

# Einblasdämmstoffe in der energetischen Altbausanierung, Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit

---



Fachhochschule  
Münster University of  
Applied Sciences





# Vorstellung



- Energieberatung
- Energieausweiserstellung
- Einblasdämmtechnik für Wand, Decke und Dach
- Prüfung der Luftdichtheit von Gebäuden (Blower Door)

Tel 05203 91 76 14

[www.tj-daemmtechnik.de](http://www.tj-daemmtechnik.de)

## Tim Johanning

- **Bauingenieur** (Fachrichtung: Altbausanierung)
- staatl. gepr. **Gebäudeenergieberater**
- staatl. gepr. **Techniker** (Hochbau)
- Geselle im Maurerhandwerk

## Unsere Dienstleistungen, planen, bauen und dämmen im Bestand

- **Energieausweise** als Grundlage zur Sanierung; KfW- Sachverständigennachweise
- **Energiegutachten**, Beratung, Gebäudeanalyse, Baubegleitung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- **Planung von Altbausanierungen**
- **Endoskopie, Thermografie**
- **Prüfung der Luftdichtheit** von Gebäuden
- **Einblasdämmstoffe für Wände, Decken und Dächer**
- **Nachträgliche Wärmedämmung für Altbauten**



# Inhalt

---

- Einblasverfahren
- Einblasdämmstoffe

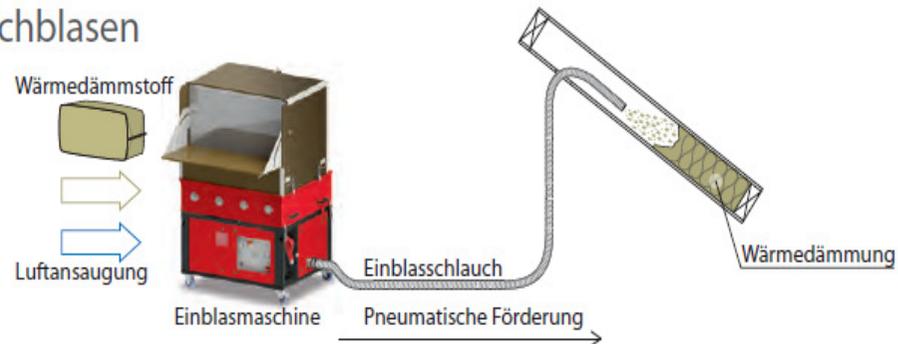


- Beispielobjekt / energetische Bewertung
- Sanierte Bauteile
- Wirtschaftlichkeit
- Zusammenfassung



# Einblasverfahren

## Schlauchblasen



[www.x-floc.de](http://www.x-floc.de)



## Verdichtetes Einblasen mit entlüfteter Drehdüsenteknik



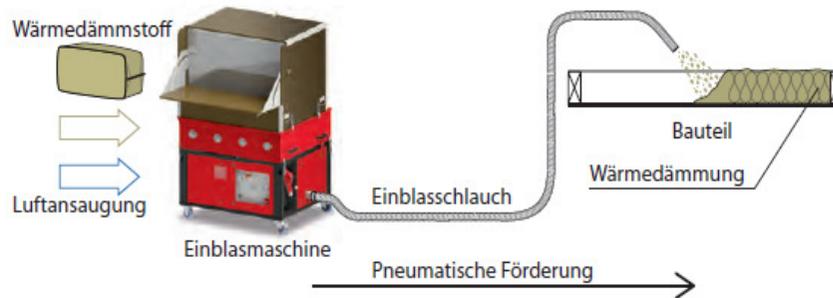
[www.x-floc.de](http://www.x-floc.de)





# Einblasverfahren

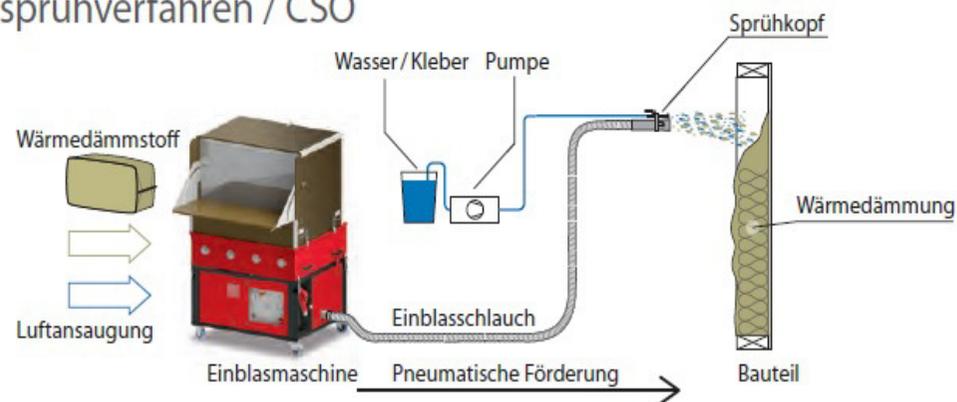
## Offenes Aufblasen



[www.x-floc.de](http://www.x-floc.de)



## Feuchtsprühverfahren / CSO



[www.x-floc.de](http://www.x-floc.de)

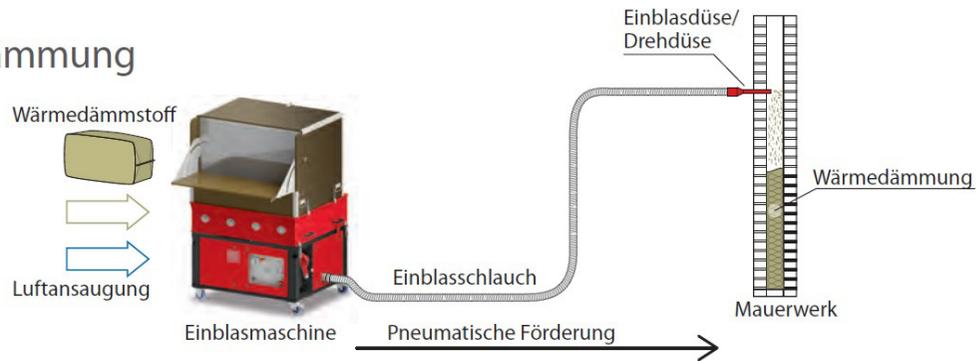


[www.isofloc.de](http://www.isofloc.de)



# Einblasverfahren

## Kerndämmung

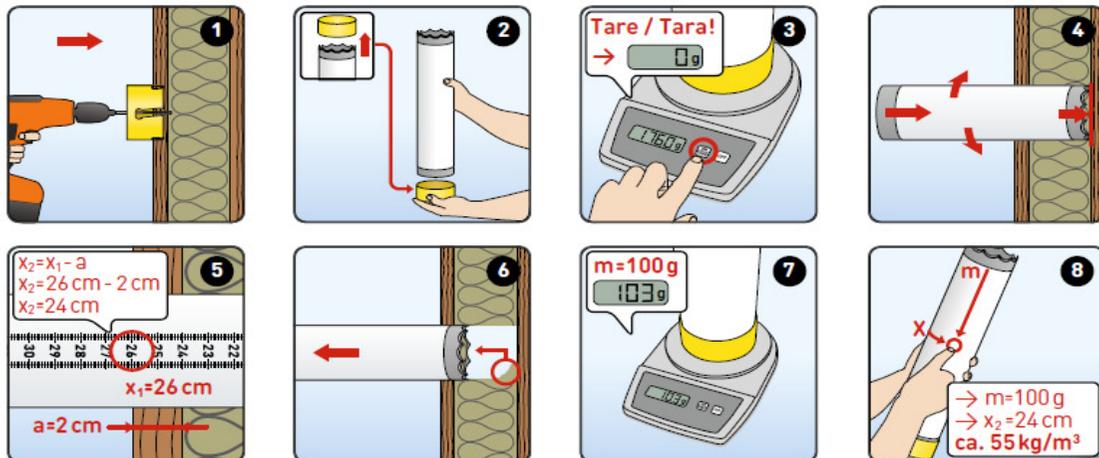
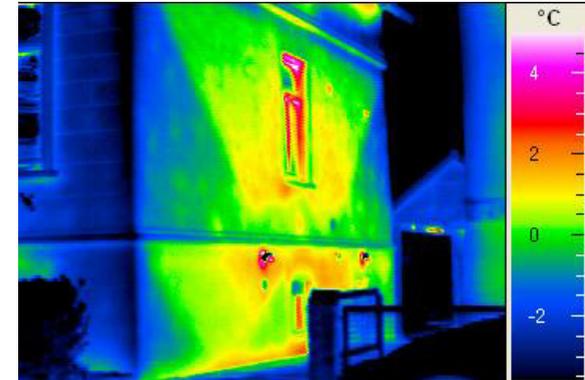


[www.x-floc.de](http://www.x-floc.de)

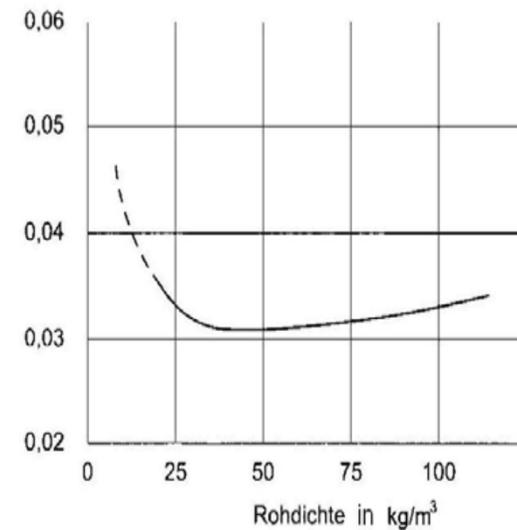




# Qualitätssicherung



Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in W/(m·K)



# Einblasdämmstoffe

## Faserförmige Einblasdämmstoffe



Zellulose, WLS 040



Holzfaser, WLS 040

## Granulatförmige Einblasdämmstoffe



EPS, WLS 033



PU, WLS 036



Glaswolle, WLS 035



Steinwolle, WLS 040



Perlite, WLS 040-045



Silikat-Leichtschäum,  
WLS 035



# Beispielobjekt

- **Baujahr:** 1936, Siedlungshaus
- **Zentralheizung:** Brennwert-Kombi-Kessel, Brennstoff: Erdgas, Baujahr: 2013
- **Fenster:** PVC mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, Baujahr: 1988 ( $U=3,0W/m^2K$ )
- Massive Bauweise ohne Wärmedämmung
- Verkauf in 2014 an junge Familie mit zwei Kindern
- Ziel: Sanierung vor Einzug





