

Anhang
Begleituntersuchung

**zur Überarbeitung der
Energieleitlinie Stadt Gütersloh**

Projekt: 23-1048 Begleituntersuchung Energieleitlinie

Auftraggeber: Stadt Gütersloh
Berliner Str.
33330 Gütersloh

Auftragnehmer:

**BRÖCKLING
VULLHORST**
ingenieure

Josef-Förster-Straße 4
33161 Hövelhof

T 05257 9822-0

F 05257 9822-22

E info@bv-ingenieure.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Anhang - Einzelergebnisse der Varianten.....	3
1.1	Variante A-1.....	3
1.2	Variante A-2.....	4
1.3	Variante A-3.....	7
1.4	Variante A-4.....	10
1.5	Variante A-5.....	13
1.6	Variante A-6.....	16
1.7	Variante A-7.....	19
1.8	Variante A-8.....	22
1.9	Variante B-1.....	25
1.10	Variante B-2.....	26
1.11	Variante B-3.....	29
1.12	Variante B-4.....	32
2.	Anhang - Kosten und Wirtschaftlichkeit	35
3.	Anhang – Berechnung Effizienzgebäude-40.....	91
4.	Anhang – Berechnung Variante A-1 im PHPP	137
5.	Anhang – Berechnung Variante A-2 im PHPP.....	156

1. Anhang - Einzelergebnisse der Varianten

1.1 Variante A-1

Variante	EG-40 Schule A-1 (Basis))					
Heizwärmebedarf				20,9	kWh/m ² a	
Heizwärmebedarf				27.868	kWh/a	
Strombedarf Lüftung Winter				4.219	kWh/a	
Strombedarf Lüftung Sommer				3.476	kWh/a	
Nettogrundfläche				1.575	m ²	
Energiebezugsfläche				1.333	m ²	
Therm. Hüllfläche				2.546	m ²	
Nettovolumen				5.037	m ³ /h	
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage				10.500	m ³ /h	
A/A _{Bezug}				1,9	m ² /m ³	
AV _{netto}				0,51	m ² /m ³	
n50				0,6	1/h	
Luftwechsel				0,50	m ³ /h	
Interne Gewinne				3,2	W/m ² a	
Energiebedarf				Absolut		
Strom Heizung Luft-WP	3,3			8.445	kWh/a	
Strom Heizung Erd-WP	4,3			6.481	kWh/a	
Pellet	0,85			32.786	kWh/a	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	0,9			30.965	kWh/a	
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %	0,8			24.385	kWh/a	
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs	0,9			9.289	kWh/a	
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb				7.695	kWh/a	
Energiekosten				netto	brutto	
Strom Heizung Luft-WP				2.526	3.006	€/a
<i>Strom Luft-WP zusätzl. € kg/CO₂</i>						€/a
Strom Heizung Erd-WP				1.939	2.307	€/a
Pellet				2.480	2.951	€/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS				1.650	1.963	€/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %				1.844	2.195	€/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs				495	589	€/a
Summe Bestand Pellet				2.339	2.783	€/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb				2.302	2.739	€/a

1.2 Variante A-2

PHPP 15 kWh Schule					
A-2					
15 kWh/m ² a					
Variante			Differenz		
Heizwärmebedarf	15,0				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	20.001		-7.867		kWh/a
Strombedarf Lüftung Winter	4.219				kWh/a
Strombedarf Lüftung Sommer	3.476				kWh/a
Nettogrundfläche	1.575				m ²
Energiebezugsfläche	1.333				m ²
Therm. Hüllfläche	2.546				m ²
Nettovolumen	5.037				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	10.500				m ³ /h
A/A _{Bezug}	1,9				m ² /m ³
A/V _{netto}	0,51				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,50				m ³ /h
Interne Gewinne	3,2				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		6.061	-2.384		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		4.651	-1.830		kWh/a
Pellet		23.531	-9.255		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		22.223	-8.741		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		17.501	-6.884		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		6.667	-2.622		kWh/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		7.695	0		kWh/a
		Absolut	Einsparung		
Energiekosten		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP		1.813	2.158	-713	-849
<i>Strom Luft-WP zusätzl. 50 € kg/CO₂</i>					-63
Strom Heizung Erd-WP		1.392	1.656	-547	-651
Pellet		1.780	2.118	-700	-833
Erdgas (Bestandsanlage) HS		1.184	1.409	-466	-554
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		1.324	1.575	-521	-620
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		355	423	-140	-166
Summe Bestand Pellet		1.679	1.998	-660	-786
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		2.302	2.739	0	0

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz	Differenz [€]		
Dämmdicken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	290	0,116	70	0,13	6.120	7.283
Außenwand Dämmung (WLS 035)	260	0,148	80	0,59	38.188	45.443
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	120	0,157	40	0,19	1.535	1.826
Kellerdecke unterseitig (WLS 035)	75	0,179	75	1,10	33.256	39.574
KG-Trennwand TRH zu unbeheizt (WLS 035)	150	0,223	75	0,90	1.978	2.354
KG-Außenwand TRH zu Erdr. (WLS 044)	160	0,253	60	0,23	509	606
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044)	120	0,222	120	0,64	3.165	3.767
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	120	0,337	60	0,23	190	227
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	120	0,333	60	0,36	140	167
Fenster		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	14.442	17.186
Pfosten-Riegelkonstruktion		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	5.838	6.947
Eingangstür			1,1		1.500	1.785
Kellertüren			1,5			
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>	220,0	0,15	60,0	0,19	9.141	10.877
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher			70	0,195	1.416	1.685
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung			80	0,125	1.395	1.660
Sturz			80	0,15	1.213	1.443
Fensterbank			80	0,2	1.617	1.924
Attika breiter			80	0,25	2.021	2.405
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					114.523	136.282
<i>Alternativ AW-WDVS</i>					85.476	101.716
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel			13.500	16.065	-3.300	-3.927
Luft-Wärmepumpe			19.000	22.610	-4.000	-4.760
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			11.000	13.090	-2.500	-2.975
<i>Erdsonde</i>			33.000	39.270	-6.700	-7.973
Summe Erd-Wärmepumpe			44.000	52.360	-9.200	-10.948
Kosten Lüftungsanlage						
			Kosten netto €	brutto €	Differenz netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>			78.000	92.820	0	0
Ventilator			23.400	27.846	0	0
Wärmerückgewinnung			31.200	37.128	0	0
Filter			7.800	9.282	0	0
Regelung			15.600	18.564	0	0
Kanalnetz u. Auslässe			256.000	304.640	0	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480			73.000	86.870	0	0
Summe Kosten Lüftungsanlage			407.000	484.330	0	0
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>			9.200	10.948	0	0
Erhöhung Geschoss 40 cm			259.491	308.794	0	0
Kellerraum Lüftungsanlage			65.748	78.240	0	0
Summe Keller+Geschosshöhe			325.239	387.034	0	0
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle			13.743	16.354	13.743	16.354
Keller+Geschosshöhe			39.029	46.444	0	0
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>					10.257	12.206
Kosten Passivhausnachweis			10.500	12.495	10.500	12.495
TGA-Lüftungsanlage			61.050	72.650	0	0
TGA-Heizung						
Pelletkessel			2.025	2.329	-495	-589
Luft-Wärmepumpe			2.850	3.278	-600	-714
Erd-Wärmepumpe			6.600	7.590	-1.380	-1.642

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	7.523 €	7.523 €
Betriebskosten	-446 €	-446 €
Energiekosten	-2.049 €	-2.666 €
Gesamtannuität	-5.028 €	-4.411 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	7.369 €	7.369 €
Betriebskosten	-738 €	-738 €
Energiekosten	-1.571 €	-2.044 €
Gesamtannuität	-5.059 €	-4.586 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	7.539 €	7.539 €
Betriebskosten	-1.157 €	-1.157 €
Energiekosten	-2.011 €	-2.616 €
Gesamtannuität	-4.372 €	-3.767 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	8.002 €	8.002 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-1.740 €	-2.298 €
Gesamtannuität	-6.263 €	-5.704 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Investitionskosten	8.002 €	8.002 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-2.050 €	-2.679 €
Gesamtannuität	-5.953 €	-5.324 €

Differenz CO ₂ -Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	-2.384	-1.268	
Strom Heizung Erd-WP	-1.830	-973	
Pellet	-9.255	-195	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	-8.741	-2.052	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>-6.884</i>	<i>-145</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>-2.622</i>	<i>-616</i>	
Pellet (Bestandsanlage)	-9.506	-761	
Strom Lüftungsanlage			
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	70		12.365
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	80		16.030
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	40		2.018
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	75		3.728
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	75		271
KG-Außenwand TRH Erdr. (WLS 044) XPS	60		971
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	120		1.056
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	60		182
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	60		84
Summe			36.704
Summe jährlich		734	
<i>alternativ AW in WDVS Steinwolle</i>	<i>60</i>		<i>12.023</i>
<i>Summe mit Alternative WDVS</i>			<i>32.697</i>
<i>alternativ WDVS</i>		<i>654</i>	

1.3 Variante A-3

Variante	PHPP 20 kWh A-3 20 kWh/m ² a			
			Differenz	
Heizwärmebedarf	19,9			kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	26.535		-1.333	kWh/a
Strombedarf Lüftung Winter	4.219			kWh/a
Strombedarf Lüftung Sommer	3.476			kWh/a
Nettogrundfläche	1.575			m ²
Energiebezugsfläche	1.333			m ²
Therm. Hüllfläche	2.546			m ²
Nettovolumen	5.037			m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	10.500			m ³ /h
A/A _{Bezug}	1,9			m ² /m ³
A/V _{netto}	0,51			m ² /m ³
n50	0,6			1/h
Luftwechsel	0,50			m ³ /h
Interne Gewinne	3,2			W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz	
Strom Heizung Luft-WP		8.041	-404	kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		6.171	-310	kWh/a
Pellet		31.217	-1.569	kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		29.483	-1.482	kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		23.218	-1.167	kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		8.845	-444	kWh/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		7.695	0	kWh/a
		Absolut	Einsparung	
Energiekosten		netto	brutto	netto
Strom Heizung Luft-WP		2.405	2.863	-121
<i>Strom Luft-WP zusätzl. 50 € kg/CO₂</i>				-63
Strom Heizung Erd-WP		1.846	2.197	-93
Pellet		2.361	2.810	-119
Erdgas (Bestandsanlage) HS		1.571	1.869	-79
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		1.756	2.090	-88
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		471	561	-24
Summe Bestand Pellet		2.227	2.650	-112
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		2.302	2.739	0
				0
				€/a

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz	Mehrkosten [€]		
Dämmdicken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	260	0,151	40	0,13	3.497	4.162
Außenwand Dämmung (WLS 035)	180	0,202	0	0,59	0	0
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	100	0,173	20	0,19	767	913
Kellerdecke unterseitig (WLS 035)	0	0,275	0	1,10	0	0
KG-Trennwand TRH zu unbeheizt (WLS 035)	75	0,426	0	0,90	0	0
KG-Außenwand TRH zu Erdr. (WLS 044)	100	0,385	0	0,23	0	0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044)	0	0,56	0	0,64	0	0
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	60	0,624	0	0,23	0	0
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	60	0,609	0	0,36	0	0
Fenster		1,0 (Uf=1,4 und Uw=0,6)		0	0	0
Pfosten-Riegelkonstruktion		1,0 (Uf=1,4 und Uw=0,6)		0	0	0
Eingangstür		1,6				0
Kellertüren		1,6				
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>						
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher			40	0,195	809	963
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung			0	0,125	0	0
Sturz			0	0,15	0	0
Fensterbank			0	0,2	0	0
Attika breiter			0	0,25	0	0
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					5.074	6.038
<i>Alternativ AW-WDVS</i>						
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel					0	0
Luft-Wärmepumpe					0	0
<i>Erd-Wärmepumpe</i>					0	0
<i>Erdsonde</i>					0	0
Summe Erd-Wärmepumpe					0	0
Kosten Lüftungsanlage						
				Kosten	Differenz	
				netto €	brutto €	netto €
<i>Lüftungsgerät</i>				78.000	92.820	0
Ventilator				23.400	27.846	0
Wärmerückgewinnung				31.200	37.128	0
Filter				7.800	9.282	0
Regelung				15.600	18.564	0
Kanalnetz u. Auslässe				256.000	304.640	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480				73.000	86.870	0
Summe Kosten Lüftungsanlage				407.000	484.330	0
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>				9.200	10.948	0
Erhöhung Geschoss 40 cm				259.491	308.794	0
Kellerraum Lüftungsanlage				65.748	78.240	0
Summe Keller+Geschosshöhe				325.239	387.034	0
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle				609	725	609
Keller+Geschosshöhe				39.029	46.444	0
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>						
Kosten Passivhausnachweis				10.500	12.495	10.500
TGA-Lüftungsanlage						
TGA-Heizung						
Pelletkessel				2.520	2.898	0
Luft-Wärmepumpe				3.450	3.968	0
Erd-Wärmepumpe				7.980	9.177	0

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	819 €	819 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-348 €	-452 €
Geamtannuität	-471 €	-367 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	819 €	819 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-266 €	-345 €
Geamtannuität	-553 €	-473 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	819 €	819 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-340 €	-443 €
Geamtannuität	-478 €	-376 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	819 €	819 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-295 €	-390 €
Geamtannuität	-524 €	-429 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Investitionskosten	819 €	819 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-347 €	-453 €
Geamtannuität	-472 €	-365 €

Differenz CO₂-Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	-404	-215	
Strom Heizung Erd-WP	-310	-165	
Pellet	-1.569	-33	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	-1.482	-348	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>-1.167</i>	<i>-25</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>-444</i>	<i>-104</i>	
Pellet (Bestandsanlage)		-129	
Strom Lüftungsanlage			
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	40		7.066
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	0		0
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	20		1.009
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Außenwand TRH Erdr. (WLS 044) XPS	0		0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	0		0
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	0		0
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	0		0
Summe			8.075
Summe jährlich		161	

1.4 Variante A-4

PHPP 15 kWh Schule A-4 Halbtagschule Grundschule					
Variante			Differenz		
Heizwärmebedarf	15,0				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	20.001		-7.867		kWh/a
Strombedarf Lüftung Winter	2.588				kWh/a
Strombedarf Lüftung Sommer	2.132				kWh/a
Nettogrundfläche	1.575				m ²
Energiebezugsfläche	1.333				m ²
Therm. Hüllfläche	2.546				m ²
Nettovolumen	5.037				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	10.500				m ³ /h
A/A _{Bezug}	1,9				m ² /m ³
A/V _{netto}	0,51				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,31				m ³ /h
Interne Gewinne	2,1				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		6.061	-2.384		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		4.651	-1.830		kWh/a
Pellet		23.531	-9.255		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		22.223	-8.741		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		17.501	-6.884		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		6.667	-2.622		kWh/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		4.720	-2.975		kWh/a
		Absolut	Einsparung		
Energiekosten		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP	1.813	2.158	-713	-849	€/a
<i>Strom Luft-WP zusätzl. € kg/CO₂</i>				-63	€/a
Strom Heizung Erd-WP	1.392	1.656	-547	-651	€/a
Pellet	1.780	2.118	-700	-833	€/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS	1.184	1.409	-466	-554	€/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %	1.324	1.575	-521	-620	€/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs	355	423	-140	-166	€/a
Summe Bestand Pellet	1.679	1.998	-660	-786	€/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb	1.412	1.680	-890	-1.059	€/a

Kostendifferenz Gebäudehülle							
	Dicke	U-Wert	Differenz	Mehrkosten [€]			
Dämmdicken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €	
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	320	0,106	100	0,13	8.743	10.404	
Außenwand Dämmung (WLS 035)	260	0,148	80	0,59	38.188	45.443	
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	140	0,144	60	0,19	2.302	2.739	
Kellerdecke unterseitig (WLS 035)	100	0,159	100	1,10	44.341	52.766	
KG-Trennwand TRH zu unbeheizt (WLS 035)	100	0,327	25	0,90	659	785	
KG-Außenwand TRH zu Erdr. (WLS 044)	160	0,253	60	0,23	509	606	
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044)	140	0,201	140	0,64	3.693	4.394	
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	140	0,292	80	0,23	254	302	
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	140	0,289	80	0,36	187	223	
Fenster		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	14.442	17.186	
Pfosten-Riegelkonstruktion		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	5.838	6.947	
Eingangstür				1,1	1.500	1.785	
Kellertüren				1,5			
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>							
Dach zusätzlich Attika							
Attika höher			100	0,195	2.023	2.408	
zusätzlich Fensteranschlüsse							
Laibung			80	0,125	1.395	1.660	
Sturz			80	0,15	1.213	1.443	
Fensterbank			80	0,2	1.617	1.924	
Attika breiter			80	0,25	2.021	2.405	
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					128.924	153.420	
<i>Alternativ AW-WDVS</i>							
						0	
Kosten Wärmeerzeuger							
Einsparung Erzeuger PH - 5kW							
Pelletkessel			13.500	16.065	-3.300	-3.927	
Luft-Wärmepumpe			19.000	22.610	-4.000	-4.760	
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			<i>11.000</i>	<i>13.090</i>	<i>-2.500</i>	<i>-2.975</i>	
<i>Erdsonde</i>			<i>33.000</i>	<i>39.270</i>	<i>-6.700</i>	<i>-7.973</i>	
Summe Erd-Wärmepumpe			44.000	52.360	-9.200	-10.948	
Kosten Lüftungsanlage							
				netto €	brutto €	Differenz netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>				78.000	92.820	0	0
Ventilator				23.400	27.846	0	0
Wärmerückgewinnung				31.200	37.128	0	0
Filter				7.800	9.282	0	0
Regelung				15.600	18.564	0	0
Kanalnetz u. Auslässe				256.000	304.640	0	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480				73.000	86.870	0	0
Summe Kosten Lüftungsanlage				407.000	484.330	0	0
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>				9.200	10.948	0	0
Erhöhung Geschoss 40 cm				259.491	308.794	0	0
Kellerraum Lüftungsanlage				65.748	78.240	0	0
Summe Keller+Geschosshöhe				325.239	387.034	0	0
Planungskosten KG 700							
Gebäudehülle				15.471	18.410	15.471	18.410
Keller+Geschosshöhe				39.029	46.444	0	0
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>							
Kosten Passivhausnachweis				10.500	12.495	10.500	12.495
TGA-Lüftungsanlage							
				61.050	72.650	0	0
TGA-Heizung							
Pelletkessel				2.025	2.329	-495	-589
Luft-Wärmepumpe				2.850	3.278	-600	-714
Erd-Wärmepumpe				6.600	7.590	-1.380	-1.642

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	8.469 €	8.469 €
Betriebskosten	89 €	89 €
Energiekosten	-4.606 €	-5.991 €
Geamtannuität	-3.952 €	-2.567 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	8.314 €	8.314 €
Betriebskosten	-203 €	-203 €
Energiekosten	-4.128 €	-5.369 €
Geamtannuität	-3.984 €	-2.742 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	8.484 €	8.484 €
Betriebskosten	450 €	450 €
Energiekosten	-4.567 €	-5.941 €
Geamtannuität	-4.367 €	-2.994 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	8.948 €	8.948 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-5.065 €	-6.691 €
Geamtannuität	-3.883 €	-2.257 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Investitionskosten	8.948 €	8.948 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-4.811 €	-6.288 €
Geamtannuität	-4.137 €	-2.660 €

Einsparung Stromkosten Lüftungsanlage im Vergleich zur Variante A-2 berücksichtigt.

Differenz CO₂-Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	-2.384	-1.268	
Strom Heizung Erd-WP	-1.830	-973	
Pellet	-9.255	-195	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	-8.741	-2.052	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>-6.884</i>	<i>-145</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>-2.622</i>	<i>-616</i>	
Pellet (Bestandsanlage)		-761	
Strom Lüftungsanlage	-2.975	-1.583	
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	100		17.665
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	80		16.030
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	60		3.028
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	100		4.971
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	25		90
KG-Außenwand TRH Erdr. (WLS 044) XPS	60		971
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	140		1.232
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	80		242
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	80		112
Summe			44.339
Summe jährlich		887	

1.5 Variante A-5

PHPP 15 kWh Schule					
A-5					
Ohne CO2-Reglung					
Variante			Differenz		
Heizwärmebedarf	15,0				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	20.001		-7.867		kWh/a
Strombedarf Lüftung Winter	5.915				kWh/a
Strombedarf Lüftung Sommer	4.873				kWh/a
Nettogrundfläche	1.575				m ²
Energiebezugsfläche	1.333				m ²
Therm. Hüllfläche	2.546				m ²
Nettovolumen	5.037				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	12.460				m ³ /h
A/A _{Bezug}	1,9				m ² /m ³
A/V _{netto}	0,51				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,70				m ³ /h
Interne Gewinne	3,2				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		6.061	-2.384		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		4.651	-1.830		kWh/a
Pellet		23.531	-9.255		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		22.223	-8.741		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		17.501	-6.884		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		6.667	-2.622		kWh/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		10.788	3.093		kWh/a
		Absolut	Einsparung		
Energiekosten		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP	1.813	2.158	-713	-849	€/a
<i>Strom Luft-WP zusätzl. € kg/CO₂</i>				-63	€/a
Strom Heizung Erd-WP	1.392	1.656	-547	-651	€/a
Pellet	1.780	2.118	-700	-833	€/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS	1.184	1.409	-466	-554	€/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %	1.324	1.575	-521	-620	€/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs	355	423	-140	-166	€/a
Summe Bestand Pellet	1.679	1.998	-660	-786	€/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb	3.227	3.841	925	1.101	€/a

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz	Mehrkosten [€]		
Dämmstärken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	340	0,1	120	0,13	10.491	12.485
Außenwand Dämmung (WLS 035)	260	0,148	80	0,59	38.188	45.443
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	160	0,133	80	0,19	3.069	3.652
Kellerdecke unterseitig (WLS 035)	125	0,142	125	1,10	55.426	65.957
KG-Trennwand TRH zu unbeheizt (WLS 035)	175	0,192	100	0,90	2.637	3.138
KG-Außenwand TRH zu Erdr. (WLS 044)	200	0,205	100	0,23	848	1.009
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044)	140	0,201	140	0,64	3.693	4.394
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	140	0,292	80	0,23	254	302
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	140	0,289	80	0,36	187	223
Fenster		0,80 (Uf=1,1 und Uw=0,5)		75	18.053	21.482
Pfosten-Riegelkonstruktion		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	5.838	6.947
Eingangstür			1,1		1.500	1.785
Kellertüren			1,5			
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>						
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher			120	0,195	2.428	2.889
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung			80	0,125	1.395	1.660
Sturz			80	0,15	1.213	1.443
Fensterbank			80	0,2	1.617	1.924
Attika breiter			80	0,25	2.021	2.405
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					148.857	177.140
<i>Alternativ AW-WDVS</i>						0
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel			13.500	16.065	-3.300	-3.927
Luft-Wärmepumpe			19.000	22.610	-4.000	-4.760
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			11.000	13.090	-2.500	-2.975
<i>Erdsonde</i>			33.000	39.270	-6.700	-7.973
Summe Erd-Wärmepumpe			44.000	52.360	-9.200	-10.948
Kosten Lüftungsanlage						
			Kosten		Differenz	
			netto €	brutto €	netto €	brutto €
Lüftungsgerät	Zusätzl. groß	8.000	86.000	102.340	8.000	9.520
	Ventilator		25.800	30.702	2.400	2.856
	Wärmerückgewinnung		34.400	40.936	3.200	3.808
	Filter		8.600	10.234	800	952
	Regelung		17.200	20.468	1.600	1.904
Kanalnetz u. Auslässe			256.000	304.640	0	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480			55.000	65.450	-18.000	-21.420
Summe Kosten Lüftungsanlage			397.000	472.430	-10.000	-11.900
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>			9.200	10.948	0	0
Erhöhung Geschoss 40 cm			259.491	308.794	0	0
Kellerraum Lüftungsanlage			65.748	78.240	0	0
Summe Keller+Geschosshöhe			325.239	387.034	0	0
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle			17.863	21.257	17.863	21.257
Keller+Geschosshöhe			39.029	46.444	0	0
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>						
Kosten Passivhausnachweis			10.500	12.495	10.500	12.495
TGA-Lüftungsanlage						
TGA-Heizung						
Pelletkessel			2.025	2.329	-495	-589
Luft-Wärmepumpe			2.850	3.278	-600	-714
Erd-Wärmepumpe			6.600	7.590	-1.380	-1.642

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	8.640 €	8.640 €
Betriebskosten	71 €	71 €
Energiekosten	608 €	791 €
Geamtannuität	-9.320 €	-9.502 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	8.147 €	8.147 €
Betriebskosten	-580 €	-580 €
Energiekosten	1.086 €	1.413 €
Geamtannuität	-8.653 €	-8.980 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	8.656 €	8.656 €
Betriebskosten	432 €	432 €
Energiekosten	647 €	842 €
Geamtannuität	-9.735 €	-9.929 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	9.188 €	9.188 €
Betriebskosten	-18 €	-18 €
Energiekosten	1.893 €	2.501 €
Geamtannuität	-11.064 €	-11.672 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Investitionskosten	9.188 €	9.188 €
Betriebskosten	-18 €	-18 €
Energiekosten	866 €	1.131 €
Geamtannuität	-10.036 €	-10.302 €

Differenz CO₂-Emissionen			
Energiebedarf		kWh/a	kg/a
Strom Heizung Luft-WP		-2.384	-1.268
Strom Heizung Erd-WP		-1.830	-973
Pellet		-9.255	-195
Erdgas (Bestandsanlage) HS		-8.741	-2.052
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>		-6.884	-145
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>		-2.622	-616
Pellet (Bestandsanlage)			-761
Strom Lüftungsanlage		3.093	1.646
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	120		21.197
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	80		16.030
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	80		4.037
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	125		6.213
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	100		361
KG-Außenwand TRH Erdr. (WLS 044) XPS	100		1.618
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	140		1.232
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	80		242
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	80		112
Summe			51.042
Summe jährlich			1.021

1.6 Variante A-6

PHPP 15 kWh Büro					
A-6					
Büro					
Variante	Einsparung				
Heizwärmebedarf	15,0				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	20.001		-7.867		kWh/a
Strombedarf Lüftung Winter	2.717				kWh/a
Strombedarf Lüftung Sommer	2.238				kWh/a
Nettogrundfläche	1.575				m ²
Energiebezugsfläche	1.333				m ²
Therm. Hüllfläche	2.546				m ²
Nettovolumen	5.037				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	3.600				m ³ /h
A/A_{Bezug}	1,9				m ² /m ³
A/V_{netto}	0,51				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,32				m ³ /h
Interne Gewinne	3,5				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		6.061	-2.384		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		4.651	-1.830		kWh/a
Pellet		23.531	-9.255		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		22.223	-8.741		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		17.501	-6.884		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		6.667	-2.622		kWh/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		4.955	-2.740		kWh/a
		Absolut	Einsparung		
Energiekosten		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP		1.813	2.158	-713	-849
<i>Strom Luft-WP zusätzl. 50 € kg/CO₂</i>					-63
Strom Heizung Erd-WP		1.392	1.656	-547	-651
Pellet		1.780	2.118	-700	-833
Erdgas (Bestandsanlage) HS		1.184	1.409	-466	-554
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		1.324	1.575	-521	-620
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		355	423	-140	-166
Summe Bestand Pellet		1.679	1.998	-660	-786
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		1.482	1.764	0	0

Kosteneinsparungen für den Betrieb der Lüftungsanlage gegenüber A-1 werden nicht berechnet, da es sich die Nutzung geändert hat.

Kostendifferenz Gebäudehülle							
	Dicke	U-Wert	Differenz	Mehrkosten [€]			
Dämmdicken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €	
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	265	0,127	45	0,13	3.934	4.682	
Außenwand Dämmung (WLS 035)	200	0,185	20	0,59	9.547	11.361	
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	80	0,192	0	0,19	0	0	
Kellerdecke unterseitig (WLS 035)	0	0,275	0	1,10	0	0	
KG-Trennwand TRH zu unbeheizt (WLS 035)	100	0,327	25	0,90	659	785	
KG-Außenwand TRH zu Erdr. (WLS 044)	120	0,328	20	0,23	170	202	
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044)	80	0,227	80	0,64	2.110	2.511	
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	120	0,337	60	0,23	190	227	
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	120	0,333	60	0,36	140	167	
Fenster		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	14.442	17.186	
Pfosten-Riegelkonstruktion		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	5.838	6.947	
Eingangstür			1,1		1.500	1.785	
Kellertüren			1,5				
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>							
Dach zusätzlich Attika							
Attika höher			45	0,195	910	1.083	
zusätzlich Fensteranschlüsse							
Laibung			20	0,125	349	415	
Sturz			20	0,15	303	361	
Fensterbank			20	0,2	404	481	
Attika breiter			20	0,25	505	601	
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					41.003	48.793	
<i>Alternativ AW-WDVS</i>							
						0	
Kosten Wärmeerzeuger							
Einsparung Erzeuger PH - 5kW							
Pelletkessel			13.500	16.065	-3.300	-3.927	
Luft-Wärmepumpe			19.000	22.610	-4.000	-4.760	
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			11.000	13.090	-2.500	-2.975	
<i>Erdsonde</i>			33.000	39.270	-6.700	-7.973	
Summe Erd-Wärmepumpe			44.000	52.360	-9.200	-10.948	
				Kosten		Differenz	
Kosten Lüftungsanlage				netto €	brutto €	netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>				46.000	54.740	0	0
Ventilator				13.800	16.422	0	0
Wärmerückgewinnung				18.400	21.896	0	0
Filter				4.600	5.474	0	0
Regelung				9.200	10.948	0	0
Kanalnetz u. Auslässe				204.800	243.712	0	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480				44.000	52.360	0	0
Summe Kosten Lüftungsanlage				294.800	350.812	0	0
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>				5.980	7.116	0	0
Erhöhung Geschoss 40 cm				170.158	202.488	1	1
Kellerraum Lüftungsanlage				49.311	58.680	1	1
Summe Keller+Geschosshöhe				219.469	261.168	0	0
Planungskosten KG 700							
Gebäudehülle				4.920	5.855	4.920	5.855
Keller+Geschosshöhe				26.336	31.340	26.336	31.340
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>							
Kosten Passivhausnachweis				10.500	12.495	10.500	12.495
TGA-Lüftungsanlage							
				44.220	52.622	0	0
TGA-Heizung							
Pelletkessel				2.025	2.329	-495	-589
Luft-Wärmepumpe				2.850	3.278	-600	-714
Erd-Wärmepumpe				6.600	7.590	-1.380	-1.642

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	2.699 €	2.699 €
Betriebskosten	89 €	89 €
Energiekosten	-2.049 €	-2.666 €
Geamtannuität	-739 €	-122 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	2.544 €	2.544 €
Betriebskosten	-203 €	-203 €
Energiekosten	-1.571 €	-2.044 €
Geamtannuität	-770 €	-298 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	2.715 €	2.715 €
Betriebskosten	450 €	450 €
Energiekosten	-2.011 €	-2.616 €
Geamtannuität	-1.154 €	-549 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	3.178 €	3.178 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-1.564 €	-2.066 €
Geamtannuität	-1.614 €	-1.112 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Investitionskosten	3.178 €	3.178 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-2.005 €	-2.621 €
Geamtannuität	-1.173 €	-557 €

Differenz CO ₂ -Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	-2.384	-1.268	
Strom Heizung Erd-WP	-1.830	-973	
Pellet	-9.255	-195	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	-8.741	-2.052	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>-6.884</i>	<i>-145</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>-2.622</i>	<i>-616</i>	
Pellet (Bestandsanlage)		-761	
Strom Lüftungsanlage			
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	45		7.949
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	20		4.008
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	0		0
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	25		90
KG-Außenwand TRH Erdr. (WLS 044) XPS	20		324
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	80		704
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	60		182
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	60		84
Summe			13.339
Summe jährlich		267	

1.7 Variante A-7

PHPP 31,5 kWh Büro A-7 A-6 ohne Lüftungsanlage					
Variante	Absolut		Mehrverbrauch		
Heizwärmebedarf	35,2				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	46.936		19.068		kWh/a
Strombedarf Lüftung Winter	0				kWh/a
Strombedarf Lüftung Sommer	0				kWh/a
Nettogrundfläche	1.575				m ²
Energiebezugsfläche	1.333				m ²
Therm. Hüllfläche	2.546				m ²
Nettovolumen	5.037				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	-				m ³ /h
A/A _{Bezug}	1,9				m ² /m ³
A/V _{netto}	0,51				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,32				m ³ /h
Interne Gewinne	3,5				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		14.223	5.778		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		10.915	4.434		kWh/a
Pellet		55.218	22.432		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		52.151	21.186		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		41.069	16.684		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		15.645	6.356		kWh/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		0	-4.955	zu A-6	kWh/a
		Absolut	Mehrkosten/Einsparung		
Energiekosten		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP		4.255	5.063	1.729	2.057
<i>Strom Luft-WP zusätzl. 50 € kg/CO₂</i>					154
Strom Heizung Erd-WP		3.265	3.886	1.327	1.579
Pellet		4.176	4.970	1.697	2.019
Erdgas (Bestandsanlage) HS		2.778	3.306	1.129	1.343
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		3.106	3.696	1.262	1.502
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		833	992	339	403
Summe Bestand Pellet		3.939	4.688	1.600	1.904
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		0	0	-1.482	-1.764

Die Kosteneinsparung für den Betrieb der Lüftungsanlage wird in Bezug auf Variante A-6 Büronutzung mit Lüftungsanlage berechnet.

