

**Verband der Fenster- und Fassadenhersteller
Fachtagung Normung und Technik**

Energieeinsparverordnung 2009

Prof. Dr. Anton Maas



**U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T**

Von der EnEV 2007 zur EnEV 2009 – wesentliche Änderungen

Neubau:

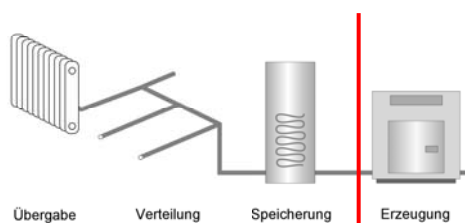
- Verschärfung der Anforderungen um rd. 30% bei Wohn- und Nichtwohngebäuden
- Einführung (Wohngebäude) bzw. Fortschreibung (Nichtwohngebäude) des Referenzgebäudeverfahrens
- Flankierende Einführung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG ab 1.1.2009
- Wegfall des „vereinfachten Verfahrens“ (Periodenbilanzierung) bei Wohngebäuden

Bestand:

- Verschärfung der Einzelanforderungen für Bauteile im Gebäudebestand
- Anpassung der Nachrüstverpflichtungen (Dämmung oberster Geschossdecken)
- Außerbetriebnahme von Nachtspeichersystemen (Übergangsfristen)
- Wegfall des „vereinfachten Verfahrens“ (Periodenbilanzierung) bei Wohngebäuden

Anforderungen gemäß Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

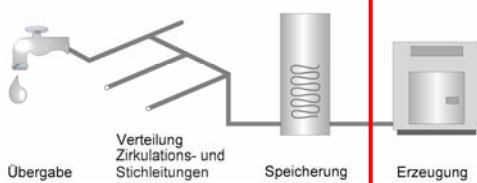
Anteile erneuerbarer Energien gem. EEWärmeG



Deckung des Wärmeenergiebedarfs

Bei Nutzung von:

Solarenergie:	15%
Gasförmige Biomasse:	30%
Flüssige/feste Biomasse:	50%
Geothermie/Umweltwärme:	50%



Pauschalisierung bei Solaranlagen:

EFH/ZFH: 0,04 m² Aperturfläche
je m² Nutzfläche
MFH: 0,03 m² Aperturfläche
je m² Nutzfläche

Wärmeenergiebedarf ←

Zusatzanforderungen an Wärmepumpen und Wärmerückgewinnung:

Jahresarbeitszahl, Leistungszahl,
Wärmerückgewinnungsgrad

Anteile erneuerbarer Energien gem. EEWärmeG

Des Weiteren besteht die Möglichkeit Ersatzmaßnahmen zu ergreifen:

- Nutzung von Abwärme (beispielsweise aus Produktionsprozessen).
- Nutzung von Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit einem Deckungsanteil des Wärmeenergiebedarfs von mind. 50 %.
- Anschluss an ein Netz der Nah- oder Fernwärmeversorgung, das auf Basis erneuerbaren Energien über Kraft-Wärme-Kopplung oder Abwärme betrieben wird.
- **Auch mit verbessertem Wärmeschutz, der zu einer Unterschreitung der (jeweils gültigen) EnEV-Anforderungen um mindestens 15 % führt, werden die Anforderungen des Gesetzes im Sinne einer Ersatzmaßnahme erfüllt.**

Wer weder erneuerbare Energien nutzen noch Ersatzmaßnahmen ergreifen **kann**, ist von der Nutzungspflicht befreit.

Anforderungsmodell und Anforderungsgrößen der EnEV für Wohngebäude im Detail

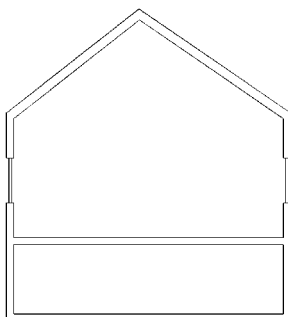
Zuordnung Gebäudetypen

Wohngebäude	Nichtwohngebäude (Beispiele)
- Wohngebäude	- Bürogebäude
- Wohnheime	- Verwaltungsgebäude
- Altenheime	- Kaufhaus, Supermarkt
- Pflegeheime	- Schule, Kindergarten
	- Hotel
	- Restaurant
	- Werkstatt
	- Theater
	- Museum
	- Bibliothek
	- Turnhalle

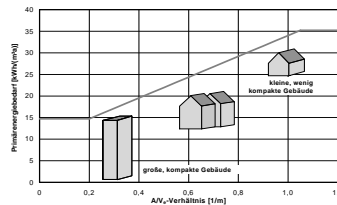
Nachweisverfahren EnEV 2002/2007

Schritt 1: Gebäudeentwurf

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



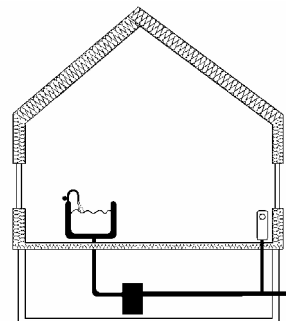
Schritt 2: A/V_e -Verhältnis bestimmt $Q_{P,max}$



$Q_{P,max}$

\geq

Schritt 3: Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. tatsächlicher Ausführung

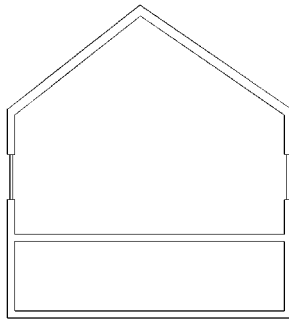


$Q_{P,vorh}$

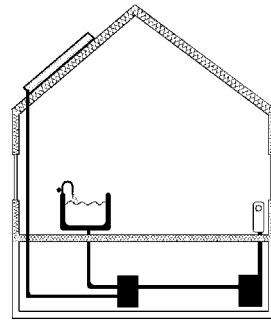
Referenzgebäudeverfahren

Schritt 1: Gebäudeentwurf

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



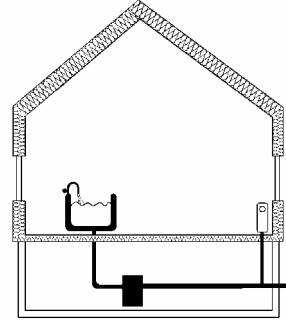
Schritt 2: Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. Referenzanforderungen



$Q_{P,max}$

\geq

Schritt 3: Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. tatsächlicher Ausführung



$Q_{P,vorh}$

Referenzbau- und -anlagentechnik für Wohngebäude

Dach

$U_{ref} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Fenster

$U_{ref} = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $g_{ref} = 0,6$

Außenwand

$U_{ref} = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Solkollektor-
Unterstützung
Warmwasserbedarf

Wärmebrücken

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

Abluftanlage

Kellerwand

$U_{ref} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bodenplatte/Kellerdecke

$U_{ref} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Heizung u.
Warmwasser
Ref. Brennwerttechnik
55/45 °C

Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts

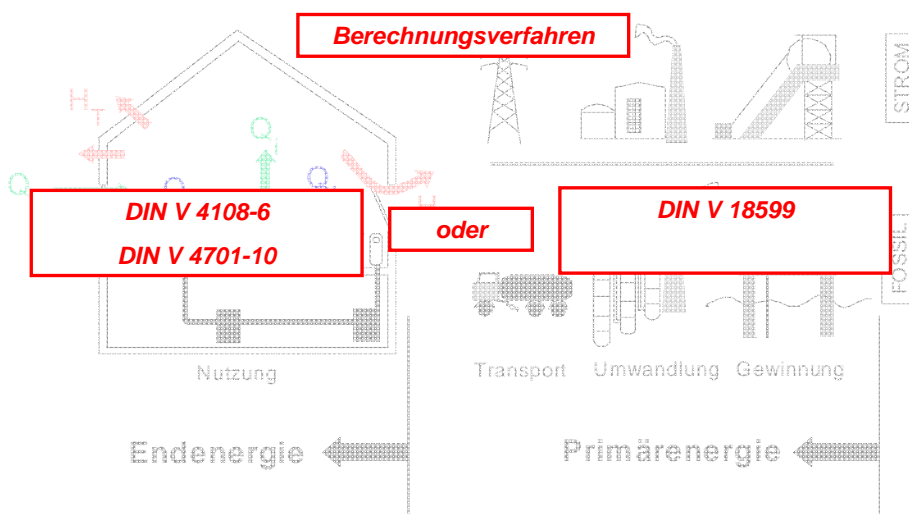
Zeile	Gebäudetyp		Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts
1	Freistehendes Wohngebäude	mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	$H_T^i = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
		mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	$H_T^i = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2	Einseitig angebautes Wohngebäude		$H_T^i = 0,45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