## Zentrale Wärmeerzeugung:

- JUNKERS - Cerapur Modul ZBS 22/100 S-3 MA 21, **Baujahr: 2013**
- Brennwert-Kombi-Kessel -22KW, Erdgas (Heizlast, IST-ZUSTAND: 17KW)
- Indirekt beheizter Speicher - 100 Liter
- Dämmung der Rohrleitungen unterhalb der Kellerdecke
- **Aufstellort:** Im unbeheizten Keller

# Beispielobjekt | Fenster, Türen



## Fenster:

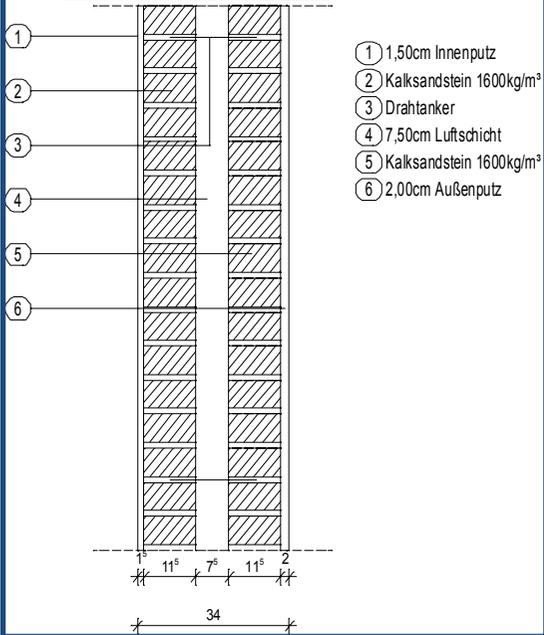
- Baujahr: 1988
- PVC-Rahmen
- 2-Scheiben-Isolierverglasung
- $U_w = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )



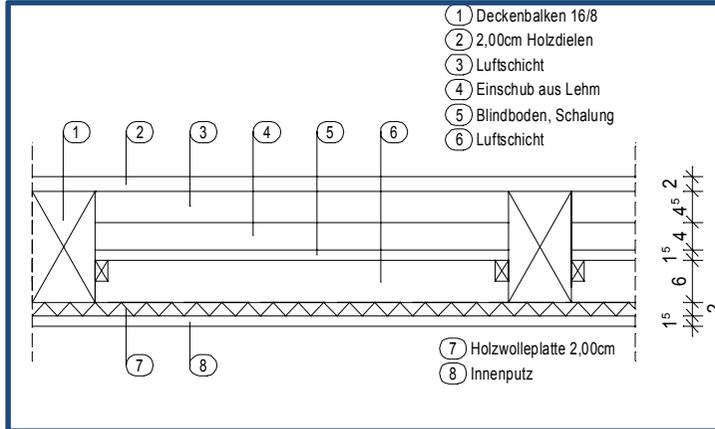
## Hauseingangstür:

- Vollholztür
- Einfach-Verglasung
- ohne Dichtungslippen
- $U_D = 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

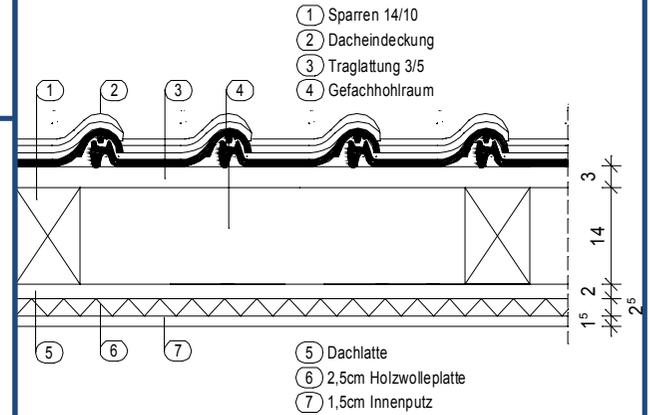
**U=1,48W/m<sup>2</sup>K (0,24W/m<sup>2</sup>K)**



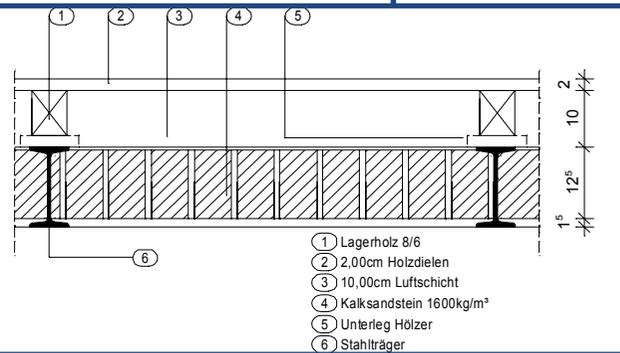
**U=1,03W/m<sup>2</sup>K (0,24W/m<sup>2</sup>K)**



**U=1,31W/m<sup>2</sup>K (0,24W/m<sup>2</sup>K)**



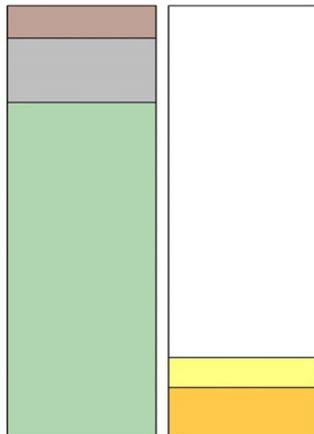
**U=1,24W/m<sup>2</sup>K (0,30W/m<sup>2</sup>K)**



# Beispielobjekt | Energiebilanz

Anlagenverluste  
3633 kWh/a  
Lüftungsverluste  
7240 kWh/a

Transmissions-  
verluste  
37603 kWh/a



Endenergiebedarf =  
Verluste - Gewinne  
39616 kWh/a

solare Gewinne  
3380 kWh/a  
interne Gewinne  
5480 kWh/a

Dach

Außenwand

Fenster

Keller

Aufteilung der Transmissionsverluste

Warmwasser  
Hilfsenergie (Strom)

Aufteilung der Anlagenverluste

Dach/OGD	24,2%
Außenwand	50,4%
Fenster/Tür	8,5%
Kellerdecke	16,9%

## Gebäudehülle

Heizwärmebedarf

Ist-Zustand: 246 kWh/m<sup>2</sup>a



## Anlagentechnik

Anlagenaufwandszahl  $e_p$

Ist-Zustand: 1,18



## Umweltwirkung

CO<sub>2</sub>-Emission

Ist-Zustand: 68 kg/m<sup>2</sup>a



## Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 304 kWh/m<sup>2</sup>a



	Ist-Zustand	Referenz- gebäude	Verhältnis Ist-Zustand/ Referenz- gebäude
Primärenergiebedarf $Q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	304,26	87,53	347,61 %
Transmissionswärmeverlust $H'_T$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,347	0,342 <sup>2)</sup>	393,86 %

- Dämmung der Außenwände
- Dämmung der Kellerdecke
- Dämmung der Dachschrägen
- Dämmung der obersten Geschossdecke