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz	Mehrkosten [€]		
Dämmstärken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	220	0,116	0	0,13	0	0
Außenwand Dämmung (WLS 035)	180	0,148	0	0,59	0	0
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	80	0,157	0	0,19	0	0
Kellerdecke unterseitig (WLS 035)	0	0,179	0	1,10	0	0
KG-Trennwand TRH zu unbeheizt (WLS 035)	75	0,223	0	0,90	0	0
KG-Außenwand TRH zu Erdr. (WLS 044)	100	0,253	0	0,23	0	0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044)	0	0,222	0	0,64	0	0
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	60	0,337	0	0,23	0	0
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	60	0,333	0	0,36	0	0
Fenster		1,0 (Uf=1,4 und Uw=0,6)		0	0	0
Pfosten-Riegelkonstruktion		1,0 (Uf=1,4 und Uw=0,6)		0	0	0
Eingangstür			1,6		0	0
Kellertüren			1,5			
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>						
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher			0	0,195	0	0
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung			0	0,125	0	0
Sturz			0	0,15	0	0
Fensterbank			0	0,2	0	0
Attika breiter			0	0,25	0	0
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					0	0
<i>Alternativ AW-WDVS</i>						
						0
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel			16.800	19.992	0	0
Luft-Wärmepumpe			23.000	27.370	0	0
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			13.500	16.065	0	0
<i>Erdsonde</i>			39.700	47.243	0	0
Summe Erd-Wärmepumpe			53.200	53.199	0	0
			Kosten		Differenz	
Kosten Lüftungsanlage			netto €	brutto €	netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>			0	0	46.000	54.740
Ventilator			0	0	-13.800	-16.422
Wärmerückgewinnung			0	0	-18.400	-21.896
Filter			0	0	-4.600	-5.474
Regelung			0	0	-9.200	-10.948
Kanalnetz u. Auslässe			0	0	-204.800	-243.712
Regeleinrichtungen inkl. KG 480			0	0	-44.000	-52.360
Summe Kosten Lüftungsanlage			0	0	-294.800	-350.812
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>			0	0	-5.980	-7.116
Erhöhung Geschoss 40 cm			0	0	-170.158	-202.488
Kellerraum Lüftungsanlage			0	0	-49.311	-58.680
Summe Keller+Geschosshöhe			0	0	-219.469	-261.168
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle			0	0	0	0
Keller+Geschosshöhe			0	0	-26.336	-31.340
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>						
Kosten Passivhausnachweis			0	0	0	0
TGA-Lüftungsanlage			0	0	-44.220	-52.622
TGA-Heizung						
Pelletkessel			2.520	2.898	0	0
Luft-Wärmepumpe			3.450	3.968	0	0
Erd-Wärmepumpe			7.980	9.177	0	0

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	-41.020 €	-41.020 €
Betriebskosten	-15.090 €	-15.090 €
Energiekosten	707 €	920 €
Geamtannuität	55.403 €	55.190 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	-41.020 €	-41.020 €
Betriebskosten	-15.090 €	-15.090 €
Energiekosten	-447 €	-581 €
Geamtannuität	56.557 €	56.691 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	-41.020 €	-41.020 €
Betriebskosten	-15.090 €	-15.090 €
Energiekosten	616 €	801 €
Geamtannuität	55.494 €	55.309 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	-41.020 €	-41.020 €
Betriebskosten	-15.090 €	-15.090 €
Energiekosten	-1.322 €	-1.746 €
Geamtannuität	57.432 €	57.856 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Investitionskosten	-41.020 €	-41.020 €
Betriebskosten	-15.090 €	-15.090 €
Energiekosten	365 €	477 €
Geamtannuität	55.745 €	55.633 €

Differenz CO₂-Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	5.778	3.074	
Strom Heizung Erd-WP	4.434	2.359	
Pellet	22.432	473	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	21.186	4.975	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>16.684</i>	<i>352</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>6.356</i>	<i>1.492</i>	
Pellet (Bestandsanlage)		1.844	
Strom Lüftungsanlage	-4.955	-2.636	
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	0	0	
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	0	0	
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	0	0	
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	0	0	
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	0	0	
KG-Außenwand TRH Erdr. (WLS 044) XPS	0	0	
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	0	0	
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	0	0	
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	0	0	
Summe	Lüftung		-38.099
Summe jährlich		-762	

1.8 Variante A-8

EG 40 Schule A-8 ohne Lüftungsanlage					
Variante			Differenz		
Heizwärmebedarf	49,7				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	66.270		38.402		kWh/a
Strombedarf Lüftung Winter	0				kWh/a
Strombedarf Lüftung Sommer	0				kWh/a
Nettogrundfläche	1.575				m ²
Energiebezugsfläche	1.333				m ²
Therm. Hüllfläche	2.546				m ²
Nettovolumen	5.037				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	0				m ³ /h
A/A _{Bezug}	1,9				m ² /m ³
A/V _{netto}	0,51				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,50				m ³ /h
Interne Gewinne	3,2				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		20.082	11.637		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		15.412	8.931		kWh/a
Pellet		77.965	45.179		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		73.633	42.669		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		57.986	33.602		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		22.090	12.801		kWh/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		0	-7.695		kWh/a
		Absolut	Differenz		
Energiekosten	netto	brutto	netto	brutto	
Strom Heizung Luft-WP	6.008	7.149	3.481	4.143	€/a
<i>Strom Luft-WP zusätzl. 50 € kg/CO₂</i>					€/a
Strom Heizung Erd-WP	4.611	5.487	2.672	3.179	€/a
Pellet	5.896	7.017	3.417	4.066	€/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS	3.923	4.668	2.273	2.705	€/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %	4.386	5.219	2.541	3.024	€/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs	1.177	1.400	682	811	€/a
Summe Bestand Pellet	5.562	6.619	3.223	3.836	€/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb	0	0	-2.302	-2.739	€/a

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz		Differenz [€]	
Dämmdicken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	220	0,151	0	0	0	0
Außenwand Dämmung (WLS 035)	180	0,202	0	0	0	0
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	80	0,191	0	0	0	0
Kellerdecke unterseitig (WLS 035)	0	0,275	0	0	0	0
KG-Trennwand TRH zu unbeheizt (WLS 035)	75	0,426	0	0	0	0
KG-Außenwand TRH zu Erdr. (WLS 044)	100	0,385	0	0	0	0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044)	0	0,56	0	0	0	0
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	60	0,624	0	0	0	0
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	60	0,609	0	0	0	0
Fenster	1,0 (Uf=1,4 und Uw=0,6)		0	0	0	0
Pfosten-Riegelkonstruktion	1,0 (Uf=1,4 und Uw=0,6)		0	0	0	0
Eingangstür		1,6	0	0	0	0
Kellertüren		1,6	0	0	0	0
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>	160	0,203	0	0	0	0
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher						
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung						
Sturz						
Fensterbank						
Attika breiter						
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					0	0
<i>Alternativ AW-WDVS</i>					0	0
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel			16.800	19.992	0	0
Luft-Wärmepumpe			23.000	27.370	0	0
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			13.500	16.065	0	0
<i>Erdsonde</i>			39.700	47.243	0	0
Summe Erd-Wärmepumpe			53.200	63.308	0	0
Kosten Lüftungsanlage						
			Kosten netto €	brutto €	Differenz netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>			0	0	-78.000	-92.820
Ventilator			0	0	-23.400	-27.846
Wärmerückgewinnung			0	0	-31.200	-37.128
Filter			0	0	-7.800	-9.282
Regelung			0	0	-15.600	-18.564
Kanalnetz u. Auslässe			0	0	-256.000	-304.640
Regeleinrichtungen inkl. KG 480			0	0	-73.000	-86.870
Summe Kosten Lüftungsanlage			0	0	-407.000	-484.330
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>			0		-9.200	-10.948
Erhöhung Geschoss 40 cm			0		-259.491	-308.794
Kellerraum Lüftungsanlage			0		-65.748	-78.240
Summe Keller+Geschosshöhe			0	0	0	0
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle			0	0	0	0
Keller+Geschosshöhe			0	0	0	0
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>					0	0
Kosten Passivhausnachweis			0	0	0	0
TGA-Lüftungsanlage			0	0	-61.050	-72.650
TGA-Heizung						
Pelletkessel			2.520	2.898	0	0
Luft-Wärmepumpe			3.450	3.968	0	0
Erd-Wärmepumpe			7.980	9.177	0	0

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	-59.477 €	-59.477 €
Betriebskosten	-22.242 €	-22.242 €
Energiekosten	3.389 €	4.408 €
Geamtannuität	78.330 €	77.311 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	-59.477 €	-59.477 €
Betriebskosten	-22.242 €	-22.242 €
Energiekosten	1.062 €	1.382 €
Geamtannuität	80.657 €	80.338 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	-59.477 €	-59.477 €
Betriebskosten	-22.242 €	-22.242 €
Energiekosten	3.203 €	4.167 €
Geamtannuität	78.516 €	77.553 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	-59.477 €	-59.477 €
Betriebskosten	-22.242 €	-22.242 €
Energiekosten	-107 €	-141 €
Geamtannuität	81.826 €	81.860 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Investitionskosten	-59.477 €	-59.477 €
Betriebskosten	-22.242 €	-22.242 €
Energiekosten	2.861 €	3.739 €
Geamtannuität	78.859 €	77.981 €

Differenz CO₂-Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	11.637	6.191	
Strom Heizung Erd-WP	8.931	4.751	
Pellet	45.179	952	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	42.669	10.019	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>33.602</i>	<i>708</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>12.801</i>	<i>3.006</i>	
Pellet (Bestandsanlage)	46.402	3.714	
Strom Lüftungsanlage	-7.695	-4.094	
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	0		0
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	0		0
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	0		0
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Außenwand TRH Erdr. (WLS 044) XPS	0		0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	0		0
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	0		0
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	0		0
Summe	Lüftung		-50.601
Summe jährlich		-1.012	

1.9 Variante B-1

EH-40 Schule			
B-1			
Variante			
Heizwärmebedarf		26,2	kWh/m ² a
Heizwärmebedarf		21.874	kWh/a
Strom Lüftung Winter		2.689	kWh/a
Strom Lüftung Sommer		2.215	kWh/a
Summe Lüftung Sommer+Winter		4.904	kWh/a
Nettogrundfläche		966	m ²
Energiebezugsfläche		835	m ²
Therm. Hüllfläche		2.102	m ²
Nettovolumen		3.069	m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage		6.600	m ³ /h
A/A _{Bezug}		2,5	m ² /m ³
AV _{netto}		0,68	m ² /m ³
n50		0,6	1/h
Luftwechsel		0,51	m ³ /h
Interne Gewinne		3,2	W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	
Strom Heizung Luft-WP		6.629	kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		5.087	kWh/a
Pellet		25.735	kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		24.305	kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		19.140	kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		7.291	kWh/a
Energiekosten		netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP	1.983	2.360	€/a
<i>Strom Luft-WP zusätzl. € kg/CO₂</i>			€/a
Strom Heizung Erd-WP	1.522	1.811	€/a
Pellet	1.946	2.316	€/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS	1.295	1.541	€/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %	1.448	1.723	€/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs	388	462	€/a
Summe Bestand Pellet	1.836	2.185	€/a
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb	1.467	1.746	€/a

1.10 Variante B-2

PHPP 15 kWh Schule					
B-2					
15 kWh/m ² a					
Variante			Differenz		
Heizwärmebedarf	15,0				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	12.524		-9.351		kWh/a
Strom Lüftung Winter	2.689				kWh/a
Strom Lüftung Sommer	2.215				kWh/a
Summe Lüftung Sommer+Winter	4.904				kWh/a
Nettogrundfläche	966				m ²
Energiebezugsfläche	835				m ²
Therm. Hüllfläche	2.102				m ²
Nettovolumen	3.069				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	6.600				m ³ /h
A/A _{Bezug}	2,5				m ² /m ³
A/V _{netto}	0,68				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,51				m ³ /h
Interne Gewinne	3,2				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		3.795	-2.834		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		2.912	-2.175		kWh/a
Pellet		14.734	-11.001		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		13.915	-10.390		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		10.958	-8.182		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		4.175	-3.117		kWh/a
		Absolut	Einsparung		
Energiekosten		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP		1.135	1.351	-848	-1.009
<i>Strom Luft-WP zusätzl. € kg/CO₂</i>					-75
Strom Heizung Erd-WP		871	1.037	-651	-774
Pellet		1.114	1.326	-832	-990
Erdgas (Bestandsanlage) HS		741	882	-553	-659
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		829	986	-619	-736
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		222	265	-166	-198
Summe Bestand Pellet		1.051	1.251	-785	-934
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		1.467	1.746	0	0

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz	Differenz [€]		
Dämmstärken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	340	0,100	120	0,13	10.491	12.485
Außenwand Dämmung (WLS 035)	260	0,148	80	0,59	25.193	29.980
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	160	0,133	80	0,19	3.069	3.652
Bodenplatte Perimeter (WLS 044)	160	0,141	160	0,34	24.421	29.061
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	160	0,337	100	0,23	317	378
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	160	0,333	100	0,34	220	262
Fenster		0,70 (Uf=0,8 und Uw=0,5)		130	19.776	23.533
Pfosten-Riegelkonstruktion		0,70 (Uf=0,8 und Uw=0,5)		130	9.326	11.098
Eingangstür			1,1		1.500	1.785
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>	220,0	0,15	60,0	0,19	6.030	7.176
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher			120	0,195	2.428	2.889
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung			80	0,125	872	1.038
Sturz			80	0,15	765	910
Fensterbank			80	0,2	1.020	1.213
Attika breiter			80	0,25	1.275	1.517
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					100.672	119.800
<i>Alternativ AW-WDVS</i>					81.509	96.996
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel			8.281	9.854	-2.024	-2.409
Luft-Wärmepumpe			11.654	13.869	-2.454	-2.920
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			6.747	8.029	-1.533	-1.825
<i>Erdsonde</i>			20.242	24.088	-4.110	-4.891
Summe Erd-Wärmepumpe			26.989	32.117	-5.643	-6.715
Kosten Lüftungsanlage						
			Kosten netto €	brutto €	Differenz netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>			60.000	71.400	0	0
Ventilator			18.000	21.420	0	0
Wärmerückgewinnung			24.000	28.560	0	0
Filter			6.000	7.140	0	0
Regelung			12.000	14.280	0	0
Kanalnetz u. Auslässe			160.000	190.400	0	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480			57.000	67.830	0	0
Summe Kosten Lüftungsanlage			277.000	329.630	0	0
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>			7.480	8.902	0	0
Erhöhung Geschoss 40 cm			162.224	193.047	0	0
Kellerraum Lüftungsanlage			32.000	38.080	0	0
Summe Keller+Geschosshöhe			194.224	231.127	0	0
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle			12.081	14.376	12.081	14.376
Keller+Geschosshöhe			23.307	27.735	23.307	19.586
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>					9.781	11.640
Kosten Passivhausnachweis			8.500	10.115	8.500	10.115
TGA-Lüftungsanlage			41.550	49.445	0	0
TGA-Heizung						
Pelletkessel					-304	-361
Luft-Wärmepumpe					-368	-438
Erd-Wärmepumpe					-846	-1.007

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	6.707 €	6.707 €
Betriebskosten	158 €	158 €
Energiekosten	-2.436 €	-3.168 €
Geamtannuität	-4.430 €	-3.697 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	6.701 €	6.701 €
Betriebskosten	-21 €	-21 €
Energiekosten	-1.868 €	-2.430 €
Geamtannuität	-4.811 €	-4.249 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	6.717 €	6.717 €
Betriebskosten	587 €	587 €
Energiekosten	-2.390 €	-3.109 €
Geamtannuität	-4.914 €	-4.195 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	7.001 €	7.001 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-2.069 €	-2.733 €
Geamtannuität	-4.932 €	-4.267 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Betriebskosten	7.001 €	7.001 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-2.435 €	-3.183 €
Geamtannuität	-4.565 €	-3.818 €

Differenz CO ₂ -Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	-2.834	-1.508	
Strom Heizung Erd-WP	-2.175	-1.157	
Pellet	-11.001	-232	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	-10.390	-2.440	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>-8.182</i>	<i>-172</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>-3.117</i>	<i>-732</i>	
Pellet (Bestandsanlage)	-11.299	-904	
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	120		21.197
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	80		10.576
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	80		4.037
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	160		8.900
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Außenwand TRH Erdreich (WLS 044) XPS	0		0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	0		0
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	100		303
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	100		139
Summe			45.152
Summe jährlich		903	

1.11 Variante B-3

PHPP 20 kWh Schule					
B-3					
20 kWh/m ² a					
Variante			Differenz		
Heizwärmebedarf	20,0				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	16.698		-5.176		kWh/a
Strom Lüftung Winter	2.689				kWh/a
Strom Lüftung Sommer	2.215				kWh/a
Summe Lüftung Sommer+Winter	4.904				kWh/a
Nettogrundfläche	966				m ²
Energiebezugsfläche	835				m ²
Therm. Hüllfläche	2.102				m ²
Nettovolumen	3.069				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	6.600				m ³ /h
A/A _{Bezug}	2,5				m ² /m ³
AV _{netto}	0,68				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,51				m ³ /h
Interne Gewinne	3,2				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Differenz		
Strom Heizung Luft-WP		5.060	-1.569		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		3.883	-1.204		kWh/a
Pellet		19.645	-6.090		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		18.553	-5.752		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		14.611	-4.529		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		5.566	-1.725		kWh/a
Energiekosten		Absolut		Einsparung	
		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP	1.514	1.801		-469	-558
<i>Strom Luft-WP zusätzl. € kg/CO₂</i>					-75
Strom Heizung Erd-WP	1.162	1.382		-360	-429
Pellet	1.486	1.768		-461	-548
Erdgas (Bestandsanlage) HS	988	1.176		-306	-365
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %	1.105	1.315		-343	-408
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs	297	353		-92	-109
Summe Bestand Pellet	1.402	1.668		-434	-517
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb	1.467	1.746		0	0

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz	Differenz [€]		
Dämmstärken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	275	0,122	55	0,13	4.808	5.722
Außenwand Dämmung (WLS 035)	240	0,159	60	0,59	18.895	22.485
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	120	0,157	40	0,19	1.535	1.826
Bodenplatte Perimeter (WLS 044)	80	0,189	80	0,44	15.789	18.789
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	140	0,292	80	0,23	254	302
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	140	0,289	80	0,34	176	209
Fenster		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	9.127	10.861
Pfosten-Riegelkonstruktion		0,86 (Uf=1,1 und Uw=0,6)		60	4.304	5.122
Eingangstür		1,6				0
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>						
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher			55	0,195	1.113	1.324
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung			60	0,125	654	778
Sturz			60	0,15	574	683
Fensterbank			60	0,2	765	910
Attika breiter			60	0,25	956	1.138
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					58.950	70.150
<i>Alternativ AW-WDVS</i>						
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel			10.305	12.263	0	0
Luft-Wärmepumpe			14.108	16.788	0	0
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			8.281	9.854	0	0
<i>Erdsonde</i>			24.351	28.978	0	0
Summe Erd-Wärmepumpe			32.632	38.832	0	0
			Kosten		Differenz	
Kosten Lüftungsanlage			netto €	brutto €	netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>			60.000	71.400	0	0
Ventilator			18.000	21.420	0	0
Wärmerückgewinnung			24.000	28.560	0	0
Filter			6.000	7.140	0	0
Regelung			12.000	14.280	0	0
Kanalnetz u. Auslässe			160.000	190.400	0	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480			57.000	67.830	0	0
Summe Kosten Lüftungsanlage			277.000	329.630	0	0
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>			7.480	8.902	0	0
Erhöhung Geschoss 40 cm			162.224	193.047	0	0
Kellerraum Lüftungsanlage			32.000	38.080	0	0
Summe Keller+Geschosshöhe			194.224	231.127	0	0
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle			7.074	8.418	7.074	8.418
Keller+Geschosshöhe			23.307	27.735	0	0
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>						
Kosten Passivhausnachweis			8.500	10.115	8.500	10.115
TGA-Lüftungsanlage			41.550	49.445	0	0
TGA-Heizung						
Pelletkessel					0	0
Luft-Wärmepumpe					0	0
Erd-Wärmepumpe					0	0

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	4.262 €	4.262 €
Betriebskosten	268 €	268 €
Energiekosten	-1.347 €	-1.752 €
Geamtannuität	-3.183 €	-2.778 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	4.262 €	4.262 €
Betriebskosten	268 €	268 €
Energiekosten	-1.036 €	-1.347 €
Geamtannuität	-3.495 €	-3.183 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	4.262 €	4.262 €
Betriebskosten	803 €	803 €
Energiekosten	-1.323 €	-1.721 €
Geamtannuität	-3.743 €	-3.345 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	4.262 €	4.262 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-1.146 €	-1.514 €
Geamtannuität	-3.116 €	-2.748 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Betriebskosten	4.262 €	4.262 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-1.348 €	-1.762 €
Geamtannuität	-2.914 €	-2.500 €

Differenz CO₂-Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	-1.569	-835	
Strom Heizung Erd-WP	-1.204	-640	
Pellet	-6.090	-128	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	-5.752	-1.350	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>-4.529</i>	<i>-95</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>-1.725</i>	<i>-405</i>	
Pellet (Bestandsanlage)		-501	
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	55		9.716
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	60		7.932
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	40		2.018
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	80		4.450
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Außenwand TRH Erdreich (WLS 044) XPS	0		0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	0		0
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	80		242
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	80		112
Summe			24.469
Summe jährlich		489	

1.12 Variante B-4

PHPP 15 kWh Kindergarten					
B-4					
15 kWh/m ² a					
Variante			Differenz		
Heizwärmebedarf	15,0				kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	12.524		-9.351		kWh/a
Strom Lüftung Winter	2.334				kWh/a
Strom Lüftung Sommer	1.922				kWh/a
Summe Lüftung Sommer+Winter	4.256				kWh/a
Nettogrundfläche	966				m ²
Energiebezugsfläche	835				m ²
Therm. Hüllfläche	2.102				m ²
Nettovolumen	3.069				m ³ /h
Auslegungsvolumenstrom Lüftungsanlage	4.000				m ³ /h
A/A _{Bezug}	2,5				m ² /m ³
A/V _{netto}	0,68				m ² /m ³
n50	0,6				1/h
Luftwechsel	0,44				m ³ /h
Interne Gewinne	2,5				W/m ² a
Energiebedarf		Absolut	Einsparung		
Strom Heizung Luft-WP		3.795	-2.834		kWh/a
Strom Heizung Erd-WP		2.912	-2.175		kWh/a
Pellet		14.734	-11.001		kWh/a
Erdgas (Bestandsanlage) HS		13.915	-10.390		kWh/a
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		10.958	-8.182		kWh/a
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		4.175	-3.117		kWh/a
		Absolut	Einsparung		
Energiekosten		netto	brutto	netto	brutto
Strom Heizung Luft-WP		1.135	1.351	-848	-1.009
<i>Strom Luft-WP zusätzl. € kg/CO₂</i>					-75
Strom Heizung Erd-WP		871	1.037	-651	-774
Pellet		1.114	1.326	-832	-990
Erdgas (Bestandsanlage) HS		741	882	-553	-659
Pellet (Bestandsanlage) Anteil 70 %		829	986	-619	-736
Erdgas (Spitzenlast) Anteil 30% Hs		222	265	-166	-198
Summe Bestand Pellet		1.051	1.251	-785	-934
Strom Lüftung Ganzjahresbetrieb		1.273	1.515	-194	-194

Kostendifferenz Gebäudehülle						
	Dicke	U-Wert	Differenz	Differenz [€]		
Dämmdicken und U-Werte	mm	W/m ² K	mm	€/mm	netto €	brutto €
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035)	390	0,106	170	0,13	14.863	17.686
Außenwand Dämmung (WLS 035)	300	0,148	120	0,59	37.790	44.970
Kragdecke unterseitig (WLS 035)	200	0,144	120	0,19	4.604	5.478
Bodenplatte Perimeter (WLS 044)	200	0,159	200	0,31	27.969	33.284
Aufzugsunterfahrt-Außenwände (WLS 044)	160	0,255	100	0,23	317	378
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044)	160	0,258	100	0,34	220	262
Fenster		0,70 (Uf=0,8 und Uw=0,5)		130	19.776	23.533
Pfosten-Riegelkonstruktion		0,70 (Uf=0,8 und Uw=0,5)		130	9.326	11.098
Eingangstür				1,1	1.500	1.785
<i>alternativ Außenwanddämmung in WDVS</i>						
Dach zusätzlich Attika						
Attika höher			170	0,195	3.440	4.093
zusätzlich Fensteranschlüsse						
Laibung			120	0,125	1.308	1.557
Sturz			120	0,15	1.147	1.365
Fensterbank			120	0,2	1.530	1.820
Attika breiter			120	0,25	1.912	2.275
Summe Kostendifferenz Gebäudehülle					125.701	149.584
<i>Alternativ AW-WDVS</i>						0
Kosten Wärmeerzeuger						
Einsparung Erzeuger PH - 5kW						
Pelletkessel			8.281	9.854	-2.024	-2.409
Luft-Wärmepumpe			11.654	13.869	-2.454	-2.920
<i>Erd-Wärmepumpe</i>			6.747	8.029	-1.533	-1.825
<i>Erdsonde</i>			20.242	24.088	-4.110	-4.891
Summe Erd-Wärmepumpe			26.989	32.117	-5.643	-6.715
			Kosten		Differenz	
Kosten Lüftungsanlage			netto €	brutto €	netto €	brutto €
<i>Lüftungsgerät</i>			46.000	54.740	0	0
Ventilator			13.800	16.422	0	0
Wärmerückgewinnung			18.400	21.896	0	0
Filter			4.600	5.474	0	0
Regelung			9.200	10.948	0	0
Kanalnetz u. Auslässe			128.000	152.320	0	0
Regeleinrichtungen inkl. KG 480			32.500	38.675	0	0
Summe Kosten Lüftungsanlage			206.500	245.735	0	0
<i>Filterwechsel Kosten jährlich</i>			6.000	7.140	0	0
Erhöhung Geschoss 40 cm			81.112	96.523	0	0
Kellerraum Lüftungsanlage			32.000	38.080	0	0
Summe Keller+Geschosshöhe			113.112	134.603	0	0
Planungskosten KG 700						
Gebäudehülle			15.084	17.950	15.084	17.950
Keller+Geschosshöhe			13.573	16.152	-9.733	-8.179
<i>Alternativ Planung mit WDVS</i>						
Kosten Passivhausnachweis			8.500	10.115	8.500	10.115
TGA-Lüftungsanlage			30.975	36.860	0	0
TGA-Heizung						
Pelletkessel					-304	-361
Luft-Wärmepumpe					-368	-438
Erd-Wärmepumpe					-846	-1.007

Annuität der Differenzkosten		
Energiepreissteigerung	4 % (5%)	5 % (6%)
Heizsystem Luftwärmepumpe		
Investitionskosten	8.350 €	8.350 €
Betriebskosten	158 €	158 €
Energiekosten	-2.436 €	-3.168 €
Geamtannuität	-6.072 €	-5.340 €
Heizsystem Erdwärmepumpe		
Investitionskosten	8.343 €	8.343 €
Betriebskosten	-21 €	-21 €
Energiekosten	-1.868 €	-2.430 €
Geamtannuität	-6.454 €	-5.892 €
Heizsystem Pelletkessel		
Investitionskosten	8.359 €	8.359 €
Betriebskosten	587 €	587 €
Energiekosten	-2.390 €	-3.109 €
Geamtannuität	-6.556 €	-5.837 €
Heizsystem Erdgaskessel (Bestand)		
Investitionskosten	8.643 €	8.643 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-2.069 €	-2.733 €
Geamtannuität	-6.574 €	-5.910 €
Heizsystem Pelletkessel (Bestand)		
Betriebskosten	8.643 €	8.643 €
Betriebskosten	0 €	0 €
Energiekosten	-2.435 €	-3.183 €
Geamtannuität	-6.208 €	-5.460 €

Differenz CO ₂ -Emissionen			
Energiebedarf	kWh/a	kg/a	
Strom Heizung Luft-WP	-2.834	-1.508	
Strom Heizung Erd-WP	-2.175	-1.157	
Pellet	-11.001	-232	
Erdgas (Bestandsanlage) HS	-10.390	-2.440	
<i>Pellet (Bestand) Anteil 70 %</i>	<i>-8.182</i>	<i>-172</i>	
<i>+Erdgasbedarf Anteil 30% Hs</i>	<i>-3.117</i>	<i>-732</i>	
Pellet (Bestandsanlage)		-904	
Gebäudehülle	mm		kg/50 Jahre
Flachdach Dämmung i.M. (WLS 035) EPS	170		30.030
Außenwand Dämmung (WLS 035) Steinwolle	120		15.863
Kragdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	120		6.055
Kellerdecke unterseitig (WLS 035) Steinwolle	200		11.126
KG-Trennwand TRH (WLS 035) Steinwolle	0		0
KG-Außenwand TRH Erdreich (WLS 044) XPS	0		0
KG-Sohle TRH unterseitig (WLS 044) XPS	0		0
Aufzugsunterfahrt-AW (WLS 044) XPS	100		303
Aufzugsunterfahrt-Sohle (WLS 044) XPS	100		139
Summe			63.516
Summe jährlich		1.270	

