

Energieberatung zum Bestandsgebäude Sekundarschule (Bauteil B) in Wirtsmühler Str. 12, 42929 Wermelskirchen

Dipl. Ing. (FH) Thomas Lüdemann
Beraternr. (BAFA): 168177

1.1 Sekundarschule und Gesamtschule:



Berechnungsverfahren und Randbedingungen GEG 2023 – DIN 18599:2018	
Gebäudetyp	Nichtwohngebäude
Nutzung	Sekundarschule und Gesamtschule Fachräume / Leitung Sekundarschule
Baujahr	ca. 1980
Lage	halbfreie Lage
Bauweise	Massivbauweise
Vollgeschosse	3
Nettogrundfläche A_{NGF}	3007,7 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	12901,3 m ³

1.1 Sekundarschule und Gesamtschule:



1.1 Sekundarschule und Gesamtschule:

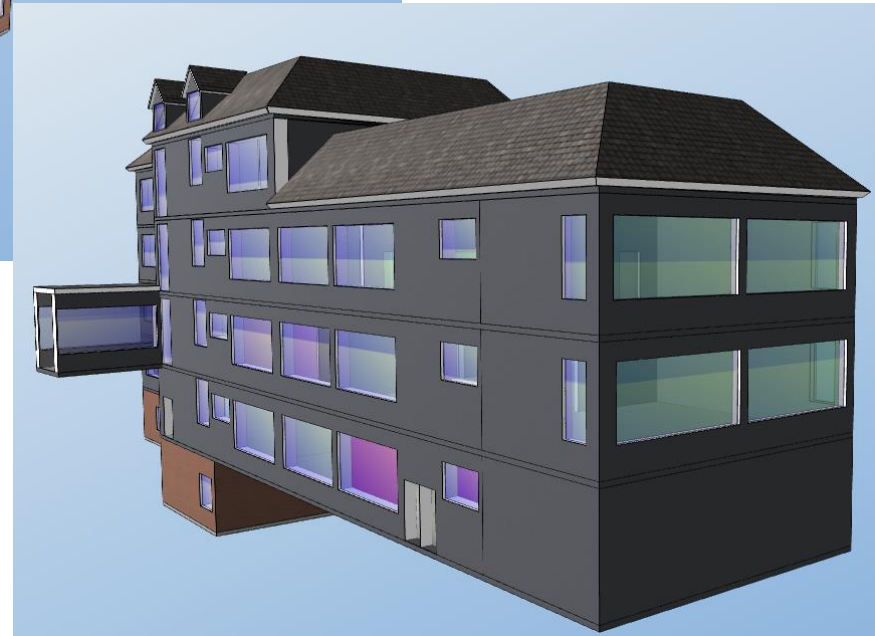
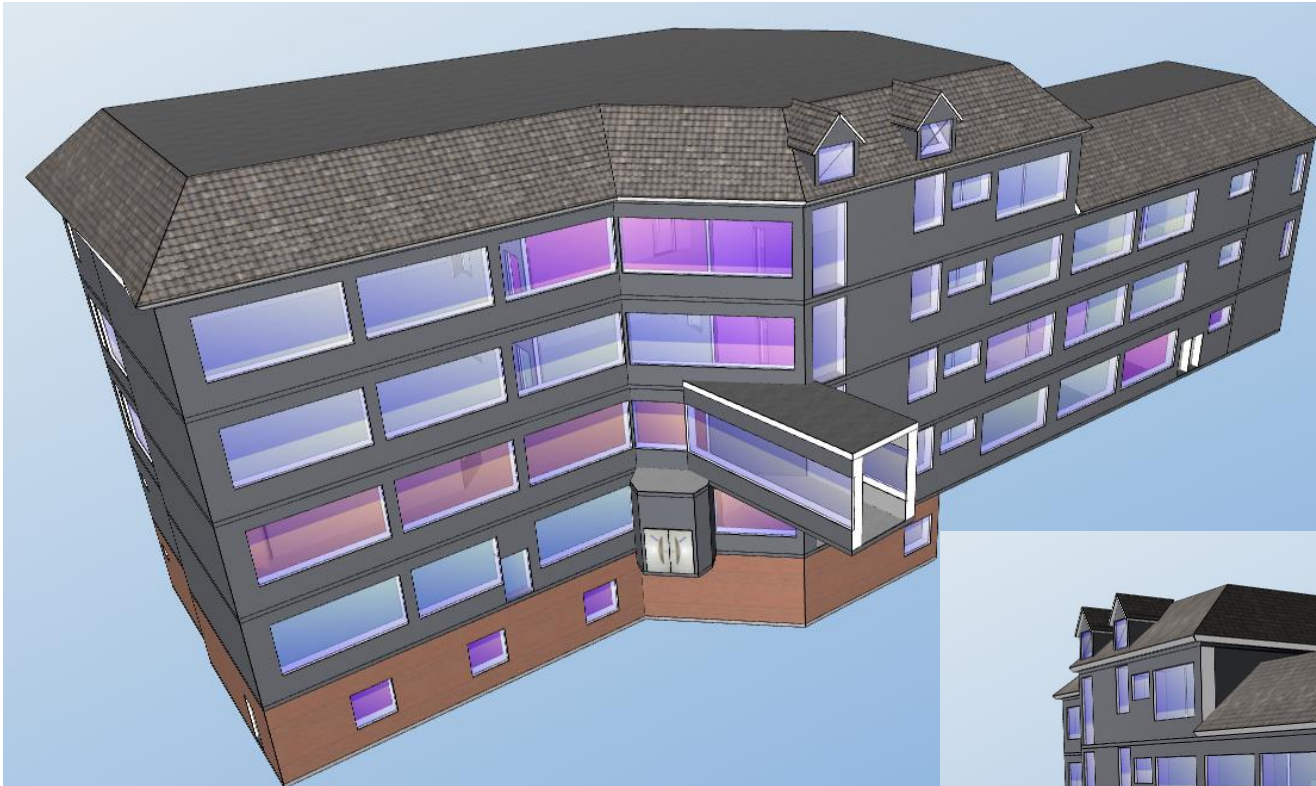


