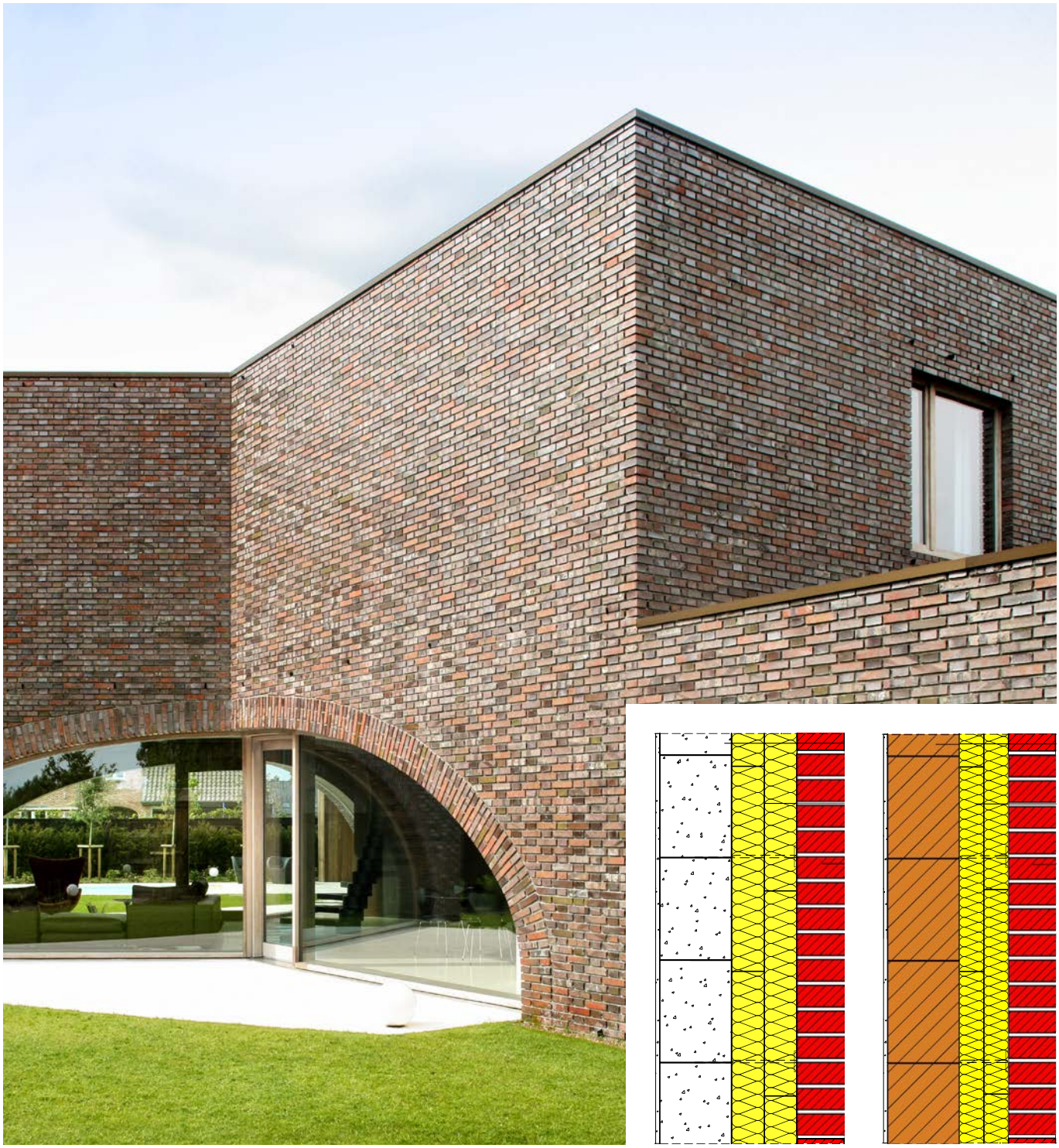
ZWEISCHALIGES VERBLENDMAUERWERK

WÄRMESCHUTZ

✓ EnEV 2016 ✓ KfW-Häuser ✓ Passivhäuser



Einleitung

Über Energieeffizienz zu reden, liegt im Trend. Entsprechende Konzepte können hierbei unterschiedlich definiert werden; es sind öffentlich-rechtliche Anforderungen von zivilrechtlichen Vorgaben zu differenzieren. Die öffentlich-rechtlichen Anforderungen werden seit 2009 in der EnEV und dem EEWärmeG geregelt. Die KfW definiert ein „KfW-Effizienzhaus", in dem sie sich weitestgehend an die öffentlich-rechtliche Nachweissystematik anlehnt, die Anforderungen jedoch noch weiter unterschreitet. Der Passivhausstandard wird vom Passivhaus-Institut in Darmstadt definiert und beschreibt im Gegensatz hierzu ein eher ingenieurmäßiges Berechnungsverfahren mit eigenen Anforderungen. Nachfolgend werden die verschiedenen energetischen Standards mit den hieraus resultierenden Konsequenzen für die Bauteil-U-Werte beispielhaft insbesondere für die zweischalige Außenwand vorgestellt.