# Beispielobjekt | Ausgangsdaten

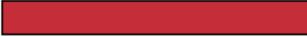
## Übersicht

Heizwärmebedarf 35.984 kWh 

Wasserwärmebedarf 1.825 kWh 

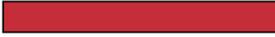
Anlagenverluste 1.807 kWh 

**Endenergie** 39.616 kWh 

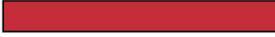
**Primärenergie** 44.430 kWh 

CO<sub>2</sub>-Emission 9.887 kg 

## Brennstoff-Bedarf

Erdgas E 3.747 m<sup>3</sup> 

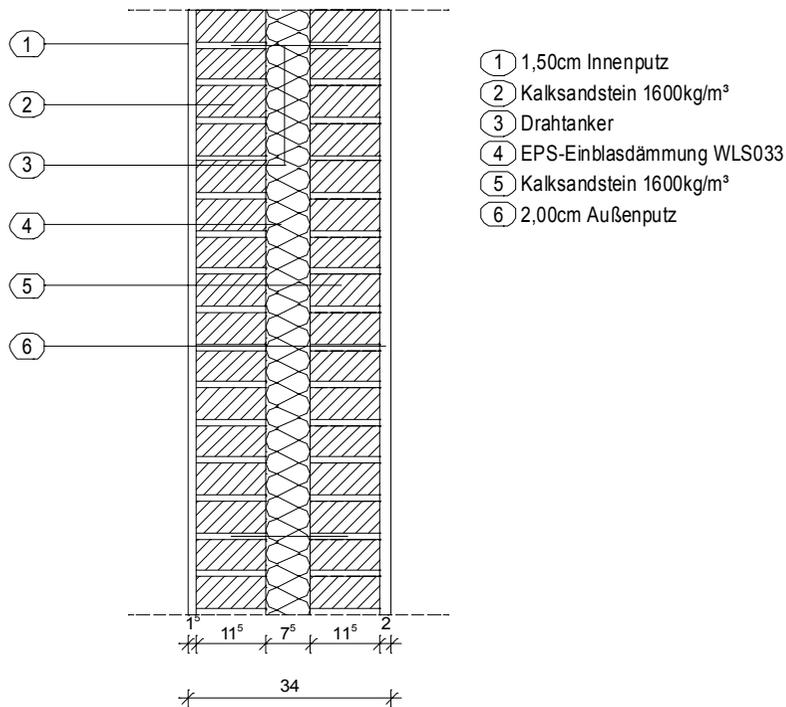
Strom  
(Hilfsenergie) 568 kWh | 

**Energiekosten**  
(inkl. Betriebskosten) 2.735 € 

## Randbedingungen der Wirtschaftlichkeitsberechnung:

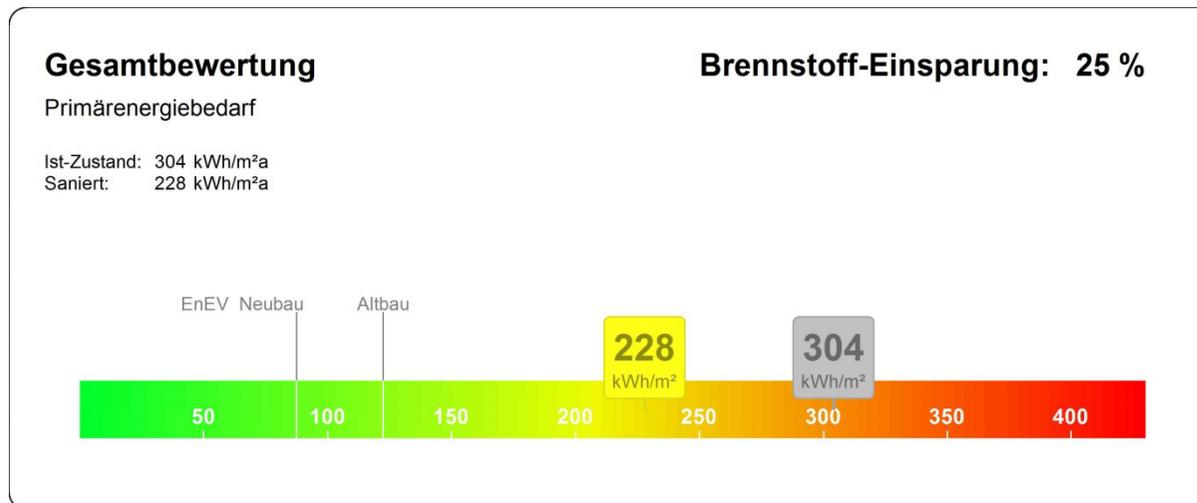
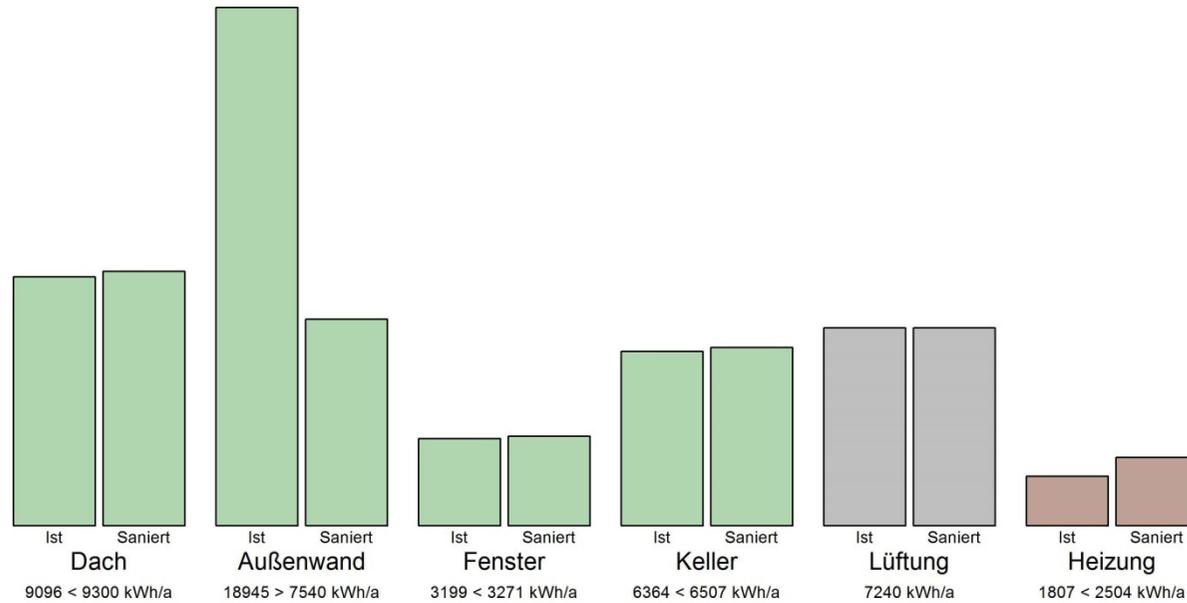
Betrachtungszeitraum	30 Jahre
Kalkulatorischer Zins	3,50%
Energiepreissteigerung (Erdgas)	3,70% (Quelle: Bauen+Energie, März 2013 ) Bezug: Preissteigerung Erdgas, 2003-2012
Energiepreis (brutto)	0,067€/kWh (Quelle: Örtlicher Energieversorger, Technische Werke Osning, Halle Westfalen)

# Beispielobjekt | Kerndämmung, EPS WLS 033



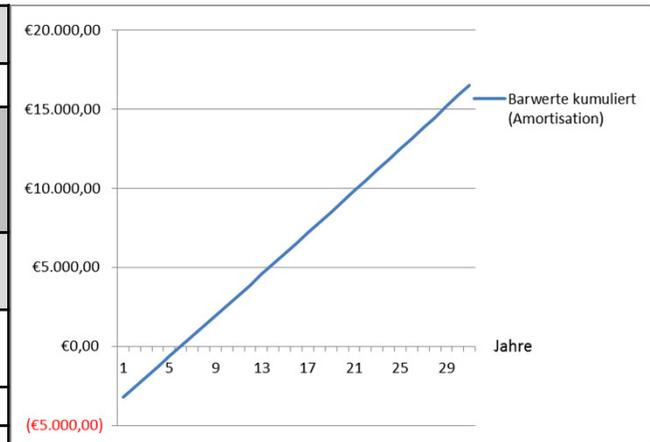
Wärmedurchgangskoeffizient vorher:	1,48 W(m²·K)
Wärmedurchgangskoeffizient nachher:	0,43 W(m²·K)
Prozentuale Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten	70,95 %
Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2	eingehalten
<b>Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3: Das Bauteil ist in Ordnung.</b> Im Bauteil fällt eine unschädliche Menge Tauwasser aus.	
Tauwassermasse $m_{W,T}$ : 0,326 kg/m²	
Verdunstungsmasse $m_{W,V}$ : 0,439 kg/m²	
Brutto-Kosten der Maßnahme:	3.200,00€
Einsparung Endenergie in Prozent:	25 %
Einsparung Primärenergie in Prozent:	25 %
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust $H'_T$ vorher:	1,35 W/m²K
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust $H'_T$ nachher:	0,93 W/m²K
Prozentuale Verbesserung des spezifischen flächenbezogenen Transmissionswärmeverlust $H'_T$	31,1%

# Beispielobjekt | Kerndämmung, EPS WLS 033



# Beispielobjekt | Kerndämmung, EPS WLS 033

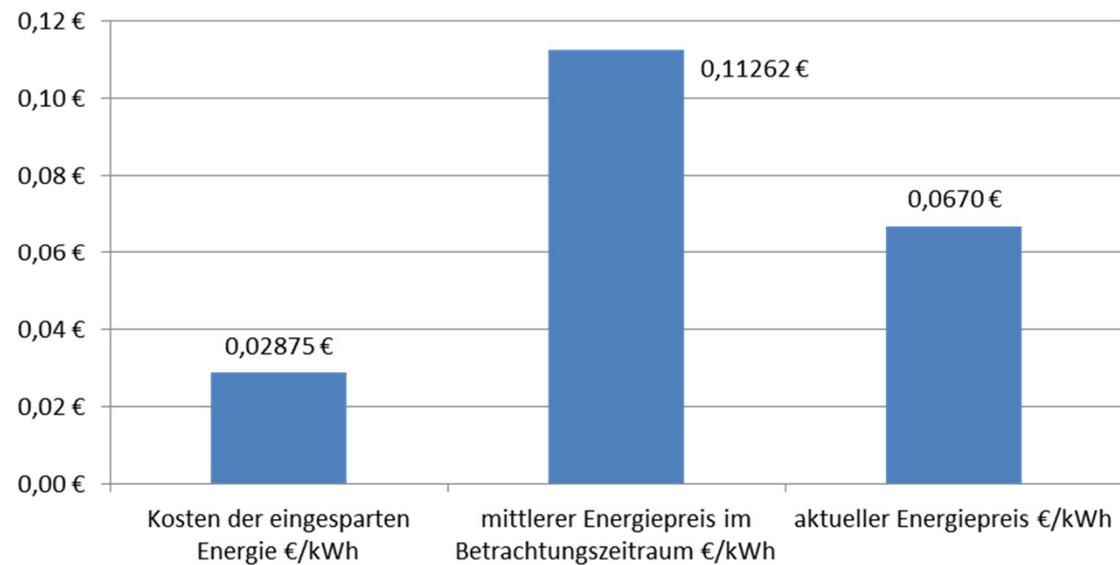
Wirtschaftlichkeitsberechnung von Energiesparinvestitionen (Außenwand)								
Energiepreis			Kalkulatorischer Zins, Energiepreissteigerung und Endenergie					
Energiepreis €/kWh (brutto)		0,0670 €	Energiepreissteigerung		3,70%	Endenergie kWh/a IST-ZUSTAND		39.616
			Kalkulatorischer Zins		3,50%	Endenergie kWh/a saniert		29.597
Jahr	Invest	Energiekosten (IST-ZUSTAND)	Energiekosten (saniert)	Überschuss/ Ersparnis	Saldo (kumuliert)	Abzinsungs-faktor	Barwerte	Barwerte (kumuliert)
0	3.200,00 €	2.735,00 €	2.097,00 €		-3.200,00 €			-3.200,00 €
1		2.836,20 €	2.174,59 €	661,61 €	-2.538,39 €	0,9662	639,23 €	-2.560,77 €
2		2.941,13 €	2.255,05 €	686,09 €	-1.852,31 €	0,9335	640,47 €	-1.920,30 €
3		3.049,96 €	2.338,49 €	711,47 €	-1.140,84 €	0,9019	641,71 €	-1.278,59 €
4		3.162,80 €	2.425,01 €	737,79 €	-403,04 €	0,8714	642,95 €	-635,65 €
5		3.279,83 €	2.514,73 €	765,09 €	362,05 €	0,8420	644,19 €	8,54 €
30		8.134,30 €	6.236,79 €	1.897,51 €	32.100,23 €	0,3563	676,04 €	16.524,13 €



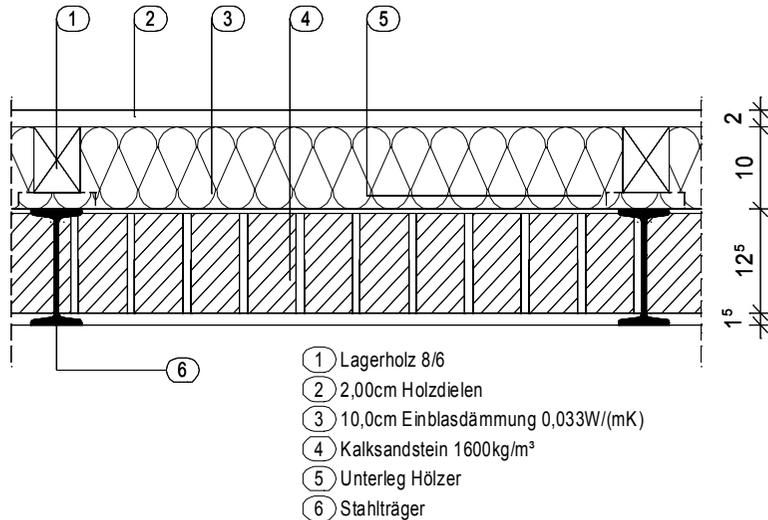
Summe/ Barwerte	19.724,13 €	
Investition	- 3.200,00 €	Vollkosten
Kapitalwert KW	16.524,13 €	KW > 0, die Investition liegt mit 16.524,13€ oberhalb des Kalkulationszinses und ist als wirtschaftlich zu bezeichnen!
Interner Zinsfuß	24,3%	Interner Zinsfuß > 0, → wirtschaftlich Interner Zinsfuß > Kalkulationszinssatz, → wirtschaftlich