1.1 Sekundarschule und Gesamtschule:

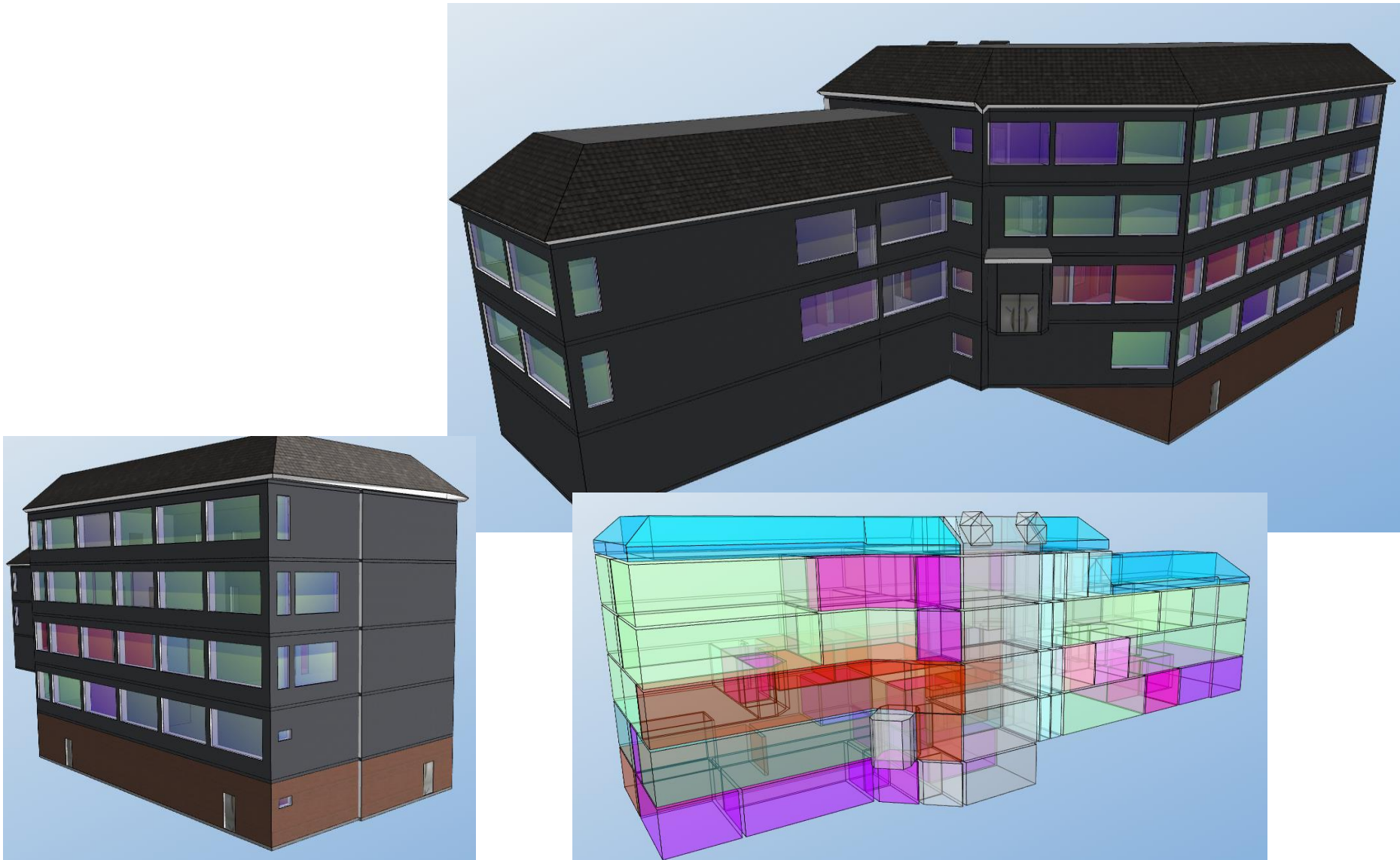
Ansichten



1.1 Modelberechnung nach DIN EN 18599



1.1 Modelberechnung nach DIN EN 18599



1.2 Ist-Zustand

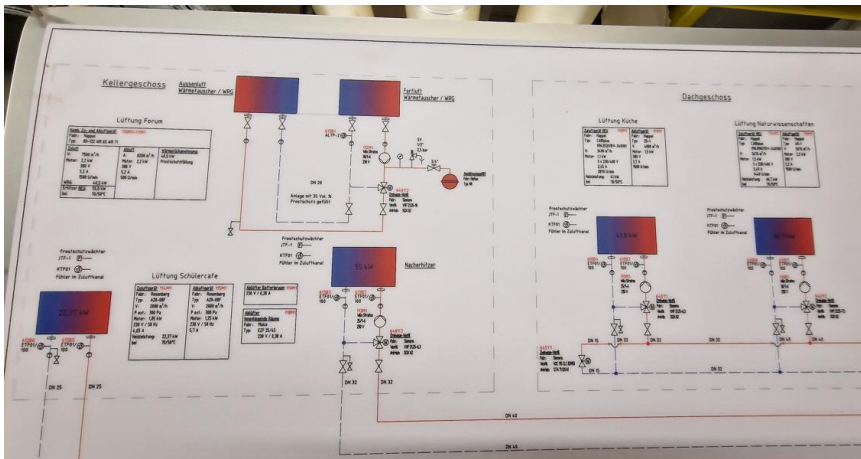


Bauteile

Fenster: aus dem Baujahr 2010	U-Wert 1,30 W/m²K
Außenwände: 14 cm EPS WLG 035	U-Wert 0,23 W/m²K
Bodenplatte (1980)	U-Wert 0,80 W/m²K
Außentür	U-Wert 1,30 W/m²K
Dachboden (1980)	U-Wert 0,60 W/m²K



1.3 Bestandsanlage



1.3 Bestandsanlage

Wärmeerzeugung

Art (Baujahr)	Brennwert –Kessel (2011)
Leistung	297 kW (Heizlast ca. 80 kW)
Brennstoff	Erdgas
Übergabe	Heizkörper 70/55°C
Reglung	P-Regler
Warmwasserspeicher	vorhanden
Beleuchtung	Leuchtstofflampe (EVG)