Bei der zweischaligen Außenwand kann im Bereich der Innenschale auf ein hochwärmedämmendes Mauerwerk in Verbindung mit einem zusätzlichen, herkömmlichen Wärmedämmstoff und / oder auf eine weniger gut dämmende Innenschale in Kombination mit einem sehr gut dämmenden Wärmedämmstoff zurückgegriffen werden, Abbildung 1.

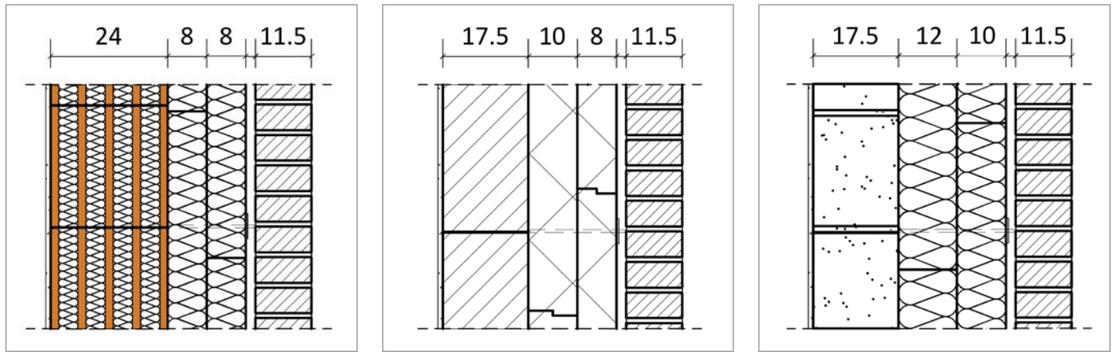


Abbildung 1: Verschiedene Ausführungsvarianten: hochwärmedämmende Innenschale mit konventioneller Mineralfaserdämmung (linker und rechter Systemschnitt) oder weniger gut dämmende Innenschale mit PUR-Dämmung (mittlerer Systemschnitt) mit identischem U-Wert (U_{AW} = 0,12 W/(m²K)).

Mineralische Dämmstoffe gehören seit vielen Jahrzehnten zur bewährten Standardausführung der zweischaligen Außenwandkonstruktion.

Öffentlich-rechtliche Anforderungen der EnEV und EEWärmeG seit 2016

Öffentlich-rechtlich sind z. Z. folgende Anforderungen gemäß EnEV und EEWärmeG nachzuweisen[1]:

EnEV 2014[2]

$Q_{P,Ref.}$	Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes, Anlage 1 Tabelle 1
H_T'	gebäudetypologisch abgeleiteter Transmissionswärmeverlust, Anlage 1 Tabelle 2
$H_{T,Ref.}'$	Transmissionswärmeverlust des Referenzgebäudes, seit 01.01.2016, Anlage 1 Tabelle 1
$S_{zul.}$ oder G_{hzul}	sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 : 2013-02

EEWärmeG[3]

$\Sigma Q_{j,outg.}$	anteilige Nutzung von Erneuerbaren Energien am Wärme- und Kälteenergiebedarf (bezogen auf die Erzeugernutzwärme- bzw. kälte)

Diese beiden Regelwerke verfolgen primär volkswirtschaftliche und ökologische Ziele und müssen den Wirtschaftlichkeitsgrundsatz erfüllen; im Einzelfall kann daher von den Vorgaben durch die nach Landesrecht zuständige Behörde befreit werden.

Der nachzuweisende Jahres-Primärenergiebedarf ergibt sich zu:

$Q_{P,Ref.} = \Sigma(Q_{f,j} \cdot f_{p,j})$ in kWh/a.

Hierbei bedeuten:

$Q_{f,j}$	Endenergiebedarf, ermittelt nach z. B. DIN V 18599 und der Referenztechnik gemäß Tabelle 1
$f_{p,j}$	Primärenergiefaktor beispielhaft gemäß Tabelle 2
$Q_{P,Ref}$	leitet sich aus der in Tabelle 2 beschriebenen Referenztechnik ab und zwar für das Gebäude gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung wie das zu errichtende Gebäude und ist seit dem 01.01.2016 mit einem Faktor von 0,75 zu multiplizieren (= 25 % Verschärfung). Dieser Abschlagsfaktor bewirkt, dass selbst bei einer identischen Umsetzung der in Tabelle 1 beschriebenen Heizungs- und Warmwassertechnik die erforderlichen baulichen Standards nicht mehr ohne Weiteres sicher abgeschätzt werden können.

