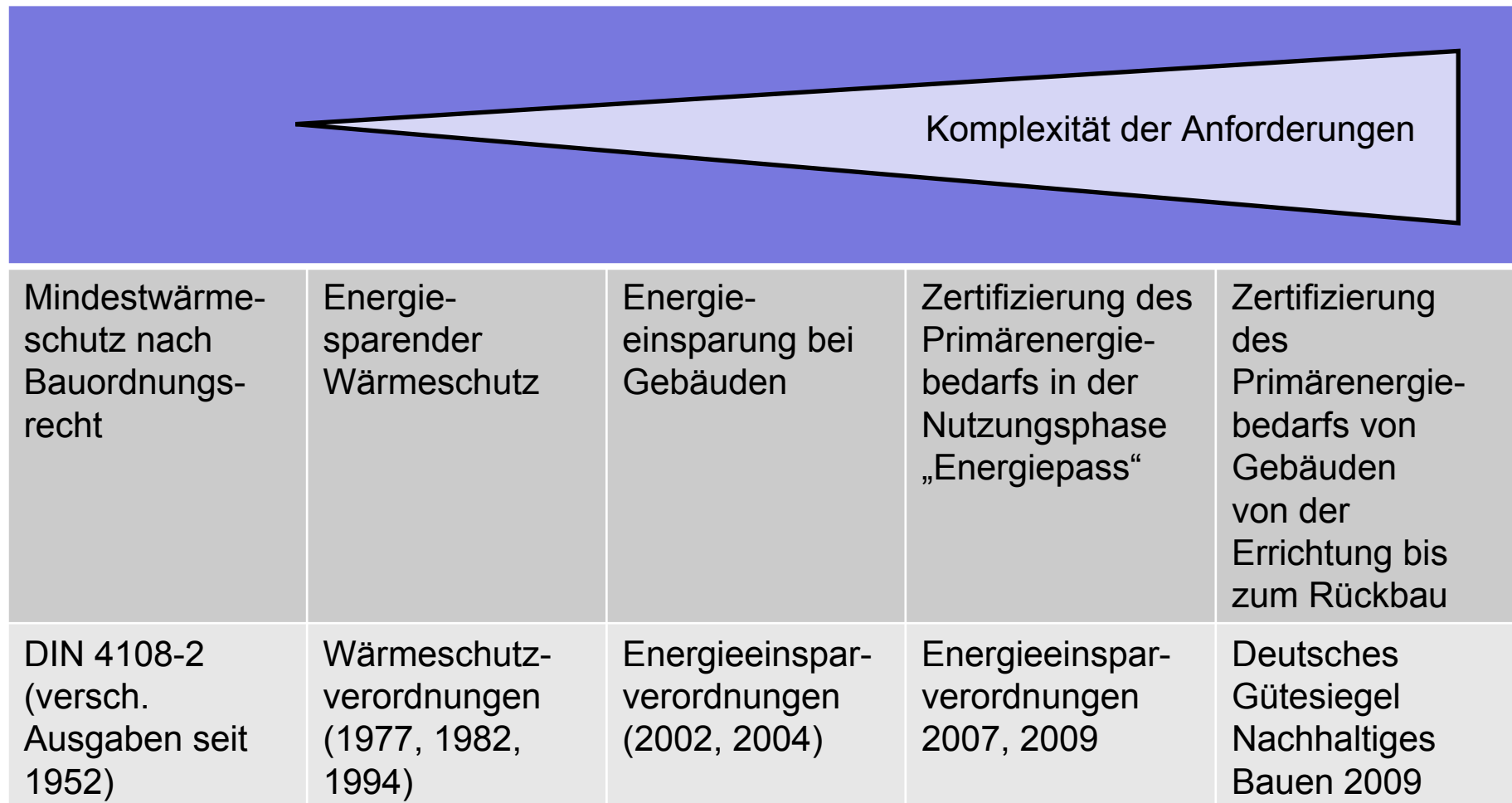


# Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009/2012

Auswirkungen auf die Bauausführung

Prof. Dr. Gerd Hauser  
GRE Mitgliederversammlung 2009  
München PEH 12. März. 2009

# Entwicklung der Regelungsansätze im Bereich Energieeffizienz



# 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
- Außerbetriebnahme von Nachspeichersystemen (Übergangsfristen)
- Wegfall des „vereinfachten Verfahrens“ (Periodenbilanzierung) bei Wohngebäuden

# **Anforderungsmodell und Anforderungsgrößen für Wohngebäude im Detail**

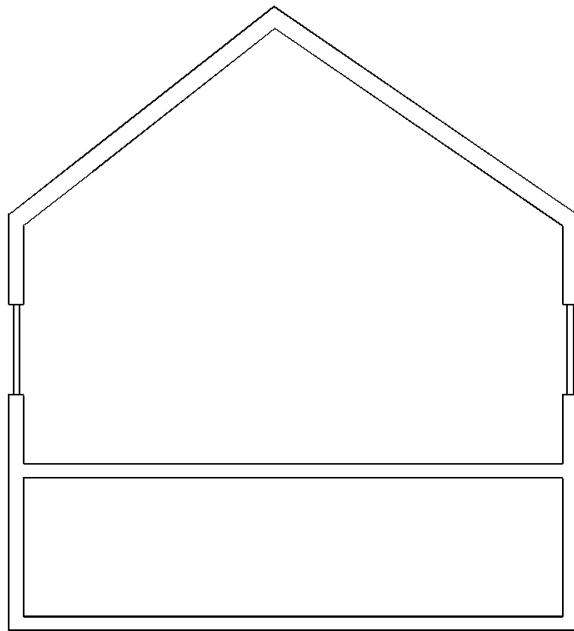
# Zuordnung Gebäudetypen

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

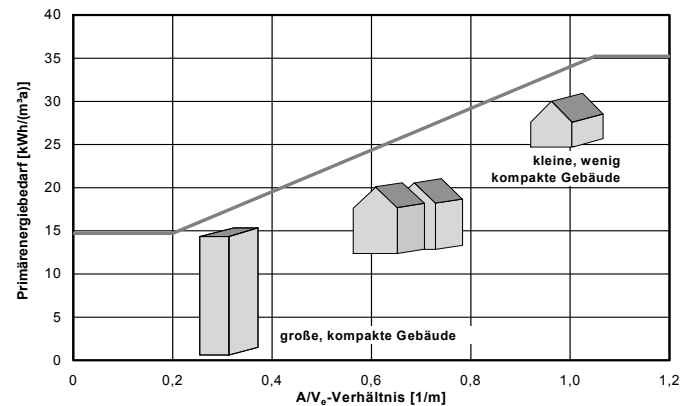
# Nachweisverfahren EnEV 2002/2007

## Schritt 1: Gebäudeentwurf

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



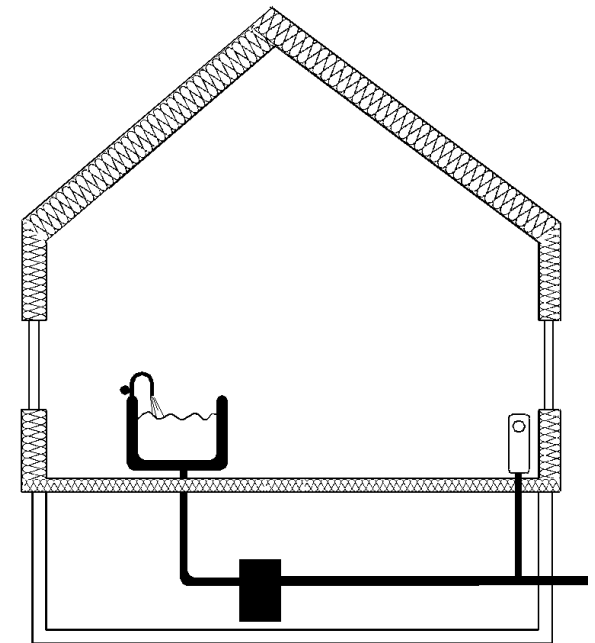
## Schritt 2: $A/V_e$ -Verhältnis bestimmt $Q_{P,max}$



