

Energetische Sanierung von WEGs der 50er und 60er Jahre

Gebüdeschwachstellen, Lösungsansätze und Umsetzung



SOJER | ENERGETISCHE
GEBÄUDEOPTIMIERUNG

DOTT.ARCH./DIPL.ING.FH
WOLFGANG SOJER
ENERGIEBERATUNG
BAUPHYSIK
GUTACHTEN



Übersicht was Sie erwartet....

- Gebäudebestand 50er/60er Jahre
- Eckpunkte Sanierungskonzepte
- Historische U-Werte/Typische Bauweisen
- Beispiel Sanierung EH 100 Radolfzellerstr. München
 - Bestandserfassung
 - Wärmebrücken
 - Sanierungskonzept umgesetzt



Wer bin ich....

- Dipl.Ing(FH)/Dott.Arch. Wolfgang Sojer
- Architekt
- BAFA-Energieberater seit 2000
- „Sojer – Energetische Gebäudeoptimierung“ seit 2014
- Energie-Effizienz-Experte
Wohngebäude/Nichtwohngebäude/Denkmal
- BNK Auditor Nachhaltige Wohngebäude



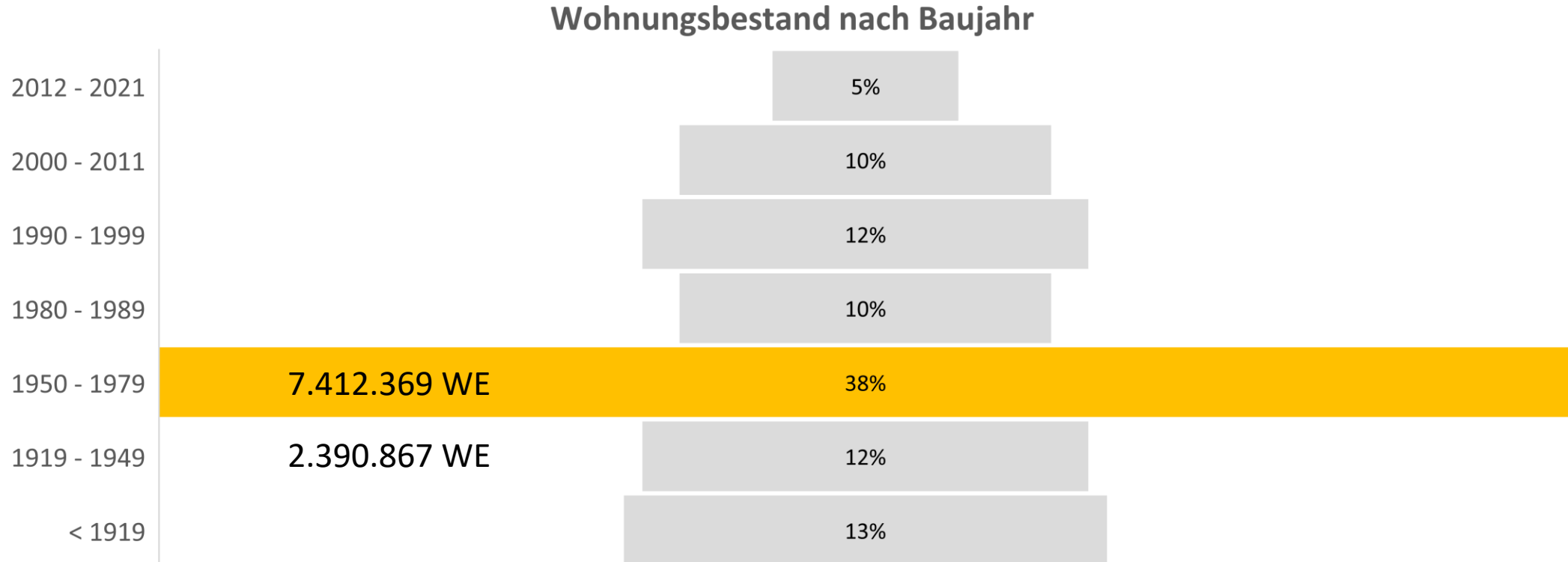
BNK Auditor

www.s-eg.de | info@s-eg.de | 08662/6643621

Wohnungsbestand

- **Wohnungsbestand Deutschland**

50% der Wohnungen stammen aus dem Zeitraum von 1920 bis 1979
 = vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977



Wohnungsbestand

- **Wohnungsbestand 50er und 60er Jahren**
 - Meist teilsaniert in kritischen Bauteilen („dünne“ WDVS, Dächer, OGD) vor allem Fenstertausch ab den 90er Jahren
 - Meist Heizungstausch in den 90er Jahren
 - >90% fossil beheizt + hohe Vorlauftemperaturen
 - Hoher energetischer Sanierungsbedarf Gebäudehülle + Anlagentechnik

- **Eigentümerstruktur:**
 - Vermieter (häufig Erben) + Eigennutzer zumeist im hohen Alter.

Eckpunkte Sanierungskonzept

- **Umgang mit Teilsanierungen**

- Wirtschaftlichkeit von Ersatz vor Erreichen der Lebensdauer
- Erreichen von Effizienzhausstandards unter Beibehaltung von Teilsanierungen

- **Eigentümerstruktur:**

- Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen im Hinblick auf Lebensalter und Nutzungsweise (Vermietung/Eigennutzung)
- Motivation(en)
Heizkosteneinsparung / CO₂-Einsparung / Ökologie
- Förderprogramme staatlich/städtisch

Historische U-Werte

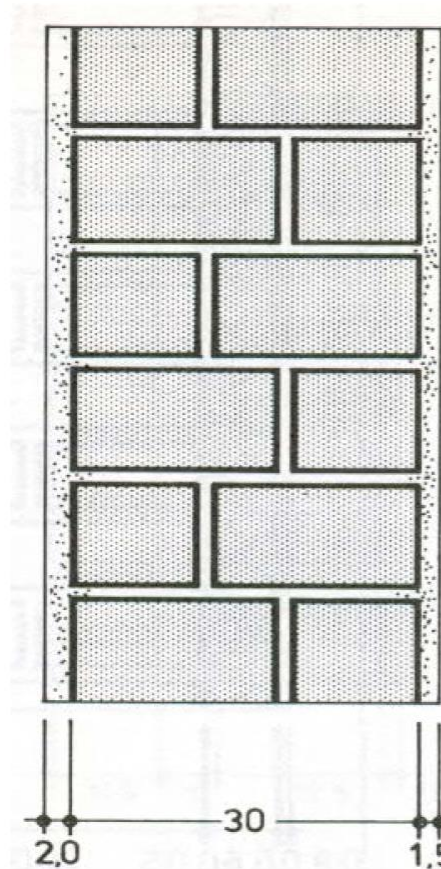
- **Wärmeschutzvorschriften**
 von 1920 – 1951 keine Wärmeschutzvorschriften
 Mindestwärmeschutz DIN 4108 seit 1952 gültig
 Mindest U-Wert ca. 1,50 W/m²K, ab 1974 1,39 W/m²K
- BMWF – Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 8. Oktober 2020

Tabelle 2: Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten nicht nachträglich gedämmter opaker Bauteile (im Ausgangszustand)