# Beispielobjekt | Kerndämmung, EPS WLS 033

## Vergleich der Kosten der Energie €/kWh

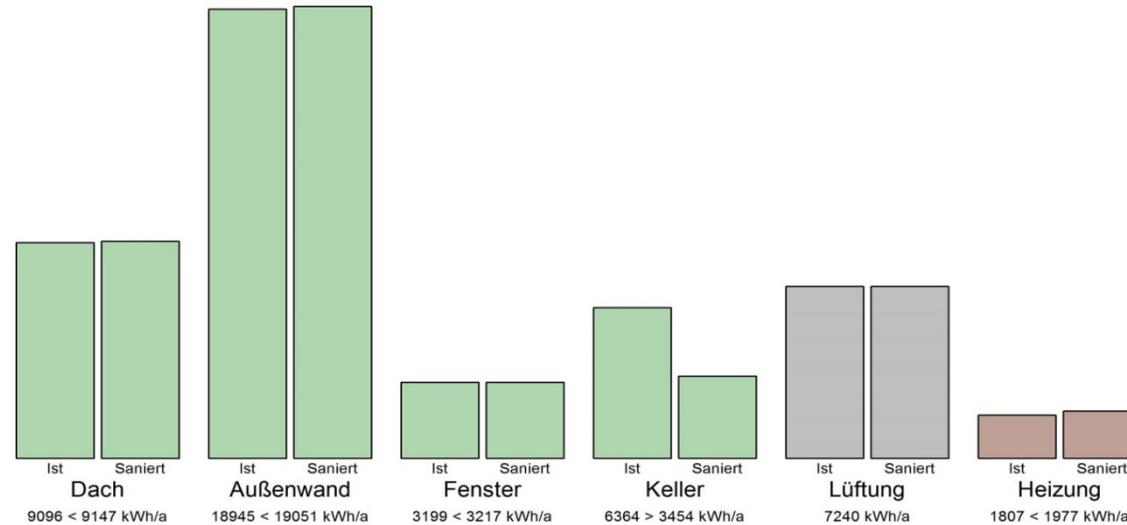


# Beispielobjekt | Kellerdeckendämmung, EPS WLS 033



Wärmedurchgangskoeffizient vorher:	1,24 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Wärmedurchgangskoeffizient nachher:	0,32 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Prozentuale Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten	74,2%
Mindestwärmehochleistungswiderstand nach DIN 4108-2	eingehalten
<b>Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3: Das Bauteil ist in Ordnung.</b> Im Bauteil fällt eine unschädliche Menge Tauwasser aus.	
Tauwassermasse $m_{W,T}$ : 0,481 kg/m <sup>2</sup>	
Verdunstungsmasse $m_{W,V}$ : 0,655 kg/m <sup>2</sup>	
Brutto-Kosten der Maßnahme	1.850,00€
Einsparung Endenergie in Prozent	6%
Einsparung Primärenergie in Prozent	6%
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust $H'_T$ vorher	1,35 W/m <sup>2</sup> K
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust $H'_T$ nachher	1,24 W/m <sup>2</sup> K
Prozentuale Verbesserung des spezifischen flächenbezogenen Transmissionswärmeverlust $H'_T$	8,1%

# Beispielobjekt | Kellerdeckendämmung, EPS WLS 033



## Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 6 %

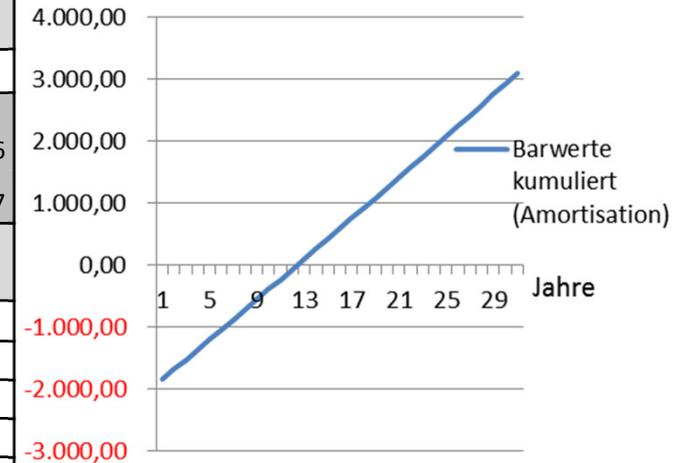
Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 304 kWh/m<sup>2</sup>a  
Saniert: 285 kWh/m<sup>2</sup>a



# Beispielobjekt | Kellerdeckendämmung, EPS WLS 033

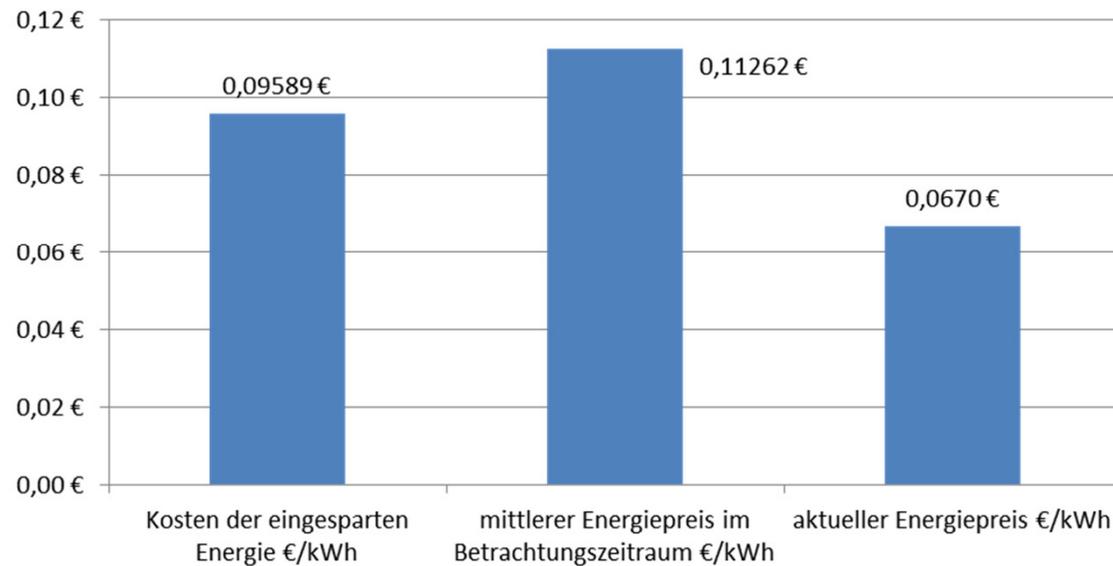
Wirtschaftlichkeitsberechnung von Energiesparinvestitionen (Kellerdecke)								
Eingabe Energiepreis		Eingabe kalkulatorischer Zins, Energiepreissteigerung und Endenergie						
Energiepreis €/kWh (brutto)	0,0670 €	Energiepreissteigerung		3,70%	Endenergie kWh/a IST-ZUSTAND		39.616	
		Kalkulatorischer Zins		3,50%	Endenergie kWh/a saniert		37.107	
Jahr	Investition	Energiekosten (IST-ZUSTAND)	Energiekosten (saniert)	Überschuss/ Ersparnis	Saldo (kumuliert)	Abzinsungs- faktor	Barwerte	Barwerte (kumuliert)
0	1.850,00 €	2.735,00 €	2.575,00 €		-1.850,00 €			-1.850,00 €
1		2.836,20 €	2.670,28 €	165,92 €	-1.684,08 €	0,9662	160,31 €	-1.689,69 €
2		2.941,13 €	2.769,08 €	172,06 €	-1.512,02 €	0,9335	160,62 €	-1.529,07 €
3		3.049,96 €	2.871,53 €	178,43 €	-1.333,60 €	0,9019	160,93 €	-1.368,14 €
4		3.162,80 €	2.977,78 €	185,03 €	-1.148,57 €	0,8714	161,24 €	-1.206,90 €
5		3.279,83 €	3.087,96 €	191,87 €	-956,70 €	0,8420	161,55 €	-1.045,35 €
6		3.401,18 €	3.202,21 €	198,97 €	-757,72 €	0,8135	161,86 €	-883,49 €
7		3.527,03 €	3.320,69 €	206,33 €	-551,39 €	0,7860	162,18 €	-721,31 €
8		3.657,53 €	3.443,56 €	213,97 €	-337,42 €	0,7594	162,49 €	-558,82 €
9		3.792,85 €	3.570,97 €	221,89 €	-115,54 €	0,7337	162,80 €	-396,02 €
10		3.933,19 €	3.703,09 €	230,10 €	114,56 €	0,7089	163,12 €	-232,90 €
11		4.078,72 €	3.840,11 €	238,61 €	353,17 €	0,6849	163,43 €	-69,46 €
12		4.229,63 €	3.982,19 €	247,44 €	600,61 €	0,6618	163,75 €	94,29 €
30		8.134,30 €	7.658,43 €	475,86 €	7.002,72 €	0,3563	169,54 €	3.096,49 €



