

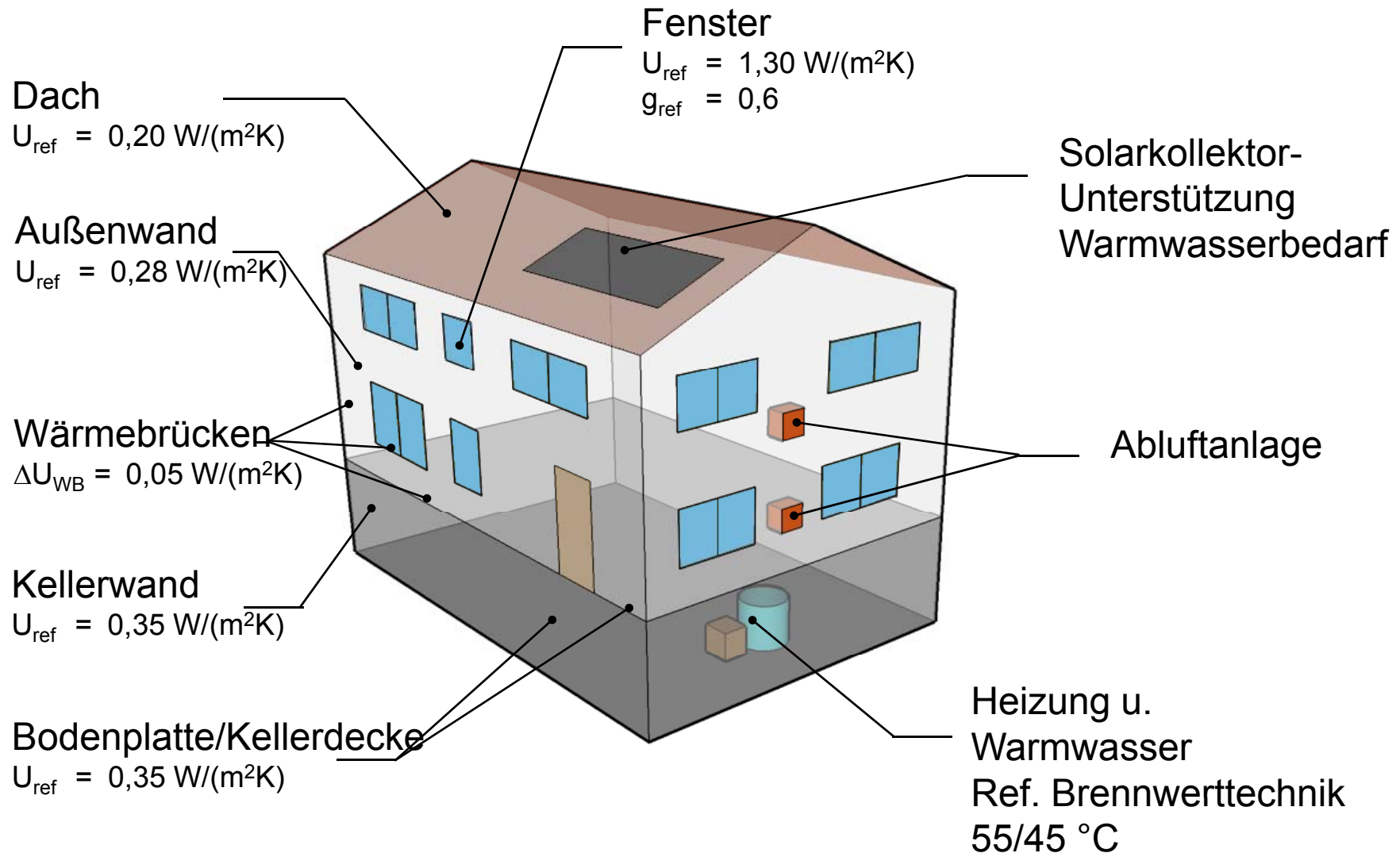
# **Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014 in der Praxis**

---

## **EnEV 2014 im Detail – Wirtschaftlichkeit der energetischen Anforderungen**

**Prof. Dr. Anton Maas**

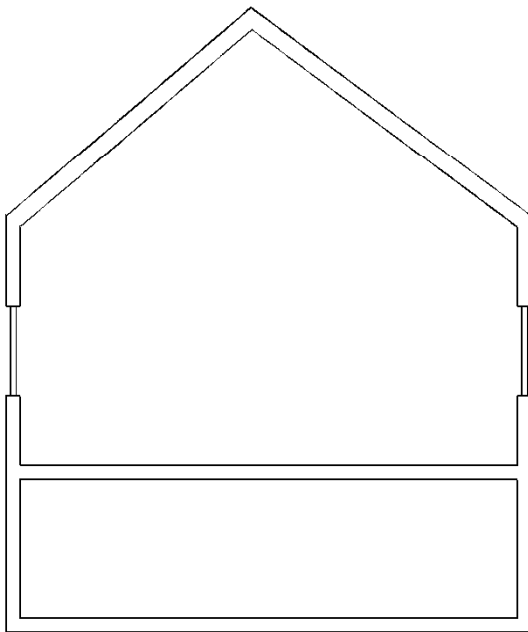
# Referenzbau- und -anlagentechnik für **Wohngebäude – EnEV 2009** (wesentliche Komponenten)



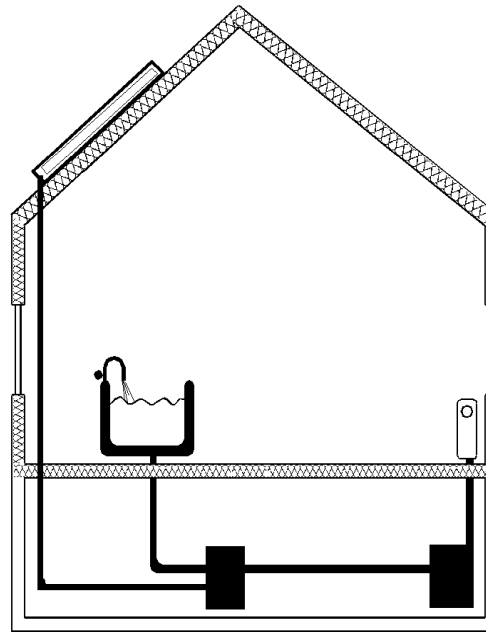
# Höchstwert Jahres-Primärenergiebedarf gemäß EnEV 2014 bis 2016

## Schritt 1: Gebäudeentwurf

- Ausrichtung (Orientierung)
- Geometrie (Abmessungen)
- Bauteilflächen

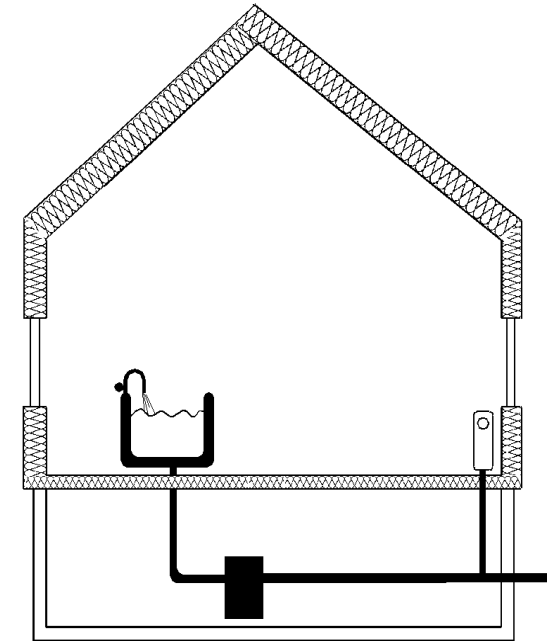


## Schritt 2: Berechnung von $Q_{P,Referenz}$ mit Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. Referenzanforderungen



$$Q_{P,max} = Q_{P,Referenz}$$

## Schritt 3: Berechnung von $Q_{P,vorh}$ mit Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. tatsächlicher Ausführung

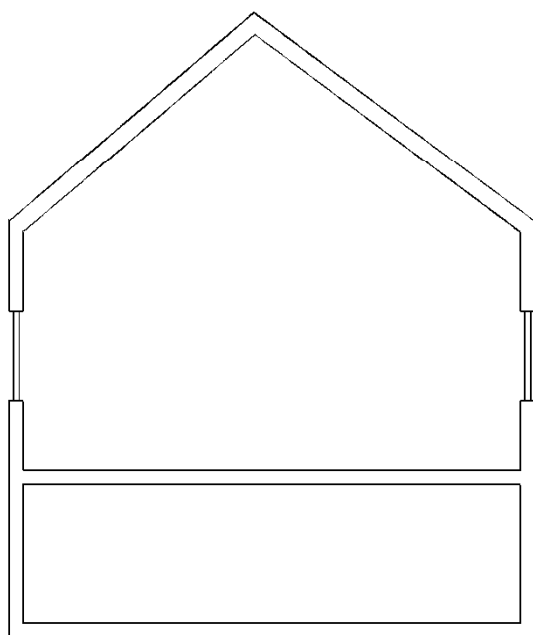


$$Q_{P,vorh}$$

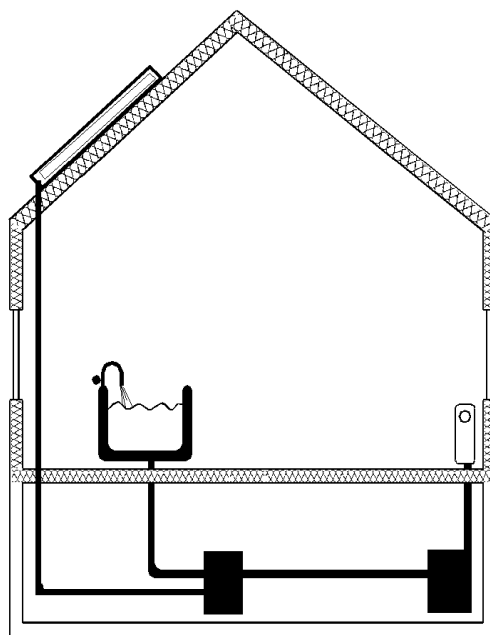
# Höchstwert Jahres-Primärenergiebedarf gemäß EnEV 2014 ab 2016

## Schritt 1: Gebäudeentwurf

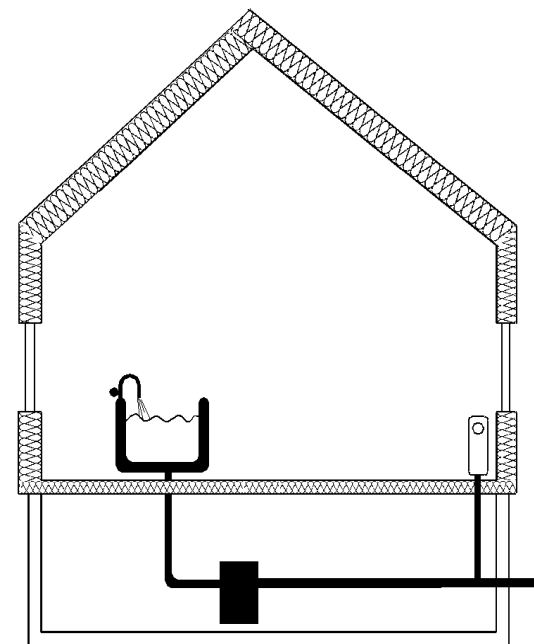
- Ausrichtung (Orientierung)
- Geometrie (Abmessungen)
- Bauteilflächen