Bauteil	Konstruktion	Baualtersklasse ¹								
		bis 1918	1919 bis 1948	1949 bis 1957	1958 bis 1968	1969 bis 1978	1979 bis 1983	1984 bis 1994	1995 bis 2001	ab 2002
		Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten in W/(m ² ·K)								
Dach (auch Wände zwischen beheiztem und unbeheiztem Dachgeschoss)	Massive Konstruktion	2,1	2,1	2,1	1,3	1,3	0,60	0,40	0,30	0,20
	Holzkonstruktion	2,6	1,4	1,4	1,4	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20

Typische Bauweisen

Außenwände aus Hochlochziegeln 30 cm $U = 1,39 - 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



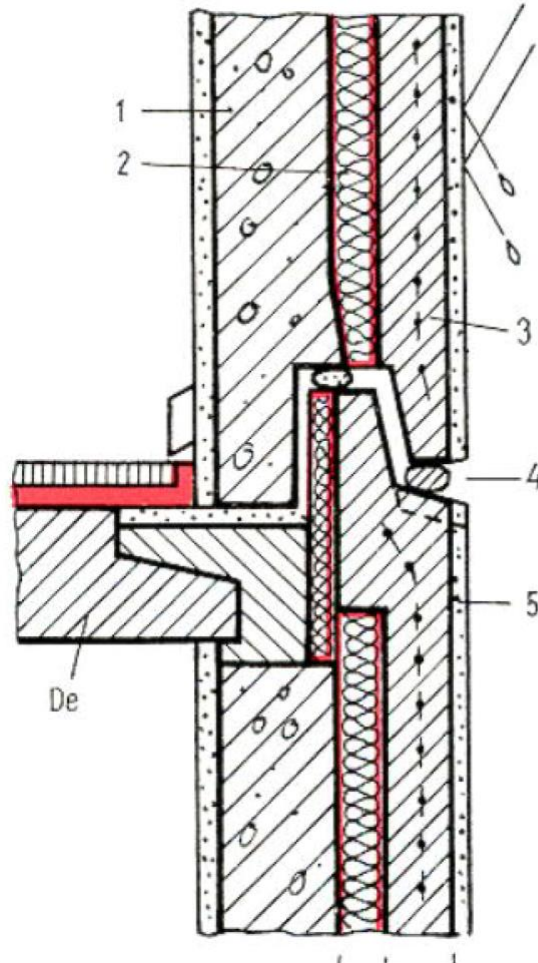
Der Hochlochziegel löste ab 1950 den Vollziegel ab. Er wird der „Klassiker“ der Nachkriegszeit. Vorausgegangen war die Änderung der Mauerwerks-Maßordnung 1952. Das kleine Steinformat liegt bis heute bei $11,5 \times 11,3 \times 24 \text{ cm}$. Der HLZ wird vor allem in der 30 cm dicken Wand verbaut, allerdings kennt die unmittelbare Nachkriegszeit auch die 24 cm Hochlochziegelwand.

Der Stein ist durch die senkrecht stehenden Ziegelstege statisch hoch belastbar und gewinnt deshalb das Rennen gegen den Langlochziegel. Die Ziegelscherbe ist noch nicht porosiert, obwohl die Porosierung mit Kohlengrus schon in den zwanziger Jahren bekannt ist.

Das Raumgewicht liegt bei $1200\text{-}1400 \text{ kg}/\text{m}^3$, in Einzelfällen auch darüber. Der λ -Wert des Hochlochziegel-Mauerwerks liegt bei $0,52 - 0,68 \text{ W}/(\text{mK})$. Für 24 cm dünne Wände wird eine Wärmeleitfähigkeit des HLZ-Mauerwerks von $0,465 \text{ W}/(\text{mK})$ gefordert. Die U-Werte orientieren sich am Mindestwärmeschutz der DIN 4108 ab 1952. Energetisch und hygienisch leider nicht hinreichend, wie wir heute wissen.

Typische Bauweisen

Beton-Außenwände Dreischichtplatte 20 cm, $U = 0,87 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Mit der industriell gefertigten Betonbauweise aus den Betonwerken wurde in Deutschland nach 1960 ein riesiger Beitrag zur Beseitigung der jahrhundertealten Wohnungsnot geleistet. Die „Dreischichtplatte“ mit Kerndämmung wurde der Klassiker und in BRD wie DDR gleichermaßen verarbeitet.

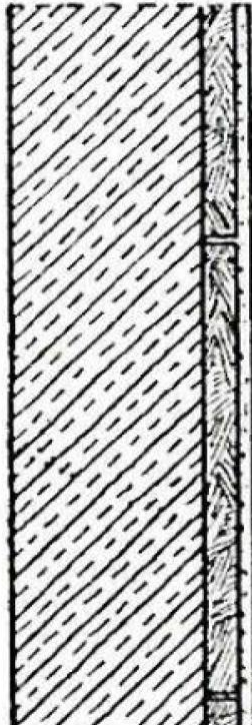
Die Abmessungen je nach Patent:

- 10 cm Betoninnenschale
- 4 cm Polystyrol- oder MF-Dämmung
- 6 cm Betonwetterschale

Das Raumgewicht liegt bei $2.300 \text{ kg}/\text{m}^3$, der λ -Wert des Betons bei $2,3 \text{ W}/(\text{mK})$, die Dämmschichten hatten λ -Werte um $0,04$ - $0,045 \text{ W}/(\text{mK})$. Der U-Wert liegt bei $0,8$ - $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ist jedoch wegen vieler Wärmebrücken ca. um $1/3$ schlechter. Dies wird jedoch nicht in den U-Wert eingerechnet, sondern in der rechnerischen Energiebilanz von Altbauten in einem pauschalen Wärmebrückenzuschlag von $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erfasst.

Typische Bauweisen

Stahlbeton-Außenwänden (18 cm) mit Innendämmung $U = 1,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



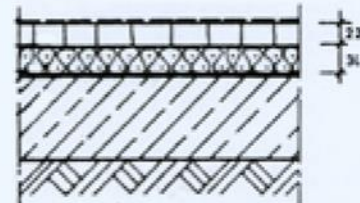
Die Betonbauweise benötigte um die Wende zum 20. Jahrhundert die Wärmedämmung für ihren Marktzutritt. Das Innenklima hinter Betonwänden wäre sonst im Sommer und Winter unerträglich. Die Zementhersteller besaßen deshalb schon in den zwanziger Jahren Dämmstoffwerke.

Ortbeton- oder Schüttbetonwände gab es aus Normal- und aus Leichtbetonen (2400 bzw. $1500 \text{ kg}/\text{m}^3$). Sie wurden mit vor Ort angebrachtem Wärmeschutz bis in die sechziger Jahre hergestellt.

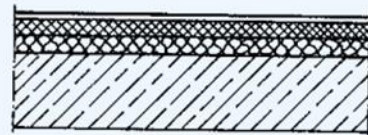
Die λ -Werte für Beton liegen zwischen $2,3$ und $1,5 \text{ W}/(\text{mK})$.