Referenzgebäudeverfahren für Wohngebäude

- „Vereinfachtes Verfahren“: bei 1:1 Umsetzung der Referenzausführung ist die EnEV-Anforderung direkt eingehalten (**Nebenanforderung beachten!**)
- Anforderungen des EEWärmeG werden „automatisch“ erfüllt
- Referenzbau- und -anlagentechnik ist nur **eine** Möglichkeit, mit der die EnEV-Anforderung eingehalten werden kann; es gibt eine Vielzahl wirtschaftlicher Lösungen

**Nachweisverfahren
gem.
DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10
und
DIN V 18599**

Primärenergiebilanz - Wohngebäude



Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
-------------------------	-------------

Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
Monatsbilanzverfahren (baulich)	Monatsbilanzverfahren (baulich und anlagentechnisch)

Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
Monatsbilanzverfahren (baulich)	Monatsbilanzverfahren (baulich und anlagentechnisch)
„Trennung der Gewerke“ Q_h und e_p	Keine Trennung

Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
Monatsbilanzverfahren (baulich)	Monatsbilanzverfahren (baulich und anlagentechnisch)
„Trennung der Gewerke“ Q_h und e_p	Keine Trennung
Nutzenergie Trinkwarmwasser pauschal (12,5 kWh/(m²a))	Nutzenergie Trinkwarmwasser nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (12 / 16 kWh/(m²a))

Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
Monatsbilanzverfahren (baulich)	Monatsbilanzverfahren (baulich und anlagentechnisch)
„Trennung der Gewerke“ Q_h und e_p	Keine Trennung
Nutzenergie Trinkwarmwasser pauschal (12,5 kWh/(m ² a))	Nutzenergie Trinkwarmwasser nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (12 / 16 kWh/(m ² a))
Interne Wärmeeinträge pauschal (5 W/m ²)	Interne Wärmeeinträge nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (2,1 / 4,2 W/m ²)

Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
Monatsbilanzverfahren (baulich)	Monatsbilanzverfahren (baulich und anlagentechnisch)
„Trennung der Gewerke“ Q_h und e_p	Keine Trennung
Nutzenergie Trinkwarmwasser pauschal (12,5 kWh/(m ² a))	Nutzenergie Trinkwarmwasser nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (12 / 16 kWh/(m ² a))
Interne Wärmeeinträge pauschal (5 W/m ²)	Interne Wärmeeinträge nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (2,1 / 4,2 W/m ²)
Pauschale Annahme von Wärmeeinträgen aus Anlagentechnik	Iterative Bestimmung der Wärmeeinträge aus Anlagentechnik

Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
Monatsbilanzverfahren (baulich)	Monatsbilanzverfahren (baulich und anlagentechnisch)
„Trennung der Gewerke“ Q_n und e_p	Keine Trennung
Nutzenergie Trinkwarmwasser pauschal (12,5 kWh/(m ² a))	Nutzenergie Trinkwarmwasser nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (12 / 16 kWh/(m ² a))
Interne Wärmeeinträge pauschal (5 W/m ²)	Interne Wärmeeinträge nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (2,1 / 4,2 W/m ²)
Pauschale Annahme von Wärmeeinträgen aus Anlagentechnik	Iterative Bestimmung der Wärmeeinträge aus Anlagentechnik
Heizwertbezug	Brennwertbezug

Primärenergiebilanz - Wohngebäude

Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren (wesentliche Unterschiede):

DIN V 4108 / DIN V 4701	DIN V 18599
Monatsbilanzverfahren (baulich)	Monatsbilanzverfahren (baulich und anlagentechnisch)
„Trennung der Gewerke“ Q_n und e_p	Keine Trennung
Nutzenergie Trinkwarmwasser pauschal (12,5 kWh/(m ² a))	Nutzenergie Trinkwarmwasser nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (12 / 16 kWh/(m ² a))
Interne Wärmeeinträge pauschal (5 W/m ²)	Interne Wärmeeinträge nach Nutzung (EFH und MFH) differenziert (2,1 / 4,2 W/m ²)
Pauschale Annahme von Wärmeeinträgen aus Anlagentechnik	Iterative Bestimmung der Wärmeeinträge aus Anlagentechnik
Heizwertbezug	Brennwertbezug
Bestandsanlagen in anderen Normenteilen/ PAS (Publicly Available Specification)	Bestandsanlagen integriert

Vergleich der Berechnungsverfahren für Wohngebäude

Einfamilienhaus EFH

Varianten	Q _p [kWh/m²a]	
	DIN V 4108-6	
	DIN V 4701-10	DIN V 18599
BW+beheizt (=Grundfall)	82,2	90,3
BW+beheizt+Solar	68,2	81,6
BW+beheizt+WLA	70,6	77,9
BW+beheizt+Solar+WLA	56,5	66,4
BW+beheizt+Solar+WLA+Fenster	53,1	62,8
Sole/Wasser-WP+beheizt	55,5	64,9

BW	BW-Kessel 55/45°C, zentral, kombiniert, Aufstellung unbeheizt, Verteilung z.T. beheizt Trinkwarmwasserspeicher, mit Zirkulation, Radiatoren, Außenwand, Thermostat, 1K
+beheizt	Aufstellung/Verteilung beheizt, ohne Zirkulation
+Solar	TW solar (Flachkollektor), bivalenter Solarspeicher
+WLA	Wohnungslüftungsanlage Zu-/Abluft, WRG durch WUT 80%
+Fenster	Kennwerte Fenster U=0,8 W/(m²K), g=0,5
Sole/Wasser-WP	Sole-Wasser-WP 35/28°C, zentral, kombiniert, Trinkwasser- und Pufferspeicher Flächenheizung, Einzelraumregelung, 2K

Vergleich der Berechnungsverfahren für Wohngebäude

Einfamilienhaus EFH

Varianten	Q _p [kWh/m²a]		Differenz Verfahren
	DIN V 4108-6		
	DIN V 4701-10	DIN V 18599	
BW+beheizt (=Grundfall)	82,2	90,3	10%
BW+beheizt+Solar	68,2	81,6	20%
BW+beheizt+WLA	70,6	77,9	10%
BW+beheizt+Solar+WLA	56,5	66,4	17%
BW+beheizt+Solar+WLA+Fenster	53,1	62,8	18%
Sole/Wasser-WP+beheizt	55,5	64,9	17%

BW	BW-Kessel 55/45°C, zentral, kombiniert, Aufstellung unbeheizt, Verteilung z.T. beheizt Trinkwarmwasserspeicher, mit Zirkulation, Radiatoren, Außenwand, Thermostat, 1K
+beheizt	Aufstellung/Verteilung beheizt, ohne Zirkulation
+Solar	TW solar (Flachkollektor), bivalenter Solarspeicher
+WLA	Wohnungslüftungsanlage Zu-/Abluft, WRG durch WUT 80%
+Fenster	Kennwerte Fenster U=0,8 W/(m²K), g=0,5
Sole/Wasser-WP	Sole-Wasser-WP 35/28°C, zentral, kombiniert, Trinkwasser- und Pufferspeicher Flächenheizung, Einzelraumregelung, 2K