## Schritt 2: Berechnung von $Q_{P,Referenz}$ mit Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. Referenzanforderungen minus 25%



## Schritt 3: Berechnung von $Q_{P,vorh}$ mit Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. tatsächlicher Ausführung



$$Q_{P,max} = 0,75 * Q_{P,Referenz} \geq$$

$$Q_{P,vorh}$$

# Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts bei **Wohngebäuden bis 2016**

Zeile	Gebäudetyp		Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts
1	Freistehendes Wohngebäude	mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	$H_T' = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
		mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	$H_T' = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2	Einseitig angebautes Wohngebäude		$H_T' = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
3	alle anderen Wohngebäude		$H_T' = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
4	Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß §9 Abs. 5		$H_T' = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

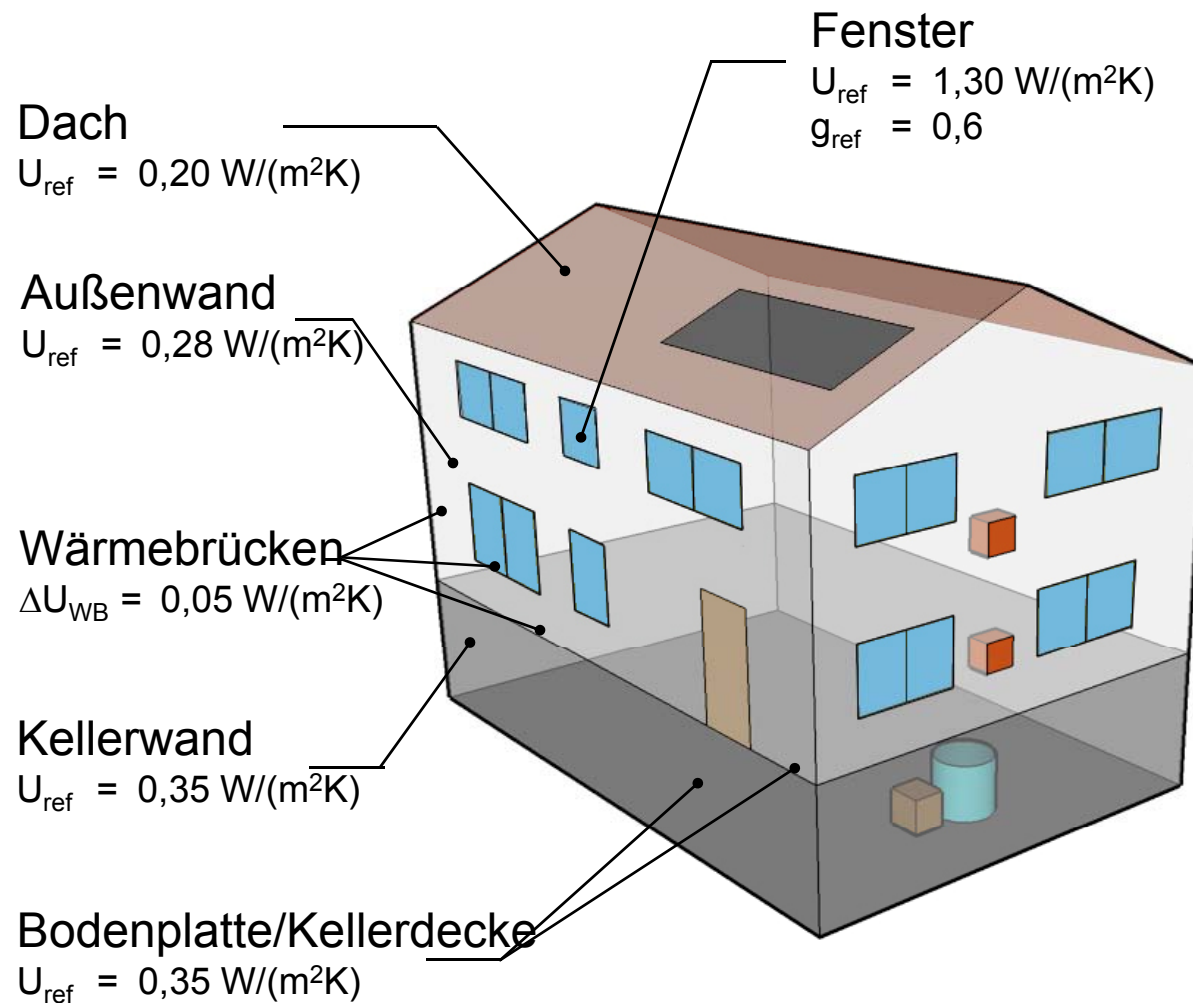
# Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts bei **Wohngebäuden ab 2016**

$$H_{T \text{ max } 2016}' = H_{T \text{ Referenzgebäude } 2009}'$$

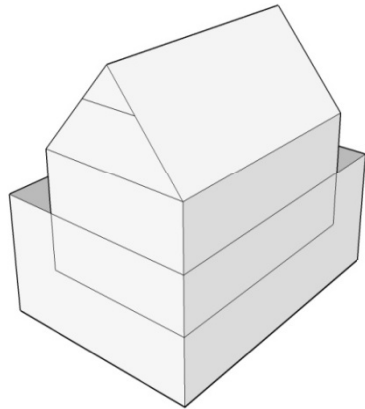
Der spezifische Transmissionswärmeverlust darf dabei die Höchstwerte der Anforderung gemäß EnEV 2009 (vorherige Tabelle) nicht überschreiten!

# Referenzbautechnik für Wohngebäude – EnEV 2009

## Ist die Nebenanforderung baulicher Wärmeschutz $H_T'$ in 2016



# Beispielgebäude für Berechnungsvarianten

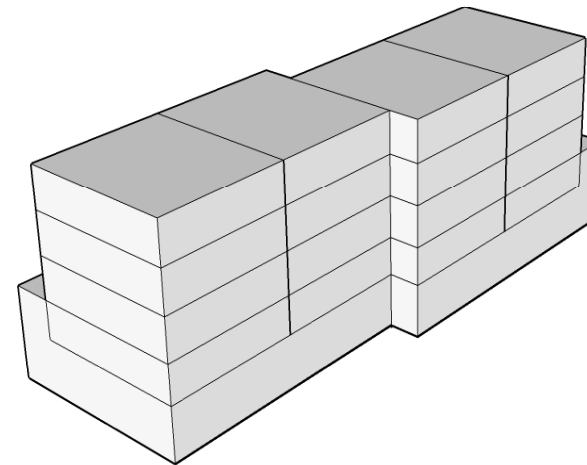


## Freistehendes Einfamilienhaus 1,5-geschossig

beheiztes Volumen

$V_e$	458	$m^3$
Nutzfläche $A_N$	147	$m^2$

$Q_{P,max,2014}$	81,2	$kWh/(m^2a)$
$Q_{P,max,2016}$	60,9	$kWh/(m^2a)$
$H_{T,max,2014}$	0,4	$W/(m^2K)$
$H_{T,max,2016}$	0,36	$W/(m^2K)$



## Mehrfamilienhaus

beheiztes Volumen

$V_e$	4158,0	$m^3$
Nutzfläche $A_N$	1330,6	$m^2$

$Q_{P,max,2014}$	56,8	$kWh/(m^2a)$
$Q_{P,max,2016}$	41,6	$kWh/(m^2a)$
$H_{T,max,2014}$	0,5	$W/(m^2K)$
$H_{T,max,2016}$	0,41	$W/(m^2K)$



# Randbedingungen zu Energiebedarfsberechnung

Primärenergiefaktor Strom:

$$f_{P,2014}=2,4$$

$$f_{P,2016}=1,8$$

Klimadatensatz:

Potsdam (neues Referenzklima)

# Berechnungsvarianten für ein Einfamilienhaus **EnEV 2014**

(DIN V 4108-6/DIN V 4701-10)  $Q_{p,max}=81,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ;  $H_{T'_{max}}=0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Variante		n [h <sup>-1</sup> ]	$\Delta U_{WB}$	$U_W / g$	$U_{AW}$	$U_D$	$U_G$	$H_{T'}$	$e_p$ [-]	$q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$q_e$	Effizienz- klasse
				[W/(m <sup>2</sup> K)]								
1	Referenzausführung ( $f_P=2,4$ )	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,36	1,19	<b>81,2</b>	68,3	B
2	Wärmebrücken detailliert	0,55	<b>0,02</b>	1,3/0,60	<b>0,35</b>	<b>0,24</b>	<b>0,34</b>	0,36	1,19	<b>81,0</b>	68,1	B
3	ohne Abluftanlage	<b>0,6</b>	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,36	1,15	<b>80,9</b>	69,3	B
4	Sole/ Wasser-Wärmepumpe	0,55	0,05	1,3/0,60	<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	0,72	54,4	22,7	A+
5	EEWärmeG (Ersatzmaßnahme) (Wärmeschutz und LA m. WRG)	<b>0,6</b>	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,20</b>	0,20	<b>0,26</b>	0,26	1,25	<b>68,3</b>	55,6	B
6	KfW Effizienzhaus 70 (Wärmeschutz)	0,55	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	0,22	1,24	<b>56,6</b>	46,3	A
7	KfW Effizienzhaus 55 (Wärmeschutz und LA m. WRG)	<b>0,6</b>	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	0,22	0,90	<b>43,4</b>	32,7	A
8	KfW Effizienzhaus 40 (Biom. WE, Wärmeschutz und LA m. WRG)	<b>0,6</b>	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,18</b>	<b>0,20</b>	0,49	22,1	38,3	A

# Berechnungsvarianten für ein Einfamilienhaus **EnEV 2016**

(DIN V 4108-6/DIN V 4701-10)  $Q_{p,max} = 58,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ;  $H_{T,max} = 0,36 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

**-25 %**

Variante		n [h <sup>-1</sup> ]	$\Delta U_{WB}$	$U_W / g$	$U_{AW}$	$U_D$	$U_e$	$H_T'$	$e_p$ [-]	$q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$q_e$	Effizienz- klasse	
					[W/(m <sup>2</sup> K)]								
1	Referenzausführung ( $f_P=1,8$ )	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,36	1,15	78,4	68,3		