$Q_{P,max}$

$\approx$

## Schritt 3: Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. tatsächlicher Ausführung

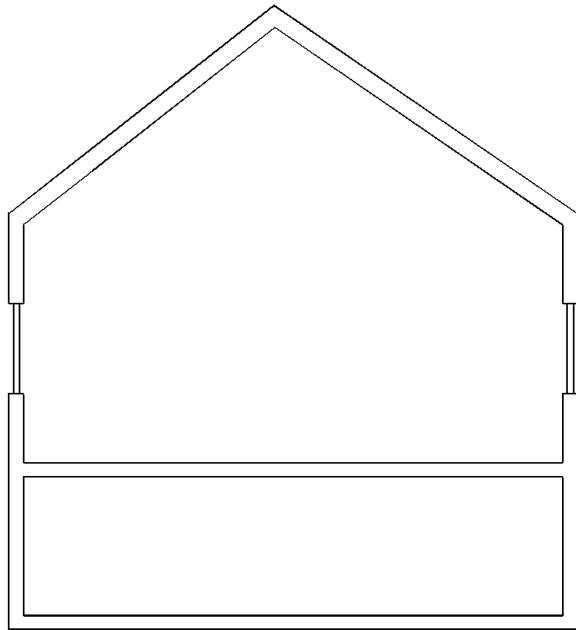


$Q_{P,vorh}$

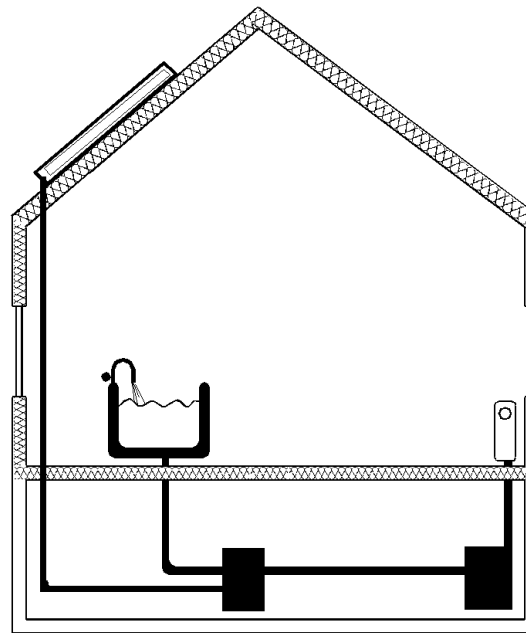
# Referenzgebäudeverfahren

## Schritt 1: Gebäudeentwurf

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

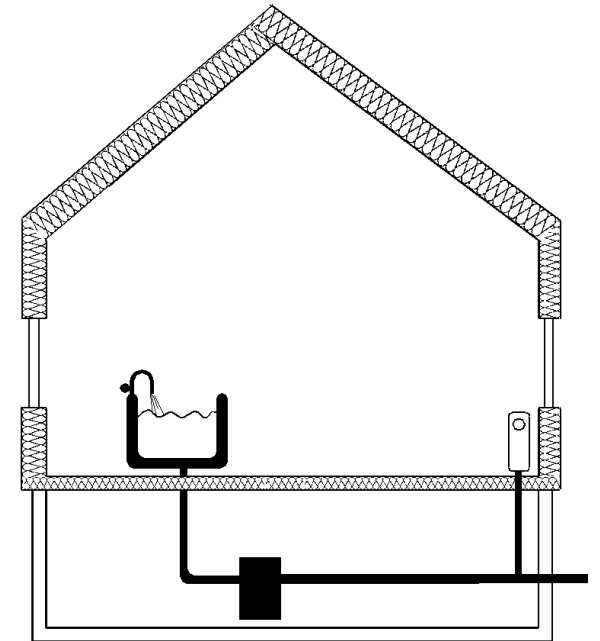


## Schritt 2: Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. Referenzanforderungen



$Q_{P,max}$

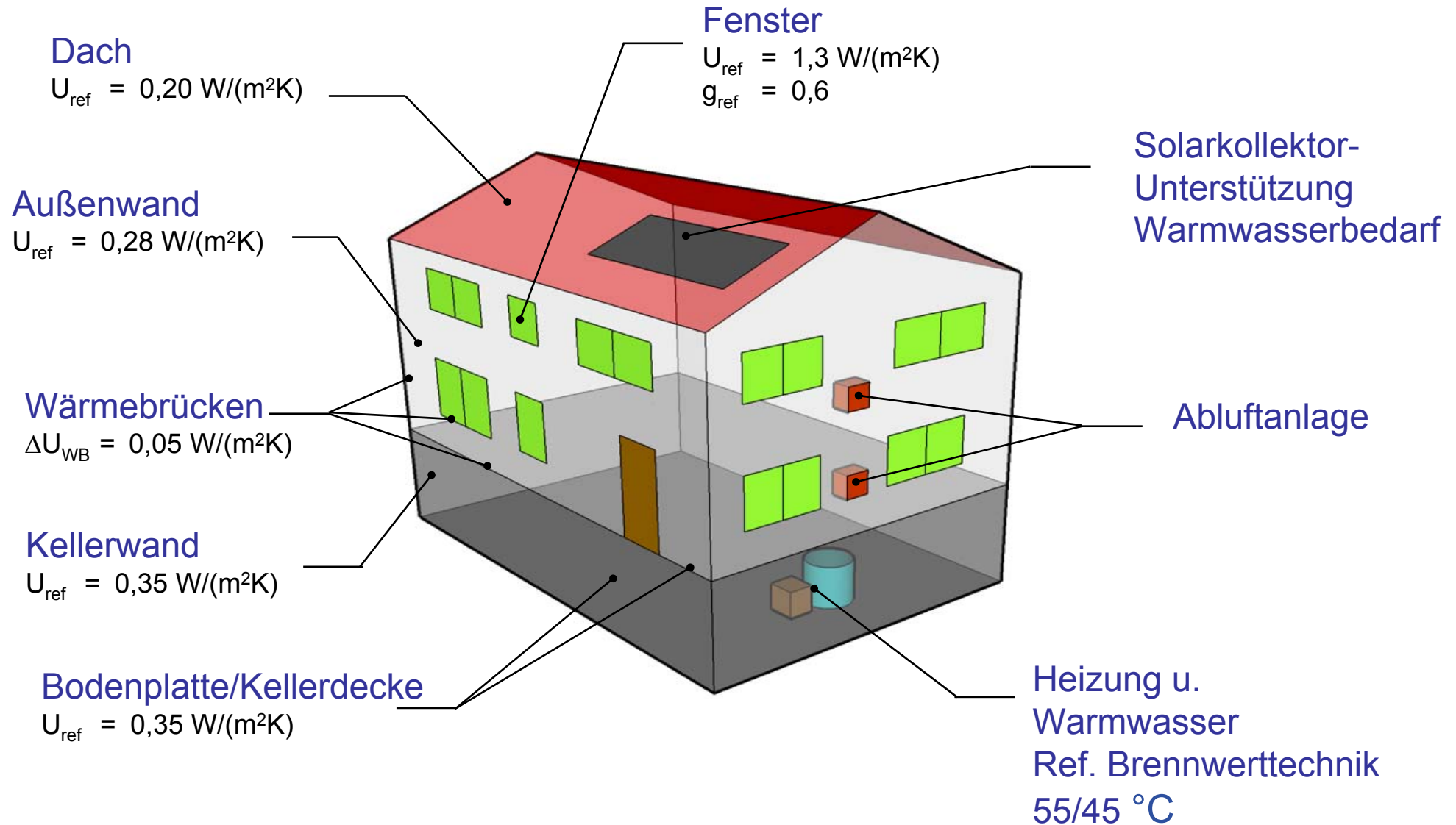
## Schritt 3: Wärmeschutz und Anlagentechnik gem. tatsächlicher Ausführung



$Q_{P,vorh}$

$\approx$

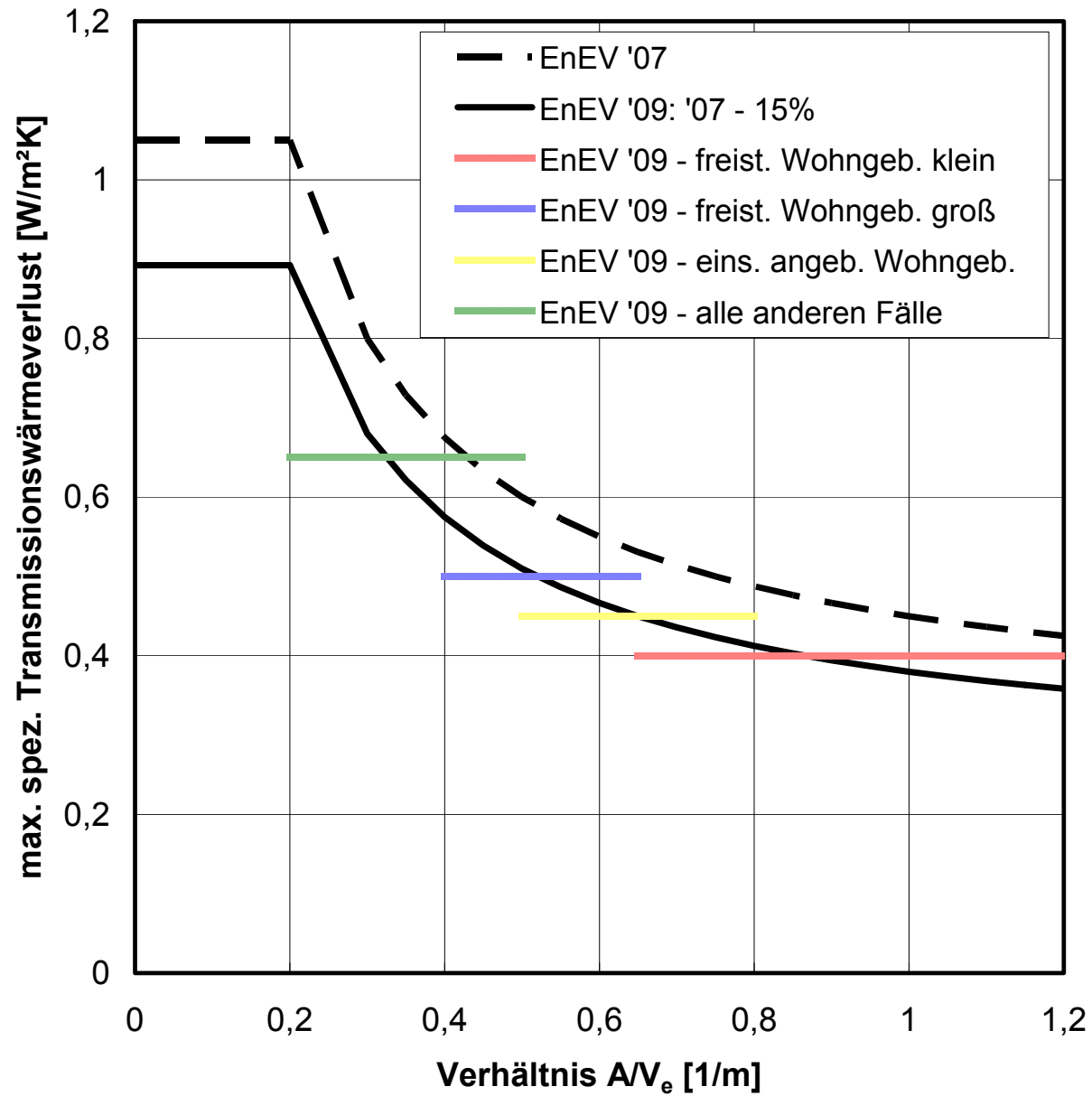
# Referenzbau- und -anlagentechnik für Wohngebäude



# Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlusts

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



# Referenzgebäudeverfahren

- „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

# Festlegung eines neuen EnEV-Anforderungsniveaus (Wohngebäude)

Einfamilienhaus EFH beheizter Keller

$A_N = 214,1 \text{ m}^2$

$V_e = 669 \text{ m}^3$   $A/V_e = 0,68 \text{ m}^{-1}$

EnEV 2007:

$q_{P,max,EnEV}$  110,4 kWh/(m<sup>2</sup>a)

$H_{T',max,EnEV}$  0,52 W/(m<sup>2</sup>K)

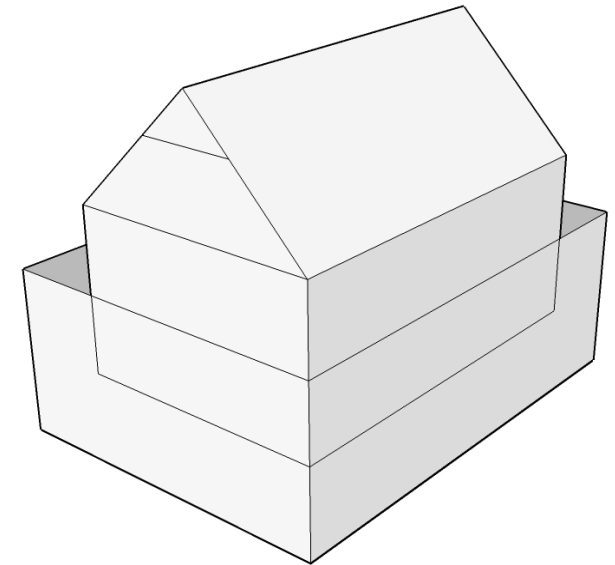
EnEV 2009:

$H_{T',max,EnEV}$  0,40 W/(m<sup>2</sup>K)

Gebäudehülle gemäß Referenzausführung

Brennwertkessel, solare Trinkwassererwärmung

Abluftanlage ohne WRG (Anlagenluftwechsel 0,35 h<sup>-1</sup>)



# Festlegung eines neuen EnEV-Anforderungsniveaus (Wohngebäude)

Einfamilienhaus EFH beheizter Keller

$A_N = 214,1 \text{ m}^2$

$V_e = 669 \text{ m}^3$   $A/V_e = 0,68 \text{ m}^{-1}$

EnEV 2007:

$q_{P,max,EnEV} = 110,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

$H_{T',max,EnEV} = 0,52 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

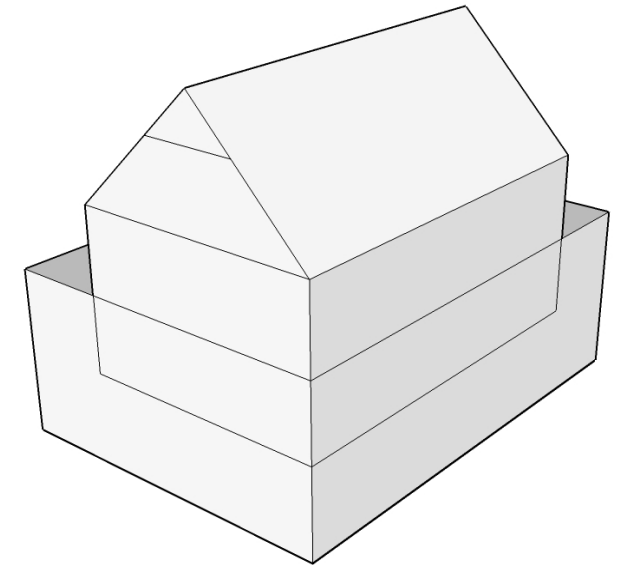
EnEV 2009:

$H_{T',max,EnEV} = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Gebäudehülle gemäß Referenzausführung

Brennwertkessel, solare Trinkwassererwärmung

Abluftanlage ohne WRG (Anlagenluftwechsel  $0,35 \text{ h}^{-1}$ )



	EnEV 2007	EnEV 2009	
$H_{T'}$	0,42 W/(m <sup>2</sup> K)	0,34 W/(m <sup>2</sup> K)	-19%
Heizwärmebedarf $Q_h$	13.265 kWh/a	10.263 kWh/a	-23%
WW-Wärmebedarf $Q_w$	2.676 kWh/a	2.676 kWh/a	0%
Endenergie $Q_{f,Wärme}$	19.971 kWh/a	12.280 kWh/a	-39%
Endenergie $Q_{f,Hilfsenergie}$	503 kWh/a	781 kWh/a	55%
Primärenergie $Q_p$	23.327 kWh/a	15.618 kWh/a	-33%
$q_p = Q_p/A_N$	109,0 kWh/(m <sup>2</sup> a)	72,9 kWh/(m <sup>2</sup> a)	

# Festlegung eines neuen EnEV-Anforderungsniveaus (Wohngebäude)

Mehrfamilienhaus MFH unbeheizter Keller

$A_N = 1.330,6 \text{ m}^2$

$V_e = 4.158 \text{ m}^3$   $A/V_e = 0,46 \text{ m}^{-1}$

EnEV 2007:

$q_{P,max,EnEV}$  87,3 kWh/(m<sup>2</sup>a)

$H_{T',max,EnEV}$  0,63 W/(m<sup>2</sup>K)

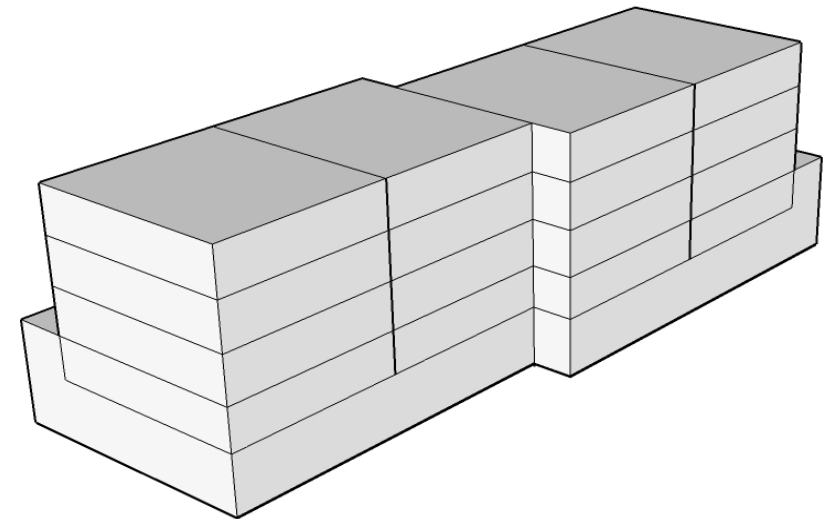
EnEV 2009:

$H_{T',max,EnEV}$  0,50 W/(m<sup>2</sup>K)