Vergleich der Berechnungsverfahren für Wohngebäude

Einfamilienhaus EFH

Varianten	Q _p [kWh/m ² a]		Differenz Verfahren	Differenz zum Grundfall	
	DIN V 4108-6			DIN V 4108-6	
	DIN V 4701-10	DIN V 18599		DIN V 4701-10	DIN V 18599
BW+beheizt (=Grundfall)	82,2	90,3	10%		
BW+beheizt+Solar	68,2	81,6	20%	-17%	-10%
BW+beheizt+WLA	70,6	77,9	10%	-14%	-14%
BW+beheizt+Solar+WLA	56,5	66,4	17%	-31%	-27%
BW+beheizt+Solar+WLA+Fenster	53,1	62,8	18%	-35%	-30%
Sole/Wasser-WP+beheizt	55,5	64,9	17%	-32%	-28%

BW	BW-Kessel 55/45°C, zentral, kombiniert, Aufstellung unbeheizt, Verteilung z.T. beheizt Trinkwarmwasserspeicher, mit Zirkulation, Radiatoren, Außenwand, Thermostat, 1K
+beheizt	Aufstellung/Verteilung beheizt, ohne Zirkulation
+Solar	TW solar (Flachkollektor), bivalenter Solarspeicher
+WLA	Wohnungslüftungsanlage Zu-/Abluft, WRG durch WUT 80%
+Fenster	Kennwerte Fenster U=0,8 W/(m ² K), g=0,5
Sole/Wasser-WP	Sole-Wasser-WP 35/28°C, zentral, kombiniert, Trinkwasser- und Pufferspeicher Flächenheizung, Einzelraumregelung, 2K

Vergleich der Berechnungsverfahren für Wohngebäude

Mehrfamilienhaus Zweispänner MFH

Varianten	Q _p [kWh/m ² a]		Differenz Verfahren	Differenz zum Grundfall	
	DIN V 4108-6			DIN V 4108-6	
	DIN V 4701-10	DIN V 18599		DIN V 4701-10	DIN V 18599
BW (=Grundfall)	72,7	83,8	15%		
BW+Solar	61,3	73,7	20%	-16%	-12%
BW+WLA	61,3	67,8	11%	-16%	-19%
BW+Solar+WLA	49,9	57,7	16%	-31%	-31%
BW+Solar+WLA+Fenster	45,8	52,9	15%	-37%	-37%
WP	48,0	65,0	36%	-34%	-22%

BW	BW-Kessel 55/45°C, zentral, kombiniert, Aufstellung unbeheizt, Verteilung z.T. beheizt Trinkwarmwasserspeicher, mit Zirkulation, Radiatoren, Außenwand, Thermostat, 1K
+beheizt	Aufstellung/Verteilung beheizt, ohne Zirkulation
+Solar	TW solar (Flachkollektor), bivalenter Solarspeicher
+WLA	Wohnungslüftungsanlage Zu-/Abluft, WRG durch WUT 80%
+Fenster	Kennwerte Fenster U=0,8 W/(m ² K), g=0,5
Sole/Wasser-WP	Sole-Wasser-WP 35/28°C, zentral, kombiniert, Trinkwasser- und Pufferspeicher Flächenheizung, Einzelraumregelung, 2K

Praktische Konsequenzen für Nachweis und Ausführung von Wohngebäuden

Erfüllung der Anforderungen gem. EnEV 2009 - **Hauptanforderung**

Bei 1:1 Umsetzung der Referenzvorgaben ist die Anforderung an die Einhaltung des Jahres-Primärenergiebedarf (Hauptanforderung) genau erfüllt (Nebenanforderung H_T' ist zu beachten).

Auswirkungen veränderter Bau- bzw. Anlagengrößen:

EFH: $Q_{p,zul} = 72,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

- Fensterlüftung statt Abluftanlage: $Q_p = 73,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

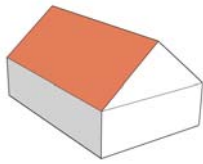
=> Verbesserung im Dachbereich $U_D = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$: $Q_p = 72,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

MFH: $Q_{p,zul} = 60,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

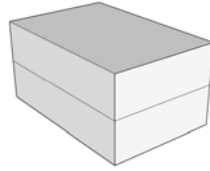
- Fensterlüftung statt Abluftanlage: $Q_p = 60,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

=> Verbesserung im Dachbereich $U_D = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$: $Q_p = 60,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

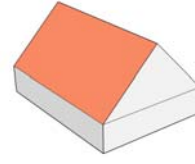
Erfüllung der Anforderungen gem. EnEV 2009 - Nebenanforderung



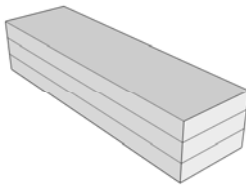
EFH 1 klein – $A_N=184 \text{ m}^2$



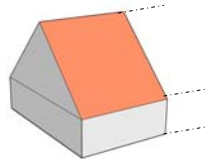
EFH 2 klein – $A_N=184 \text{ m}^2$



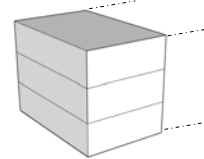
EFH groß – $A_N=369 \text{ m}^2$



MFH – $A_N=1659 \text{ m}^2$



REH – $A_N=184 \text{ m}^2$

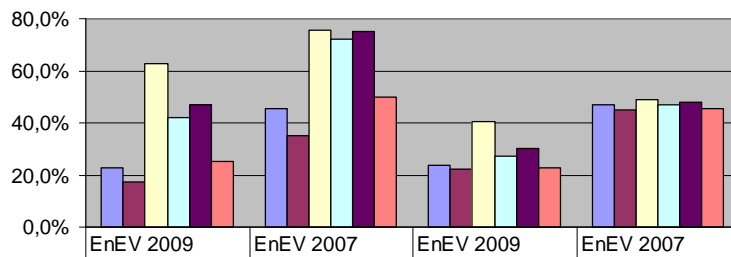


REH 2 – $A_N=276 \text{ m}^2$

Erfüllung der Anforderungen gem. EnEV 2009 – Nebenanforderung Vergleich EnEV 2009 / 2007

f1: fassadenbezogener
Fensterflächenanteil

f2: nutzflächenbezogener
Fensterflächenanteil

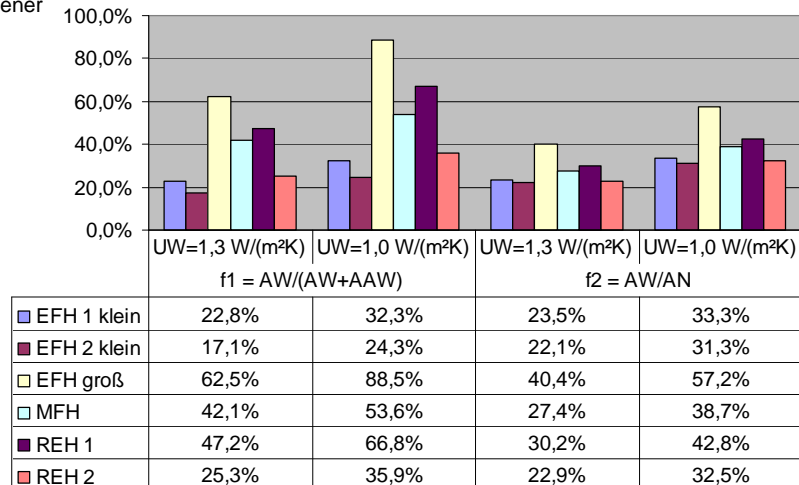


	f1 = $AW/(AW+AAW)$		f2 = AW/AN	
	EnEV 2009	EnEV 2007	EnEV 2009	EnEV 2007
EFH 1 klein	22,8%	45,5%	23,5%	46,9%
EFH 2 klein	17,1%	34,9%	22,1%	45,1%
EFH groß	62,5%	75,7%	40,4%	48,9%
MFH	42,1%	72,2%	27,4%	46,9%
REH 1	47,2%	75,1%	30,2%	48,1%
REH 2	25,3%	50,1%	22,9%	45,3%