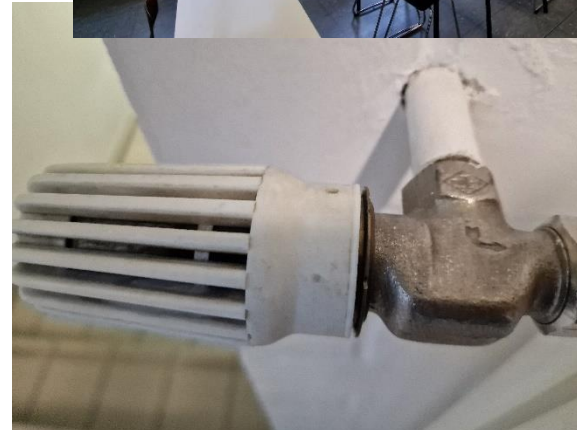


1.3 Bestandsanlage

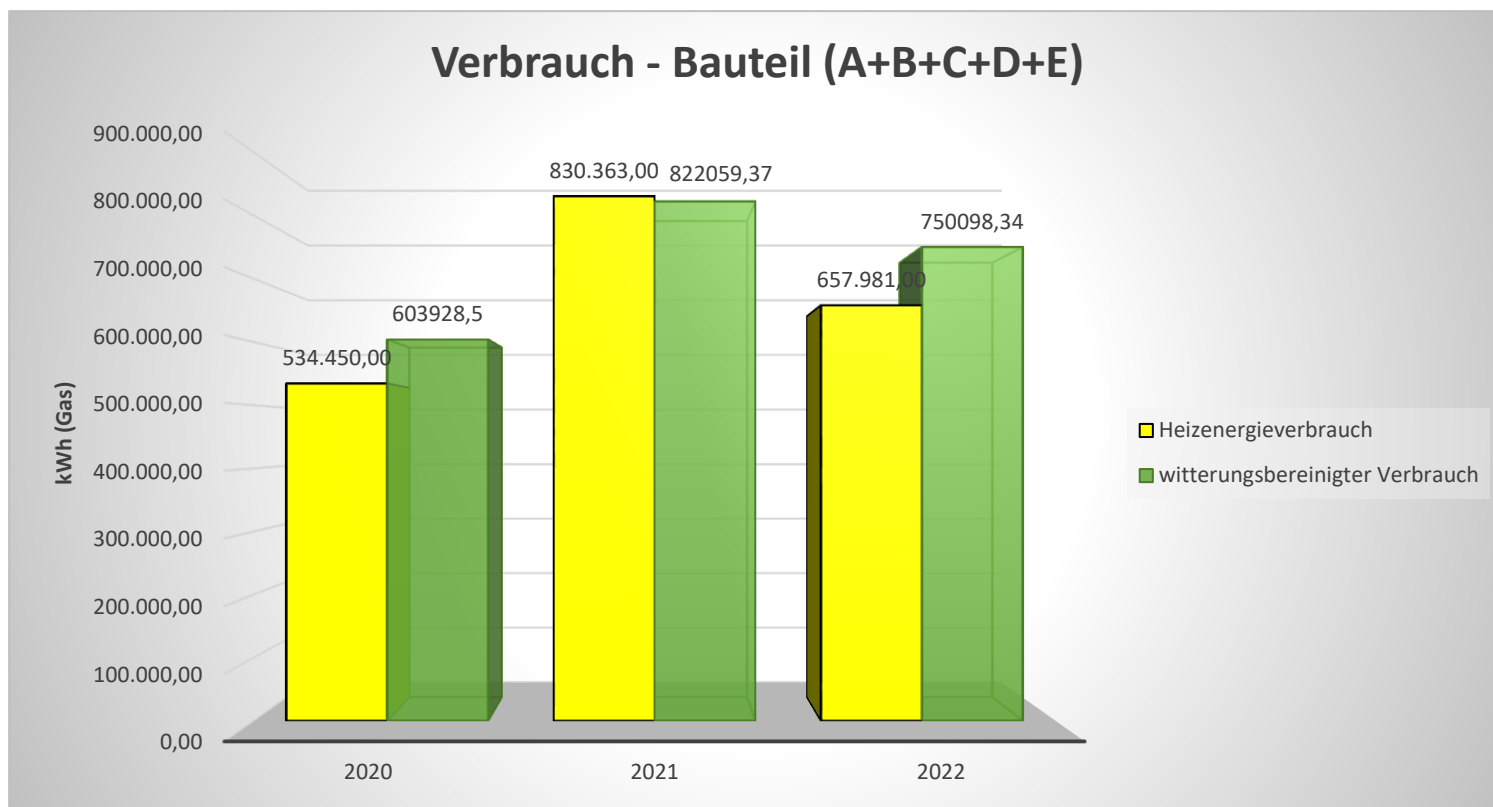
Beleuchtung: Leuchtstofflampen – stabformig EVG + LED

Kein Präsenzmelder vorhanden

Automatisierungsklasse – Heizen: Klasse C



1.4 Energieverbrauch Bestand

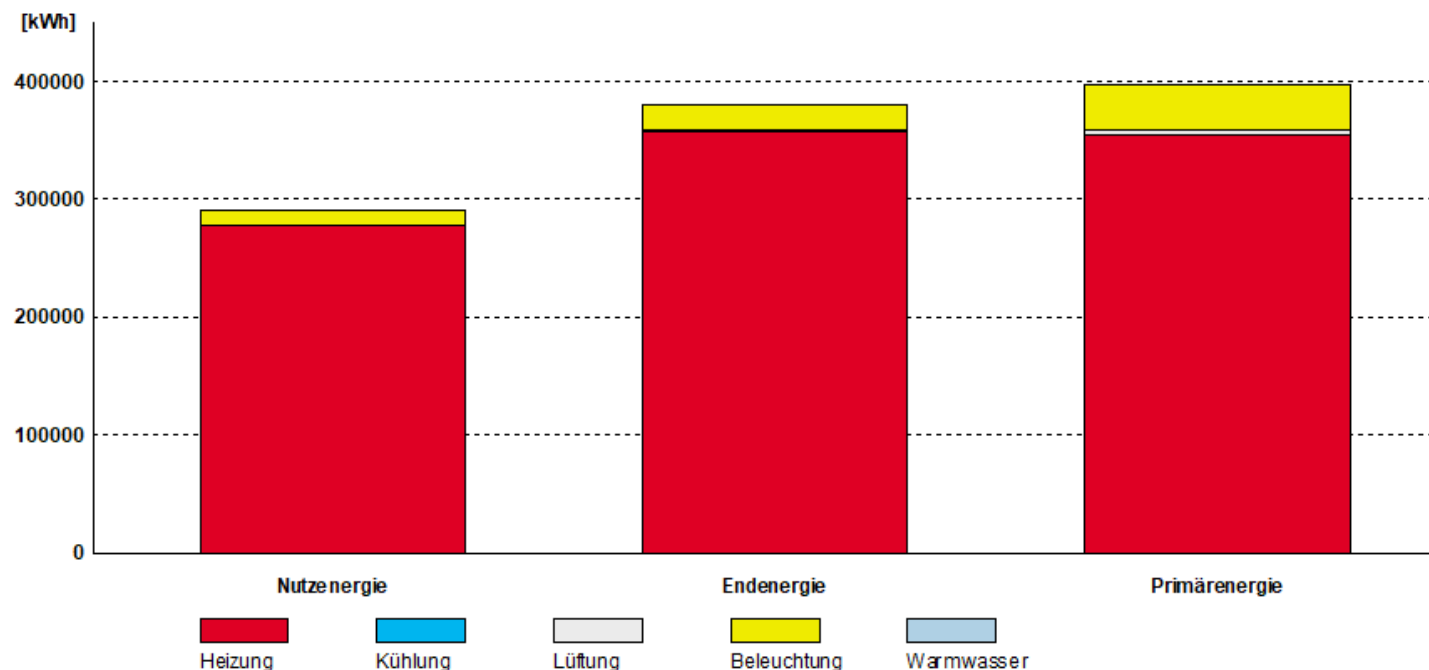


	2020	2021	2022
Strom	177.294,707	176.190,477	194.400,11
Gas	534.450,00	830.363,00	657.981,00
Klimafaktor	1,13	0,99	1,14
Gas – Klimabereinigt	603.928,5	822.059,37	750.098,34