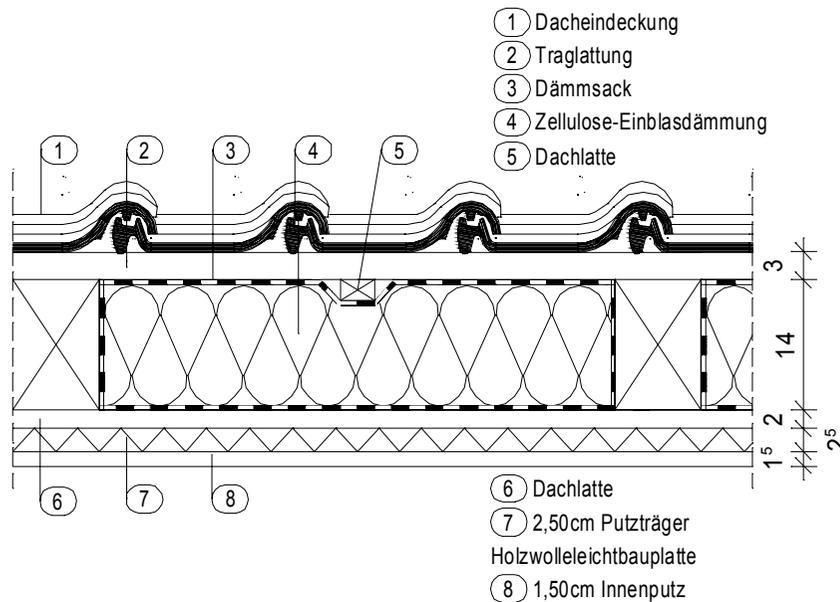
Summe/Barwerte	4.946,49 €	
Investition	- 1.850,00 €	Vollkosten
Kapitalwert KW	3.096,49 €	KW > 0, die Investition liegt mit 3.096,49€ oberhalb des Kalkulationszinses und ist als wirtschaftlich zu bezeichnen!
Interner Zinsfuß	11,7050%	Interner Zinsfuß > 0, → wirtschaftlich Interner Zinsfuß > Kalkulationszinssatz, → wirtschaftlich

# Beispielobjekt | Kellerdeckendämmung, EPS WLS 033

### Vergleich der Kosten der Energie €/kWh



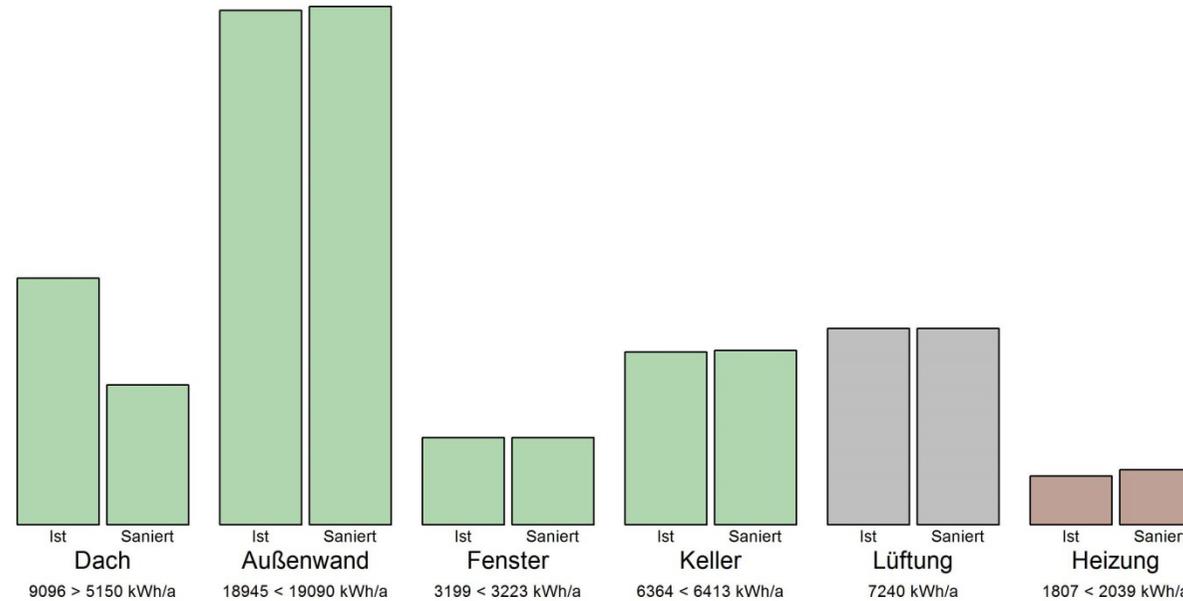
# Beispielobjekt | Dachschrägendämmung, Zellulose WLS 040



Wärmedurchgangskoeffizient vorher:	1,31 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Wärmedurchgangskoeffizient nachher:	0,31 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Prozentuale Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten	76,34%
Mindestwärmehochleistungswiderstand nach DIN 4108-2	eingehalten
<b>Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3 (Berechnung im Anhang):</b>	
<b>Das Bauteil ist in Ordnung. Es fällt kein Tauwasser aus.</b>	
Brutto-Kosten der Maßnahme (Kostenberechnungen im Anhang)	3.080,00€
Einsparung Endenergie in Prozent	9%
Einsparung Primärenergie in Prozent	9%
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust H' <sub>T</sub> vorher	1,35 W/m <sup>2</sup> K
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust H' <sub>T</sub> nachher	1,20 W/m <sup>2</sup> K
Prozentuale Verbesserung des spezifischen flächenbezogenen Transmissionswärmeverlust H' <sub>T</sub>	11,1%

# Beispielobjekt

Dachschrägendämmung, Zellulose WLS 040



## Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 9 %

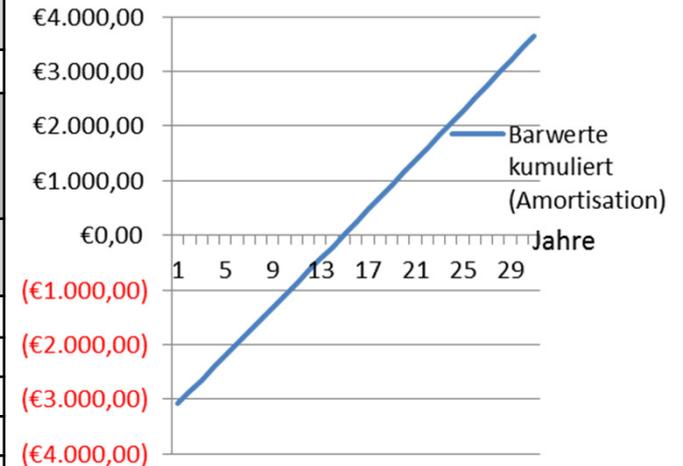
Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 304 kWh/m<sup>2</sup>a  
Saniert: 278 kWh/m<sup>2</sup>a



# Beispielobjekt | Dachschrägendämmung, Zellulose WLS 040

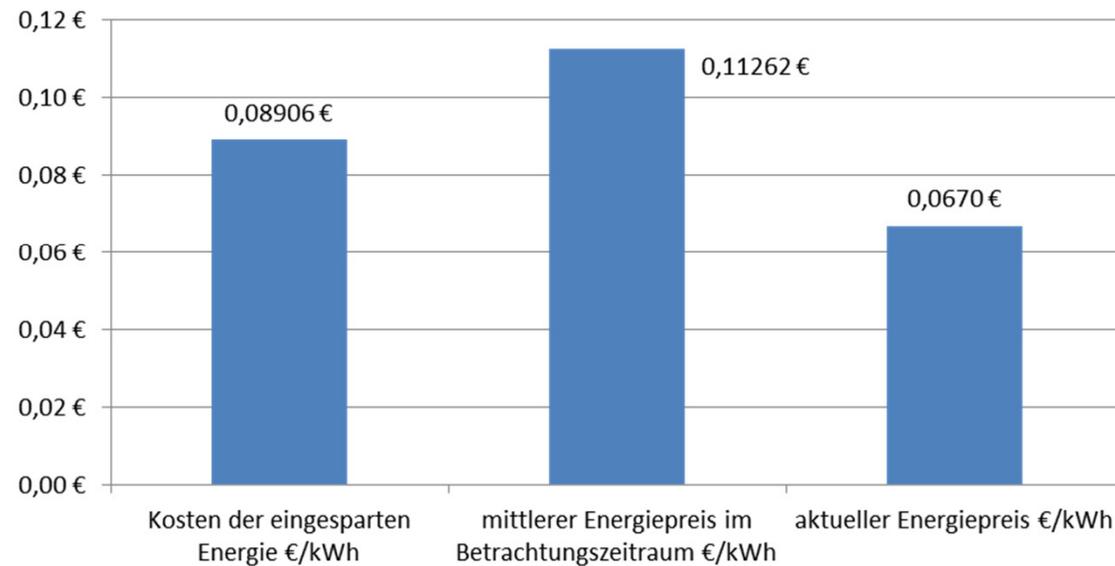
Wirtschaftlichkeitsberechnung von Energiesparinvestitionen (Dachschräge)								
Energiepreis			Kalkulatorischer Zins, Energiepreissteigerung und Endenergie					
Energiepreis €/kWh (brutto)		0,0670 €	Energiepreissteigerung		3,70%	Endenergie kWh/a IST-ZUSTAND		39.616
			Kalkulatorischer Zins		3,50%	Endenergie kWh/a saniert		36.199
Jahr	Investition	Energiekosten (IST-ZUSTAND)	Energiekosten (saniert)	Überschuss/ Ersparnis	Saldo (kumuliert)	Abzinsungs- faktor	Barwerte	Barwerte (kumuliert)
0	3.080,00 €	2.735,00 €	2.517,00 €		-3.080,00 €			-3.080,00 €
1		2.836,20 €	2.610,13 €	226,07 €	-2.853,93 €	0,9662	218,42 €	-2.861,58 €
2		2.941,13 €	2.706,70 €	234,43 €	-2.619,50 €	0,9335	218,84 €	-2.642,74 €
3		3.049,96 €	2.806,85 €	243,10 €	-2.376,40 €	0,9019	219,27 €	-2.423,47 €
4		3.162,80 €	2.910,71 €	252,10 €	-2.124,30 €	0,8714	219,69 €	-2.203,78 €
5		3.279,83 €	3.018,40 €	261,43 €	-1.862,87 €	0,8420	220,11 €	-1.983,66 €
6		3.401,18 €	3.130,08 €	271,10 €	-1.591,77 €	0,8135	220,54 €	-1.763,13 €
7		3.527,03 €	3.245,90 €	281,13 €	-1.310,64 €	0,7860	220,97 €	-1.542,16 €
8		3.657,53 €	3.365,99 €	291,53 €	-1.019,11 €	0,7594	221,39 €	-1.320,77 €
9		3.792,85 €	3.490,54 €	302,32 €	-716,79 €	0,7337	221,82 €	-1.098,95 €
10		3.933,19 €	3.619,69 €	313,50 €	-403,29 €	0,7089	222,25 €	-876,70 €
11		4.078,72 €	3.753,61 €	325,10 €	-78,18 €	0,6849	222,68 €	-654,02 €
12		4.229,63 €	3.892,50 €	337,13 €	258,95 €	0,6618	223,11 €	-430,91 €
13		4.386,13 €	4.036,52 €	349,61 €	608,56 €	0,6394	223,54 €	-207,37 €
14		4.548,41 €	4.185,87 €	362,54 €	971,10 €	0,6178	223,97 €	16,60 €
30		8.134,30 €	7.485,93 €	648,36 €	8.981,84 €	0,3563	231,00 €	3.659,59 €