Erfüllung der Anforderungen gem. EnEV 2009 – Nebenanforderung Auswirkung wärmeschutztechnisch verbesserter Fenster

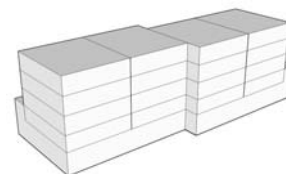
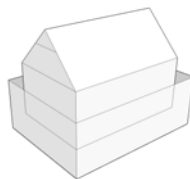
f1: fassadenbezogener
Fensterflächenanteil

f2: nutzflächenbezogener
Fensterflächenanteil



Erfüllung der Anforderungen gem. EEWärmeG

Beim Einsatz erneuerbarer Energien über z.B. Erdreichwärmepumpe oder Pelletkessel greifen die EnEV-Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz (Beispiellösungen):



	EFH		MFH	
	EnEV 2007	EnEV 2009	EnEV 2007	EnEV 2009
U_{AW} [W/(m²K)]	0,53	0,3	0,53	0,35
U_w / g [W/(m²K)] / [-]	1,4 / 0,6	1,4 / 0,6	1,4 / 0,6	1,4 / 0,6
U_D [W/(m²K)]	0,27	0,27	0,57	0,36
U_G [W/(m²K)]	0,75	0,49	0,55	0,43
ΔU_{WB} [W/(m²K)]	0,05	0,05	0,05	0,05

Erfüllung der Anforderungen gem. EEWärmeG

Die nachstehenden baulichen und anlagentechnischen Ausführungen beschreiben, wie im Sinne der „Ersatzmaßnahme“ die Anforderungen gem. EEWärmeG eingehalten werden können

	EFH	
	EnEV 2007	
U_{AW} [W/(m ² K)]	0,35	
U_w / g [W/(m ² K)] / [-]	1,3 / 0,6	
U_D [W/(m ² K)]	0,24	
U_G [W/(m ² K)]	0,35	
ΔU_{WB} [W/(m ² K)]	0,05	
Lüftungsart	Fensterlüftung	
Jahres-Primärenergiebedarf [kWh/(m ² a)]	92,3 (entspricht 85 % von 109,0)	

Alle Varianten mit Luftdichtheitsprüfung und Brennwerttechnik verbessert (Heizung und Warmwasserbereitung)

Erfüllung der Anforderungen gem. EEWärmeG

Die nachstehenden baulichen und anlagentechnischen Ausführungen beschreiben, wie im Sinne der „Ersatzmaßnahme“ die Anforderungen gem. EEWärmeG eingehalten werden können

	EFH	
	EnEV 2007	EnEV 2009
U_{AW} [W/(m ² K)]	0,35	0,22
U_w / g [W/(m ² K)] / [-]	1,3 / 0,6	0,9 / 0,55
U_D [W/(m ² K)]	0,24	0,18
U_G [W/(m ² K)]	0,35	0,3
ΔU_{WB} [W/(m ² K)]	0,05	0,02
Lüftungsart	Fensterlüftung	Lüftungsanlage mit WRG
Jahres-Primärenergiebedarf [kWh/(m ² a)]	92,3 (entspricht 85 % von 109,0)	61,5 (entspricht 85 % von 72,9)

Alle Varianten mit Luftdichtheitsprüfung und Brennwerttechnik verbessert (Heizung und Warmwasserbereitung)

Erfüllung der Anforderungen gem. EEWärmeG

Die nachstehenden baulichen und anlagentechnischen Ausführungen beschreiben, wie im Sinne der „Ersatzmaßnahme“ die Anforderungen gem. EEWärmeG eingehalten werden können

	EFH		MFH	
	EnEV 2007	EnEV 2009	EnEV 2007	EnEV 2009
U_{AW} [W/(m ² K)]	0,35	0,22	0,22	0,22
U_w / g [W/(m ² K)] / [-]	1,3 / 0,6	0,9 / 0,55	1,3 / 0,6	0,9 / 0,55
U_D [W/(m ² K)]	0,24	0,18	0,18	0,18
U_G [W/(m ² K)]	0,35	0,3	0,35	0,3
ΔU_{WB} [W/(m ² K)]	0,05	0,02	0,05	0,02
Lüftungsart	Fensterlüftung	Lüftungsanlage mit WRG	Fensterlüftung	Lüftungsanlage mit WRG
Jahres-Primärenergiebedarf [kWh/(m ² a)]	92,3 (entspricht 85 % von 109,0)	61,5 (entspricht 85 % von 72,9)	74,1 (entspricht 85 % von 87,5)	50,9 (entspricht 85 % von 60,1)

Alle Varianten mit Luftdichtheitprüfung und Brennwerttechnik verbessert (Heizung und Warmwasserbereitung)

Fortschreibung der Anforderungen im Gebäudebestand

Anforderungen bei Ersatz, Einbau, Erneuerung von Bauteilen (Auszug)

Bauteil	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^{\circ}\text{C}$ Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U_{max}
Außenwände - Außendämmung - Innendämmung	0,24 W/(m ² ·K) 0,35 W/(m ² ·K)
Außen liegende Fenster, Fenstertüren	1,30 W/(m ² ·K)
Dachflächenfenster	1,40 W/(m ² ·K)
Verglasungen	1,10 W/(m ² ·K)
Decken, Dächer und Dachschrägen	0,24 W/(m ² ·K)
Flachdächer	0,20 W/(m ² ·K)

Anforderungen bei Ersatz, Einbau, Erneuerung von Bauteilen (Auszug)

Bauteil	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 Wärmedurchgangskoeffizienten U_{max}	
Außenwände - Außendämmung - Innendämmung	0,24 W/(m ² ·K) 0,35 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K) 0,35 W/(m ² ·K)
Außen liegende Fenster, Fenstertüren	1,30 W/(m ² ·K)	1,90 W/(m ² ·K)
Dachflächenfenster	1,40 W/(m ² ·K)	1,90 W/(m ² ·K)
Verglasungen	1,10 W/(m ² ·K)	keine Anforderung
Decken, Dächer und Dachschrägen	0,24 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K)
Flachdächer	0,20 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K)

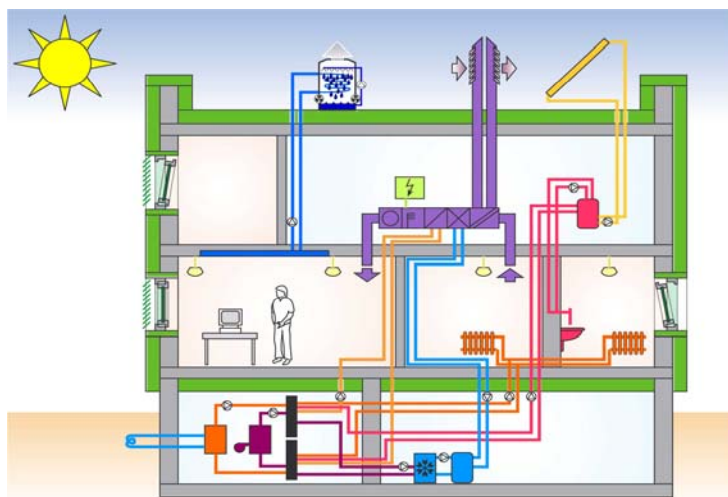
Sonderregelungen bei Ersatz, Einbau, Erneuerung von Bauteilen (Auszug)

Ist im Rahmen von Modernisierungsmaßnahmen die Einhaltung der U-Wert-Anforderungen **aus technischen Gründen begrenzt**, so gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn

- bei Dämmmaßnahmen die nach anerkannten Regeln der Technik höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,04 \text{ W/(m K)}$) eingebaut wird,
- bei Verglasungsaustausch ein U-Wert von $1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ eingehalten wird.

