

BERLIN

Bauphysikalische und wirtschaftliche Untersuchung zur Mehrscheibenisolierverglasung

FB I

Bachelorarbeit 2018 / 2019 – Niklas Komm

Betreuung: Prof. Dipl.-Ing. Andreas Heider

Wirtschafts- und Gesellschaftswissenschaften Studiengang

Wirtschaftsingenieurwesen/Bau

Projekt:

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, anhand unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen eines Bestandsgebäudes Rückschlüsse auf das Energieeinsparpotential und die Wirtschaftlichkeit von 3- und 4-fach-verglasten Fenstern ziehen zu können.

Eckdaten des Bestandsgebäudes

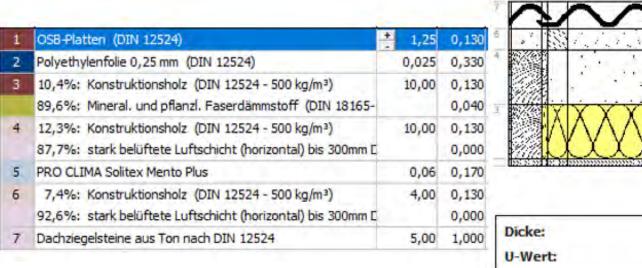
Haustyp: Einfamilienhaus(freistehend)

1995 Baujahr: Geschosse:

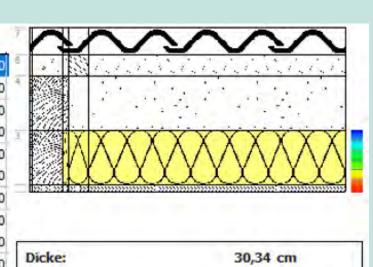
617,4 m² Hüllfläche: 966 m³ Volumen:

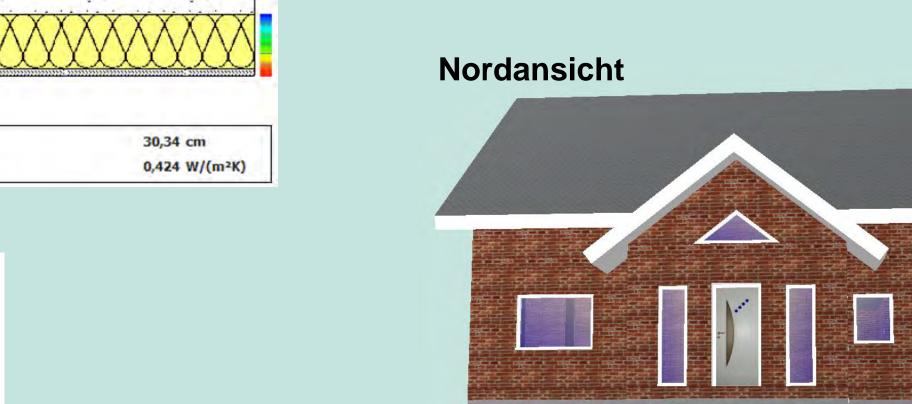
Bestandsgebäude

Aufbau des Daches



Aufbau der Wand gegen Luft





Westansicht

Wärmeleitzahl

λ (W/mk)

1,300

0,030

s(cm)

36,50

10,00

46,50

Gesamtdicke:

Ergebnis:

Die EnEV-Berechnungen mit dem Monatsbilanzverfahren zeigen, dass der spezifische flächenbezogene Transmissionswärmeverlust H_T bereits vom Bestandsgebäude erfüllt wird. Der geforderte Jahresprimärenergiebedarf Q_P des Referenzgebäudes von 94,48 kWh/m² wird mit der Sanierung der Fenster, der Wand gegen Luft und des Daches erreicht.

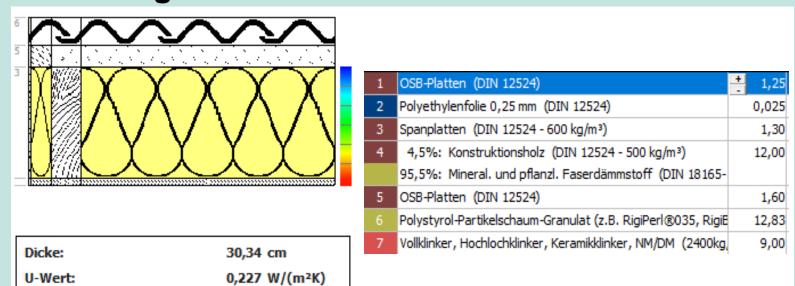
Legt man die Amortisationszeit auf 30 Jahre fest, ist keine geprüfte Glasrahmenkonstruktion im Beispielgebäude rentabel. Müssen die Fenster aus anderen Gründen saniert werden, amortisieren sich die Kunststofffenster mit einer 3-fach-Verglasung am schnellsten.