Projekt	23-1048
Seite:	35

2. Anhang - Kosten und Wirtschaftlichkeit

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2 Luftwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	136.282	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	16.354		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Luftwärmepumpe Minderkosten	-4.760	18	2	1	1,5	5	-179
5	TGA-Planung Minderkosten	-714		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	159.657 €						-179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	92247,88	0,00	0,00	0,00	0,00	51480,81	177049,06	6881,10	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16354,00	635,61	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3993,37	-3350,22	0,00	0,00	0,00	-492,20	-11611,39	-451,28	-4593,75	-178,54
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-714,00	-27,75	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							193.573 €	7.523 €	-4.594 €	-179 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-849	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V -2.049 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B -446 €
		Gesamtannuität
		-5.028 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2 Erdwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	136.282	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	16.354		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Erdwärmepumpe Minderkosten	-2.975	20	2	1	1,5	5	-178,50 €
5	Erdsonde Minderkosten	-7.973	50	1	2	1		
6	TGA-Planung Minderkosten	-1.642		0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	152.541 €						-179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	92247,88	0,00	0,00	0,00	0,00	51480,81	177049,06	6881,10	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16354,00	635,61	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-2447,63	-2013,75	0,00	0,00	0,00	-749,21	-6687,17	-259,90	-2871,10	-111,59
5	-4895,19	0,00	0,00	0,00	0,00	-4895,19	-7973,00	-309,87	-9233,44	-358,86
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1642,00	-63,82	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							189.596 €	7.369 €	-12.105 €	-470 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-651	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V -1.571 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B -738 €
		Gesamtannuität
		-5.059 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	136.282	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	16.354		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Pelletkessel Minderkosten	-3.927	15	3	3	3	15	-535,50 €
5	TGA-Planung Minderkosten	-589		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	160.615 €						-536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	92247,88	0,00	0,00	0,00	0,00	51480,81	177049,06	6881,10	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16354,00	635,61	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3392,38	-2930,55	-2531,59	0,00	0,00	-1455,85	-11325,68	-440,18	-9095,63	-353,51
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-589,00	-22,89	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							193.983 €	7.539 €	-9.096 €	-354 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-833	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.011 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ -1.157 €
		Gesamtannuität
		-4.372 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	136.282	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	16.354		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	165.131 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	92247,88	0,00	0,00	0,00	0,00	51480,81	177049,06	6881,10	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16354,00	635,61	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							205.898 €	8.002 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
-554		$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.740 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-6.263 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	$f_K \cdot A_0 \cdot ba_{IN}$
1	Gebäudehülle Mehrkosten	136.282	40	1				0,00
2	Objektplanung Mehrkosten	16.354		0				0,00
3	Passivhausnachweis	12.495		0				0,00
4				0				0,00
5				0				0,00
6				0				0,00
7				0				0,00
8				0				0,00
9				0				0,00
10				0				0,00
Summe	€	165.131 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0 + A_1 + \dots + R_W$	$(A_0 + A_1 + \dots + R_W) \cdot a$	$f_K \cdot A_0 \cdot b_{IN}$	$f_K \cdot A_0 \cdot ba_{IN}$
1	92247,88	0,00	0,00	0,00	0,00	51480,81	177049,06	6881,10	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16354,00	635,61	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							205.898 €	8.002 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-786	$A_{N,V} = A_{V1} \cdot ba_V$ -2.050 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B} = A_{IN} \cdot ba_{IN} + A_{B1} \cdot ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-5.953 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2-WDVS Luftwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	101.716	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	12.206		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Luftwärmepumpe Minderkosten	-4.760	18	2	1	1,5	5	179
5	TGA-Planung Minderkosten	-714		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	120.943 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*b_{aIN}$
1	68850,51	0,00	0,00	0,00	0,00	38423,43	132143,08	5135,81	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12206,00	474,39	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3993,37	-3350,22	0,00	0,00	0,00	-492,20	-11611,39	-451,28	-4593,75	-178,54
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-714,00	-27,75	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							144.519 €	5.617 €	-4.594 €	-179 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-849	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.049 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 89 €
		Gesamtannuität
		-3.657 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2-WDVS Erdwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	101.716	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	12.206		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Erdwärmepumpe Minderkosten	-2.975	20	2	1	1,5	5	178,50 €
5	Erdsonde Minderkosten	-7.973	50	1	2	1		
6	TGA-Planung Minderkosten	-1.642		0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	113.827 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	68850,51	0,00	0,00	0,00	0,00	38423,43	132143,08	5135,81	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12206,00	474,39	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-2447,63	-2013,75	0,00	0,00	0,00	-749,21	-6687,17	-259,90	-2871,10	-111,59
5	-4895,19	0,00	0,00	0,00	0,00	-4895,19	-7973,00	-309,87	-9233,44	-358,86
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1642,00	-63,82	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							140.542 €	5.462 €	-12.105 €	-470 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-651	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.571 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ -203 €
		Gesamtannuität
		-3.688 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2-WDVS Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	101.716	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	12.206		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Pelletkessel Minderkosten	-3.927	15	3	3	3	15	535,50 €
5	TGA-Planung Minderkosten	-589		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	121.901 €						536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	68850,51	0,00	0,00	0,00	0,00	38423,43	132143,08	5135,81	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12206,00	474,39	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3392,38	-2930,55	-2531,59	0,00	0,00	-1455,85	-11325,68	-440,18	-9095,63	-353,51
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-589,00	-22,89	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							144.929 €	5.633 €	-9.096 €	-354 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-833	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.011 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 450 €
		Gesamtannuität
		-4.072 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2-WDVS Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	101.716	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	12.206		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	126.417 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	68850,51	0,00	0,00	0,00	0,00	38423,43	132143,08	5135,81	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12206,00	474,39	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							156.844 €	6.096 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
-498	-554	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-1.740 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	0 €
Gesamtannuität			-4.356 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-2-WDVS Pelletkessel/Erdg. Best	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	101.716	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	12.206		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	126.417 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	68850,51	0,00	0,00	0,00	0,00	38423,43	132143,08	5135,81	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12206,00	474,39	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							156.844 €	6.096 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-786	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.050 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-4.046 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-3 Luftwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	6.038	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	725		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	19.258 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	4087,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2280,87	7844,19	304,87	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	725,00	28,18	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							21.064 €	819 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-144	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -348 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_B*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-471 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-3 Erdwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	6.038	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	725		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	19.258 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	4087,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2280,87	7844,19	304,87	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	725,00	28,18	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							21.064 €	819 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-110	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -266 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-553 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-3 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	6.038	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	725		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	19.258 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	4087,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2280,87	7844,19	304,87	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	725,00	28,18	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							21.064 €	819 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-141	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -340 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-478 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-3 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	6.038	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	725		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	19.258 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	4087,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2280,87	7844,19	304,87	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	725,00	28,18	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							21.064 €	819 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-94	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -295 €

Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €

Gesamtannuität		-524 €
-----------------------	--	--------

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-3 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	6.038	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	725		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	19.258 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	4087,06	0,00	0,00	0,00	0,00	2280,87	7844,19	304,87	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	725,00	28,18	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							21.064 €	819 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-133	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-347 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	0 €
Gesamtannuität			-472 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor		Preisdynamischer Annuitätsfaktor	
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-4 Luftwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	153.420	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	18.410		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Luftwärmepumpe Minderkosten	-4.760	18	2	1	1,5	5	179
5	TGA-Planung Minderkosten	-714		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	178.851 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...-R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	103848,41	0,00	0,00	0,00	0,00	57954,73	199313,68	7746,42	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18410,00	715,51	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3993,37	-3350,22	0,00	0,00	0,00	-492,20	-11611,39	-451,28	-4593,75	-178,54
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-714,00	-27,75	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							217.893 €	8.469 €	-4.594 €	-179 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-1.908	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V
davon -1059 € Stromeinsparung Lüftungsanlage		
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B
		89 €
		Gesamtannuität
		-3.952 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-4 Erdwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	153.420	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	18.410		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Erdwärmepumpe Minderkosten	-2.975	20	2	1	1,5	5	178,50 €
5	Erdsonde Minderkosten	-7.973	50	1	2	1		
6	TGA-Planung Minderkosten	-1.642		0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	171.735 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	103848,41	0,00	0,00	0,00	0,00	57954,73	199313,68	7746,42	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18410,00	715,51	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-2447,63	-2013,75	0,00	0,00	0,00	-749,21	-6687,17	-259,90	-2871,10	-111,59
5	-4895,19	0,00	0,00	0,00	0,00	-4895,19	-7973,00	-309,87	-9233,44	-358,86
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1642,00	-63,82	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							213.917 €	8.314 €	-12.105 €	-470 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-1.710	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-4.128 €
davon -1059 € Stromersparung Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	-203 €
			Gesamtannuität
			-3.984 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-4 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	153.420	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	18.410		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Pelletkessel Minderkosten	-3.927	15	3	3	3	15	535,50 €
5	TGA-Planung Minderkosten	-589		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	179.809 €						536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	103848,41	0,00	0,00	0,00	0,00	57954,73	199313,68	7746,42	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18410,00	715,51	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3392,38	-2930,55	-2531,59	0,00	0,00	-1455,85	-11325,68	-440,18	-9095,63	-353,51
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-589,00	-22,89	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							218.304 €	8.484 €	-9.096 €	-354 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-1.892	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-4.567 €
davon -1059 € Stromersparung Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	450 €
			Gesamtannuität
			-4.367 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-4 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	153.420	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	18.410		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	184.325 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	103848,41	0,00	0,00	0,00	0,00	57954,73	199313,68	7746,42	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18410,00	715,51	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							230.219 €	8.948 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-1.613	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -5.065 €
davon -1059 € Stromeinsparung Lüftungsanlage		
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-3.883 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-4 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	153.420	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	18.410		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	184.325 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	103848,41	0,00	0,00	0,00	0,00	57954,73	199313,68	7746,42	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18410,00	715,51	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							230.219 €	8.948 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-1.845	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -4.811 €
davon -1059 € Stromeinsparung Lüftungsanlage		
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-4.137 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-5 Luftwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	177.140	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	21.257		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Luftwärmepumpe Minderkosten	-4.760	18	2	1	1,5	5	179
5	TGA-Planung Minderkosten	-2.499		0				
6	Minderkosten CO ₂ -Regelung	-18.000	15	3	1,5	1,5		
7	Ventilator, radial	2.400	12	4	1	3		
8	Wärmerückgewinnung	3.200	20	2	2	10		
9	Filter	800	1	50				
10	Regelung	1.600	15	3	1,5	1,5		
Summe	€	193.633 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	119904,24	0,00	0,00	0,00	0,00	66915,01	230129,23	8944,09	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21257,00	826,16	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3993,37	-3350,22	0,00	0,00	0,00	-492,20	-11611,39	-451,28	-4593,75	-178,54
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2499,00	-97,12	0,00	0,00
6	-15549,51	-13432,63	-11603,93	0,00	0,00	-6673,10	-51912,96	-2017,62	-20845,60	-810,17
7	2134,85	1898,99	1689,19	1502,56	0,00	1180,26	8445,32	328,23	3705,89	144,03
8	2632,75	2166,05	0,00	0,00	0,00	805,87	7192,92	279,56	14823,54	576,12
9	792,23	784,54	776,92	769,38	761,91	491,18	4193,82	162,99	0,00	0,00
10	1382,18	1194,01	1031,46	0,00	0,00	593,16	4614,49	179,34	1852,94	72,02
Summe							222.304 €	8.640 €	-5.057 €	-197 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	252	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	608 €
Strommehrkosten von 1.101 € berücksichtigt			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	71 €
			Gesamtannuität
			-9.320 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-5 Erdwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	177.140	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	21.257		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Erdwärmepumpe Minderkosten	-2.975	20	2	1	1,5	5	178,50 €
5	Erdsonde Minderkosten	-15.946	50	1	2	1		
6	TGA-Planung Minderkosten	-4.170		0				
7	Ventilator, radial	2.400	12	4	1	3		
8	Wärmerückgewinnung	3.200	20	2	2	10		
9	Filter	800	1	50				
10	Regelung	-16400	15	3	1,5	1,5		
Summe	€	177.801 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	119904,24	0,00	0,00	0,00	0,00	66915,01	230129,23	8944,09	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21257,00	826,16	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-2447,63	-2013,75	0,00	0,00	0,00	-749,21	-6687,17	-259,90	-2871,10	-111,59
5	-9790,37	0,00	0,00	0,00	0,00	-9790,37	-15946,00	-619,75	-18466,89	-717,72
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4170,00	-162,07	0,00	0,00
7	2134,85	1898,99	1689,19	1502,56	0,00	1180,26	8445,32	328,23	3705,89	144,03
8	2632,75	2166,05	0,00	0,00	0,00	805,87	7192,92	279,56	14823,54	576,12
9	792,23	784,54	776,92	769,38	761,91	491,18	4193,82	162,99	0,00	0,00
10	-14167,33	-12238,61	-10572,47	0,00	0,00	-6079,94	-47298,48	-1838,28	-18992,66	-738,16
Summe							209.612 €	8.147 €	-21.801 €	-847 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	450	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	1.086 €
Strommehrkosten von 1.101 € berücksichtigt			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	-580 €
			Gesamtannuität
			-8.653 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-5 Pelletkessel	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	177.140	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	21.257		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Pelletkessel Minderkosten	-3.927	15	3	3	3	15	535,50 €
5	TGA-Planung Minderkosten	-2.374		0				
6	Minderkosten CO ₂ -Regelung	-18.000	15	3	1,5	1,5		
7	Ventilator, radial	2.400	12	4	1	3		
8	Wärmerückgewinnung	3.200	20	2	2	10		
9	Filter	800	1	50				
10	Regelung	1.600	15	3	1,5	1,5		
Summe	€	194.591 €						536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...-R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	119904,24	0,00	0,00	0,00	0,00	66915,01	230129,23	8944,09	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21257,00	826,16	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3392,38	-2930,55	-2531,59	0,00	0,00	-1455,85	-11325,68	-440,18	-9095,63	-353,51
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2374,00	-92,27	0,00	0,00
6	-15549,51	-13432,63	-11603,93	0,00	0,00	-6673,10	-51912,96	-2017,62	-20845,60	-810,17
7	2134,85	1898,99	1689,19	1502,56	0,00	1180,26	8445,32	328,23	3705,89	144,03
8	2632,75	2166,05	0,00	0,00	0,00	805,87	7192,92	279,56	14823,54	576,12
9	792,23	784,54	776,92	769,38	761,91	491,18	4193,82	162,99	0,00	0,00
10	1382,18	1194,01	1031,46	0,00	0,00	593,16	4614,49	179,34	1852,94	72,02
Summe							222.715 €	8.656 €	-9.559 €	-372 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	268	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	647 €
Strommehrkosten von 1.101 € berücksichtigt			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	432 €
			Gesamtannuität
			-9.735 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor		Preisdynamischer Annuitätsfaktor	
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-5 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	177.140	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	21.257		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6	Minderkosten CO ₂ -Regelung	-18.000	15	3	1,5	1,5		
7	Ventilator, radial	2.400	12	4	1	3		
8	Wärmerückgewinnung	3.200	20	2	2	10		
9	Filter	800	1	50				
10	Regelung	1.600	15	3	1,5	1,5		
Summe	€	200.892 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	119904,24	0,00	0,00	0,00	0,00	66915,01	230129,23	8944,09	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21257,00	826,16	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	-15549,51	-13432,63	-11603,93	0,00	0,00	-6673,10	-51912,96	-2017,62	-20845,60	-810,17
7	2134,85	1898,99	1689,19	1502,56	0,00	1180,26	8445,32	328,23	3705,89	144,03
8	2632,75	2166,05	0,00	0,00	0,00	805,87	7192,92	279,56	14823,54	576,12
9	792,23	784,54	776,92	769,38	761,91	491,18	4193,82	162,99	0,00	0,00
10	1382,18	1194,01	1031,46	0,00	0,00	593,16	4614,49	179,34	1852,94	72,02
Summe							236.415 €	9.188 €	-463 €	-18 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	603	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ 1.893 €
Strommehrkosten von 925 € berücksichtigt		
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ -18 €
		Gesamtannuität
		-11.064 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor		Preisdynamischer Annuitätsfaktor	
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-5 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	177.140	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	21.257		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6	Minderkosten CO ₂ -Regelung	-18.000	15	3	1,5	1,5		
7	Ventilator, radial	2.400	12	4	1	3		
8	Wärmerückgewinnung	3.200	20	2	2	10		
9	Filter	800	1	50				
10	Regelung	1.600	15	3	1,5	1,5		
Summe	€	200.892 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	119904,24	0,00	0,00	0,00	0,00	66915,01	230129,23	8944,09	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21257,00	826,16	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	-15549,51	-13432,63	-11603,93	0,00	0,00	-6673,10	-51912,96	-2017,62	-20845,60	-810,17
7	2134,85	1898,99	1689,19	1502,56	0,00	1180,26	8445,32	328,23	3705,89	144,03
8	2632,75	2166,05	0,00	0,00	0,00	805,87	7192,92	279,56	14823,54	576,12
9	792,23	784,54	776,92	769,38	761,91	491,18	4193,82	162,99	0,00	0,00
10	1382,18	1194,01	1031,46	0,00	0,00	593,16	4614,49	179,34	1852,94	72,02
Summe							236.415 €	9.188 €	-463 €	-18 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	332	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ 866 €
Strommehrkosten von 1.101 € berücksichtigt		
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ -18 €
		Gesamtannuität
		-10.036 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor		Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor	
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-6 Luftwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	48.793	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	5.885		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Luftwärmepumpe Minderkosten	-4.760	18	2	1	1,5	5	179
5	TGA-Planung Minderkosten	-714		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	61.699 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_k*A_0*b_{IN}$	$f_k*A_0*b_{aIN}$
1	33027,48	0,00	0,00	0,00	0,00	18431,66	63388,82	2463,64	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5885,00	228,72	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3993,37	-3350,22	0,00	0,00	0,00	-492,20	-11611,39	-451,28	-4593,75	-178,54
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-714,00	-27,75	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							69.443 €	2.699 €	-4.594 €	-179 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-849	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.049 €
Stromeinsparung Lüftungsanlage wird nicht berücksichtigt da andere Nutzung		
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 89 €
		Gesamtannuität
		-739 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-6 Erdwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	48.793	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	5.885		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Erdwärmepumpe Minderkosten	-2.975	20	2	1	1,5	5	178,50 €
5	Erdsonde Minderkosten	-7.973	50	1	2	1		
6	TGA-Planung Minderkosten	-1.642		0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	54.583 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	33027,48	0,00	0,00	0,00	0,00	18431,66	63388,82	2463,64	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5885,00	228,72	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-2447,63	-2013,75	0,00	0,00	0,00	-749,21	-6687,17	-259,90	-2871,10	-111,59
5	-4895,19	0,00	0,00	0,00	0,00	-4895,19	-7973,00	-309,87	-9233,44	-358,86
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1642,00	-63,82	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							65.467 €	2.544 €	-12.105 €	-470 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-651	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.571 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ -203 €
		Gesamtannuität
		-770 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-6 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	48.793	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	5.885		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4	Pelletkessel Minderkosten	-3.927	15	3	3	3	15	535,50 €
5	TGA-Planung Minderkosten	-589		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	62.657 €						536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	33027,48	0,00	0,00	0,00	0,00	18431,66	63388,82	2463,64	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5885,00	228,72	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	-3392,38	-2930,55	-2531,59	0,00	0,00	-1455,85	-11325,68	-440,18	-9095,63	-353,51
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-589,00	-22,89	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							69.854 €	2.715 €	-9.096 €	-354 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-833	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.011 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 450 €
		Gesamtannuität
		-1.154 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-6 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	48.793	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	5.885		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	67.173 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	33027,48	0,00	0,00	0,00	0,00	18431,66	63388,82	2463,64	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5885,00	228,72	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							81.769 €	3.178 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-498	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.564 €

Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €

Gesamtannuität	
-1.614 €	

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-6 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	48.793	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	5.885		0				
3	Passivhausnachweis	12.495		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	67.173 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	33027,48	0,00	0,00	0,00	0,00	18431,66	63388,82	2463,64	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5885,00	228,72	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12495,00	485,62	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							81.769 €	3.178 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-769	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.005 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-1.173 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-7 Luftwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-16.422	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-21.896	20	2	2	10		
3	Filter	-5.474	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-10.948	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-243.712	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-52.360	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-52.622		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-202.488		0				
9	Kellerraum	-58.680		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-31.340		0				
Summe	€	-695.942 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	-14607,69	-12993,82	-11558,25	-10281,29	0,00	-8075,92	-57787,13	-2245,93	-25357,52	-985,53
2	-18014,56	-14821,18	0,00	0,00	0,00	-5514,17	-49217,57	-1912,87	-101430,08	-3942,13
3	-5420,85	-5368,22	-5316,11	-5264,49	-5213,38	-3360,87	-28696,19	-1115,29	0,00	0,00
4	-9457,56	-8170,02	-7057,77	0,00	0,00	-4058,73	-31574,62	-1227,16	-12678,76	-492,77
5	-181871,78	0,00	0,00	0,00	0,00	-33566,00	-392017,78	-15235,97	-188160,15	-7312,94
6	-45231,80	-39074,02	-33754,54	0,00	0,00	-19411,31	-151009,05	-5869,04	-60637,55	-2356,71
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-52622,00	-2045,18	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-202488,00	-7869,80	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-58680,00	-2280,63	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-31340,00	-1218,04	0,00	0,00
Summe							-1.055.432 €	-41.020 €	-388.264 €	-15.090 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	293	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ 707 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage		
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_B*ba_B$ -15.090 €
		Gesamtannuität
		55.403 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-7 Erdwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-16.422	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-21.896	20	2	2	10		
3	Filter	-5.474	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-10.948	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-243.712	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-52.360	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-52.622		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-202.488		0				
9	Kellerraum Lüftung	-58.680		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-31.340		0				
Summe	€	-695.942 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...+R _W	(A ₀ +A ₁ +...+R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	-14607,69	-12993,82	-11558,25	-10281,29	0,00	-8075,92	-57787,13	-2245,93	-25357,52	-985,53
2	-18014,56	-14821,18	0,00	0,00	0,00	-5514,17	-49217,57	-1912,87	-101430,08	-3942,13
3	-5420,85	-5368,22	-5316,11	-5264,49	-5213,38	-3360,87	-28696,19	-1115,29	0,00	0,00
4	-9457,56	-8170,02	-7057,77	0,00	0,00	-4058,73	-31574,62	-1227,16	-12678,76	-492,77
5	-181871,78	0,00	0,00	0,00	0,00	-33566,00	-392017,78	-15235,97	-188160,15	-7312,94
6	-45231,80	-39074,02	-33754,54	0,00	0,00	-19411,31	-151009,05	-5869,04	-60637,55	-2356,71
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-52622,00	-2045,18	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-202488,00	-7869,80	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-58680,00	-2280,63	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-31340,00	-1218,04	0,00	0,00
Summe							-1.055.432 €	-41.020 €	-388.264 €	-15.090 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-185	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	-447 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	-15.090 €
			Gesamtannuität
			56.557 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-7 Pelletkessel	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-16.422	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-21.896	20	2	2	10		
3	Filter	-5.474	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-10.948	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-243.712	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-52.360	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-52.622		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-202.488		0				
9	Kellerraum Lüftung	-58.680		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-31.340		0				
Summe	€	-695.942 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...+R _W	(A ₀ +A ₁ +...+R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	-14607,69	-12993,82	-11558,25	-10281,29	0,00	-8075,92	-57787,13	-2245,93	-25357,52	-985,53
2	-18014,56	-14821,18	0,00	0,00	0,00	-5514,17	-49217,57	-1912,87	-101430,08	-3942,13
3	-5420,85	-5368,22	-5316,11	-5264,49	-5213,38	-3360,87	-28696,19	-1115,29	0,00	0,00
4	-9457,56	-8170,02	-7057,77	0,00	0,00	-4058,73	-31574,62	-1227,16	-12678,76	-492,77
5	-181871,78	0,00	0,00	0,00	0,00	-33566,00	-392017,78	-15235,97	-188160,15	-7312,94
6	-45231,80	-39074,02	-33754,54	0,00	0,00	-19411,31	-151009,05	-5869,04	-60637,55	-2356,71
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-52622,00	-2045,18	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-202488,00	-7869,80	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-58680,00	-2280,63	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-31340,00	-1218,04	0,00	0,00
Summe							-1.055.432 €	-41.020 €	-388.264 €	-15.090 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	255	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	616 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	-15.090 €
			Gesamtannuität
			55.494 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-7 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-16.422	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-21.896	20	2	2	10		
3	Filter	-5.474	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-10.948	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-243.712	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-52.360	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-52.622		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-202.488		0				
9	Kellerraum Lüftung	-58.680		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-31.340		0				
Summe	€	-695.942 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	-14607,69	-12993,82	-11558,25	-10281,29	0,00	-8075,92	-57787,13	-2245,93	-25357,52	-985,53
2	-18014,56	-14821,18	0,00	0,00	0,00	-5514,17	-49217,57	-1912,87	-101430,08	-3942,13
3	-5420,85	-5368,22	-5316,11	-5264,49	-5213,38	-3360,87	-28696,19	-1115,29	0,00	0,00
4	-9457,56	-8170,02	-7057,77	0,00	0,00	-4058,73	-31574,62	-1227,16	-12678,76	-492,77
5	-181871,78	0,00	0,00	0,00	0,00	-33566,00	-392017,78	-15235,97	-188160,15	-7312,94
6	-45231,80	-39074,02	-33754,54	0,00	0,00	-19411,31	-151009,05	-5869,04	-60637,55	-2356,71
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-52622,00	-2045,18	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-202488,00	-7869,80	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-58680,00	-2280,63	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-31340,00	-1218,04	0,00	0,00
Summe							-1.055.432 €	-41.020 €	-388.264 €	-15.090 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-421	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-1.322 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	-15.090 €
			Gesamtannuität
			57.432 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,043	b _V	67,093	ba _V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-7 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-16.422	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-21.896	20	2	2	10		
3	Filter	-5.474	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-10.948	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-243.712	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-52.360	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-52.622		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-202.488		0				
9	Kellerraum Lüftung	-58.680		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-31.340		0				
Summe	€	-695.942 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...+R _W	(A ₀ +A ₁ +...+R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	-14607,69	-12993,82	-11558,25	-10281,29	0,00	-8075,92	-57787,13	-2245,93	-25357,52	-985,53
2	-18014,56	-14821,18	0,00	0,00	0,00	-5514,17	-49217,57	-1912,87	-101430,08	-3942,13
3	-5420,85	-5368,22	-5316,11	-5264,49	-5213,38	-3360,87	-28696,19	-1115,29	0,00	0,00
4	-9457,56	-8170,02	-7057,77	0,00	0,00	-4058,73	-31574,62	-1227,16	-12678,76	-492,77
5	-181871,78	0,00	0,00	0,00	0,00	-33566,00	-392017,78	-15235,97	-188160,15	-7312,94
6	-45231,80	-39074,02	-33754,54	0,00	0,00	-19411,31	-151009,05	-5869,04	-60637,55	-2356,71
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-52622,00	-2045,18	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-202488,00	-7869,80	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-58680,00	-2280,63	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-31340,00	-1218,04	0,00	0,00
Summe							-1.055.432 €	-41.020 €	-388.264 €	-15.090 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	140	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	365 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	-15.090 €
			Gesamtannuität
			55.745 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-8 Luftwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-27.846	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-37.128	20	2	2	10		
3	Filter	-9.282	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-18.564	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-304.640	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-86.870	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-72.650		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-308.794		0				
9	Kellerraum	-78.240		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-46.444		0				
Summe	€	-990.458 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...R _W)*a	f _k *A ₀ *b _{IN}	f _k *A ₀ *ba _{IN}
1	-24769,55	-22033,00	-19598,77	-17433,49	0,00	-13693,95	-97986,87	-3808,31	-42997,53	-1671,12
2	-30546,43	-25131,56	0,00	0,00	0,00	-9350,12	-83455,87	-3243,55	-171990,13	-6684,48
3	-9191,88	-9102,64	-9014,27	-8926,75	-8840,08	-5698,87	-48658,75	-1891,15	0,00	0,00
4	-16036,73	-13853,51	-11967,52	0,00	0,00	-6882,19	-53539,57	-2080,84	-21498,77	-835,56
5	-227339,73	0,00	0,00	0,00	0,00	-41957,50	-490022,23	-19044,96	-235200,18	-9141,17
6	-75043,66	-64827,34	-56001,86	0,00	0,00	-32205,13	-250537,74	-9737,27	-100603,20	-3909,99
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-72650,00	-2823,58	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-308794,00	-12001,43	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-78240,00	-3040,84	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-46444,00	-1805,07	0,00	0,00
Summe							-1.530.329 €	-59.477 €	-572.290 €	-22.242 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	1.404	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	3.389 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	-22.242 €
			Gesamtannuität
			78.330 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108	ba _V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-8 Erdwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-27.846	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-37.128	20	2	2	10		
3	Filter	-9.282	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-18.564	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-304.640	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-86.870	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-72.650		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-308.794		0				
9	Kellerraum Lüftung	-78.240		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-46.444		0				
Summe	€	-990.458 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	-24769,55	-22033,00	-19598,77	-17433,49	0,00	-13693,95	-97986,87	-3808,31	-42997,53	-1671,12
2	-30546,43	-25131,56	0,00	0,00	0,00	-9350,12	-83455,87	-3243,55	-171990,13	-6684,48
3	-9191,88	-9102,64	-9014,27	-8926,75	-8840,08	-5698,87	-48658,75	-1891,15	0,00	0,00
4	-16036,73	-13853,51	-11967,52	0,00	0,00	-6882,19	-53539,57	-2080,84	-21498,77	-835,56
5	-227339,73	0,00	0,00	0,00	0,00	-41957,50	-490022,23	-19044,96	-235200,18	-9141,17
6	-75043,66	-64827,34	-56001,86	0,00	0,00	-32205,13	-250537,74	-9737,27	-100603,20	-3909,99
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-72650,00	-2823,58	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-308794,00	-12001,43	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-78240,00	-3040,84	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-46444,00	-1805,07	0,00	0,00
Summe							-1.530.329 €	-59.477 €	-572.290 €	-22.242 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	440	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	1.062 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	-22.242 €
			Gesamtannuität
			80.657 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-8 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-27.846	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-37.128	20	2	2	10		
3	Filter	-9.282	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-18.564	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-304.640	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-86.870	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-72.650		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-308.794		0				
9	Kellerraum Lüftung	-78.240		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-46.444		0				
Summe	€	-990.458 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	-24769,55	-22033,00	-19598,77	-17433,49	0,00	-13693,95	-97986,87	-3808,31	-42997,53	-1671,12
2	-30546,43	-25131,56	0,00	0,00	0,00	-9350,12	-83455,87	-3243,55	-171990,13	-6684,48
3	-9191,88	-9102,64	-9014,27	-8926,75	-8840,08	-5698,87	-48658,75	-1891,15	0,00	0,00
4	-16036,73	-13853,51	-11967,52	0,00	0,00	-6882,19	-53539,57	-2080,84	-21498,77	-835,56
5	-227339,73	0,00	0,00	0,00	0,00	-41957,50	-490022,23	-19044,96	-235200,18	-9141,17
6	-75043,66	-64827,34	-56001,86	0,00	0,00	-32205,13	-250537,74	-9737,27	-100603,20	-3909,99
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-72650,00	-2823,58	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-308794,00	-12001,43	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-78240,00	-3040,84	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-46444,00	-1805,07	0,00	0,00
Summe							-1.530.329 €	-59.477 €	-572.290 €	-22.242 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	1.327	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	3.203 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	-22.242 €
			Gesamtannuität
			78.516 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-8 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-27.846	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-37.128	20	2	2	10		
3	Filter	-9.282	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-18.564	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-304.640	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-86.870	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-72.650		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-308.794		0				
9	Kellerraum Lüftung	-78.240		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-46.444		0				
Summe	€	-990.458 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...+R_W$	$(A_0+A_1+...+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	-24769,55	-22033,00	-19598,77	-17433,49	0,00	-13693,95	-97986,87	-3808,31	-42997,53	-1671,12
2	-30546,43	-25131,56	0,00	0,00	0,00	-9350,12	-83455,87	-3243,55	-171990,13	-6684,48
3	-9191,88	-9102,64	-9014,27	-8926,75	-8840,08	-5698,87	-48658,75	-1891,15	0,00	0,00
4	-16036,73	-13853,51	-11967,52	0,00	0,00	-6882,19	-53539,57	-2080,84	-21498,77	-835,56
5	-227339,73	0,00	0,00	0,00	0,00	-41957,50	-490022,23	-19044,96	-235200,18	-9141,17
6	-75043,66	-64827,34	-56001,86	0,00	0,00	-32205,13	-250537,74	-9737,27	-100603,20	-3909,99
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-72650,00	-2823,58	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-308794,00	-12001,43	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-78240,00	-3040,84	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-46444,00	-1805,07	0,00	0,00
Summe							-1.530.329 €	-59.477 €	-572.290 €	-22.242 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-34	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-107 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	-22.242 €
			Gesamtannuität
			81.826 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603	ba _K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,043	b _V	67,093	ba _V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603	ba _B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603	ba _S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603	ba _{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603	ba _E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	A-8 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Ventilator, radial	-27.846	12	4	1	3		
2	Wärmerückgewinnung	-37.128	20	2	2	10		
3	Filter	-9.282	1	50				
4	Regelung Zentralgerät	-18.564	15	3	1,5	1,5		
5	Kanalnetz	-304.640	30	1	0	2		
6	Regelung inkl. KG 480	-86.870	15	3	1,5	1,5		
7	KG 700 Planung TGA	-72.650		0				
8	Erhöhung Geschosshöhe 20 cm	-308.794		0				
9	Kellerraum Lüftung	-78.240		0				
10	KG 700 Planung Objektplanung	-46.444		0				
Summe	€	-990.458 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	-24769,55	-22033,00	-19598,77	-17433,49	0,00	-13693,95	-97986,87	-3808,31	-42997,53	-1671,12
2	-30546,43	-25131,56	0,00	0,00	0,00	-9350,12	-83455,87	-3243,55	-171990,13	-6684,48
3	-9191,88	-9102,64	-9014,27	-8926,75	-8840,08	-5698,87	-48658,75	-1891,15	0,00	0,00
4	-16036,73	-13853,51	-11967,52	0,00	0,00	-6882,19	-53539,57	-2080,84	-21498,77	-835,56
5	-227339,73	0,00	0,00	0,00	0,00	-41957,50	-490022,23	-19044,96	-235200,18	-9141,17
6	-75043,66	-64827,34	-56001,86	0,00	0,00	-32205,13	-250537,74	-9737,27	-100603,20	-3909,99
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-72650,00	-2823,58	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-308794,00	-12001,43	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-78240,00	-3040,84	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-46444,00	-1805,07	0,00	0,00
Summe							-1.530.329 €	-59.477 €	-572.290 €	-22.242 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	1.097	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	2.861 €
Stromeinsparung 1.764 € Lüftungsanlage			
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	-22.242 €
			Gesamtannuität
			78.859 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor		Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor	
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-2 Luftwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	119.800	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	14.376		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4	Luftwärmepumpe Minderkosten	-2.920	18	2	1	1,5	5	179
5	TGA-Planung Minderkosten	-438		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	140.933 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	81091,38	0,00	0,00	0,00	0,00	45254,70	155636,68	6048,90	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14376,00	558,73	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	-2449,72	-2055,18	0,00	0,00	0,00	-301,94	-7122,96	-276,84	-2818,02	-109,52
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-438,00	-17,02	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							172.567 €	6.707 €	-2.818 €	-110 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-1.009	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.436 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 158 €
		Gesamtannuität
		-4.430 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7		
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r _K	1,02	b _K	38,603
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r _V	1,04	b _V	62,108
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r _B	1,02	b _B	38,603
2,00	sonstige Zahlungen	r _S	1,02	b _S	38,603
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r _{IN}	1,02	b _{IN}	38,603
2,00	Einzahlungen	r _E	1,02	b _E	38,603
					ba _K
					1,500
					ba _V
					2,414
					ba _B
					1,500
					ba _S
					1,500
					ba _{IN}
					1,500
					ba _E
					1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-2 Erdwärmepumpe	A ₀	T _N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	119.800	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	14.376		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4	Erdwärmepumpe Minderkosten	-1.825		0	1	1,5	5	178,50 €
5	Erdsonde Minderkosten	-4.891	50	1	2	1		
6	TGA-Planung Minderkosten	-1.007		0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	136.568 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R _W	A ₀ +A ₁ +...-R _W	(A ₀ +A ₁ +...R _W)*a	f _K *A ₀ *b _{IN}	f _K *A ₀ *ba _{IN}
1	81091,38	0,00	0,00	0,00	0,00	45254,70	155636,68	6048,90	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14376,00	558,73	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1825,00	-70,93	-1761,26	-68,45
5	-3002,93	0,00	0,00	0,00	0,00	-3002,93	-4891,00	-190,09	-5664,21	-220,14
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1007,00	-39,14	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							172.405 €	6.701 €	-7.425 €	-289 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-774	A _{N,V} =A _{V1} *ba _V	-1.863 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A _{IN} und A _B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		A _{N,B} =A _{IN} *ba _{IN} + A _{B1} *ba _B	-21 €
			Gesamtannuität
			-4.811 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-2 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	119.800	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	14.376		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4	Pelletkessel Minderkosten	-2.409	15	3	3	3	15	535,50 €
5	TGA-Planung Minderkosten	-361		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	141.521 €						536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	81091,38	0,00	0,00	0,00	0,00	45254,70	155636,68	6048,90	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14376,00	558,73	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	-2081,04	-1797,73	-1552,99	0,00	0,00	-893,08	-6947,69	-270,03	-5579,67	-216,86
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-361,00	-14,03	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							172.819 €	6.717 €	-5.580 €	-217 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-990	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.390 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 587 €
		Gesamtannuität
		-4.914 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-2 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	119.800	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	14.376		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	144.291 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	81091,38	0,00	0,00	0,00	0,00	45254,70	155636,68	6048,90	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14376,00	558,73	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							180.128 €	7.001 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-659	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-2.069 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	0 €
		Gesamtannuität	
		-4.932 €	