Gebäudehülle gemäß Referenzausführung

Brennwertkessel, solare Trinkwassererwärmung

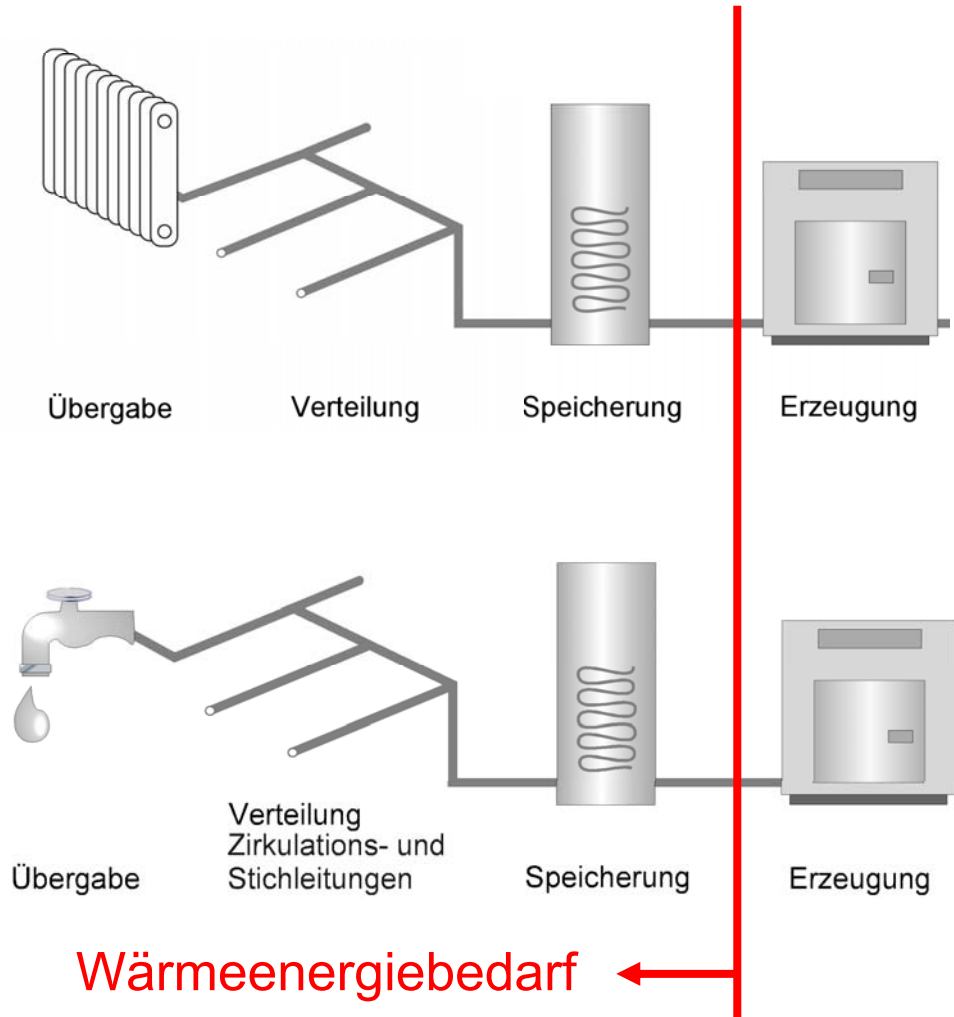
Abluftanlage ohne WRG (Anlagenluftwechsel 0,35 h<sup>-1</sup>)



	EnEV 2007	EnEV 2009	
$H_{T'}$	0,44 W/(m <sup>2</sup> K)	0,41 W/(m <sup>2</sup> K)	-7%
Heizwärmebedarf $Q_h$	60.747 kWh/a	52.577 kWh/a	-13%
WW-Wärmebedarf $Q_w$	16.632 kWh/a	16.632 kWh/a	0%
Endenergie $Q_{f,Wärme}$	103.120 kWh/a	66.245 kWh/a	-36%
Endenergie $Q_{f,Hilfsenergie}$	1.126 kWh/a	2.650 kWh/a	135%
Primärenergie $Q_p$	116.472 kWh/a	80.024 kWh/a	-31%
$q_p = Q_p/A_N$	87,5 kWh/(m <sup>2</sup> a)	60,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)	

**Erneuerbares-Energien-Wärmegesetz  
(EEWärmeG)  
im Zusammenhang mit  
der EnEV**

# 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 m<sup>2</sup> Aperturfläche  
je m<sup>2</sup> Nutzfläche  
MFH: 0,03 m<sup>2</sup> Aperturfläche  
je m<sup>2</sup> Nutzfläche

### Zusatzanforderungen an Wärmepumpen und Wärmerückgewinnung:

Jahresarbeitszahl, Leistungszahl,  
Wärmerückgewinnungsgrad

# Ersatzmaßnahmen

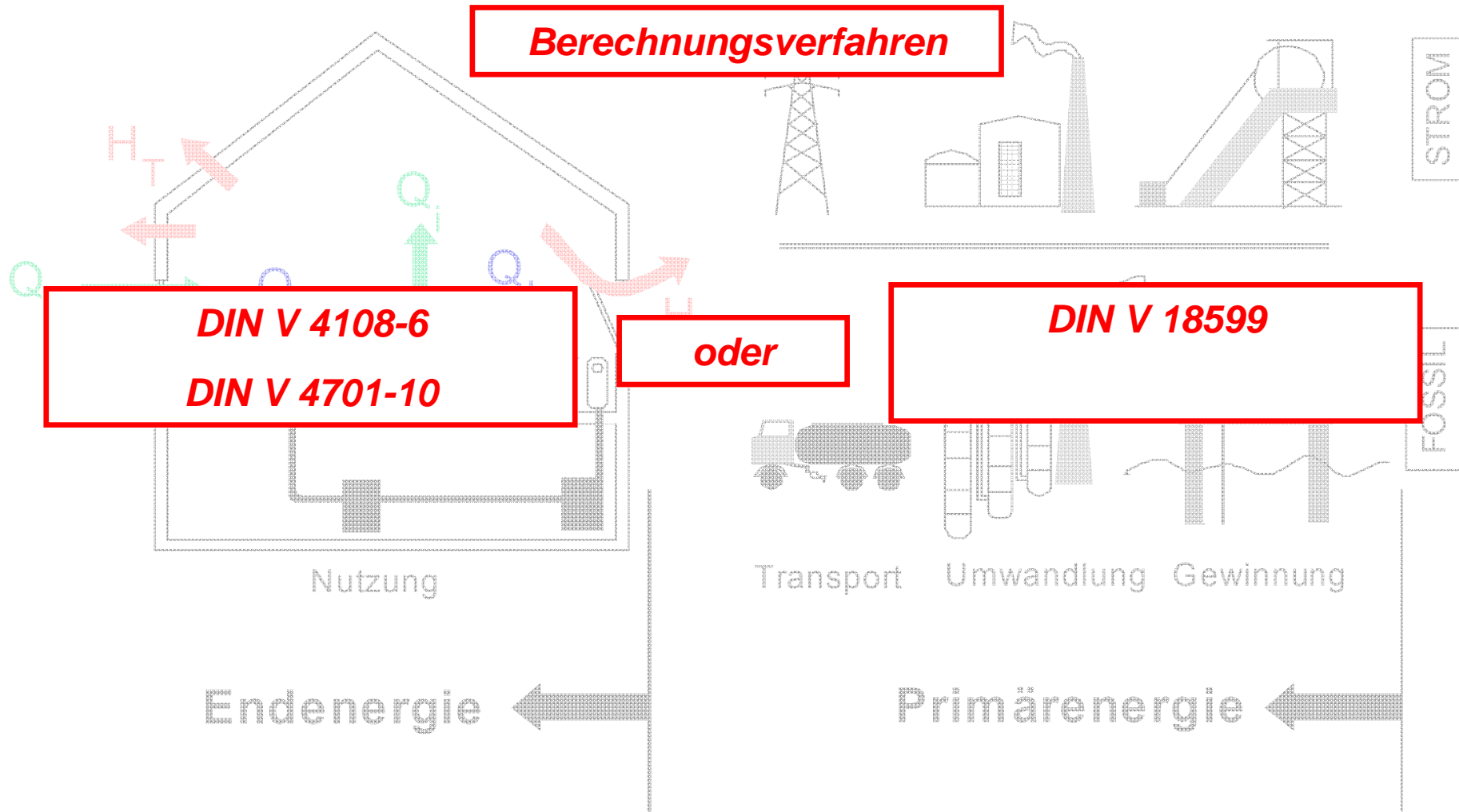
Des Weiteren besteht die Möglichkeit Ersatzmaßnahmen zu ergreifen:

- 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.

