

## 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

Haupttyp:	Einfamilienhaus(freistehend)
Baujahr:	1995
Geschosse:	3
Hüllfläche:	617,4 m <sup>2</sup>
Volumen:	966 m <sup>3</sup>

## Bestandsgebäude

### Aufbau des Daches

1 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	0,130
2 Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,025	0,330
3 Spanplatten (DIN 12524 - 600 kg/m <sup>3</sup> )	1,30	0,040
4 4,5% Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	12,00	0,130
5 95,5% Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1)	1,60	0,000
6 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	0,170
7 7,4% Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	4,00	0,130
8 92,6% stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm C	0,000	0,000
9 Dachegelände aus Ton nach DIN 12524	5,00	1,000

Dicke: 30,34 cm  
U-Wert: 0,424 W/(m<sup>2</sup>K)

Nordansicht



### Aufbau der Wand gegen Luft

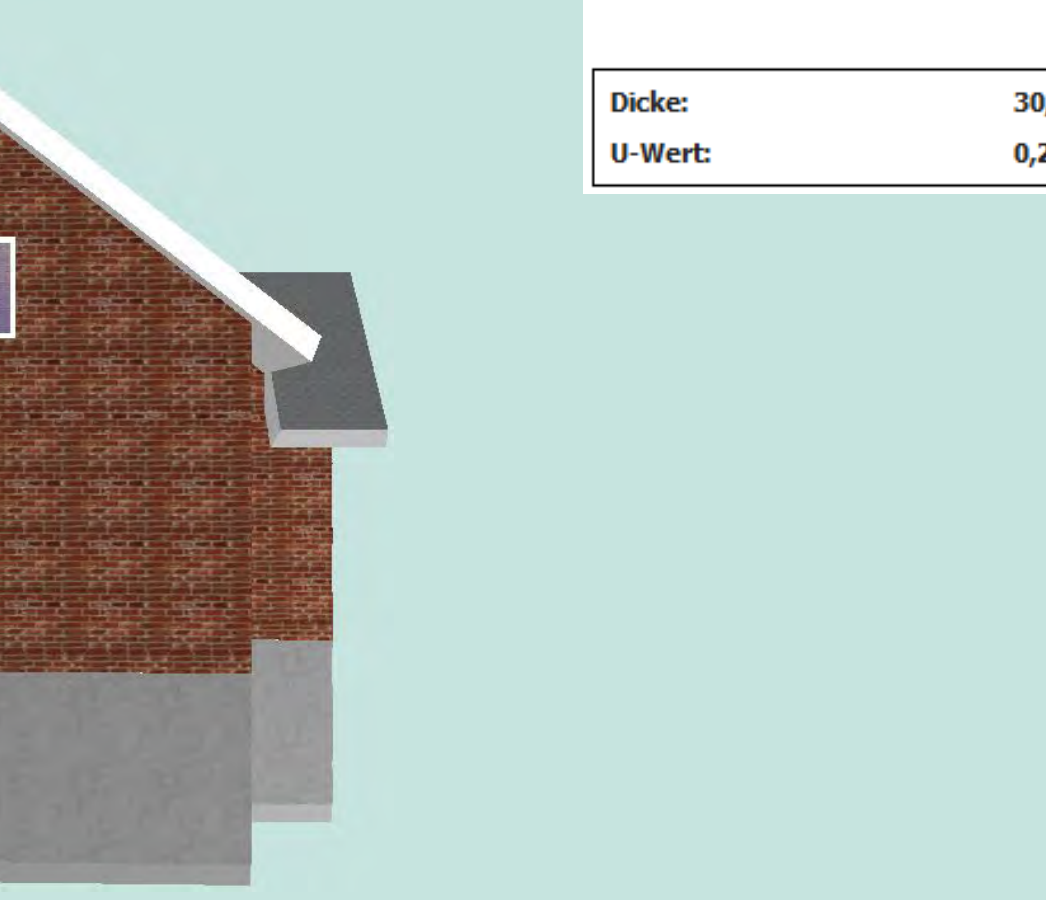
1 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	0,025
2 Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,025	1,30
3 Spanplatten (DIN 12524 - 600 kg/m <sup>3</sup> )	1,30	12,00
4 4,5% Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	12,00	1,60
5 95,5% Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1)	1,60	12,83
6 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	9,00
7 Vollziegel, Hochlochziegel, Keramikziegel, NM/DM (2400kg)	9,00	

