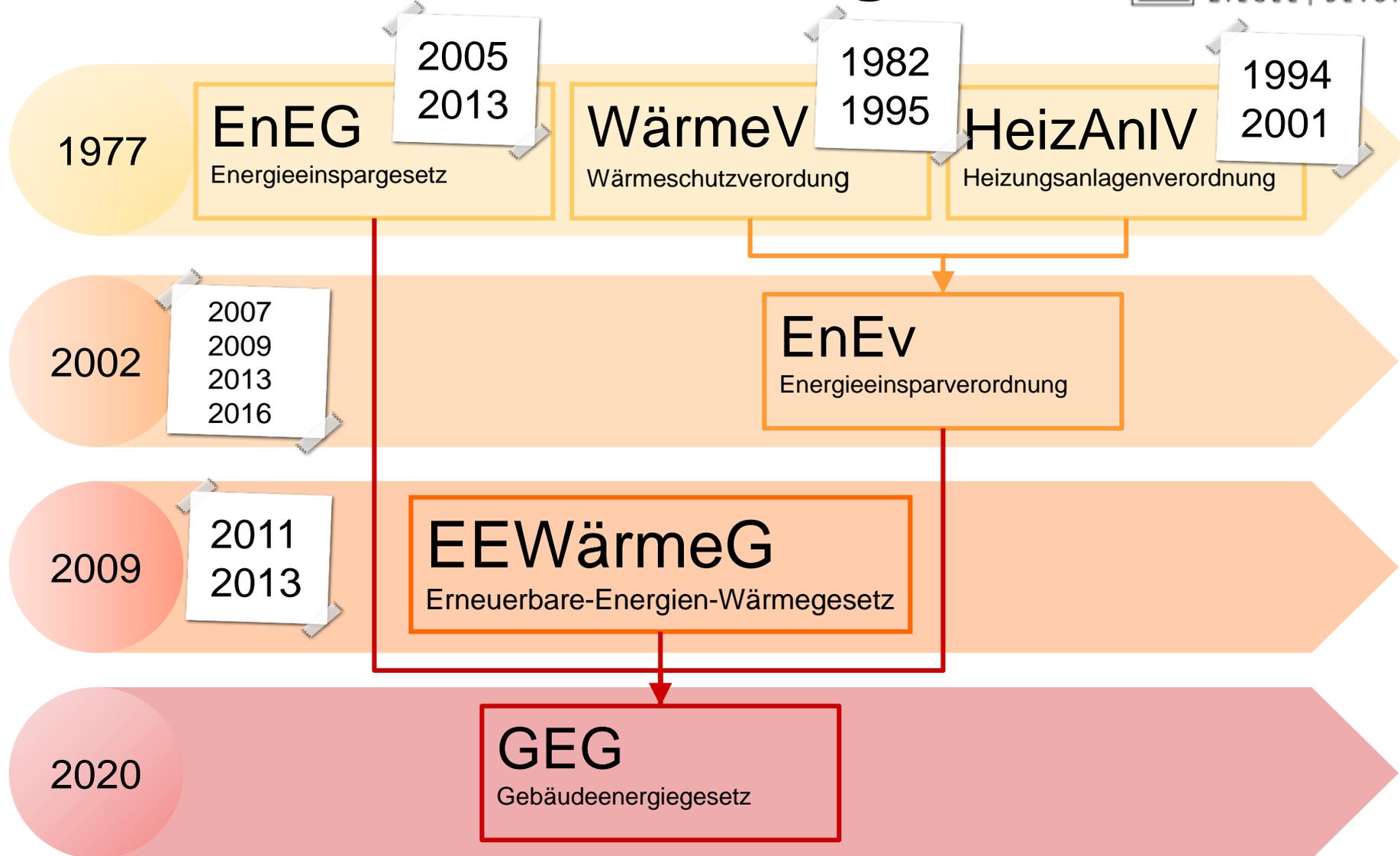


Verschärfung des Wärmeschutzes

Das Aus für die monolithische
Bauweise?

M.Sc.-Ing. Louisa Nittel
August Lücking GmbH & Co. KG

Chronik der Verordnungen



Nachweis des Wärmeschutzes

Nachweis weiterhin nach Referenzgebäudeverfahren

Hauptanforderung:
Primärenergiebedarf

$$Q_{p,vorh} \leq 0,75 * Q_{p,Ref}$$

Gebäudehülle
Wärmebrücken
Anlagentechnik
Lüftungsverluste
Solare Gewinne
Interne Gewinne

Nebenanforderung:
Transmissionswärmeverlust

$$H'_{T,vorh} \leq 1,0 * H'_{T,Ref}$$

Gebäudehülle
Wärmebrücken

Transmissionswärmeverlust

$$H'_T \left[\frac{W}{K} \right] = \underbrace{\sum U_i * A_i * F_{xi}}_{\substack{\text{Wärmeverlust} \\ \text{Außenbauteile}}} + \underbrace{H_{T,WB}}_{\substack{\text{Zuschlag} \\ \text{Wärmebrücken}}}$$