Ergebnisse der Berechnungen

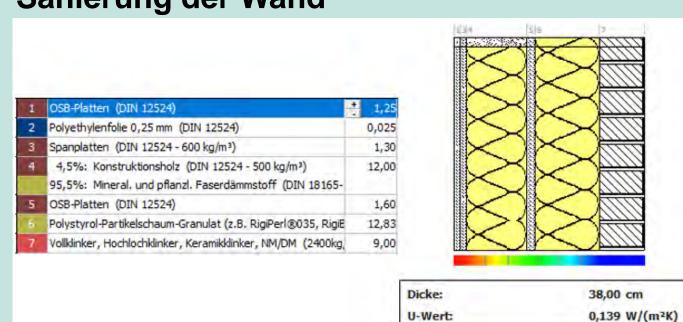
			Sanierung	nur Fenster		Sai	nierung Dach	Wand Fenst	ter	
		Holz	Kunststoff	Holz	Kuststoff	Holz	Kuststoff	Holz	Kuststoff	
	Bestand	Ug 0,6	Ug 0,6	Ug 0,3	Ug 0.3	Ug 0,6	Ug 0,6	Ug 0,3	Ug 0,3	
Q_p	113,58	108,45	107,59	106,26	105,9	93,93	93,71	92,39	91,97	kWh/m²
H_T'	0,46	0,42	0,41	0,4	0,4	0,33	0,32	0,31	0,31	W/(m²K)
Endenergie	29.324	27.908	27.677	27.317	27.220	23.990	23.923	23.564	23.451	kWh
Hilfsenergie	1.585	1.569	1.563	1.554	1.551	1.470	1.474	1.465	1.463	kWh
Heizkosten Pro Jahr	2.302,31	2.206,27	2.189,76	2.164,11	2.157,05	1.926,85	1.923,50	1.897,91	1.890,07	€/a
Ersparnis	0,00	96,04	112,56	138,21	145,26	375,46	378,82	404,40	412,25	€/a
Investition	0	22.134	19.594	48.454	40.398	40.134	37.594	66.454	58.398,00	€
statische Amortisation		230,47	174,08	350,60	278,11	106,89	99,24	164,33	141,66	a
Rentabilität 4-fach vs. 3-fach-Verglasung				624,21	636,11			909,47	622,32	a
		Stromkoster je kWh		Heizwert Heizöl		Preis je L				
		0,25	€	10	kWh/L	0,65	€			

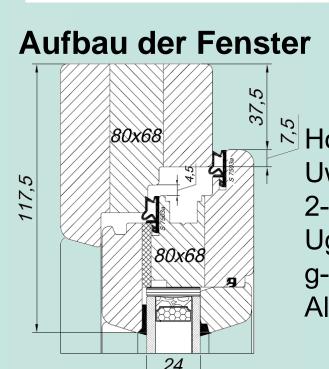
Sanierungsmaßnahmen

Sanierung des Daches



Sanierung der Wand





Holzrahmen 68 mm Bautiefe $Uw 1,6 - 1,95 W/(m^2K)$ 2-fach-Verglasung Ug 1,5 W/(m²K) g-Wert 0,7 Aluminiumabstandhalter

38,00 cm 0,280 W/(m2K)

Aufbau des Kellerbodens

	U-Wert	= 0,387	Schichtdicke	Wärmeleitzahl
	Bauteila	aufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	s(cm)	λ (W/mk)
	1 2 3 4 5	Zement-Estrich Polyethylen folie nach DIN 12524 Polystyrol(PS)-Extruderschaum Wlf-Gr. 030 Bitumendachbahnen DIN 52128 Beton nach EN 12524 (Rohdichte 2400 kg/m¦) Gesamtdicke:	3,50 0,02 7,00 0,05 10,00	1,400 0,330 0,030 0,170 2,000
V///////				