Dicke: 38,00 cm  
U-Wert: 0,280 W/(m<sup>2</sup>K)

Westansicht



Ostansicht



### Aufbau der Fenster

Holzrahmen 68 mm Bautiefe  
Uw 1,6 – 1,95 W/(m<sup>2</sup>K)  
2-fach-Verglasung  
Ug 1,5 W/(m<sup>2</sup>K)  
g-Wert 0,7  
Aluminiumabstandhalter

### Aufbau des Kellerbodens

U-Wert = 0,387

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	s(cm)	λ (W/mK)
1 Zement-Estrich	3,50	1,400
2 Polyethylenfolie nach DIN 12524	0,02	0,330
3 Polystyrol (PS)-Extrudierschaum Wf-Gf: 030	7,00	0,030
4 Blumendachbahnen DIN S2128	0,05	0,170
5 Beton nach EN 12524 (Rohdichte 2400 kg/m <sup>3</sup> )	10,00	2,000

Gesamtdicke: 20,57

### Aufbau der Wand gegen Erdbreich

U-Wert = 0,267

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	s(cm)	λ (W/mK)
1 Kalksandstein, NM/DM (2200 kg/m <sup>3</sup> )	36,50	1,300
2 PUR/PIR-Hartschaum (DIN 13165 - WLG 030 < 80mm)	10,00	0,030

Gesamtdicke: 46,50

Südansicht



## 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/m<sup>2</sup> 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			Sanierung Dach Wand Fenster			
	Bestand	Holz Ug 0,6	Kunststoff Ug 0,3	Holz Ug 0,3	Kunststoff Ug 0,6	Holz Ug 0,3	Kunststoff Ug 0,3
$Q_P$	113,58	108,45	107,59	106,26	105,9	93,93	93,71
$H_T$	0,46	0,42	0,41	0,4	0,4	0,32	0,31
Endenergie	29.324	27.908	27.677	27.317	27.220	23.990	23.564
Hilfsenergie	1.585	1.569	1.563	1.554	1.551	1.470	1.465
Heizkosten Pro Jahr	2.302,31	2.206,27	2.189,76	2.164,11	2.157,05	1.923,50	1.897,91
Ersparnis	0,00	96,04	112,56	138,21	145,26	378,46	412,25
Investition	0	22.134	19.594	48.454	40.398	40.134	37.594
statische Amortisation	230,47	174,08	350,60	278,11	106,89	99,24	164,33
Rentabilität 4-fach vs. 3-fach-Verglasung			624,21	636,11		909,47	622,32

Stromkosten je kWh: 0,25 €  
Heizwert Heizöl: 10 kWh/L  
Preis je L: 0,65 €

## Sanierungsmaßnahmen

### Sanierung des Daches

1 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	0,130
2 Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,025	0,330
3 Spanplatten (DIN 12524 - 600 kg/m <sup>3</sup> )	1,30	0,040
4 4,5% Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	12,00	0,130
5 95,5% Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1)	1,60	0,000
6 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	0,170
7 Polystyrol-Partikelschaum-Granulat (z.B. Rigipol 80/35, Rigel)	12,83	0,000
8 Vollziegel, Hochlochziegel, Keramikziegel, NM/DM (2400kg)	9,00	

Dicke: 30,34 cm  
U-Wert: 0,227 W/(m<sup>2</sup>K)

### Sanierung der Wand

1 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	0,025
2 Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)	0,025	1,30
3 Spanplatten (DIN 12524 - 600 kg/m <sup>3</sup> )	1,30	12,00
4 4,5% Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m <sup>3</sup> )	12,00	1,60
5 95,5% Mineral- und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1)	1,60	12,83
6 OSB-Platten (DIN 12524)	1,25	9,00
7 Vollziegel, Hochlochziegel, Keramikziegel, NM/DM (2400kg)	9,00	