# Berechnungsvarianten für ein Einfamilienhaus **EnEV 2016**

(DIN V 4108-6/DIN V 4701-10)  $Q_{p,max}=58,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ;  $H_{T'_{max}}=0,36 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Variante		n [h <sup>-1</sup> ]	$\Delta U_{WB}$	$U_W / g$	$U_{AW}$	$U_D$	$U_G$	$H_{T'}$	$e_p$ [-]	$q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$q_e$	Effizienz- klasse
				[W/(m <sup>2</sup> K)]								
1	Referenzausführung ( $f_P=1,8$ )	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,36	1,15	78,4	68,3	
2	verbesserter Wärmeschutz	0,55	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,30</b>	0,25	1,18	<b>58,7</b>	50,6	B

# Berechnungsvarianten für ein Einfamilienhaus **EnEV 2016**

(DIN V 4108-6/DIN V 4701-10)  $Q_{p,max}=58,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ;  $H_{T,max}'=0,36 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Variante		n [h <sup>-1</sup> ]	$\Delta U_{WB}$	$U_W / g$	$U_{AW}$	$U_D$	$U_G$	$H_T'$	$e_p$ [-]	$q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$q_e$	Effizienz- klasse
				[W/(m <sup>2</sup> K)]								
1	Referenzausführung ( $f_P=1,8$ )	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,36	1,15	78,4	68,3	
2	verbesserter Wärmeschutz	0,55	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,30</b>	0,25	1,18	<b>58,7</b>	50,6	B
3	verbesserter Wärmeschutz und Lüftungsanlage mit WRG	<b>0,6</b>	<b>0,02</b>	1,3/0,60	<b>0,28</b>	<b>0,17</b>	<b>0,35</b>	0,32	0,91	<b>58,5</b>	49,5	A
4	Sole/ Wasser- Wärmepumpe	<b>0,55</b>	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	<b>0,36</b>	0,59	40,0	22,2	A+

# Berechnungsvarianten für ein Einfamilienhaus **EnEV 2016**

(DIN V 4108-6/DIN V 4701-10)  $Q_{p,max}=58,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ;  $H_{T,max}=0,36 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Variante		n [h <sup>-1</sup> ]	$\Delta U_{WB}$	$U_W / g$	$U_{AW}$	$U_D$	$U_G$	$H_{T'}$	$e_p$ [-]	$q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$q_e$	Effizienz- klasse
		[W/(m <sup>2</sup> K)]										
1	Referenzausführung ( $f_P=1,8$ )	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,36	1,15	78,4	68,3	
2	verbesserter Wärmeschutz	0,55	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,30</b>	0,25	1,18	<b>58,7</b>	50,6	B
3	verbesserter Wärmeschutz und Lüftungsanlage mit WRG	<b>0,6</b>	<b>0,02</b>	1,3/0,60	<b>0,28</b>	<b>0,17</b>	<b>0,35</b>	0,32	0,91	<b>58,5</b>	49,5	A
4	Sole/ Wasser- Wärmepumpe	<b>0,55</b>	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	<b>0,36</b>	0,59	40,0	22,2	A+

# Berechnungsvarianten für ein Mehrfamilienhaus **EnEV 2014**

(DIN V 4108-6/DIN V 4701-10)  $Q_{p,max}=56,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ;  $H_{T'_{max}}=0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

$Q_{p,max,2009}=60,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Variante		n [h <sup>-1</sup> ]	$\Delta U_{WB}$	$U_W / g$	$U_{AW}$	$U_D$	$U_G$	$H_{T'}$	$e_p$ [-]	$q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$q_e$	Effizienz- klasse
				[W/(m <sup>2</sup> K)]								
1	Referenzausführung ( $f_P=2,4$ )	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,41	1,13	<b>56,8</b>	49,1	A
2	Wärmebrücken detailliert	0,55	<b>0,02</b>	1,3/0,60	<b>0,32</b>	<b>0,25</b>	0,35	0,41	1,13	<b>56,6</b>	48,9	A
3	ohne Abluftanlage	<b>0,6</b>	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	<b>0,32</b>	0,41	1,07	<b>56,6</b>	50,3	B
4	Sole/ Wasser-Wärmepumpe	0,55	0,05	1,3/0,60	<b>0,36</b>	<b>0,30</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	0,66	38,6	16,1	A+
5	EEWärmeG (Ersatzmaßnahme) (Wärmeschutz und LA m. WRG)	<b>0,6</b>	0,05	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,20</b>	0,20	0,35	0,33	1,03	<b>48,2</b>	39,8	A
6	KfW Effizienzhaus 70 (Wärmeschutz und LA m. WRG)	<b>0,6</b>	0,05	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,24</b>	0,20	0,35	0,35	0,82	<b>39,5</b>	31,8	A
7	KfW Effizienzhaus 55 (Wärmeschutz und LA m. WRG)	<b>0,6</b>	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,18</b>	0,26	0,77	<b>31,2</b>	24,2	A+
8	KfW Effizienzhaus 40 (Biom. WE, Wärmeschutz und LA m. WRG)	<b>0,6</b>	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,20</b>	<b>0,23</b>	0,35	13,0	27,0	A+

# Berechnungsvarianten für ein Mehrfamilienhaus **EnEV 2016**

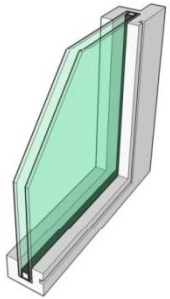
(DIN V 4108-6/DIN V 4701-10)  $Q_{p,max}=41,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ;  $H_{T,max}'=0,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Variante		n [h <sup>-1</sup> ]	$\Delta U_{WB}$	$U_W / g$	$U_{AW}$	$U_D$	$U_G$	$H_T'$	$e_p$ [-]	$q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	$q_e$	Effizienz- klasse
				[W/(m <sup>2</sup> K)]								
1	Referenzausführung ( $f_P=1,8$ )	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	0,41	1,10	55,5	49,1	
2	verbesserter Wärmeschutz	0,55	<b>0,02</b>	<b>0,90/0,55</b>	<b>0,18</b>	<b>0,15</b>	<b>0,30</b>	0,28	1,06	<b>41,6</b>	36,3	A
3	Lüftungsanlage mit WRG	<b>0,6</b>	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	<b>0,41</b>	0,77	41,0	34,8	A
4	Sole/ Wasser- Wärmepumpe	0,55	0,05	1,3/0,60	0,28	0,20	0,35	<b>0,41</b>	0,60	30,4	16,9	A+



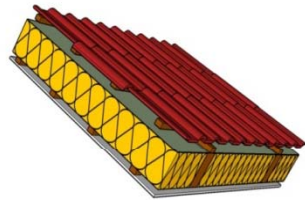
# Möglicher baulicher Wärmeschutz in 2016

## Bei Einsatz von Fernwärme, Wärmepumpe, Pellet, ...

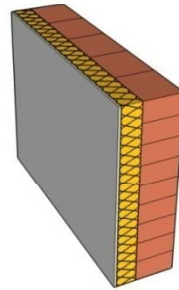


2fach-

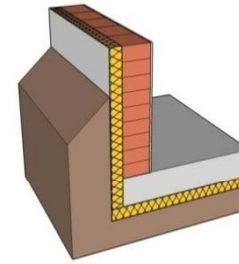
Wärmedämmglas



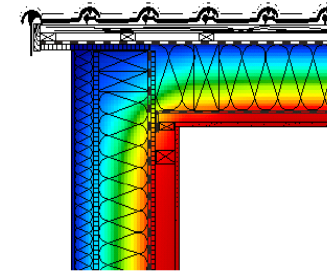
$d_{\text{Dämm}} = 18 - 20 \text{ cm}$



$d_{\text{Dämm}} = 12 - 14 \text{ cm}$

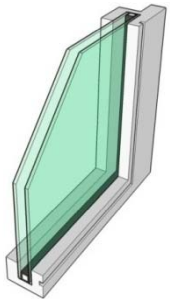


$d_{\text{Dämm}} = 10 - 12 \text{ cm}$



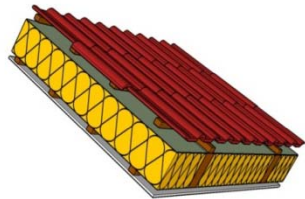
$\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## Bei Einsatz von Gas-Brennwert + Solaranlage (wie 2009)

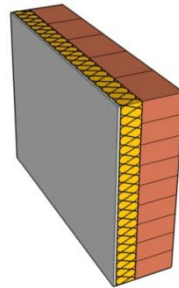


3fach-

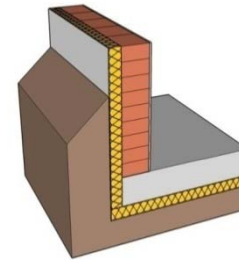
Wärmedämmglas



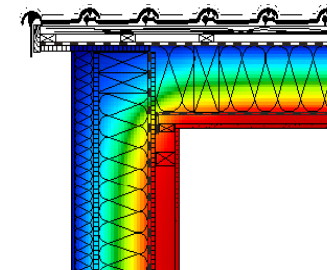
$d_{\text{Dämm}} = 25 - 30 \text{ cm}$



$d_{\text{Dämm}} = 16 - 20 \text{ cm}$



$d_{\text{Dämm}} = 12 - 14 \text{ cm}$



$\Delta U_{\text{WB}} = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Nachweis der Anforderungen nach Energieeinsparverordnung gem. DIN V 4108-6/DIN V 4701-10 - Wohngebäude - EnEV 2014 - zu errichtendes Gebäude							
<b>Objekt:</b> Beispielgebäude Einfamilienhaus							
<b>1. Gebäudedaten</b>							
1	Volumen (Außenmaß) [m <sup>3</sup> ]	$V_a = 669,00$	$f_G = 0,32$ wenn $2,5 < h_G < 3$ sonst $= 1/h_G - 0,04 \text{ m}^{-1}$				
2	Geschosshöhe [m]	$h_G = 2,75$	$f_G = 0,32$				
	Nutzfläche [m <sup>2</sup> ]	$A_N = f_G \cdot V_a = 0,32 \cdot 669,00 = 214,1$					
	Anzahl Wohneinheiten [-]	$n_{WE} = \text{Gebäude bis zu 2 Wohneinheiten}$					
<b>2. Wärmeverlust</b>							
<b>2.1 Transmissionswärmeverlust [W/K]</b>							
5	Bauteil	Kurzbezeichnung	Fläche $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	Wärmedurchgangskoeffizient $U_i$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Temperaturkorrekturfaktor $F_{xi}$ [-]	$U_i \cdot A_i \cdot F_{xi}$ [W/K]	
6		AW 1	30,30	0,20	6,06	1	6,06
7		AW 2	23,20	0,20	4,66	1	4,66
8							
9							
10							
11	Außenwand						
12	(Orientierung siehe Zeilen 87)						
13							
14							
15							
16							
17		AW 12					
18		W 1	5,50	1,30	7,15	1	7,15
19		W 2	12,50	1,30	16,25	1	16,25
20	Fenster, Fenstertüren	W 3	13,20	1,30	17,16	1	17,16
21	(Orientierung: siehe Zeilen 73-78)	W 4				1	
22		W 5				1	
23		W 6				1	
24	Dachflächenfenster	W 7				1	
25	(Orientierung: siehe Zeilen 79-82)	W 8				1	
26		W 9				1	
27		W 10				1	
28	Haustür	T 1	2,10	1,80	3,78	1	3,78
29	(Orientierung/Neigung: siehe Zeilen 99-100)	T 2				1	
30		D 1	84,90	0,18	15,28	1	15,28
31		D 2				1	
32		D 3				1	
33		D 4				1	
34	Dach	D 5				1	
35	(Orientierung/Neigung: siehe Zeilen 101-108)	D 6				1	
36		D 7				1	
37		D 8				1	