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

# Primärenergiebilanz - Wohngebäude



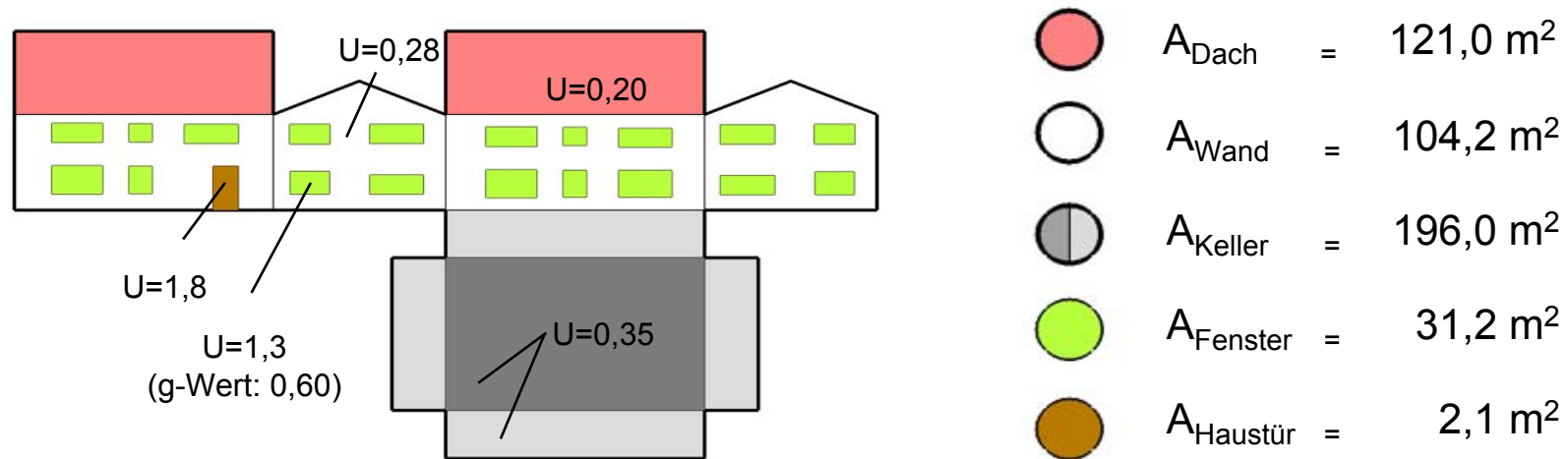
# Gegenüberstellung der Berechnungsverfahren

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

# **Praktische Konsequenzen für Nachweis und Ausführung von Wohngebäuden**

# Erfüllung der Anforderungen gem. EnEV - Nebenanforderung

Fensterflächenanteil Beispiel-EFH  $f = 23\%$ :

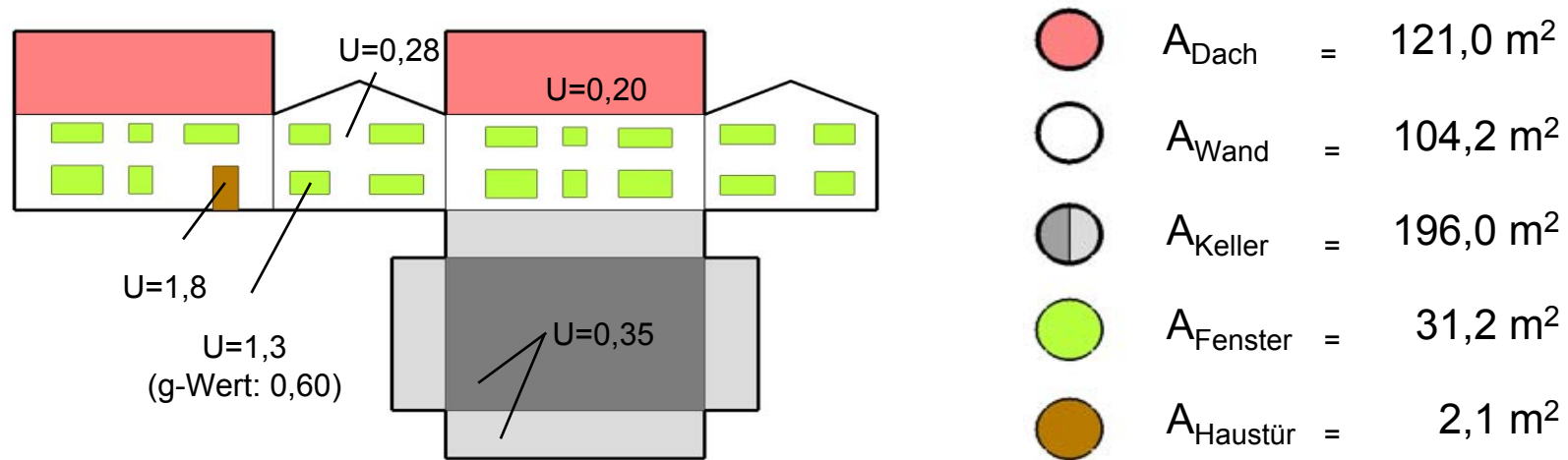


Resultierendes  $H_T$  für Beispiel-EFH:  $0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Maximales  $H_T$   $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

# Erfüllung der Anforderungen gem. EnEV - Nebenanforderung

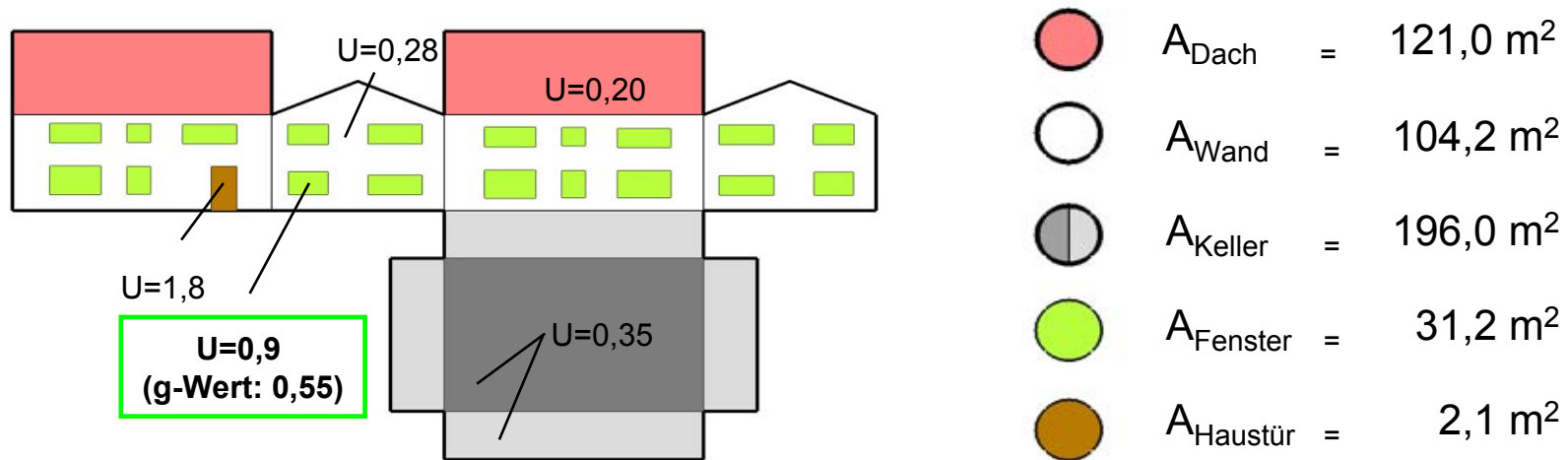
Fensterflächenanteil variiert:



Fensterflächenanteil	23 %	30 %	40 %	50 %
$H_T'$ in $W/(m^2K)$	0,34	0,37	0,4	0,43

# Erfüllung der Anforderungen gem. EnEV - Nebenanforderung

Fensterflächenanteil variiert:



Fensterflächenanteil	23 %	30 %	40 %	50 %
$H_T'$ in $W/(m^2K)$	0,32	0,33	0,35	0,37

## 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/(m <sup>2</sup> K)]	0,53	0,3	0,53	0,35
$U_w / g$ [W/(m <sup>2</sup> K)] / [-]	1,4 / 0,6	1,4 / 0,6	1,4 / 0,6	1,4 / 0,6
$U_D$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,27	0,27	0,57	0,36
$U_G$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,75	0,49	0,55	0,43
$\Delta U_{WB}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,05	0,05	0,05	0,05

# Erfüllung der Anforderungen gem. EEWärmeG

Die 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 <sup>2</sup> K)]	0,35	0,22	0,22	0,22
$U_w / g$ [W/(m <sup>2</sup> K)] / [-]	1,3 / 0,6	0,9 / 0,55	1,3 / 0,6	0,9 / 0,55
$U_D$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,24	0,18	0,18	0,18
$U_G$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,35	0,3	0,35	0,3
$\Delta U_{WB}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,05	0,02	0,05	0,02
<b>Lüftungsart</b>	Fensterlüftung	Lüftungsanlage mit WRG	Fensterlüftung	Lüftungsanlage mit WRG
<b>Jahres-Primärenergiebedarf</b> [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	92,3 (entspricht 85 % )	61,5 (entspricht 85 %)	74,1 (entspricht 85 %)	50,9 (entspricht 85 %)

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

# Kosten / Einsparungen / Wirtschaftlichkeit

Die Mehrkosten für bauliche und anlagentechnische Maßnahmen betragen beim dargestellten

- EFH rd. 37 €/m<sup>2</sup>(A<sub>N</sub>) bzw. rd. 7.900,- €
- MFH rd. 21 €/m<sup>2</sup>(A<sub>N</sub>) bzw. rd. 28.000,- €

Die Abluftanlage ist gegenüber der Fensterlüftung energetisch praktisch nicht wirksam und in den Kostenangaben sowie bei der Berechnung der Endenergie nicht berücksichtigt.

