

8.7 EnEV 2009 – Auswirkungen auf den Mauerwerksbau

Berechnung von drei Standardgebäuden unter Berücksichtigung sich verschärfender Anforderungen an den Primärenergiebedarf von Gebäuden im Rahmen der KfW-Förderung.

Autor: Torsten Schoch

I. Ausgangssituation:

Im Rahmen der Projektgruppe EnEV 2009 wurde entschieden, die in Aussicht stehenden Änderungen der Förderbedingungen der KfW aktiv zu beeinflussen und aus diesem Grunde von allen Verbänden Berechnungen durchführen zu lassen, die Klarheit über mögliche Auswirkungen sich verschärfender Anforderungen geben können. Darüber hinaus sollen mit den Berechnungen Grundlagen für eine Diskussion zur Vorbereitung auf die EnEV 2012 geschaffen werden.

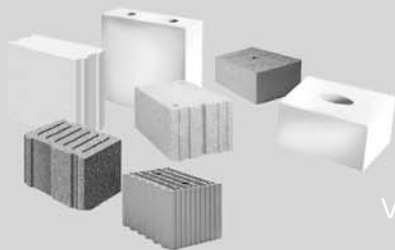
Zu diesem Zwecke sind 3 Mustergebäude ausgewählt und im Zuge der Berechnung auf unterschiedliche Weise variiert worden. An der Berechnung nahmen teil:

Bundesverbände der KS-Industrie, Porenbeton-Industrie, Leichtbeton-Industrie und die Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel.

Gewählt wurde eine Methodik der schrittweisen Veränderung der U -Werte der Außenbauteile kombiniert mit 7 Anlagenvarianten. Die Ausgangsvariante ist derart gestaltet, dass die nach EnEV 2009 anzusetzenden U -Werte für das Referenzgebäude Verwendung finden. Auch die Vorschriften des EEWärmG sind insofern eingehalten, als die Aperturfläche der Solaranlage den Mindestwerten des Gesetzes entspricht.

Die drei in die Berechnung einbezogenen Gebäude besitzen unterschiedliche Außenflächen-/Volumenverhältnisse. Aufgrund der Auswahl der Gebäude kann auf gewisse Trends bei den Auswirkungen sich verschärfender Maßnahmen auf die Wandkonstruktionen verwiesen werden, es ist aber nicht möglich, die Extremsituationen an der unteren und oberen Grenze von A/V -Verhältnissen allein mit diesen Gebäuden „einzufangen“, dafür wären weitere Berechnungen erforderlich.

Die an der Berechnung beteiligten Personen benutzten unterschiedliche EDV-Programme, Abweichungen in den Ergebnissen können daher aus Eingabefehlern und aus Programmfehlern



herrühren. Die Nachweise wurden alle unter Verwendung der DIN V 4701-10 und DIN V 4108-6 in der gültigen Fassung erstellt (Alternativverfahren nach EnEV 2009).

Aus den folgenden Abbildungen sind die 3 berechneten Gebäude zu entnehmen.



Abb. 1: Einfamilienhaus Typ Bungalow – GB 1



Abb. 2: Einfamilienhaus Typ 2 – GB 2

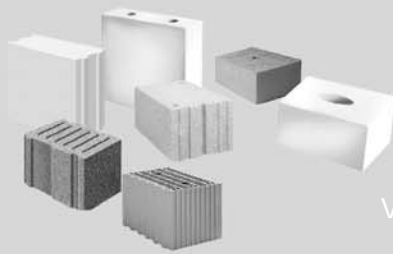


Abb. 3: Mehrfamilienhaus (Mitte) = GB 3

Für die Gebäudehülle wurden 3 Berechnungsvarianten definiert. Die gewählten U -Werte für die Außenbauteile in den Varianten sind den Abbildungen 4-6 zu entnehmen.