# Excel-Tool zur EnEV 2014 unter [www.bpy.uni-kassel.de](http://www.bpy.uni-kassel.de)

4. Wirksame Wärmespeicherfähigkeit [Wh/K]			
113	wirksame leichte Bauart <sup>7)</sup>	$C_{w,eff} = 15 \cdot V_a = 15 \cdot 669,00 = 10035$	$C_{w,eff} = 10035$
115	Wärmespeicherfähigkeit für Ausnutzungsgrad:	$C_{w,eff} = 50 \cdot V_a = 50 \cdot 669,00 = 33450$	$C_{w,eff} = 33450$
116	detaillierte Ermittlung <sup>7)</sup> - volumenbezogener Wert	$[Wh/(m^3K)] C_{w,eff} / V_a = 10035 / 669,00 = 15$	
117	wirksame leichte Bauart <sup>7)</sup>	$C_{w,eff,NA} = 12 \cdot V_a = 12 \cdot 669,00 = 8028$	$C_{w,eff,NA} = 8028$
118	Wärmespeicherfähigkeit bei Nachtabschaltung:	$C_{w,eff,NA} = 18 \cdot V_a = 18 \cdot 669,00 = 12042$	$C_{w,eff,NA} = 12042$
119	detaillierte Ermittlung <sup>7)</sup> - volumenbezogener Wert	$[Wh/(m^3K)] C_{w,eff,NA} / V_a = 12042 / 669,00 = 18$	
<b>5. Jahres-Heizwärmebedarf [kWh/a]</b>			
121	Wärmeverlust ohne Nachtabschaltung <sup>8)</sup>	$Q_{h,M} = 0,024 \cdot (H_T + H_V) \cdot (19 \text{ °C} - \vartheta_{a,M}) \cdot t_M$	$[kWh/M] Q_{h,M} = 9.404,91$
122	Wärmeverlust bei 7 h Nachtabschaltung:	gemäß DIN V 4108-6 Anhang C	$[kWh/M] Q_{h,M} = 9.404,91$
123	WärmegeWINN/-verlustverhältnis:	$\gamma_M = (Q_{s,LM} + Q_{h,M}) / (Q_{h,M} - Q_{s,o,LM})$	$[-] \gamma_M = 1,07$
124	Ausnutzungsgrad WärmegeWINNE:	$\eta_M = (1 - \gamma_M^2) / (1 - \gamma_M^2)$	$[-] \eta_M = 1,07$
125	Jahres-Heizwärmebedarf:	$Q_{h,M} = Q_{h,M} - Q_{s,o,M} \cdot \eta_M \cdot (Q_{s,LM} + Q_{h,M})$	$Q_{h,M} = 60,17$
126	Flächenbezogener	$Q_h = \sum (Q_{h,i})_{pos}$	$[kWh/a] Q_h = 43,93$
127		$Q_h = Q_h / A_N$	$[W/(m^2K)] Q_h = 0,31$
128			$[K] H_{T,vorh} = 0,31$
129			$[K] H_{T,max} = 0,40$
<b>7. Ermittlung der Primärenergieaufwandszahl gemäß DIN 4701 - 10 Anhang A (Berechnungsblätter) oder Anhang C (Diagramme)</b>			
132	Anlagen-Aufwandszahl (primärenergiebezogen):		$[-] e_p = 1,07$
133	Anlagentyp: Anlage 1 - Brennwert-Kessel und solar unterstützte Trinkwassererwärmung		
<b>8. Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Gebäudenutzfläche [kWh/(m<sup>2</sup>a)]</b>			
135	vorhandener Jahres-Primärenergiebedarf:	$Q_{p,vorh} = e_p \cdot (Q_h + 12,5 \text{ kWh/(m}^2\text{a)})$	$[kWh/(m^2a)] Q_{p,vorh} = 60,17$
136	zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	$Q_{p,zul} = 1,07 \cdot (43,93 + 12,5)$	$[kWh/(m^2a)] Q_{p,zul} = 68,08$
137	der zulässige Wert entspricht dem Berechnungsergebnis des Referenzgebäudes		$[kWh/(m^2a)] Q_{p,max} = 68,08$
138		$Q_{p,vorh} = 60,17 \text{ kWh/(m}^2\text{a)} \leq 68,08 \text{ kWh/(m}^2\text{a)} = Q_{p,max}$	

<sup>7)</sup> leichte Bauart: Holztafelbauart ohne massive Innenbauteile, Gebäude mit abgehängten Decken  
schwere Bauart: Gebäude mit massiven Innen- und Außenbauteilen ohne abgehängte Decken  
detaillierte Ermittlung: wenn alle Innen- und Außenbauteile festgelegt sind. Hier ist der volumenbezogene Wert anzugeben.  
<sup>8)</sup> Die Berechnung ohne Nachtabschaltung ist eine informative Option und für den Nachweis EnEV nicht zulässig.  
<sup>9)</sup> Der flächenbezogene Bedarf wird allgemein mit Q'' oder mit q gekennzeichnet.

# Begleitgutachten zur EnEV-Novellierung

Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit der EnEV 2012 – Anforderungsmethodik, Regelwerk und Wirtschaftlichkeit

(BMVBS-Online-Publikation, Nr. 05/2012)

Ergänzungsuntersuchungen zum Wirtschaftlichkeitsgutachten für die Fortschreibung der Energieeinsparverordnung

(BMVBS-Online-Publikation, Nr. 30/2012)

Bearbeitung:

- Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH, Kassel (Projektleitung)
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abt. Wärmetechnik, Stuttgart
- ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung, Dresden
- schiller-engineering, Hamburg

# Verfahren der Energiebedarfsberechnung

Wohngebäude: DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10

Nichtwohngebäude: DIN V 18599

## Randbedingungen zu Energiebedarfsberechnung

Primärenergiefaktor Strom:  $f_{P,2016} = 1,8$

Klimadatensatz: Potsdam (neues Referenzklima)

## **Verfahren für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen**

Beurteilungsverfahren: Amortisationszeit  
(Kriterium zur Risikoabschätzung des Kapitaleinsatzes)

Ziel: Amortisationsdauer < Nutzungsdauer

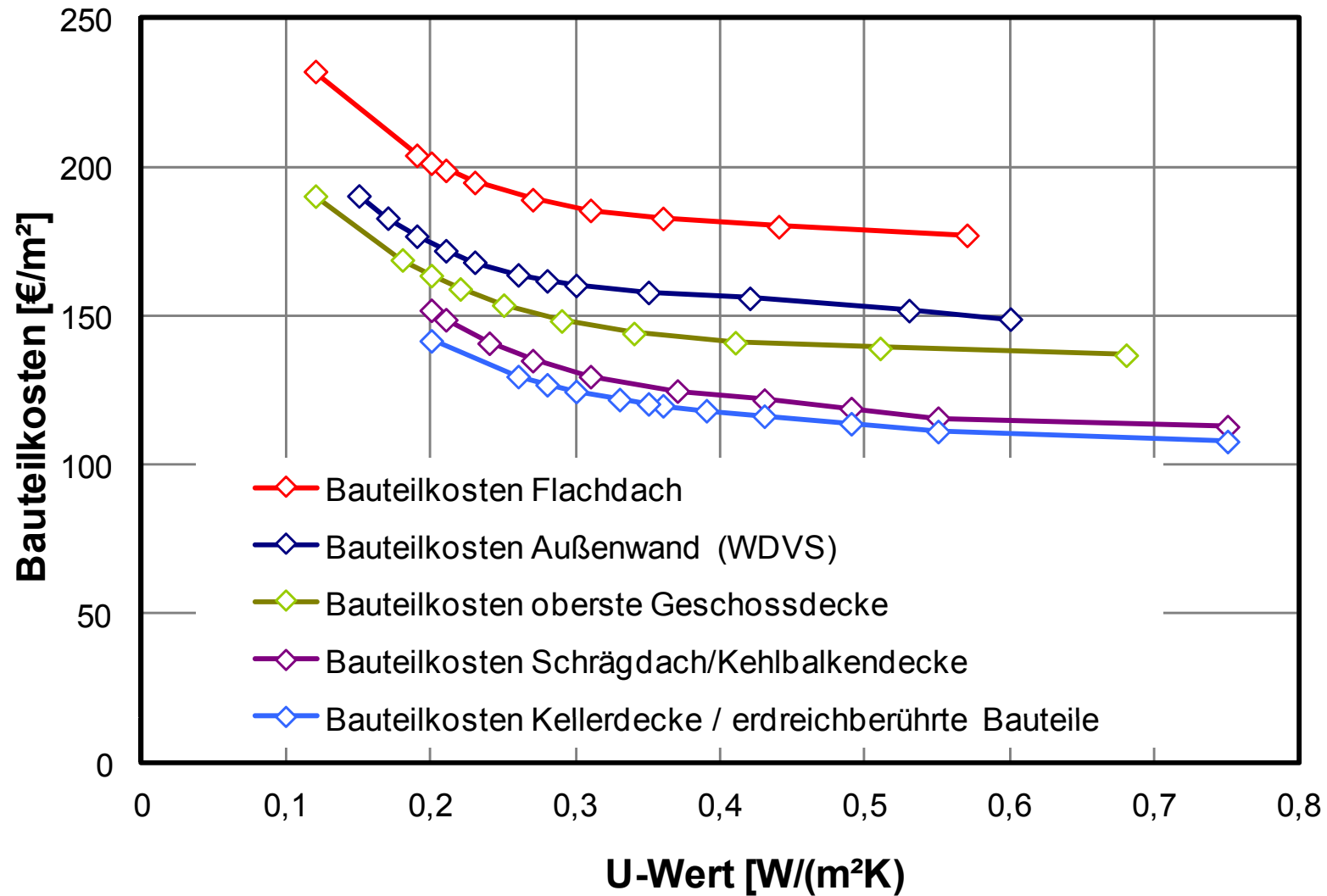
## **Randbedingungen zu Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen**

Angenommene mittlere Nutzungsdauer beträgt 20 Jahre

Energiepreissteigerung: 1,3 % (inflationsbereinigt)