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen

2 PUR/PIR-Hartschaum (DIN 13165 - WLG 030 < 80mm)

1 Kalksandstein, NM/DM (2200 kg/m³)

Aufbau der Wand gegen Erdreich

U-Wert = 0,267



Holzrahmen 4-fach-Verglasung

Holzrahmen 3-fach-Verglasung Holzrahmen 80 mm Bautiefe

Ostansicht

Uw $0.84 - 1.3 \text{ W/(m}^2\text{K})$ 3-fach-Verglasung Ug 0,6 W/(m²K) g-Wert 0,54 Kunststoffabstandhalter

Holzrahmen 92 mm Bautiefe

Uw $0.57 - 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K})$

Kunststoffabstandhalter

4-fach-Verglasung

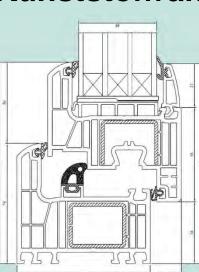
Ug 0,6 W/(m²K)

g-Wert 0,5

Kunststoffrahmen 3-fach-Verglasung

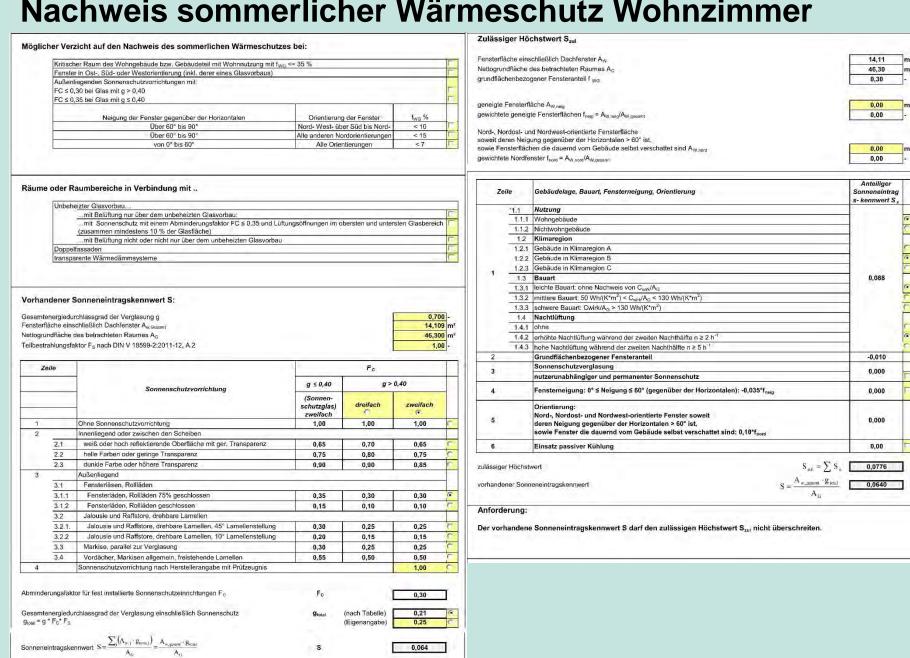
Kunststoffrahmen 86 mm Bautiefe Uw $0.76 - 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K})$ 3-fach-Verglasung Ug 0,6 W/(m²K) g-Wert 0,54 Kunststoffabstandhalter