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-2 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	119.800	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	14.376		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	144.291 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	81091,38	0,00	0,00	0,00	0,00	45254,70	155636,68	6048,90	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14376,00	558,73	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							180.128 €	7.001 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-934	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.435 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-4.565 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-3 Luftwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	70.150	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	8.418		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0	1	1,5	5	179
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	88.683 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	47483,81	0,00	0,00	0,00	0,00	26499,31	91134,50	3541,99	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8418,00	327,17	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							109.667 €	4.262 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-558	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.347 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 268 €
		Gesamtannuität
		-3.183 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-3 Erdwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	70.150	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	8.418		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0	1	1,5	5	178,50 €
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	88.683 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	47483,81	0,00	0,00	0,00	0,00	26499,31	91134,50	3541,99	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8418,00	327,17	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							109.667 €	4.262 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-429	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.036 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 268 €
		Gesamtannuität
		-3.495 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-3 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	70.150	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	8.418		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4			15	3	3	3	15	535,50 €
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	88.683 €						536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	47483,81	0,00	0,00	0,00	0,00	26499,31	91134,50	3541,99	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8418,00	327,17	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							109.667 €	4.262 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-548	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.323 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 803 €
		Gesamtannuität
		-3.743 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-3 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	70.150	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	8.418		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	88.683 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	47483,81	0,00	0,00	0,00	0,00	26499,31	91134,50	3541,99	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8418,00	327,17	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							109.667 €	4.262 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-365	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.146 €

Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €

Gesamtannuität	
-3.116 €	

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-3 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	70.150	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	8.418		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	88.683 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	47483,81	0,00	0,00	0,00	0,00	26499,31	91134,50	3541,99	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8418,00	327,17	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							109.667 €	4.262 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-517	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -1.348 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-2.914 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-4 Luftwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	149.584	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	17.950		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4	Luftwärmepumpe Minderkosten	-2.920	18	2	1	1,5	5	179
5	TGA-Planung Minderkosten	-438		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	174.291 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	101251,86	0,00	0,00	0,00	0,00	56505,67	194330,19	7552,74	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17950,00	697,64	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	-2449,72	-2055,18	0,00	0,00	0,00	-301,94	-7122,96	-276,84	-2818,02	-109,52
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-438,00	-17,02	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							214.834 €	8.350 €	-2.818 €	-110 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-1.009	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.436 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 158 €
		Gesamtannuität
		-6.072 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdyna- mischer Annuitäts- faktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-4 Erdwärmepumpe	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	149.584	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	17.950		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4	Erdwärmepumpe Minderkosten	-1.825		0	1	1,5	5	178,50 €
5	Erdsonde Minderkosten	-4.891	50	1	2	1		
6	TGA-Planung Minderkosten	-1.007		0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	169.926 €						179 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	101251,86	0,00	0,00	0,00	0,00	56505,67	194330,19	7552,74	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17950,00	697,64	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1825,00	-70,93	-1761,26	-68,45
5	-3002,93	0,00	0,00	0,00	0,00	-3002,93	-4891,00	-190,09	-5664,21	-220,14
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1007,00	-39,14	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							214.672 €	8.343 €	-7.425 €	-289 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	
€/a	-774	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$	-1.863 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten	
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$	-21 €
Gesamtannuität			-6.454 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,04	b_V	62,108	ba_V	2,414
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-4 Pelletkessel	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	149.584	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	17.950		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4	Pelletkessel Minderkosten	-2.409	15	3	3	3	15	535,50 €
5	TGA-Planung Minderkosten	-361		0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	174.879 €						536 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots-R_W$	$(A_0+A_1+\dots-R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	101251,86	0,00	0,00	0,00	0,00	56505,67	194330,19	7552,74	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17950,00	697,64	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	-2081,04	-1797,73	-1552,99	0,00	0,00	-893,08	-6947,69	-270,03	-5579,67	-216,86
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-361,00	-14,03	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							215.087 €	8.359 €	-5.580 €	-217 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-990	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.390 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 587 €
		Gesamtannuität
		-6.556 €

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067

	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
5,00	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,05	b_V	80,790	ba_V	3,140
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-4 Ergaskessel Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	149.584	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	17.950		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	177.649 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+...-R_W$	$(A_0+A_1+...R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	101251,86	0,00	0,00	0,00	0,00	56505,67	194330,19	7552,74	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17950,00	697,64	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							222.395 €	8.643 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-659	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.069 €

Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €

Gesamtannuität		-6.574 €
-----------------------	--	-----------------

Basiswert Wirtschaftlichkeit VDI 2067							
	Betrachtungszeitraum in a	T	50	Annuitätsfaktor	0,0389		
Zins in %	Stundenkosten Bedienung in €		35,7				
3,00	Aufzinsungsfaktor	q	1,03	Barwertfaktor	Preisdynamischer Annuitätsfaktor		
2,00	Kapitalgebundene Zahlungen	r_K	1,02	b_K	38,603	ba_K	1,500
4,30	bedarfs-(verbrauchs-)geb. Zahlungen	r_V	1,043	b_V	67,093	ba_V	2,608
2,00	betriebsgebundene Zahlungen	r_B	1,02	b_B	38,603	ba_B	1,500
2,00	sonstige Zahlungen	r_S	1,02	b_S	38,603	ba_S	1,500
2,00	Zahlungen für Instandhaltung	r_{IN}	1,02	b_{IN}	38,603	ba_{IN}	1,500
2,00	Einzahlungen	r_E	1,02	b_E	38,603	ba_E	1,500

Komponenten Nr.	Bezeichnung des Bauteils	Investition	Nutzungsdauer in a	Ersatzhäufigkeit	Aufwand für Instandsetzung	Aufwand für Wartung	Aufwand für Bedienung in h pro Jahr	Aufwand Bedienung im 1. Jahr
	B-4 Pelletkessel/Erdg. Bestand	A_0	T_N	n	%	%	h	€
1	Gebäudehülle Mehrkosten	149.584	40	1				
2	Objektplanung Mehrkosten	17.950		0				
3	Passivhausnachweis	10.115		0				
4				0				
5				0				
6				0				
7				0				
8				0				
9				0				
10				0				
Summe	€	177.649 €						0 €

Komponenten Nr.	Barwert der Ersatzinvestition					Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte * a (Annuität)	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	R_W	$A_0+A_1+\dots+R_W$	$(A_0+A_1+\dots+R_W)*a$	$f_K*A_0*b_{IN}$	$f_K*A_0*ba_{IN}$
1	101251,86	0,00	0,00	0,00	0,00	56505,67	194330,19	7552,74	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17950,00	697,64	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10115,00	393,12	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe							222.395 €	8.643 €	0 €	0 €

Bedarf-(verbrauchs-)gebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{V1})		Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten
€/a	-934	$A_{N,V}=A_{V1}*ba_V$ -2.435 €
Betriebsgebundene Zahlungen im ersten Jahr (A_{IN} und A_B)		Annuität der betriebsgebundenen Kosten
€/a		$A_{N,B}=A_{IN}*ba_{IN} + A_{B1}*ba_B$ 0 €
		Gesamtannuität
		-6.208 €

Projekt	23-1048
Seite:	91

3. Anhang – Berechnung Effizienzgebäude-40

Berechnung Effizienzgebäude-40

BEG-Ergebnisse

Ergebnisse	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert	Soll-Wert für Effizienzgebäude 40
spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m ² a)]	37,7	104,3	36 %	40 %
Primärenergiebedarf [kWh/a]	59.399,9	164.240,6	36 %	40 %
mittl. U-Wert Opake Außenbauteile (≥ 19 °C) [W/(m ² K)]	0,18	0,18	100 %	100 %
mittl. U-Wert Transparente Außenbauteile (≥ 19 °C) [W/(m ² K)]	1,0	1,0	100 %	100 %
mittl. U-Wert Vorhangfassaden (≥ 19 °C) [W/(m ² K)]	1,0	1,0	100 %	100 %
mittl. U-Wert Oberlichter, Türen, Tore (≥ 19 °C) [W/(m ² K)]	1,6	1,6	100 %	100 %

Der Effizienzhausstandard "Effizienzgebäude 40" (Neubau) wird erreicht.

Gebäudedaten

Geometrie

Nettovolumen V	4.579,7 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	1.574,7 m ²
Thermische Hüllfläche	2.503,8 m ²
Geschosshöhe [m]	3,84
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 2)	
charakteristische Breite	10,85 m
charakteristische Länge	40,19 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 3)	
charakteristische Breite	14,16 m
charakteristische Länge	32,93 m

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.

Unterer Gebäudeabschluss

Bodenbeschaffenheit	Sand oder Kies
Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m·K)]	2,0 (Standardwert)
Wärmekapazität ρ_c [J/m ³ ·K]	2.000.000 (Standardwert)
mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3,0
Lage Windabschirmung	mittel
Windabschirmfaktor f_w [-]	0,05 (Standardwert)
Einfluss von fließendem Grundwasser berücksichtigen	nein

Gebäudeergebnisse

Gebäude

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	40,46	63.712,39
Trinkwarmwasser	0,00	0,00
Beleuchtung	0,56	879,80
Belüftung	0,00	0,00
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	41,02	64.592,19

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	13,93	21.938,44
Trinkwarmwasser	0,00	0,00
Beleuchtung	1,45	2.281,06
Belüftung	5,58	8.780,43
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	20,96	32.999,94

Jährlicher Endenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	13,93	21.938,44
Trinkwarmwasser	0,00	0,00
Beleuchtung	1,45	2.281,06
Belüftung	5,58	8.780,43
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	20,96	32.999,94

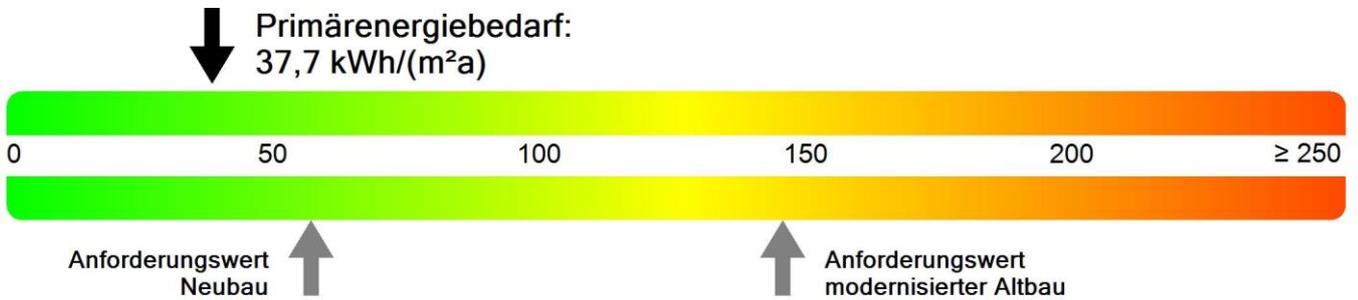
Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	28,77	45.298,6
Korrektur nach GEG §23	-7,81	-12.298,6
Gesamt	20,96	32.999,9

Endenergiebedarf nach Energieträgern (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	28,77	45.298,6
Korrektur nach GEG §23	-7,81	-12.298,6
Gesamt	20,96	32.999,9

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	27,58	43.436,69
Trinkwarmwasser	0,00	0,00
Beleuchtung	10,32	16.255,46
Belüftung	13,87	21.845,28
Kühlung	0,00	0,00
Korrektur für erneuerbaren Strom nach GEG § 23	-14,06	-22.137,55
Gesamt	37,72	59.399,88

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]	37,72	57,36	65,8 % (zulässig)

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
Opake Außenbauteile (>= 19 °C)	0,18	0,28	64,3 %
Transparente Außenbauteile (>= 19 °C)	1,0	1,5	66,7 %
Vorhangfassaden (>= 19 °C)	1,0	1,5	66,7 %



Hinweis:

Die Werte für den End- und Primärenergiebedarf wurden gemäß GEG §23 korrigiert.

Wesentliche Angaben für Anzeigen nach GEG §87

1. Art des Energieausweises	Energiebedarfsausweis
2a. Endenergiebedarf Wärme (heizwertbezogen)	13,7 kWh/(m²a)
2b. Endenergiebedarf Strom	7,3 kWh/(m²a)
3. Wesentliche Energieträger	Strom-Mix

Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Variante "Ausgangsfall".

Nutzung von erneuerbaren Energien für Wärme-/Kälteerzeugung

Maßnahme	Erzeuger	Abschnitt GEG	Anforderung gemäß GEG	durch Maßnahme gedeckter Anteil	Anteil GEG
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien		§ 36	15,00 kW/m²	5,840 kW/m²	38,9 %
Geothermie und Umweltwärme	Wärmepumpe 1	§ 37	50,0 %	98,4 %	196,8 %
Abwärme (Wärmerückgewinnung)	RLT-Einheit 1	§ 42	50,0 %	41,1 %	82,2 %
Maßnahmen zur Einsparung von Energie		§ 45	15,0 %	33,3 %	222,2 %
Gesamt		§ 10 Abs. 2 Nr. 3			540,1 %

Die Anforderungen des GEG zur Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung sind erfüllt

Detaillierte Berechnung

Berechnung des Wärmeenergiebedarfs des Gebäudes:

für Heizung ($Q_{h,outg} + Q_{h^*,outg} + Q_{rv,outg}$)

120.789,2 kWh/a

 gesamter Wärmeenergiebedarf $Q_{outg, GEG}$

120.789,2 kWh/a

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Monat	Stromerzeugung [kWh]	Elektrische Endenergie [kWh]			
		Heizung	Warmwasser	Kühlung	Anrechenbar
Jan.	256	7.396	0	0	256
Feb.	343	5.588	0	0	343
März	845	4.625	0	0	845
Apr.	1.597	2.283	0	0	1.597
Mai	1.887	833	0	0	833
Juni	1.990	392	0	0	392
Juli	1.796	377	0	0	377
Aug.	1.545	435	0	0	435
Sep.	1.070	893	0	0	893
Okt.	672	2.714	0	0	672
Nov.	261	5.039	0	0	261
Dez.	151	6.813	0	0	151
Gesamt	12.413	37.388	0	0	7.055

Jährliche Stromerzeugung	12.413 kWh/a
Strombedarf für Wärme-/Kälteerzeugung	37.388 kWh/a
anrechenbare Erzeugung	7.055 kWh/a
Erfüllung der Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie	38,9 %

Geothermie und Umweltwärme: Wärmepumpe 1

Vom Erzeuger bereit gestellte Wärmeenergie	118.829,5 kWh/a
Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	98,4 %
Anforderung gemäß GEG	50,0 %
Erfüllung der Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie	196,8 %

Abwärme (Wärmerückgewinnung)RLT-Einheit 1

$Q_{outg, EE\ Wärme}$	120.789,2 kWh/a
$Q_{outg, EE\ Wärme, mit\ WRG}$	71.139,3 kWh/a
Differenz	49.649,9 kWh/a
Anteil am gesamten Wärmeenergiebedarf	41,1 %
Anforderung gemäß GEG	50,0 %
Erfüllung der Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie	82,2 %

Maßnahmen zur Einsparung von Energie

	Ist-Wert	Soll-Wert	Unterschreitung	Anforderung	Erfüllungsgrad
--	----------	-----------	-----------------	-------------	----------------

Mittlere U-Werte [W/(m²K)]	Ist-Wert	Soll-Wert	Unterschreitung	Anforderung	Erfüllungsgrad
Opake Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	0,18	0,28	35,7 %	15,0 %	238,0 %
Transparente Außenbauteile ($\geq 19\text{ °C}$)	1,0	1,5	33,3 %	15,0 %	222,0 %
Vorhangfassaden ($\geq 19\text{ °C}$)	1,0	1,5	33,3 %	15,0 %	222,0 %

Unterschreitung der GEG-Anforderungen	33,3 %
Anforderung zur Erfüllung	15,0 %
Erfüllung der Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie	222,2 %

Voraussetzungen:

- Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
- Geothermie und Umweltwärme: Wärmepumpe 1
- Abwärme (Wärmerückgewinnung)RLT-Einheit 1
Die Voraussetzungen nach GEG § 42 (2) und (3) müssen eingehalten werden.
- Maßnahmen zur Einsparung von Energie

Endenergie, Primärenergie und Treibhausgasemissionen

	Endenergie	Primärenergie	Treibhausgasemissionen
ohne Korrektur für regenerative Stromerzeugung	45.299 kWh/a		
Korrektur für regenerative Stromerzeugung	-12.299 kWh/a		
Gebäudeergebnis	33.000 kWh/a	59.400 kWh/a	18.480 kg/a
Einsparung gegenüber 0,75fachem Wert des GEG-Referenzgebäudes	75.126 kWh/a (-69 %)	63.781 kWh/a (-52 %)	11.710 kg/a (-39 %)

Regenerativ erzeugter Strom

Gesamter Strombedarf: 45.299 kWh/a

Gesamte Eigennutzung regenerativ erzeugten Stromes: 12.299 kWh/a

Deckungsanteil am Strombedarf: 27,2 %

Berechnung des PV-Ertrags nach DIN V 18599-9:2018-09: ja

Strom aus erneuerbaren Energien nach GEG § 23

Verrechnungsart nach GEG §23

Stromdirektheizung vorhanden	nein
Energienutzung für Beheizung (Endenergie)	24.131 kWh/a
Stromnutzung für andere Bereiche	21.167 kWh/a
Verrechnungsart der Stromerzeugung	Über monatliche Verrechnung nach GEG §23 Abs. 2

Photovoltaik gemäß GEG und DIN V 18599-9:2018

PV-Anlage 1

Peakleistung P_{pk} [kW]	9,1 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	8,2 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	50,00
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient K_{pk} [kW/m ²]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor f_{perf} [-]	0,75
Ausrichtung	Ost
Winkel	30°

PV-Anlage 2

Peakleistung P_{pk} [kW]	9,1 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	8,2 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m ²]	50,00
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient K_{pk} [kW/m ²]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor f_{perf} [-]	0,75
Ausrichtung	West
Winkel	30°

Monatliche Erträge der Photovoltaikanlagen

Monat	PV-Anlagen [kWh/Monat]
Januar	255,92
Februar	342,60
März	845,45
April	1.596,56
Mai	1.887,42
Juni	1.990,17
Juli	1.796,02
August	1.544,67
September	1.070,27
Oktober	671,79
November	260,93
Dezember	150,81
Gesamt [kWh/Jahr]	12.412,62

Monatliche Verrechnung der Endenergie Strom nach GEG § 23 Abs. 2

Monat	regen. Strom (Endenergie) [kWh/Monat]	Korrekturen der Endenergie [kWh/Monat]					
			Kühlung	Beleuchtung	Warmwasser	Heizung	Lüftung
Januar	255,9	0,0	0,0	255,9	0,0	0,0	0,0
Februar	342,6	0,0	0,0	342,6	0,0	0,0	0,0
März	845,5	0,0	0,0	750,4	0,0	95,0	0,0
April	1.596,6	0,0	0,0	709,2	0,0	887,3	0,0
Mai	1.887,4	0,0	0,0	721,2	0,0	423,2	743,0
Juni	1.990,2	0,0	0,0	695,1	0,0	183,6	997,5
Juli	1.796,0	0,0	0,0	724,1	0,0	124,4	947,6
August	1.544,7	0,0	0,0	735,8	0,0	141,1	667,8
September	1.070,3	0,0	0,0	731,9	0,0	338,4	0,0
Oktober	671,8	0,0	0,0	671,8	0,0	0,0	0,0
November	260,9	0,0	0,0	260,9	0,0	0,0	0,0
Dezember	150,8	0,0	0,0	150,8	0,0	0,0	0,0
Gesamt	12.412,6	0,0	0,0	6.749,7	0,0	2.193,1	3.355,8

Verrechnung des Endenergiebedarfs

	Endenergie- bedarf [kWh/a]	gedeckt durch erneuerbare Energien [kWh/a]	Deckungsanteil
Heizung	24.131,5	2.193,1	9,1 %
Warmwasser	0,0	0,0	0,0 %
Kühlung	0,0	0,0	0,0 %
Beleuchtung	9.030,8	6.749,7	74,7 %
Lüftung	12.136,3	3.355,8	27,7 %
Gesamt	45.298,6	12.298,6	27,2 %

Bautechnik

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

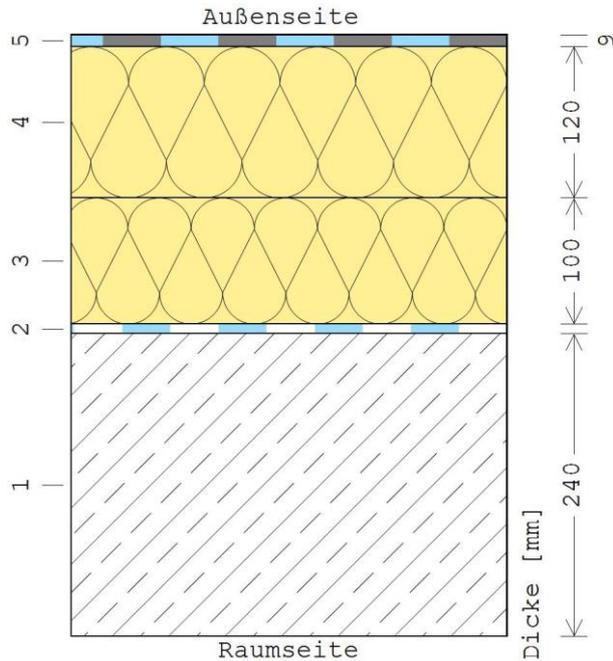
Bauteile

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m ² K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
FD-1: Flachdach	ja	6,50	1,20	
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N	ja	5,30	1,20	
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade O	ja	5,30	1,20	
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S	ja	5,30	1,20	
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W	ja	5,30	1,20	
AW-3: Außenwand Keller zu Erdreich	ja	2,40	1,20	
KrDe-1: Kragdecke	ja	5,02	1,75	
TD-1: Kellerdecke zu unbeheizt	ja	3,29	0,90	Luftraum über Erdreich
TW-1: Trennwand Beton zu unbeheizt (KG)	ja	2,10	1,20	
SO-1: Sohle TRH-Flur	ja	1,62	0,90	gegen Erdreich
AW-6: Außenwand Fahrstuhlunterfahrt	ja	1,70	1,20	
SO-2: Sohle Unterfahrt Aufzug	ja	1,47	0,90	gegen Erdreich
	nicht geprüft	0,30	-	
	nicht geprüft	0,24	-	
	nicht geprüft	0,24	-	

Verwendete Konstruktionen

FD-1: Flachdach

$U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Normalbeton-2300 (1% Stahl) lt. Statik	240	2,300	1,0	2.300	0,104
2	Dampfsperre (sd \geq 1500)	4	0,170	1,0	1.000	0,024
3	Dämmung EPS-035	100	0,035	1,0	20	2,857
4	Dämmung EPS-035	120	0,035	1,0	20	3,429
5	Bitumendachbahnen	9	0,170	1,0	1.100	0,053
	gesamt	473				

Beschreibung:

(4): mittlere Schichtdicke der Gefälledämmung, U-Wert der Konstruktion ist vom Fachunternehmen nachzuweisen (Berechnung nach DIN EN 6946:2018-03 Anhang E)

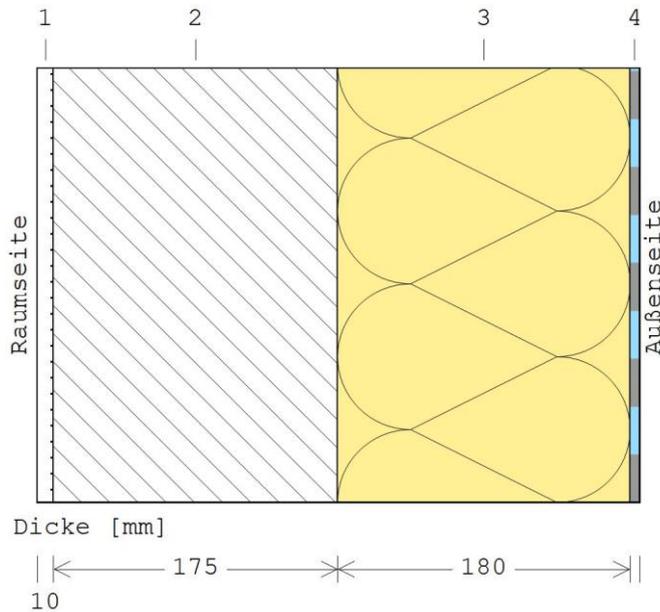
(5): Dachabdichtung nach DIN-Norm; ggf.Dampfdruckausgleichsschicht (z.B. Glasvlies-Lochbahn lose verlegt) entsprechend verwendeter Dämmung