Kapitalzins: 3,5 %

# Bauteilkosten – opake Bauteile



## Bauteilkosten - Fenster

U-Wert	[W/(m <sup>2</sup> K)]	1,3	0,95
Bauteilkosten	[€/m <sup>2</sup> ]	251	301

## Planungsmehrkosten Wärmebrücken

1.000 €

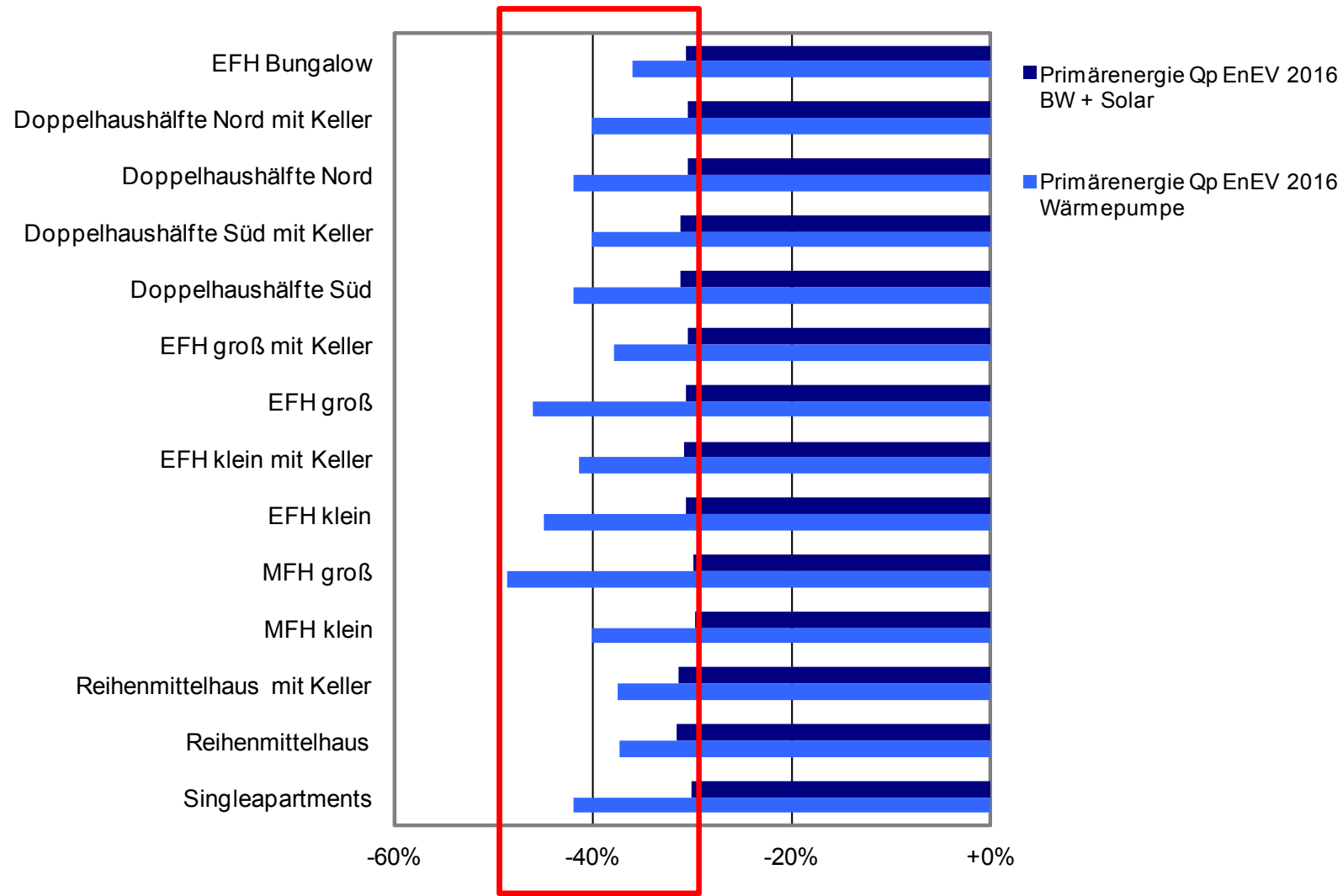
## Mehrkosten L/W-Wärmepumpe ggü. Brennwert+Solar

EFH: 3.200 bis 6.400 €

## Mehrkosten geregelte ggü. unregelte Abluftanlage

EFH: 1.000 €    MFH: 600 €/WE

# Reduktion des Jahres-Primärenergiebedarfs



2016 ca. 30 – 40 %



# Investitionsmehrkosten Wohngebäude EnEV 2014

	Mehrkosten 2016		Mehrkosten 2016 (Bez. A <sub>N</sub> )	
	BW + Solar	Wärmepumpe	BW + Solar	Wärmepumpe
EFH Bungalow	7154 €	2449 €	56 €/m <sup>2</sup>	19 €/m <sup>2</sup>
DHH Nord mit Keller	7070 €	2099 €	29 €/m <sup>2</sup>	9 €/m <sup>2</sup>
DHH Nord	6582 €	4237 €	40 €/m <sup>2</sup>	26 €/m <sup>2</sup>
DHH Süd mit Keller	7107 €	2231 €	30 €/m <sup>2</sup>	9 €/m <sup>2</sup>
Doppelhaushälfte Süd	6378 €	4059 €	39 €/m <sup>2</sup>	25 €/m <sup>2</sup>
EFH groß mit Keller	10669 €	-1024 €	26 €/m <sup>2</sup>	-3 €/m <sup>2</sup>
EFH groß	8313 €	7072 €	28 €/m <sup>2</sup>	24 €/m <sup>2</sup>
EFH klein mit Keller	7426 €	2277 €	32 €/m <sup>2</sup>	10 €/m <sup>2</sup>
EFH klein	7427 €	5184 €	50 €/m <sup>2</sup>	35 €/m <sup>2</sup>
MFH groß	101399 €	50943 €	27 €/m <sup>2</sup>	13 €/m <sup>2</sup>
MFH klein	16645 €	3164 €	35 €/m <sup>2</sup>	7 €/m <sup>2</sup>
Reihenmittelhaus mit Keller	5898 €	1127 €	23 €/m <sup>2</sup>	4 €/m <sup>2</sup>
Reihenmittelhaus	6619 €	2803 €	34 €/m <sup>2</sup>	15 €/m <sup>2</sup>
Singleapartments	18311 €	7535 €	35 €/m <sup>2</sup>	15 €/m <sup>2</sup>

**Mittelwert**  
**35 €/m<sup>2</sup>**

**Mittelwert**  
**15 €/m<sup>2</sup>**

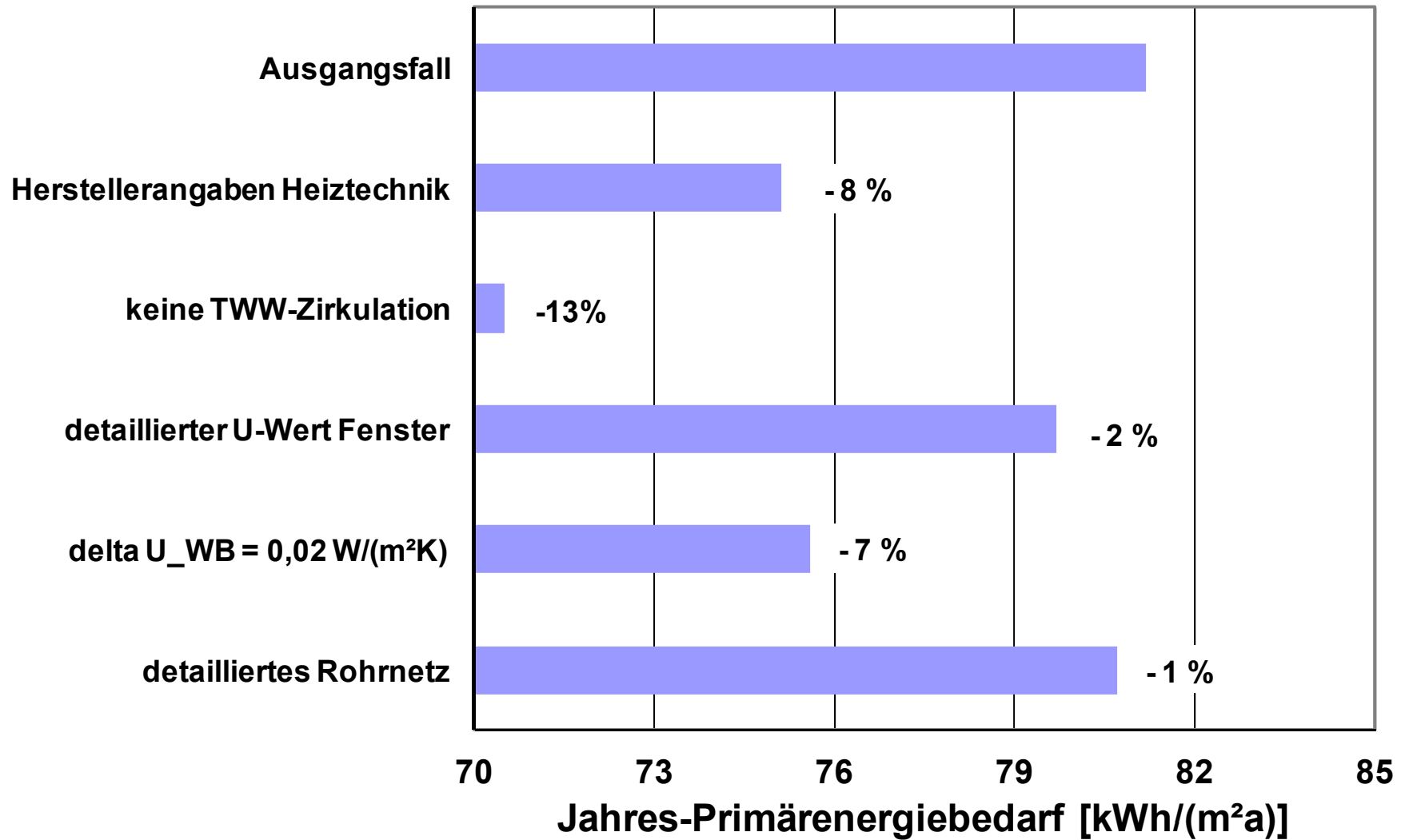
# Amortisationszeiten Wohngebäude EnEV 2014

	Anforderungen 2016	
	BW + Solar	Wärmepumpe
EFH Bungalow	55 a	keine Amortisation
DHH Nord mit Keller	42 a	46 a
DHH Nord	57 a	> 100 a
DHH Süd mit Keller	43 a	61 a
Doppelhaushälfte Süd	58 a	> 100 a
EFH groß mit Keller	34 a	sofort
EFH groß	33 a	52 a
EFH klein mit Keller	39 a	33 a
EFH klein	73 a	> 100 a
MFH groß	42 a	19 a
MFH klein	79 a	25a
Reihenmittelhaus mit Keller	41 a	> 100 a
Reihenmittelhaus	83 a	> 100 a
Singleapartments	> 100 a	56 a