Summe/Barwerte	6.739,59 €	
Investition	- 3.080,00 €	Vollkosten
Kapitalwert KW	3.659,59 €	KW > 0, die Investition liegt mit 3.659,59€ oberhalb des Kalkulationszinses und ist als wirtschaftlich zu bezeichnen!
Interner Zinsfuß	9,6712%	Interner Zinsfuß > 0, → wirtschaftlich

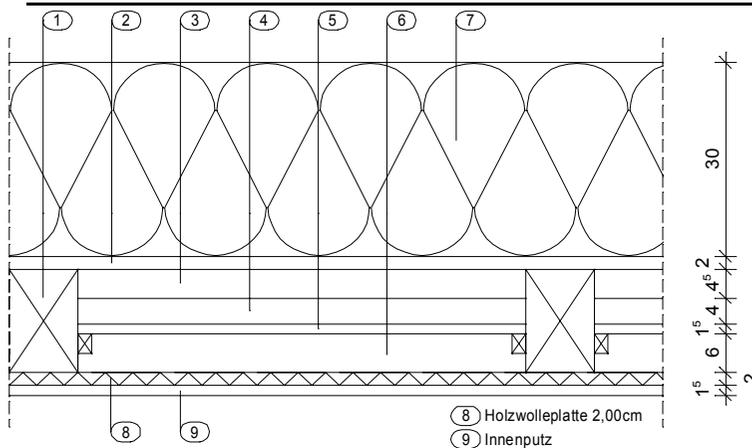


## Vergleich der Kosten der Energie €/kWh





# Beispielobjekt | Geschossdeckendämmung, Zellulose WLS 040



- ① Deckenbalken 16/8
- ② 2,00cm Holzdielen
- ③ Luftschicht  
(an Randbereichen verfüllt gegen Hinterlüftung)
- ④ Einschub aus Lehm
- ⑤ Blindboden, Schalung
- ⑥ Luftschicht  
(an Randbereichen verfüllt gegen Hinterlüftung)
- ⑦ 30,00cm Zellulosedämmstoff

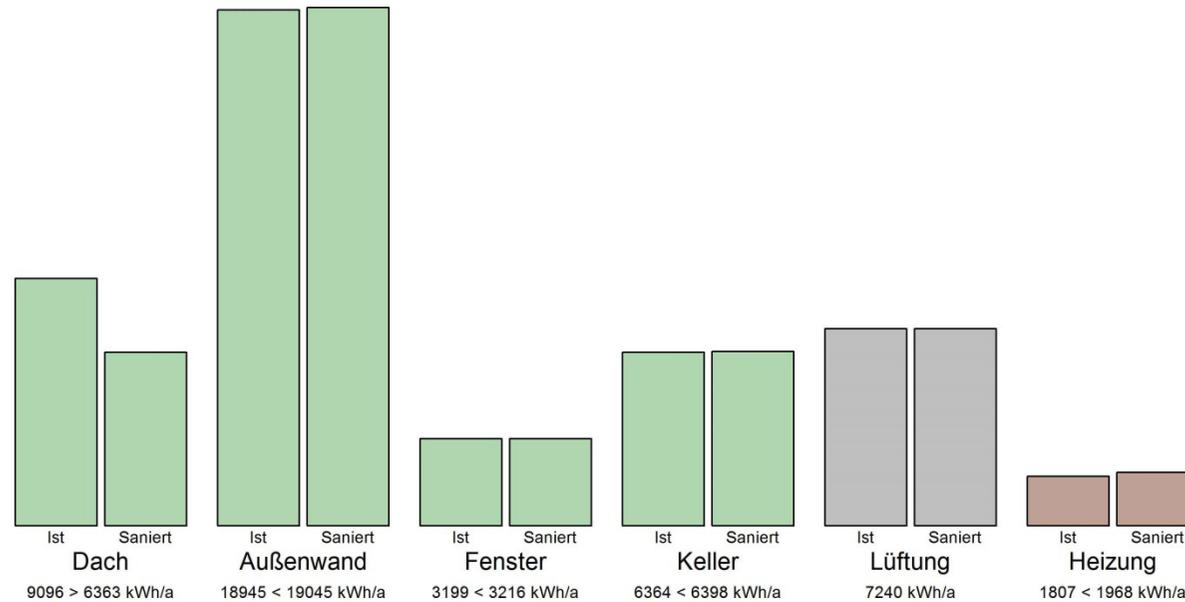
- ⑧ Holzwolleplatte 2,00cm
- ⑨ Innenputz



Wärmedurchgangskoeffizient vorher:	1,03 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Wärmedurchgangskoeffizient nachher:	0,11 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Prozentuale Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten	89,32%
Mindestwärmehochleistungswiderstand nach DIN 4108-2	eingehalten
<b>Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3 (Berechnung im Anhang):</b>	
<b>Das Bauteil ist in Ordnung. Es fällt kein Tauwasser aus.</b>	
Brutto-Kosten der Maßnahme	2.000,00€
Einsparung Endenergie in Prozent	6%
Einsparung Primärenergie in Prozent	6%
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust H' <sub>T</sub> vorher	1,35 W/m <sup>2</sup> K
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust H' <sub>T</sub> nachher	1,25 W/m <sup>2</sup> K
Prozentuale Verbesserung des spezifischen flächenbezogenen Transmissionswärmeverlust H' <sub>T</sub>	7,4%

# Beispielobjekt

Geschossdeckendämmung, Zellulose WLS 040



## Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 6 %

Primärenergiebedarf

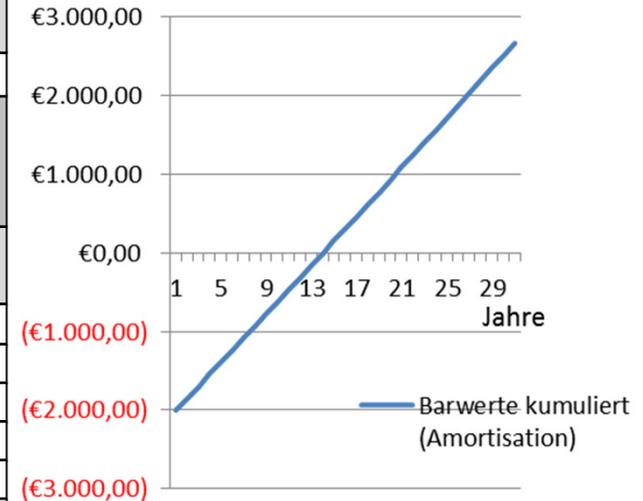
Ist-Zustand: 304 kWh/m<sup>2</sup>a  
Saniert: 286 kWh/m<sup>2</sup>a



# Beispielobjekt

Geschossdeckendämmung, Zellulose WLS 040

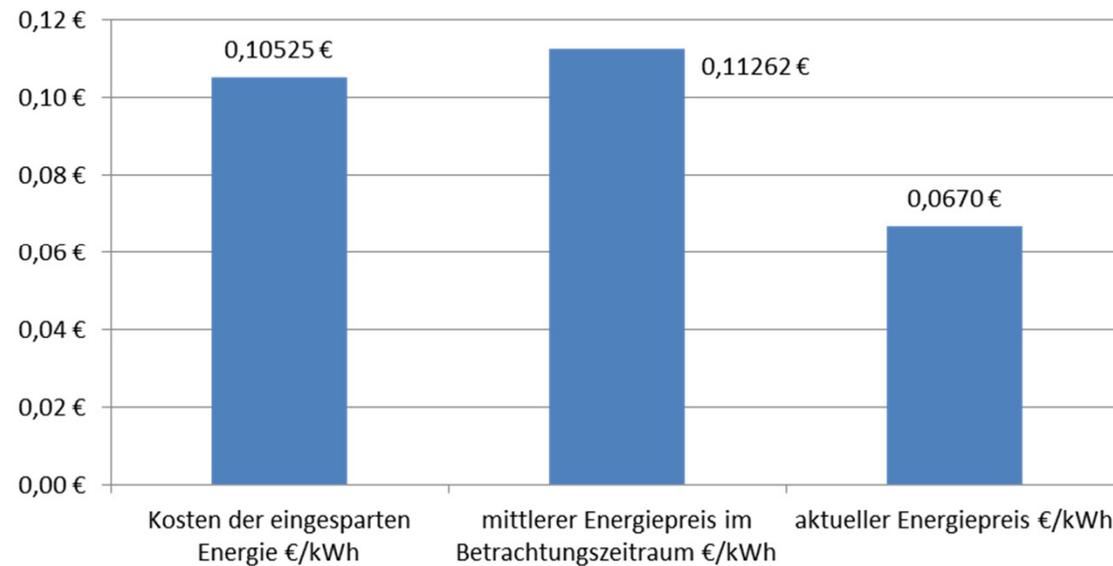
Wirtschaftlichkeitsberechnung von Energiesparinvestitionen (Geschossdecke)								
Energiepreis			Kalkulatorischer Zins, Energiepreissteigerung und Endenergie					
Energiepreis €/kWh (brutto)		0,0670 €	Energiepreissteigerung		3,70%	Endenergie kWh/a IST-ZUSTAND		39.616
		Kalkulatorischer Zins		3,50%	Endenergie kWh/a saniert		37.248	
Jahr	Investition	Energiekosten (IST-ZUSTAND)	Energiekosten (saniert)	Überschuss/ Ersparnis	Saldo (kumuliert)	Abzinsungs- faktor	Barwerte	Barwerte (kumuliert)
0	2.000,00 €	2.735,00 €	2.584,00 €		-2.000,00 €			-2.000,00 €
1		2.836,20 €	2.679,61 €	156,59 €	-1.843,41 €	0,9662	151,29 €	-1.848,71 €
2		2.941,13 €	2.778,75 €	162,38 €	-1.681,03 €	0,9335	151,58 €	-1.697,12 €
3		3.049,96 €	2.881,57 €	168,39 €	-1.512,64 €	0,9019	151,88 €	-1.545,25 €
4		3.162,80 €	2.988,19 €	174,62 €	-1.338,02 €	0,8714	152,17 €	-1.393,08 €
5		3.279,83 €	3.098,75 €	181,08 €	-1.156,94 €	0,8420	152,46 €	-1.240,61 €
6		3.401,18 €	3.213,40 €	187,78 €	-969,16 €	0,8135	152,76 €	-1.087,85 €
7		3.527,03 €	3.332,30 €	194,73 €	-774,44 €	0,7860	153,05 €	-934,80 €
8		3.657,53 €	3.455,59 €	201,93 €	-572,50 €	0,7594	153,35 €	-781,45 €
9		3.792,85 €	3.583,45 €	209,40 €	-363,10 €	0,7337	153,65 €	-627,80 €
10		3.933,19 €	3.716,04 €	217,15 €	-145,95 €	0,7089	153,94 €	-473,86 €
11		4.078,72 €	3.853,53 €	225,19 €	79,24 €	0,6849	154,24 €	-319,62 €
12		4.229,63 €	3.996,11 €	233,52 €	312,76 €	0,6618	154,54 €	-165,08 €
13		4.386,13 €	4.143,97 €	242,16 €	554,92 €	0,6394	154,84 €	-10,24 €
14		4.548,41 €	4.297,29 €	251,12 €	806,04 €	0,6178	155,14 €	144,90 €
30		8.134,30 €	7.685,20 €	449,10 €	6.354,76 €	0,3563	160,00 €	2.668,25 €