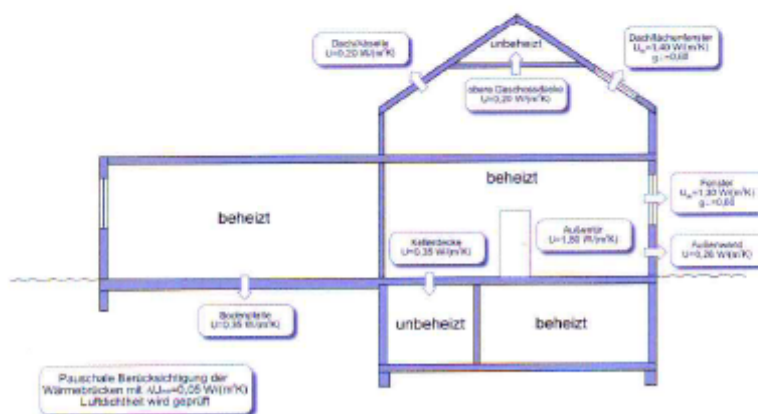


Abb. 4: U -Werte und ΔU_{WB} für das Referenzgebäude – Basisvariante

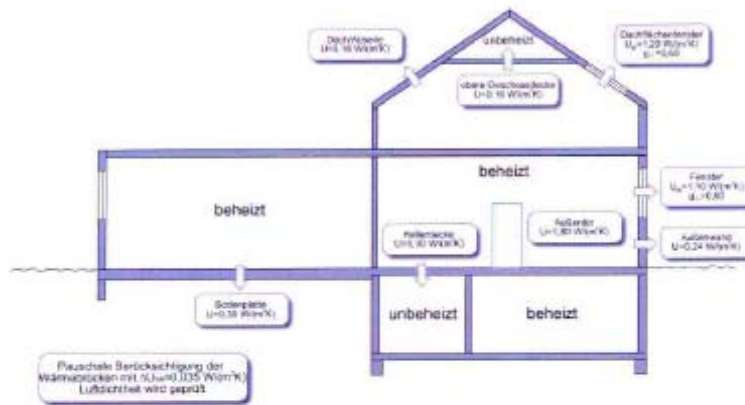
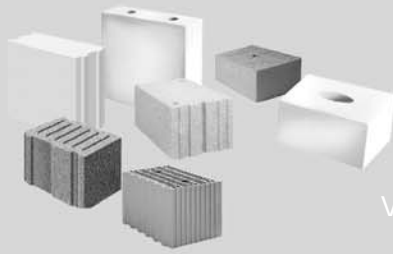


Abb. 5: U-Werte und ΔU_{WB} für die Variante 1

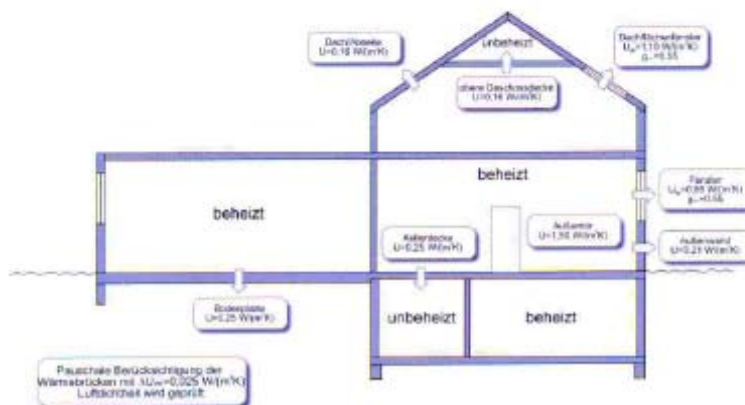
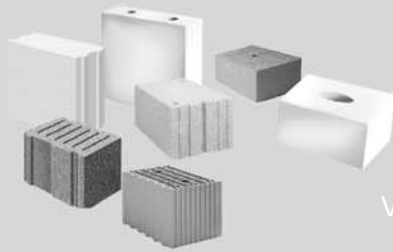


Abb. 6: U-Werte und ΔU_{WB} für die Variante 2



Der Temperaturkorrekturfaktor zur Berücksichtigung der Wärmeverluste über das Erdreich ist mit 0,6 festgelegt worden. Für die Kellerdecke wird ein F_v -Faktor von 0,65 verwendet.