[1] Zukünftig sollen die beiden Einzelwerke in einem Regelwerk zusammengeführt werden

[2] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) nichtamtliche Lesefassung, Stand 28. Oktober 2015

[3] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG), Stand 20. Oktober 2015

Bautechnische und anlagentechnische Standards des Referenzgebäudes gemäß EnEV	
Bauteile	**U-Wert W/(m²K)**
Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	0,28
Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	0,35
Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	0,20
Fenster, Fenstertüren (g = 0,60)	1,3
Dachflächenfenster (g = 0,60)	1,4
Lichtkuppeln (g = 0,64)	2,7
Außentüren	1,8
Wärmebrückenzuschlag DUWB	0,05
Anforderungen an Gebäudedichtheit	erfüllt
Heizung- und Warmwasser: ölbefeuerter verbesserter Brennwertkessel kombiniert mit Solarthermiekollektor	
Lüftung: zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt mit geregeltem DC-Ventilator	

Tabelle 1: Übersicht der Referenzausführung für Wohngebäude, EnEV, Anlage 1 Tabelle 1

Die in Tabelle 2 orange hervorgehobenen Primärenergiefaktoren gelten für den einzuhaltenden Anforderungswert $Q_{P,Ref.}$.

Energieträger		fp
Brennstoffe	Heizöl	1,1
	Erdgas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Holz	0,2
Strom	Strom-Mix	1,8
Umweltenergie	Solarenergie, Erd- / Umgebungswärme	0

Tabelle 2: beispielhafte Primärenergiefaktoren nach DIN V 18599-1

Aus der Tabelle 3 Spalte 2 zu 3 ist erkennbar, dass der Einsatz kleinerer Primärenergiefaktoren (gemäß Tabelle 2) einen **erheblichen Einfluss** auf die Dimensionierung des Dämmstandards der Bauteile hat. Sollten jedoch ausschließlich fossile Energieträger zur Bereitstellung von Wärme im Nachweis verwendet werden, müssten erhebliche „Ersatzmaßnahmen"[4] ergriffen werden, da in diesem Fall der Einsatz erneuerbarer Energien nicht gewährleistet wäre und das EEWärmeG eine weitere Unterschreitung der EnEV-Vorgaben um 15 Prozent fordert. Aus diesem Grund können die U-Wertergebnisse der einzelnen Bauteile erheblichen Schwankungsbreiten unterworfen sein und nur beispielhaft definiert werden.

[4] Vorbehaltlich des § 25 Befreiungen (EnEV) und des § 9 Ausnahmen (EEWärmeG)

	EnEV 2014	EnEV ab 01-2016		KfW 55	KfW 40	Passivhaus[1)]
Anlagentechnik	Brennwertkessel + Solarthermie Warmwasser		überwiegend regenerativ z. B. Biomassekessel			
	1	2	3	4	5	6
H_T' in W/(m²K)	0,40	0,29	0,34	0,30	0,24	0,17
U_{AW}	0,20	0,15	0,17	0,19	0,12	0,10
U_w	1,3	0,8	1,00	0,8	0,72	0,67
g-Wert	60 %	50 %	50 %	50 %	50 %	60 %
U_{DFF}	1,4	1,4	1,4	1	1	0,72
U-Dach	0,20	0,14	0,18	0,17	0,12	0,12
U-Tür	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	0,8
U_G	0,35	0,20	0,30	0,27	0,18	0,13
ΔU_{WB}	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,01

[1)] nachgewiesen nach PHPP, Zuluft-Abluftanlage mit WRG h = 92 % und vermindertem Luftwechsel, n_{50} = 0,40 h^{-1}

Tabelle 3: Resultierende Dämmstandards eines Einfamilienhauses für unterschiedliche Anlagenstandards. Die orange hervorgehobenen U-Werte können problemlos mit einer zweischaligen Außenwand analog zu Tabelle 6 materialisiert werden.

Neben der Hauptanforderungsgröße Q_P ist im Wohnungsbau schon seit 2002 die Nebenanforderung H_T' (der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust) nachzuweisen (Tabelle 4). Diese Nebenanforderung soll sicherstellen, dass bei Einsatz ausschließlicher regenerativer Energieträger ein energetisches Mindestniveau der Bauteile inklusive der Wärmebrücke sichergestellt ist.