Summe/ Barwerte	4.668,25 €	
Investition	- 2.000,00 €	Vollkosten
Kapitalwert KW	2.668,25 €	KW > 0, die Investition liegt mit 2.668,25€ oberhalb des Kalkulationszinses und ist als wirtschaftlich zu bezeichnen!
Interner Zinsfuß	10,2994%	Interner Zinsfuß > 0, → wirtschaftlich



## Vergleich der Kosten der Energie €/kWh



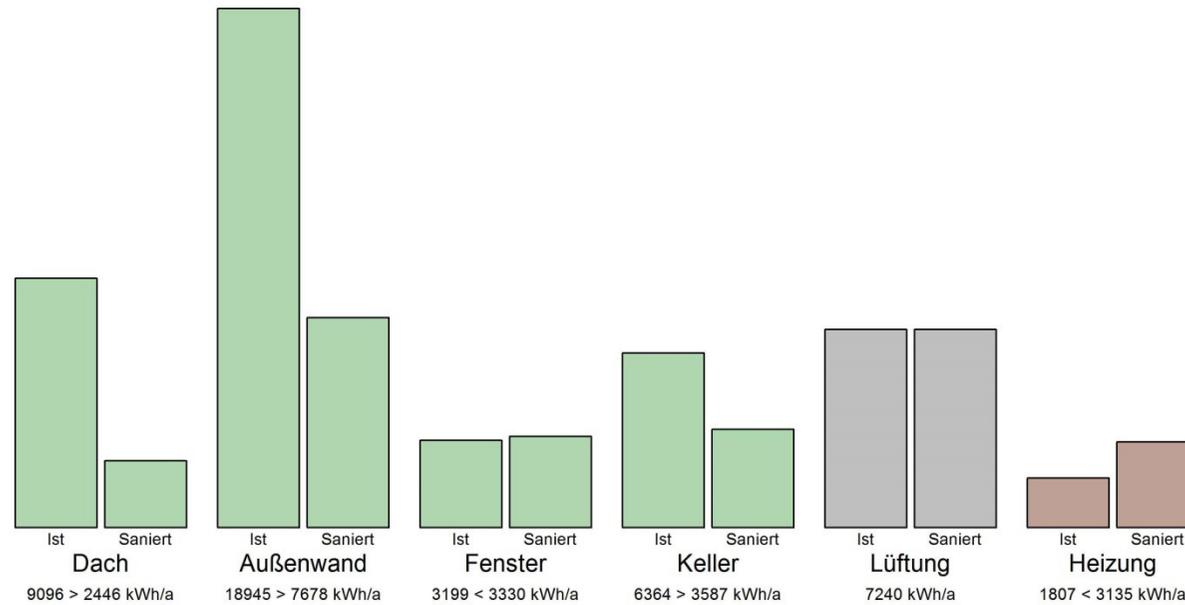
# Beispielobjekt

## Zusammenfassung aller Dämm- Maßnahmen

Brutto-Kosten der Maßnahme (Kostenberechnungen im Anhang)		10.130,00€			
Einsparung Endenergie in Prozent		47%			
Einsparung Primärenergie in Prozent		46%			
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust $H'_T$ vorher		1,35 W/m <sup>2</sup> K			
spezifischer flächenbezogener Transmissionswärmeverlust $H'_T$ nachher		0,586 W/m <sup>2</sup> K			
Prozentuale Verbesserung des spezifischen flächenbezogenen Transmissionswärmeverlust $H'_T$		56,6%			
	Ist-Zustand	Gesamt-lösung	Referenz- gebäude <sup>1)</sup>	Verhältnis Ist-Zustand/ Referenz- gebäude	Verhältnis Gesamtlösung/ Referenz- gebäude
Primärenergiebedarf $Q_P$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	304,26	162,9	87,53	347,61 %	186,11 %
Transmissionswärmeverlust $H'_T$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	<b>1,347</b>	<b>0,586</b>	<b>0,342 <sup>2)</sup></b>	<b>393,86 %</b>	<b>171,34 %</b>