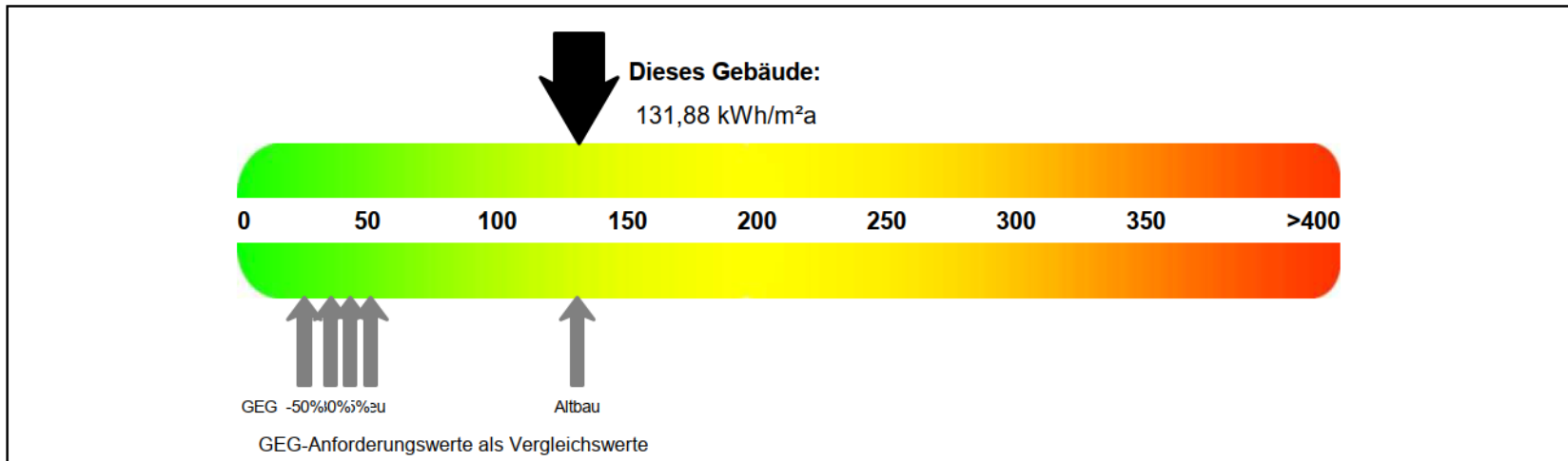
1.4 Energieverbrauch Bestand nach Modell

Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	290280	277408	0	0	12872	0
	96,51	92,23	0	0	4,28	0
Endenergie	380075	356695	0	2339	21041	0
	126,37	118,59	0	0,78	7,00	0
Primärenergie	396674	354589	0	4211	37875	0
	131,88	117,89	0	1,40	12,59	0