Überblick über Anforderungen und Konsequenzen bei Nichtwohngebäuden

Energetische Bewertung nach DIN V 18599



Referenzbau- und -anlagentechnik für Nichtwohngebäude

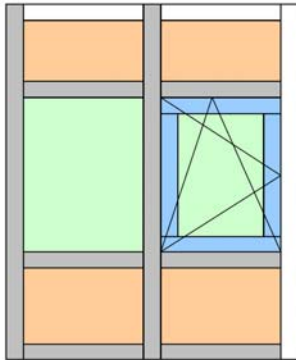
Fenster
 $U_{ref} = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; $g = 0,6$



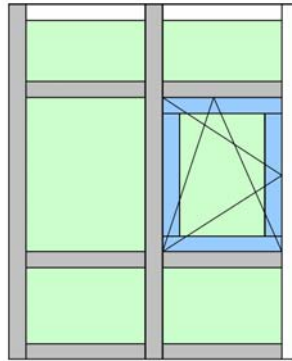
Vorhangfassade
 $U_{ref} = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; $g = 0,48$

Wärmeschutztechnische Kennwerte Vorhangfassade

Fensterflächenanteil 50%



Fensterflächenanteil 100%

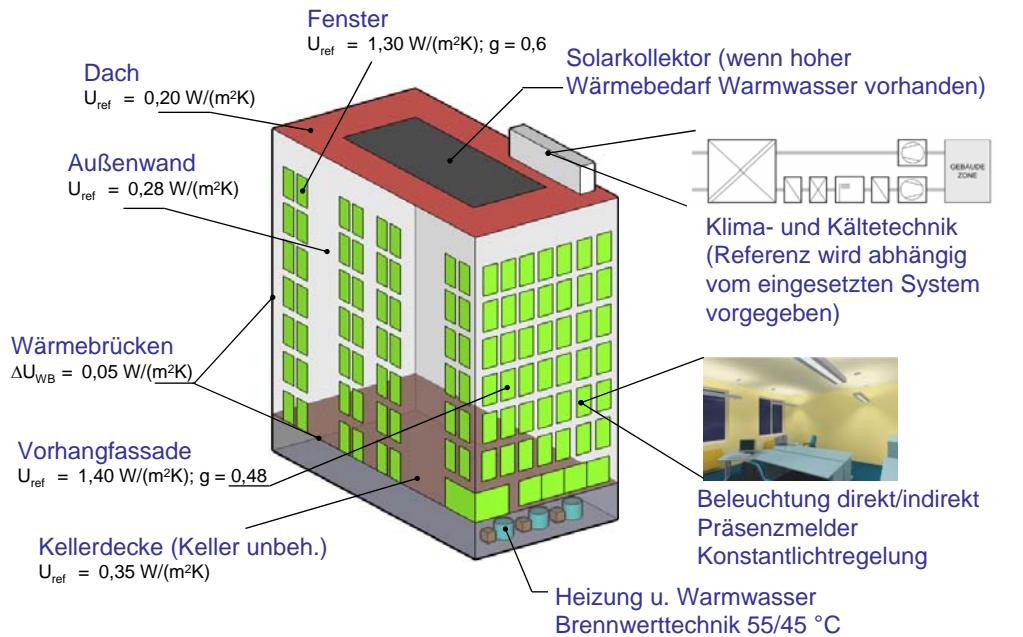


transparent
opak

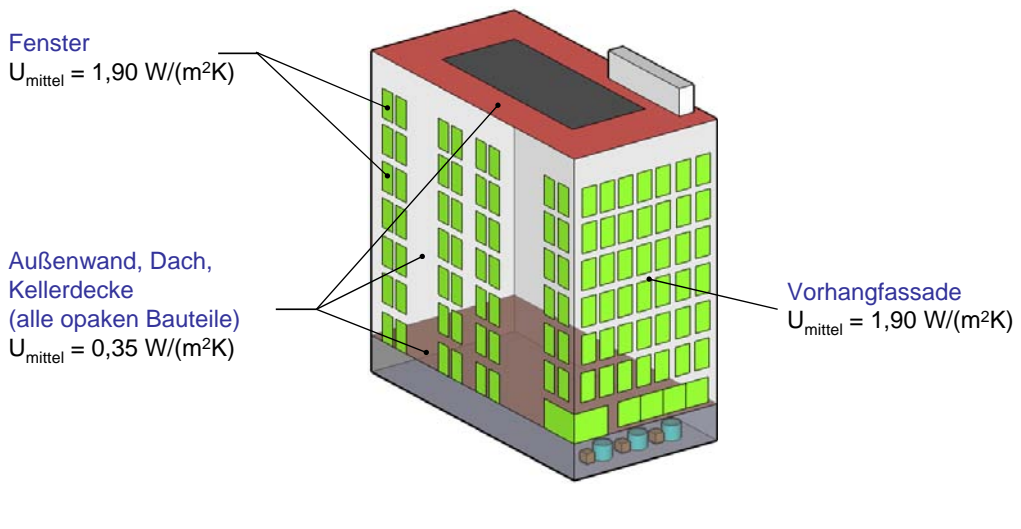
	2-Scheiben Verglasung	3-Scheiben Verglasung
U_g	1,2 W/(m ² K)	0,7 W/(m ² K)
U_{CW}	1,4 W/(m ² K)	1,2 W/(m ² K)

	2-Scheiben Verglasung	3-Scheiben Verglasung
U_g	1,2 W/(m ² K)	0,7 W/(m ² K)
U_{CW}	1,9 W/(m ² K)	1,4 W/(m ² K)

Referenzbau- und -anlagentechnik für Nichtwohngebäude

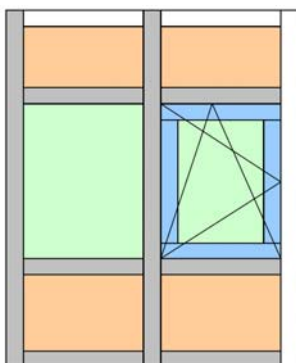


Zusatzanforderung für Nichtwohngebäude => mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten



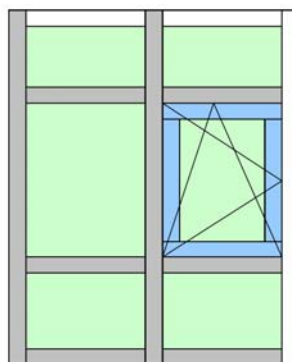
Wärmeschutztechnische Kennwerte Vorhangfassade