Als Dämmstoffe kamen vor 1945 Torfoleumplatten ($0,048 \text{ W}/(\text{mK})$) und Heraklithplatten ($0,083 \text{ W}/(\text{mK})$) zum Einsatz. Nach 1945 wurden Heraklithplatten ($0,083 \text{ W}/(\text{mK})$) und Polystyrolplatten, weniger auch Mineralfaserplatten ($0,04 \text{ W}/(\text{mK})$) verwendet. Die Innenbekleidung bestand überwiegend aus Verputz oder

Matte
bekannt
ten V
Der l
Minde



Detail eines Fertighauses aus dem Jahr 1975: Fußbodenaufbau für einen beheizten Raum, bestehend aus 35 mm Trittschalldämmung mit 22 mm dicker Holzwerkstoffplatte und 12 cm Betonbodenplatte. Der U-Wert betrug $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Der Mindestwärmeschutz wurde eingehalten.

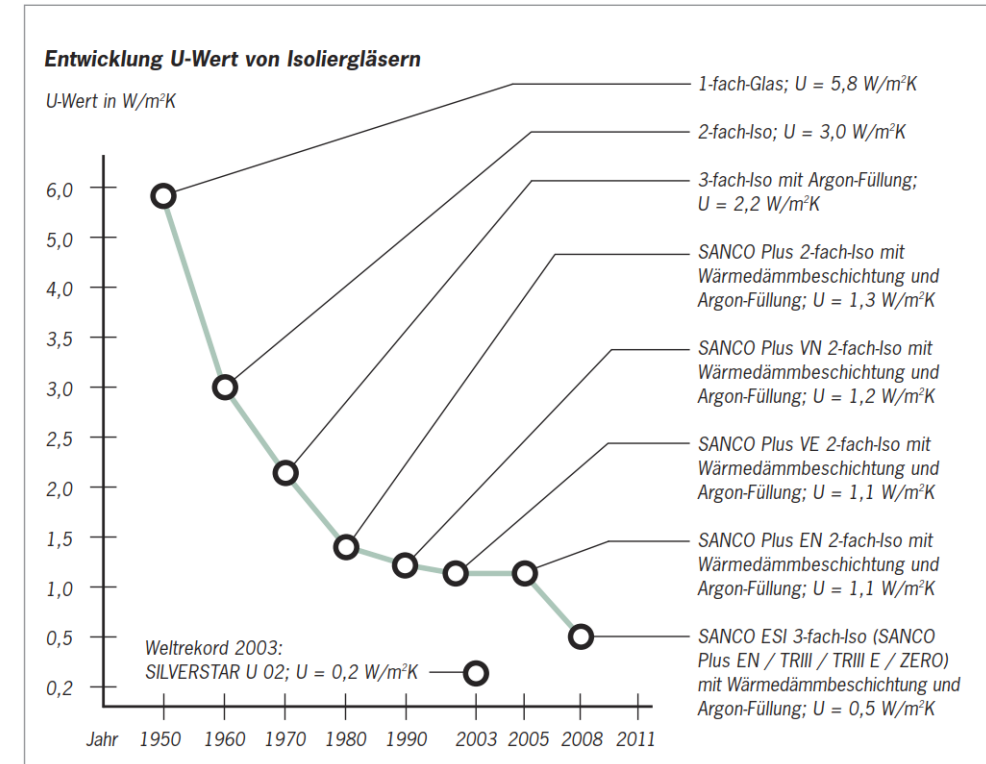


Stahlbetonplattendecke aus dem Jahr 1968. Der Bodenaufbau aus $0,35 \text{ cm}$ Linoleum, $2,5 \text{ cm}$ Leichtbetonestrich und 2 cm Mineralwollmatten ergänzt sich mit 14 cm Stahlbeton zu einem U-Wert von $1,01 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Damit entsprach diese Decke dem damaligen Mindestwärmeschutz für Kellerdecken.

Typische Bauweisen -Fenster

Tabelle 3: Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten transparenter Bauteile im Ausgangszustand

Bauteil	Konstruktion	Eigen-schaft	Baualtersklasse ²				
			bis 1978	1979 bis 1983	1984 bis 1994	ab 1995 bis 2001	ab 2002
			Pauschalwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten U in W/(m ² ·K) sowie Verglasungstyp nach DIN V 18599-2, Tabelle 8				
Fenster, Fenstertüren	Holzfenster, einfach verglast	U _w	5,0	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe
		Glas	einfach	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe
		U _g	5,8	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe
	Holzfenster, zwei Scheiben ³	U _w	2,7	2,7	2,7	1,6	1,5
		Glas	zweifach	zweifach	zweifach	MSIV 2	MSIV 2
		U _g	2,9	2,9	2,9	1,4	1,2
	Kunststofffenster, Isolierverglasung	U _w	3,0	3,0	3,0	1,9	1,5
		Glas	zweifach	zweifach	zweifach	MSIV 2	MSIV 2
		U _g	2,9	2,9	2,9	1,4	1,2
Aluminium- oder Stahlfenster, Isolierverglasung	U _w	4,3	4,3	3,2	1,9	1,5	
	Glas	zweifach	zweifach	zweifach	MSIV 2	MSIV 2	
	U _g	2,9	2,9	2,9	1,4	1,2	



Quelle: Fa. Sanco

Radolfzellerstr. 40-46 - GMC



Radolfzellerstr. 40-46 - GMC



GEBÄUEMODERNISIERUNGS- UND ENERGIE-CHECK

Gebäudedaten

Besichtigungstermin	26.01.2018
Baujahr	1966
Gebäudetyp	großes Mehrfamilienhaus
Bauart	Massivbauweise, Flachdach
Anzahl Wohneinheiten	108 WE
Belegung	180 Personen
Verbrauch Endenergie	94,5 kWh/m ² a
BGF nach DIN 277	8.172 m ²
Beheizte Wohnfläche	6.362 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen Ve	21.997 m ³
Gebäudenutzfläche AN	7.039 m ²
Hüllfläche A	7.298 m ²
A/Ve-Verhältnis	0,33 m ² /m ³
Fensterflächenanteil	20 %