Anforderungen an H_T'	EnEV 2014
Gebäudetyp	**H_T' in W/(m²K)**
freistehendes Wohngebäude mit AN < 350 m²	0,40
freistehendes Wohngebäude mit AN > 350 m²	0,50
einseitig angebaute Wohngebäude	0,45
alle anderen Wohngebäude	0,65

Tabelle 4: Nebenanforderung an den gebäudetypologisch abgeleiteten H_T'-Wert, EnEV, Anlage 1, Tabelle 2

Es gilt:

$$H_{T'Geb} = [\Sigma(U_i \cdot A_i \cdot F_{xi}) + H_{WB}] / A \text{ in W/(m}^2\text{K)}.$$

Hierbei bedeuten:

U_i Wärmedurchgangskoeffizient nach DIN EN ISO 6946 (in Verbindung mit DIN EN ISO 10211 für z. B. Konsolanker), DIN EN ISO 10077-1 und 12631

A_i Fläche des jeweiligen Bauteils nach DIN V 18599-1

F_{xi} Temperaturkorrekturfaktor (für Bauteile, die an Außenluft grenzen F_x = 1) nach DIN V 18599-2

H_{WB} energetischer Einfluss von konstruktiven (d. h. zweidimensionalen) Wärmebrücken, z. B. mit Hilfe von DIN 4108 Bbl 2 ($H_{WB} = \Delta U_{WB} \cdot A$ in W/K).

A Summe aller wärmeübertragenden Bauteilflächen nach DIN V 18599-1 Abschnitt 8

Da bei dieser Nebenanforderung die jeweiligen U-Werte mit ihren Flächen multipliziert werden, ist es entscheidend, ob das Wohngebäude einen großen oder kleinen Fensterflächenanteil aufweist. Bei großen Fensterflächenanteilen können auf Grund des i. d. R. um Faktor 4 schlechteren U-Wertes des Fensters gegenüber den opaken Bauteilen erhebliche Kompensationsmaßnahmen in den anderen Bauteilen oder im Bereich der Wärmebrücke erforderlich werden. Daneben haben große Fensterflächenanteile u.U. auch nachteilige Folgen für die Einhaltung der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz.
Seit dem 01.01.2016 ist auch noch ein weiterer Anforderungswert zur Begrenzung des Transmissionswärmeverlustes nachzuweisen. Dieser ergibt sich aus den Referenzwerten der U-Werte und des Wärmebrückenzuschlags gemäß Tabelle 2 und darf ebenfalls nicht überschritten werden.

Fazit:

Wesentlich für die Erfüllung der Anforderungen an Q_p ist der verwendete Energieträger. Je kleiner der f_p-Wert, desto leichter lassen sich die seit dem 01.01.2016 geltenden Verschärfungen an Q_p erfüllen. Daneben ergibt sich aus dem gebäudetypologisch abgeleiteten H_T'-Wert, dass der Fassadenentwurf klima- und materialgerecht sein sollte und auf einen angemessenen Fensterflächenanteil geachtet werden sollte, da sonst zusätzliche Dämmanstrengungen sowie etwaige Sonnenschutzmaßnahmen erforderlich werden.

KfW-Standards für zu errichtende Wohngebäude

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) fördert energiesparende Maßnahmen über das öffentlich-rechtliche Niveau hinaus. Den weitaus größten Anteil von geförderten KfW-Vorhaben im Neubau hat das KfW-Effizienzhaus 70 eingenommen, dessen Förderung am 31.03.2016 eingestellt wurde. In Tabelle 6 ist die Anforderungssystematik mit beispielhaften Dämmfolgen für Wohngebäude mit einem **hohen regenerativen Energieträgeranteil** bei der Wärmeversorgung dargestellt. In Tabelle 5 wurden die U-Werte des Referenzgebäudes und der Wärmebrückenzuschlag dem jeweiligen KfW-Niveau entsprechend um 15, 30 bzw. 45 Prozent reduziert.

	EnEV 2014	KfW			
		70	55	40	40 plus
	seit 01.01.2016	bis 31.03.2016	weiterhin förderbar		ab 01.04.2016
	$Q_{P,Ref} \cdot 0{,}75$ $H'_{T,Ref} \cdot 1$	$Q_{P,Ref} \cdot 0{,}7$ $H'_{T,Ref} \cdot 0{,}85$	$Q_{P,Ref} \cdot 0{,}55$ $H'_{T,Ref} \cdot 0{,}7$	$Q_{P,Ref} \cdot 0{,}40$ $H'_{T,Ref} \cdot 0{,}55$	
	Beispielhafter Dämmstandard bei hohem regenerativem Energieträgeranteil und mäßigem Fensterflächenanteil in W/(m²K)				
Außenwand	0,28	0,24	0,20	0,15	
Kellerdecke	0,35	0,30	0,25	0,19	
Fenster	1,3	1,1	0,9	0,7	
Dach	0,20	0,17	0,14	0,11	
Außentür	1,8	1,5	1,3	1,0	
Dachfenster	1,4	1,2	1,0	0,8	
Lichtkuppel	2,7	2,3	1,9	1,5	
Wärmebrücke	0,05	0,043	0,035	0,028	