$$H_{T,WB} \left[\frac{W}{K} \right] = l * \psi_e \left[\frac{W}{K} \right]$$

H'_T : Transmissionswärmeverlust

U_i : Wärmedurchgangskoeffizient Außenbauteil

A_i : Fläche Außenbauteil

F_{xi} : Temperatur-Korrekturfaktor

$H_{T,WB}$: Zuschlag Wärmebrücke

l : Länge der Wärmebrücke

ψ_e : längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient

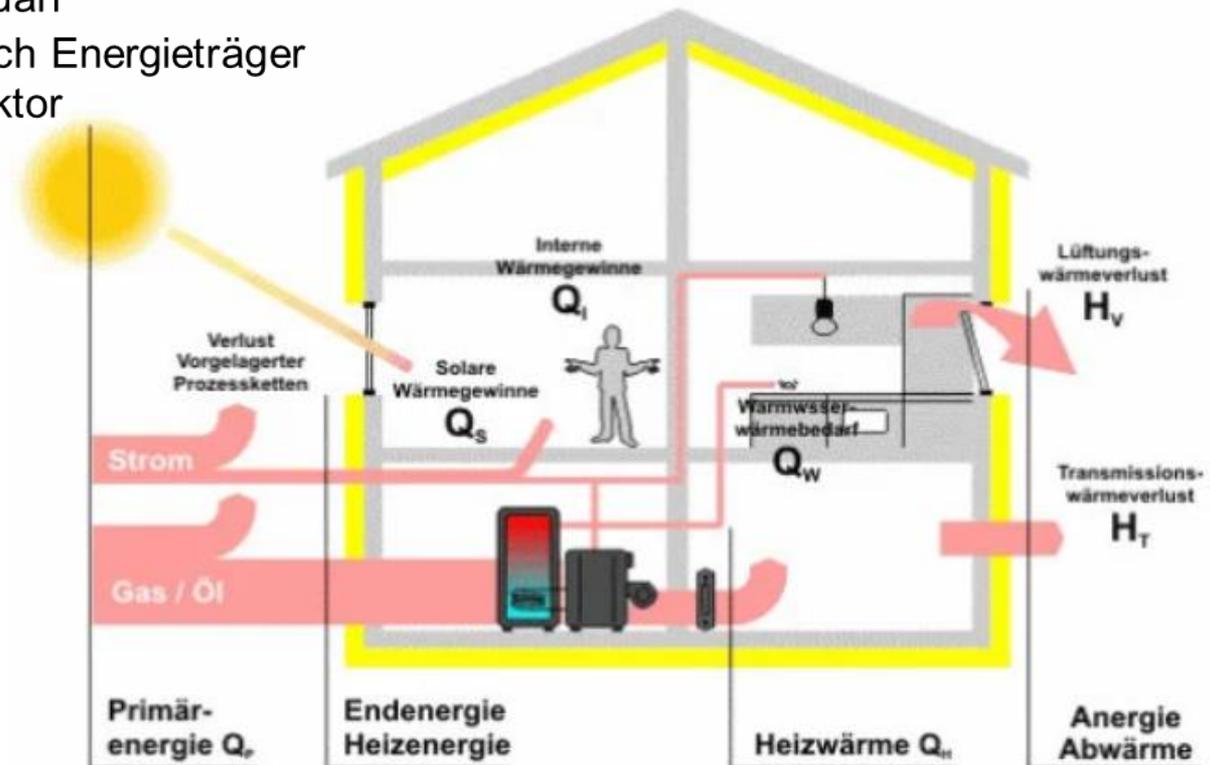
Primärenergiebedarf

$$Q_p [kWh] = \sum_i Q_i * f_{p,i}$$

Q_p : Primärenergiebedarf

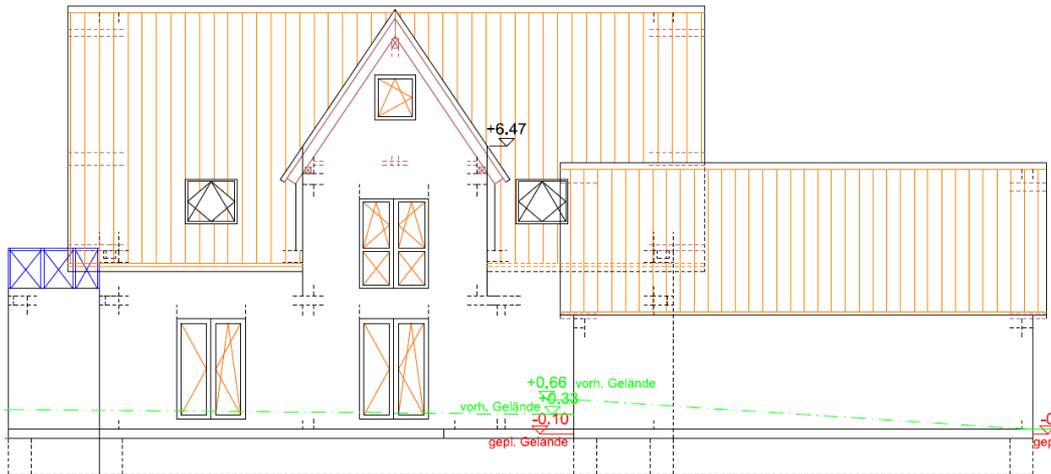
Q_i : Endenergie je nach Energieträger

$f_{p,i}$: Primärenergiefaktor



Praxisbeispiel

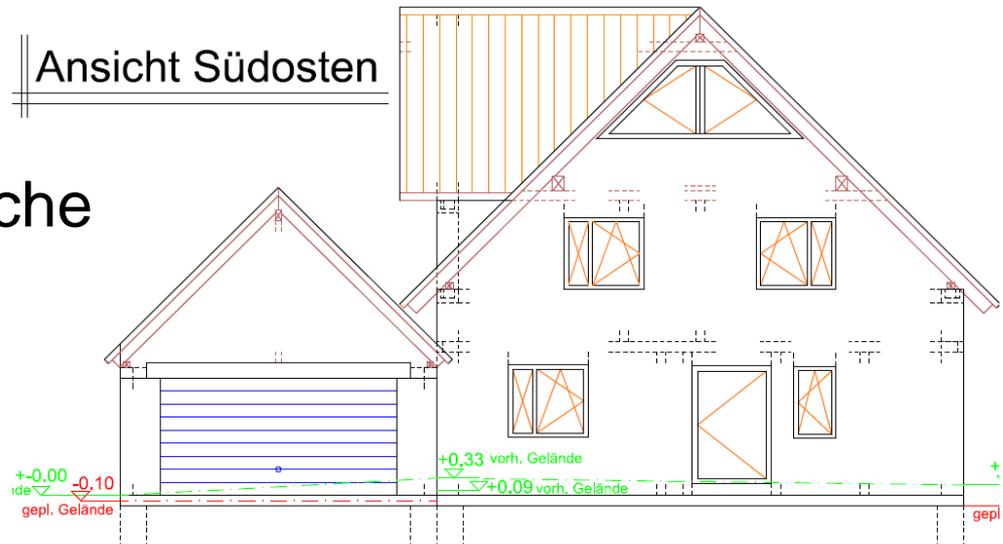
Ansicht Südwesten



$$H'_{T,Ref} = 0,352 \frac{W}{m^2K}$$

Einfamilienhaus
Ca. 100m² Nettogrundfläche
1 Vollgeschoss
Satteldach 45°
Doppelgarage

Ansicht Südosten

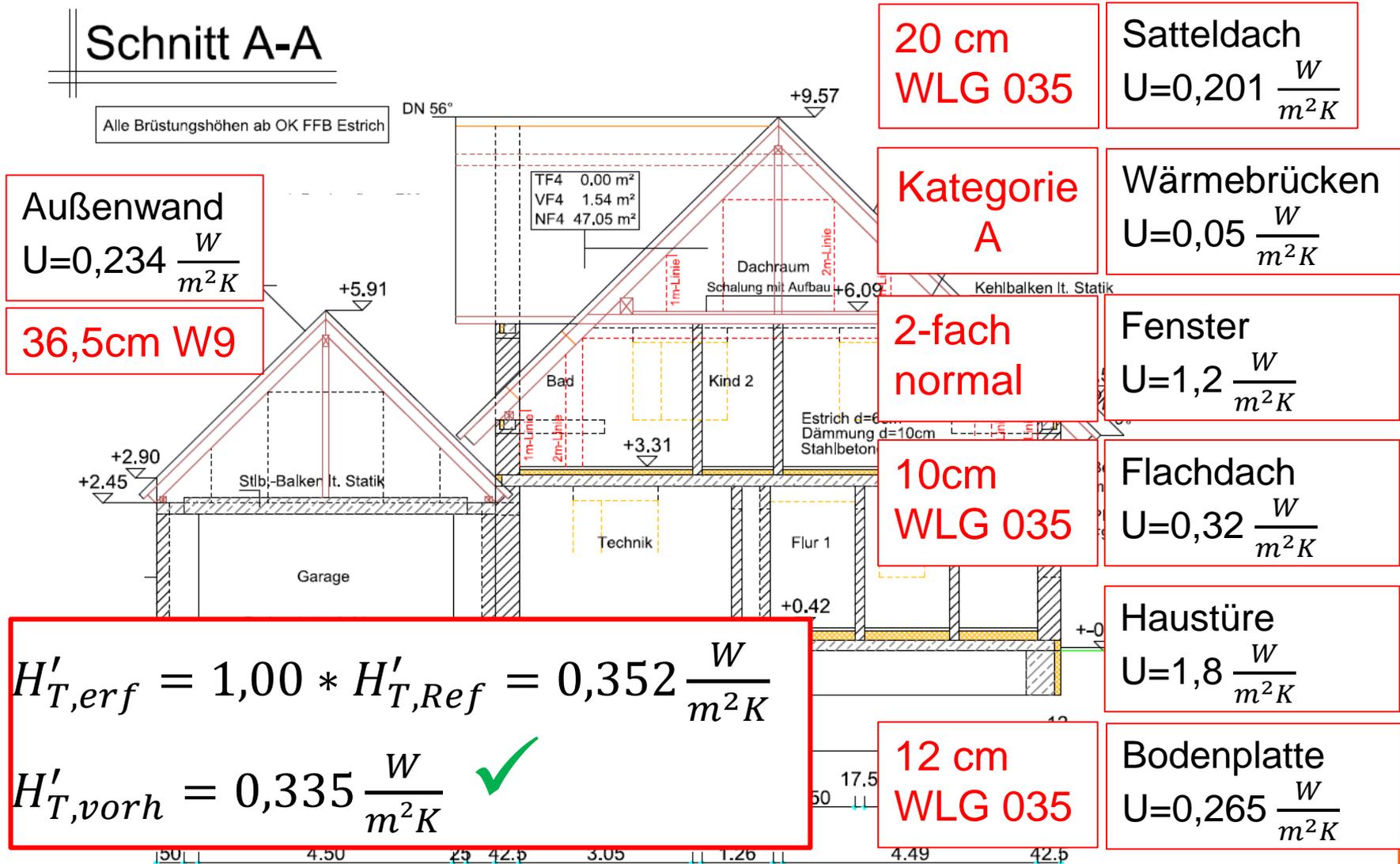


Quelle: (2)