Die Flächen-/Volumenermittlung für die beiden EFH wurden vom Bundesverband Porenbeton und die des MFH von der AMZ bereitgestellt. Es war vereinbart, keine Kontrollrechnungen zu den Flächen und Volumina durchzuführen, um Differenzen in den Eingabewerten zu vermeiden. Die gewählte Anlagenmatrix ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Anlagen-Matrix:

Anlagenvariante 1	Brennwertkessel + Solar 3% bzw. 4 % der Nutzfläche des Gebäude
Anlagenvariante 2	Brennwertkessel + Solar ca. 5m ² Bruttokollektorfläche + kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung
Anlagenvariante 3	Sole / Wasser Wärmepumpe für Heizung und TWW
Anlagenvariante 4	Wie Anlage 3 : +Solar 3% bzw. 4 % der Nutzfläche des Gebäudes
Anlagenvariante 5	Wie Anlage 3: + kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung
Anlagenvariante 6	Pellettheizung für TWW und Raumheizung
Anlagenvariante 7:	Pellettheizung für TWW und Raumheizung + Solar 3% bzw. 4 % der Nutzfläche des Gebäude

Grundsätzlich zu beachten:

WW-Netz mit Zirkulation.

Grundsätzlich liegen die Leitungen, Speicher und Erzeuger immer innerhalb der Zone.

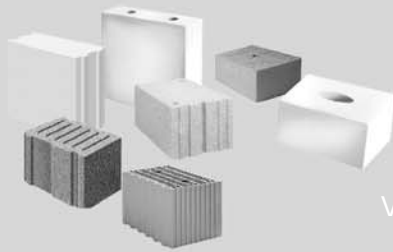
Solaranlage ist immer in Südausrichtung und in Dachneigung installiert.

Solaranlage ist immer nur als Trinkwarmwasser Erzeuger vorgesehen

Die WRG ist mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 0,8 vorgesehen.

Solarfläche 3% oder 4% bezieht sich auch die Festlegungen nach EEWärmG (MFH oder EFH)

Da bereits während der Ausführung der Berechnungen die neue KfW-Förderrichtlinie veröffentlicht wurde, werden die Ergebnisse nicht, wie ursprünglich geplant, mit einer fiktiven Verschärfung der Anforderung um 30%, sondern mit den tatsächlichen neue Förderbedingungen verglichen. Tabelle 2 zeigt die ab dem 1.10. geltenden Förderbedingungen (bezogen auf den Primärenergiebedarf und den spezifischen Transmissionswärmeverlust). Im Gegensatz zu den alten Förderbedingungen ist der zulässige Transmissionswärmeverlust nicht auf den starren Grenzwert der EnEV, sondern auf den sich bei Anwendung des Referenzgebäudes ergebenden



Wert bezogen. Mit dieser Vorgehensweise dürfte es speziell für EFH einfacher sein, die Förderbedingungen zu erfüllen.

Tab. 2: Förderbedingungen nach KfW (Stand 1.10.2009):

Förderstufe KfW-Effizienz- haus	Energieeffizient Sanieren			Energieeffizient Bauen		
	KfW-130	KfW-115	KfW-100	KfW-85	KfW-70	KfW-55
Q_p	130%	115%	100%	85%	70%	55%
H_T'	145%	130%	115%	100%	85%	70%

2. Ergebnisse

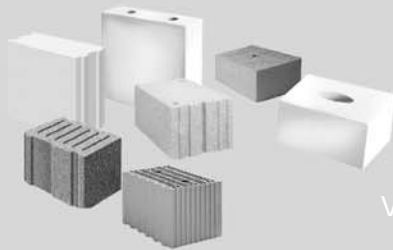
Im Folgenden werden die Ergebnisse der Berechnung aller Teilnehmer als Übersicht dargestellt. Die Varianten werden nacheinander betrachtet. Folgende Abkürzungen finden Verwendung:

- BvK = Bundesverband KS
- BvL = Bundesverband Leichtbeton
- AMZ = Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel
- BvP = Bundesverband Porenbeton
- Q_p = Primärenergiebedarf in kWh/(m²a)
- H_T' = der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust in W/(m²K)
- = es liegen keine Angaben vor

Ergebnisse für das Gebäude GB 1:

Zulässiger Wert nach EnEV 2009: ca. 100 kWh/(m²a)

Zulässiger Transmissionswärmeverlust: 0,40 W/(m²K)



Tab. 3: Ergebnisse für das Gebäude GB 1 (Basisvariante)

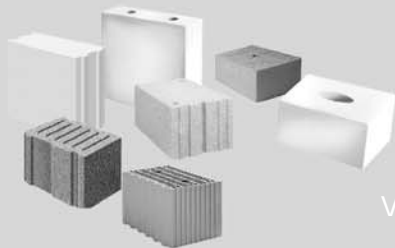
Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	100,8	0,32	95,24	0,32	-	-	96,9	0,32
Anlage 2	89,20	0,32	90,34	0,32	-	-	85,40	0,32
Anlage 3	78,50	0,32	87,02	0,32	-	-	78,00	0,32
Anlage 4	68,10	0,32	77,08	0,32	-	-	68,70	0,32
Anlage 5	73,60	0,32	81,22	0,32	-	-	72,20	0,32
Anlage 6	45,80	0,32	35,64	0,32	-	-	37,50	0,32
Anlage 7	39,10	0,32	30,67	0,32	-	-	34,90	0,32

Tab. 4: Ergebnisse für das Gebäude GB 1 (Variante 1)

Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	86,70	0,26	72,02	0,26	-	-	83,60	0,25
Anlage 2	75,00	0,26	67,55	0,26	-	-	72,10	0,25
Anlage 3	70,50	0,26	70,03	0,26	-	-	68,90	0,25
Anlage 4	60,10	0,26	58,88	0,26	-	-	59,50	0,25
Anlage 5	65,60	0,26	61,98	0,26	-	-	63,10	0,25
Anlage 6	42,20	0,26	30,99	0,26	-	-	34,10	0,25
Anlage 7	35,50	0,26	26,65	0,26	-	-	31,40	0,25

Tab. 5: Ergebnisse für das Gebäude GB 1 (Variante 2)

Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	78,00	0,22	72,02	0,22	-	-	75,50	0,22
Anlage 2	66,30	0,22	67,55	0,22	-	-	64,00	0,22
Anlage 3	65,50	0,22	70,03	0,22	-	-	63,30	0,22
Anlage 4	55,10	0,22	58,88	0,22	-	-	54,40	0,22



Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 5	60,60	0,22	61,98	0,22	-	-	57,50	0,22
Anlage 6	40,00	0,22	30,99	0,22	-	-	32,00	0,22
Anlage 7	33,20	0,22	26,65	0,22	-	-	29,40	0,22

Ergebnisse für das Gebäude GB 2:

Zulässiger Wert nach EnEV 2009: ca. 91 kWh/(m²a)

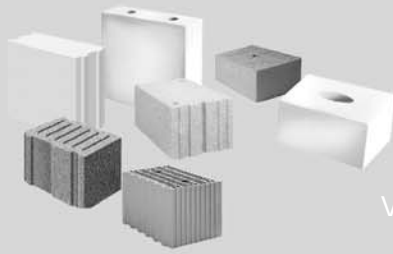
Zulässiger Transmissionswärmeverlust: 0,40 W/(m²K)

Tab. 6: Ergebnisse für das Gebäude GB 2 (Basisvariante)

Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	90,20	0,36	83,92	0,36	-	-	82,70	0,36
Anlage 2	78,50	0,36	79,10	0,36	-	-	77,50	0,36
Anlage 3	72,90	0,36	79,10	0,36	-	-	72,80	0,36
Anlage 4	62,30	0,36	69,67	0,36	-	-	63,30	0,36
Anlage 5	68,00	0,36	73,30	0,36	-	-	67,00	0,36
Anlage 6	43,50	0,36	34,11	0,36	-	-	35,80	0,36
Anlage 7	36,70	0,36	29,03	0,36	-	-	33,10	0,36

