
w	Window (Fenster)
wirk	Wirksam
50	Auf eine Druckdifferenz von 50 Pa bezogen
$\perp$	Senkrecht zur Bauteiloberfläche
'	Auf den Wärmestrom senkrecht zur Bauteiloberfläche bezogen
"	Auf den Wärmestrom parallel zur Bauteiloberfläche bezogen
'	Auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogen
"	Auf die Gebäudenutzfläche oder Nettogrundfläche bezogen

Literatur

- [1] Bundesverband Porenbeton e.V. (Herausgeber): Porenbeton-Wärmebrückenkatalog. Berlin 2013
- [2] Deutsche Energie-Agentur (dena): Energiepass für Gebäude: Evaluation des Feldversuchs – Zusammenfassung der Ergebnisse. Karlsruhe 2005
- [3] Gertis, K.: Thermische Eigenspannungen und Verformungen von Gasbeton-Außenbauteilen. Holzkirchen, April 1974
- [4] Jenisch, R. und Stohrer, M.: Kapitel Wärme. In: Lehrbuch der Bauphysik, Teubner Verlag, Stuttgart 2002
- [5] Xella Baustoffe GmbH: Energetische Sanierung von einschaligen Außenwänden aus Porenbeton nach Energieeinsparverordnung – Feststellung der wärmetechnischen Bemessungswerte. Technischer Bericht 5/2003. November 2003
- [6] DIN 4108: Wärmeschutz und Energieeinsparung im Hochbau
 - [6.1] Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Ausgabe 2013-02
 - [6.2] Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte. Ausgabe 2013-02
 - [6.3] Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarfes. Vornorm 2003-06
 - [6.4] Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden; Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele. Ausgabe 2001-08
 - [6.5] Beiblatt 2: Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele. Ausgabe 2006-03
- [7] DIN 4701: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen
 - [7.1] Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Vornorm 2003-08
 - [7.2] Teil 12: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand – Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung. Vornorm 2004-02
 - [7.3] PAS 1027: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand – Ergänzung zur DIN V 4701-12 Blatt 1. Ausgabe 2004-02
- [8] DIN EN ISO 6946: Bauteile; Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient; Berechnungsverfahren. Ausgabe 2008-04
- [9] DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung
 - [9.1] Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger. Vornorm 2011-12
 - [9.2] Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen. Vornorm 2011-12
 - [9.3] Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung. Vornorm 2011-12

- [9.4] Teil 4: Nutz- und Energiebedarf für Beleuchtung. Vornorm 2011-12
- [9.5] Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen. Vornorm 2011-12
- [9.6] Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau. Vornorm 2011-12
- [9.7] Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftheiz- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau. Vornorm 2011-12
- [9.8] Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen. Vornorm 2011-12
- [9.9] Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen. Vornorm 2011-12
- [9.10] Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. Vornorm 2011-12
- [9.11] Teil 11: Gebäudeautomation. Vornorm 2011-12
- [9.12] Beiblatt 1: Bedarfs-/Verbrauchsabgleich. Vornorm 2010-01
- [9.13] Beiblatt 2: Beschreibung der Anwendung von Kennwerten aus der DIN V 18599 bei Nachweisen des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EE-WärmeG). Vornorm 2012-06
- [10] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung – WärmeschutzV) vom 11. August 1977
- [11] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24. Juli 2007 (EnEV 2007), Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 29. April 2009 (EnEV 2009), Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013 (EnEV 2014)
- [12] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) vom 7. August 2008
- [13] Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Europarechtsanpassungsgesetz Erneuerbare Energien – EAG EE) vom 12. April 2011
- [14] Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand. Vom 30. Juli 2009
- [15] Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand. Vom 30. Juli 2009
- [16] Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand. Vom 30. Juli 2009
- [17] Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand. Vom 30. Juli 2009