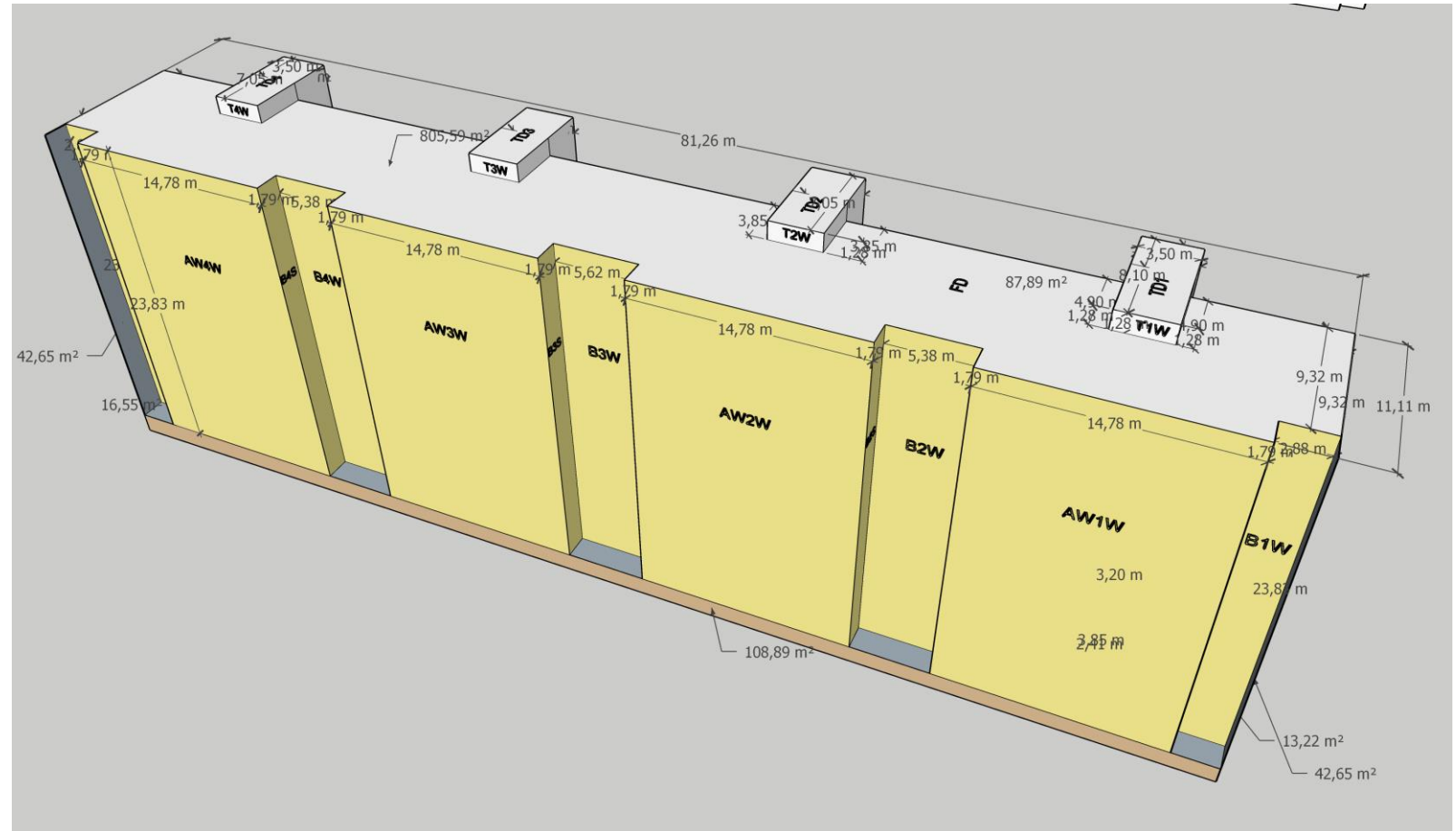


Objekt

Radolfzellerstr. 40-46
81243 München

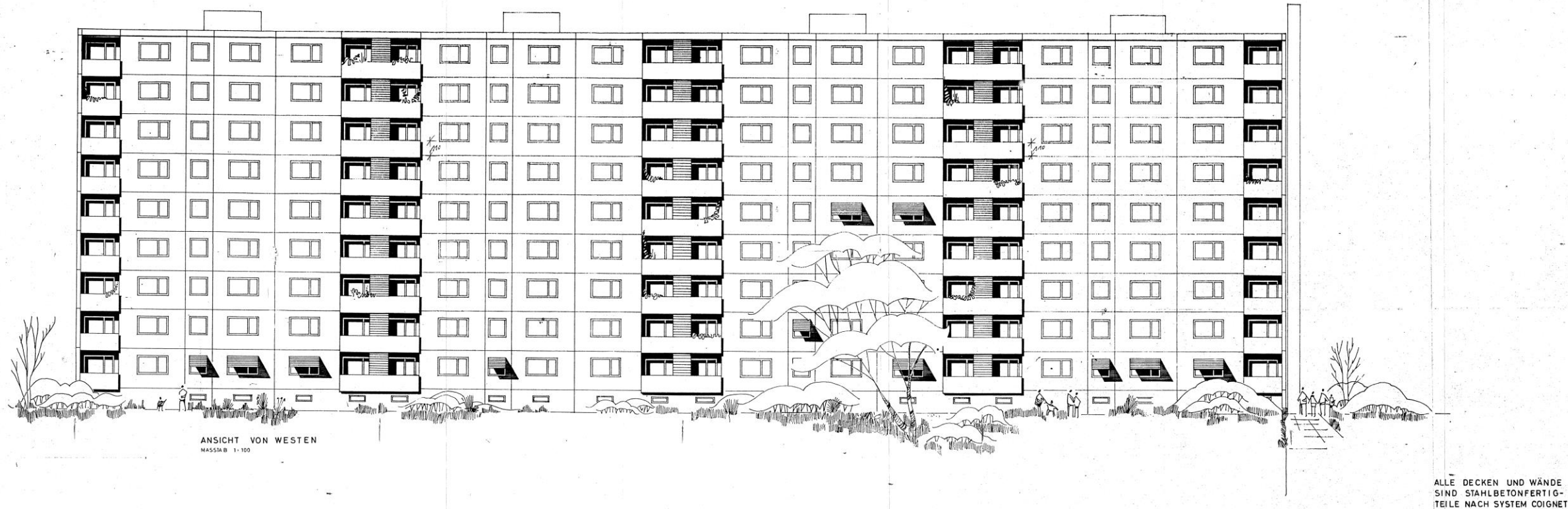
Radolfzellerstr. 40-46 - Bestandsaufnahme

- **Ortsbegehung**
Zerstörungsfreie Bestandsaufnahme
- **3D-Modell**
Erfassung der Geometrie
Flächenermittlung
- **Hüllflächenerfassung**
Hüllfläche EnEV
≠ Fläche LV !