Praxisbeispiel GEG

Schnitt A-A

Alle Brüstungshöhen ab OK FFB Estrich



Außenwand
 $U=0,234 \frac{W}{m^2K}$

36,5cm W9

20 cm
WLG 035

Satteldach
 $U=0,201 \frac{W}{m^2K}$

Kategorie
A

Wärmebrücken
 $U=0,05 \frac{W}{m^2K}$

2-fach
normal

Fenster
 $U=1,2 \frac{W}{m^2K}$

10cm
WLG 035

Flachdach
 $U=0,32 \frac{W}{m^2K}$

$$H'_{T,erf} = 1,00 * H'_{T,Ref} = 0,352 \frac{W}{m^2K}$$

$$H'_{T,vorh} = 0,335 \frac{W}{m^2K} \quad \checkmark$$

12 cm
WLG 035

Haustüre
 $U=1,8 \frac{W}{m^2K}$

Bodenplatte
 $U=0,265 \frac{W}{m^2K}$

Anforderungsniveaus

Niveau	Primärenergiebedarf	Transmissionswärmeverlust
GEG	$\leq 0,75 * Q_{p,ref}$	$\leq 1,0 * H'_{T,Ref}$
vergleichbar KfW 55	$\leq 0,55 * Q_{p,ref}$	$\leq 0,7 * H'_{T,Ref}$
KfW 40	$\leq 0,40 * Q_{p,ref}$	$\leq 0,55 * H'_{T,Ref}$

Ansatz: nur Außenwand wird wärmetechnisch verändert

Variation Außenwand

Dicke [cm]	λ [W/mK]	U-Wert [W/m ² K]	$H'_{T,vorh}$ [W/K]	Niveau
36,5	0,09	0,234	0,33	GEG
42,5	0,09	0,202	0,32	GEG
42,5	0,08	0,181	0,32	GEG
50,0	0,08	0,155	0,31	GEG
50,0	0,075	0,145	0,30	GEG
49,0	0,07	0,138	0,30	GEG

+50%

-15%

Höhere Niveaus nur durch Verbesserung Außenwand **nicht** möglich!

Variation Wärmebrücken

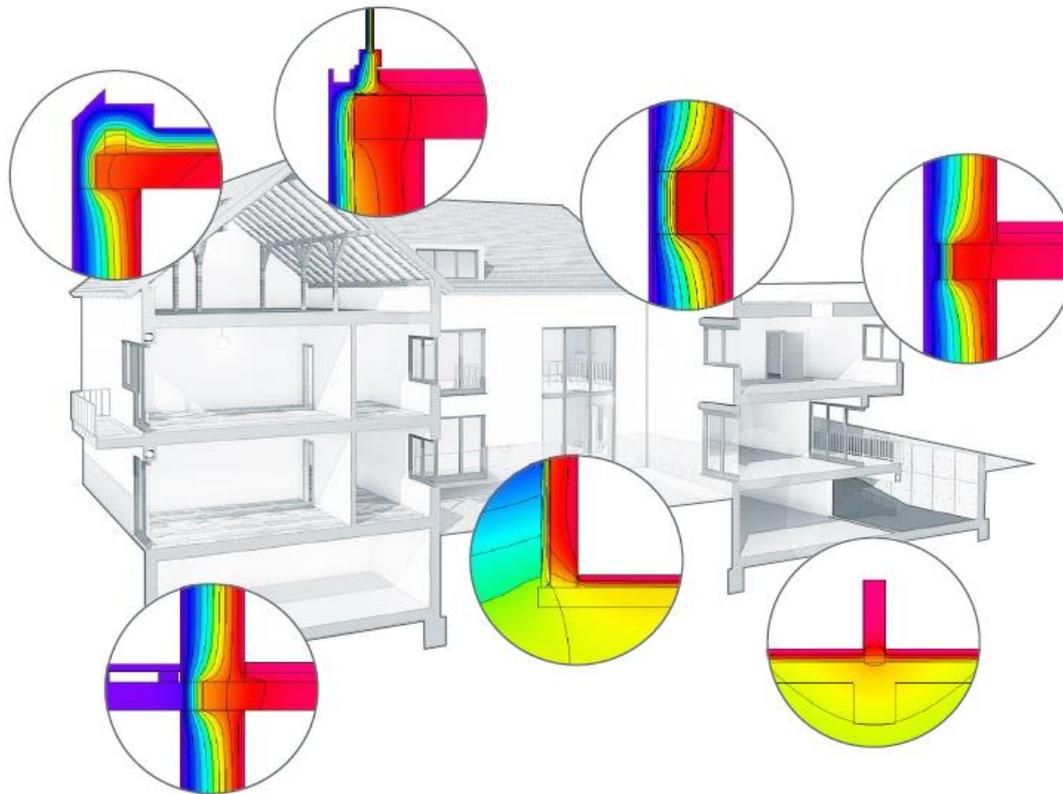
Zuschlag [W/m ² K]	Beschreibung	$H'_{T,vorh}$ [W/K]	Niveau
0,10	Ohne Nachweis	0,38	-
0,05	Kategorie A	0,33	GEG
0,03	Kategorie B	0,31	GEG
0,006	Detaillierte Berechnung	0,29	GEG

Dicke [cm]	λ [W/mK]	U-Wert [W/m ² K]	$H'_{T,vorh}$ [W/K]
50,0	0,08	0,155	0,31
50,0	0,075	0,145	0,30
49,0	0,07	0,138	0,30

Sehr effiziente Maßnahme,
da oft nur rechnerisch oder
mit kleinsten Veränderungen
an der Konstruktion

Wärmebrückenkatalog 5.0

ZIEGEL WÄRMEBRÜCKENKATALOG 5.0



Detaillierte Wärmebrückenberechnung

Berechnungsverfahren: detaillierte Erfassung

ΔUWB 0,006 W/(m²K)

einzelne Wärmebrücken

ID	Wärmebrücke	Zone	ψ -Wert	Länge [m]	Fx	HT [W/K]	
Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Ψ [W/(m·K)]							
		Dicke d der Außenwand [mm]					0
			300	365	425	490	0
Wärmeleitfähigkeit Mauerwerk [W/m K]		0,07	0,060	0,070	0,060	0,060	0
		0,09	0,060	0,070	0,060	0,060	0
		0,11	0,050	0,060	0,060	0,060	0
		0,14	0,040	0,060	0,060	0,060	0
10	Ortgang mit U-Schale, Dämmung außen - AW HLZ	Wohnnutzung	0,050	28,0	1,00	1,400	
11	Kniestock Pfettendach, beh. DG, tragende Fußpfette	Wohnnutzung	-0,070	25,0	1,00	-1,800	
12	Flachdach Attika - AW HLZ	Wohnnutzung	0,150	9,0	1,00	1,300	
13	Geschossdecke mit Stirndämmung - AW HLZ	Wohnnutzung	0,060	45,0	1,00	2,700	
14	Bodenplatte außenged., AW HLZ mit Randdämmung	Wohnnutzung	-0,070	45,0	1,00	-3,100	
15	Innenwand auf Bodenplatte, innen- und außengedär...	Wohnnutzung	0,040	29,6	1,00	1,200	

Variation Fensterflächenanteil

Anteil	$H'_{T,ref}$ [W/K]	$H'_{T,vorh}$ [W/K]	Niveau
5 %	0,30	0,28	GEG
10 %	0,32	0,31	GEG
15 %	0,34	0,33	GEG
17 %	0,35	0,33	GEG
20 %	0,37	0,35	GEG
25%	0,39	0,37	GEG
30%	0,41	0,39	GEG

Pauschale Aussage nicht möglich, da sich Referenzgebäude auch verändert

Variation U_w -Wert Fenster

U_w -Wert [W/m ² K]	Güte	$H'_{T,vorh}$ [W/K]	Niveau
1,2	2-fach-Glas, normale Kante	0,335	GEG
1,1	2-fach-Glas, warme Kante	0,328	GEG
0,95	3-fach-Glas, normale Kante (GEG-Standard)	0,318	GEG
0,90	3-fach-Glas, normale Kante (KfW55-Standard)	0,315	GEG
0,80	3-fach-Glas, Premium Kante (Passivhaus-Standard)	0,308	GEG
0,75	3-fach-Glas, Premium Kante	0,305	GEG

Höhere Niveaus nur durch Verbesserung Fenster **nicht** möglich!