Dicke: 38,00 cm  
U-Wert: 0,339 W/(m<sup>2</sup>K)

### Holzrahmen 3-fach-Verglasung

Holzrahmen 80 mm Bautiefe  
Uw 0,84 – 1,3 W/(m<sup>2</sup>K)  
3-fach-Verglasung  
Ug 0,6 W/(m<sup>2</sup>K)  
g-Wert 0,54  
Kunststoffabstandhalter

### Kunststoffrahmen 3-fach-Verglasung

Kunststoffrahmen 86 mm Bautiefe  
Uw 0,76 – 1,0 W/(m<sup>2</sup>K)  
3-fach-Verglasung  
Ug 0,6 W/(m<sup>2</sup>K)  
g-Wert 0,54  
Kunststoffabstandhalter

### Holzrahmen 4-fach-Verglasung

Holzrahmen 92 mm Bautiefe  
Uw 0,57 – 1,1 W/(m<sup>2</sup>K)  
4-fach-Verglasung  
Ug 0,6 W/(m<sup>2</sup>K)  
g-Wert 0,5  
Kunststoffabstandhalter

### Kunststoffrahmen 4-fach-Verglasung

Kunststoffrahmen 82 mm Bautiefe  
Uw 0,58 – 0,84 W/(m<sup>2</sup>K)  
4-fach-Verglasung  
Ug 0,3 W/(m<sup>2</sup>K)  
g-Wert 0,5  
Kunststoffabstandhalter

## Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Wohnzimmer

**Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Wohnzimmer**

Geplante Baumaßnahmen:

- 1. Fensterrahmen (DIN 12524)
- 2. Fensterverglasung (DIN 12524)
- 3. Fensterrahmen (DIN 12524)

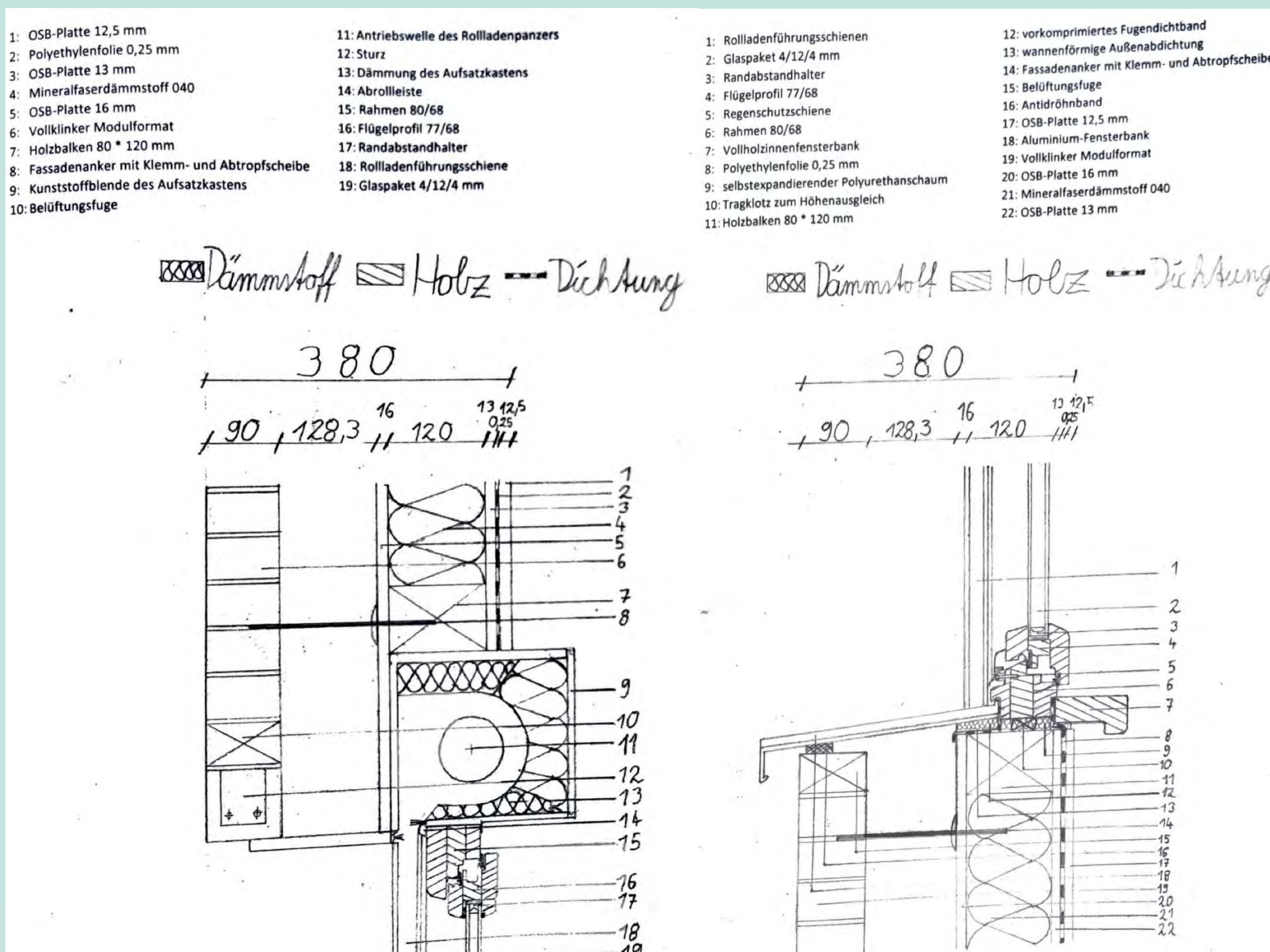
Geplante Baumaßnahmen:

- 1. Fensterrahmen (DIN 12524)
- 2. Fensterverglasung (DIN 12524)
- 3. Fensterrahmen (DIN 12524)

Geplante Baumaßnahmen:

- 1. Fensterrahmen (DIN 12524)
- 2. Fensterverglasung (DIN 12524)
- 3. Fensterrahmen (DIN 12524)

## Wärmebrückendetails der Fenster



## Nachweis Heizperiodenbilanzverfahren

**Nachweis der Anforderungen nach Energieeffizienzverordnung (EnEV) - Bilanzverfahren**

Objekt: ...

1. Wärmegewinne

2. Wärmeverluste

3. Heizenergiebedarf

4. Heizenergieerzeugung

5. Heizenergieerzeugung

6. Heizenergieerzeugung

7. Heizenergieerzeugung

8. Heizenergieerzeugung

9. Heizenergieerzeugung

10. Heizenergieerzeugung

11. Heizenergieerzeugung

12. Heizenergieerzeugung

13. Heizenergieerzeugung

14. Heizenergieerzeugung

15. Heizenergieerzeugung

16. Heizenergieerzeugung

17. Heizenergieerzeugung

18. Heizenergieerzeugung

19. Heizenergieerzeugung

20. Heizenergieerzeugung

21. Heizenergieerzeugung

22. Heizenergieerzeugung

23. Heizenergieerzeugung

24. Heizenergieerzeugung

25. Heizenergieerzeugung

26. Heizenergieerzeugung

27. Heizenergieerzeugung

28. Heizenergieerzeugung

29. Heizenergieerzeugung

30. Heizenergieerzeugung

31. Heizenergieerzeugung

32. Heizenergieerzeugung

33. Heizenergieerzeugung

34. Heizenergieerzeugung

35. Heizenergieerzeugung

36. Heizenergieerzeugung

37. Heizenergieerzeugung

38. Heizenergieerzeugung

39. Heizenergieerzeugung

40. Heizenergieerzeugung

41. Heizenergieerzeugung

42. Heizenergieerzeugung

43. Heizenergieerzeugung

44. Heizenergieerzeugung

45. Heizenergieerzeugung

46. Heizenergieerzeugung

47. Heizenergieerzeugung

48. Heizenergieerzeugung

49. Heizenergieerzeugung

50. Heizenergieerzeugung