Radolfzellerstr. 40-46 - Bestandsaufnahme

WOHNSIEDLUNG NEUAUBING OST BAUTEIL 1 BLOCK 104 FERTIGTEILHÄUSER SYSTEM COIGNET MASSTAB=1 : 100

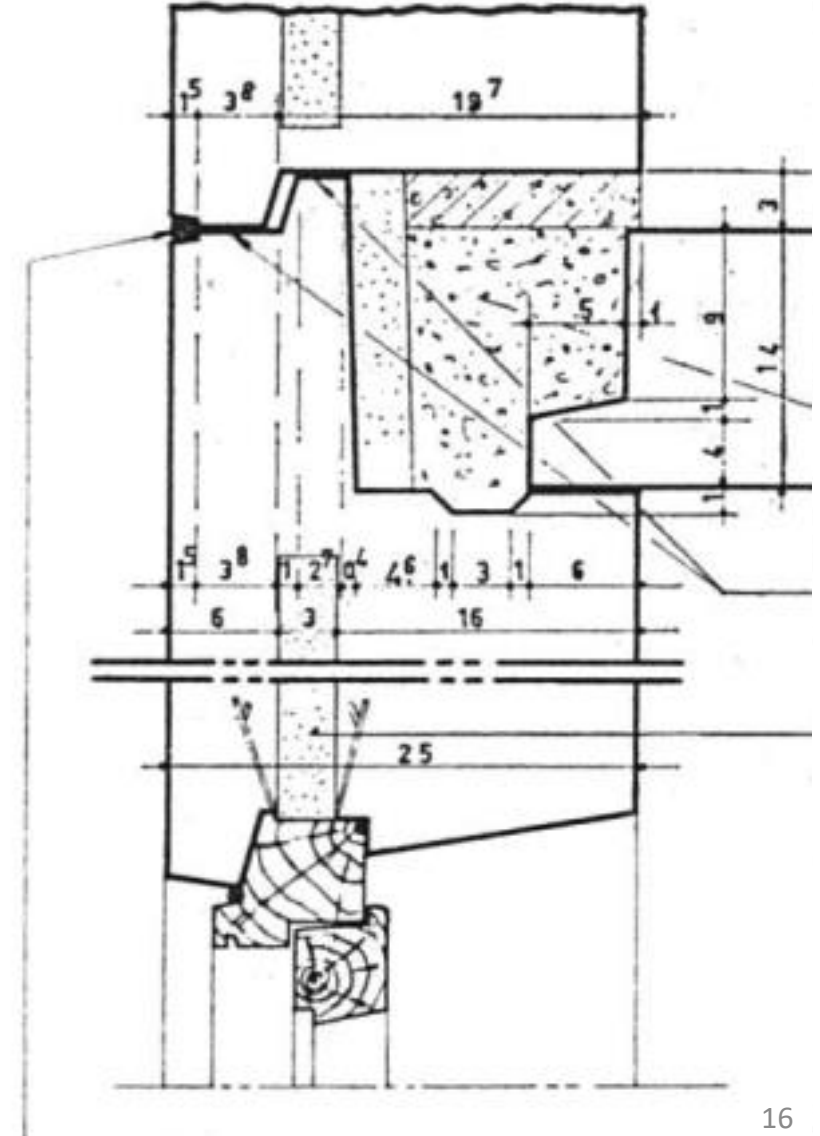


Quelle: Energieinstitut Hessen

Klimaschutz und Klimaanpassung in WEGs, Teil 2 – Bautypus 1920 bis 1969 – Wolfgang Sojer

Radolfzellerstr. 40-46 - Bestandsaufnahme

- **Mindestwärmeschutz**
Baujahr 1966 - DIN 4108 1952 gültig
- **Bauweise**
Fertigteile (Plattenbau),
lt. Baubeschreibung System „Coignet“
- **Teilsanierung Westfassade**
14 cm WLG 035
8 cm WLG 035 in Balkonnischen
- **Dach 2011 saniert** ($U = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- **Fernwärmeanschluss 2012**



Radolfzellerstr. 40-46 - Bestandsaufnahme

- **Fensteraufnahme**

Kunststofffenster unterschiedlicher Baujahre, ab ca. 1994

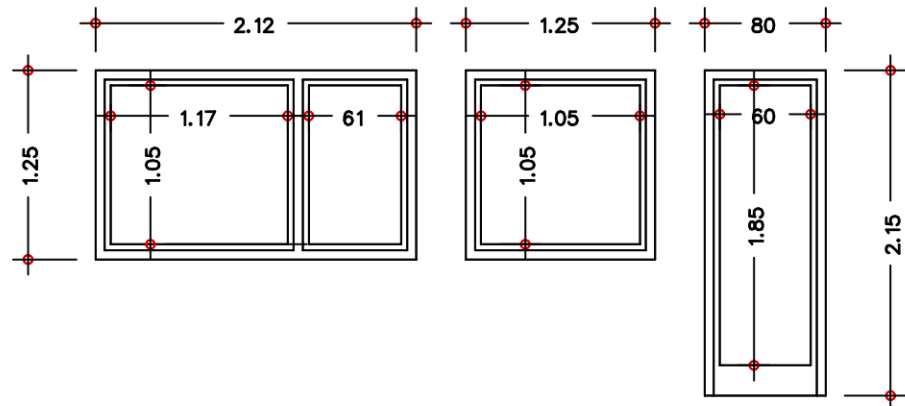
Großteils getauscht nach 2000 $U_w = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ (berechnet DIN 10077-1)

Standardfenster Bestand:

HOCO Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab ca. 2000
 Einzelne abweichende Fenster mit Kennzeichnung im Randverbund
 sind in Fassade erfasst

Fenstertausch erfolgte lt. Aussage von Bewohnern ab 1999 in unregelmäßiger Folge.

Die verbauten Kunststofffenster sind von guter Qualität, mindestens 3-Kammer-Profile sowie 5-Kammer Profile.



Für den Ansatz des U_w -Wertes der Bestandsfenster werden die Werte nach DIN EN 10077-1 berechnet.

Es wird ein konservativer Ansatz mit den ungünstigeren Werten verwendet um bei der Berechnung auf der sicheren Seite zu sein. Der real vorhandene durchschnittliche U_w -Wert wird mit Sicherheit über den angesetzten Werten liegen:

Technische Werte:

$U_g = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Wärmeschutzverglasung nach 1995 - Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand Vom 7. April 2015)

$U_f = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ (DIN 10077-1 Tabelle F2)

Ψ Randverbund = 0,08 (DIN 10077-1 Tabelle G2)

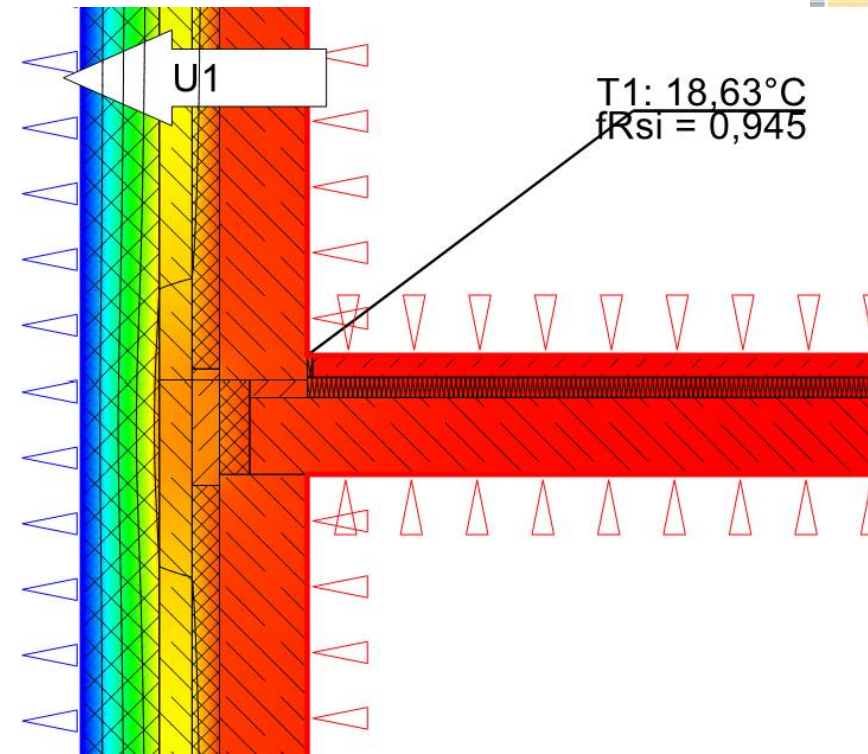
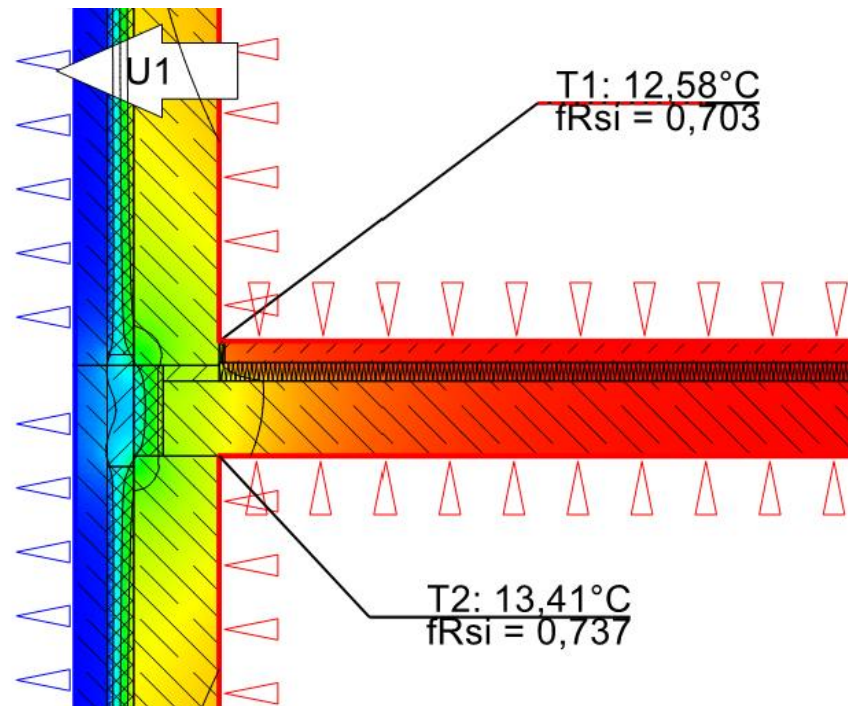
Beispiel Fensteraufnahme Block 4