Variation Außenwand

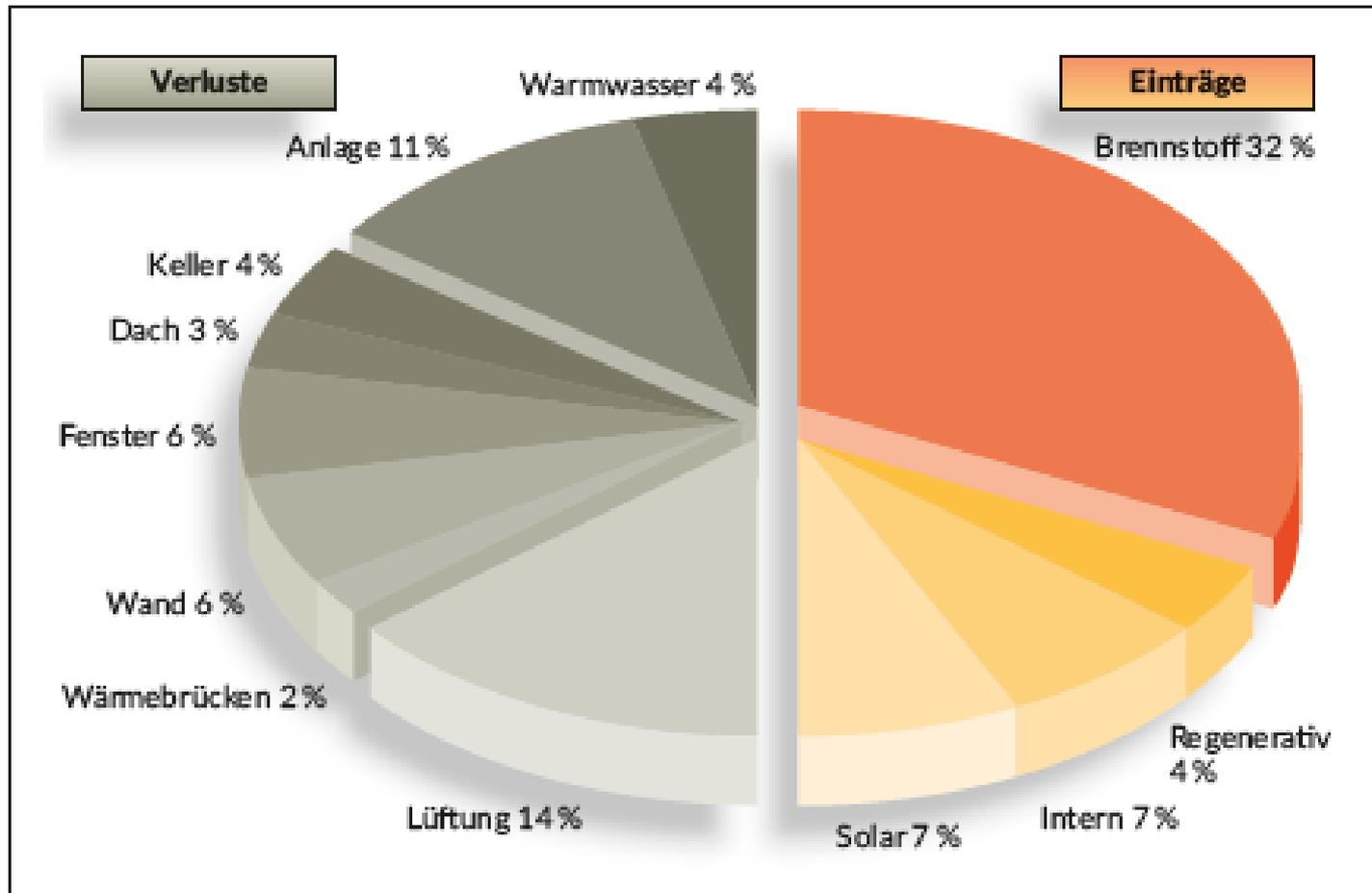
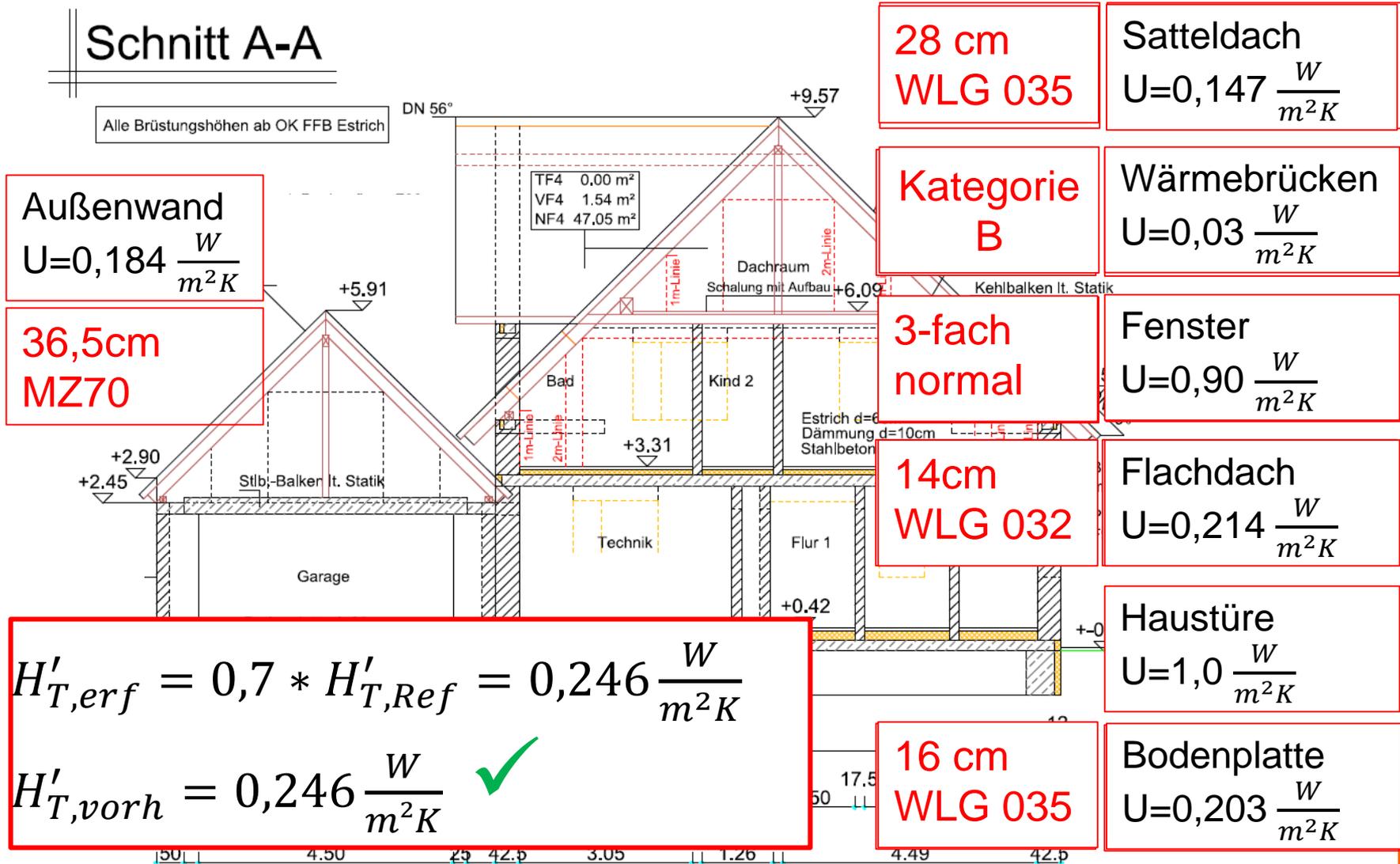