1.4 Energieverbrauch Bestand nach Modell



Brennstoff-Bedarf

Erdgas E 30.721 m³

Strom
(Hilfsenergie) 24.750 kWh

Energiekosten
(inkl. Betriebskosten) 65.449 €

Emission

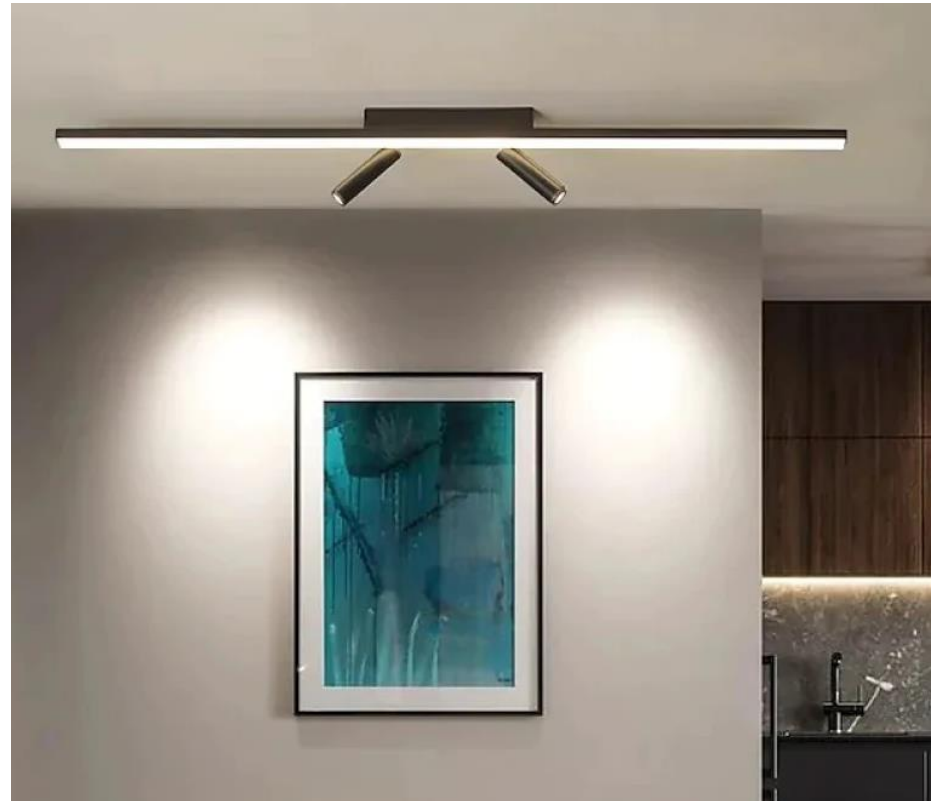
CO2-Emissionen 90.687 kg

SO2-Emissionen 77,75 kg

NOx-Emissionen 78,45 kg

2.1 Energieverbrauch Variante 1

LED - Leuchten

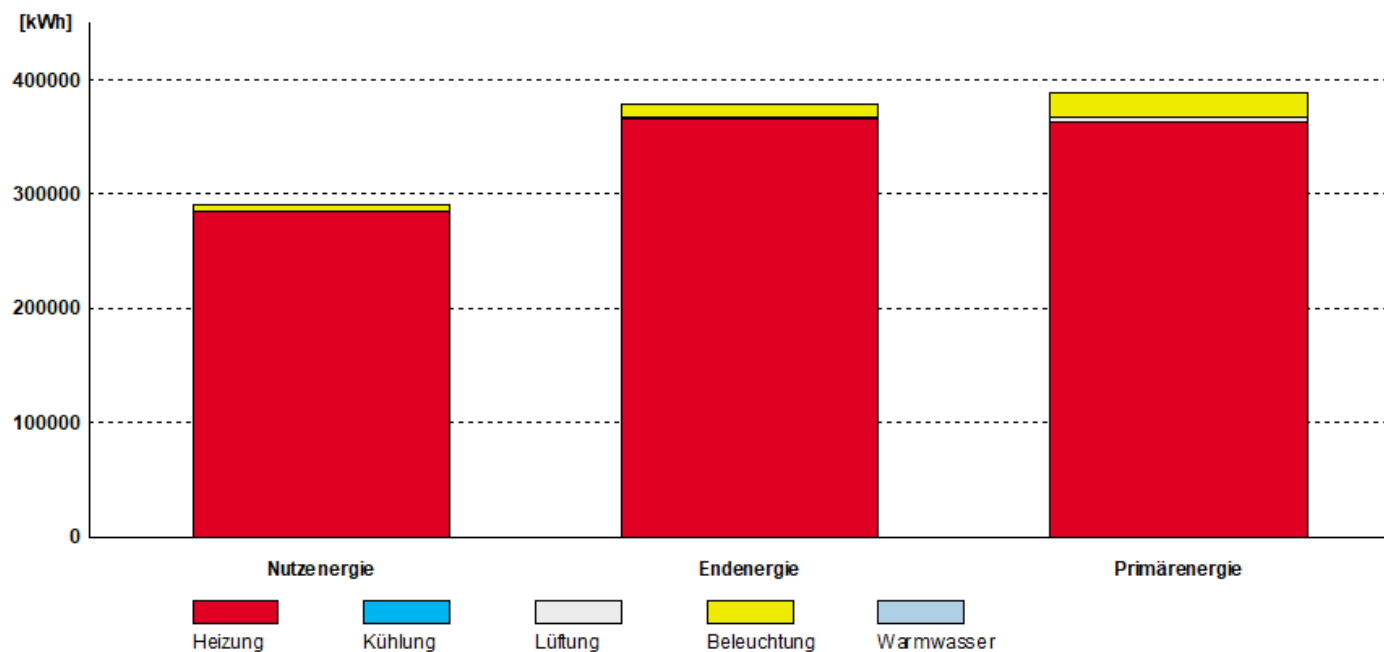


2.1 Energieverbrauch Variante 1

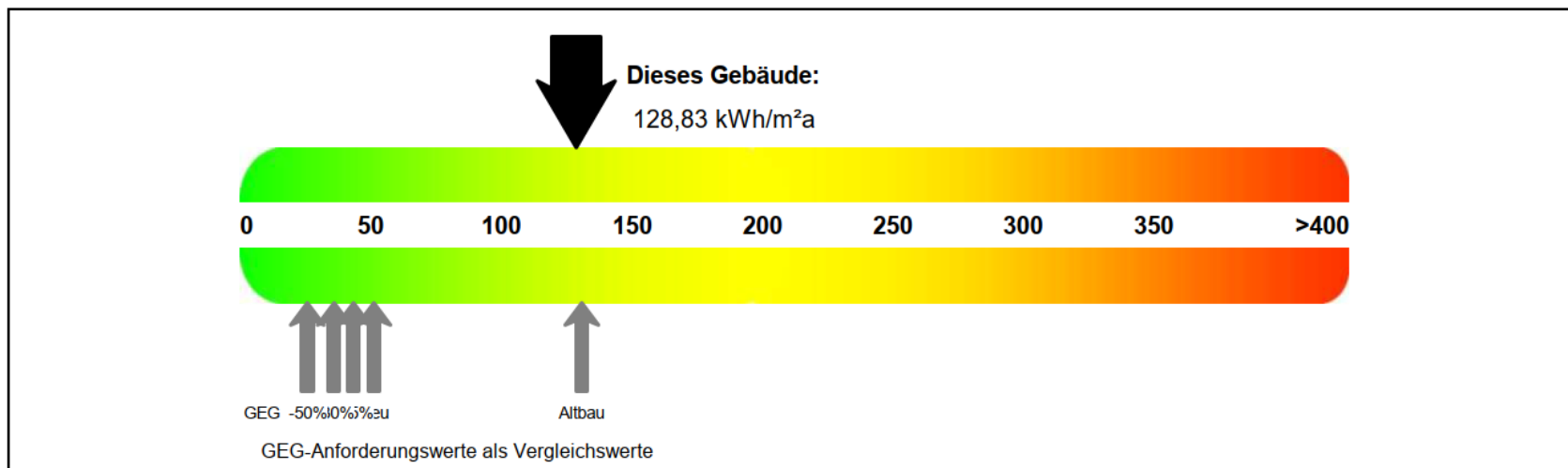
LED - Leuchten

Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	290766	283944	0	0	6822	0
	96,67	94,40	0	0	2,27	0
Endenergie	378840	365349	0	2339	11152	0
	125,95	121,47	0	0,78	3,71	0
Primärenergie	387484	363200	0	4211	20074	0
	128,83	120,75	0	1,40	6,67	0



2.1 Energieverbrauch Variante 1 LED - Leuchten



Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	30.721 m³		+2 %
	31.466 m³		+745 m³
Strom (Hilfsenergie)	24.750 kWh		-40 %
	14.903 kWh		-9.847 kWh
Energiekosten (inkl. Betriebskosten)	65.449 €		-3 %
	63.479 €		-1.970 €

Emission

CO2-Emissionen	90.687 kg		-4 %
	87.035 kg		-3.652 kg
SO2-Emissionen	77,75 kg		-13 %
	68,03 kg		-9,72 kg
NOx-Emissionen	78,45 kg		-5 %
	74,26 kg		-4,19 kg

Erdgas E: 16 Cent/kWh (brutto)
Strom: 34 Cent/kWh (brutto)

2.1 Energieverbrauch Variante 1

LED - Leuchten

Schätz-Investition € (netto):

• Ca. 113 Lampen 36 W – 200 €/Stck	22.800,-
Baunebenkosten Ing. netto €:	<u>5.700,-</u>
Summe netto € ca.:	28.500,-
<u>Mögliche Fördersumme (20 %)</u>	<u>4.560,-</u>
<u>Summe netto abzgl. Förderung ca.:</u>	23.940,-
<u>inkl. MwSt. € ca.:</u>	<u>28.488,-</u>