Kunststoffrahmen 4-fach-Verglasung



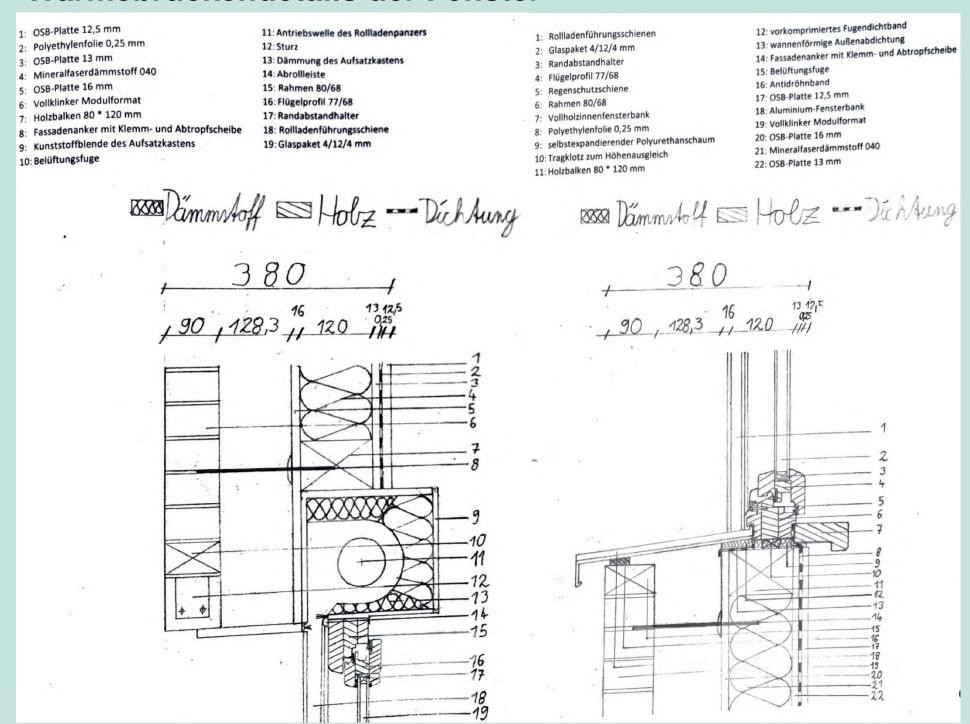
Kunststoffrahmen 82 mm Bautiefe Uw 0,58 - 0,84 W/(m²K) 4-fach-Verglasung Ug 0,3 W/(m²K) g-Wert 0,5 Kunststoffabstandhalter

Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Wohnzimmer



Wärmebrückendetails der Fenster

Südansicht



Nachweis Heizperiodenbilanzverfahren

Grientlerung	are Wärmegewinne Q _s [kV Solare Einstrahlung	Vh/a] Fenster-					
Orientierung	Solare Einstrahlung	Fontor					
Orientierung		Teilfläche	Gesamtener	I, * 0,567 *A _w ,			
	ľ,		gledurchlaß-	g "			
	[kWh/(m²a)]	[m²]	grad g, [-]	[kWh/a]			
7		Parechaus	ank	1			
Südost bis Südwest	270	Seile 4	any				
	100	a fallegati					
Nordwest bis Nordost	100	<u>e</u> 165-9	1, 1, 20, 1				
übrige Richtungen	155	<u> </u>	and layer				
2	Marine was a facility of the control	BEGREEN .	aliania.				
Dachflächenfenster mit Nelgung < 30° "	225	a ayayinişkiri.		100211			
Solare Warmegewinne: $\Omega_s = \Sigma (I_j \circ 0.567)$	م. ' 9) rne Wärmegewinne Q, [k۷	M/b/o2	Q.=	17802,10			
		· i i a j	Q =	6900 64			
	res-Heizwärmebedarf [kW	ib le?	-	10000,07			
	· H _v) - 0,95 * (Q, + Q)	· · · · · ·					
Q = 66 *	435,76 - 0,95 .	8602	Q, =	20587,5			
Flachenbezogener Jahres-Heizwarmebedarf;3)	Q,"= Q, / A,						
[kWh/(m²a)]	a = 20587,5/	309,12	Q," =	66,6			
5. Spezifischer flächenbe	zogener Transmissionsw	ärmeverlust	[W/(m*K)]				
vorhandener spezifischer flächenbezogener Tra	nsmissionswarmevedust:			A / -			
H_{τ} at $= H_{\tau} / A = 0$	<u>261,03, 617,</u> 3	7	H, ,,vorh =	0,42			
zulässiger spezifischer flächenbezogener Trans	missionswärmeverlust;	%C 51%					
T ,max	bei AV _a ≤ 0,2						
$H_{T'.max} = 0.3 + 0.15 / (A/V_a)$	bei 0,2 < AV, < 1,05						
	bei A/V _• ≥ 1,05		H _T ',max =				
3 H ₇ , _{voth} =	W/(m²K) ≤	W/(m²K) = F	T ,max				
6. Ermittiung der Primärenergieaufwandszahl gemäß DIN 4701 - 10 Anhang A (Berechnungsblätter) oder Anhang C (Diagramme)							
Anlagenaufwandszahl (primarenergiebezogen): 0, =							
Anlagentyp: Anlage 2 - Brennwertkessel mit gobäudozentraler Trinkwassererwärmung							
7. Jahres-Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]							
vorhandener Jahres- Q _p ", soh = Primärenergiebedarf: Q _p ", soh =	1,34 · (66,6	+ 12,5)	Q," =	105,99			
zulässiger Jahres-Primärenerglebedarf;							
Wohngebäude (außer solche nach Zelle 60)	2000000						
Q _n " _{max} = 66 + 2600 / (100 + A _N)	bel A/V ₂ < 0,2	. 100000					
Q_{μ} ",max = 50,94 + 75,29 * A/V _a + 2600 / (100 + A _N)		< 1,05					
$Q_{p'',max} = 130 + 2600 / (100 + A_N)$	bei A/V, ≥ 1,05	×0.	Q,",,,,,, =				
Wohngebäude mit überwiegender Wermwasserbereitung aus elektrischem Strom:							
Q _p ",max = 83,8	bei A/V. < 0,2	- 4.05		1			
Q,",,,,, = 68,74 + 75,29 * A/V.	bel 0,2 < AV.	1,05	0" -	[]			
Q _{p'',max} = 147,79	bei A/V _• ≥ 1,05	L/ A/Is //us Z=\	Q, ,,,,,, =	Ц			
1 Q _P ",est\ =	kWh/(m²a) ≤	kWh/(m³a) =	Q _p ",mex				