Tab. 7: Ergebnisse für das Gebäude GB 2 (Variante 1)

Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	78,30	0,29	71,85	0,29	-	-	71,10	0,29
Anlage 2	66,40	0,29	67,25	0,29	-	-	65,90	0,29
Anlage 3	66,10	0,29	70,34	0,29	-	-	64,90	0,29



Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 4	55,50	0,29	62,32	0,29	-	-	55,30	0,29
Anlage 5	61,10	0,29	64,17	0,29	-	-	59,10	0,29
Anlage 6	40,50	0,29	31,47	0,29	-	-	32,80	0,29
Anlage 7	33,60	0,29	27,15	0,29	-	-	30,10	0,29

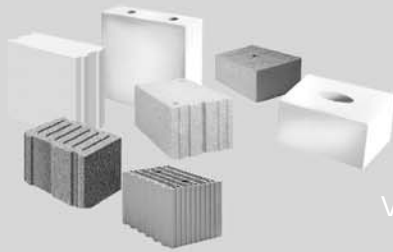
Tab. 8: Ergebnisse für das Gebäude GB 2 (Variante 2)

Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	70,90	0,25	64,52	0,25	-	-	64,00	0,25
Anlage 2	59,10	0,25	60,05	0,25	-	-	52,50	0,25
Anlage 3	61,90	0,25	65,01	0,25	-	-	60,00	0,25
Anlage 4	51,40	0,25	55,09	0,25	-	-	49,80	0,25
Anlage 5	57,00	0,25	58,95	0,25	-	-	54,20	0,25
Anlage 6	38,60	0,25	30,30	0,25	-	-	30,90	0,25
Anlage 7	31,60	0,25	25,34	0,25	-	-	28,00	0,25

Ergebnisse für das Gebäude GB 3:

Zulässiger Wert nach EnEV 2009: ca. 53 kWh/(m²a)

Zulässiger Transmissionswärmeverlust: 0,65 W/(m²K)



Tab. 9: Ergebnisse für das Gebäude GB 3 (Basisvariante)

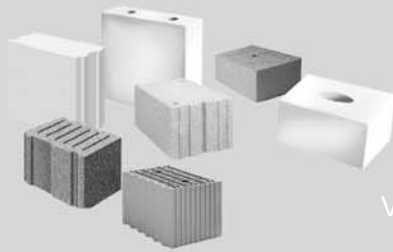
Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	53,00	0,47	52,44	0,47	52,66	0,47	53,30	0,47
Anlage 2	41,70	0,47	50,70	0,47	44,54	0,47	41,20	0,47
Anlage 3	43,10	0,47	45,50	0,47	46,59	0,47	45,80	0,47
Anlage 4	35,50	0,47	38,14	0,47	39,44	0,47	38,00	0,47
Anlage 5	38,10	0,47	42,04	0,47	44,29	0,47	40,00	0,47
Anlage 6	19,90	0,47	15,43	0,47	21,27	0,47	21,60	0,47
Anlage 7	17,40	0,47	11,70	0,47	19,49	0,47	19,00	0,47

Tab. 10: Ergebnisse für das Gebäude GB 3 (Variante 1)

Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	47,60	0,39	46,78	0,39	47,23	0,39	47,90	0,39
Anlage 2	35,90	0,39	45,25	0,39	39,11	0,39	35,80	0,39
Anlage 3	40,00	0,39	41,41	0,39	41,55	0,39	41,70	0,39
Anlage 4	32,30	0,39	33,74	0,39	34,93	0,39	33,00	0,39
Anlage 5	35,00	0,39	38,35	0,39	39,25	0,39	37,00	0,39
Anlage 6	18,50	0,39	16,87	0,39	19,89	0,39	20,29	0,39
Anlage 7	16,00	0,39	15,34	0,39	18,11	0,39	17,70	0,39

Tab. 11: Ergebnisse für das Gebäude GB 3 (Variante 2)

Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 1	44,00	0,33	43,47	0,33	43,68	0,33	44,30	0,33
Anlage 2	32,30	0,33	41,71	0,33	35,55	0,33	32,20	0,33
Anlage 3	37,90	0,33	39,26	0,33	38,82	0,33	39,56	0,33
Anlage 4	30,30	0,33	31,55	0,33	32,45	0,33	31,00	0,33

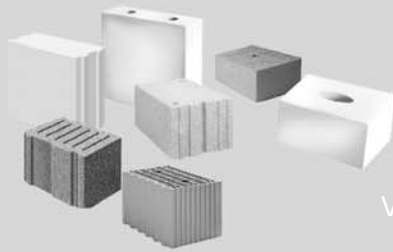


Anlage gemäß Tabelle 1	BvK		BvL		AMZ		BvP	
	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'	Q_p	H_T'
Anlage 5	32,90	0,33	33,65	0,33	36,52	0,33	34,95	0,33
Anlage 6	17,60	0,33	16,48	0,33	18,98	0,33	19,29	0,33
Anlage 7	15,00	0,33	14,72	0,33	17,20	0,33	16,70	0,33

Aus den Berechnungen sind für die einzelnen Haustypen folgende Ableitungen möglich:
EFH mit hohem A/V-Verhältnis (Typ Bungalow):

1. Ohne Änderungen an der Gebäudehülle ist die erste Förderstufe (KfW-85) unter Einsatz zusätzlicher Anlagentechnik (WRG) oder mittels Komplettumstellung der Anlagentechnik auf Wärmepumpen und Pelletheizungen möglich. Alternativ ist mit der nach EnEV 2009 vorgeschlagenen Referenzanlage die erste Förderstufe zu erreichen, wenn die U-Werte nach Abbildung 5 eingehalten werden.
2. Für die zweite Förderstufe (KfW-70) ist eine Kombination zwischen der Verbesserung der Gebäudehülle (Niveau – Abb.5) und der unter 1. genannten Maßnahmen für die Anlagentechnik erforderlich.
3. Die dritte Förderstufe (KfW-55) ist nur erreichbar, wenn entweder Wärmepumpen mit Solar gekoppelt oder Pelletheizungen eingesetzt werden (auch ohne Solar möglich). Beides hat jedoch zur Voraussetzung, dass die Gebäudehülle ein Dämmniveau aufweist, welches der Abbildung 6 entspricht.

Für das Einfamilienhaus mit einem A/V-Verhältnis von 0,85 gelten ebenfalls die oben genannten Aussagen, zusätzlich ist anzumerken:



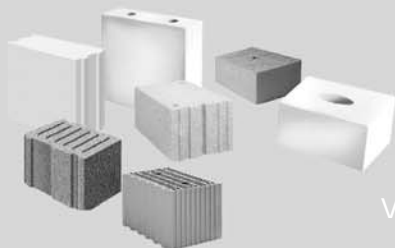
1. Die Förderstufe KfW-55 ist für diesen Gebäudetyp nur unter Einsatz von Pelletheizungen (Anlagentyp 6 und 7) erreichbar. Eine Kombination zwischen Wärmepumpe und größeren Aperturflächen scheint ebenfalls möglich (jedoch nicht nachgewiesen).

Für das nachgewiesene Mehrfamilienhaus $A/V = 0,31$ (Sondergebäude wegen Lückenbebauung) sind folgende Ableitungen möglich:

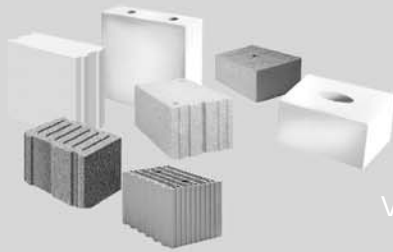
1. Die erste Förderstufe ist bereits mit Dämmstandard nach EnEV 2009 und einer zusätzlichen WRG erreichbar. Ebenfalls erreichbar ist die erste Förderstufe allein durch Maßnahmen an der Gebäudehülle gemäß Abbildung 6. In diesem Fall wäre keine Änderung an der Anlagentechnik in Relation zu den Gegebenheiten des Referenzgebäudes möglich.
2. Die zweite Förderstufe kann mit einer Verbesserung des Dämmstandards nach Abb. 5 in Kombination einer WRG erreicht werden.
3. Die größte Hürde scheint für diesen Gebäudetyp die Förderstufe 3 darzustellen, die aufgrund der H_T -Begrenzung in den Beispielberechnungen nicht erreicht wird (Abweichung allerdings minimal). Aber selbst unter der Voraussetzung, dass die Gebäudehülle noch leicht angepasst werden muss, wird unter Einhaltung des H_T -Kriteriums die dritte Förderstufe nur mit dem Anlagentyp 6 und 7 erreicht, also mit Pelletheizungen.

Ungeachtet noch vorzunehmender Kostenkalkulationen, die eine (Un-)Wirtschaftlichkeit einzelner Förderstufen belegen können oder nicht, sind folgende allgemeingültige Aussagen möglich:

1. Die neue KfW-Förderung der ersten Stufe ist für EFH mit üblichen A/V -Verhältnissen einfacher zu erreichen als bisher. Für MFH bleibt für die erste Förderstufe in etwa das Anforderungsniveau konstant.
2. Die zweite Stufe ist für EFH und MFH nur unter einer Verbesserung der Anlagentechnik in Kombination mit einer verbesserten Gebäudehülle erreichbar. Die Anforderungen scheinen für MFH mit niedrigen A/V -Verhältnissen höher zu sein, da die höheren Anfangswerte für den H_T konsequenterweise zu einem größeren Soll-Verbesserungsmaß führen.



3. Für die dritte Förderstufe sind bei allen Haustypen deutliche Änderungen in der Anlagentechnik und an der Gebäudehülle nötig. Unter Verwendung von Pelletheizungen (Biomasse) kann für die Gebäudehülle das in der Abb. 6 dargestellte Dämmniveau der Gebäudehülle als Richtlinie gelten. Allerdings ist zu befürchten, dass das Dämmniveau der Gebäudehülle in dieser Förderstufe soweit abgesenkt wird, dass auch andere Anlagenkombinationen möglich werden. Es ist durchaus zu erwarten, dass für diese Förderstufe das Dämmniveau eines Passivhauses zum Stand der Technik wird, was einschalige monolithische Konstruktionen de facto unmöglich werden lässt.



Anlage: Verwendete Wandaufbauten

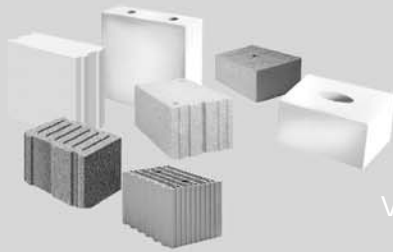
Anlage:

Außenwandkonstruktion Leichtbeton:

Haustyp:	Basisvariante $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 1 $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 2 $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$
EFH A/V - 0,80	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,11$ übliche Putze	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,11$ + 4 cm Wärmedämmputz ($\lambda = 0,07$)	monolithisch d = 42,5 cm $\lambda = 0,10$ + 4 cm Wärmedämmputz ($\lambda = 0,07$)
BUNGALOW A/V > 1,00	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,11$ übliche Putze	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,11$ + 4 cm Wärmedämmputz ($\lambda = 0,07$) alternativ: d = 42,5 cm $\lambda = 0,11$ übliche Putze	monolithisch d = 49 cm $\lambda = 0,11$ übliche Putze
MFH A/V - 0,34	d = 24 cm $\lambda = 0,68$ FK 12 -1,8-12 cm WDVS ($\lambda = 0,04$)	d = 24 cm $\lambda = 0,53$ FK 6 -1,2-14 cm WDVS ($\lambda = 0,04$)	d = 24 cm $\lambda = 0,53$ FK 6 -1,2-16 cm WDVS ($\lambda = 0,04$)

Außenwandkonstruktion Porenbeton:

Haustyp:	Basisvariante $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 1 $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 2 $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$
EFH A/V - 0,80	monolithisch d = 30 cm $\lambda = 0,09$ übliche Putze	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,09$ übliche Putze	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,08$ übliche Putze
BUNGALOW A/V > 1,00	monolithisch d = 30,0 cm $\lambda = 0,09$ übliche Putze	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,09$ übliche Putze	monolithisch d = 36,5 cm $\lambda = 0,08$ übliche Putze
MFH A/V - 0,34	Monolithisch d=36,5 cm $\lambda = 0,11$ übliche Putze Oder 24 cm $\lambda = 0,16$ + 8 cm Dämmung $\lambda = 0,04$	Monolithisch d=36,5 cm $\lambda = 0,09$ übliche Putze Oder 24 cm $\lambda = 0,16$ + 10 cm Dämmung $\lambda = 0,035$	Monolithisch d=36,5 cm $\lambda = 0,09$ übliche Putze Oder 24 cm $\lambda = 0,16$ + 12 cm Dämmung $\lambda = 0,035$



Außenwandkonstruktion Kalksandstein:

Hinweis: Die Zielwerte sind für KS-Konstruktionen ungünstig. Konstruktionen die mindestens diese U-Werte erfüllen, unterschreiten teils deutlich unter die Vorgaben. Die Wandaufbauten sind daher so gewählt, dass sie nahe an den Vorgabewerten liegen (U-Werte liegen um ca. 0,01 W/(m²K) darüber).

Haustyp:	Basisvariante $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 1 $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 2 $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$
EFH A/V - 0,80	KS 15 cm + WDVS 10 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 15 cm + Kerndämmung 10 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm	KS 15 cm + WDVS 12 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 15 cm + Kerndämmung 12 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm	KS 15 cm + WDVS 14 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 15 cm + Kerndämmung 14 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm
BUNGALOW A/V > 1,00	KS 15 cm + WDVS 10 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 15 cm + Kerndämmung 10 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm	KS 15 cm + WDVS 12 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 15 cm + Kerndämmung 12 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm	KS 15 cm + WDVS 14 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 15 cm + Kerndämmung 14 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm
MFH A/V - 0,34	KS 17,5 cm + WDVS 10 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 17,5 cm + Kerndämmung 10 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm	KS 17,5 cm + WDVS 12 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 17,5 cm + Kerndämmung 12 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm	KS 15 cm + WDVS 14 cm $\lambda = 0,035$ oder KS 17,5 cm + Kerndämmung 14 cm $\lambda = 0,035$ + KS/Klinker 11,5 cm

Außenwandkonstruktion Ziegel:

Haustyp:	Basisvariante $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 1 $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$	Variante 2 $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$
EFH A/V - 0,80	Monolithisch $d = 36,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,11 \text{ W/m K}$, übliche Putze	Monolithisch $d = 36,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,09 \text{ W/m K}$, übliche Putze	Monolithisch $d = 42,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,09 \text{ W/m K}$, übliche Putze
BUNGALOW A/V > 1,00	Monolithisch $d = 36,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,11 \text{ W/m K}$, übliche Putze	Monolithisch $d = 36,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,09 \text{ W/m K}$, übliche Putze	Monolithisch $d = 42,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,09 \text{ W/m K}$, übliche Putze
MFH A/V - 0,34	Monolithisch: $d = 36,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,11 \text{ W/m K}$, Zusatzgedämmt: $d = 24 \text{ cm}$, $\lambda = 0,45 \text{ W/m K}$ 12 cm WDVS ($\lambda = 0,04$)	Monolithisch: $d = 36,5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,09 \text{ W/m K}$, Zusatzgedämmt: $d = 24 \text{ cm}$, $\lambda = 0,45 \text{ W/m K}$ 14 cm WDVS ($\lambda = 0,04$)	Zusatzgedämmt: $d = 24 \text{ cm}$, $\lambda = 0,45 \text{ W/m K}$ 14 cm WDVS ($\lambda = 0,035$)