# Deckungsfehlbeträge für eine Amortisationszeit von 20 a Wohngebäude EnEV 2014


	EnEV 2016	
	BW + Solar	Wärmepumpe
EFH Bungalow	27,9 €/m <sup>2</sup>	keine Angabe
DHH Nord mit Keller	12,1 €/m <sup>2</sup>	3,9 €/m <sup>2</sup>
DHH Nord	20,2 €/m <sup>2</sup>	19,6 €/m <sup>2</sup>
DHH Süd mit Keller	12,6 €/m <sup>2</sup>	4,9 €/m <sup>2</sup>
Doppelhaushälfte Süd	19,7 €/m <sup>2</sup>	19,1 €/m <sup>2</sup>
EFH groß mit Keller	8,7 €/m <sup>2</sup>	0,0 €/m <sup>2</sup>
EFH groß	8,6 €/m <sup>2</sup>	11,5 €/m <sup>2</sup>
EFH klein mit Keller	12,1 €/m <sup>2</sup>	3,1 €/m <sup>2</sup>
EFH klein	27,9 €/m <sup>2</sup>	24,3 €/m <sup>2</sup>
MFH groß	11,0 €/m <sup>2</sup>	0,0 €/m <sup>2</sup>
MFH klein	20,2 €/m <sup>2</sup>	1,1 €/m <sup>2</sup>
Reihenmittelhaus mit Keller	9,0 €/m <sup>2</sup>	2,9 €/m <sup>2</sup>
Reihenmittelhaus	19,9 €/m <sup>2</sup>	14,5 €/m <sup>2</sup>
Singleapartments	22,5 €/m <sup>2</sup>	7,3 €/m <sup>2</sup>
<b>Mittelwert</b>	<b>16,6 €/m<sup>2</sup></b>	<b>9,4 €/m<sup>2</sup></b>


# Verbesserungsmöglichkeiten – Beispielberechnung EFH



# Amortisationszeiten Wohngebäude EnEV 2014

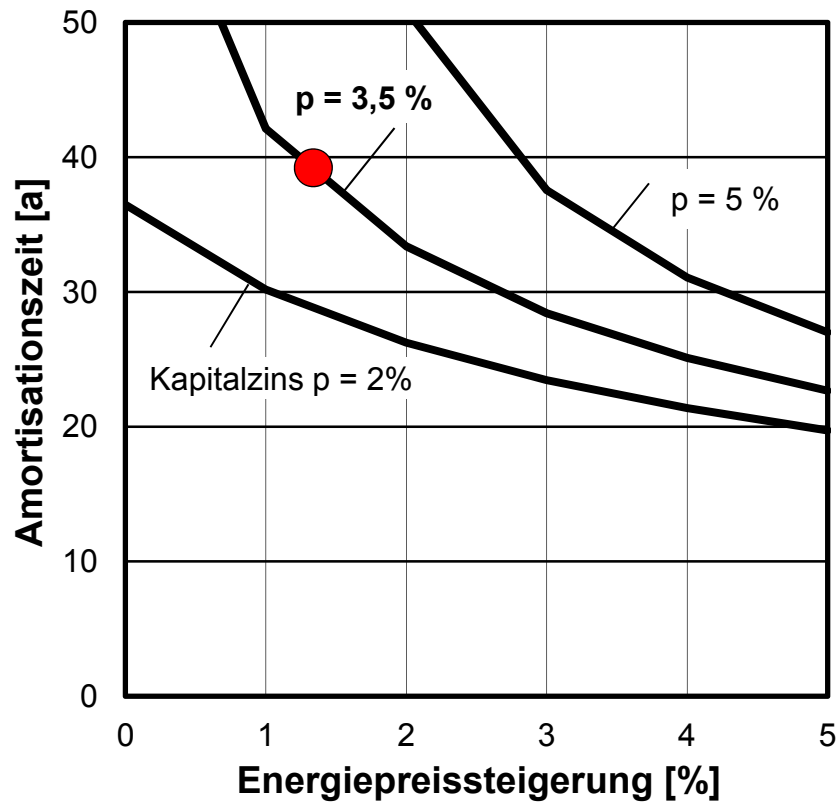
	Anforderungen 2016		Herstellerangaben Heiztechnik, ohne WW- Zirkulation
	BW + Solar	Wärmepumpe	BW + Solar
EFH Bungalow	55 a	keine Amortisation	
DHH Nord mit Keller	42 a	46 a	23 a
DHH Nord	57 a	> 100 a	
DHH Süd mit Keller	43 a	61 a	
Doppelhaushälfte Süd	58 a	> 100 a	
EFH groß mit Keller	34 a	sofort	23 a
EFH groß	33 a	52 a	
EFH klein mit Keller	39 a	33 a	
EFH klein	73 a	> 100 a	
MFH groß	42 a	19 a	
MFH klein	79 a	24,7 a	
Reihenmittelhaus mit Keller	41 a	> 100 a	20 a
Reihenmittelhaus	83 a	> 100 a	
Singleapartments	> 100 a	56 a	

 Amortisationszeit  
eingehalten

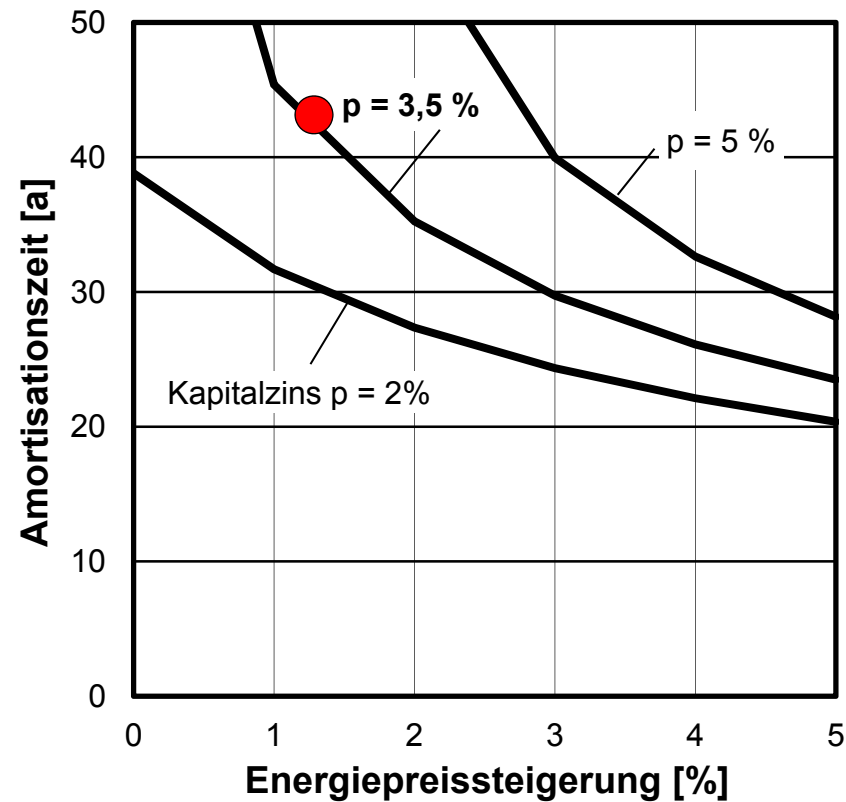
 Amortisationszeit  
etwas überschritten

# Einfluss der Energiepreissteigerung und des Zinssatzes auf die Amortisationszeit

## EFH klein - m. Keller



## DHH Nord - m. Keller

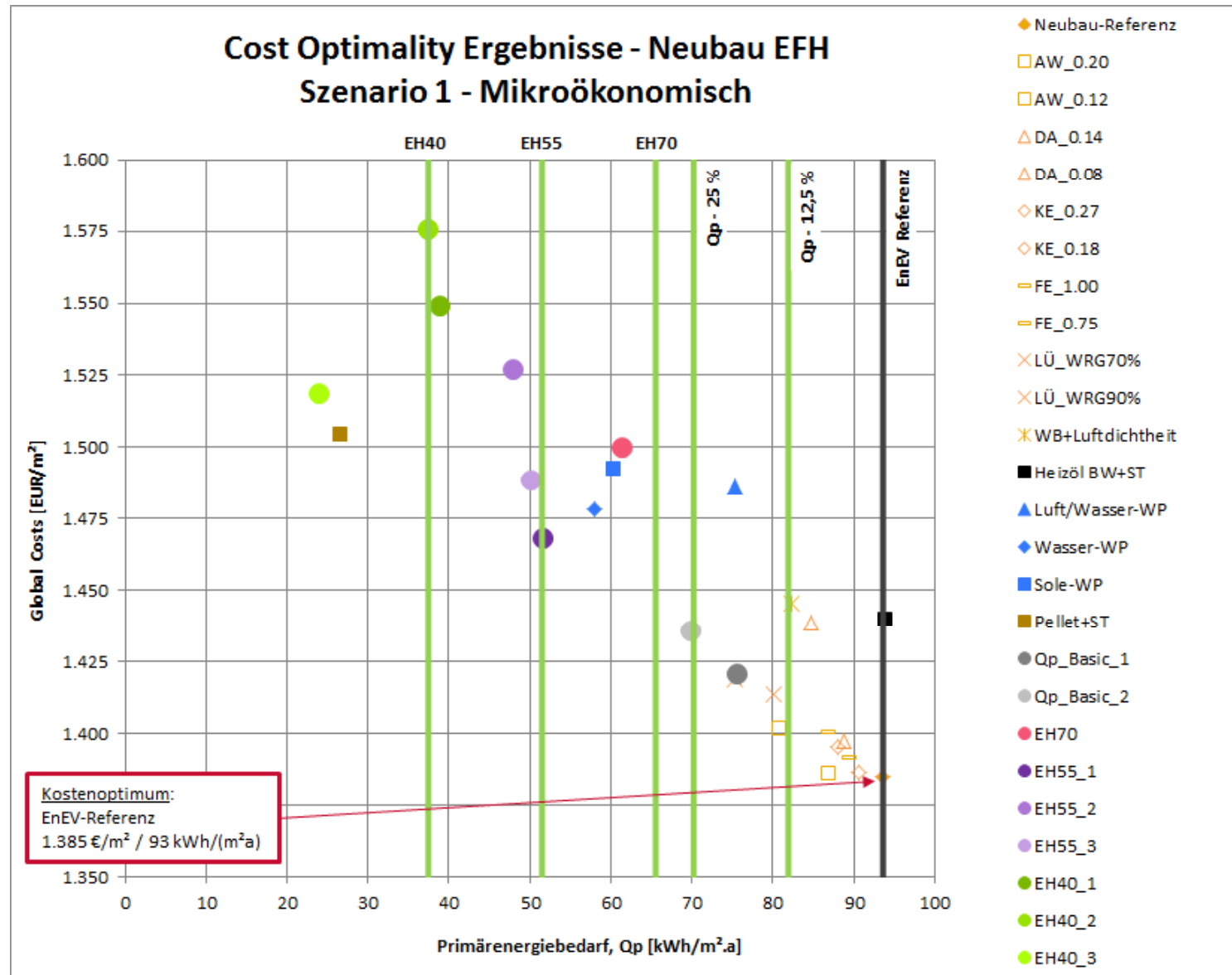


# Cost Optimality – Berechnungen (Neubau)

Parameter	Szenario 1	Szenario 2
Reale Energiepreissteigerung	Erdgas/FW 0,0 % bis 1,0 % Öl/Pellets 1,0 % bis 2,0 % Strom -0,2 % bis 0,6 % <sup>1</sup>	Erdgas/FW 2,8 % Öl/Pellets 2,8 % Strom 0,1 % bis 2,2 % <sup>2</sup>
Reale Kalkulationszinssätze	Mikroökonomisch: 3,5 % Makroökonomisch: 3,0 %	Mikroökonomisch: 1,3 % Makroökonomisch: 0,0 %