Die zur Erfüllung der Anforderungen des EEWärmeG erforderliche Solaranlage ist beim EFH mit 4.000,- € und beim MFH mit 20.000,- € angesetzt.

Als Energiekostensparnis resultiert beim EFH ein Betrag von rd. 520,- €/a und beim MFH ein Betrag von rd. 2.450,- €/a (berücksichtigt sind 0,075 €/kWh (Gas) und 0,2 €/kWh (Strom)).

Amortisationszeiten liegen bei rd. 20 a beim EFH und rd. 14 a beim MFH (Energiepreissteigerung 1 %, Zinssatz 3,5 %, jeweils inflationsbereinigt)

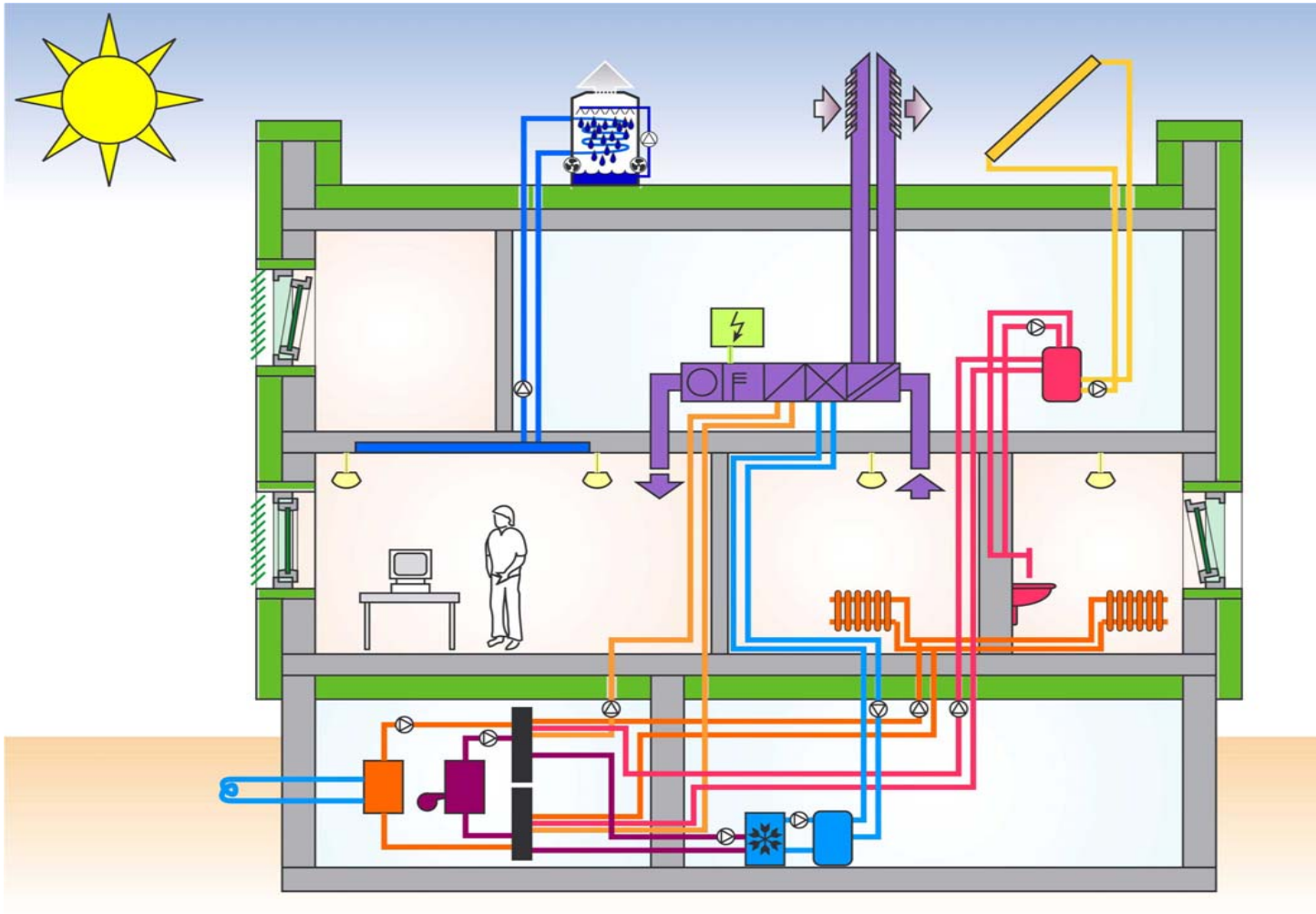
# **Fortschreibung der Anforderungen im Gebäudebestand**

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

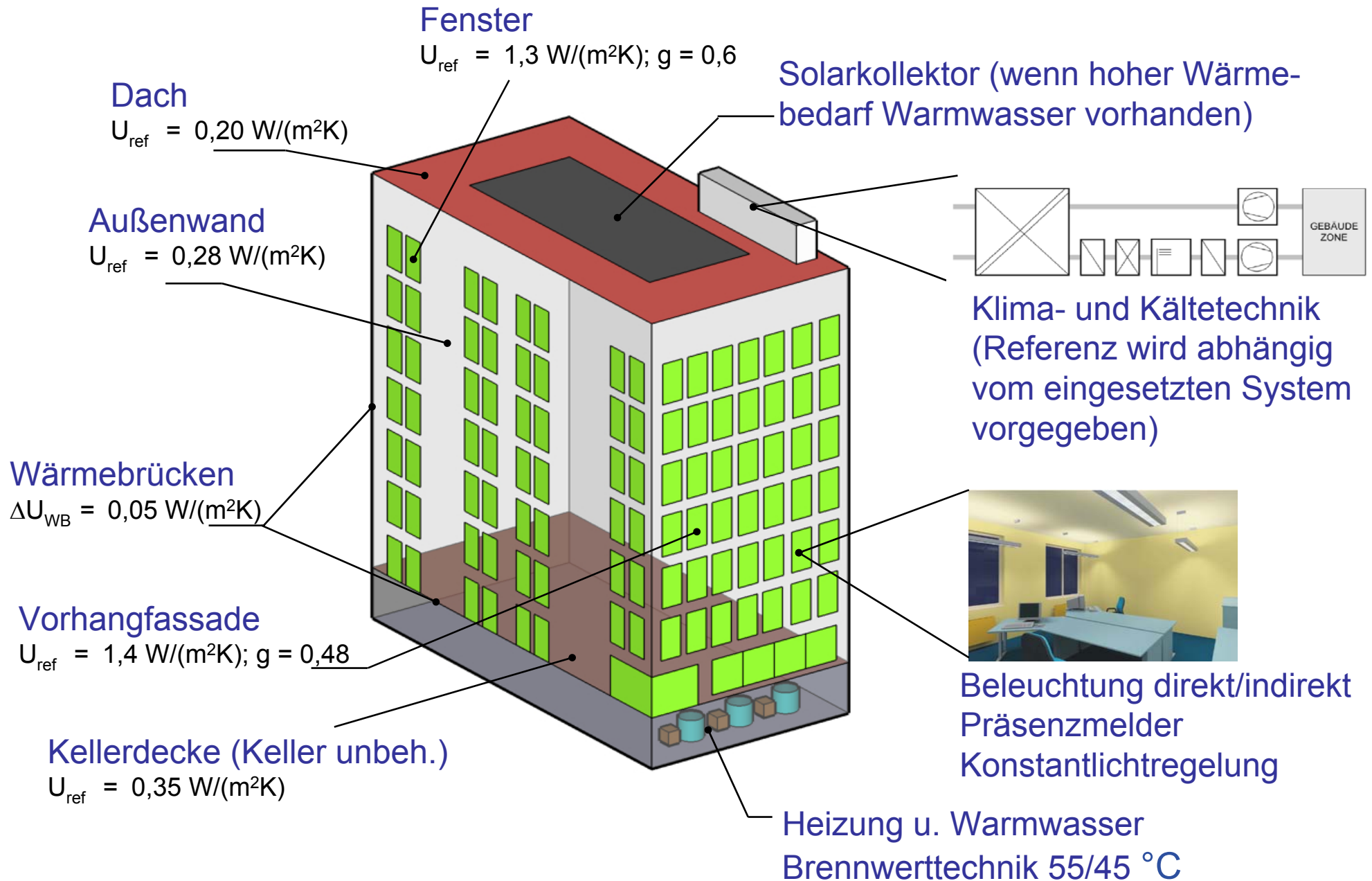
Bauteil	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^{\circ}\text{C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von 12 bis $< 19^{\circ}\text{C}$
	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\max}$	
Außenwände - Außendämmung - Innendämmung	0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K) 0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K) 0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Außen liegende Fenster, Fenstertüren	1,30 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,90 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Dachflächenfenster	1,40 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,90 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Verglasungen	1,10 W/(m <sup>2</sup> ·K)	keine Anforderung
Decken, Dächer und Dachschrägen	0,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Flachdächer	0,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> ·K)