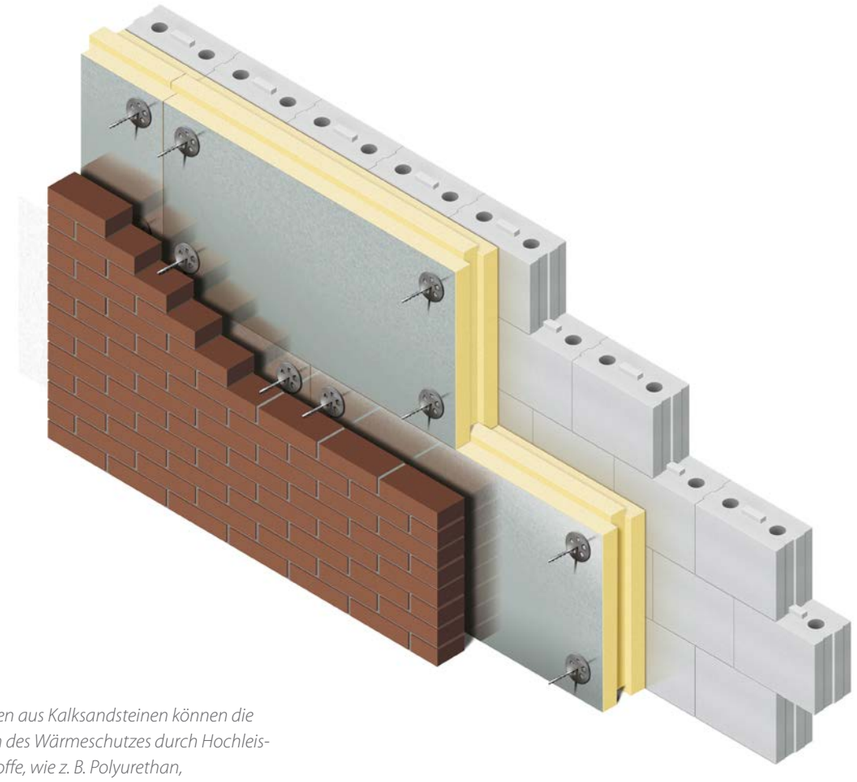
Tabelle 5: Beispielhafter Dämmstandard bei Wohngebäuden mit einem hohen regenerativen Energieträgeranteil. Die orange hervorgehobenen U-Werte können problemlos mit einer zweischaligen Außenwand erreicht werden.

Die einzelnen U-Werte können für das konkret nachzuweisende Gebäude sowohl über- als auch unterschritten werden, sie sind also nicht statisch als „Mindestwerte" zu verstehen; das Reduktionsniveau für $H'_{T\,Ref.}$ ist insgesamt einzuhalten.
Bei höheren Dämmstandards in der Regelfläche gewinnt die Wärmebrücke zunehmend an Bedeutung. In diesem Zusammenhang sei auf die künftige DIN V 18599-2 und DIN 4108 Beiblatt 2 verwiesen. Hier wird es möglich sein, den Wärmebrückenzuschlag bei Verwendung entsprechender Planungs- und Ausführungsbeispiele von $\Delta U_{WB} = 0{,}05$ W/(m²K) auf einen Wert von $\Delta U_{WB} = 0{,}03$ W/(m²K) zu reduzieren, ohne dass hierfür ein detaillierter Nachweis erforderlich wird. Vielmehr sind wie in der Vergangenheit auch auf Basis von optimierten Anschlussbeispielen, die in zwei Kategorien unterschieden werden (Kategorie A und B), diejenigen herauszusuchen, die zur Kategorie B (besser als A) gehören, um somit insgesamt den Zuschlag entsprechend zu minimieren. Für Außenwände mit zweischaligem Mauerwerk wird eine Fülle von neuen Anschlussbeispielen angeboten.

Vielmehr sind wie in der Vergangenheit auch auf Basis von optimierten Anschlussbeispielen, die in zwei Kategorien unterschieden werden (Kategorie A und B), diejenigen herauszusuchen, die zur Kategorie B (besser als A) gehören, um somit insgesamt den Zuschlag entsprechend zu minimieren. Für Außenwände mit zweischaligem Mauerwerk wird eine Fülle von neuen Anschlussbeispielen angeboten.

Fazit:

Da sich die KfW an der öffentlich-rechtlichen Nachweissystematik orientiert, ist für eine wesentliche Unterschreitung der Anforderungen an den Jahres-Primärenergiebedarf ebenfalls der verwendete Energieträger maßgeblich. Zusätzlich fordert die KfW eine Unterschreitung des Transmissions-Wärmeverlust des Referenzgebäudes. Große Fensterflächenanteile wirken sich hier allerdings positiv aus, da durch Einsatz von, verglichen mit denen des Referenzgebäudes, höher wertigen Fensterelementen sich die Anforderungen konstruktiv einfach erfüllen lassen.