2.2 Energieverbrauch Variante 2

Dachboden 6 cm WLK 035 Dämmung

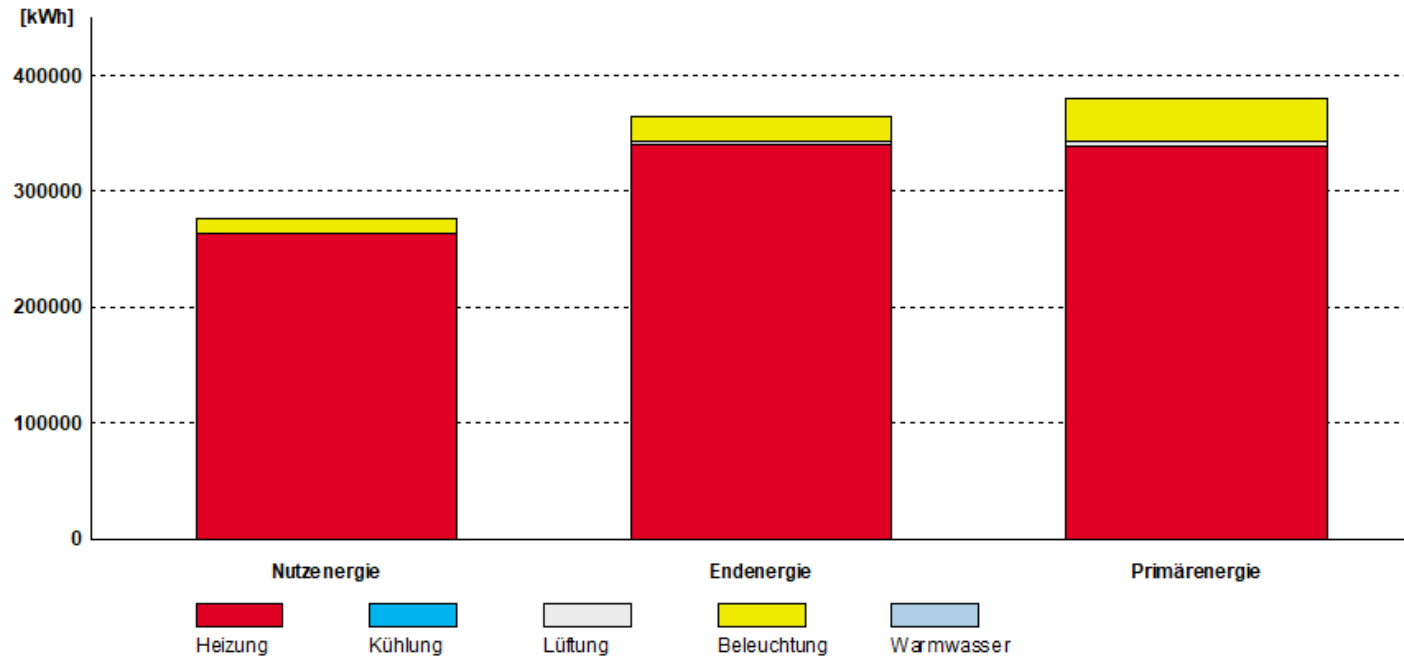


2.2 Energieverbrauch Variante 2

Dachboden 6 cm WLG 035 dämmen

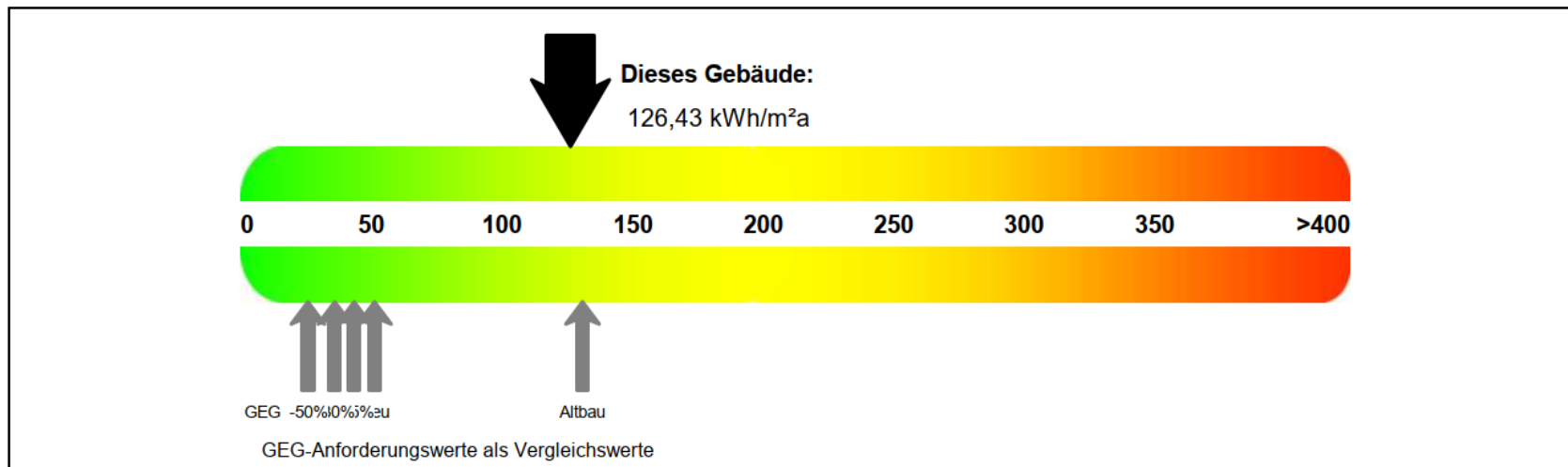
Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	277196	264325	0	0	12872	0
	92,16	87,88	0	0	4,28	0
Endenergie	363557	340176	0	2339	21041	0
	120,87	113,10	0	0,78	7,00	0
Primärenergie	380261	338176	0	4211	37875	0
	126,43	112,43	0	1,40	12,59	0



2.2 Energieverbrauch Variante 2

Dachboden 6 cm WLG 035 dämmen



Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	30.721 m³		-5 %
	29.298 m³		-1.423 m³
Strom (Hilfsenergie)	24.750 kWh		
	24.696 kWh		
Energiekosten (inkl. Betriebskosten)	65.449 €		-4 %
	62.796 €		-2.653 €

Emission

CO2-Emissionen	90.687 kg		-4 %
	87.097 kg		-3.590 kg
SO2-Emissionen	77,75 kg		-3 %
	75,37 kg		-2,39 kg
NOx-Emissionen	78,45 kg		-4 %
	75,45 kg		-3,00 kg

Erdgas E: 16 Cent/kWh (brutto)
Strom: 34 Cent/kWh (brutto)

2.2 Energieverbrauch Variante 2

Dachboden 6 cm WLG 035 dämmen

Schätz-Investition € (netto):

• 6 cm Dachbodendämmung WLG 035 ca. 700m² (60€/m²). 42.000,-

• Baunebenkosten Ing. netto: 10.500,-

Summe netto € ca.: 52.500,-

Mögliche Fördersumme (20 %) 8.400,-

Summe netto abzgl. Förderung ca.: 44.100,-

inkl. MwSt. € ca.: 52.479,-

2.3 Energieverbrauch Variante 3

Luftwasser-Wärmepumpe + Bestand Gaskessel



2.3 Energieverbrauch Variante 3

Luftwasser-Wärmepumpe + Bestand Gaskessel

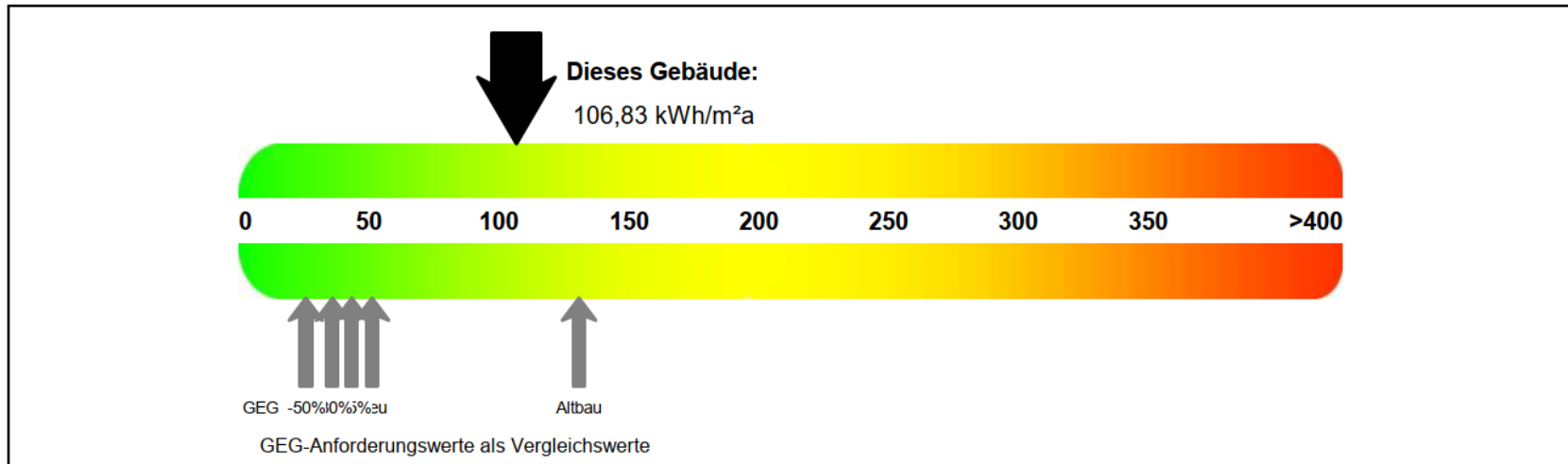
Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	291034	278162	0	0	12872	0
	96,76	92,48	0	0	4,28	0
Endenergie	269010	245629	0	2339	21041	0
	89,44	81,67	0	0,78	7,00	0
Primärenergie	321302	279217	0	4211	37875	0
	106,83	92,83	0	1,40	12,59	0