Haus 24	Anzahl				Aufs Roka	Haus 26	Anzahl				Aufs Roka	Haus 28	Anzahl				Aufs Roka	Haus 30	Anzahl				Aufs Roka
	Whg	Fenster	< 2000	> 2000			Fenster	< 2000	> 2000	Fenster			< 2000	> 2000	Fenster	< 2000			> 2000	Fenster	< 2000	> 2000	
EG	1	3	-	x	3	x	3	x	3	-	x	3	x	3	82	3	-	x	3	x	3		
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	-	-	-	-	-	-		
	3	2	-	x	2	x	2	x	2	-	x	2	x	2	84	2	-	x	2	x	2		
OG1	4	3	x	3	-	x	3	x	3	-	-	-	-	-	85	3	-	x	3	x	3		
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	-	-	-	-	-	-		
	6	2	-	x	2	-	-	-	x	2	-	-	-	-	87	2	-	x	2	x	2		
OG2	7	3	x	3	-	x	3	-	-	x	3	-	-	88	3	-	x	3	x	3			
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	-	-	-	-	-	-	-		
	9	2	x	2	-	x	2	-	x	2	-	-	x	2	90	2	-	x	2	x	2		
OG3	10	3	x	3	-	-	-	-	-	x	3	-	x	3	91	3	-	x	3	-	-		
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	-	-	-	-	-	-	-		
	12	2	x	2	-	x	2	x	2	-	-	-	x	2	93	2	-	x	2	x	2		
OG4	13	3	x	3	-	x	3	-	-	x	3	x	3	94	3	-	x	3	x	3			
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95	-	-	-	-	-	-	-		
	15	2	x	1	x	1	-	-	-	x	2	-	-	96	2	-	x	2	x	2	2		
OG5	16	3	-	x	3	-	-	-	-	-	-	x	3	97	3	-	x	3	x	3			
	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98	-	-	-	-	-	-	-		
	18	2	x	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	2	x	2	-	x	2	2		
OG6	19	3	-	x	3	x	3	x	3	-	-	-	-	100	3	x	3	-	-	-	-		
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101	-	-	-	-	-	-	-		
	21	2	x	2	-	x	2	-	-	-	x	2	-	-	102	2	-	x	2	x	2		
OG7	22	3	x	3	-	x	3	-	-	x	1	-	x	1	103	3	x	3	-	x	3		
	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104	-	-	-	-	-	-	-		
	24	2	x	2	-	-	-	-	-	x	1	x	1	-	105	2	x	2	-	-	-		
OG8	25	3	-	x	3	x	3	-	-	x	3	-	-	106	3	x	3	-	x	3	3		
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	-	-	-	-	-	-	-		
	27	2	x	2	-	-	-	-	-	-	x	2	-	-	108	2	x	2	-	-	-		
		45	28	17	29		45	31	14	16		45	28	17		45	15	30		35			
					<2000					<2000				<2000						<2000	8		
					>2000					>2000				>2000						>2000	27		

Gesamt vor 2000 102
 Gesamt nach 2000 78
 Gesamt Roka aufgesetzt 99

Wärmebrücken

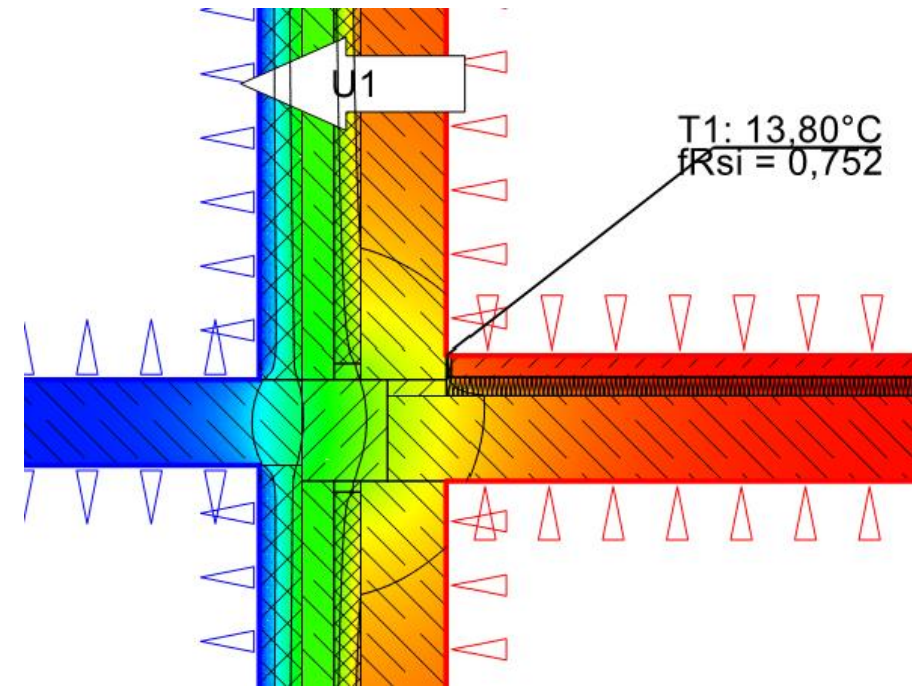
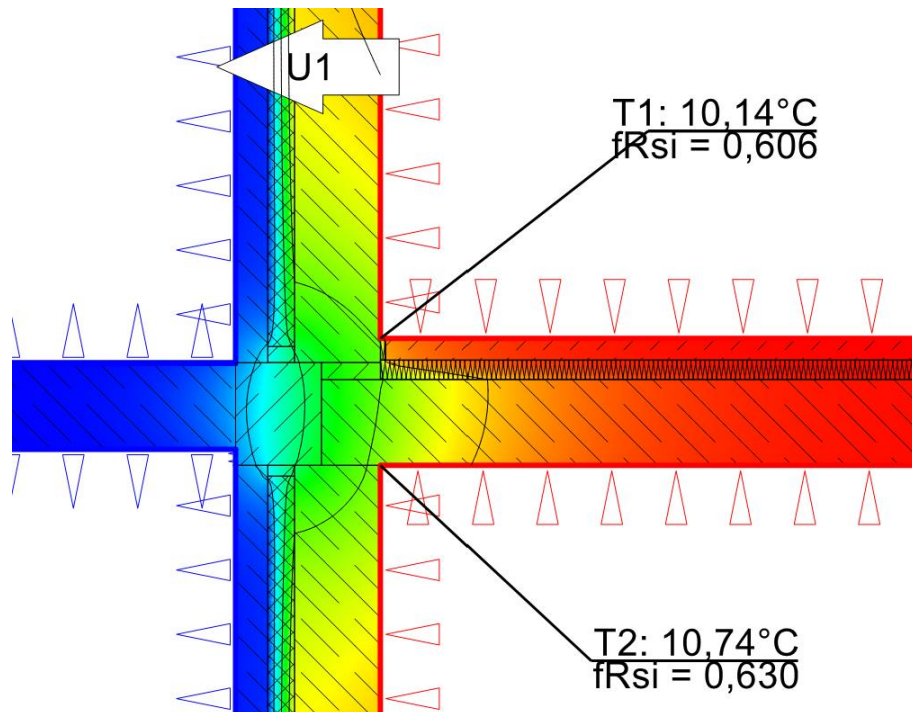
- **Deckenanschluss**
Tauwasser/Schimmel
grenzwertig (Anforderung $> 0,70$)
- **Unsaniiert:**