# **Überblick über Anforderungen und Konsequenzen bei Nichtwohngebäuden**

# Energetische Bewertung nach DIN V 18599



# Referenzbau- und -anlagentechnik für Nichtwohngebäude



# Zusatzanforderung für Nichtwohngebäude => mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten

Fenster

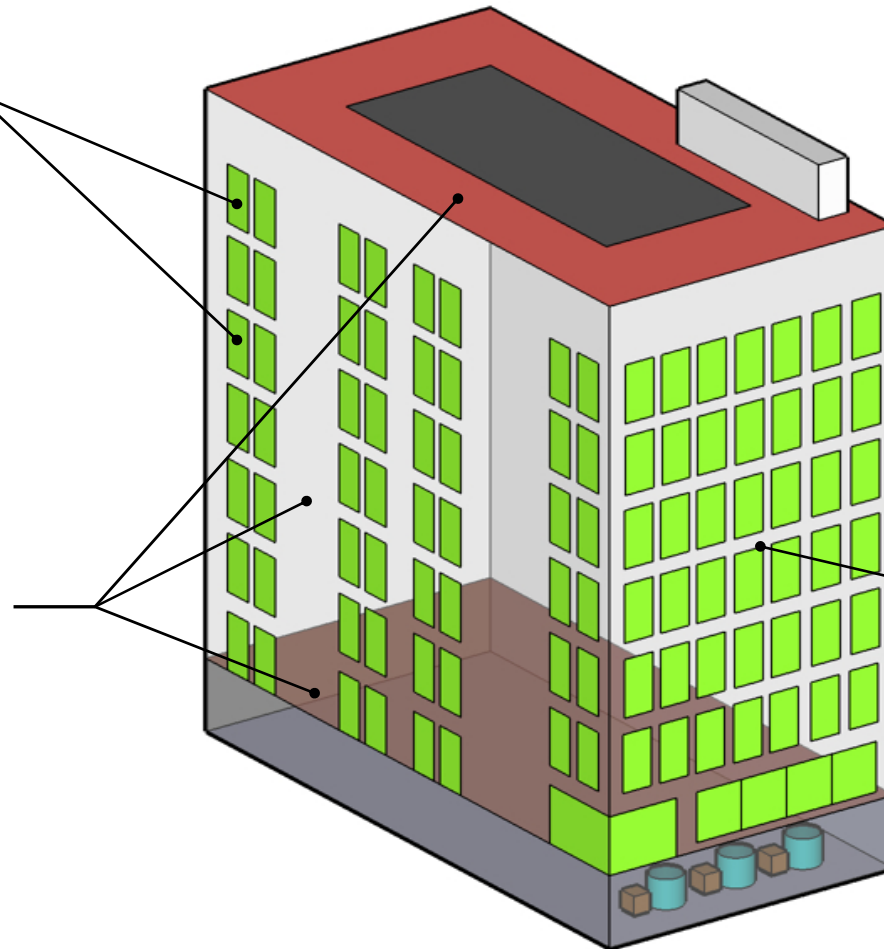
$$U_{\text{mittel}} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

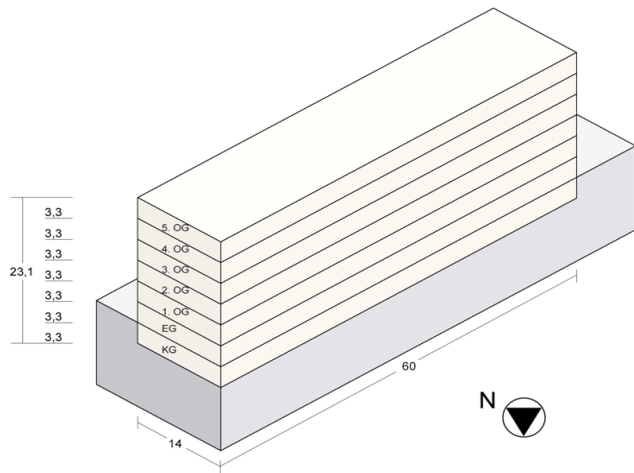
Außenwand, Dach,  
Kellerdecke  
(alle opaken Bauteile)