Bild 2.4: Beispielhafte Endenergiebilanz eines Niedrigenergiehauses

Praxisbeispiel vgl. KfW55

Schnitt A-A

Alle Brüstungshöhen ab OK FFB Estrich



Außenwand
 $U=0,184 \frac{W}{m^2K}$

36,5cm
MZ70

28 cm
WLG 035

Satteldach
 $U=0,147 \frac{W}{m^2K}$

Kategorie
B

Wärmebrücken
 $U=0,03 \frac{W}{m^2K}$

3-fach
normal

Fenster
 $U=0,90 \frac{W}{m^2K}$

14cm
WLG 032

Flachdach
 $U=0,214 \frac{W}{m^2K}$

$$H'_{T,erf} = 0,7 * H'_{T,Ref} = 0,246 \frac{W}{m^2K}$$

$$H'_{T,vorh} = 0,246 \frac{W}{m^2K} \quad \checkmark$$

Haustüre
 $U=1,0 \frac{W}{m^2K}$

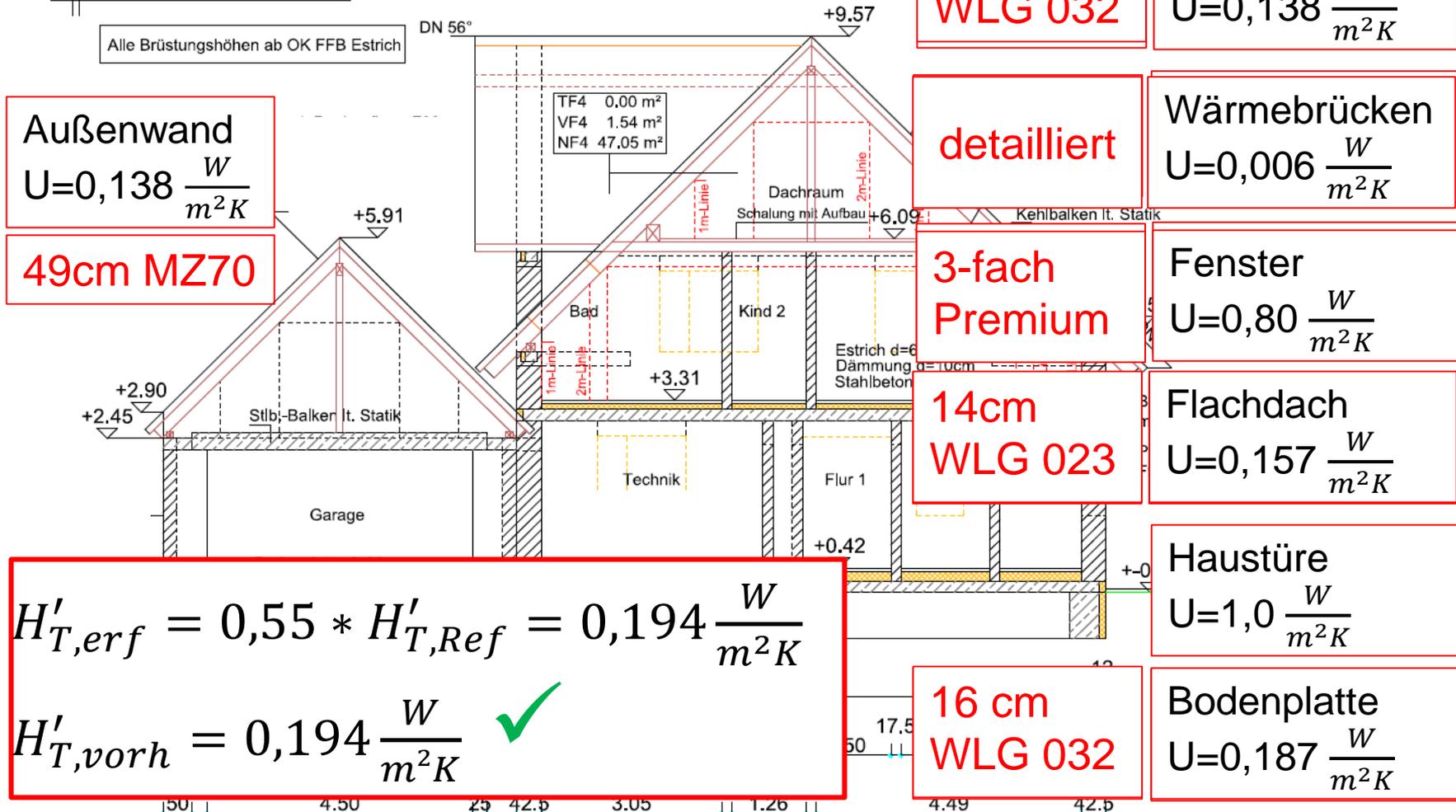
16 cm
WLG 035

Bodenplatte