- **Saniert**
Tauwasser/Schimmel
Anforderung $> 0,70$ erfüllt

Wärmebrücken

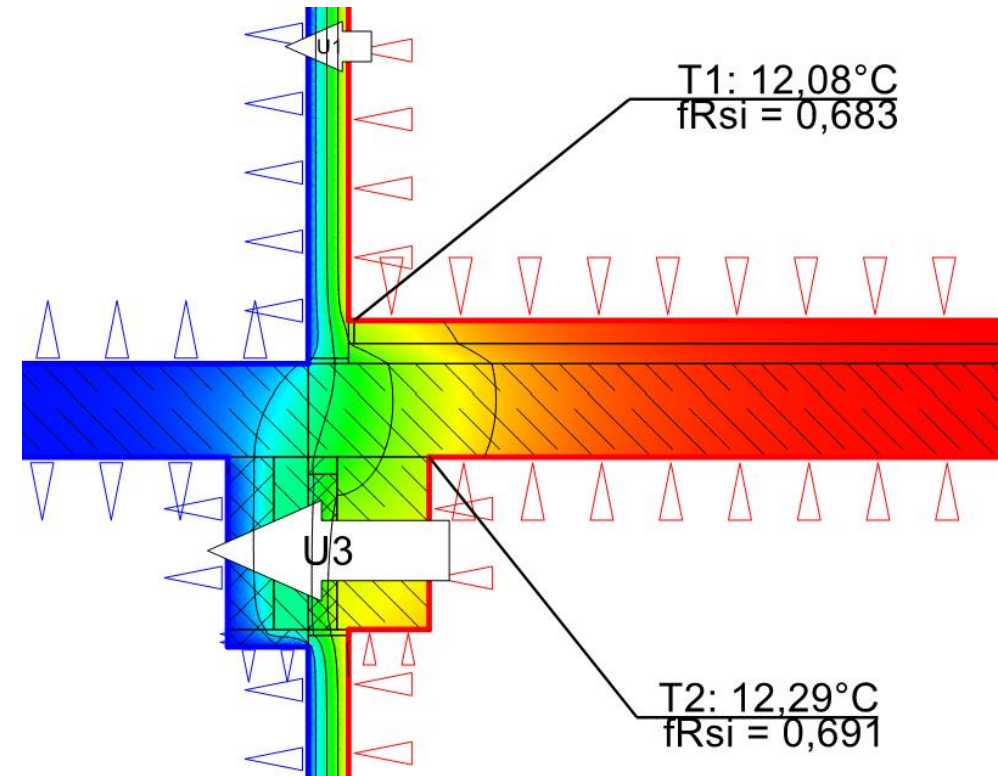
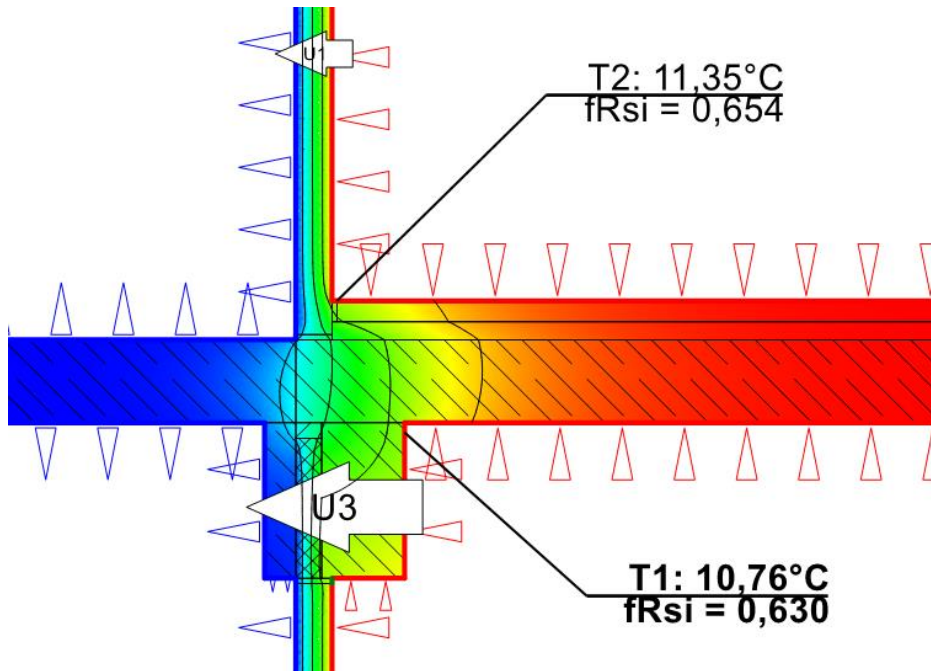
- **Balkonanschluss**
Tauwasser/Schimmel
nicht erfüllt (Anforderung $> 0,70$)
- **Unsanier:**



- **Saniert**
Tauwasser/Schimmel
Anforderung $> 0,70$ erfüllt

Wärmebrücken

- **Deckenanschluss**
Tauwasser/Schimmel
nicht erfüllt (Anforderung $> 0,70$)
- **Unsanier:**



- **Saniert**
Tauwasser/Schimmel
Anforderung $> 0,70$ nicht erfüllt
(bestehende Teilsanierung)

Wärmebrücken

- **Haupt-Wärmebrücken**

- Anschlüsse an Keller/Bodenplatte (Sockelbereich)
- Balkone, thermisch nicht getrennt
- Deckenanschlüsse in den Geschossen
- Fensteranschlüsse

- **Wärmebrückenzuschlag pauschal 0,10**

- Bei Mauerwerksbauten mit wenigen Balkonen meist zu hoch
-> detaillierte Wärmebrückenberechnung von Vorteil
- Bei Betonbauten mit viel Balkonen/Wandschotten tendenziell eher zu gering -> pauschaler Zuschlag