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
FD-1: Flachdach (655,7 m ²)	0,10	0,04	0,15

AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Innenputz	10	0,700	1,0	1.600	0,014
2	Kalksandstein-MW-1800	175	0,990	1,0	1.800	0,177
3	Dämmung MW-035	180	0,035	0,8	20	5,143
4	Fassadenbahn (sd=0,02)	0,2	0,270	0,0	0	0,001
	gesamt	365,2				

Beschreibung:

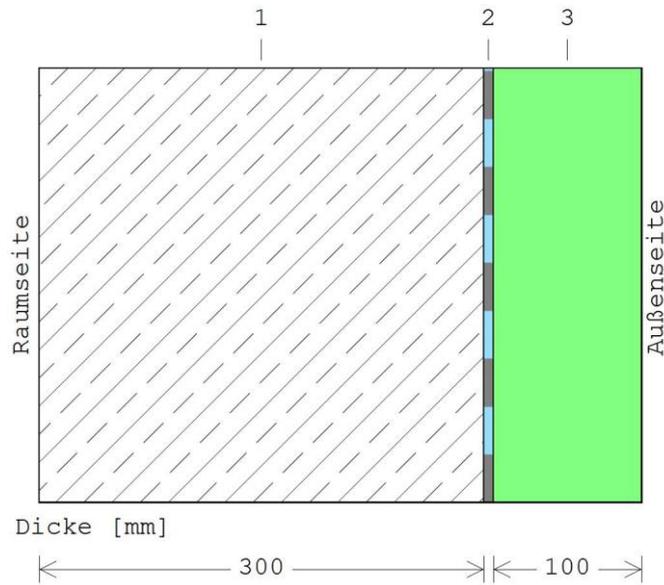
U-Wert-Korrektur Unterkonstruktion 0,062 W/qm*K (entspr. Geb. 1 3. BA);
 Empfehlung: Unterkonstruktion Edelstahl mit Thermstopp und therm. Trennband
 Dämmung z.B. ULTIMATE FSP -031 von ISOVER

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert-Zuschlag [W/(m ² K)]	U-Wert (gesamt) [W/(m ² K)]
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N (152,7 m ²)	0,13	0,04	0,03	0,21
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade O (231,0 m ²)				
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S (168,3 m ²)				
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W (203,7 m ²)				

AW-3: Außenwand Keller zu Erdreich

U = 0,39 W/(m²K)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Normalbeton STB-2400	300	2,100	1,0	2.400	0,143
2	Abdichtung	4	0,170	1,0	1.100	0,024
3	Dämmung XPS-044	100	0,044	1,0	20	2,273
	gesamt	404				

Beschreibung:

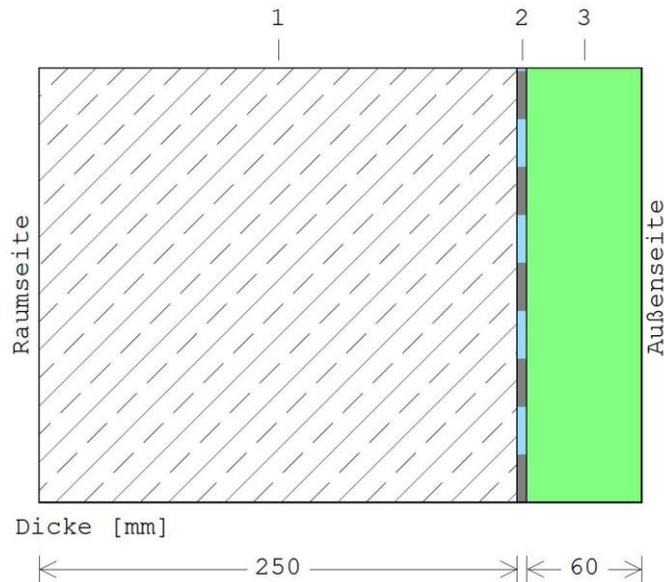
(3): Perimeterdämmung mit Zulassung

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
AW-3: Außenwand Keller zu Erdreich (37,7 m²)	0,13	0,00	0,39

AW-6: Außenwand Fahrstuhlunterfahrt

$U = 0,55 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Normalbeton STB-2400	250	2,100	1,0	2.400	0,119
2	Abdichtung	3	0,170	1,0	1.100	0,018
3	Dämmung XPS-039	60	0,039	1,0	20	1,538
	gesamt	313				

Beschreibung:

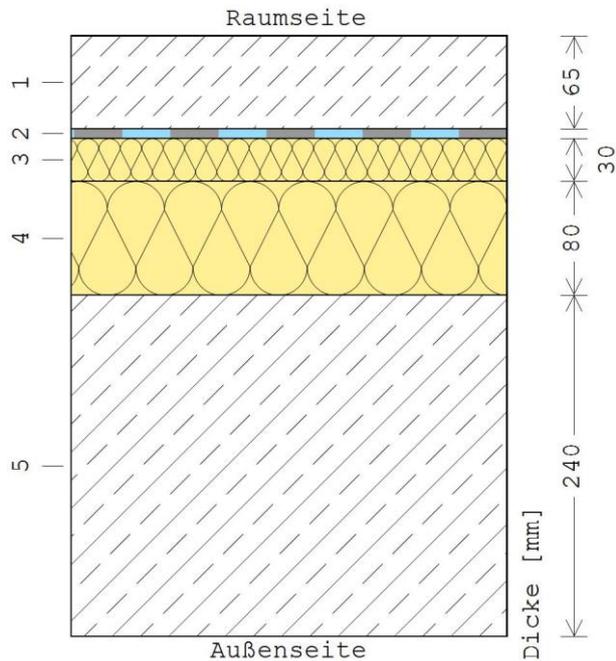
(3): Perimeterdämmung mit Zulassung

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
AW-6: Außenwand Fahrstuhlunterfahrt (14,0 m ²)	0,13	0,00	0,55

TD-1: Kellerdecke zu unbeheizt

$U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



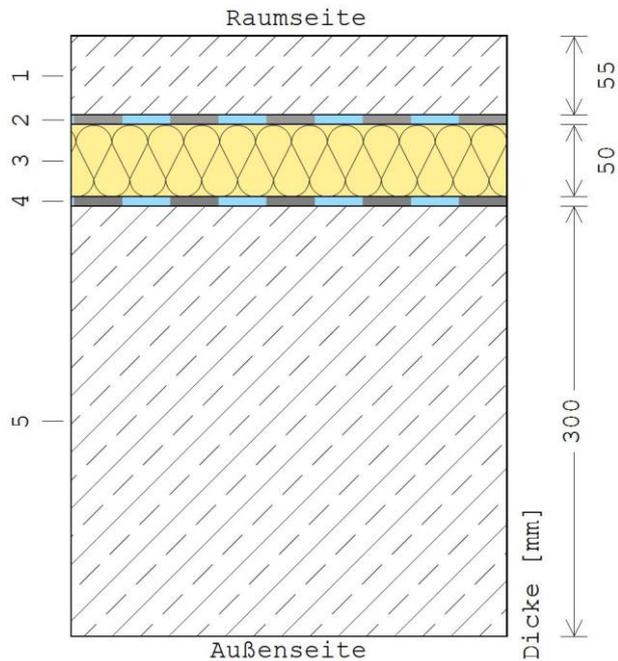
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Zementestrich	65	1,400	1,0	2.000	0,046
2	PE-Folie	0,2	0,200	1,5	1.000	0,001
3	Trittschalldämmung-035	30	0,035	0,8	20	0,857
4	Dämmung EPS-035	80	0,035	1,0	20	2,286
5	Normalbeton-2300 (1% Stahl) lt. Statik	240	2,300	1,0	2.300	0,104
	gesamt	415,2				

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
TD-1: Kellerdecke zu unbeheizt (403,1 m ²)	0,17	0,17	0,28

SO-1: Sohle TRH-Flur

$U = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



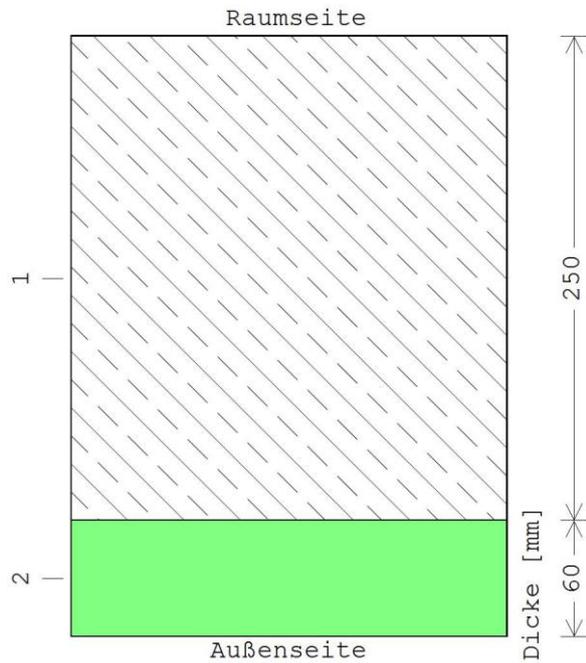
Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Zementestrich	55	1,400	1,0	2.000	0,039
2	PE-Folie	0,2	0,200	1,5	1.000	0,001
3	Dämmung EPS-035	50	0,035	1,0	20	1,429
4	Abdichtung	3	0,170	1,0	1.100	0,018
5	Normalbeton-2300 (1% Stahl) lt. Statik	300	2,300	1,0	2.300	0,130
	gesamt	408,2				

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
SO-1: Sohle TRH-Flur (41,0 m ²)	0,17	0,00	0,56

SO-2: Sohle Unterfahrt Aufzug

U = 0,61 W/(m²K)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Normalbeton-2300 (1% Stahl) lt. Statik	250	2,300	1,0	2.300	0,109
2	Dämmung XPS-044	60	0,044	1,0	20	1,364
	gesamt	310				

Beschreibung:

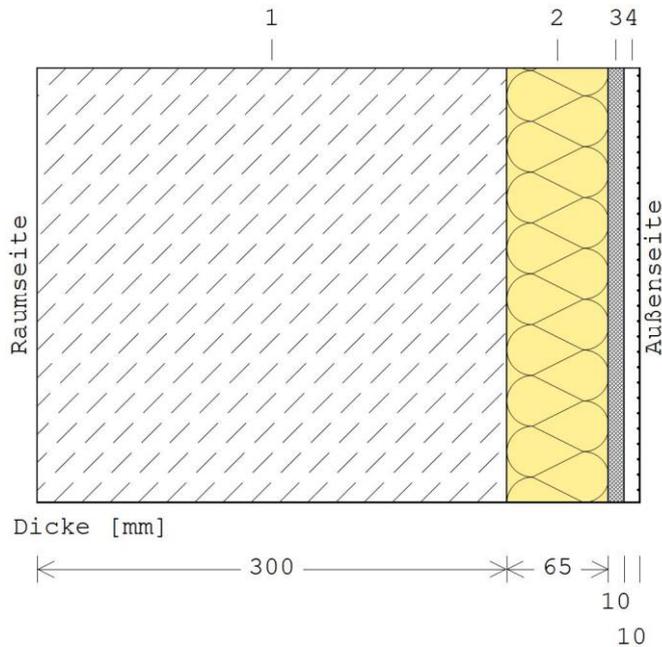
Schicht 3: Perimeterdämmung mit Zulassung

Verwendung

Bauteile	R _{si} [m²K/W]	R _{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
SO-2: Sohle Unterfahrt Aufzug (6,5 m²)	0,17	0,00	0,61

TW-1: Trennwand Beton zu unbeheizt (KG)

U = 0,43 W/(m²K)



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m³]	R [m²K/W]
1	Normalbeton-2300 (1% Stahl)	300	2,300	1,0	2.300	0,130
2	Dämmung MW-035	65	0,035	0,8	20	1,857
3	Dämmung Holzwolle-Platten WW-100	10	0,100	2,1	360	0,100
4	Außenputz	10	1,000	1,0	1.600	0,010
	gesamt	385				

Beschreibung:

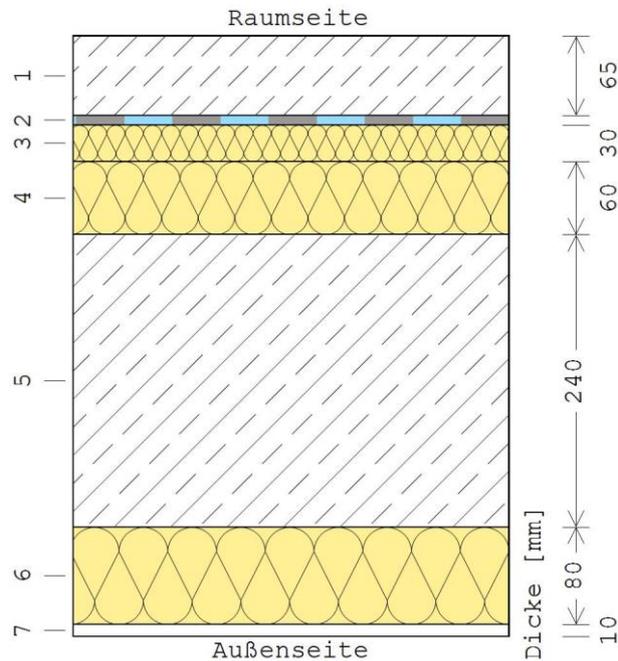
Schicht 2: z.B. ISOVER Topdec 035

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m²K/W]	R_{se} [m²K/W]	U-Wert [W/(m²K)]
TW-1: Trennwand Beton zu unbeheizt (KG) (33,4 m²)	0,13	0,13	0,43

KrDe-1: Kragdecke

$U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Schicht	Material	Dicke [mm]	λ [W/mK]	c [kJ/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	R [m ² K/W]
1	Zementestrich	65	1,400	1,0	2.000	0,046
2	PE-Folie	0,2	0,200	1,5	1.000	0,001
3	Trittschalldämmung-035	30	0,035	0,8	20	0,857
4	Dämmung EPS-035	60	0,035	1,0	20	1,714
5	Normalbeton-2300 (1% Stahl) lt. Statik	240	2,300	1,0	2.300	0,104
6	Dämmung MW-035	80	0,035	0,8	20	2,286
7	Außenputz	10	1,000	1,0	1.600	0,010
	gesamt	485,2				

Verwendung

Bauteile	R_{si} [m ² K/W]	R_{se} [m ² K/W]	U-Wert [W/(m ² K)]
KrDe-1: Kragdecke (204,5 m ²)	0,17	0,04	0,19

Fenstertypen

Fenster (Leichtmetallrahmen)

U _w -Wert [W/(m ² K)]	1,0
g-Wert [-]	0,50
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ_{D65} [-]	0,69

U-Verglasung [W/(m ² K)]	0,60
Sonderverglasung	nein
Beschreibung	U-Wert ist für das Gesamtfenster vom Hersteller nachzuweisen. Der Nachweis kann über das Standardfenstermaß nach DIN EN ISO 10077 geführt werden. Dieser Nachweis gilt für alle Fenster mit gleicher Bauart (Rahmen/Glas). Das Fensterbankanschlussprofil muss berücksichtigt werden.

Verwendung

Bauteil	Fläche
Fenster	240,7 m ²

Pfosten-Riegel-Konstruktion

U _w -Wert [W/(m ² K)]	1,0
g-Wert [-]	0,35
g-Korrektur [-]	0,90
Lichttransmissionsgrad τ _{D65} [-]	0,69
U-Verglasung [W/(m ² K)]	0,60
Sonderverglasung	nein
Beschreibung	U _w -Wert ist nach DIN EN ISO 12631:2018-01 für Pfosten-Riegel-Konstruktionen inkl. Paneel vom Hersteller nachzuweisen.

Verwendung

Bauteil	Fläche
Pfosten-Riegel-Konstruktion	101,2 m ²

Türen

Außentür

U-Wert [W/(m ² K)]	1,6
Gesamtfläche [m ²]	10,3

Verwendung

Bauteil	Fläche
Kellertür-TRH	4,3 m ²
Außentür	6,0 m ²

Bauteilliste

Bauteile

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	Ausrichtung	U-Wert [W/(m ² K)]
FD-1: Flachdach	655,67	655,67	horizontal	0,150
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N	314,77	152,66	Nord	0,210
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade O	236,95	230,95	Ost	0,210
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S	314,77	168,30	Süd	0,210

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	Ausrichtung	U-Wert [W/(m ² K)]
AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W	236,95	203,66	West	0,210
AW-3: Außenwand Keller zu Erdreich	37,72	37,72		0,390
KrDe-1: Kragdecke	204,55	204,55	horizontal	0,190
TD-1: Kellerdecke zu unbeheizt	403,12	403,12	horizontal	0,280
TW-1: Trennwand Beton zu unbeheizt (KG)	37,72	33,41		0,430
SO-1: Sohle TRH-Flur	41,04	41,04	horizontal	0,560
AW-6: Außenwand Fahrstuhlunterfahrt	14,05	14,05		0,550
SO-2: Sohle Unterfahrt Aufzug	6,52	6,52	horizontal	0,610

Fenster

Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
Fenster	240,69	1,0
Pfosten-Riegel-Konstruktion	101,17	1,0

Türen

Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
Kellertür-TRH	4,31	1,60
Außentür	6,00	1,60

Tabellarische Übersicht der Zonen

Zone	Nutzung	Fläche	Konditionierung
Zone 1 - Klassenzimmer	8. Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	764,39 m ²	beheizt (statisch und RLT)
Zone 2 - Lerngruppe	8. Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten)	200,48 m ²	beheizt (statisch und RLT)
Zone 3 - Besprechung	4. Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	79,08 m ²	beheizt (statisch und RLT)
Zone 4 - WC-Sanitär	16. WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	96,68 m ²	beheizt (statisch und RLT)
Zone 5 - Verkehrsflächen	19. Verkehrsfläche	423,53 m ²	beheizt (statisch und RLT)
Zone 6 - Technik	20. Lager, Technik, Archiv	10,58 m ²	beheizt (statisch und RLT)

Zone 1 - Klassenzimmer

Nutzungsprofil

8: Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten) (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	2.237,9
Nettogrundfläche A _{NGF} [m ²]	764,39

Geschosshöhe [m]	3,74
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit $C_{\text{wirk}}/A_{\text{NGF}}$ [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,030
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,09
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C6 - Gassensoren (z. B. CO ₂ , VOC, Mischgas)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(h·m ²)]	2,5
Relative Abwesenheit $RLT_{c|RLT|D}$ [-]	0,25
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $RLT_{F|RLT|D}$ [-]	0,9

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	5.780,7	5.780,7

Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m ²]	764,39 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Maximale Tiefe des Tageslichtbereichs $a_{\text{TL,max}}$ [m]	5,00
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m ²]	363,00

Fläche ohne Tageslicht A_{KTL} [m ²]	401,39
lichte Raumhöhe [m]	3,00 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,827
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{tag} [h]	1400,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	0,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	300,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	0,97 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,25 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	2,0 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	2,0 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	0,9 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{vB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Automatisch
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	tageslichtabhängig ausschaltendes System, manuelles Wiedereinschalten
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S

Zonenergebnisse: Zone 1 - Klassenzimmer

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	21.922,4	28,68
Beleuchtung	319,5	0,42
Gesamt	22.241,9	29,10

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Strom-Mix	21.658,9	28,33
Gesamt	21.658,9	28,33

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	8.549,7	11,19
Beleuchtung	4.871,6	6,37
Lüftung	8.237,5	10,78
Gesamt	21.658,9	28,33

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	15.389,5	20,13
Beleuchtung	8.769,0	11,47
Lüftung	14.827,5	19,40
Gesamt	38.985,9	51,00

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	17.269,15
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	12,48
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	12,48

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	4.230,23
maximale Heizleistung [kW]	15,13
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	8.237,50

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	319,45
--	--------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Zone 2 - Lerngruppe

Nutzungsprofil

8: Klassenzimmer (Schule), Gruppenraum (Kindergarten) (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	580,56
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	200,48
Geschosshöhe [m]	3,70

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,030
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,09
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C6 - Gassensoren (z. B. CO ₂ , VOC, Mischgas)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(hm ²)]	2,5
Relative Abwesenheit RLT c|RLT|D [-]	0,25
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT F|RLT|D [-]	0,9

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	1.516,16	1.516,16

Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m ²]	200,48 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Maximale Tiefe des Tageslichtbereichs a _{TL,max} [m]	5,00
Fläche mit Tageslicht A _{TL} [m ²]	94,20
Fläche ohne Tageslicht A _{kTL} [m ²]	106,28
lichte Raumhöhe [m]	3,00 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor C _{TL,Vers} [-]	0,765
Höhe der Nutzebene h _{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t _{Tag} [h]	1400,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t _{Nacht} [h]	0,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E _m [lx]	300,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k _A [-]	0,97 (Standardwert)
relative Abwesenheit C _A [-]	0,25 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k _{AL} [-]	2,0 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k _{Rl} [-]	2,0 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F _t [-]	0,9 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k _{vB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Automatisch
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	tageslichtabhängig ausschaltendes System, manuelles Wiedereinschalten
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S

Zonenergebnisse: Zone 2 - Lerngruppe

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	8.669,3	43,24
Beleuchtung	86,7	0,43
Gesamt	8.756,0	43,67

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Strom-Mix	6.726,0	33,55
Gesamt	6.726,0	33,55

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	3.244,0	16,18
Beleuchtung	1.321,5	6,59
Lüftung	2.160,5	10,78
Gesamt	6.726,0	33,55

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	5.839,2	29,13
Beleuchtung	2.378,7	11,86
Lüftung	3.888,9	19,40
Gesamt	12.106,8	60,39

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	7.448,85
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	4,73
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	4,73

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	1.109,50
maximale Heizleistung [kW]	3,97
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	2.160,52

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	86,66
--	-------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Zone 3 - Besprechung

Nutzungsprofil

4: Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	232,14
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	79,08

Geschosshöhe [m]	3,75
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,030
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	1,09
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C6 - Gassensoren (z. B. CO ₂ , VOC, Mischgas)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$m^3/(hm^2)$]	2,5
Relative Abwesenheit $RLT_c|RLT|D$ [-]	0,5
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $RLT_F|RLT|D$ [-]	0,5

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	444,81	444,81

Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m^2]	79,08 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Maximale Tiefe des Tageslichtbereichs $a_{TL,max}$ [m]	5,00
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m^2]	49,50
Fläche ohne Tageslicht A_{kTL} [m^2]	29,58
lichte Raumhöhe [m]	3,00 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,771
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{tag} [h]	2543,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	207,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	500,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	0,93 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,5 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	1,25 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	1,25 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{vB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Automatisch
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	tageslichtabhängig ausschaltendes System, manuelles Wiedereinschalten
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N

Zonenergebnisse: Zone 3 - Besprechung

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	2.909,9	36,80
Beleuchtung	131,0	1,66
Gesamt	3.040,9	38,45

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Strom-Mix	3.118,2	39,43
Gesamt	3.118,2	39,43

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	1.109,1	14,03
Beleuchtung	1.375,2	17,39
Lüftung	633,9	8,02
Gesamt	3.118,2	39,43

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	1.996,4	25,25
Beleuchtung	2.475,4	31,30
Lüftung	1.140,9	14,43
Gesamt	5.612,8	70,98

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	2.551,85
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	1,67
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	1,67

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	325,50
maximale Heizleistung [kW]	1,16
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	633,85

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	130,97
--	--------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Zone 4 - WC-Sanitär

Nutzungsprofil

16: WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	284,24
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	96,68

Geschosshöhe [m]	3,75
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,030
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	1,09
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C6 - Gassensoren (z. B. CO ₂ , VOC, Mischgas)
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$m^3/(hm^2)$]	5,0
Relative Abwesenheit $RLT_c|RLT|D$ [-]	0,7
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $RLT_F|RLT|D$ [-]	1,0

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	773,43	773,43

Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m^2]	96,68 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m^2]	35,27
Fläche ohne Tageslicht A_{KTL} [m^2]	61,41
lichte Raumhöhe [m]	3,00 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,869
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{Tag} [h]	2543,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	207,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	200,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,9 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	0,8 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	0,8 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt
Lampenart	Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Automatisch
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	tageslichtabhängig ausschaltendes System, manuelles Wiedereinschalten
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N

Zonenergebnisse: Zone 4 - WC-Sanitär

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	7.239,4	74,88
Beleuchtung	77,3	0,80
Gesamt	7.316,7	75,68

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Strom-Mix	3.952,9	40,89
Gesamt	3.952,9	40,89

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	2.626,8	27,17
Beleuchtung	224,1	2,32
Lüftung	1.102,1	11,40
Gesamt	3.952,9	40,89

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	4.728,2	48,91
Beleuchtung	403,3	4,17
Lüftung	1.983,8	20,52
Gesamt	7.115,3	73,60

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	6.616,84
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	2,51
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	2,51

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	565,98
maximale Heizleistung [kW]	2,02
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	1.102,13

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	77,26
--	-------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Zone 5 - Verkehrsflächen

Nutzungsprofil

19: Verkehrsfläche (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	1.215,77
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	423,53

Geschosshöhe [m]	3,64
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,030
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	1,09
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	0,0	0,0

Unterer Abschluss: Keller

Umfang Bodenplatte [m]	39,99
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
Tiefe des Kellers unter Erdreichoberkante [m]	0,00

Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m^2]	423,53 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Maximale Tiefe des Tageslichtbereichs $a_{TL,max}$ [m]	3,00
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m^2]	141,92
Fläche ohne Tageslicht A_{KTL} [m^2]	281,61
lichte Raumhöhe [m]	2,94 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,784
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,20 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{tag} [h]	2543,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	207,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	100,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,8 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	0,8 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	0,8 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Automatisch
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	tageslichtabhängig ausschaltendes System, manuelles Wiedereinschalten
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fenster – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade O
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade S
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade N
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W
Pfosten-Riegel-Konstruktion – AW-1: Außenwand KS Vorhangfassade W

Zonenergebnisse: Zone 5 - Verkehrsflächen

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	22.231,3	52,49
Beleuchtung	255,0	0,60
Gesamt	22.486,3	53,09

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Strom-Mix	9.512,9	22,46
Gesamt	9.512,9	22,46

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	8.288,9	19,57
Beleuchtung	1.223,9	2,89
Gesamt	9.512,9	22,46

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	14.920,1	35,23
Beleuchtung	2.203,1	5,20
Gesamt	17.123,2	40,43

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	22.231,31
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	9,15
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	9,15

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	0,00
maximale Heizleistung [kW]	0,00
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	0,00

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	254,98
--	--------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Zone 6 - Technik

Nutzungsprofil

20: Lager, Technik, Archiv (Standardprofil)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	29,07
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	10,58
Geschosshöhe [m]	3,37

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,030
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie I - Dichtheitsprüfung nach Fertigstellung
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	1,09
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	ja

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	1,59	1,59

Unterer Abschluss: Keller

Umfang Bodenplatte [m]	1,98
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
Tiefe des Kellers unter Erdreichoberkante [m]	0,00

Beleuchtungsbereich 1: Bereich 1

Fläche [m ²]	10,58 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m ²]	0,00
Fläche ohne Tageslicht A_{KTL} [m ²]	10,58
lichte Raumhöhe [m]	2,78 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,000
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{Tag} [h]	2543,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	207,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	100,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,98 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	1,5 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	1,5 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB} [-]	2,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	Leuchtstofflampe stabförmig mit EVG

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Automatisch
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Zonenergebnisse: Zone 6 - Technik

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	740,0	69,94
Beleuchtung	10,5	0,99
Gesamt	750,5	70,93

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Strom-Mix	329,7	31,16
Gesamt	329,7	31,16

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	313,0	29,58
Beleuchtung	14,5	1,37
Lüftung	2,3	0,21
Gesamt	329,7	31,16

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	563,4	53,24
Beleuchtung	26,0	2,46
Lüftung	4,1	0,38
Gesamt	593,4	56,08

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	738,77
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	0,24
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	0,24

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	1,16
maximale Heizleistung [kW]	0,00
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	2,26

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	10,48
--	-------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Anlagentechnik

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Wärmeerzeugereinheit 1

Anzahl Erzeuger	1
Anzahl Speicher	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Wärmepumpe 1

Erzeuger	Wärmepumpe
Baujahr	2023
Energieträger	Strom-Mix

Details

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	40,0/33,0
Nennleistung [kW]	57,89 (Standardwert)
Der Standardwert für die Nennleistung der Wärmepumpe wurde nach einer gemeinsamen Empfehlung der 18599 Gütegemeinschaft berechnet, als das 1,1-fache der max. Heizleistung. Bei der Bauausführung muss die tatsächliche Nennleistung dann mindestens diesem Wert entsprechen.	
Antrieb	elektrisch angetrieben
Art der Wärmepumpe (Quelle-Senke)	Luft-Wasser
Wärmepumpensondertarif	nein
Leistungsbedarf des Sekundärkreises [kW]	0,07 (Standardwert)
Druckabfall der Sekundärseite [kPa]	10,0
Volumenstrom auf der Sekundärseite [m³/h]	7,2 (Standardwert)
Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung [K]	5,0 (Standardwert)
Spreizung unter mittleren Betriebsbedingungen	5 K (Standardwert)
Regelbarkeit	Stetig geregelt
bivalente Betriebsweise	Heizung
bivalente Betriebsweise Heizung	Teilparallelbetrieb
integrierter Zusatzheizer	Heizung
Einsatzgrenze (Abschalttemperatur) der Wärmepumpe [°C]	-10,0
Bivalenztemperatur [°C]	-6,0
Heizgrenztemperatur [°C]	10 (berechnet)
maximale Vorlauftemperatur der Wärmepumpe [°C]	55
Art des Wärmeverteilsystems	Flächenheizung
Eigenschaft Flächenheizung	schwer
Abstand der Rohre [cm]	25,0
integrierter Speicher	keiner
Wärmequelle Außenluft	
Standardwerte für Wärmepumpenparameter	ja

2. Pufferspeicher Wärmepumpe

Baujahr	2023
Aufstellung des Speichers	stehend
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

separate Umwälzpumpe	ja
Speicher-Nenninhalt [l]	554,6 (Standardwert)
Bereitschafts-Wärmeverlust [kWh/d]	3,70 (Standardwert)
Nennleistungsaufnahme der Pumpe [W]	87,2 (Standardwert)

Speicher und Wärmeerzeuger befinden sich im selben Raum

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
Zu deckender Nutzenergiebedarf	56.856,77	6.855,61	–	–
+ Verluste durch Speicherung	677,71	86,26	103,31	12,46
+ Verluste durch Verteilung	695,72	204,36	2.080,04	19,08
+ Verluste durch Übergabe	5.762,85	0,00	70,08	0,00
= erforderliche Erzeugernutzenergie	63.424,01	7.644,75	–	–
– regenerativer Anteil	44.182,50	5.318,53	–	–
+ Verluste durch Erzeugung	0,00	0,00	248,92	29,88
= Endenergiebedarf	19.241,51	2.326,22	2.502,35	61,41

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 1	98,72
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	1,28

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab): $SPF_{gen,t,a} = 3,26$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 3,26$

Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen

RLT-Einheit 1

Betriebsweise	Heizfunktion
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Vor-/Rücklauftemperatur Heizkreis [°C]	40,0/33,0

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Temperaturänderungsgrad η_i [-]	0,75 (direkte Eingabe)

Wärmeerzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Wärmeerzeugereinheit 1	1,00