Quelle: Ecofys

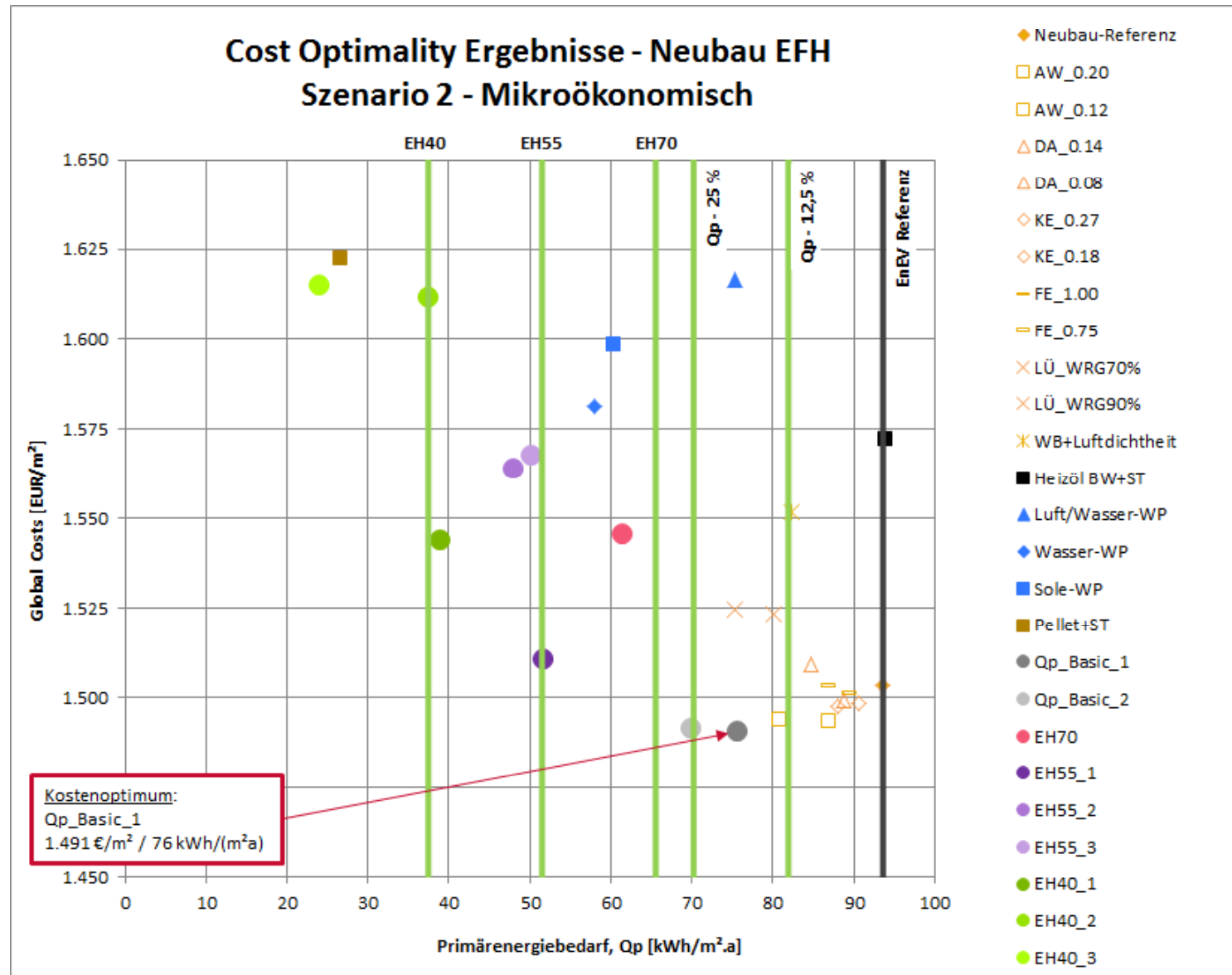
# Cost Optimality - Berechnungen



Quelle: Ecofys



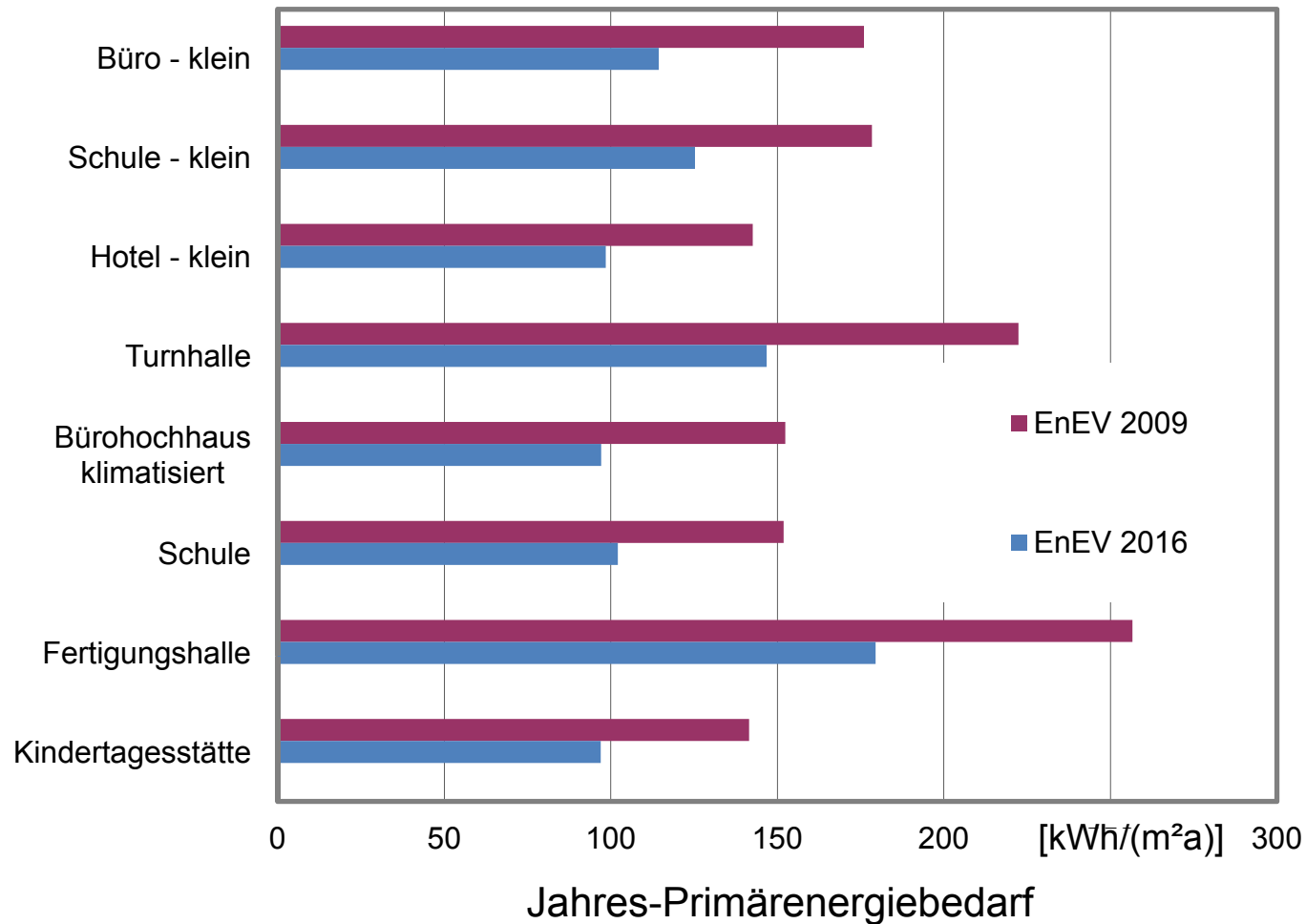
# Cost Optimality - Berechnungen



Quelle: Ecofys

# Neubau Nichtwohngebäude

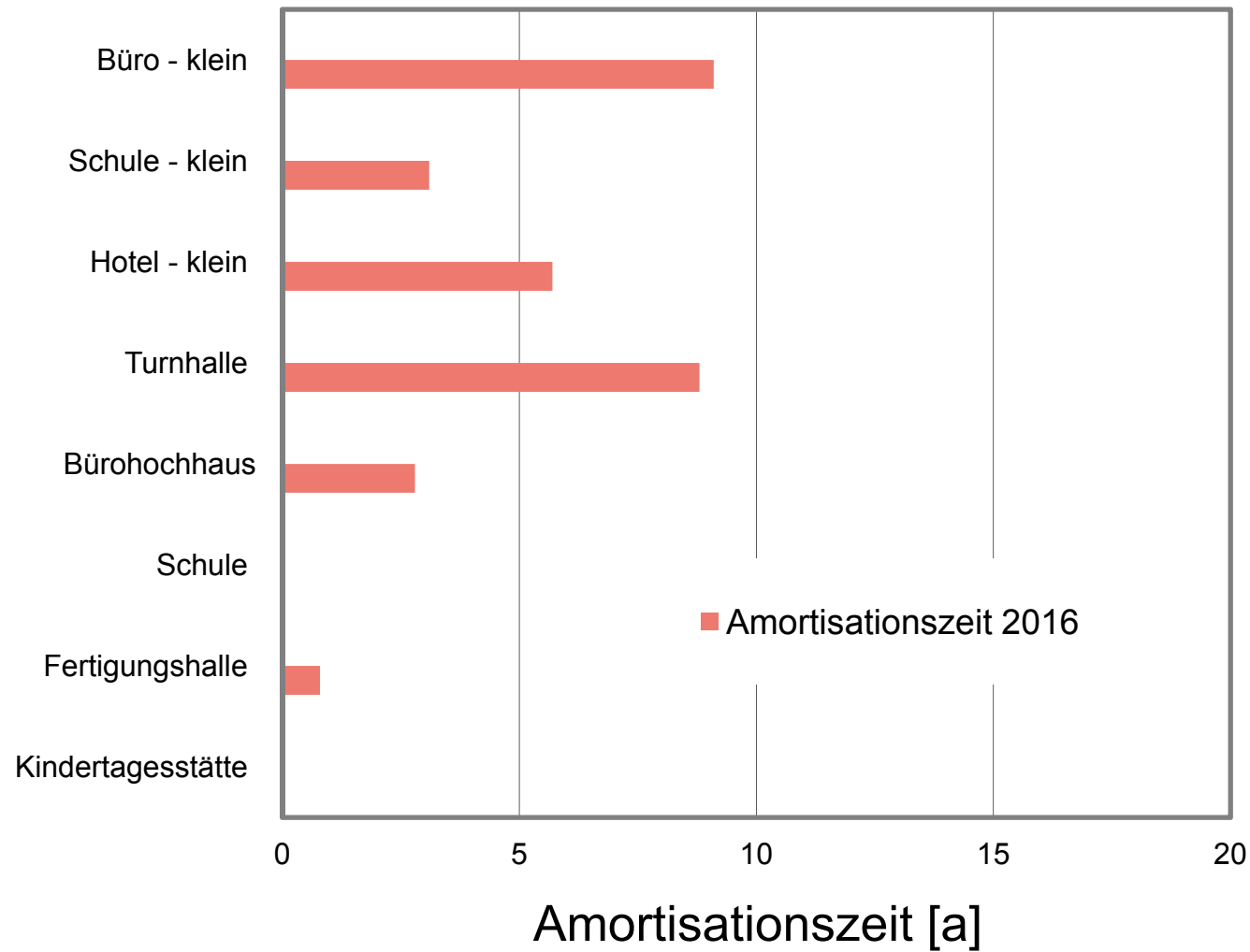
# Jahres-Primärenergiebedarf 2009 / 2016 für Nichtwohngebäude