 $U=0,203 \frac{W}{m^2K}$

Praxisbeispiel KfW40

Schnitt A-A

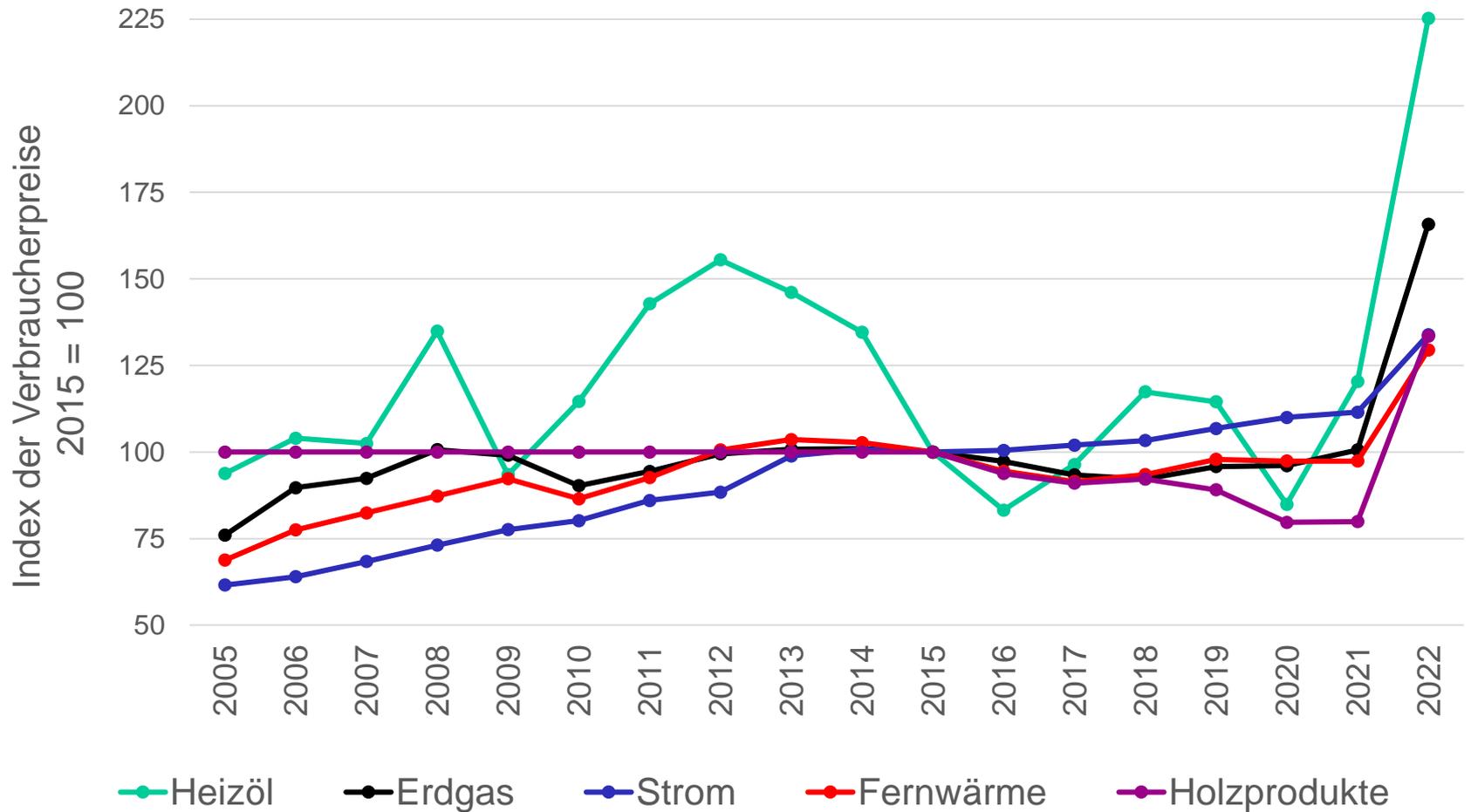
Alle Brüstungshöhen ab OK FFB Estrich



$$H'_{T,erf} = 0,55 * H'_{T,Ref} = 0,194 \frac{W}{m^2K}$$

$$H'_{T,vorh} = 0,194 \frac{W}{m^2K} \quad \checkmark$$

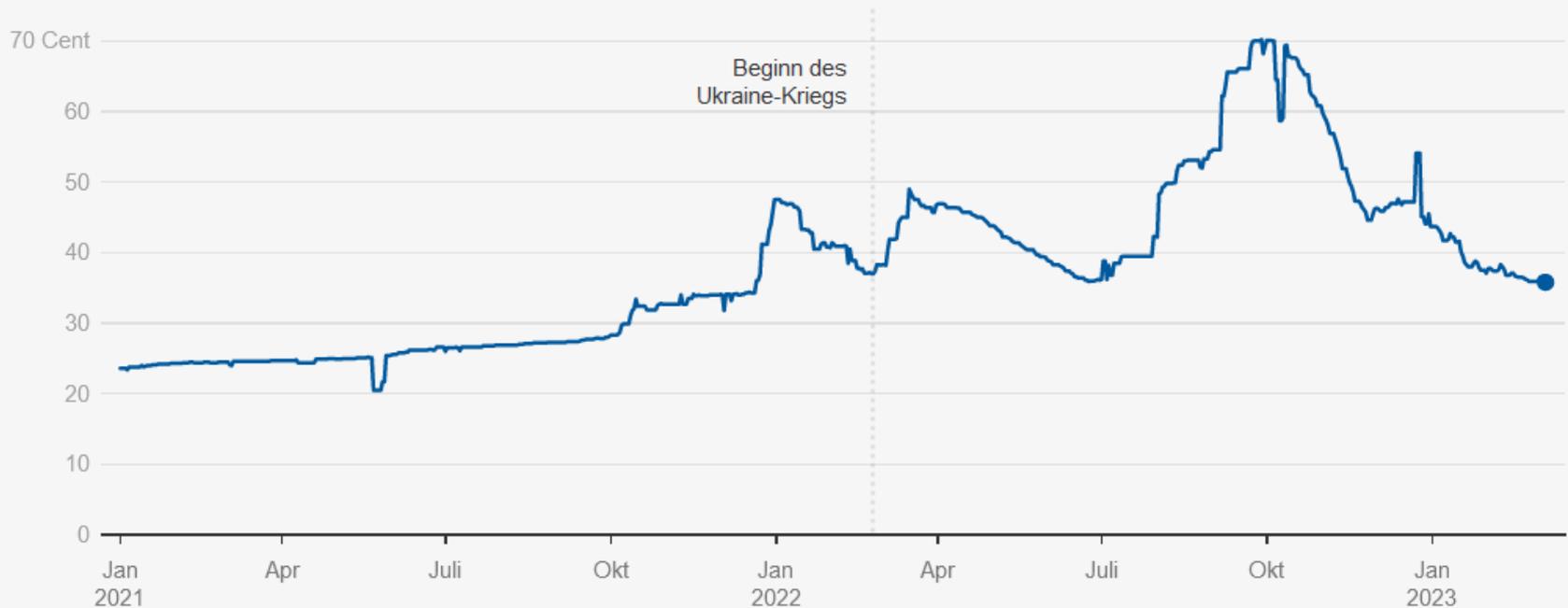
Entwicklung Energiepreise



Entwicklung Strompreis aktuell

Derzeit kostet 1 kWh Strom 35,8 Cent für Neukunden

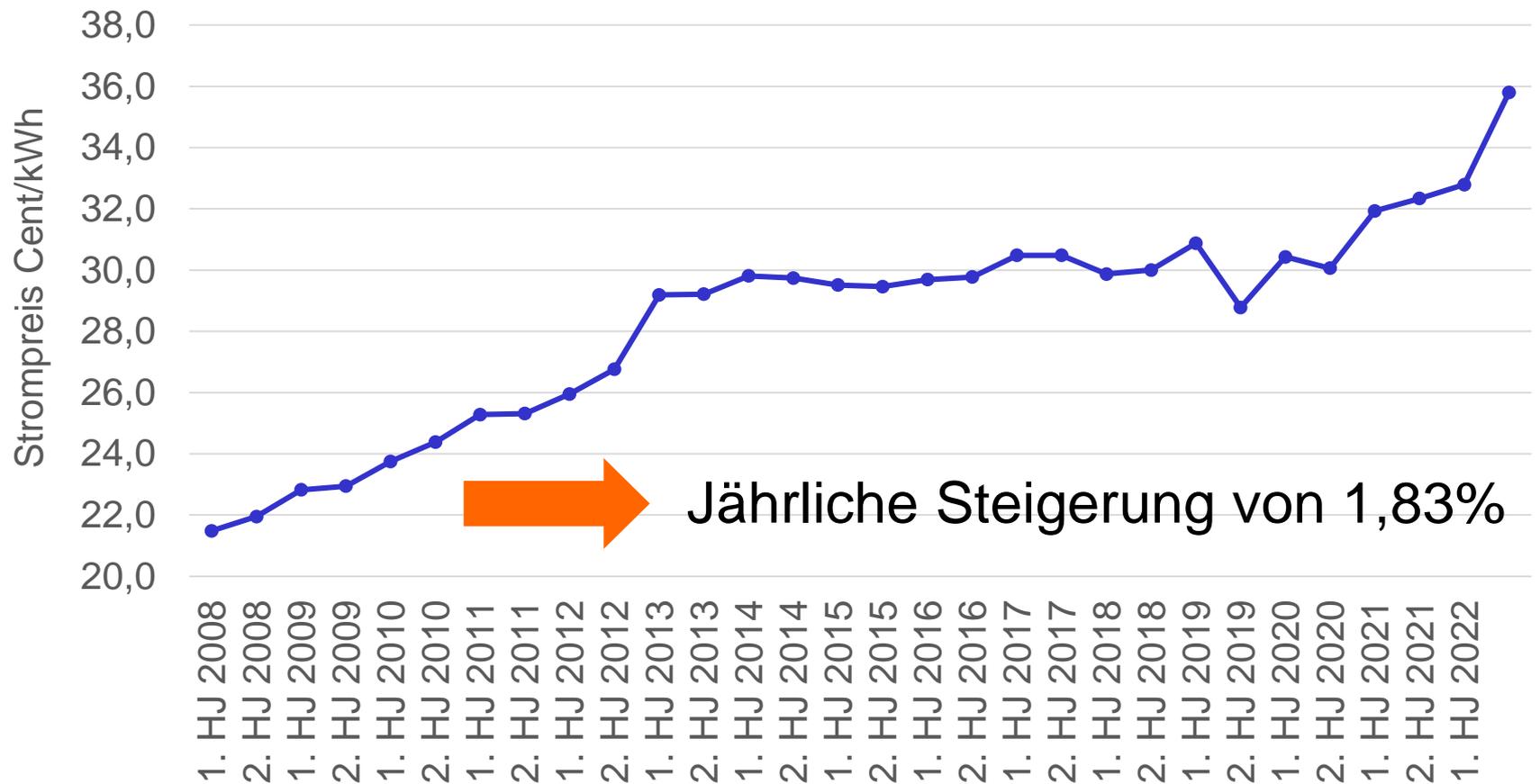
Änderung im Vergleich zur Vorwoche: -0,2%*



Datenstand: 05.03.2023. Die Angaben stammen aus einer Erhebung des Vergleichsportals Verivox und beziehen sich auf Neukunden.