Anbindung Wärme

Verteilung

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
--------------------	--------------

Rohrabschnitt 1: Abschnitt 1

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	20,00
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	24,36 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	konstante Druckdifferenz
maximale Rohrleitungslänge [m]	0,00
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,0 (Standardwert)

Ergebnisse Heizregister

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Nutzwärme	6.232,38	–
Verluste durch Verteilung	0,00	–
Verluste durch Übergabe	623,24	–

Anbindung Wärme

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	204,36	19,08
Verluste durch Übergabe	0,00	0,00

Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung

Heizkreis 1

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Wärmeerzeugereinheit 1	1,00

Verteilung 1: Verteilung 1

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	Abgleich statisch je Heizkörper, Gruppenabgleich statisch (z. B. Strangreguliertventil), max. 8 Heizkörper pro Regler.
mehr als 10 Heizkörper	ja
Vorlaufemperaturadaption Abgleich	keine Vorlaufemperaturadaption
Rücklaufemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 2: Schulen, Veranstaltungshallen, Flughafenhallen, OP-Gebäude, Laborgebäude, Rechenzentrum, Bibliothek, Museum, Theater, Hörsaal
Netztyp	Typ IIb: Etagenverteiltertyp Fußbodenheizung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	1.574,74

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	116,71 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen beheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	20,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	29,97 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	0,00 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	317,26 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)

Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	134,27 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

Übergabe 1: Übergabe 1

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit Mindestdämmung nach DIN EN 1264
Art der Regelung	Zweipunktregler/P-Regler
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	eigenständig
intermittierende Betriebsweise	ja
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	80
Art des Stellantriebs der elektronischen Regelung	elektromotorisch
elektrische Nennleistungsaufnahme der Regelung mit Hilfsenergie [W]	0,1 (Standardwert)
Anzahl Ventilatoren/Gebälse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 6 - Technik	1,00
Zone 3 - Besprechung	1,00
Zone 2 - Lerngruppe	1,00
Zone 4 - WC-Sanitär	1,00
Zone 5 - Verkehrsflächen	1,00
Zone 1 - Klassenzimmer	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	695,72	2.080,04
Verluste durch Übergabe	5.762,85	70,08

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft

RLT-Luftsystem 1

Betriebsweise	Heizfunktion
Luftkanaloberfläche außerhalb der thermischen Hülle $A_{K,A}$ [m ²]	0,00

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
RLT-Einheit 1	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Zone 6 - Technik	1,00	0,90 (Standardwert)	
Zone 3 - Besprechung	1,00	0,90 (Standardwert)	
Zone 2 - Lerngruppe	1,00	0,90 (Standardwert)	
Zone 4 - WC-Sanitär	1,00	0,90 (Standardwert)	
Zone 5 - Verkehrsflächen	1,00	0,90 (Standardwert)	
Zone 1 - Klassenzimmer	1,00	0,90 (Standardwert)	

Ergebnisse

	Energie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung (Wärme)</i>	0,00
<i>Verluste durch Übergabe (Wärme)</i>	623,24

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Referenzgebäude

Gebäudeergebnisse

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	61,09	96.199,16
Trinkwarmwasser	0,00	0,00
Beleuchtung	2,69	4.229,33
Belüftung	0,00	0,00
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	63,77	100.428,48

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	75,39	118.720,30
Trinkwarmwasser	0,00	0,00
Beleuchtung	5,93	9.340,46
Belüftung	10,23	16.107,63
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	91,55	144.168,39

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Erdgas	74,78	117.752,1
Strom-Mix	16,77	26.416,3
Gesamt	91,55	144.168,4

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	75,21	118.434,01
Trinkwarmwasser	0,00	0,00
Beleuchtung	10,68	16.812,83
Belüftung	18,41	28.993,73
Kühlung	0,00	0,00
Gesamt	104,30	164.240,56

Projekt	23-1048
Seite:	137

4. Anhang – Berechnung Variante A-1 im PHPP

<div style="border: 1px dashed gray; height: 100px; margin-bottom: 10px;">Foto oder Zeichnung</div> <p>Architektur:</p> <p>Straße: _____</p> <p>PLZ/Ort: _____</p> <p>Provinz/Land: _____</p> <p>Energieberatung:</p> <p>Straße: _____</p> <p>PLZ/Ort: _____</p> <p>Provinz/Land: _____</p> <p>Baujahr: <input type="text" value="2023"/> Innentemperatur Winter [°C]: <input type="text" value="20,0"/> Innentemp. Sommer [°C]: <input type="text" value="25,0"/></p> <p>Anzahl WE: <input type="text" value="1"/> Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]: <input type="text" value="3,2"/> IWQ Sommer [W/m²]: <input type="text" value="3,0"/></p> <p>Personenzahl: <input type="text" value="330,0"/> spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]: <input type="text" value="172"/> Mechanische Kühlung: <input type="text"/></p>	<p>Objekt: <input type="text" value="Varainte A-1"/></p> <p>Straße: _____</p> <p>PLZ/Ort: _____</p> <p>Provinz/Land: <input type="text" value="DE-Deutschland"/></p> <p>Objekt-Typ: _____</p> <p>Klimadatensatz: <input type="text" value="DE1005a-Essen"/></p> <p>Klimazone: <input type="text" value="3: Kühl-gemäßigt"/> Standorthöhe: _____</p> <p>Bauherrschaft: <input type="text" value="Stadt Gütersloh"/></p> <p>Straße: _____</p> <p>PLZ/Ort: _____</p> <p>Provinz/Land: _____</p> <p>Haustechnik:</p> <p>Straße: _____</p> <p>PLZ/Ort: _____</p> <p>Provinz/Land: _____</p> <p>Zertifizierung:</p> <p>Straße: _____</p> <p>PLZ/Ort: _____</p> <p>Provinz/Land: _____</p>
---	--

Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr						
				alternative		Erfüllt? ²
				Kriterien	Kriterien	
Heizen	Energiebezugsfläche m ²	<input type="text" value="1333,4"/>				
	Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	<input type="text" value="20,9"/>	≤	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="nein"/>
	Heizlast W/m ²	<input type="text" value="13"/>	≤	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="nein"/>
Kühlen	Kühl- + Entfeuchtungsbedarf kWh/(m ² a)	<input type="text" value="-"/>	≤	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>
	Übertemperaturhäufigkeit (> 25 °C) %	<input type="text" value="0"/>	≤	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="ja"/>
	Häufigkeit überhörter Feuchte (> 12 g/kg) %	<input type="text" value="7"/>	≤	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="ja"/>
Luftdichtheit	Drucktest-Luftwechsel n ₅₀ 1/h	<input type="text" value="0,6"/>	≤	<input type="text" value="0,6"/>	<input type="text" value="0,6"/>	<input type="text" value="ja"/>
Nicht erneuerbare Primärenergie (PE)	PE-Bedarf kWh/(m ² a)	<input type="text" value="41"/>	≤	<input type="text" value="95"/>	<input type="text" value="95"/>	<input type="text" value="ja"/>
Erneuerbare Primärenergie (PER)	PER-Bedarf kWh/(m ² a)	<input type="text" value="30"/>	≤	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>
	Erzeugung erneuerb. Energie (Bezug auf überbaute Fläche) kWh/(m ² a)	<input type="text" value="0"/>	≥	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>

Ich bestätige, dass die angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit dem PHPP liegen diesem Nachweis bei.

Passivhaus Classic?

Funktion Vorname Nachname

Zertifikats-ID Ausgestellt am Ort

Unterschrift _____

U-Werte der Bauteile

Varainte A-1 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 20,9 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 29,6 kWh/(m²a)

Sonderfälle u. Nebenrechnungen rechts einblenden ->

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Flachdach						01ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		1-Dach		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		1-Außenluft		U-Wert-Zuschlag [W/(m ² K)]			
Teilfläche 1	l [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Stahbetondecke	2,300					240	
Dampfsperre	0,170					4	
Dämmung EPS-035 i.M.	0,035					220	
Abdichtung 2-lagig	0,170					9	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	47,3
innen R _{si}	0,10	m ² K/W
außen R _{se}	0,04	m ² K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,151

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Außenwand						02ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		2-Wand		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		1-Außenluft		U-Wert-Zuschlag [W/(m ² K)]		0,020	
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Innenputz	0,700					10	
Kalksandstein 1800	0,990					175	
Mineralwollgedämmung vlieskaschiert	0,035					180	
Vorhangfassade							
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	36,5
innen R _{si}	0,13	m ² K/W
außen R _{se}	0,04	m ² K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,202

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Kragdecke zu Außenluft unterhalb						03ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		1-Außenluft		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Zementestrich	1,400					65	
PE-Folie	0,200					0	
Trittschalldämmung EPS	0,035					30	
Dämmung EPS	0,035					60	
Stahlbeton	2,300					220	
Mineralwolle	0,035					80	
Putz	1,000					10	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	46,5
innen R _{si}	0,17	m²K/W
außen R _{se}	0,04	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,192

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Kellerdecke						04ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		3-belüftet		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Zementestrich	1,400					65	
PE-Folie	0,200					0	
Trittschalldämmung EPS	0,035					30	
Dämmung EPS	0,035					80	
Stahlbeton	2,300					240	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	41,5
innen R _{si}	0,17	m²K/W
außen R _{se}	0,17	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,275

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
KG-Trennwand zu unbeheizt						05ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})			2-Wand		Innendämmung?		
Angrenzend an (oder R _{se})			3-belüftet		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]		
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					300	
Mineralwolle (als Mehrschichtplatte)	0,035					65	
Holzwoleplatte	0,100					10	
ggfls. Putz							
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	37,5
innen R _{si}	0,13	m²K/W
außen R _{se}	0,13	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,426

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
KG-Außenwand gegen Erdreich - TRH						06ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})			3-Boden		Innendämmung?		
Angrenzend an (oder R _{se})			2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]		
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					300	
Abdichtung	0,170					4	
Perimeterdämmung	0,044					100	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	40,4
innen R _{si}	0,17	m²K/W
außen R _{se}	0,00	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,385

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Sohle-KG-TRH						07ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R_{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R_{se})		2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag $[W/(m^2K)]$			
Teilfläche 1	λ $[W/(mK)]$	Teilfläche 2 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Teilfläche 3 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Dicke [mm]	
Zementestrich	1,400					55	
PE-Folie	0,200					0	
Dämmung EPS	0,035					50	
Abdichtung	0,170					3	
Stahlbeton	2,300					300	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	40,8
innen R_{si}	0,17	m^2K/W
außen R_{se}	0,00	m^2K/W
	U-Wert $[W/(m^2K)]$:	0,560

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Außenwand Fahrstuhl Unterfahrt						08ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R_{si})		2-Wand		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R_{se})		2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag $[W/(m^2K)]$			
Teilfläche 1	λ $[W/(mK)]$	Teilfläche 2 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Teilfläche 3 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					250	
Perimeterdämmung	0,044					60	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	31,0
innen R_{si}	0,13	m^2K/W
außen R_{se}	0,00	m^2K/W
	U-Wert $[W/(m^2K)]$:	0,624

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Sohle Fahrstuhl Unterfahrt						09ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R_{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R_{se})		2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag [$W/(m^2K)$]			
Teilfläche 1	λ [$W/(mK)$]	Teilfläche 2 (optional)	λ [$W/(mK)$]	Teilfläche 3 (optional)	λ [$W/(mK)$]	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					250	
Perimeterdämmung	0,044					60	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände		Gesamtdicke [cm]:	31,0
innen R_{si}	0,17 m ² K/W		
außen R_{se}	0,00 m ² K/W	U-Wert [$W/(m^2K)$]:	0,609

Flächenermittlung

Varainte A-1 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 20,9 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 29,6 kWh/(m²a)

Zusammenstellung				U-Mittelwert	Strahlungsge- winn Heizperiode	Strahlungs- last Kühlperiode
Temp.- zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.	[W/(m²K)]	[kWh/a]	[kWh/a]
	1333,43	Energiebezugsfläche	1		7 Monate	2 Monate
A	166,12	Fenster Nord	2	0,949	3437	2525
A	6,00	Fenster Ost	3	0,990	27	65
A	134,90	Fenster Süd	4	0,987	12730	2577
A	30,98	Fenster West	5	0,920	1424	862
A	0,00	Fenster horizontal	6			
A	0,00	Außentür	7			
A	812,15	Außenwand Außenluft	8	0,202	-108	172
B	85,18	Außenwand Erdreich/Keller	9	0,497		
A	860,22	Dach/Decken Außenluft	10	0,161	-1051	-89
B	450,68	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,306		
	0,00		12			
	0,00		13			
	0,00		14			
	Wärmebrücken, Länge [m]			Ψ [W/(mK)]		
A	0,00	Wärmebrücken Außenluft	15			
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	230,79	Wärmebrücken BP/KD	17	0,150		
	Bauteile zum Nachbarn, [m²]			[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
	Flächensumme therm. Hülle [m²]			[W/(m²K)]		
	2546,21	U-Mittelwert thermische Hülle:		0,331		

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo- ne	Heizwärme- bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühllast	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

zur Bauteilliste

Flächeneingabe											Bauteilauswahl		Eingaben für Strahlungsbilanz									
Fläche Nr.	Bauteil Bezeichnung	Zuordnung zu Gruppe	An- zahl	x (	a [m]	x	b [m]	+	eigene Ermittlung [m²]	- eigener Abzug [m²]	- Abzug Fenster [m²]	) =	Fläche [m²]	Auswahl Bauteilaufbau / Bausystem	U-Wert [W/(m²K)]	Abweichung zur Nord- richtung	Neigung gegen die Horizontale	Orien- tierung	Abminde- rungs- faktor Verschattung	Absorp- tion außen	Emis- sivität außen
	Überbaute Fläche	0-Überbaute Fläche	1	x (655,67	x	1,00	+		-)	=	655,7	2-Sortierung: NACH ID								
	Energiebezugsfläche	1-Energiebezugsfläche		x (x		+		-)	=	0,0									
	Außentür		1	x (2,50	x	3,00	+		-) -	=	7,5	Außentür	1,60						0,20	0,90
1	Flachdach	10-Dach/Decken Außenluft	1	x (	655,67	x	1,00	+		-	) -	=	655,7	01ud-Flachdach	0,151	0	0	Hor	1,00	0,20	0,90
2	Außenwand Nord	8-Außenwand Außenluft	1	x (	328,54	x	1,00	+		-	) -	=	162,4	02ud-Außenwand	0,202	339	90	Nord	0,70	0,40	0,81
3	Außenwand Ost	8-Außenwand Außenluft	1	x (	246,52	x	1,00	+		-	) -	=	240,5	02ud-Außenwand	0,202	69	90	Ost	0,70	0,40	0,81
4	Außenwand Süd	8-Außenwand Außenluft	1	x (	328,54	x	1,00	+		-	) -	=	134,9	02ud-Außenwand	0,202	159	90	Süd	0,70	0,40	0,81
5	Außenwand West	8-Außenwand Außenluft	1	x (	246,52	x	1,00	+		-	) -	=	31,0	02ud-Außenwand	0,202	249	90	West	0,70	0,40	0,81
6	Kragdecken	10-Dach/Decken Außenluft	1	x (	204,55	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	03ud-Kragdecke zu Außenluft unterhalb	0,192	0	0	Hor	0,00	0,60	0,90
7	Kellerdecke	11-Bodenplatte/Kellerdecke	1	x (	403,12	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	04ud-Kellerdecke	0,275						
8	Trennwand-KG zu unbeh.	9-Außenwand Erdreich/Keller	1	x (	33,41	x	1,00	+	4,12	-	) -	=	0,0	05ud-KG-Trennwand zu unbeheizt	0,426						
9	Außenwand-KG zu Erd. TRH	9-Außenwand Erdreich/Keller	1	x (	37,72	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	06ud-KG-Außenwand gegen Erdreich - TRH	0,385						
10	Sohle-KG-TRH	11-Bodenplatte/Kellerdecke	1	x (	41,04	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	07ud-Sohle-KG-TRH	0,560						
11	Außenwand Fahrstuhlunterfahrt	9-Außenwand Erdreich/Keller	1	x (	14,05	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	08ud-Außenwand Fahrstuhl Unterfahrt	0,624						
12	Sohle Fahrstuhlunterfahrt	11-Bodenplatte/Kellerdecke	1	x (	6,52	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	09ud-Sohle Fahrstuhl Unterfahrt	0,609						
13	Kellertür	9-Außenwand Erdreich/Keller	2	x (	0,98	x	2,10	+		-	) -	=	0,0	09ud-Sohle Fahrstuhl Unterfahrt	1,600						
14				x (		x		+		-	) -	=	0,0								

15			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
16	Treppenhaus	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (12,41	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,4								
17	Windfang	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (17,58	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	10,5								
18	Flur EG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (52,25	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	31,4								
19	Klasse 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (68,39	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	68,4								
20	Klasse 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,31	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,3								
21	Klasse 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (68,39	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	68,4								
22	Besprechung 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (27,74	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	27,7								
23	Lehrer-WC 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (3,96	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,0								
24	Vorraum 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (3,14	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	3,1								
25	WCs	1-Energiebezugsfläche	1	x (28,26	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	28,3								
26	TRH KG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (8,15	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,9								
27	A-Technik KG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (3,07	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	1,8								
28			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
29			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
30			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
31	Treppenhaus	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (13,02	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,8								
32	Flur 1. OG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (92,36	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	55,4								
33	Klasse 04	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,84	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,8								
34	Klasse 05	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,65	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,7								
35	Klasse 06	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,64	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,6								
36	Klasse 07	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,89	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,9								
37	Besprechung 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,44	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,4								
38	Lerngruppe 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (50,32	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	50,3								
39	Lerngruppe 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (42,40	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	42,4								
40	Lehrer-WC 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (4,63	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,6								
41	Vorraum 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (30,80	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	30,8								
42	WC-Mädchen	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,27	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,3								
43	Beh.-WC	1-Energiebezugsfläche	1	x (7,24	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,2								
44	2. Obergeschoss		x (	x	+	-	) -	0,0	=										
45	Treppenhaus	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (13,02	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,8								
46	Flur 2. OG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (92,36	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	55,4								
47	Klasse 08	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,88	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,9								
48	Klasse 09	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,65	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,7								
49	Klasse 10	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,64	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,6								
50	Klasse 11	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,89	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,9								
51	Besprechung 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,44	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,4								
52	Lerngruppe 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (58,71	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	58,7								
53	Lerngruppe 04	1-Energiebezugsfläche	1	x (42,40	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	42,4								
54	Lehrer-WC 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (4,63	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,6								
55	Vorraum 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (3,08	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	3,1								
56	WC-Jungen	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,27	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,3								
57			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
58			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
59			x (	x	+	-	) -	0,0	=										

[zur Wärmebrückenliste](#)

[Sortierung ändern](#)

Wärmebrückeneingabe

Nr.	Wärmebrücken - Bezeichnung	Gruppe Nr.	Anzahl	x (	Länge [m]	-	Abzug Länge [m]	)=	Länge l [m]	Eigene Angabe Ψ-Wert [W/(mK)]	Eigene Angabe f _{Rsi=0,25} (optional)	oder	Auswahl Bausystem	Ψ-Wert [W/(mK)]	f _{Rsi} -Wert Bewertung
	Innenliegende Fallrohre	15-Wärmebrücken Außenluft		x	0,00			=	0,00						
1	Außenwand - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	89,00	-		)=	89,00	0,088			oder	0,088	
2	Innenwände - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	71,72	-		)=	71,72	0,183			oder	0,183	
3	Innenwände - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	18,67	-		)=	18,67	0,144			oder	0,144	
4	Außenwand KG - Sohle TRH	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	13,68	-	1,96	)=	11,72	0,363			oder	0,363	
5	Trennwand KG - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	13,68	-		)=	13,68	0,319			oder	0,319	
6	Trennwand KG - Sohle Keller	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	13,68	-		)=	13,68	0,090			oder	0,090	
7	Kellertüren	17-Wärmebrücken BP/KD	2	x (	6,16	-		)=	12,32	0,100			oder	0,100	
8				x (		-		)=					oder		
9				x (		-		)=					oder		

Wärmeverluste durch das Erdreich

Gebäudeteil 1

Eigenschaften des Erdreichs			
Wärmeleitfähigkeit	λ	2,0	W/(mK)
Wärmekapazität	ρC	2,0	MJ/(m ³ K)
periodische Eindringtiefe	δ	3,17	m

Klimadaten			
mittl. Innentemperatur Winter	θ_i	20,0	°C
mittl. Innentemperatur Sommer	θ_i	25,0	°C
mittl. Erdoberflächentemp.	$\theta_{e,m}$	11,3	°C
Amplitude von $\theta_{e,m}$	$\theta_{e,\Delta}$	7,8	°C
Phasenverschiebung von θ_e	τ	1,1	Monate
Länge der Heizperiode	n	6,6	Monate
Heizgradstunden außen	G _i	69,9	kKh/a

Gebäudedaten			
Fläche Bodenplatte o. Kellerdecke	A	450,7	m ²
Perimeterlänge	P	54,0	m
charakt. Bodenplattenmaß	B'	16,69	m
U-Wert Bodenplatte o. Kellerdecke	U _f	0,306	W/(m ² K)
Wärmebrücken BP o Kellerdecke	$\Psi_{B'}^*$	34,73	W/K

Art der Bodenplatte (nur ein Feld ankreuzen)

Bodenplatte auf Erdreich							
Breite/Tiefe Randdämmung	D		m	Lage Randdämmung	waagrecht		
Dicke Randdämmung	d _n		m	(ankreuzen)	senkrecht	x	
Wärmeleitfähigkeit Randdämmung	λ_n		W/(mK)				
Fläche Innenwand gegen beheizt	A _{wl}		m ²	U Innenwand gegen beheizt	U _{wl}		W/(m ² K)
Beheizter Keller oder Bodenplatte ganz / teilweise im Erdreich							
Fläche Kellerwand unterirdisch	A _{wK}		m ²	U Kellerwand unterirdisch	U _{wK}		W/(m ² K)
x Unbeheizter Keller							
Fläche Kellerwand oberirdisch	A _w		m ²	U Kellerwand oberirdisch	U _w		W/(m ² K)
Fläche Kellerwand unterirdisch	A _{wK}	202,96	m ²	U Kellerwand unterirdisch	U _{wK}	3,840	W/(m ² K)
Fläche Innenwand gegen beheizt	A _{wl}	85,18	m ²	U Innenwand gegen beheizt	U _{wl}	0,497	W/(m ² K)
Luftwechsel im unbeh. Keller	n	0,30	h ⁻¹	U-Wert Kellerboden	U _{ik}	3,290	W/(m ² K)
Luftvolumen Keller	V	945	m ³				
Aufgeständerte Bodenplatte über belüftetem Hohlraum (höchstens 0,5 m unter OK Erdreich)							
U-Wert Hohlraumboden	U _{Hohl}		W/(m ² K)	Fläche Lüftungsöffnungen	ϵP		m ²
Höhe Hohlraumwand	h		m	Windgeschw. in 10 m Höhe	v	4,0	m/s
U-Wert Hohlraumwand	U _w		W/(m ² K)	Windabschirmungsfaktor	f _w	0,05	-
Fläche Innenwand gegen beheizt	A _{wl}		m ²	U Innenwand gegen beheizt	U _{wl}		W/(m ² K)

Wärmebrücken Perimeter			
Phasenverschiebung (optional)	β		Monate
Wbr. Perimeter stationärer Anteil	$\Psi_{P,stat}^*$	0,000	W/K
Wbr. Perimeter harmonischer Anteil	$\Psi_{P,harm}^*$	0,000	W/K

Grundwasser-Korrektur			
Tiefe Grundwasserspiegel	z _w	1,5	m
Fließgeschwindigkeit	q _w	0,05	m/d
Korrekturfaktor Grundwasser	G _w	1,51149911 -	

Zwischenergebnisse

stationärer Leitwert	H _S	148,38	W/K	Leitwert Gebäude	H ₀	214,93	W/K
äußerer harmonischer Leitwert	H _{pe}	66,91	W/K	innerer harmonischer Leitwert	H _{pi}	150,87	W/K
äußere Phasenverschiebung	β	0,68	Monate	innere Phasenverschiebung	α	0,51	Monate

Gesamtergebnis (alle Gebäudeteile)

stationärer Leitwert	H _S	148,38	W/K	Leitwert Gebäude	H ₀	214,93	W/K
äußerer harmonischer Leitwert	H _{pe}	66,91	W/K	innerer harmonischer Leitwert	H _{pi}	150,87	W/K
äußere Phasenverschiebung	β	0,68	Monate	innere Phasenverschiebung	α	0,51	Monate
stationärer Wärmestrom	Φ_{stat}	1449,4	W	Wärmeverlust während der Heizperiode	Q _{tot}	7497	kWh
äußerer periodischer Wärmestrom	$\Phi_{harm,e}$	280,8	W	charakt. Bodenplattenmaß	B'	16,69	m
innerer periodischer Wärmestrom	$\Phi_{harm,i}$	169,4	W				

Wärmestrom ins Erdreich für Monatsverfahren (alle Gebäudeteile)

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
Wärmestrom	1631	1733	1759	1702	1577	1418	1268	1166	1140	1197	1321	1480	1449

Auslegungstemperatur Erdreich für Heizlastblatt

13,1

für Kühllastblatt

19,1

Temperaturgewichtungsfaktor für Blatt "HeizJahr"

0,50

Variante A-1 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 20,9 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 29,6 kWh/(m²a)

Energiebezugsfläche A_{EB}	1333	m ²	angesetzt: <input type="text" value="3,00"/> m
Rechnerische Raumhöhe h	3,00	m	
Raumluftvolumen Lüftung ($A_{EB} \cdot h$) = V_L	4000	m ³	

Auswahl der Lüftungsdateneingabe

Lüftungsart	<input type="text" value="1-Balancierte PH-Lüftung mit WRG"/>
Blatt Lüftung	<input type="text"/> Standardprojektierung für Wohngebäude
Blatt Zusatz Lüftg.	<input type="text" value="x"/> Mehrere Lüftungsgeräte, NiWo

Infiltrationsluftwechsel

		für Jahresbedarf:	für Heizlastfall:	
Windschutzkoeffizient e	<input type="text" value="2-mäßige Abschirmung"/>	<input type="text" value="0,07"/>	<input type="text" value="0,18"/>	
Windschutzkoeffizient f		<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>	
Netto Luftvolumen für Drucktest	V_{n50}	<input type="text" value="5037"/>	<input type="text"/>	m ³
Luftwechsel bei Drucktest	n_{50}	<input type="text" value="0,60"/>	<input type="text"/>	1/h
Luftdurchlässigkeit	q_{50}	<input type="text" value="1,19"/>	<input type="text"/>	m ³ /(h·m ²)
Abluftüberschuss		<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	1/h
Infiltrationsluftwechsel	$n_{L,Rest}$	<input type="text" value="0,053"/>	<input type="text" value="0,132"/>	1/h

Ergebnisse

mittlerer Luftaustausch	mittlerer Luftwechsel Heizperiode	Abluft Überschuss (Abluftanlage)	effekt. Wärmebereitstellungsgrad	Rückfeuchtzahl	Rückkühlgrad	Rückfeuchtzahl	Elektroeffizienz	EWÜ Wärmebereitstellungsgrad
m ³ /h	1/h	1/h	[-]	[-]	[-]	[-]	Wh/m ³	[-]
1996	0,50	0,00	82,7%	0,0%	72,7%	0,0%	0,44	0,0%

Übergabe	Wirkungsgrad EWÜ
<input type="text"/>	$\eta_{EWÜ}$ <input type="text" value="0%"/>

Mittlere Raumluftfeuchte im Winterbetrieb

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
100%	100%	100%	100%	-	-	-	-	-	100%	100%	100%

Auslegung der Luftmengen

Bitte beachten Sie bei der Bestimmung der Luftmengen die Auslegungsempfehlungen weiter oben.
 Die Betriebszeit der Lüftung kann auf Basis der tatsächlichen Nutzungsstunden inkl. Vorschüßphase ermittelt werden. Innerhalb der Betriebszeit können mit Hilfe der Reduktionsfaktoren zudem Zeilanteile mit verringertem Lüftungsbedarf (Betriebsart) berücksichtigt werden.