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

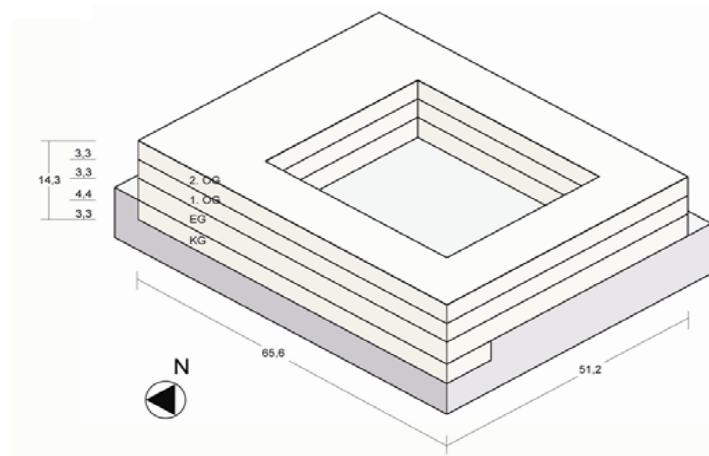
Vorhangfassade

$$U_{\text{mittel}} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

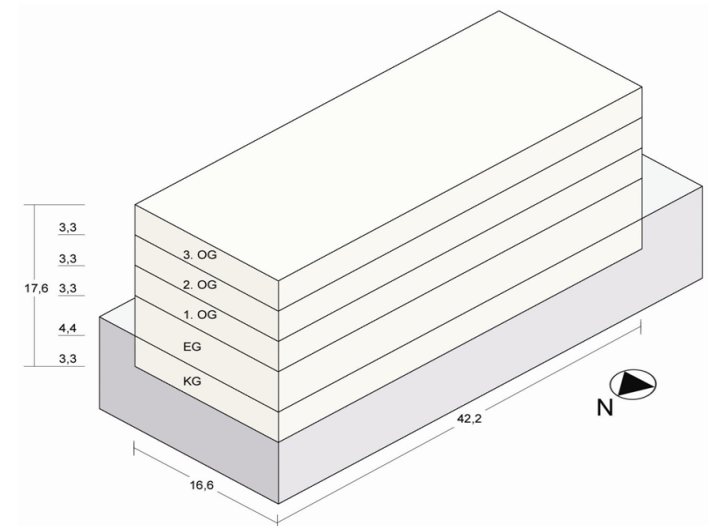




**Bürogebäude**

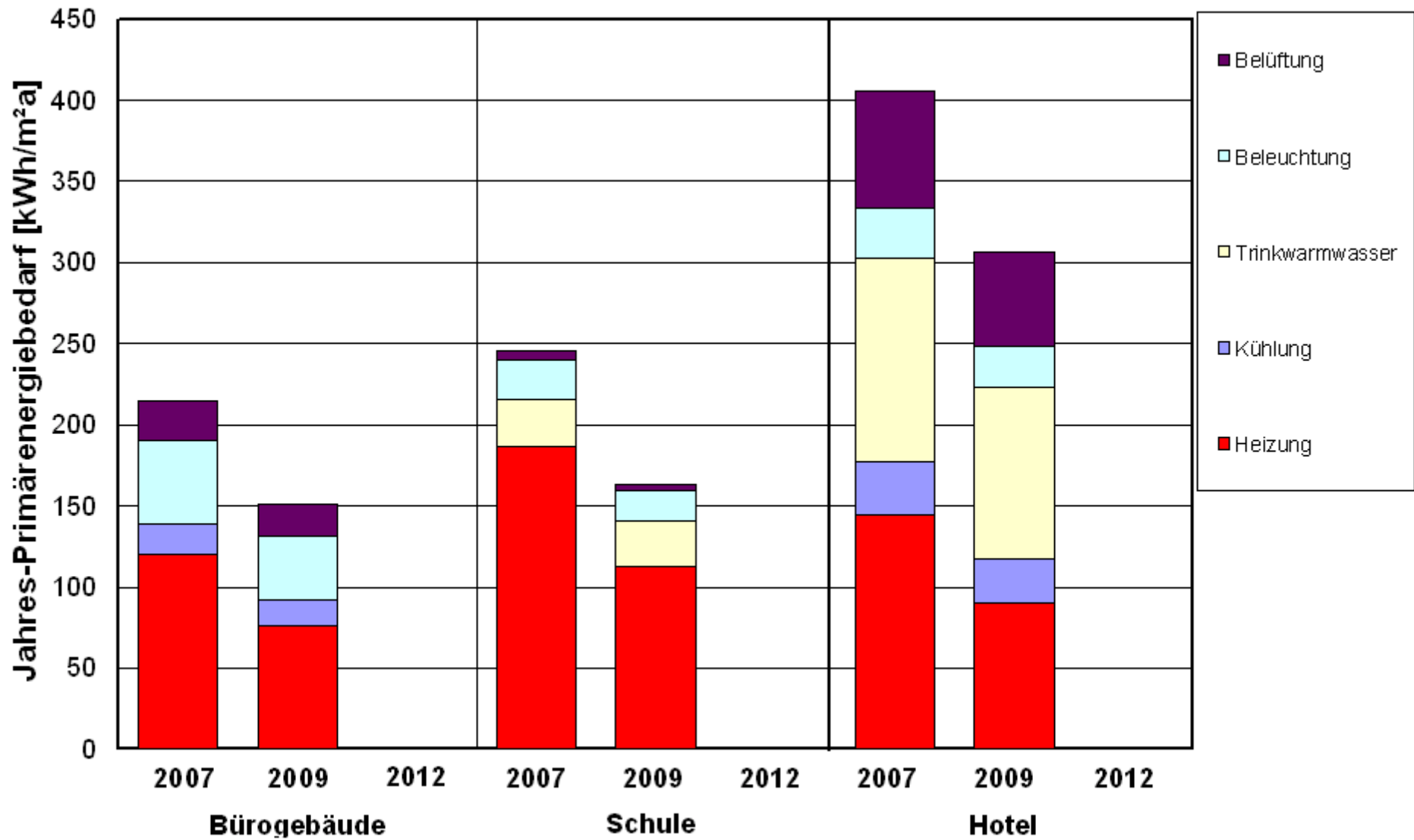


**Schule**



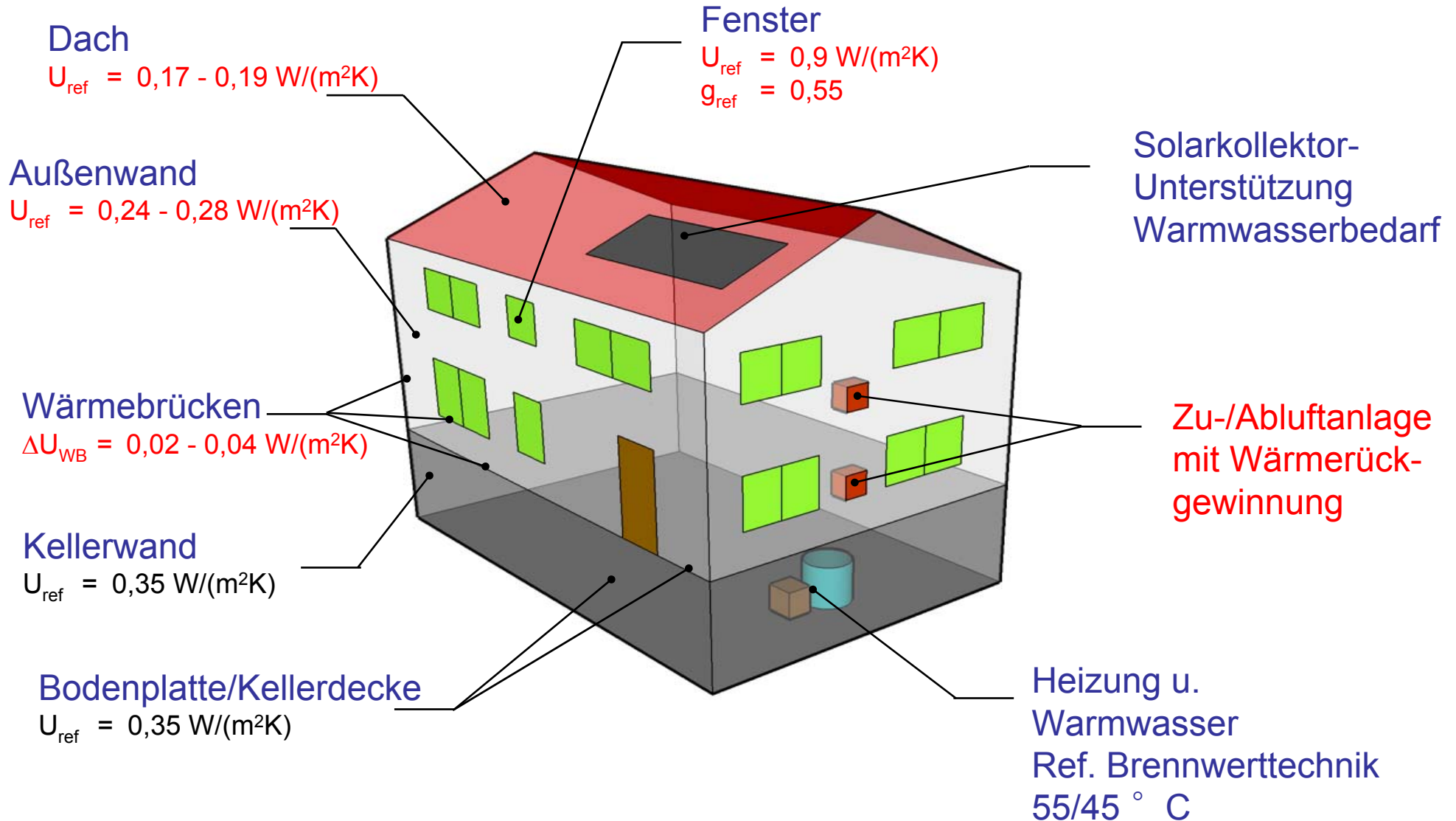
**Hotel**

# Primärenergiebedarf - Nichtwohngebäude 2007 / 2009

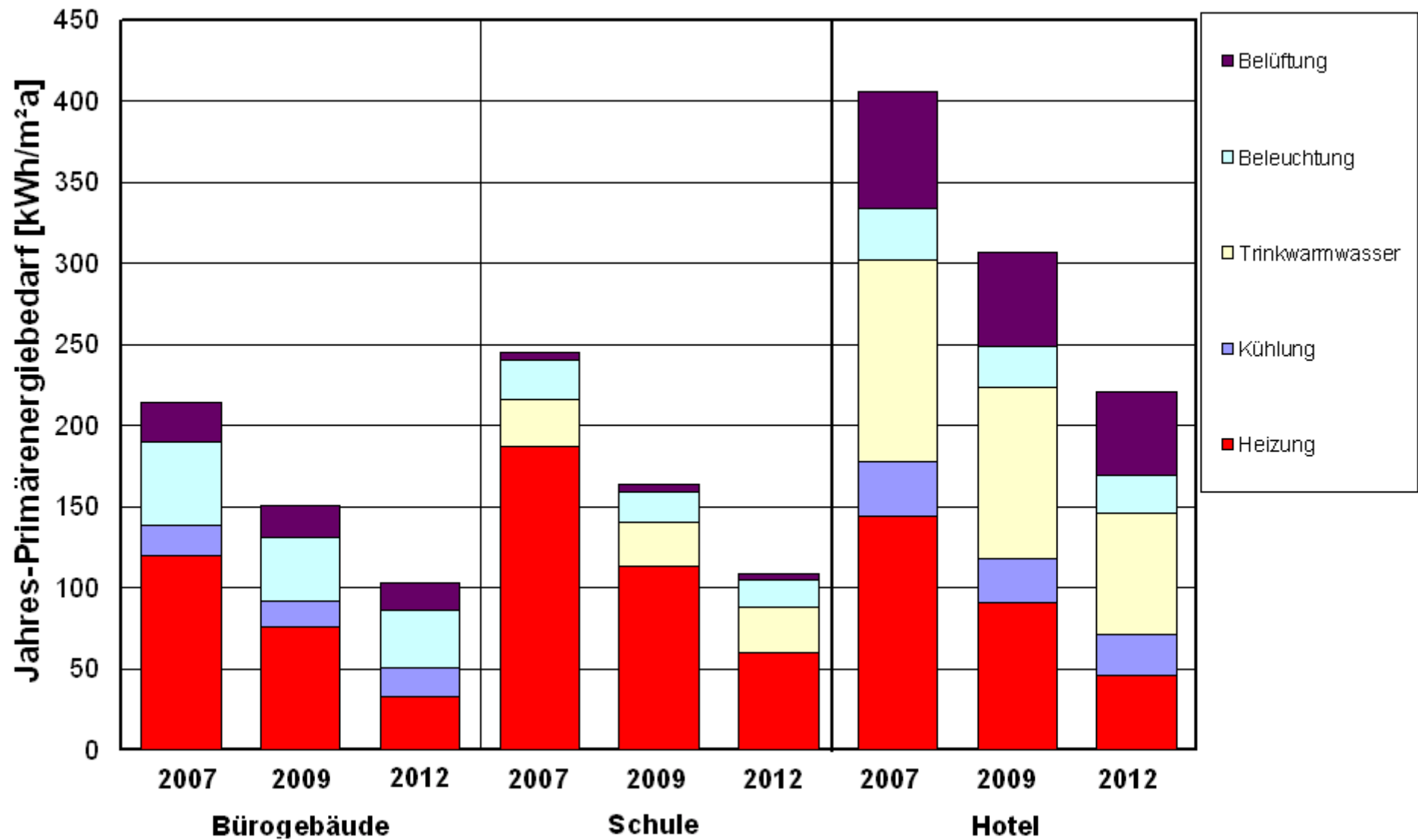


# **Ausblick EnEV 2012**

# Mögliche Referenzbau- und -anlagentechnik für Wohngebäude 2012



# Primärenergiebedarf - Nichtwohngebäude 2007 / 2009 / 2012



# Prognose 2020

**Neubauten  
sind generell  
Plusenergiehäuser  
(Minikraftwerke)!**