Bei Innenschalen aus Kalksandsteinen können die Anforderungen des Wärmeschutzes durch Hochleistungsdämmstoffe, wie z. B. Polyurethan, problemlos erfüllt werden.

Passivhaus-Standard

Im Gegensatz zu den öffentlich-rechtlichen Nachweisen bezieht sich das Passivhaus auf ein eigenes Bilanzverfahren, das sogenannte Passivhausprojektierungspaket (PHPP). Hierbei sind folgende Nachweisgrößen zu überprüfen:

Definition der Nachweisgrößen gemäß Passivhaus-Institut in Darmstadt

Jahres-Primärenergiebedarf (inkl. Haushaltsstrom) PHClassic:	Q_p ≤ 120 kWh/(m²a)
Heizlast oder Jahres-Heizwärmebedarf:	P_H ≤ 10 W/m² **oder** Q_H < 15 kWh/(m²a)
zulässige Luftwechselrate bei der Differenzdruckmessung:	n_{50} ≤ 0,6 h^{-1}
Übertemperaturhäufigkeit (≤ 25 °C):	h_J ≤ 10 %

Da die Anforderungswerte Q_p und insbesondere Q_H statisch feststehen, spielt gerade beim Passivhaus neben der Minimierung der Wärmeverluste insbesondere die Optimierung der solaren Wärmequellen eine entscheidende Rolle. Bereits beim Entwurf ist auf eine Südpräferenz der Fenster zu achten. Zur Minimierung der Transmissionswärmeverluste sind bei Ein- und Zweifamilienhäusern erfahrungsgemäß U-Werte für opake Bauteile von rund 0,12 W/(m²K) und im Bereich der transparenten Bauteile von rund 0,7 W/(m²K) erforderlich. Durch die Ausweitung des Schalenabstands z. Z. auf insgesamt 25 cm sind hier ohne weiteren Standsicherheitsnachweis U-Werte von unter 0,10 W/(m²K) möglich. Bei einem derart anspruchsvollen Dämmniveau ist ein detaillierter Wärmebrückennachweis unumgänglich. Abbildungen 2 und 3 zeigen beispielhaft wärmebrückenoptimierte Anschlussdetails für Fenster und Sockel bei zweischaligem Verblendmauerwerk.

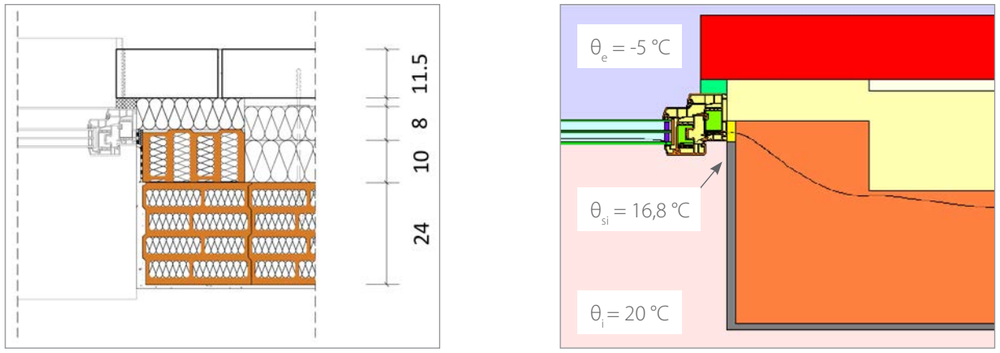
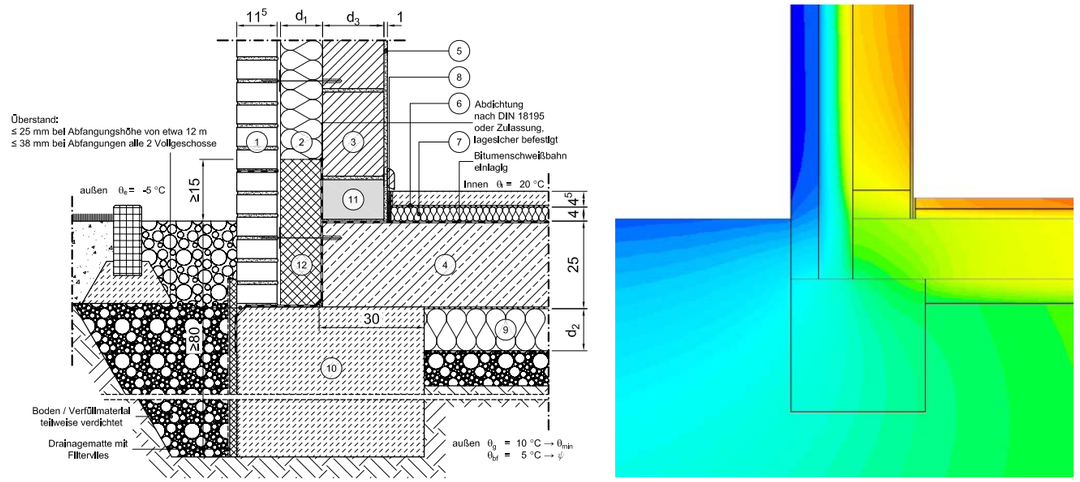