Raum Nr.	Anzahl a	Raumbezeichnung	Zuordnung Lüftungsgerät (Nr.)	Fläche A m²	lichte Höhe h m	Raumvolumen A x h m³	Volumenstr. je Raum			Luftwechsel je Raum n 1/h	Nutzungszeiten Std./Tag		Festendauer d	Faktor Red.1	Zeilanteil Red. 1	Faktor Red.2	Zeilanteil Red. 2	Faktor Red.3	Zeilanteil Red. 3	Jahresmittelwerte:				
							V _{ZU} m³/h	V _{AB} m³/h	V _{BERE} m³/h		h	Tag								V _{ZU} m³/h	V _{AB} m³/h	V _{BERE} m³/h	Luftwechsel 1/h	
1	11	Klassen	1	67	3,00	201	900	900		4,48	10	5	14	80%	60%	30%	40%				1644	1644		0,74
2	2	Besprechung	1	26	3,00	77	200	200		2,61	10	5	14	30%	100%						33	33		0,22
3	3	Lehrer-WC	1	5	3,00	14	60	60		4,35	10	5	14	100%	100%						50	50		1,20
4	1	Lehrerinnen-WC	1	28	3,00	85	180	180		2,12	10	5	14	100%	100%						50	50		0,59
5	1	Mädchen-WC	1	25	3,00	76	180	180		2,37	10	5	14	100%	100%						50	50		0,66
6	1	Jungen-WC	1	25	3,00	76	180	180		2,37	10	5	14	100%	100%						50	50		0,66
7	1	Lerngruppe 01	1	50	3,00	151	360	360		2,38	10	5	14	30%	100%						30	30		0,20
8	1	Lerngruppe 02	1	42	3,00	127	360	360		2,83	10	5	14	30%	100%						30	30		0,24
9	1	Lerngruppe 03	1	59	3,00	176	360	360		2,04	10	5	14	30%	100%						30	30		0,17
10	1	Lerngruppe 04	1	42	3,00	127	360	360		2,83	10	5	14	30%	100%						30	30		0,24
11														100%	100%									
12														100%	100%									
13														100%	100%									
14														100%	100%									
15														100%	100%									
16														100%	100%									
17														100%	100%									
18														100%	100%									
19														100%	100%									
20														100%	100%									
21														100%	100%									
22														100%	100%									
23														100%	100%									
24														100%	100%									
25														100%	100%									
26														100%	100%									
27														100%	100%									
28														100%	100%									
29														100%	100%									
30														100%	100%									
Zusätzliche Zeilen: Bitte Zeile darüber komplett markieren, kopieren und mehrfach einfügen																				1996	1996	---	0,62	

Energiekennwert Heizwärme (Monatsverfahren)

Passivhaus mit PHPP Version 10.5 DE

PHPP

Variante A-1 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 20,9 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 29,6 kWh/(m²a)

Innentemperatur:	20	°C
Objekttyp:		
Energiebezugsfläche A _{EB} :	1333,4	m ²
spez. Kapazität:	172	Wh/(m ² K)

Auf dieser Seite werden die Heizzeitsummen des Monatsverfahrens dargestellt

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Temperatur-gewichtungs-faktor	G _i kWh/a	kWh/a	pro m ² Energie-bezugsfläche kWh/(m ² a)
Außenwand Außenluft	A	812,1	0,202	1,00	74	12062	9,05
Außenwand Erdreich/Keller	B	85,2	0,497	1,00	37	1548	1,16
Dach/Decken Außenluft	A	860,2	0,161	1,00	74	10194	7,64
Bodenplatte/Kellerdecke	B	450,7	0,306	1,00	37	5039	3,78
	A			1,00			
	A			1,00			
	A			1,00			
Fenster	A	338,0	0,962	1,00	74	23941	17,95
Außentür	A			1,00			
Wärmebrücken außen (Länge/m)	A			1,00			0,00
Wärmebrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00			0,00
Wärmebrücken Boden (Länge/m)	B	230,8	0,150	1,00	37	1269	0,95
Summe aller Hüllflächen		2546,2	Summe Transmissionswärmeverluste Q _T		=	54053	40,5

wirksames Luftvolumen V _L (A _{EB} ·h)	1333	m ²	3,00	m	=	4000	m ³
wirksamer Luftwechsel außen n _{L,e}	0,499	1/h	0%	0,83	0,053	0,139	1/h
wirksamer Luftwechsel Erdreich n _{L,g}	0,499	1/h	0%	0,83		0,000	1/h
Lüftungsverlust außen Q _{L,a}	4000	m ³	0,139	0,33	74	13547	kWh/(m ² a)
Lüftungsverlust Erdreich Q _{L,e}	4000	m ³	0,000	0,33	44	0	0,0
Summe Lüftungswärmeverluste Q _L					=	13547	10,2

Summe Wärmeverluste Q _V	(54053 + 13547)	Q _T kWh/a	Q _L kWh/a	1,0	Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenend-absenkung	=	67600	kWh/a	50,7	kWh/(m ² a)
------------------------------------	-------------------	----------------------	----------------------	-----	---	---	-------	-------	------	------------------------

Ausrichtung der Fläche	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Globalstrahlung kWh/(m ² a)	kWh/a	kWh/(m ² a)	
Nord	0,47	0,39	166,1	114	3437		
Ost	0,05	0,50	6,0	174	27		
Süd	0,46	0,49	134,9	422	12730		
West	0,59	0,26	31,0	304	1424		
Horizontal	0,00	0,00	0,0	338	0		
Summe opake Flächen					1220		
Summe Wärmeangebot Solarstrahlung Q _S					=	18838	14,1

Interne Wärmequellen Q _i	0,024	kh/d	212	d/a	3,2	spezif. Leistung q _i W/m ²	1333,4	A _{EB} m ²	=	21778	kWh/a	16,3	kWh/(m ² a)
-------------------------------------	-------	------	-----	-----	-----	--	--------	--------------------------------	---	-------	-------	------	------------------------

Nutzungsgrad Wärmegewinne η _G	Freie Wärme Q _F	Q _S + Q _i	=	40616	kWh/a	30,5	kWh/(m ² a)
	Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q _F / Q _V	=	0,60			
	Nutzungsgrad Wärmegewinne η _G		=	98%			

Summe Wärmegewinne Q _G	η _G * Q _F	=	39693	kWh/a	29,8	kWh/(m ² a)
-----------------------------------	---------------------------------	---	-------	-------	------	------------------------

Heizwärmebedarf Q _H	Q _V - Q _G	=	27907	kWh/a	20,9	kWh/(m ² a)
--------------------------------	---------------------------------	---	-------	-------	------	------------------------

Grenzwert	15	kWh/(m ² a)	Anforderung erfüllt?	nein
-----------	----	------------------------	----------------------	------

Energiekennwert Heizwärme (Monatsverfahren)

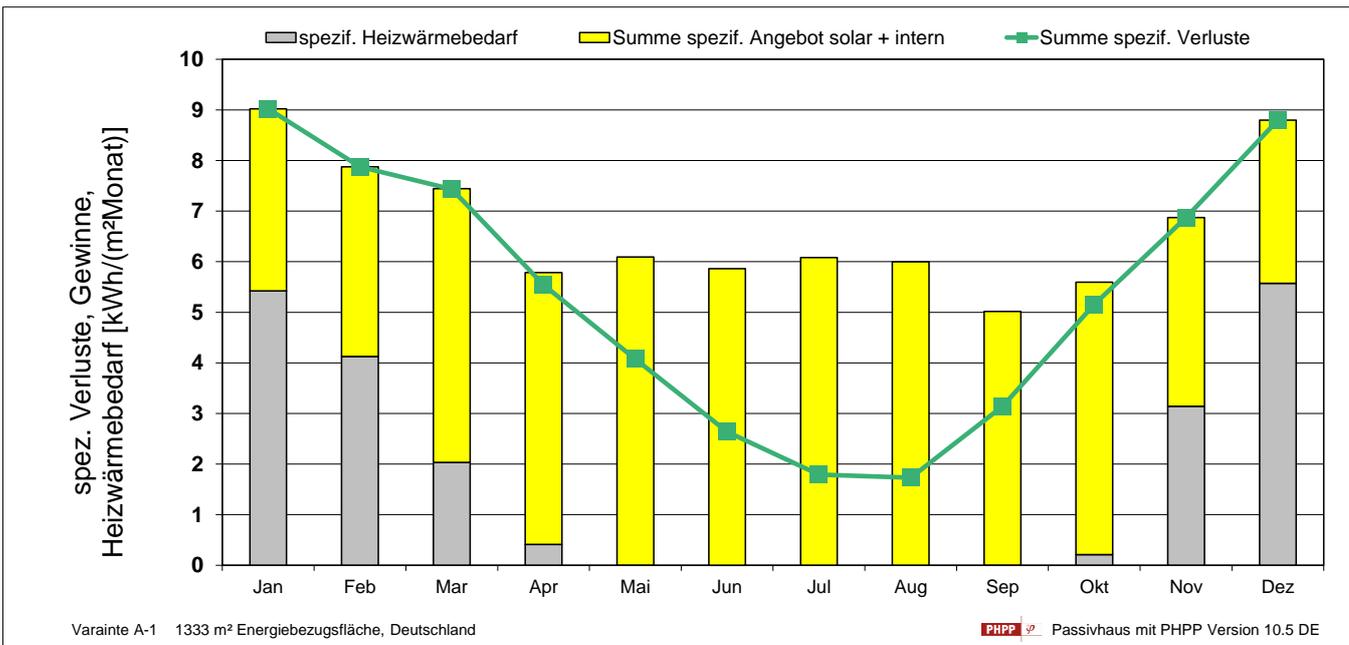
Passivhaus mit PHPP Version 10.5 DE



Varainte A-1 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 20,9 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 29,6 kWh/(m²a)

Innentemperatur: °C
 Objekttyp:
 Energiebezugsfläche A_{EB}: m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Heizgr.Std. Außen	13,3	11,5	10,6	7,6	5,3	3,1	1,8	1,8	4,2	7,4	10,1	13,1	90	kKh
Heizgr.Std. Grund	5,6	5,4	6,1	5,7	5,5	4,8	4,4	4,0	3,8	4,1	4,4	5,1	59	kKh
Verluste Außen	10816	9335	8602	6165	4263	2497	1448	1441	3369	5987	8211	10629	72763	kWh
Verluste Grund	1214	1165	1309	1226	1174	1021	943	867	820	890	951	1101	12682	kWh
Summe spezif. Verluste	9,0	7,9	7,4	5,5	4,1	2,6	1,8	1,7	3,1	5,2	6,9	8,8	64,1	kWh/m ²
Solare Gewinne Nord	255	382	721	1067	1500	1496	1499	1261	822	545	284	183	10015	kWh
Solare Gewinne Ost	1	2	6	9	11	12	12	10	6	5	2	1	77	kWh
Solare Gewinne Süd	1155	1438	2715	2367	2603	2430	2578	2726	2217	2899	1363	793	25284	kWh
Solare Gewinne West	112	167	314	333	431	408	436	442	307	295	131	73	3448	kWh
Solare Gewinne Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solare Gewinne opak	92	131	269	309	390	388	400	373	255	247	109	64	3026	kWh
Interne Wärmequellen	3185	2876	3185	3082	3185	3082	3185	3185	3082	3185	3082	3185	37496	kWh
Summe spezif. Angebot solar +	3,6	3,7	5,4	5,4	6,1	5,9	6,1	6,0	5,0	5,4	3,7	3,2	59,5	kWh/m ²
Nutzungsgrad	100%	100%	100%	95%	67%	45%	29%	29%	63%	92%	100%	100%	73%	
Heizwärmebedarf	7230	5503	2714	551	3	0	0	0	1	282	4192	7431	27907	kWh
spezif. Heizwärmebedarf	5,4	4,1	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,1	5,6	20,9	kWh/m ²



Heizwärmebedarf: Vergleich

Monatsverfahren	(Bl. Heizung)	27907	kWh/a	20,9	kWh/(m ² a) Bezugsfläche ist die Energiebezugsfläche gemäß PHPP
Jahresverfahren	(Bl. HeizJahr)	29179	kWh/a	21,9	kWh/(m ² a) Bezugsfläche ist die Energiebezugsfläche gemäß PHPP
Wert GEG		-	kWh/a	-	kWh/(m ² a) Achtung! andere Bezugsfläche: A _n nach GEG

Variante A-1 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 20,9 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 29,6 kWh/(m²a)

 Innentemperatur: °C
 Objekttyp:
 Energiebezugsfläche A_{EB}: m²

Auslegungstemperatur	Strahlung:	Nord	Ost	Süd	West	Horizontal	
Wetter 1: <input type="text" value="-2,4"/> °C		5	10	40	15	15	W/m²
Wetter 2: <input type="text" value="-1,4"/> °C		5	5	10	5	10	W/m²
Erdreichauslegungtemp. <input type="text" value="13,1"/> °C							

 Wetter 1 Wetter 2

Transmissionswärmelast P _T		Fläche	U-Wert	Temperatur-gewichtungsfaktor	TempDiff 1	TempDiff 2	P _{T 1}	P _{T 2}
Bauteile	Temperaturzone	m²	W/(m²K)		K	K	W	W
Außenwand Außenluft	A	812,1	0,202	1,00	22,4	21,4	3669	3505
Außenwand Erdreich/Keller	B	85,2	0,497	1,00	6,9	6,9	292	292
Dach/Decken Außenluft	A	860,2	0,161	1,00	22,4	21,4	3101	2962
Bodenplatte/Kellerdecke	B	450,7	0,306	1,00	6,9	6,9	950	950
	A			1,00	22,4	21,4		
	A			1,00	22,4	21,4		
	A			1,00	22,4	21,4		
Fenster	A	338,0	0,962	1,00	22,4	21,4	7283	6957
Außentür	A			1,00	22,4	21,4		
Wärmebrücken außen (Länge/m)	A			1,00	22,4	21,4		
Wärmebrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00	6,9	6,9		
Wärmebrücken Boden (Länge/m)	B	230,8	0,150	1,00	6,9	6,9	239	239
Bauteile zum Nachbarn	I			1,00	3,0	3,0		

 Summe Transmissionswärmelast P_T = **15533** bzw. **14906**

Lüftungswärmelast P_L

 wirksames Luftvolumen V_L (A_{EB} · h)

 m² * m = m³

Lüftungsanlage:

Wärmerückgewinnung

 η_{WRG,eff}

 Wirkungsgrad des EWÜ

 Wärmebereitstellungsgrad EWÜ

 energetisch wirksamer Luftwechsel n_L

 n_{L,Rest} (Heizlast)

 1/h

 n_{L,Anlage}
 1/h

 Φ_{WRG}
 bzw.

 Φ_{WRG}

 η_{EWÜ 1}

 η_{EWÜ 2}

 m³ * bzw. 1/h * Wh/(m³K) * bzw. K = bzw.

 Summe Lüftungswärmelast P_L = bzw.

Summe Wärmelast P_V

 P_T + P_L = **21999** bzw. **21083**

 P_{V 1}

W

 P_{V 2}

W

Solare Wärmeleistung P_S

Ausrichtung der Fläche

Fläche

g-Wert (senkr. Einstrahlung)

Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)

Strahlung 1

Strahlung 2

 P_{S 1}

 P_{S 2}

Nord	166,1	0,4	0,47	6	5	173	146
Ost	6,0	0,5	0,05	5	4	1	1
Süd	134,9	0,5	0,46	37	10	1108	287
West	31,0	0,3	0,59	22	6	104	29
Horizontal	0,0	0,0	0,40	15	10	0	0

 Summe solare Wärmeleistung P_S = **1387** bzw. **463**

Interne Wärmeleistung P_I

spez. Leistung

 W/m²

 A_{EB}
 m²

 P_{I 1}
 W

 P_{I 2}
 W

Summe Wärmeleistung (Gewinne) P_G

 P_S + P_I = **5000** bzw. **4077**

 P_{G 1}

W

 P_{G 2}

W

Heizwärmelast P_H

 P_V - P_G = bzw.

 Heizwärmelast P_H = W

 Flächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB} = W/m²

Zum Vergleich: Wärmelast über Zuluft

Eingabe max. Zulufttemperatur

 °C

 Max. Zulufttemperatur θ_{zu,Max}
 °C

Zulufttemperatur ohne Nachheizung

 θ_{zu,Min}
 °C

 °C

 Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P_{Zuluft,Max}
 W

 P_{Zuluft,Max} / A_{EB}
 W/m²

Über die Zuluft beheizbar?

 ja

Projekt	23-1048
Seite:	156

5. Anhang – Berechnung Variante A-2 im PHPP

Passivhaus-Nachweis

10.5 DE



Foto oder Zeichnung		Objekt:	Variante A-2				
		Straße:					
		PLZ/Ort:					
		Provinz/Land:	DE-Deutschland				
		Objekt-Typ:					
		Klimadatensatz:	DE1005a-Essen				
		Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorthöhe:			
		Bauherrschaft:	Stadt Gütersloh				
		Straße:					
		PLZ/Ort:					
		Provinz/Land:					
		Haustechnik:					
		Straße:					
		PLZ/Ort:					
		Provinz/Land:					
		Zertifizierung:					
		Straße:					
		PLZ/Ort:					
		Provinz/Land:					
		Baujahr:	2023	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0	Innentemp. Sommer [°C]:	25,0
		Anzahl WE:	1	Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]:	3,2	IWQ Sommer [W/m²]:	3,0
		Personenzahl:	319,0	spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]:	172	Mechanische Kühlung:	

Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr						
				Kriterien		Erfüllt? ²
					alternative Kriterien	
Heizen	Energiebezugsfläche m²	1333,4				
	Heizwärmebedarf kWh/(m²a)	15,0	≤	15	-	ja
	Heizlast W/m²	11	≤	-	10	ja
Kühlen	Kühl- + Entfeuchtungsbedarf kWh/(m²a)	-	≤	-	-	-
	Übertemperaturhäufigkeit (> 25 °C) %	0	≤	10	-	ja
	Häufigkeit überhörter Feuchte (> 12 g/kg) %	6	≤	20	-	ja
Luftdichtheit	Drucktest-Luftwechsel n ₅₀ 1/h	0,6	≤	0,6	-	ja
Nicht erneuerbare Primärenergie (PE)	PE-Bedarf kWh/(m²a)	38	≤	95	-	ja
Erneuerbare Primärenergie (PER)	PER-Bedarf kWh/(m²a)	27	≤	-	-	-
	Erzeugung erneuerb. Energie (Bezug auf überbaute Fläche) kWh/(m²a)	0	≥	-	-	-

Ich bestätige, dass die angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit dem PHPP liegen diesem Nachweis bei.

Passivhaus Classic? ja

Funktion	Vorname	Nachname	Unterschrift
Zertifikats-ID	Ausgestellt am	Ort	

U-Werte der Bauteile

Varainte A-2 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 15 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 26,8 kWh/(m²a)

Sonderfälle u. Nebenrechnungen rechts einblenden ->

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Flachdach						01ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		1-Dach		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		1-Außenluft		U-Wert-Zuschlag [W/(m ² K)]			
Teilfläche 1	l [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Stahbetondecke	2,300					240	
Dampfsperre	0,170					4	
Dämmung EPS-035 i.M.	0,035					290	
Abdichtung 2-lagig	0,170					9	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	54,3
innen R _{si} <input type="text" value="0,10"/> m ² K/W		
außen R _{se} <input type="text" value="0,04"/> m ² K/W	U-Wert [W/(m²K)]:	0,116

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Außenwand						02ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		2-Wand		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		1-Außenluft		U-Wert-Zuschlag [W/(m ² K)]		0,020	
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Innenputz	0,700					10	
Kalksandstein 1800	0,990					175	
Mineralwollgedämmung vlieskaschiert	0,035					260	
Vorhangfassade							
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	44,5
innen R _{si} <input type="text" value="0,13"/> m ² K/W		
außen R _{se} <input type="text" value="0,04"/> m ² K/W	U-Wert [W/(m²K)]:	0,148

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Kragdecke zu Außenluft unterhalb						03ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		1-Außenluft		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Zementestrich	1,400					65	
PE-Folie	0,200					0	
Trittschalldämmung EPS	0,035					30	
Dämmung EPS	0,035					60	
Stahlbeton	2,300					220	
Mineralwolle	0,035					120	
ggfls. Putz	1,000					10	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	50,5
innen R _{si}	0,17	m²K/W
außen R _{se}	0,04	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,157

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Kellerdecke						04ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		3-belüftet		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Zementestrich	1,400					65	
PE-Folie	0,200					0	
Trittschalldämmung EPS	0,035					30	
Dämmung EPS	0,035					80	
Stahlbeton	2,300					240	
Mineralwolle (als Mehrschichtplatte)	0,035					65	
Holzwohleplatte	0,100					10	
ggfls. Putz							
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	49,0
innen R _{si}	0,17	m²K/W
außen R _{se}	0,17	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,179

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
KG-Trennwand zu unbeheizt						05ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		2-Wand		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		3-belüftet		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					300	
Mineralwolle (als Mehrschichtplatte)	0,035					140	
Holzwohleplatte (als Mehrschichtplatte) ggfls. Putz	0,100					10	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	45,0
innen R _{si}	0,13	m²K/W
außen R _{se}	0,13	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,223

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
KG-Außenwand gegen Erdreich - TRH						06ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					300	
Abdichtung	0,170					4	
Perimeterdämmung	0,044					160	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	46,4
innen R _{si}	0,17	m²K/W
außen R _{se}	0,00	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,253

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Sohle-KG-TRH						07ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Zementestrich	1,400					55	
PE-Folie	0,200					0	
Dämmung EPS	0,035					50	
Abdichtung	0,170					3	
Stahlbeton	2,300					300	
Perimeterdämmung	0,044					120	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	52,8
innen R _{si}	0,17	m²K/W
außen R _{se}	0,00	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,222

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Außenwand Fahrstuhlunterfahrt						08ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R _{si})		2-Wand		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R _{se})		2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag [W/(m²K)]			
Teilfläche 1	λ [W/(mK)]	Teilfläche 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Teilfläche 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					250	
Perimeterdämmung	0,044					120	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände	Gesamtdicke [cm]:	37,0
innen R _{si}	0,13	m²K/W
außen R _{se}	0,00	m²K/W
	U-Wert [W/(m²K)]:	0,337

Bauteil-Bezeichnung						Bauteil Nr.	
Sohle Fahrstuhlunterfahrt						09ud	
Ausrichtung des Bauteils (oder R_{si})		3-Boden		Innendämmung?			
Angrenzend an (oder R_{se})		2-Erdreich		U-Wert-Zuschlag $[W/(m^2K)]$			
Teilfläche 1	λ $[W/(mK)]$	Teilfläche 2 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Teilfläche 3 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Dicke [mm]	
Stahlbeton	2,300					250	
Perimeterdämmung	0,044					120	
Flächenanteil Teilfläche 1:		100%	Flächenanteil Teilfläche 2:			Flächenanteil Teilfläche 3:	

Wärmeübergangswiderstände		Gesamtdicke [cm]:	37,0
innen R_{si}	0,17 m ² K/W		
außen R_{se}	0,00 m ² K/W	U-Wert $[W/(m^2K)]$:	0,333

Flächenermittlung

Varainte A-2 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 15 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 26,8 kWh/(m²a)

Zusammenstellung				U-Mittelwert	Strahlungsge- winn Heizperiode	Strahlungs- last Kühlperiode
Temp.- zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.	[W/(m²K)]	[kWh/a]	[kWh/a]
	1333,43	Energiebezugsfläche	1		7 Monate	2 Monate
A	166,12	Fenster Nord	2	0,886	3444	2536
A	6,00	Fenster Ost	3	0,919	27	65
A	134,90	Fenster Süd	4	0,915	12703	2577
A	30,98	Fenster West	5	0,869	1430	862
A	0,00	Fenster horizontal	6			
A	0,00	Außentür	7			
A	812,15	Außenwand Außenluft	8	0,148	-85	126
B	85,18	Außenwand Erdreich/Keller	9	0,316		
A	860,22	Dach/Decken Außenluft	10	0,126	-810	-69
B	450,68	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,185		
	0,00		12			
	0,00		13			
	0,00		14			
	Wärmebrücken, Länge [m]			Ψ [W/(mK)]		
A	0,00	Wärmebrücken Außenluft	15			
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	230,79	Wärmebrücken BP/KD	17	0,125		
	Bauteile zum Nachbarn, [m²]			[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
	Flächensumme therm. Hülle [m²]			[W/(m²K)]		
	2546,21	U-Mittelwert thermische Hülle:		0,264		

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo- ne	Heizwärme- bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühllast	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

zur Bauteilliste

Flächeneingabe											Bauteilauswahl		Eingaben für Strahlungsbilanz									
Fläche Nr.	Bauteil Bezeichnung	Zuordnung zu Gruppe	An- zahl	x (	a [m]	x	b [m]	+	eigene Ermittlung [m²]	- eigener Abzug [m²]	- Abzug Fenster [m²]	) =	Fläche [m²]	Auswahl Bauteilaufbau / Bausystem	U-Wert [W/(m²K)]	Abweichung zur Nord- richtung	Neigung gegen die Horizontale	Orien- tierung	Abminde- rungs- faktor Verschattung	Absorp- tion außen	Emis- sivität außen
	Überbaute Fläche	0-Überbaute Fläche	1	x (655,67	x	1,00	+		-)	=	655,7	2-Sortierung: NACH ID								
	Energiebezugsfläche	1-Energiebezugsfläche		x (x		+		-)	=	0,0									
	Außentür		1	x (2,50	x	3,00	+		-) -	=	7,5	Außentür	1,10				Strahlungsbilanz Fensterrahmen:		0,20	0,90
1	Flachdach	10-Dach/Decken Außenluft	1	x (	655,67	x	1,00	+		-	) -	=	655,7	01ud-Flachdach	0,116	0	0	Hor	1,00	0,20	0,90
2	Außenwand Nord	8-Außenwand Außenluft	1	x (	328,54	x	1,00	+		-	) -	=	162,4	02ud-Außenwand	0,148	339	90	Nord	0,70	0,40	0,81
3	Außenwand Ost	8-Außenwand Außenluft	1	x (	246,52	x	1,00	+		-	) -	=	240,5	02ud-Außenwand	0,148	69	90	Ost	0,70	0,40	0,81
4	Außenwand Süd	8-Außenwand Außenluft	1	x (	328,54	x	1,00	+		-	) -	=	134,9	02ud-Außenwand	0,148	159	90	Süd	0,70	0,40	0,81
5	Außenwand West	8-Außenwand Außenluft	1	x (	246,52	x	1,00	+		-	) -	=	31,0	02ud-Außenwand	0,148	249	90	West	0,70	0,40	0,81
6	Kragdecken	10-Dach/Decken Außenluft	1	x (	204,55	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	03ud-Kragdecke zu Außenluft unterhalb	0,157	0	0	Hor	0,00	0,60	0,90
7	Kellerdecke	11-Bodenplatte/Kellerdecke	1	x (	403,12	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	04ud-Kellerdecke	0,179						
8	Trennwand-KG zu unbeh.	9-Außenwand Erdreich/Keller	1	x (	33,41	x	1,00	+	4,12	-	) -	=	0,0	05ud-KG-Trennwand zu unbeheizt	0,223						
9	Außenwand-KG zu Erd. TRH	9-Außenwand Erdreich/Keller	1	x (	37,72	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	06ud-KG-Außenwand gegen Erdreich - TRH	0,253						
10	Sohle-KG-TRH	11-Bodenplatte/Kellerdecke	1	x (	41,04	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	07ud-Sohle-KG-TRH	0,222						
11	Außenwand Fahrstuhlunterfahrt	9-Außenwand Erdreich/Keller	1	x (	14,05	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	08ud-Außenwand Fahrstuhl Unterfahrt	0,337						
12	Sohle Fahrstuhlunterfahrt	11-Bodenplatte/Kellerdecke	1	x (	6,52	x	1,00	+		-	) -	=	0,0	09ud-Sohle Fahrstuhl Unterfahrt	0,333						
13	Kellertür	9-Außenwand Erdreich/Keller	2	x (	0,98	x	2,10	+		-	) -	=	0,0	09ud-Sohle Fahrstuhl Unterfahrt	1,500						
14				x (		x		+		-	) -	=	0,0								

15			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
16	Treppenhaus	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (12,41	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,4								
17	Windfang	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (17,58	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	10,5								
18	Flur EG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (52,25	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	31,4								
19	Klasse 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (68,39	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	68,4								
20	Klasse 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,31	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,3								
21	Klasse 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (68,39	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	68,4								
22	Besprechung 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (27,74	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	27,7								
23	Lehrer-WC 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (3,96	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,0								
24	Vorraum 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (3,14	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	3,1								
25	WCs	1-Energiebezugsfläche	1	x (28,26	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	28,3								
26	TRH KG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (8,15	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,9								
27	A-Technik KG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (3,07	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	1,8								
28			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
29			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
30			x (	x	+	-	) -	0,0	=										
31	Treppenhaus	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (13,02	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,8								
32	Flur 1. OG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (92,36	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	55,4								
33	Klasse 04	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,84	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,8								
34	Klasse 05	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,65	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,7								
35	Klasse 06	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,64	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,6								
36	Klasse 07	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,89	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,9								
37	Besprechung 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,44	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,4								
38	Lerngruppe 01	1-Energiebezugsfläche	1	x (50,32	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	50,3								
39	Lerngruppe 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (42,40	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	42,4								
40	Lehrer-WC 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (4,63	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,6								
41	Vorraum 02	1-Energiebezugsfläche	1	x (30,80	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	30,8								
42	WC-Mädchen	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,27	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,3								
43	Beh.-WC	1-Energiebezugsfläche	1	x (7,24	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,2								
44	2. Obergeschoss		x (	x	+	-	) -	0,0	=										
45	Treppenhaus	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (13,02	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	7,8								
46	Flur 2. OG	1-Energiebezugsfläche	0,6	x (92,36	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	55,4								
47	Klasse 08	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,88	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,9								
48	Klasse 09	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,65	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,7								
49	Klasse 10	1-Energiebezugsfläche	1	x (66,64	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	66,6								
50	Klasse 11	1-Energiebezugsfläche	1	x (67,89	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	67,9								
51	Besprechung 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,44	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,4								
52	Lerngruppe 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (58,71	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	58,7								
53	Lerngruppe 04	1-Energiebezugsfläche	1	x (42,40	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	42,4								
54	Lehrer-WC 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (4,63	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	4,6								
55	Vorraum 03	1-Energiebezugsfläche	1	x (3,08	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	3,1								
56	WC-Jungen	1-Energiebezugsfläche	1	x (25,27	x 1,00	+	-	) -	0,0	=	25,3								
57			x (	x	+	-	) -	0,0	=										

[zur Wärmebrückenliste](#)

[Sortierung ändern](#)

Wärmebrückeneingabe

Nr.	Wärmebrücken - Bezeichnung	Gruppe Nr.	Anzahl	x (	Länge [m]	-	Abzug Länge [m]	)=	Länge ℓ [m]	Eigene Angabe Ψ -Wert [W/(mK)]	Eigene Angabe $f_{RS=0,25}$ (optional)	oder	Auswahl Bausystem	Ψ -Wert [W/(mK)]	f_{RS} -Wert Bewertung
	Innenliegende Fallrohre	15-Wärmebrücken Außenluft		x	0,00			=	0,00						
1	Außenwand - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	89,00	-		)=	89,00	0,164		oder		0,164	
2	Innenwände - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	71,72	-		)=	71,72	0,075		oder		0,075	
3	Innenwände - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	18,67	-		)=	18,67	0,061		oder		0,061	
4	Außenwand KG - Sohle TRH	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	13,68	-	1,96	)=	11,72	0,055		oder		0,055	
5	Trennwand KG - Kellerdecke	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	13,68	-		)=	13,68	0,333		oder		0,333	
6	Trennwand KG - Sohle Keller	17-Wärmebrücken BP/KD	1	x (	13,68	-		)=	13,68	0,090		oder		0,090	
7	Kellertüren	17-Wärmebrücken BP/KD	2	x (	6,16	-		)=	12,32	0,100		oder		0,100	
8				x (		-		)=				oder			
9				x (		-		)=				oder			
10				x (		-		)=				oder			
11				x (		-		)=				oder			

Wärmeverluste durch das Erdreich

Gebäudeteil 1

Eigenschaften des Erdreichs

Wärmeleitfähigkeit	λ	2,0	W/(mK)
Wärmekapazität	ρc	2,0	MJ/(m ³ K)
periodische Eindringtiefe	δ	3,17	m

Klimadaten

mittl. Innentemperatur Winter	θ_i	20,0	°C
mittl. Innentemperatur Sommer	θ_i	25,0	°C
mittl. Erdoberflächentemp.	$\theta_{e,m}$	11,3	°C
Amplitude von $\theta_{e,m}$	$\theta_{e,\Delta}$	7,8	°C
Phasenverschiebung von θ_e	τ	1,1	Monate
Länge der Heizperiode	n	6,6	Monate
Heizgradstunden außen	G_t	69,9	kKh/a

Gebäudedaten

Fläche Bodenplatte o. Kellerdecke	A	450,7	m ²	U-Wert Bodenplatte o. Kellerdecke	U_f	0,185	W/(m ² K)
Perimeterlänge	P	54,0	m	Wärmebrücken BP o Kellerdecke	Ψ_{B^*1}	28,78	W/K
charakt. Bodenplattenmaß	B'	16,69	m				

Art der Bodenplatte (nur ein Feld ankreuzen)

Bodenplatte auf Erdreich

Breite/Tiefe Randdämmung	D		m	Lage Randdämmung	waagrecht		
Dicke Randdämmung	d_n		m	(ankreuzen)	senkrecht	X	
Wärmeleitfähigkeit Randdämmung	λ_n		W/(mK)				
Fläche Innenwand gegen beheizt	A_{wl}		m ²	U Innenwand gegen beheizt	U_{wl}		W/(m ² K)

Beheizter Keller oder Bodenplatte ganz / teilweise im Erdreich

Fläche Kellerwand unterirdisch	A_{wk}		m ²	U Kellerwand unterirdisch	U_{wk}		W/(m ² K)
--------------------------------	----------	--	----------------	---------------------------	----------	--	----------------------

x Unbeheizter Keller

Fläche Kellerwand oberirdisch	A_w		m ²	U Kellerwand oberirdisch	U_w		W/(m ² K)
Fläche Kellerwand unterirdisch	A_{wk}	202,96	m ²	U Kellerwand unterirdisch	U_{wk}	3,840	W/(m ² K)
Fläche Innenwand gegen beheizt	A_{wl}	85,18	m ²	U Innenwand gegen beheizt	U_{wl}	0,316	W/(m ² K)
Luftwechsel im unbeh. Keller	n	0,30	h ⁻¹	U-Wert Kellerboden	U_{fk}	3,290	W/(m ² K)
Luftvolumen Keller	V	945	m ³				