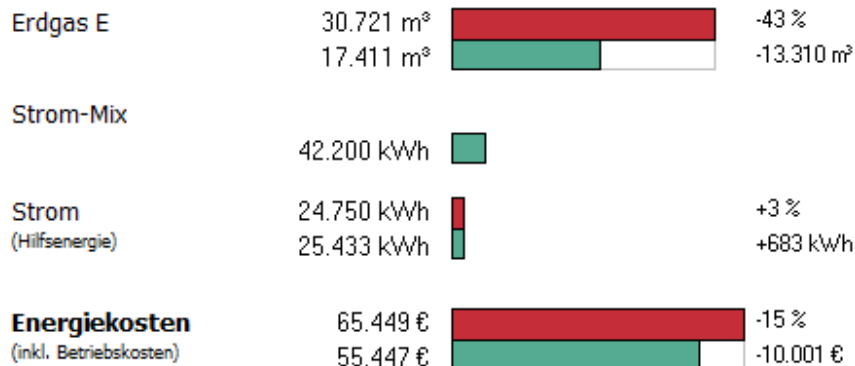


2.3 Energieverbrauch Variante 3

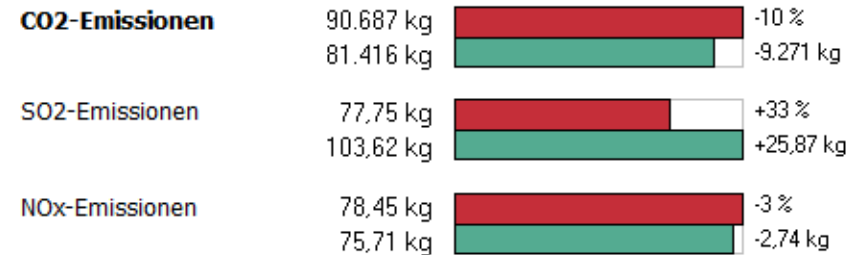
Luftwasser-Wärmepumpe + Bestand Gaskessel



Brennstoff-Bedarf



Emission



Erdgas E: 16 Cent/kWh (brutto)
Strom: 34 Cent/kWh (brutto)

2.3 Energieverbrauch Variante 3

Luftwasser-Wärmepumpe + Bestand Gaskessel

Schätz-Investition € (netto):

- Luft-Wasser-Wärmepumpe 24.5 kW (Anteil Leistung für B) 38.000,-
- Magnetit Schlammfang 400 l 6.500,-
- MSR Umbau 2.000,-
- Installation und Zubehör 10.000,-

