

Fassadensanierung

Für die alle 15 Jahre anfallende Sanierung/Instandsetzung einer Außenfassade ohne Dämmung sind beim heutigen Preisstand 18 €/m² Investitionskosten anzusetzen (**Fall 1**).

Demgegenüber kostet eine einmalige Investition in ein Wärmedämmverbundsystem (WDV-System) bei heutigen Preisen 90 €/m². Über 30 a fallen dann keine Instandhaltungskosten mehr an (**Fall 2**).

Die Flächenangaben für die Investition beziehen sich auf die Außenfassade.

Bei ungedämmter Außenfassade betragen bei heutigen Energiepreisen die jährlichen Energiekosten 7 €/(m²·a) (**Fall 1**). Durch das WDV-System werden sie auf 3 €/(m²·a) reduziert (**Fall 2**).

Die Flächenangaben für die Energiemengen beziehen sich auf die beheizte Wohnfläche. Auf je 1 m² beheizte Wohnfläche kommt 1 m² zu sanierende Fassadenfläche.

Die Instandhaltungskosten werden nur als Investitionen gerechnet, keine gesonderten Wartungs- und Instandhaltungskosten! Tabellen aus dem LEG siehe Anlage.

Bestimmen Sie die spezifischen, auf die Fassadenfläche bezogenen Jahreskosten K_a als Summe aus jährlichen Kapitalkosten K_i und mittleren Energiekosten $K_{e,m}$ für **beide Fälle** nach dem LEG-Verfahren incl. Preissteigerungen.

Es gelten folgende Randbedingungen:

- Gesamtbetrachtungszeitraum: $n = 30$ a
- Nutzungszeitraum Fall 1: $m = 15$ a
- Nutzungszeitraum Fall 2: $m = 30$ a
- jährliche Teuerungsrate der Energie: $s_e = 6$ %/a
- jährliche Preissteigerungsrate der Anlagenteuerung: $s_a = 3$ %/a
- Kalkulationszins: 6%.

Anlage

Annuitäten $a_{p,n}$, in [1/a]												
Betrach- tungszeitraum n , in [a]	Kapitalzinssatz p , in [%/a]											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	0,091	0,096	0,102	0,108	0,114	0,120	0,127	0,133	0,140	0,147	0,154	0,161
12	0,083	0,089	0,095	0,100	0,107	0,113	0,119	0,126	0,133	0,140	0,147	0,154
13	0,077	0,082	0,088	0,094	0,100	0,106	0,113	0,120	0,127	0,134	0,141	0,148
14	0,071	0,077	0,083	0,089	0,095	0,101	0,108	0,114	0,121	0,128	0,136	0,143
15	0,067	0,072	0,078	0,084	0,090	0,096	0,103	0,110	0,117	0,124	0,131	0,139
16	0,063	0,068	0,074	0,080	0,086	0,092	0,099	0,106	0,113	0,120	0,128	0,136
17	0,059	0,064	0,070	0,076	0,082	0,089	0,095	0,102	0,110	0,117	0,125	0,132
18	0,056	0,061	0,067	0,073	0,079	0,086	0,092	0,099	0,107	0,114	0,122	0,130
19	0,053	0,058	0,064	0,070	0,076	0,083	0,090	0,097	0,104	0,112	0,120	0,128
20	0,050	0,055	0,061	0,067	0,074	0,080	0,087	0,094	0,102	0,110	0,117	0,126
21	0,048	0,053	0,059	0,065	0,071	0,078	0,085	0,092	0,100	0,108	0,116	0,124
22	0,045	0,051	0,057	0,063	0,069	0,076	0,083	0,090	0,098	0,106	0,114	0,122
23	0,043	0,049	0,055	0,061	0,067	0,074	0,081	0,089	0,096	0,104	0,113	0,121
24	0,042	0,047	0,053	0,059	0,066	0,072	0,080	0,087	0,095	0,103	0,111	0,120
25	0,040	0,045	0,051	0,057	0,064	0,071	0,078	0,086	0,094	0,102	0,110	0,119
26	0,038	0,044	0,050	0,056	0,063	0,070	0,077	0,085	0,093	0,101	0,109	0,118
27	0,037	0,042	0,048	0,055	0,061	0,068	0,076	0,083	0,091	0,100	0,108	0,117
28	0,036	0,041	0,047	0,053	0,060	0,067	0,075	0,082	0,090	0,099	0,107	0,116
29	0,034	0,040	0,046	0,052	0,059	0,066	0,074	0,081	0,090	0,098	0,107	0,116
30	0,033	0,039	0,045	0,051	0,058	0,065	0,073	0,081	0,089	0,097	0,106	0,115