Fensterflächenanteil 50%



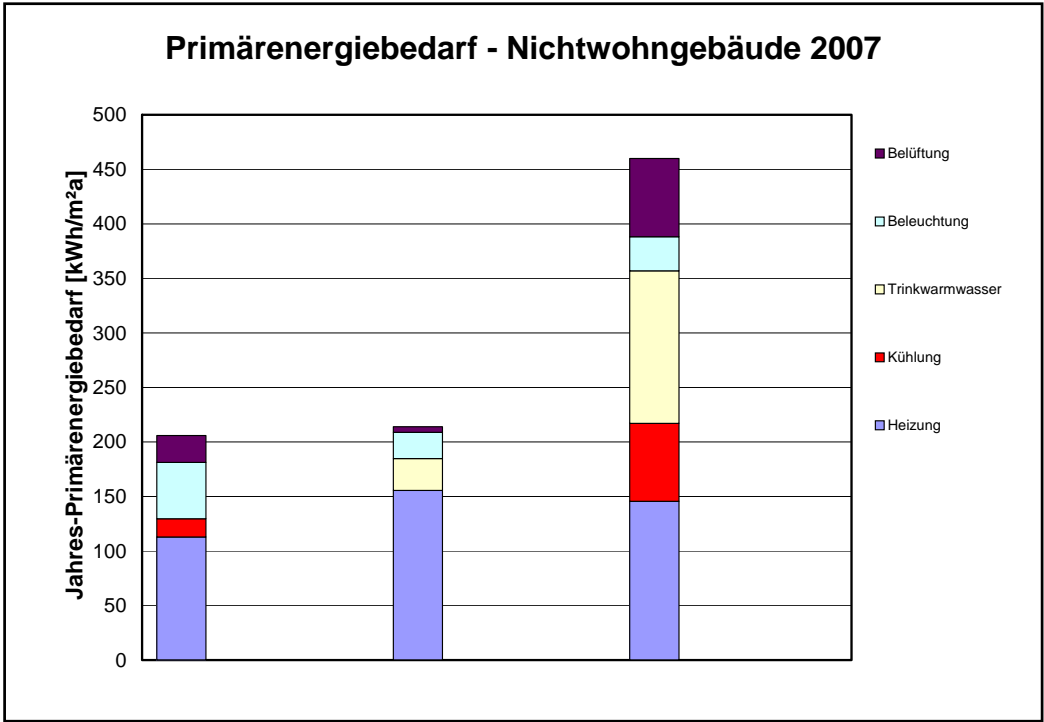
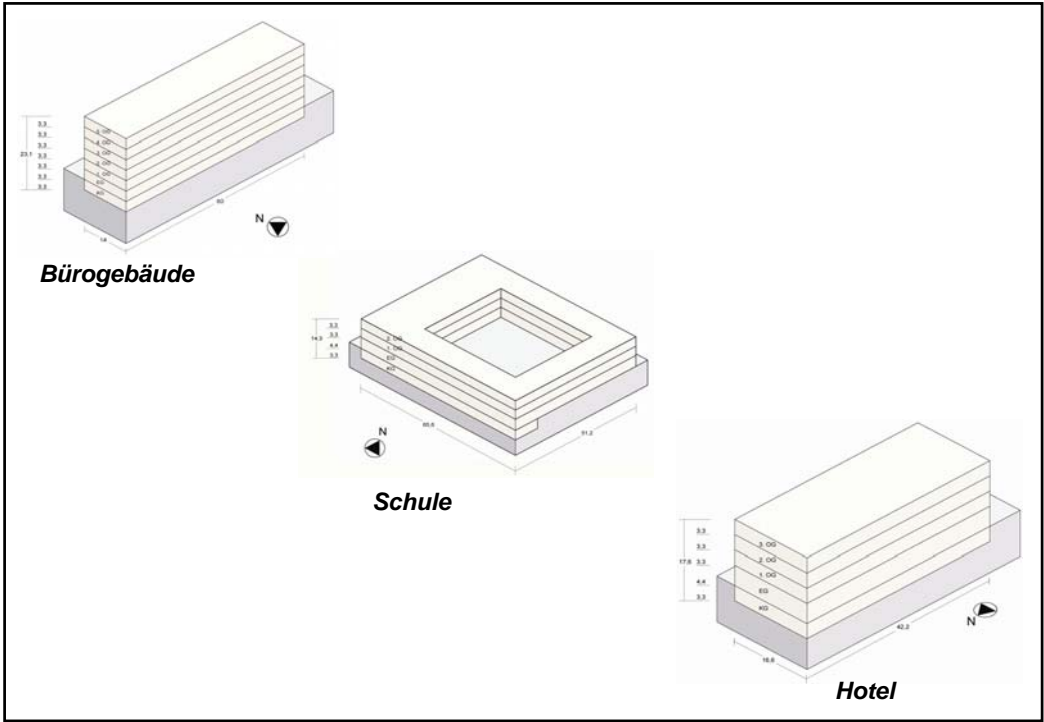
	2-Scheiben Verglasung	3-Scheiben Verglasung
U_g	1,2 W/(m ² K)	0,7 W/(m ² K)
U_{cw}	1,4 W/(m ² K)	1,2 W/(m ² K)

Fensterflächenanteil 100%

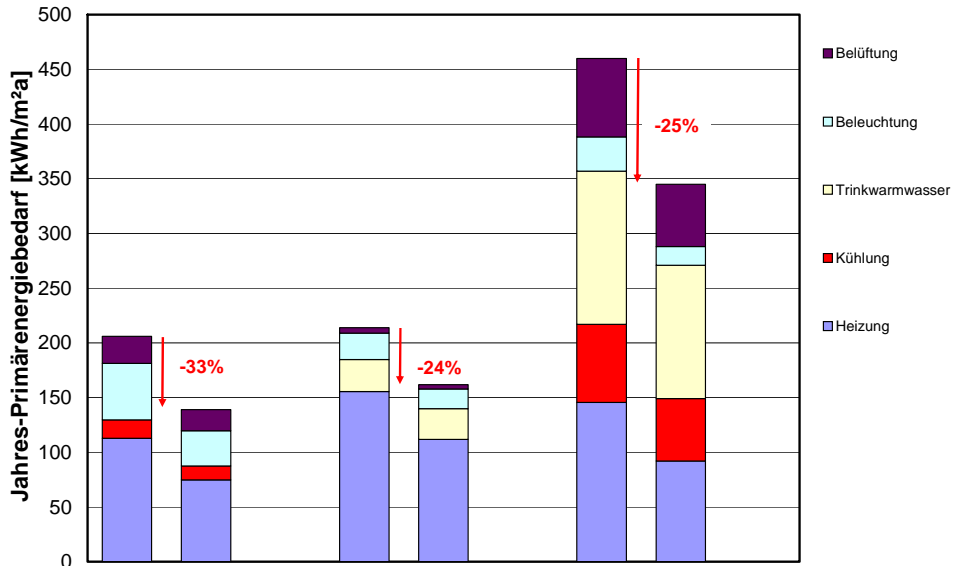


	2-Scheiben Verglasung	3-Scheiben Verglasung
U_g	1,2 W/(m ² K)	0,7 W/(m ² K)
U_{cw}	1,9 W/(m ² K)	1,4 W/(m ² K)

transparent
 opak

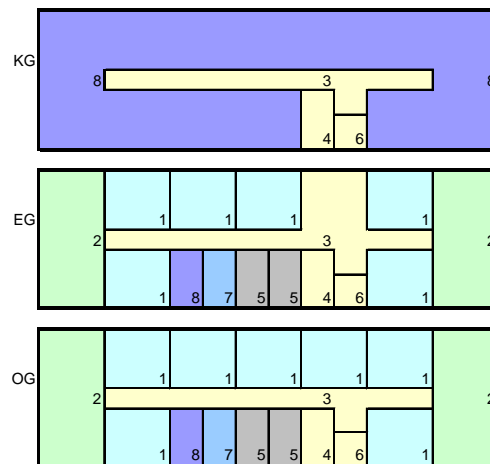


Primärenergiebedarf - Nichtwohngebäude 2007 / 2009



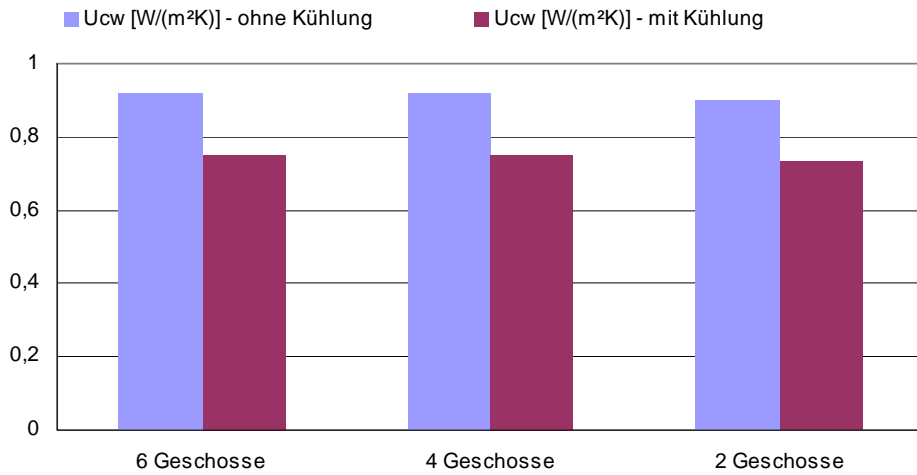
Kann die Ersatzmaßnahme im EEWärmeG: „Unterschreitung der EnEV-Anforderungen um 15%“ durch verbesserten Wärmeschutz der Vorhangfassade erreicht werden?