Grafik: NDR Data • Quelle: Verivox • [Daten herunterladen](#)

Entwicklung Strompreis Langzeit



Investitionsrechnung

Definition

Investitionsrechnung:

Ein Rechenverfahren, mit dem die finanzielle Vorteilhaftigkeit von Investitionsprojekten ermittelt wird.

Definition Amortisierung:

Unter Amortisierung wird die Zeitspanne verstanden, die benötigt wird, um alle ursprünglichen Kosten einer Investition wieder zu erwirtschaften.

Investitionsrechnung

Statische Investitionsrechnung:

Betrachtung von repräsentativen „Durchschnittsjahren“ zur Bewertung

→ Einfaches, aber recht ungenaues Verfahren

Dynamische Investitionsrechnung:

Berücksichtigung des Zeitwerts des Geldes („Abzinsung“)

→ Aufwendigeres, aber genaueres Verfahren

 Hier verwendet!

Kapitalwertmethode

Definition: Der Kapitalwert ist die Summe aller Ein- und Auszahlungen, abgezinst auf heute. Er bildet die Grundlage einer Investitionsentscheidung.

$$-Z_0 + \sum_{t=1}^T \frac{Z_t}{(1+r)^t} \geq 0$$

Zusatz:

$$Z_t = (Z_t * (1+s))^t$$

Z_0 : Wert der Anfangszahlung

s : Preissteigerung Energie

T : Betrachtungsdauer

Z_t : Zahlungsstrom bzw. Cashflow der Periode t

r : risikoloser Kapitalzins

t : Periode, in der abgezinst wird

Gesucht: T (Zeitpunkt, wenn Investition „sich lohnt“)

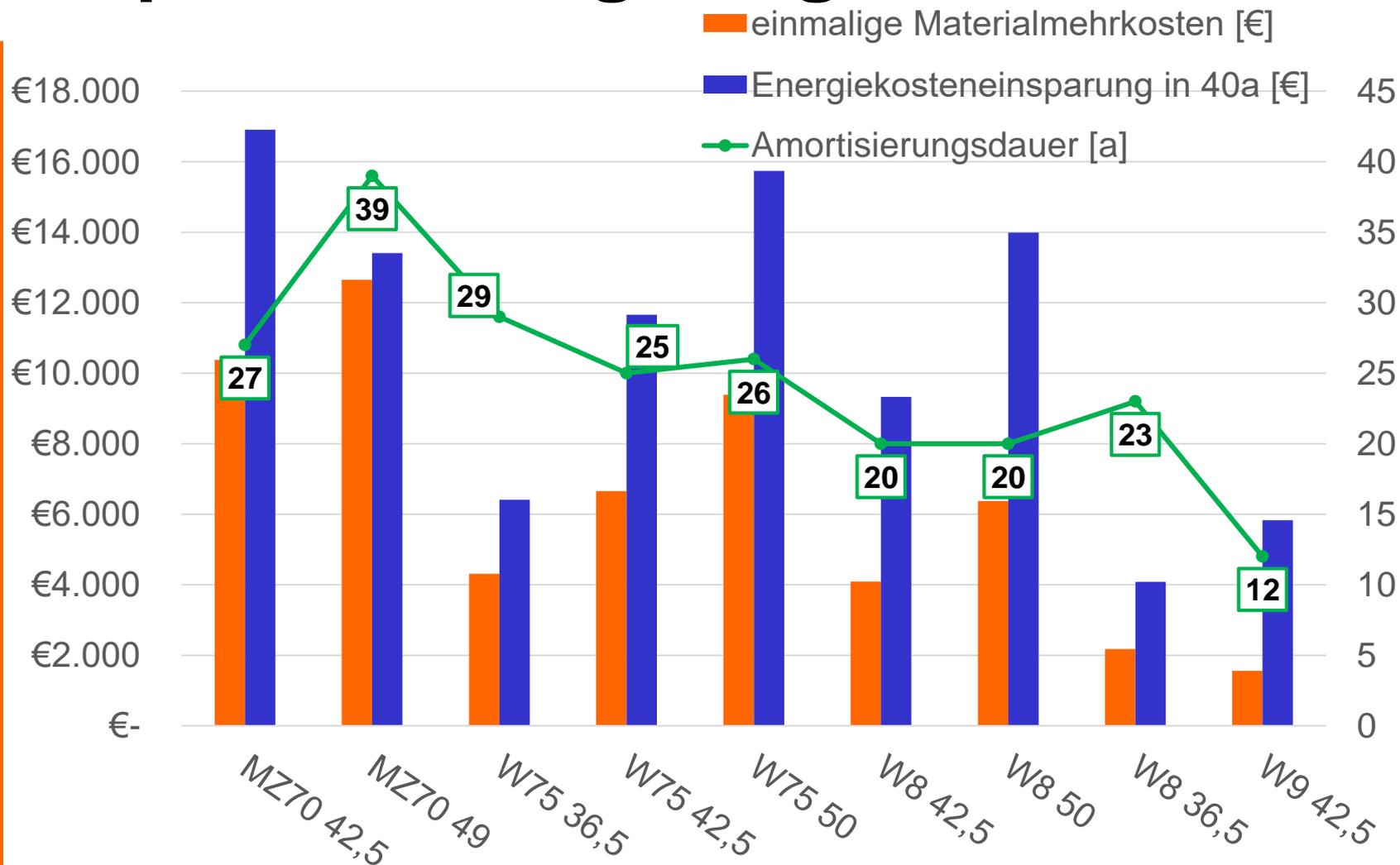
Beispielrechnung - Eingangsgrößen

- Strompreis: 35,8 Cent/kWh
- Preissteigerung Energie: 1,83%
- Kapitalzins: 0,8%
- Wandfläche Außenwände: 210 m²
- Gebäudenutzfläche: 320 m²