Abbildung 2: seitlicher Fensteranschluss: U_{AW} = 0,11 W/(m²K); ψ = 0,029 W/(mK) und Isothermenverlauf für 12,6 °C.



Vertikalschnitt Maßstab 1:10

	Schichtbezeichnung	s [m]	ρ [kg/m³]	λ [W/mK]		Schichtbezeichnung	s [m]	ρ [kg/m³]	λ [W/mK]
1	Verblendmauerwerk	0,115	1800	0,99	7	Trittschalldämmung	0,04	-	0,040
2	Wärmedämmplatte als Volldämmung	d_1	-	λ_1	8	Randdämmstreifen	0,01	-	0,040
3	Mauerwerk	d_3	-	λ_3	9	Perimeterdämmung unter Trennlage	d_2	-	λ_2
4	Stahlbeton, Beton mit hohem Wasereindringwiderstand	0,25	2300	2,3	10	Frostschürze mit Vormauerwerk-Sockel	s.o.	> 1800	2,0
5	Innenputz	0,01	1400	0,70	11	KS - Kimmstein	0,113	-	0,33
6	Estrich auf Trennlage	0,045	2000	1,4	12	Perimeterdämmung	d_1	-	λ_1

Abbildung 3: Wärmebrückenoptimiertes Sockenanschlussdetail und die dazugehörige Isotherme für zweischaliges Verblendmauerwerk bei einem nicht unterkellerten Gebäude (nummerisch mit der Finiten-Elemente-Methode berechnet, Erläuterungen und weitere Beispiele auf der Homepage: www.ziegelindustrie.de).

Fazit:

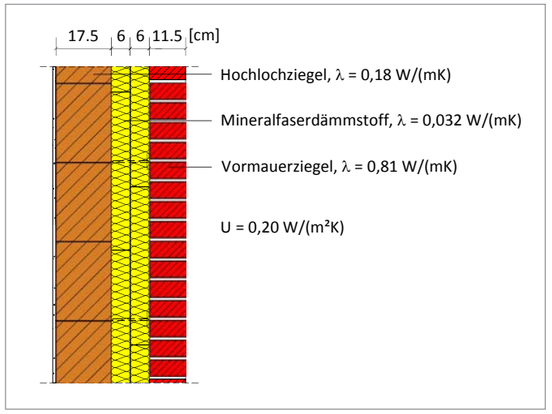
Das PHPP liefert eine ingenieurmäßigere Berechnungsmethodik, bei der der Standort, die Ausrichtung und der Kompaktheitsgrad des Gebäudes und dessen Wärmeverluste über Transmission und Lüftung die wesentlichen Einflussgrößen darstellen. Versäumnisse in diesen Bereichen führen oftmals zu sehr unwirtschaftlichen Gesamtlösungen oder machen eine Ausführung gar unmöglich. Elementar ist auch hier ein materialgerechter Fassadenentwurf.

Tabelle 6: U-Werte in W/(m²K) für zweischaliges Mauerwerk, Wärmedämmung mit λ_{BW} = 0,035 W/(mK)

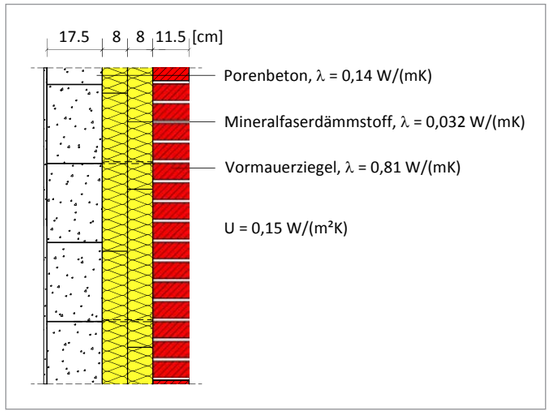
U-Werte für zweischaliges Mauerwerk (U-Werte möglich für **KfW 55 = gelb** und **40 = orange** und **Passivhaus = blau**. Inwieweit der angegebene U-Wert und Dämmstandard ausreicht, bestimmt sich nach dem jeweiligen Gesamtnachweis).