=> Betrachtung eines Beispielgebäudes



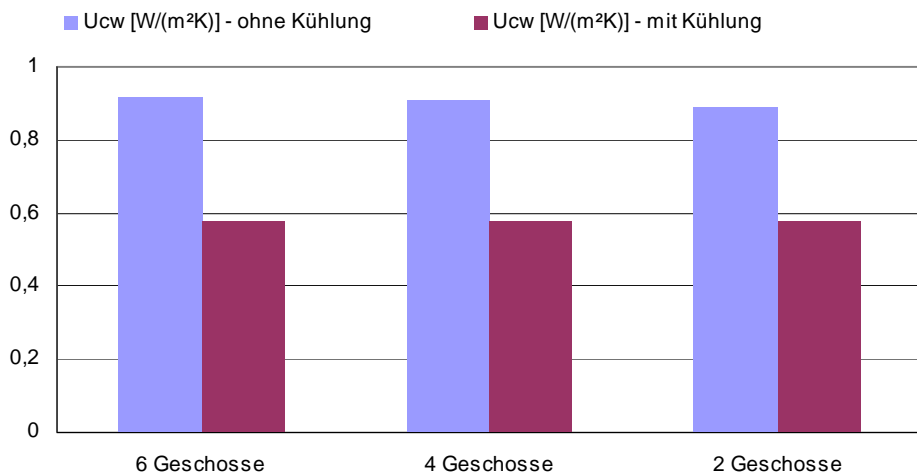
Erforderliche U_{CW} -Werte zur Einhaltung der Anforderungen der EnEV 2009 in Verbindung mit dem EEWärmeG ohne Einsatz von regenerativen Energien, d.h. Unterschreitung der EnEV-Anforderungen um 15%

Fall: 50% Fensteranteil



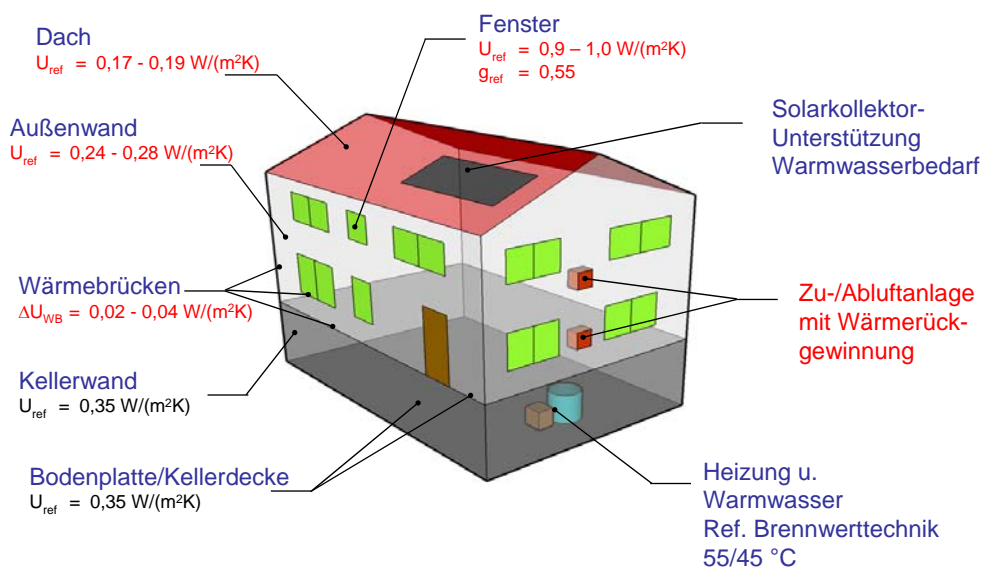
Erforderliche U_{CW} -Werte zur Einhaltung der Anforderungen der EnEV 2009 in Verbindung mit dem EEWärmeG ohne Einsatz von regenerativen Energien, d.h. Unterschreitung der EnEV-Anforderungen um 15%

Fall: 100% Fensteranteil

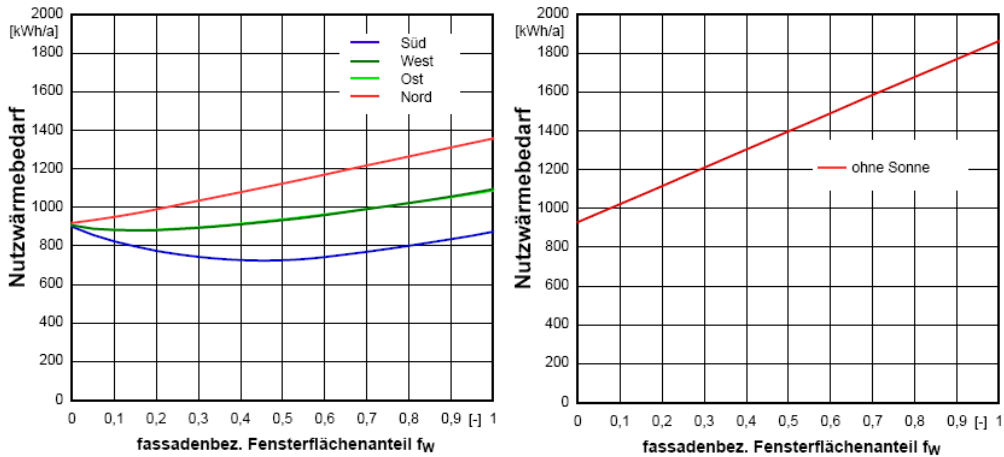


Ausblick EnEV 2012

Mögliche Referenzbau- und -anlagentechnik für Wohngebäude 2012



Heizwärmebedarf eines EFH – dynamische Simulation



Mögliche Nebenanforderung für Wohngebäude 2012

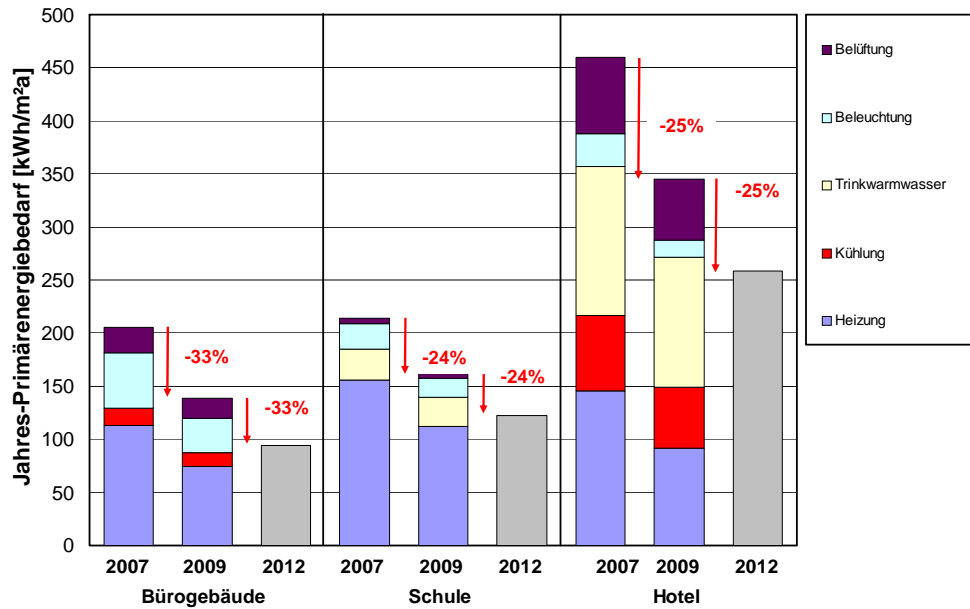
Die Nebenanforderung $H_{T'}'$ bereitet insbesondere für das Fenster Schwierigkeiten. Transmissionswärmeverluste sind nicht (mehr) geeignet, eine physikalisch sinnvolle Nebenanforderung zu stellen. Eine Lösung ist die Verwendung äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizienten (vergl. WSV0 '95).