Reduktionen

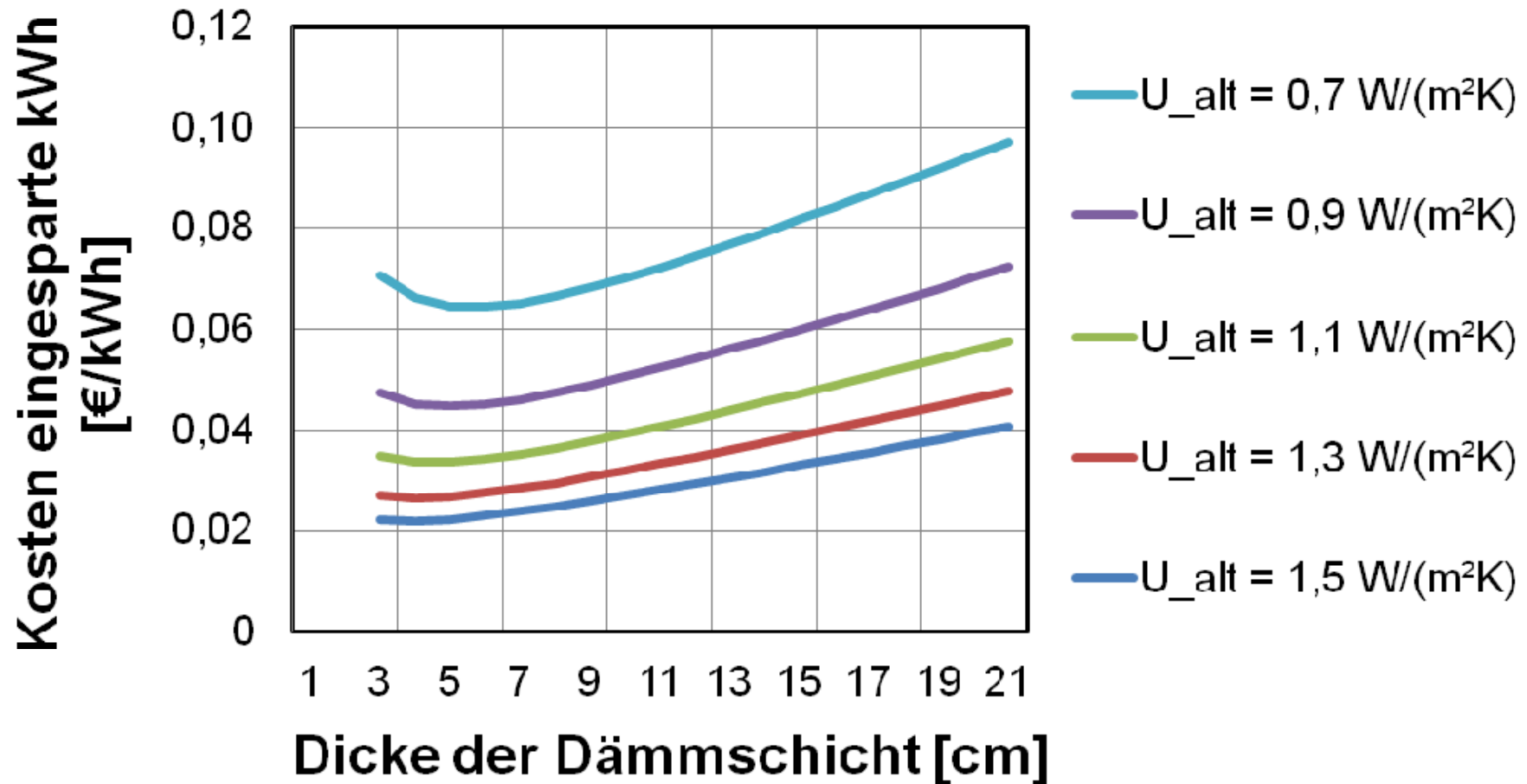
2009 – 2016: Ø 30 %

# Amortisationszeiten Nichtwohngebäude Anforderungen 2016

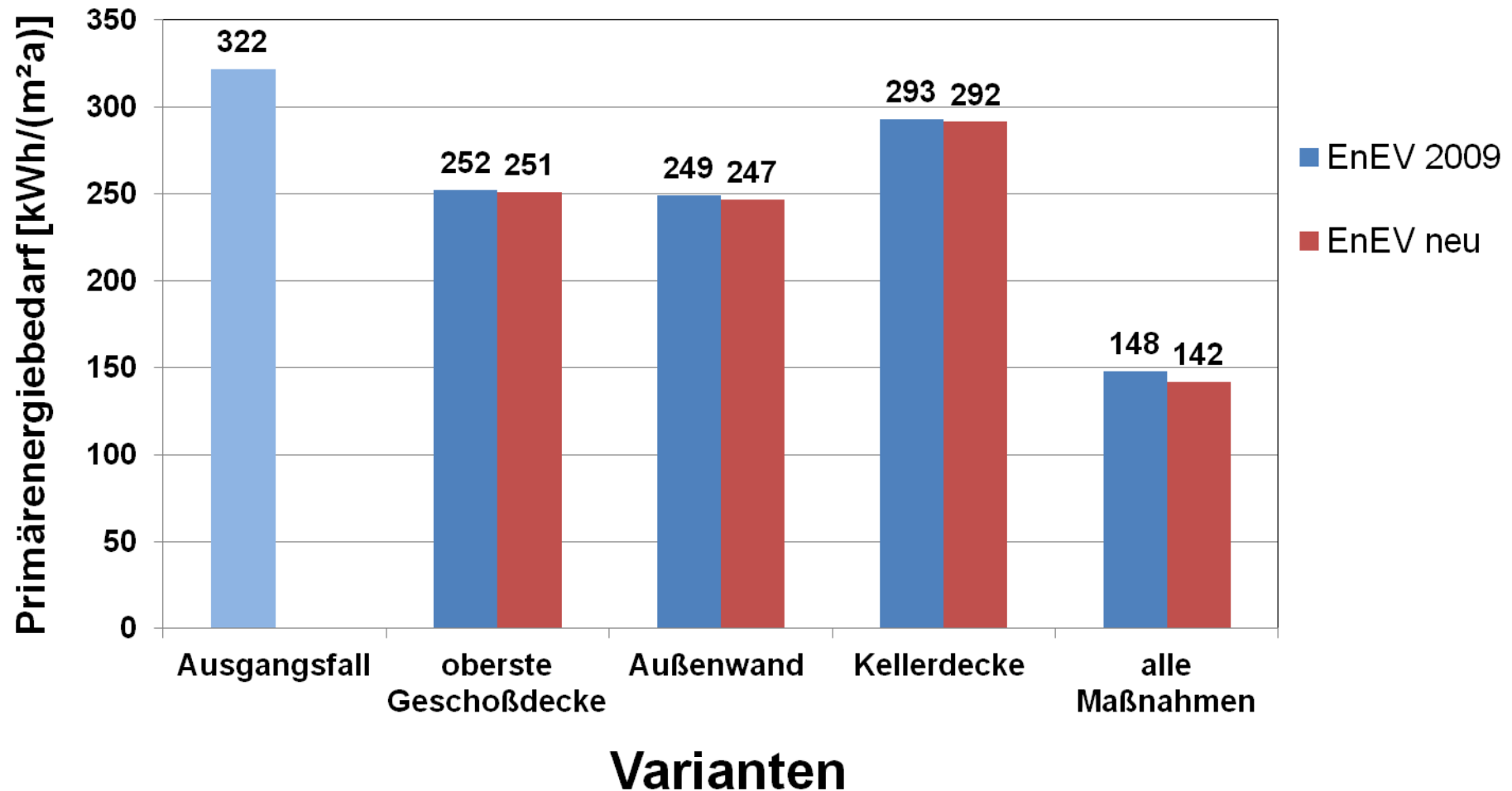


# Bestandsgebäude

Kosten der eingesparten Kilowattstunde für eine Außenwanddämmung (WDVS) bei unterschiedlichen Ausgangsniveaus (Betrachtungszeitraum 25 a; Zinssatz 3,47 %; Berücksichtigung energiebedingter Mehrkosten;  $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$ )



# Primärenergiebedarf für ein Mehrfamilienhaus der Baualtersklasse 1949-57 im Ausgangsfall und Einzelmaßnahmen beim Niveau der EnEV 2009 sowie Untersuchungen zu Verschärfungen



# Fazit

## Wohngebäude

- Das Anforderungsniveau 2016 ist bei den gewählten Randbedingungen als wirtschaftlich vertretbar einzustufen
- Bisherige Referenzanlagentechnik in Verbindung mit verbessertem Wärmeschutz auch in 2016 umsetzbar
- Potenziale für den Einsatz von (Luft/Wasser) Wärmepumpen zeichnen sich ab
- Verbesserte Lüftungstechnik kommt vermehrt zum Einsatz (Bedarfsführung)
- Bautechnische Detaillösungen (Wärmebrücken) gewinnen mehr an Bedeutung
- Bei der energetischen Modernisierung sollten fallweise individuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen angestellt werden – Potenziale über EnEV-Anforderungen hinaus sind vorhanden

## Nichtwohngebäude

- Die Wirtschaftlichkeit des Anforderungsniveaus 2016 ist gegeben
- Praktische Konsequenz wird der Einsatz erneuerbarer Energien bei der Gebäudebeheizung sein