Aufgeständerte Bodenplatte über belüftetem Hohlraum (höchstens 0,5 m unter OK Erdreich)

U-Wert Hohlraumboden	U_{Hohl}		W/(m ² K)	Fläche Lüftungsöffnungen	εP		m ²
Höhe Hohlraumwand	h		m	Windgeschw. in 10 m Höhe	v	4,0	m/s
U-Wert Hohlraumwand	U_w		W/(m ² K)	Windabschirmungsfaktor	f_w	0,05	-
Fläche Innenwand gegen beheizt	A_{wl}		m ²	U Innenwand gegen beheizt	U_{wl}		W/(m ² K)

Wärmebrücken Perimeter

Phasenverschiebung (optional)	β		Monate	Wbr. Perimeter stationärer Anteil	$\Psi_{P,stat}^*1$	0,000	W/K
				Wbr. Perimeter harmonischer Anteil	$\Psi_{P,harm}^*1$	0,000	W/K

Grundwasser-Korrektur

Tiefe Grundwasserspiegel	z_w	1,5	m	Korrekturfaktor Grundwasser	G_w	1,51149911	-
Fließgeschwindigkeit	q_w	0,05	m/d				

Zwischenergebnisse

stationärer Leitwert	H_S	107,80	W/K	Leitwert Gebäude	H_0	139,09	W/K
äußerer harmonischer Leitwert	H_{pe}	48,39	W/K	innerer harmonischer Leitwert	H_{pi}	109,11	W/K
äußere Phasenverschiebung	β	0,68	Monate	innere Phasenverschiebung	α	0,37	Monate

Gesamtergebnis (alle Gebäudeteile)

stationärer Leitwert	H_S	107,80	W/K	Leitwert Gebäude	H_0	139,09	W/K
äußerer harmonischer Leitwert	H_{pe}	48,39	W/K	innerer harmonischer Leitwert	H_{pi}	109,11	W/K
äußere Phasenverschiebung	β	0,68	Monate	innere Phasenverschiebung	α	0,37	Monate
stationärer Wärmestrom	Φ_{stat}	1081,4	W	Wärmeverlust während der Heizperiode	Q_{tot}	5482	kWh
äußerer periodischer Wärmestrom	$\Phi_{harm,e}$	203,1	W	charakt. Bodenplattenmaß	B'	16,69	m
innerer periodischer Wärmestrom	$\Phi_{harm,i}$	143,1	W				

Wärmestrom ins Erdreich für Monatsverfahren (alle Gebäudeteile)

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
Wärmestrom	1177	1256	1289	1266	1194	1091	986	906	874	897	969	1072	1081

Auslegungstemperatur Erdreich für Heizlastblatt

12,3

für Kühllastblatt

17,9

Temperaturgewichtungsfaktor für Blatt "HeizJahr"

0,56

Lüftungsdaten

Varainte A-2 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 15 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 26.8 kWh/(m²a)

Energiebezugsfläche A_{EB}	1333	m ²	angesetzt: <input type="text" value="3,00"/> m
Rechnerische Raumhöhe h	3,00	m	
Raumluftvolumen Lüftung ($A_{EB} \cdot h$) = V_L	4000	m ³	

Auswahl der Lüftungsdateneingabe

Lüftungsart	<input type="text" value="1-Balancierte PH-Lüftung mit WRG"/>
Blatt Lüftung	<input type="text"/> Standardprojektierung für Wohngebäude
Blatt Zusatz Lüftg.	<input checked="" type="checkbox"/> Mehrere Lüftungsgeräte, NiWo

Infiltrationsluftwechsel

		für Jahresbedarf:	für Heizlastfall:	
Windschutzkoeffizient e	<input type="text" value="2-mäßige Abschirmung"/>	0,07	0,18	
Windschutzkoeffizient f		15	15	
Netto Luftvolumen für Drucktest	V_{n50}	5037		m ³
Luftwechsel bei Drucktest	n_{50}	0,60		1/h
Luftdurchlässigkeit	q_{50}	1,19		m ³ /(hm ²)
Abluftüberschuss		0,00	0,00	1/h
Infiltrationsluftwechsel	$n_{L,Rest}$	0,053	0,132	1/h

Ergebnisse

mittlerer Luftaustausch	mittlerer Luftwechsel Heizperiode	Abluft Überschuss (Abluftanlage)	effekt. Wärmebereitstellungsgrad	Rückfeuchtzahl	Rückkühlgrad	Rückfeuchtzahl	Elektroeffizienz	EWÜ Wärmebereitstellungsgrad
m ³ /h	1/h	1/h	[-]	[-]	[-]	[-]	Wh/m ³	[-]
1996	0,50	0,00	82,7%	0,0%	72,7%	0,0%	0,44	0,0%

Übergabe <input type="text"/>	Wirkungsgrad EWÜ $\eta^*_{EWÜ}$ <input type="text" value="0%"/>
-------------------------------	---

Mittlere Raumluftfeuchte im Winterbetrieb

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Auslegung der Lüftung für Anlagen mit mehreren Lüftungsgeräten

Auslegung Lüftungsanlage / Wärmebereitstellungsgrad

- Standard-Projektierung (Blatt Lüftung)
- Mehrere Lüftungsgeräte, NiWo (dieses Blatt)

Energiebezugsfläche A _{EB}	1333	m ²	(Blatt Flächen)
Raumhöhe h	3,00	m	(Blatt Lüftung)
Raumluftvolumen Lüftung (A _{EB} *h) = V _L	4000	m ³	(Blatt HeizJahr)
Anzahl Personen	319,0	P	(Blatt Nachweis)
Innenraumtemperatur	20	°C	(Blatt HeizJahr)
mittl. Außentemp. Heizp.	6,4	°C	(Blatt Lüftung)
mittl. Erdreichtemp.	11,3	°C	(Blatt Erdreich)
Länge der Heizperiode	200	d/a	(Blatt Heizung)
Art der Lüftung	1-Balancierte PH-Lüftung mit WRG		(Blatt Lüftung)

Ergebnisse der Lüftungsauslegung und Geräteauswahl:

Lüftungs- gerät Nr.	Bezeichnung der Anlage	Auslegung		Jahresmittelwerte		
		V _{ZU} m ³ /h	V _{AB} m ³ /h	V _{ZU} m ³ /h	V _{AB} m ³ /h	Luftwech. 1/h
1	Lüftungsanlage	12460	12460	1996	1996	---
2						---
3						---
4						---
5						---
6						---
7						---
8						---
9						---
10						---

Ergebnis Gesamtanlage	12460	12460	1996	1996	0,50
------------------------------	--------------	--------------	-------------	-------------	-------------

T _{Raum} > T _{außen}		T _{Raum} ≤ T _{außen}		Elektro effizienz	Wärmebereit- stellungsg. EWÜ
effekt. Wärmebe- reitstellungsgrad	Rück- feuchte- zahl	Rück- kühl- grad	Rück- feuchte- zahl		
83%	0%	73%	0%	0,44	0%
83%	0%	73%	0%	0,44	0%

Empfehlungen zur Auslegung der Luftvolumenströme

Einsatz von geruchs- und emmissionsarmen Baumaterialien / Innenausstattungen:

Es wird dringend empfohlen, für das Gebäude Baustoffe zu verwenden, die keine oder nur eine geringe Verunreinigung verursachen, statt den Außenluftvolumenstrom zu erhöhen, um vermeidbare Emissionen abzuschwächen. Dies gilt unabhängig von dem zur Festlegung der Luftqualität gewählten Ansatz; es sollten die Emissionen sämtlicher Quellen im Raum berücksichtigt werden, z. B. Möbel, Teppiche und die Lüftungs- oder Klimaanlage selbst.

Bemessung der Volumenströme nach der Personenanzahl

Auch bei Nicht-Wohngebäuden ist die Personenanzahl eine wichtige Grundlage zur Bemessung der Volumenströme. 20 bis 30 m³/h/Person sind für eine gute Raumluftqualität völlig ausreichend. Höhere Außenluftmengen können im Winter auf zu trockene Innenluft führen. Die Luftvolumenströme sind über die Klassifizierung nach EN 16798 definiert. Die Klassifizierung muss mit dem Bauherren vorab abgestimmt werden. IDA 3 ist für Bürogebäude ausreichend, IDA 4 hat sich für Schulgebäude bewährt, da in den Pausen durchgelüftet wird. Bei typischen CO₂-Konzentrationen der Außenluft von ca. 400-500 ppm werden selbst so noch 1500 ppm eingehalten. Eine zeitweilige Überschreitung ist zulässig.

Außenluftvolumenstrom je Person:

- Empfehlung im Wohnbau: um 30 m³/h/Person)
- Empfehlung für büroähnliche Nutzungen: um 30 m³/h/Person) (AMEV: 28 m³/h/Person); EN 16798 / IDA 3: mindestens 24 m³/h/Person))
- Empfehlung für Schulen und Kindertagesstätten: 15 bis 20 m³/h/Person) (Quelle: Leitfaden für energieeffiziente Bildungsgebäude, Passivhaus Institut, 2010)
- Empfehlung für Sporthallen: 60 m³/h/Person) (DIN 18032-1)

Vorspülen der Raumluft bei intermittierendem Betrieb

Wenn die Lüftungsanlage intermittierend betrieben wird (Nachtabstaltung), muss morgens vor Nutzungsbeginn die Raumluft ca. 1 bis 2 Stunden mit der Lüftungsanlage vorgespült werden, um die in der Nacht angefallenen Emissionen abzuführen. Durch die Vorspülphase verlängert sich entsprechend die Betriebszeit der Lüftung (Nutzungszeit + Vorspülphase). Bitte bei der Projektierung beachten.

Auslegung der Luftmengen

Bitte beachten Sie bei der Bestimmung der Luftmengen die Auslegungsempfehlungen weiter oben.
Die Betriebszeit der Lüftung kann auf Basis der täglichen Nutzungsstunden inkl. Vorspülphase ermittelt werden. Innerhalb der Betriebszeit können mit Hilfe der Reduktionsfaktoren zudem Zeitanteile mit verringertem Lüftungsbedarf (Betriebsart) berücksichtigt werden.

Raum Nr.	Anzahl a	Raumbezeichnung	Zuordnung Lüftungsgerät (Nr.)	Fläche A m ²	lichte Höhe h m	Raumvol. A x h m ³	Volumenstr. je Raum			Luftwechsel je Raum n 1/h	Nutzungszeiten Std./Tag h	Tage/Wo. d	Feriendauer d	Faktor Red.1	Zeitanteil Red. 1	Faktor Red.2	Zeitanteil Red.2	Faktor Red.3	Zeitanteil Red. 3	Jahresmittelwerte:			
							V _{ZU} m ³ /h	V _{AB} m ³ /h	V _{ÜBER} m ³ /h											V _{ZU} m ³ /h	V _{AB} m ³ /h	V _{ÜBER} m ³ /h	Luftwechsel 1/h
1	11	Klassen	1	67	3,00	201	900	900		4,48	10	5	14	80%	60%	30%	40%			1644	1644		0,74
2	2	Besprechung	1	26	3,00	77	200	200		2,61	10	5	14	30%	100%					33	33		0,22
3	3	Lehrer-WC	1	5	3,00	14	60	60		4,35	10	5	14	100%	100%					50	50		1,20
4	1	Lehrerinnen-WC	1	28	3,00	85	180	180		2,12	10	5	14	100%	100%					50	50		0,59
5	1	Mädchen-WC	1	25	3,00	76	180	180		2,37	10	5	14	100%	100%					50	50		0,66
6	1	Jungen-WC	1	25	3,00	76	180	180		2,37	10	5	14	100%	100%					50	50		0,66
7	1	Lerngruppe 01	1	50	3,00	151	360	360		2,38	10	5	14	30%	100%					30	30		0,20
8	1	Lerngruppe 02	1	42	3,00	127	360	360		2,83	10	5	14	30%	100%					30	30		0,24
9	1	Lerngruppe 03	1	59	3,00	176	360	360		2,04	10	5	14	30%	100%					30	30		0,17
10	1	Lerngruppe 04	1	42	3,00	127	360	360		2,83	10	5	14	30%	100%					30	30		0,24
11														100%	100%								
12														100%	100%								
13														100%	100%								
14														100%	100%								
15														100%	100%								
16														100%	100%								
17														100%	100%								
18														100%	100%								
19														100%	100%								
20														100%	100%								
21														100%	100%								
22														100%	100%								
23														100%	100%								
24														100%	100%								
25														100%	100%								
26														100%	100%								
27														100%	100%								
28														100%	100%								
29														100%	100%								
30														100%	100%								
Zusätzliche Zeilen: Bitte Zeile darüber komplett markieren, kopieren und mehrfach einfügen																				1996	1996	---	0,62

Auswahl der Lüftungsgeräte

Bis zu 10 unterschiedliche Lüftungsgeräte werden berücksichtigt. Durch Hochsetzen der Anzahl können identische Anlagen abgebildet werden. Die Daten der vom Passivhaus Institut zertifizierten Lüftungsgeräte sowie Einbaubemühungen für Daten anderer Lüftungsgeräte befinden sich auf dem Tabellenblatt "Komponenten". Beim Einsatz von WP-Kompaktgeräten muss die Standard-Projektierung im Tabellenblatt "Lüftung" verwendet werden.

[zur Lüftungsgeräte-Liste](#)

Lüftungs- gerät Nr.	An- zahl [-]	Bezeichnung der Lüftungsgeräte	Auswahl Gerätetyp	Ausleg.- Vol.-Strom je Gerät m³/h	Einsatzbereich Volumenstrom von bis m³/h	Elektro- Effizienz Wh/m³	Druckverlust-Berechnung			Einsatzbereich		Innen- aufstel- lung (x)	Außen- aufstel- lung (x)	T _{Raum} > T _{außen}		T _{Raum} < T _{außen}		Frost- schutz er- forderlich	Erdreich- WÜ Wirk- ungs- grad	Wärme- bereit- stellg.	Frostschutz (elektr./hydraul.)		Nutz- Energie kWh/a	
							ODA-SUP ΔP _{Kanal} Pa	ETA-EHA ΔP _{Kanal} Pa	Zusatz ΔP _{intern} Pa	je Strang ΔP _{extern} Pa	Abzug ΔP _{intern} Pa			Wärmebereit- stellungsgrad Gerät [-]	Rück- feuchte- zahl [-]	Rück- kühl- grad [-]	Rück- feuchte- zahl [-]				1-Nein	Grenz- Temp. °C		
1	1	Lüftungsanlage	01ud-Lüftungsanlage	12460	6000	10000	0,44	350	250	100	365	28		x	84%	83%	0%	k.A.	k.A.	ja		0%	1-Nein	0
2																						1-Nein	0	
3																							0	
4																							0	
5																							0	
6																							0	
7																							0	
8																							0	
9																							0	
10																							0	
																					Summe (direkt-elektrisch)		0	
																					Summe (hydraulisch ü. Wärmeerzeuger)		0	

Eingabe der Kanalabschnitte zwischen Lüftungsgerät und wärmegeämmter Gebäudehülle

Die Kanalstücke zwischen Lüftungsgerät und der wärmegeämmten Gebäudehülle sollten möglichst kurz sein und müssen gut gedämmt ausgeführt werden, sowohl bei Außen- als auch bei Innenaufstellung des Lüftungsgeräts. Diese Kanalstücke können hier eingegeben werden. Die Wärmeverluste werden im darüberliegenden Abschnitt dem effektiven Wärmebereitstellungsgrad zugeschlagen.

Ein eingetragener Kanalabschnitt kann auch mehreren Lüftungsgeräten zugeordnet werden.

Wird im Abschnitt "Lüftungsgerät - Auswahl" in einer Zeile ein Gerät mehrfach gewählt (Anzahl größer 1 bei identischen Anlagen), dann dürfen die zu diesem Gerät gehörigen Kanalstrecken nur einfach eingetragen werden (Kanalstrecken für ein Lüftungsgerät).

Temperatur des Aufstellortes: (nur eintragen falls mindestens ein Gerät außerhalb der thermischen Hülle)

An- zahl	Rund- Kanal NW mm	Rechteck-Kanal		Dämm- Dicke mm	Wärme- leitfähig- keit W/(m K)	WD alu- kaschiert (x)	Leitwert Kanal W/(m K)	Länge des Kanals m	Außen.- bzw. Zuluft- Kanal (1)	Fortluft- bzw. Abluft- Kanal (1)	Kanaltyp	Ausleg.- Volumen- strom	Zuordnung zu Lüftungsanlage (bei zutreffendem Lüftungsgerät "1" eintragen)										
		Breite mm	Höhe mm										Lüftungs- gerät 1	Lüftungs- gerät 2	Lüftungs- gerät 3	Lüftungs- gerät 4	Lüftungs- gerät 5	Lüftungs- gerät 6	Lüftungs- gerät 7	Lüftungs- gerät 8	Lüftungs- gerät 9	Lüftungs- gerät 10	
1		1000	800	50	0,035		2,132	10	1		Zuluft	12460	1										
1		1000	800	50	0,035		2,132	15	1	1	Abluft	12460	1										
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											
												0											

Zusätzliche Zeilen: Bitte Zeile darüber komplett markieren, kopieren und mehrfach einfügen

Energiekennwert Heizwärme (Monatsverfahren)

Passivhaus mit PHPP Version 10.5 DE

PHPP

Variante A-2 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 15 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 26,8 kWh/(m²a)

Innentemperatur:	20	°C
Objekttyp:		
Energiebezugsfläche A _{EB} :	1333,4	m ²
spez. Kapazität:	172	Wh/(m ² K)

Auf dieser Seite werden die Heizzeitsummen des Monatsverfahrens dargestellt

Transmissionswärmeverluste Q_T

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Temperatur-gewichtungs-faktor	G _i kWh/a	kWh/a	pro m ² Energie-bezugsfläche
Außenwand Außenluft	A	812,1	0,148	1,00	73	8831	6,62
Außenwand Erdreich/Keller	B	85,2	0,316	1,00	41	1115	0,84
Dach/Decken Außenluft	A	860,2	0,126	1,00	73	7939	5,95
Bodenplatte/Kellerdecke	B	450,7	0,185	1,00	41	3447	2,59
	A			1,00			
	A			1,00			
	A			1,00			
Fenster	A	338,0	0,897	1,00	73	22212	16,66
Außentür	A			1,00			
Wärmebrücken außen (Länge/m)	A			1,00			0,00
Wärmebrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00			0,00
Wärmebrücken Boden (Länge/m)	B	230,8	0,125	1,00	41	1190	0,89
Summe aller Hüllflächen		2546,2	Summe Transmissionswärmeverluste Q _T			44736	33,5

Lüftungswärmeverluste Q_L

wirksames Luftvolumen V _L (A _{EB} ·h)	1333	m ²	3,00	m	4000	m ³
wirksamer Luftwechsel außen n _{L,e}	0,499	n _{L,Anlage} 1/h	0%	η [*] EWÜ	0,139	n _{L,äqui Anteil} 1/h
wirksamer Luftwechsel Erdreich n _{L,g}	0,499		0%	η [*] WRG,eff	0,000	
Lüftungsverlust außen Q _{L,a}	4000	V _L m ³	0,139	n _{L,äqui Anteil} 1/h	13482	kWh/a
Lüftungsverlust Erdreich Q _{L,e}	4000		0,000	0,33	0	0,0
Summe Lüftungswärmeverluste Q _L					13482	10,1

Summe Wärmeverluste Q_V

$$\left(\frac{44736}{\text{kWh/a}} + \frac{13482}{\text{kWh/a}} \right) \cdot 1,0 = \frac{58218}{\text{kWh/a}} \quad \mathbf{43,7} \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Reduktionsfaktor Nacht-/Wochenend-absenkung

Wärmeangebot Solarstrahlung Q_S

Ausrichtung der Fläche	Abminderungsfaktor vgl. Blatt Fenster	g-Wert (senkr. Einstr.)	Fläche m ²	Globalstrahlung kWh/(m ² a)	kWh/a	
Nord	0,47	0,39	166,1	114	3444	
Ost	0,05	0,50	6,0	174	27	
Süd	0,46	0,49	134,9	422	12703	
West	0,59	0,26	31,0	305	1430	
Horizontal	0,00	0,00	0,0	338	0	
Summe opake Flächen					935	
Summe Wärmeangebot Solarstrahlung Q _S					18540	13,9

Interne Wärmequellen Q_i

Länge Heizzeit kh/d	0,024	Länge Heizzeit d/a	212	spezif. Leistung q _i W/m ²	3,2	A _{EB} m ²	1333,4	kWh/a	21778	kWh/(m ² a)	16,3
---------------------	-------	--------------------	-----	--	-----	--------------------------------	--------	-------	-------	------------------------	------

Nutzungsgrad Wärmegewinne η_G

Freie Wärme Q _F	Q _S + Q _i	40318	kWh/a	30,2	kWh/(m ² a)
Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	Q _F / Q _V	0,69			
Nutzungsgrad Wärmegewinne η _G		95%			

Summe Wärmegewinne Q_G

$$\eta_G \cdot Q_F = \frac{38155}{\text{kWh/a}} \quad \mathbf{28,6} \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Heizwärmebedarf Q_H

$$Q_V - Q_G = \frac{20063}{\text{kWh/a}} \quad \mathbf{15,0} \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Grenzwert

Grenzwert kWh/(m ² a)	15	Anforderung erfüllt?	ja
----------------------------------	----	----------------------	----

Energiekennwert Heizwärme (Monatsverfahren)

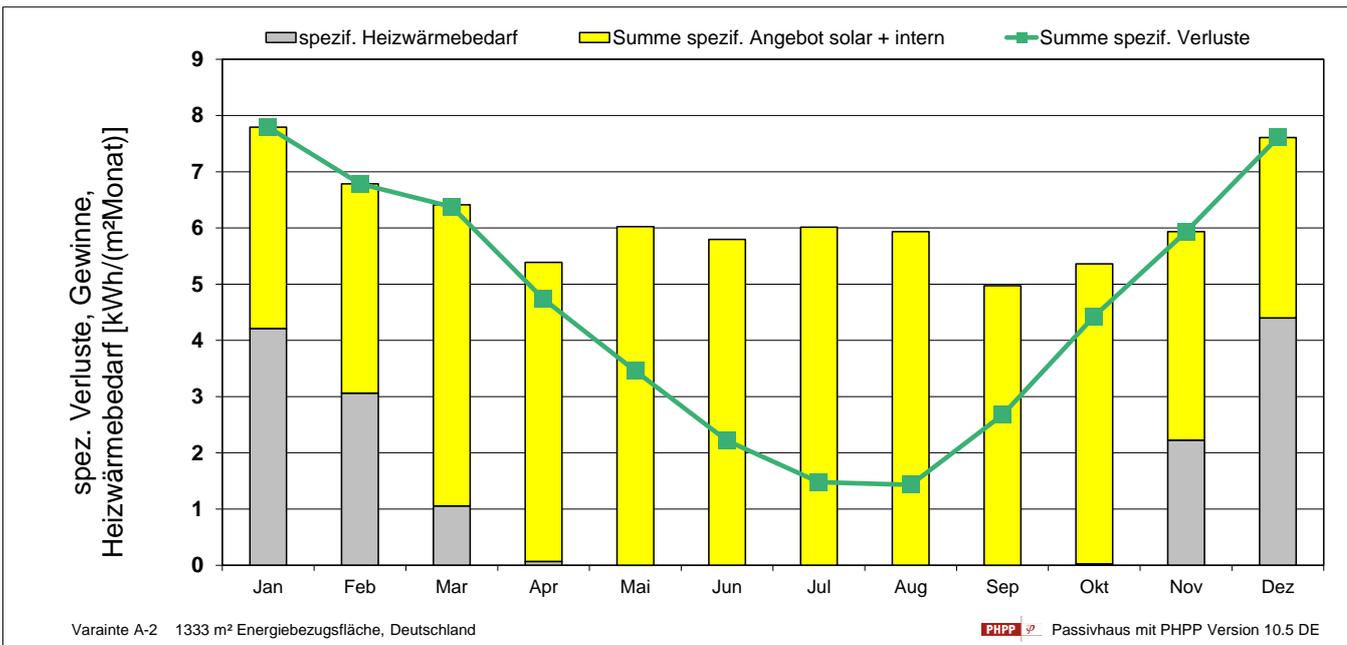
Passivhaus mit PHPP Version 10.5 DE



Varainte A-2 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 15 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 26,8 kWh/(m²a)

Innentemperatur: °C
 Objekttyp:
 Energiebezugsfläche A_{EG}: m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	
Heizgr.Std. Außen	13,3	11,5	10,5	7,5	5,2	3,0	1,7	1,7	4,1	7,3	10,1	13,1	89	kKh
Heizgr.Std. Grund	6,3	6,1	6,9	6,6	6,4	5,6	5,3	4,8	4,5	4,8	5,0	5,7	68	kKh
Verluste Außen	9514	8204	7545	5401	3720	2168	1239	1234	2939	5238	7213	9350	63765	kWh
Verluste Grund	876	844	959	912	888	786	734	674	629	667	698	797	9463	kWh
Summe spezif. Verluste	7,8	6,8	6,4	4,7	3,5	2,2	1,5	1,4	2,7	4,4	5,9	7,6	54,9	kWh/m ²
Solare Gewinne Nord	255	384	723	1070	1505	1500	1504	1266	825	546	284	183	10044	kWh
Solare Gewinne Ost	1	2	6	8	11	12	12	10	6	5	2	1	77	kWh
Solare Gewinne Süd	1151	1434	2710	2365	2602	2430	2577	2724	2213	2893	1360	791	25249	kWh
Solare Gewinne West	112	168	315	334	431	408	437	442	307	297	132	74	3456	kWh
Solare Gewinne Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solare Gewinne opak	71	100	206	236	299	297	306	286	195	190	84	49	2318	kWh
Interne Wärmequellen	3185	2876	3185	3082	3185	3082	3185	3185	3082	3185	3082	3185	37496	kWh
Summe spezif. Angebot solar + Nutzungsgrad	3,6	3,7	5,4	5,3	6,0	5,8	6,0	5,9	5,0	5,3	3,7	3,2	59,0	kWh/m ²
Heizwärmebedarf	5615	4085	1407	90	0	0	0	0	0	33	2969	5865	20063	kWh
spezif. Heizwärmebedarf	4,2	3,1	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	4,4	15,0	kWh/m ²



Heizwärmebedarf: Vergleich

Monatsverfahren	(Bl. Heizung)	20063	kWh/a	15,0	kWh/(m ² a) Bezugsfläche ist die Energiebezugsfläche gemäß PHPP
Jahresverfahren	(Bl. HeizJahr)	21162	kWh/a	15,9	kWh/(m ² a) Bezugsfläche ist die Energiebezugsfläche gemäß PHPP
Wert GEG		-	kWh/a	-	kWh/(m ² a) Achtung! andere Bezugsfläche: A _n nach GEG

Variante A-2 / Klima: Essen / EBF: 1333 m² / Heizen: 15 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 0 % / PER: 26,8 kWh/(m²a)

 Innentemperatur: °C
 Objekttyp:
 Energiebezugsfläche A_{EB}: m²

Auslegungstemperatur	Strahlung:	Nord	Ost	Süd	West	Horizontal	
Wetter 1: <input type="text" value="-2,4"/> °C		5	10	40	15	15	W/m ²
Wetter 2: <input type="text" value="-1,4"/> °C		5	5	10	5	10	W/m ²
Erdreichauslegungstemp. <input type="text" value="12,3"/> °C							

 Wetter 1 Wetter 2

Transmissionswärmelast P_T

Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Temperaturgewichtungsfaktor	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P _{T 1} W	P _{T 2} W
Außenwand Außenluft	A	812,1	0,148	1,00	22,4	21,4	2699	2579
Außenwand Erdreich/Keller	B	85,2	0,316	1,00	7,7	7,7	208	208
Dach/Decken Außenluft	A	860,2	0,126	1,00	22,4	21,4	2427	2318
Bodenplatte/Kellerdecke	B	450,7	0,185	1,00	7,7	7,7	642	642
	A			1,00	22,4	21,4		
	A			1,00	22,4	21,4		
	A			1,00	22,4	21,4		
Fenster	A	338,0	0,897	1,00	22,4	21,4	6789	6486
Außentür	A			1,00	22,4	21,4		
Wärmebrücken außen (Länge/m)	A			1,00	22,4	21,4		
Wärmebrücken Perimeter (Länge/m)	P			1,00	7,7	7,7		
Wärmebrücken Boden (Länge/m)	B	230,8	0,125	1,00	7,7	7,7	222	222
Bauteile zum Nachbarn	I			1,00	3,0	3,0		

 Summe Transmissionswärmelast P_T = **12987** bzw. **12455**

Lüftungswärmelast P_L

wirksames Luftvolumen V_L (A_{EB} · h) m² * m = m³

Lüftungsanlage:

Wärmerückgewinnung $\eta_{WRG,eff}$ Wirkungsgrad des EWÜ Wärmebereitstellungsgrad EWÜ $\eta_{EWÜ 1}$ bzw. $\eta_{EWÜ 2}$

energetisch wirksamer Luftwechsel n_L $n_{L,Rest}$ (Heizlast) 1/h + $n_{L,Anlage}$ 1/h * (1 - Φ_{WRG} bzw. Φ_{WRG}) = 1/h bzw. 1/h

V_L m³ * n_L bzw. 1/h * C_{Luft} Wh/(m³K) * TempDiff 1 K bzw. TempDiff 2 K = W bzw. W

Summe Wärmelast P_V

 P_T + P_L = **19453** bzw. **18632**
 P_{V 1} W P_{V 2} W

Solare Wärmeleistung P_S

Ausrichtung der Fläche	Fläche m ²	g-Wert (senkr. Einstrahlung)	Abminderungsfaktor (vgl. Blatt Fenster)	Strahlung 1 W/m ²	Strahlung 2 W/m ²	P _{S 1} W	P _{S 2} W
Nord	166,1	0,4	0,47	6	5	174	146
Ost	6,0	0,5	0,05	5	4	1	1
Süd	134,9	0,5	0,46	37	10	1104	287
West	31,0	0,3	0,59	22	6	105	29
Horizontal	0,0	0,0	0,40	15	10	0	0

 Summe solare Wärmeleistung P_S = **1384** bzw. **462**

Interne Wärmeleistung P_I

 spez. Leistung W/m² * A_{EB} m² = W P_{I 1} W bzw. P_{I 2} W

Summe Wärmeleistung (Gewinne) P_G

 P_S + P_I = **4997** bzw. **4076**
 P_{G 1} W P_{G 2} W

Heizwärmelast P_H

 P_V - P_G = bzw.

 Heizwärmelast P_H = W
 Flächenspezifische Heizwärmelast P_H / A_{EB} = W/m²

Zum Vergleich: Wärmelast über Zuluft

 Eingabe max. Zulufttemperatur °C
 Max. Zulufttemperatur $\vartheta_{zu,Max}$ °C

 Zulufttemperatur ohne Nachheizung $\vartheta_{zu,Min}$ = °C °C

 Wärmelast, die von der Zuluft transportierbar ist P_{ZuluftMax} = W
 P_{ZuluftMax} / A_{EB} = W/m²

 Über die Zuluft beheizbar? ja