Beispielrechnung - Energieeinsparung

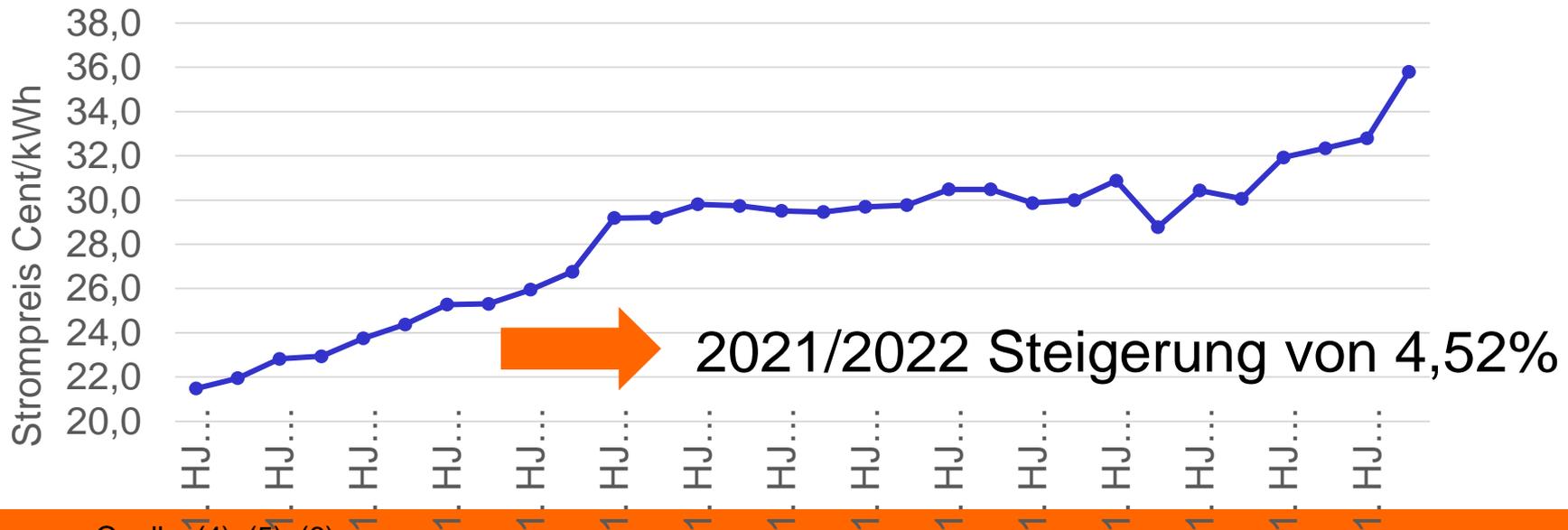
Produkt	Wandstärke [cm]	U-Wert [W/m ² K]	H'_T [W/m ² K]	Q_p [kWh/m ² a]	ΔQ_p [kWh]
MZ70	42,5	0,159	0,299	21,0	928,0
MZ70	49	0,138	0,292	21,6	736,0
W75	36,5	0,196	0,312	22,8	352,0
W75	42,5	0,170	0,303	21,9	640,0
W75	50	0,145	0,294	21,2	864,0
W8	42,5	0,181	0,314	22,3	512,0
W8	50	0,155	0,297	21,5	768,0
W8	36,5	0,209	0,316	23,2	224,0
W9	42,5	0,202	0,314	22,9	320,0
W9 (Referenz)	36,5	0,234	0,325	23,9	0,0

Beispielrechnung - Ergebnis

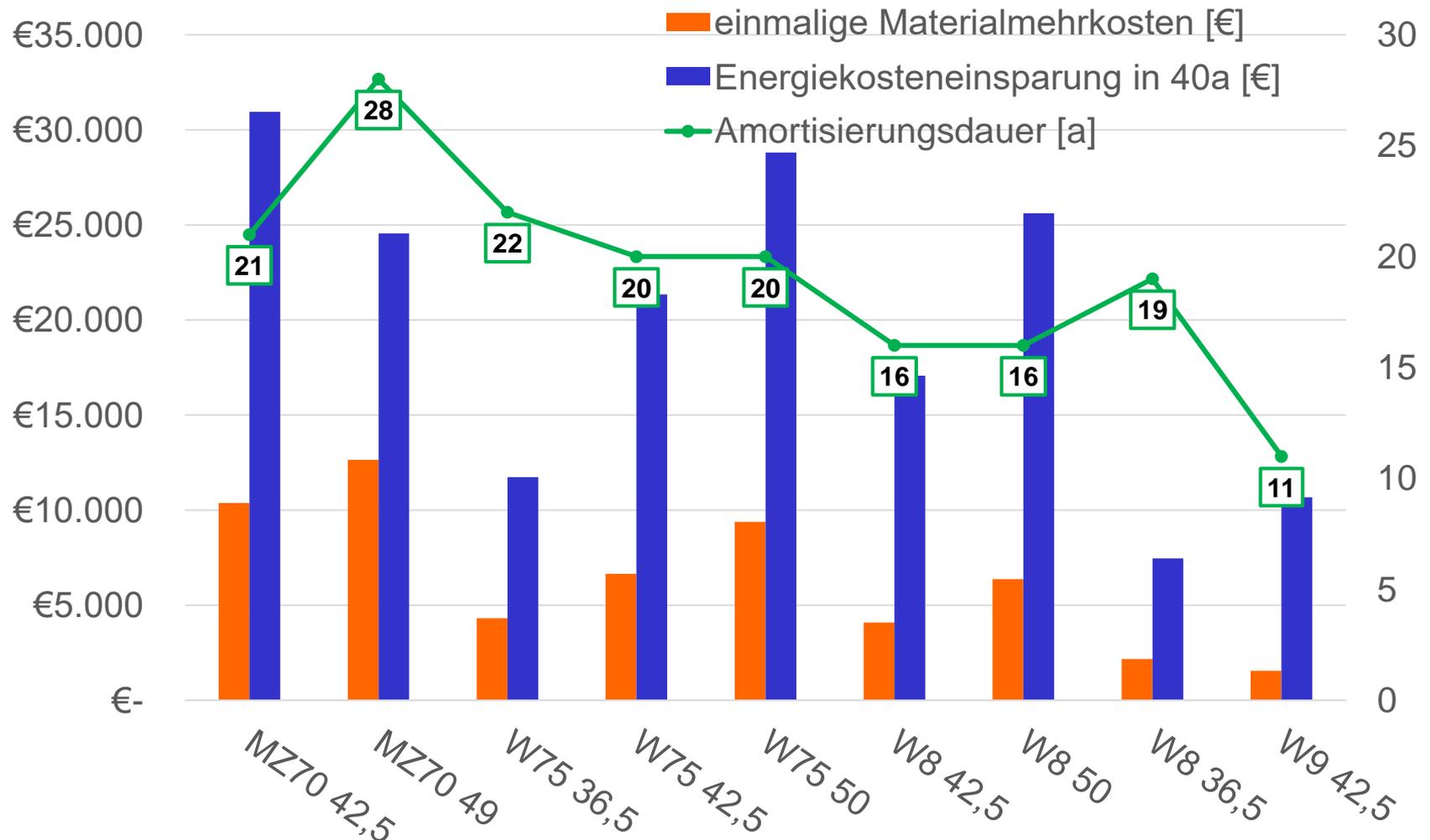


Beispielrechnung – Alternative Annahme

- Strompreis: 35,8 Cent/kWh
- Preissteigerung Energie: 4,52%
- Kapitalzins: 0,8%
- Wandfläche Außenwände: 210 m²
- Gebäudenutzfläche: 320 m²



Beispielrechnung – Alternative Annahme



Zusammenfassung

- Auch höchste Wärmeschutz-Niveaus sind mit Ziegeln möglich.
- Wärmeschutznachweis ist immer ein Zusammenspiel aus allen Gebäude-Komponenten.
- Eine Verbesserung nur einzelner Komponenten führt nicht zu einem höheren Wärmeschutz-Niveau.
- Der Wärmebrückennachweis ist ein besonders einfaches Mittel zur Verbesserung des Wärmeschutznachweises.
- Ziegel mit höherem Wärmeschutz-Niveau amortisieren sich auch mit konservativen Annahmen in weniger als 30 Jahren.



@augustlueckinggbh



@Ziegel- und
Betonwerk Lücking



@augustlueckinggbh

Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit



Quellen

- (1) <https://www.baunetzwissen.de/glossar/e/endenergie-45019>
- (2) August Lücking GmbH
- (3) Broschüre GEG 2020 Gebäudeenergiegesetz – Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.- Fachgruppe Hintermauerziegel – Ausgabe April 2021
- (4) Statistisches Bundesamt (Destatis), Artikelnummer 5619001221125 – Daten zur Energiepreisentwicklung
- (5) <https://www.ndr.de/nachrichten/info/Strompreis-aktuell-So-viel-kosten-die-Kilowattstunden,strompreis182.html>
- (6) https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Oeffentliche_Finanzen/Bundeshaushalt/personalkostensaetze-2021-anl.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- (7) <https://de.vecteezy.com/gratis-vektor/schreibmaschine>">Schreibmaschine Vektoren von Vecteezy