Faktor $f_{p,s,m,n}$ für Ersatzbeschaffung, in [-]										
Kapitalzins $p = 6\%/a$										
Nutzungsdauer m , in [a]	Betrachtungszeitraum n , in [a]	Anlagenteuerung s_a , in [%/a]								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
5	10	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	2,00	2,05	
10	15	1,32	1,35	1,39	1,43	1,47	1,52	1,57	1,63	
12	15	1,16	1,18	1,20	1,23	1,25	1,28	1,32	1,36	
12	20	1,37	1,41	1,47	1,52	1,59	1,66	1,74	1,83	
15	20	1,18	1,21	1,24	1,28	1,33	1,38	1,43	1,50	
15	25	1,32	1,37	1,43	1,49	1,57	1,66	1,76	1,87	
15	30	1,42	1,48	1,56	1,65	1,75	1,87	2,00	2,15	
20	25	1,11	1,14	1,17	1,21	1,25	1,30	1,37	1,44	
20	30	1,20	1,24	1,30	1,36	1,44	1,53	1,64	1,77	

Mittelwertfaktoren für Preissteigerungen m_e und m_u , in [-]											
Kapitalzins $p = 6\%/a$											
Betrachtungszeitraum n , in [a]	Preissteigerung s , in [%/a]										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,33
10	1,00	1,05	1,11	1,16	1,23	1,29	1,36	1,43	1,51	1,59	1,68
12	1,00	1,06	1,12	1,19	1,27	1,35	1,43	1,52	1,62	1,72	1,84
15	1,00	1,07	1,15	1,24	1,33	1,43	1,54	1,67	1,80	1,94	2,10
18	1,00	1,08	1,18	1,28	1,39	1,52	1,66	1,82	1,99	2,19	2,41
20	1,00	1,09	1,19	1,31	1,44	1,58	1,74	1,93	2,13	2,37	2,63
25	1,00	1,11	1,23	1,38	1,54	1,73	1,96	2,21	2,52	2,87	3,28
30	1,00	1,12	1,27	1,44	1,64	1,89	2,18	2,53	2,95	3,46	4,07

Fassadensanierung

$$\begin{aligned}K_{I, \text{FallA}} &= l \cdot a_{p,n} \cdot f_{\text{psmn}} \\ &= 18 \text{ EUR/m}^2 \cdot 0,073 \text{ a}^{-1} \cdot 1,65 \\ &= 2,17 \text{ EUR/m}^2\text{a}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a_{p,n} (30 \text{ a}, 6 \%) &= 0,073 \text{ a}^{-1} \\ f_{\text{psmn}} (30 \text{ a}, 6 \%, 15 \text{ a}, 3 \%) &= 1,65\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K_{E,m, \text{FallA}} &= 7 \text{ EUR/m}^2\text{a} \cdot m_e \\ &= 7 \text{ EUR/m}^2 \cdot 2,18 \\ &= 15,26 \text{ EUR/m}^2\text{a}\end{aligned}$$

$$m_e (30 \text{ a}, 6 \%, 6 \%) = 2,18$$

$$\begin{aligned}K_{I, \text{FallB}} &= l \cdot a_{p,n} \cdot f_{\text{psmn}} \\ &= 90 \text{ EUR/m}^2 \cdot 0,073 \text{ a}^{-1} \\ &= 6,57 \text{ EUR/m}^2\text{a}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a_{p,n} (30 \text{ a}, 6 \%) &= 0,073 \text{ a}^{-1} \\ f_{\text{psmn}} &= 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K_{E,m, \text{FallB}} &= 3 \text{ EUR/m}^2\text{a} \cdot m_e \\ &= 6,54 \text{ EUR/m}^2\text{a}\end{aligned}$$

$$m_e = 2,18$$

$$K_{a, \text{FallA}} = 2,168 + 15,26 = 17,4 \text{ EUR/m}^2\text{a}$$

$$K_{a, \text{FallB}} = 6,57 + 6,54 = 13,1 \text{ EUR/m}^2\text{a}$$