Db.	jekt:	Bestand	Einkeil	18		掛髓網的	Jack Barrell
1			1. Gebäu	dedaten			
	Volumen (Außenmaß) [m²]		966		911	200	10
2	Nutzfläche [m²]		0,32 · V	= 0,32	966	<i>1<u>309</u> -</i>	~
	A/V _a -Verhältnis [1/m]	A / V. =	677,37	, 966	- 0,635	1	
3			2. Wärme	verluste	,	-78/08/	
4		2.1 Trai	nsmissionsv	värmeverlust [WIKI	,	
5	Bauteil	Kurzbezelchnung	Flache A	Wärmedurch- gangskoeffizient U	4.* A	Temperatur- Korrektur- faktor F _x	U,*A*F _*
			[m²]	[W/(m²K)]	[W/K]	[-]	[W/K]
в		AW 1	2 12,31	0.28	59,45	1	59,45
7	Mary a Decay of the Art of the Art of Control of the Art of the Ar	AW 2	14,23	0.27	3.84	1	3,84
8	Außenwand	AW 3		a de constituir	9/ - 1	1	1
8		AW 4		annik bisses		1	
10		W 1	35,57	est Charles		1	61,19
11		W2	Berechnu	no and		1	7,1,5
12	Fenster	w3	Soil 3	V~~V		1	
13		W 4				1	
14	Haustür	T 1	2 12	223	4.73	1	4.73
15	1700501	D 1	137 07	01/2	52.52	1	57.57
18	Dach	D2	E E 2	0/02	129	1	120
17	Dacii	D3	حرد	10/23	1,20	1	1,20
_		D3				0,8	
18	Oberste Geschoßdecke					0,8	·····
19		D 5	51 TSZ	de Alexa (c.)		0,8	
20	Wand gegen Abseltenraum	AbW 1		articellandelle ist.	ļ		
21		AbW 2		100000000000000000000000000000000000000		0,8	
22	Wände und Decken zu	AB 1	<u> </u>	1.422(8948)48(898)42		0,5	
23	unbeheizten Räumen	AB 2	77.47-24		- 40	0,5	17 10
24	16-11	G 1	99,37	0,27	26,83	0,6	76,10
25	Kellerdecke/-wände zum unbeheizten Keller	G 2	717,13	0,39	43,34	0,6	26,00
26	Fußboden auf Erdreich Flächen des beheizten	G3	100 200		/ 	0,6	,
27	Kellers gegen Erdreich	G 4	100			0,6	
28		G 5	,405,00	Halley British	I	0,6	
20		617,37	Spezifischer Tra		rmovorlust :: U, * A, * F _{x1} =	230,16	
30	Transmissionswarmeverlust	: H _τ = Σ(U, * A H _τ =	230,16	*A + 0,05 *	617,37	H, =	261,03
31		2.2 !	üftungswär	rmeverlust [W/F	q ·		
32	Lüftungswärmeverlust ohne Dichtheitsprüfung	<u>H, =</u> 0,19 " V				H,=	174,73
33	Lüftungswärmeverlust mit Dichtheitsprüfung	H _v = 0,163 * V	= 0,163	•		Н, =	
M)	Dichheitsprotung 3 Stockwerke V Dich Keitsprafung	1=0,76	·Ve	= 0,76	· 966= 7	34,16	m3]