$$H_{T',eq} = (\sum F_x \cdot U_{eq,i} \cdot A_i + \Delta U_{WB} \cdot A_{ges}) / A_{ges}$$

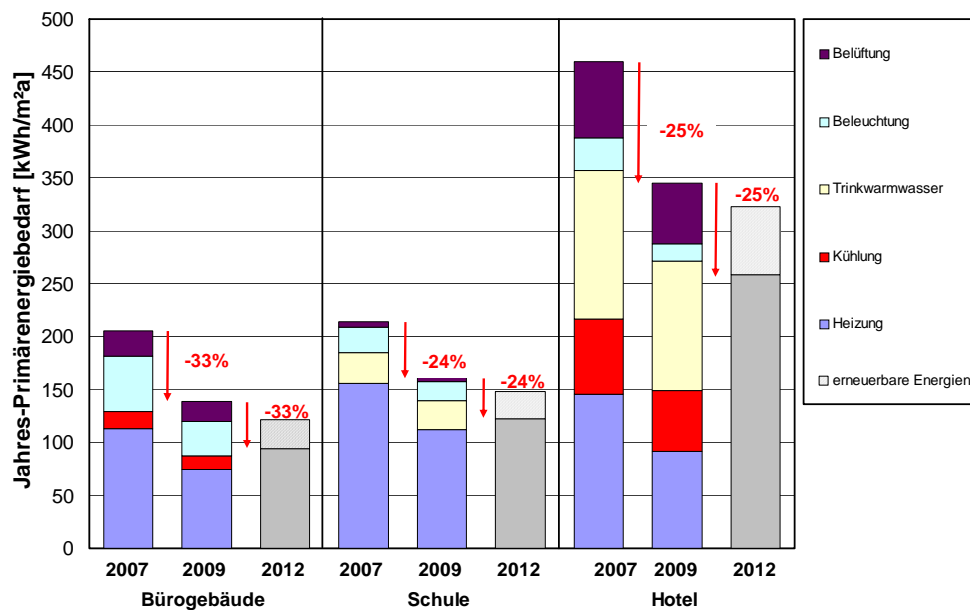
$$U_{W,eq} = U_W - g \cdot S_F$$

	S_F [W/m ² K]	
	EFH	MFH
Süd	2,8	2,5
Ost/West	2,2	1,6
Nord	1,3	0,9

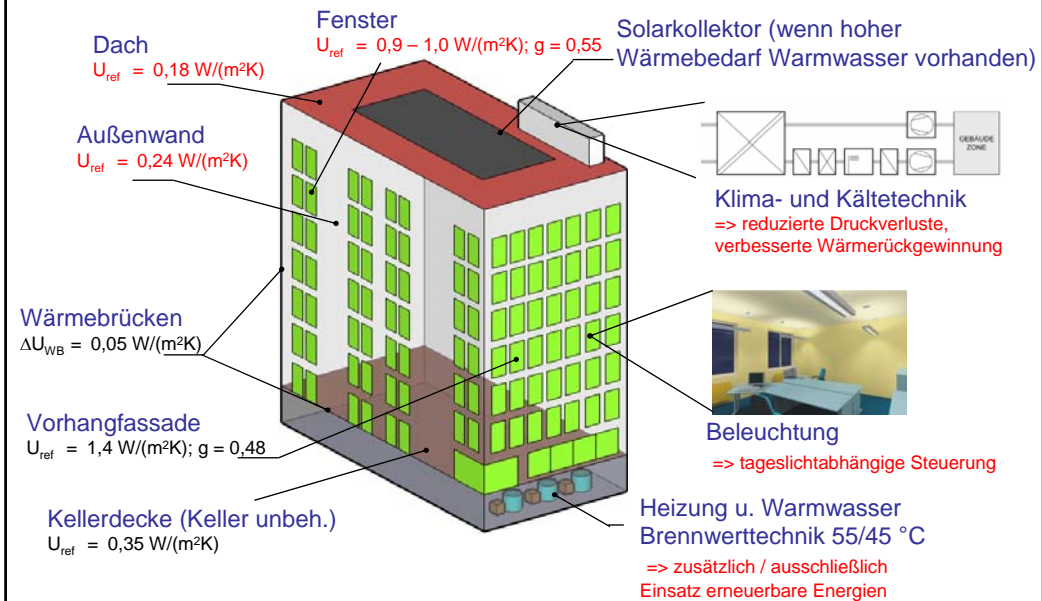
Primärenergiebedarf - Nichtwohngebäude 2007 / 2009 / 2012



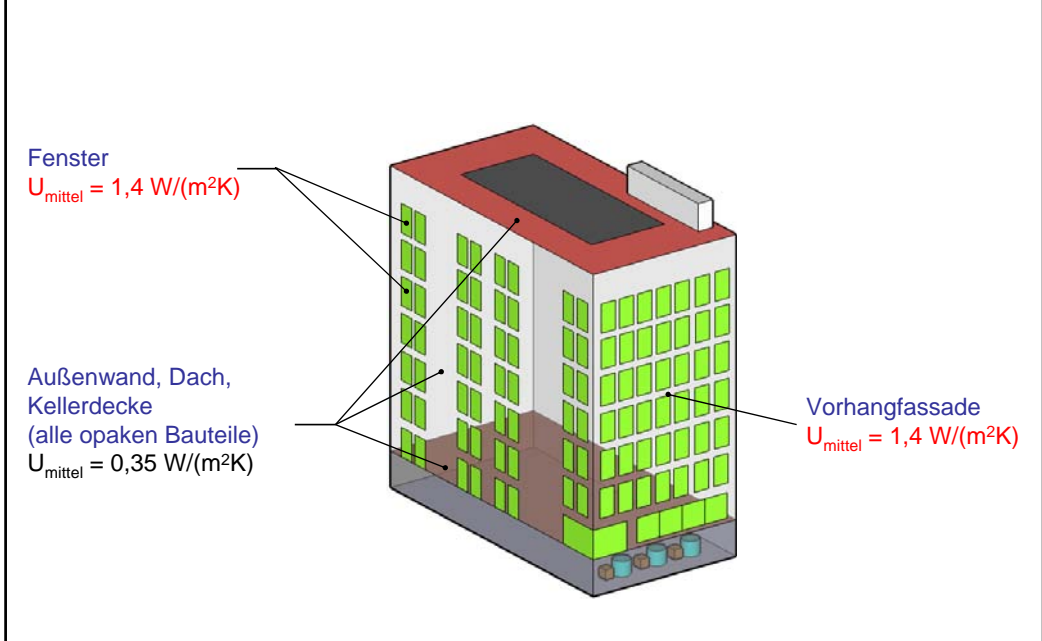
Primärenergiebedarf - Nichtwohngebäude 2007 / 2009 / 2012



Mögliche Referenzbau- und -anlagentechnik für Nichtwohngebäude 2012



Mögliche Zusatzanforderung für Nichtwohngebäude 2012



Prognose 2020

- Passivhaus?**
- Nullenergiehaus?**
- Plusenergiehaus?**

⇒ Verbesserter Wärmeschutzstandard
⇒ Verstärkter Einsatz erneuerbarer Energien