- *Berechnung verbessert nicht das Bauwerk, sondern das Ergebnis!*

Sanierungskonzept Effizienzhaus 100

- **Sowiesokosten**
 - Fugensanierung
 - Maler
 - Treppenhausfenster
 - Eingangstüren



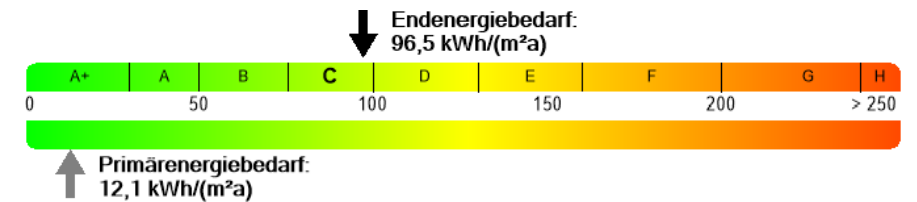
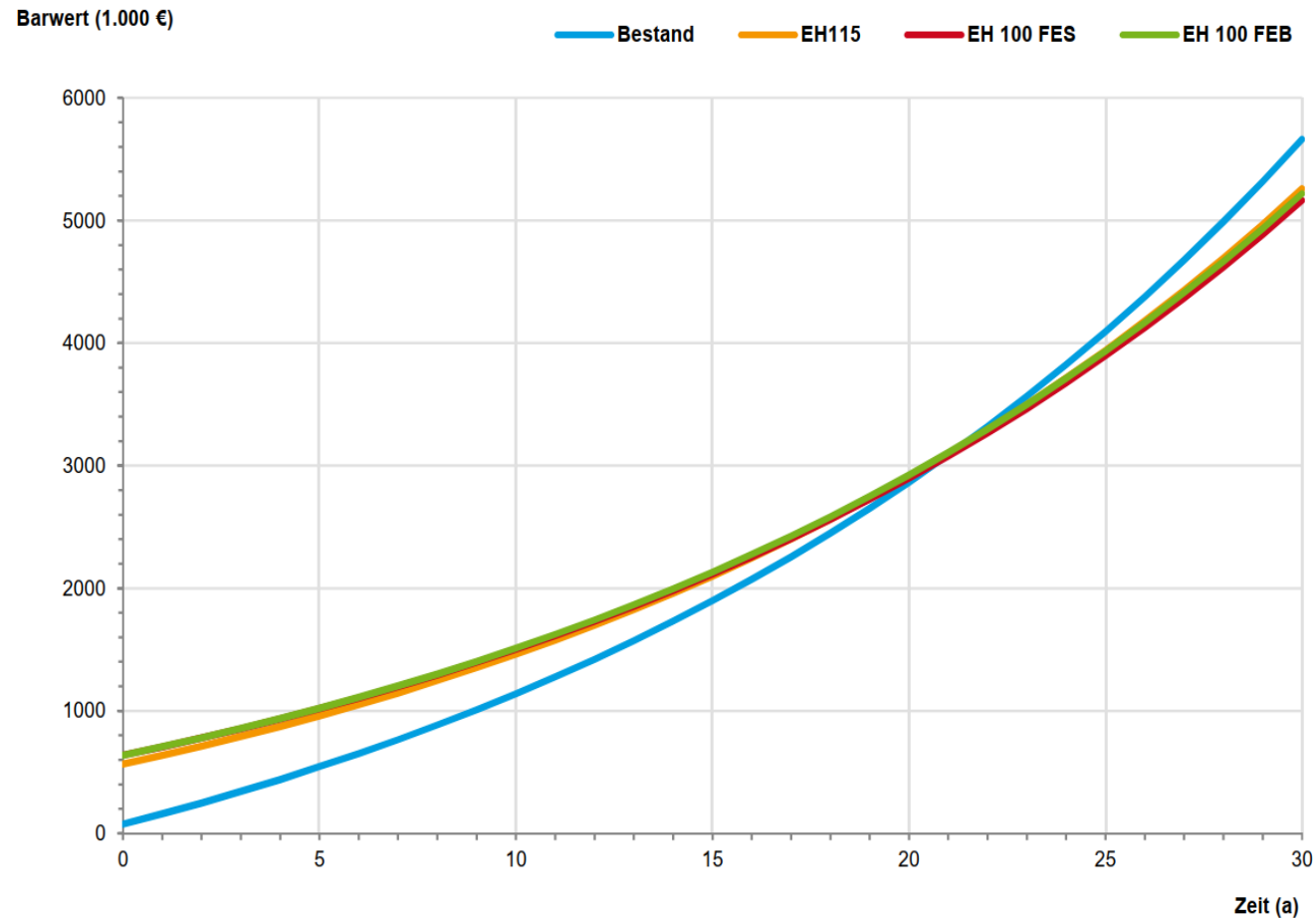
Sanierungskonzept Effizienzhaus 100

- **Umgang mit Teilsanierungen**
 - Kein Tausch der nach 2000 eingebauten Fenster
 - Keine Zusatzdämmung sanierte Westfassade
- **Sanierung neu**
 - WDVS 16 – 20 cm WLG 035 (Nord,Ost,Süd)
 - Fenstertausch Treppenhäuser (Fenster vor 2000)
 - Fenstertausch Bäder wegen Entfernung Betongitter
 - Kellerdeckendämmung
 - Kellerwanddämmung zu Treppenhaus
 - Eingangstüren
- **PV-Anlage zur Warmwasserbereitung (Heizstab)**



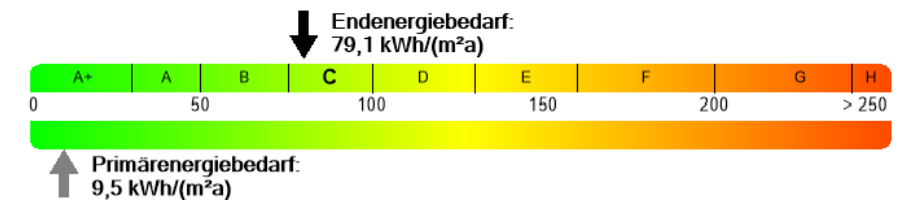
Sanierungskonzept Effizienzhaus 100

- **Amortisation** (unter Berücksichtigung von Fördermitteln)



- vorher

- nachher



Danke für die Aufmerksamkeit



SOJER | ENERGETISCHE
GEBÄUDEOPTIMIERUNG

DOTT.ARCH./DIPL.ING.FH
WOLFGANG SOJER
ENERGIEBERATUNG
BAUPHYSIK
GUTACHTEN



Umstieg/Ergänzung regenerative Energie

- Photovoltaik
 - 8.950 kWh/a entspricht 9 kWp Anlage
 - 9 x 1.600,- € = **Investition 14.400,-€**
 - **Amortisationszeit ca. 12 Jahre**
 (Energiepreissteigerung 3 – 5%)

ABER!
 Dach muss saniert sein/werden
 Spätere Demontage/Wiedermontage
 ist unwirtschaftlich

mit Heizstab ca. 8 - 10 Jahre
 mit E-Auto ca. 5 - 6 Jahre

- Alternative Solarthermie
 Amortisationszeit ca. 15 - 20 Jahre
 jedoch nur Wärme

Netto-Barwert [EUR]