# Beispielobjekt

## Zusammenfassung aller Dämm-Maßnahmen



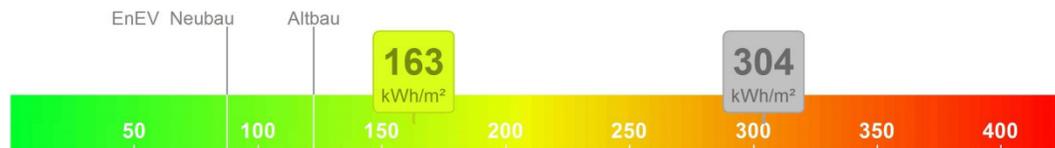
### Gesamtbewertung

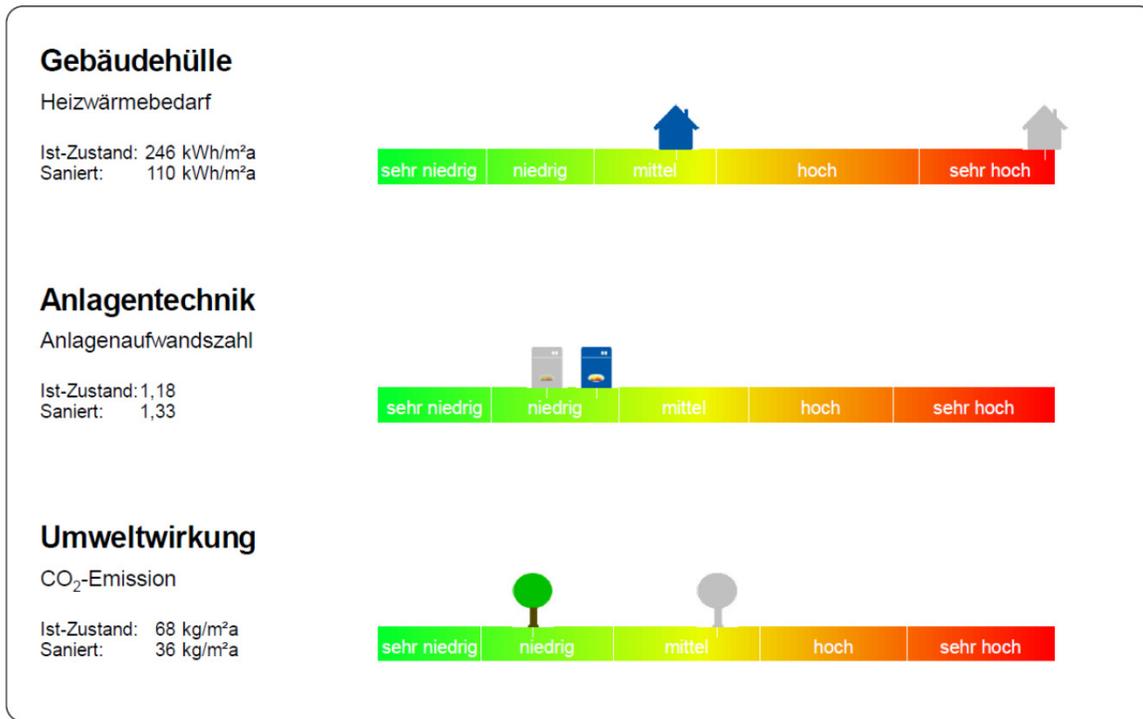
**Brennstoff-Einsparung: 47 %**

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 304 kWh/m<sup>2</sup>a

Saniert: 163 kWh/m<sup>2</sup>a

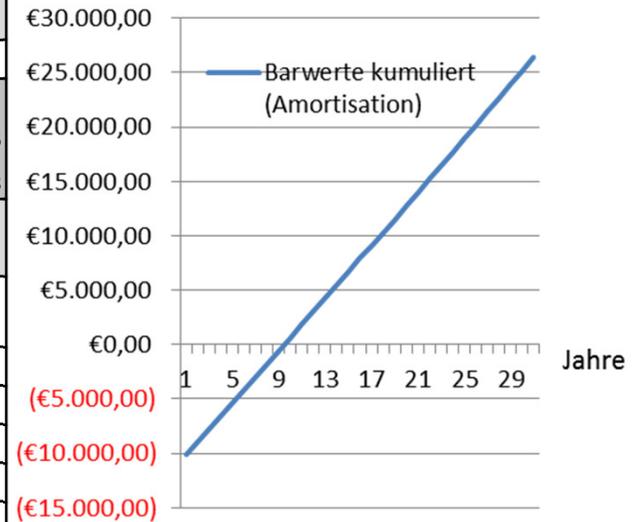




# Beispielobjekt

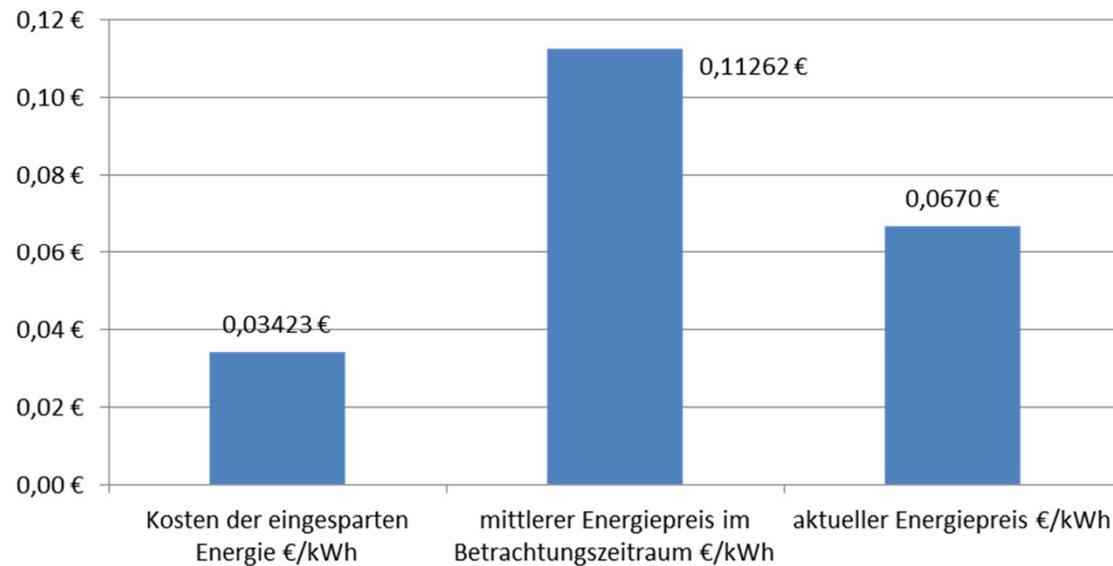
## Zusammenfassung aller Dämm-Maßnahmen

Wirtschaftlichkeitsberechnung von Energiesparinvestitionen (Gesamtlösung)								
Energiepreis			Kalkulatorischer Zins, Energiepreissteigerung und Endenergie					
Energiepreis €/kWh (brutto)		0,0670 €	Energiepreissteigerung		3,70%	Endenergie kWh/a IST-ZUSTAND		39.616
		Kalkulatorischer Zins		3,50%	Endenergie kWh/a saniert		21.058	
Jahr	Investition	Energiekosten (IST-ZUSTAND)	Energiekosten (saniert)	Überschuss/ Ersparnis	Saldo (kumuliert)	Abzinsungs-faktor	Barwerte	Barwerte (kumuliert)
0	10.130,00 €	2.735,00 €	1.554,00 €		-10.130,00 €			-10.130,00 €
1		2.836,20 €	1.611,50 €	1.224,70 €	-8.905,30 €	0,9662	1.183,28 €	-8.946,72 €
2		2.941,13 €	1.671,12 €	1.270,01 €	-7.635,29 €	0,9335	1.185,57 €	-7.761,15 €
3		3.049,96 €	1.732,95 €	1.317,00 €	-6.318,29 €	0,9019	1.187,86 €	-6.573,29 €
4		3.162,80 €	1.797,07 €	1.365,73 €	-4.952,56 €	0,8714	1.190,15 €	-5.383,13 €
5		3.279,83 €	1.863,57 €	1.416,26 €	-3.536,30 €	0,8420	1.192,45 €	-4.190,68 €
6		3.401,18 €	1.932,52 €	1.468,66 €	-2.067,63 €	0,8135	1.194,76 €	-2.995,92 €
7		3.527,03 €	2.004,02 €	1.523,00 €	-544,63 €	0,7860	1.197,07 €	-1.798,85 €
8		3.657,53 €	2.078,17 €	1.579,36 €	1.034,73 €	0,7594	1.199,38 €	-599,47 €
9		3.792,85 €	2.155,06 €	1.637,79 €	2.672,52 €	0,7337	1.201,70 €	602,23 €
30		8.134,30 €	4.621,83 €	3.512,47 €	55.214,16 €	0,3563	1.251,42 €	26.381,28 €



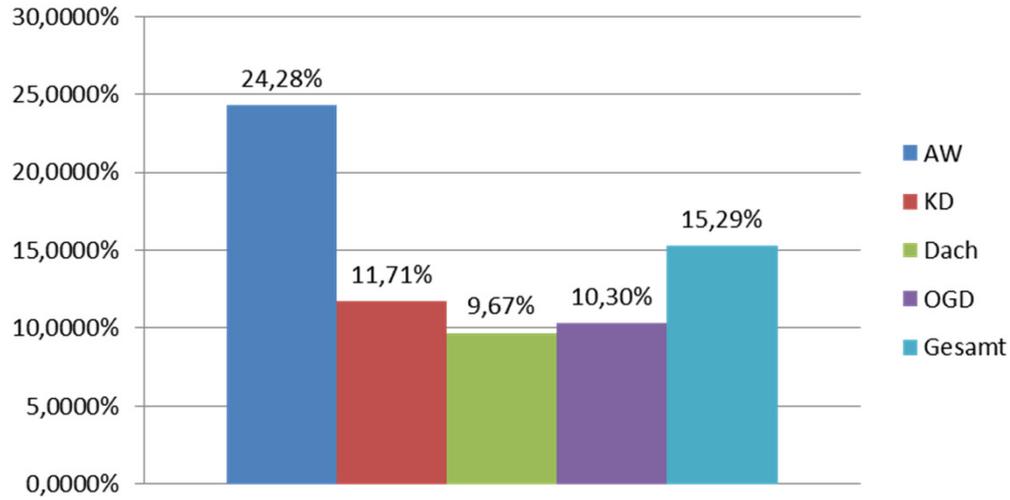
Summe/Barwerte	36.511,28 €	
Investition	- 10.130,00 €	Vollkosten
Kapitalwert KW	26.381,28 €	KW > 0, die Investition liegt mit 26.381,28€ oberhalb des Kalkulationszinses und ist als wirtschaftlich zu bezeichnen!
Interner Zinsfuß	15,2857%	Interner Zinsfuß > 0, → wirtschaftlich

### Vergleich der Kosten der Energie €/kWh

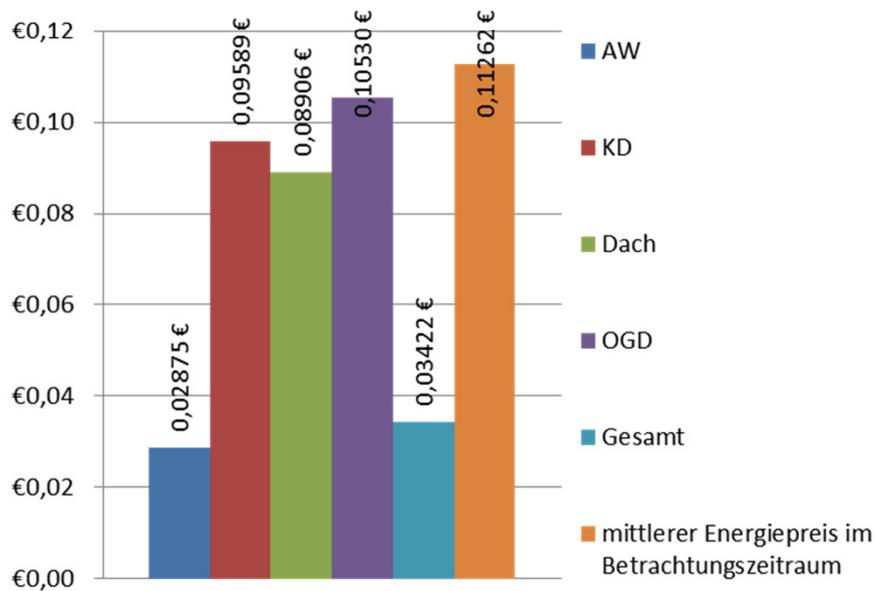


# Beispielobjekt

## Vergleich der verschiedenen Dämm-Maßnahmen



### Interne Verzinsung



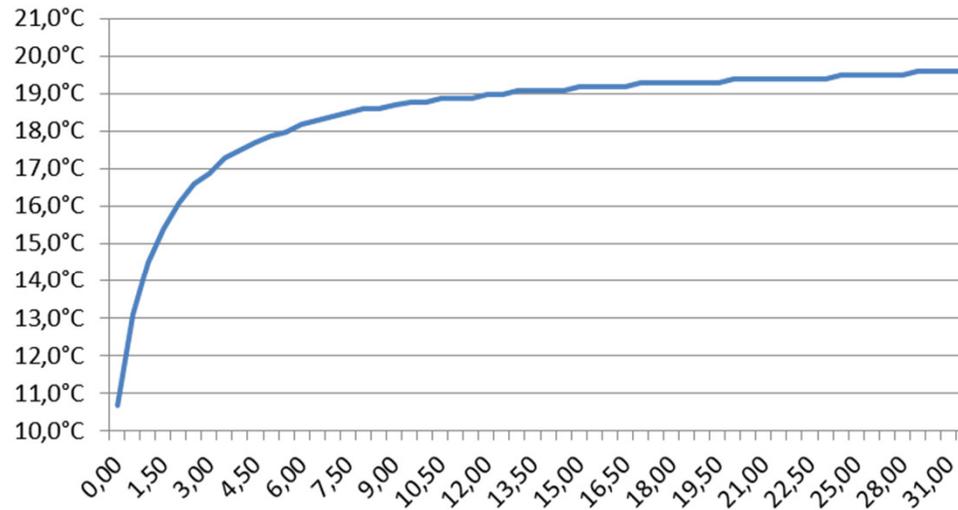
### Kosten der eingesparten Kilowattstunde

# Beispielobjekt

## Vergleich der verschiedenen Dämm-Maßnahmen

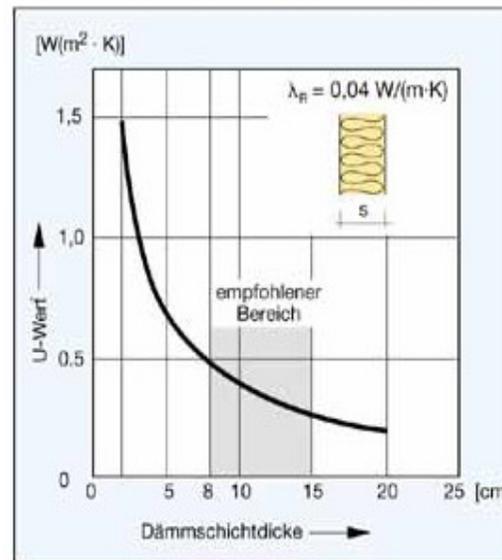


# Zusammenfassung



— Oberflächentemperatur °C

— Dämmstärke



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



- Energieberatung
- Einblasdämmtechnik für Wand, Decke und Dach
- Energieausweiserstellung
- Prüfung der Luftdichtheit von Gebäuden (Blower Door)

Tel 05203 91 76 14

[www.tj-daemmtechnik.de](http://www.tj-daemmtechnik.de)