Innenschale, 17,5 cm	**Dämmschichtdicke in m (zweilagig mit versetzten Stößen)**							
	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
λ_{BW} [W/(mK)]	**λ_{BW} = 0,035 W/(mK) des Dämmstoffes**							
1,10	0,30	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14
0,70	0,29	0,25	0,22	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13
0,56	0,29	0,25	0,22	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13
0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13
0,18	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12
0,14	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
0,13	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12

Innenputz d = 0,015 m ; λ_{BW} = 0,70 W/(mK) ; Außenschale d = 0,115 m ; λ_{BW} = 0,81 W/(mK).



Beispielhafter Wandaufbau für Häuser nach EnEV 2016



Beispielhafter Wandaufbau für KfW-40 Häuser

Tabelle 7: U-Werte in W/(m²K) für zweischaliges Mauerwerk, Wärmedämmung mit λ_{BW} = 0,032 W/(mK)

U-Werte für zweischaliges Mauerwerk (U-Werte möglich für **KfW 55 = gelb** und **40 = orange** und **Passivhaus = blau**. Inwieweit der angegebene U-Wert und Dämmstandard ausreicht, bestimmt sich nach dem jeweiligen Gesamtnachweis).

17,5 cm Innenschale	**Dämmschichtdicke in m (zweilagig mit versetzten Stößen)**							
	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
λ_{BW} in W/(mK)	**λ_{BW} = 0,032 W/(mK) des Dämmstoffes**							
1,10	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13
0,70	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12
0,56	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12
0,30	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12
0,18	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
0,14	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
0,13	0,21	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11

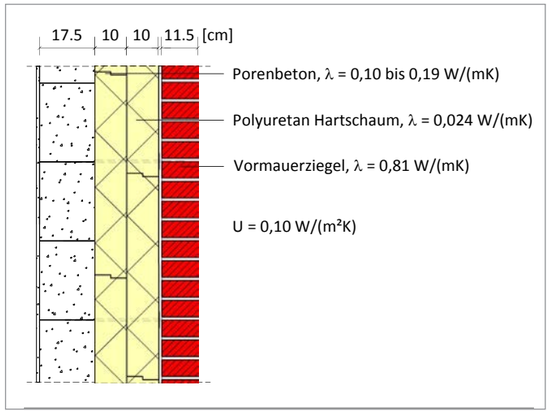
Innenputz d = 0,015 m ; λ_{BW} = 0,70 W/(mK) ; Außenschale d = 0,115 m ; λ_{BW} = 0,81 W/(mK).

Tabelle 8: U-Werte in W/(m²K) für zweischaliges Mauerwerk, Wärmedämmung mit λ_{BW} = 0,024 W/(mK)

U-Werte für zweischaliges Mauerwerk (U-Werte möglich für **KfW 55 = gelb** und **40 = orange** und **Passivhaus = blau**. Inwieweit der angegebene U-Wert und Dämmstandard ausreicht, bestimmt sich nach dem jeweiligen Gesamtnachweis).

Innenschale, 17,5 cm	**Dämmschichtdicke in m (zweilagig mit versetzten Stößen)**							
	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
λ_{BW} in W/(mK)	**λ_{BW} = 0,024 W/(mK) des Dämmstoffes**							
1,10	1,10	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,10
0,70	0,70	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09
0,56	0,56	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09
0,30	0,30	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09
0,18	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,10	0,09
0,14	0,14	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09
0,13	0,13	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09

Innenputz d = 0,015 m ; λ_{BW} = 0,70 W/(mK) ; Außenschale d = 0,115 m ; λ_{BW} = 0,81 W/(mK).



Bespielhafter Wandaufbau für Passivhäuser

Zusammenfassung

Ganz gleich mit welchem der hier behandelten energetischen Standards der Planer zu tun hat, eine zweischalige Außenwand erfüllt diese ohne Probleme. Noch wichtiger als die weitere Optimierung der U-Werte sollte zum einen ein materialgerechter Fassadenentwurf, eine gründliche Planung der Anschlussbereiche (Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrücken und Sicherstellung der Gebäudedichtheit) und zum anderen ein sinnvoller Einsatz regenerativer Energien für die Wärme- und Stromgewinnung sein. Bei entsprechender Berücksichtigung kann auf diese Weise das energetische Niveau von Gebäuden mit einem energetischen Überschuss („Plusenergiehausstandard") erreicht werden. Doch all die theoretischen Überlegungen bewahrheiten sich erst während der Nutzungsphase; am Ende kommt es auf den tatsächlichen Energieverbrauch und nicht nur auf den rechnerischen Bedarf an!

Stand: November 2016

Fachverband Ziegelindustrie Nord e.V.

Bahnhofsplatz 2a
26122 Oldenburg

Telefon +49 441 950696-50
Fax +49 441 950696-51

Mail fachverband@ziegelindustrie.de