Baunebenkosten Ing. netto €: 14.125,-

Summe netto € ca.: **70.625,-**

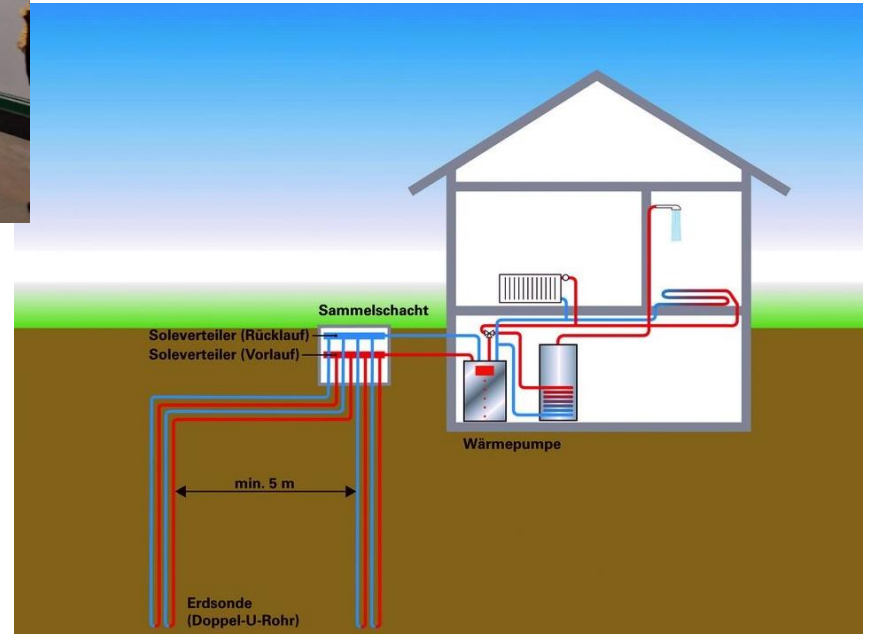
Mögliche Fördersumme (30 %) 16.950,-

Summe netto abzgl. Förderung ca.: **53.675,-**

inkl. MwSt. € ca.: **63.873,-**

2.4 Energieverbrauch Variante 4

Sole-Wasser Wärmepumpe + Bestand Gaskessel

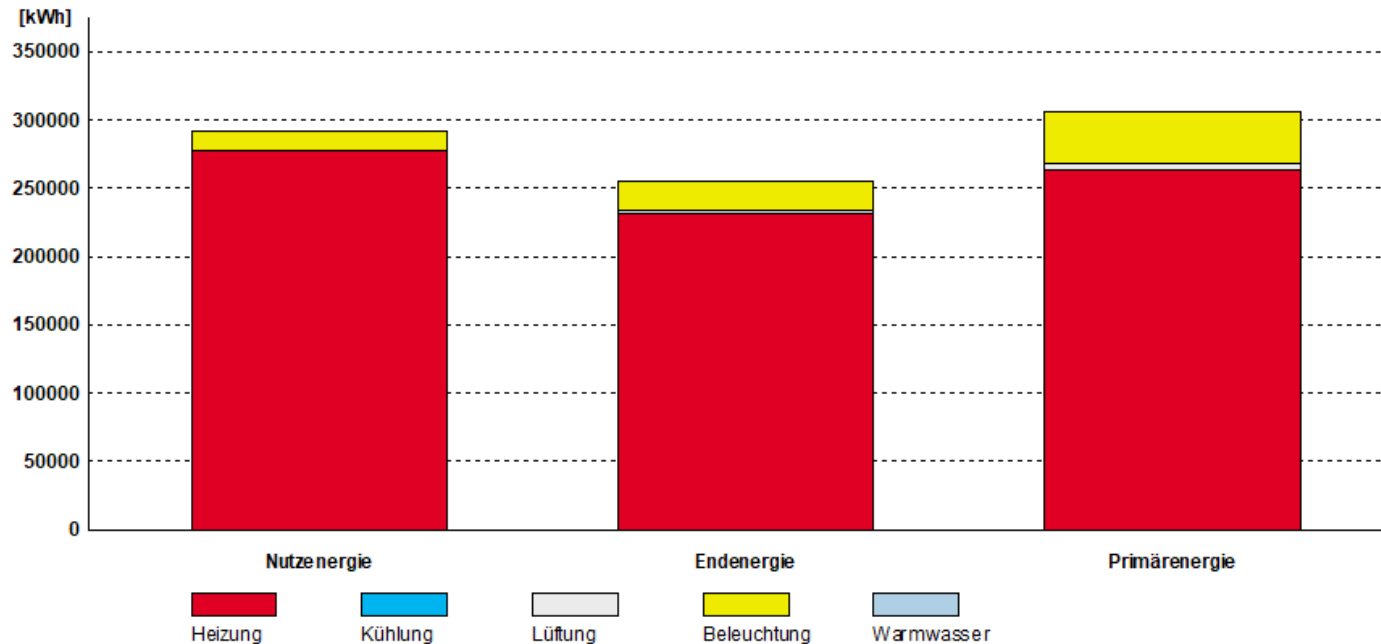


2.4 Energieverbrauch Variante 4

Sole-Wasser Wärmepumpe + Bestand Gaskessel

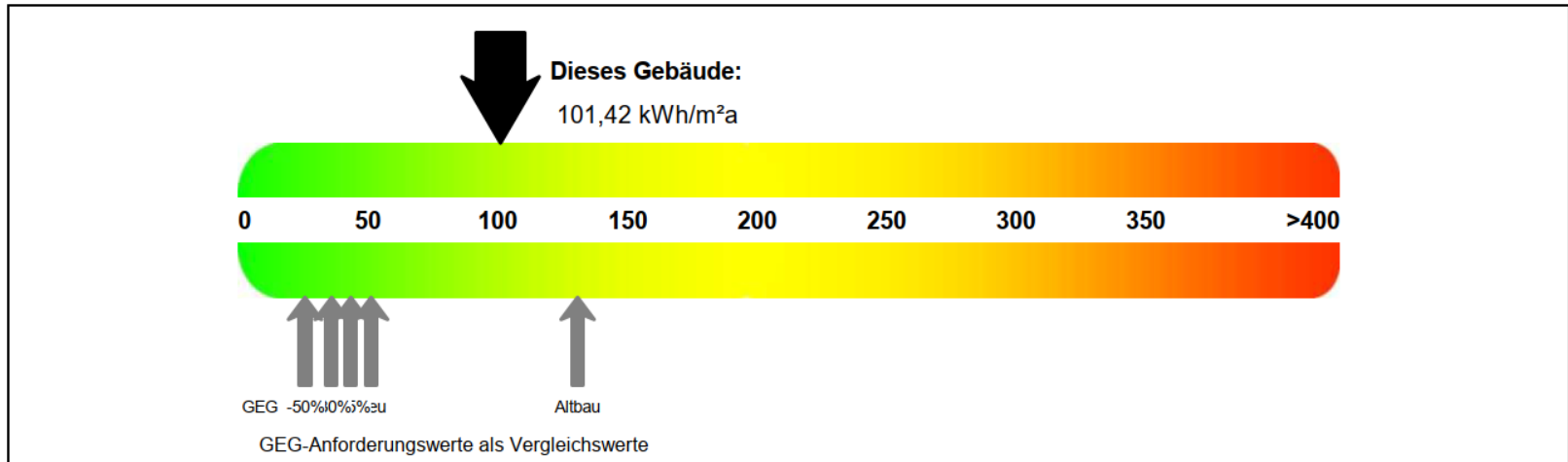
Energiebilanz für das Gebäude:

	in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie		291034	278162	0	0	12872	0
		96,76	92,48	0	0	4,28	0
Endenergie		254448	231068	0	2339	21041	0
		84,60	76,82	0	0,78	7,00	0
Primärenergie		305038	262953	0	4211	37875	0
		101,42	87,43	0	1,40	12,59	0



2.4 Energieverbrauch Variante 4

Sole-Wasser Wärmepumpe + Bestand Gaskessel



Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	30.721 m³		-47 %
	16.348 m³		-14.373 m³
Strom-Mix	32.235 kWh		
Strom (Hilfsenergie)	24.750 kWh		+34 %
	33.131 kWh		+8.382 kWh
Energiekosten (inkl. Betriebskosten)	65.449 €		-19 %
	52.710 €		-12.739 €

Emission

CO2-Emissionen	90.687 kg		-15 %
	77.488 kg		-13.199 kg
SO2-Emissionen	77,75 kg		+28 %
	99,37 kg		+21,61 kg
NOx-Emissionen	78,45 kg		-8 %
	72,18 kg		-6,27 kg

Erdgas E: 16 Cent/kWh (brutto)
Strom: 34 Cent/kWh (brutto)

2.4 Energieverbrauch Variante 4

Sole-Wasser Wärmepumpe + Bestand Gaskessel

Schätz-Investition € (netto):

- Sole-Wasser-Wärmepumpe 21.4 kW (Anteil Leistung für B) 19.000,-
- Bohrungen ca. 4 Stück inkl. Verrohrung 32.000,-
- Installation und Zubehör 10.000,-
- Magnetit Schlammfang 400 l 6.500,-
- MSR Umbau 2.000,-

Baunebenkosten Ing. netto €: 17.375,-

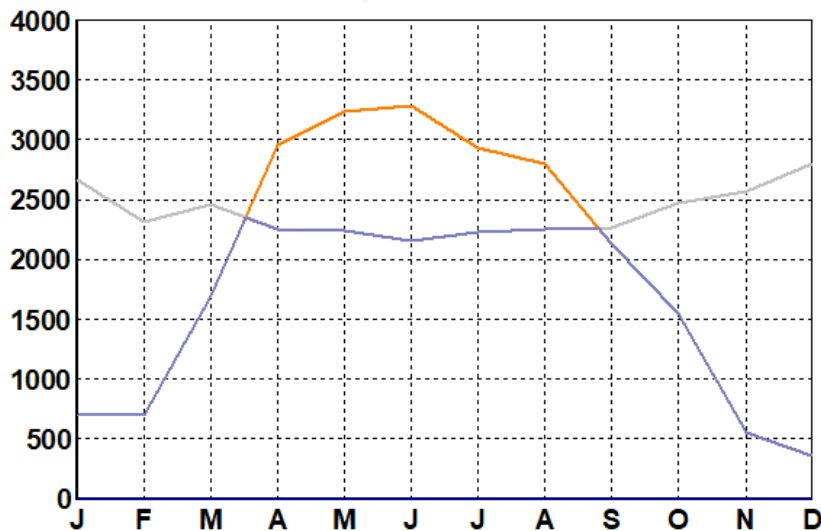
Summe netto € ca.: **86.875,-**

Mögliche Fördersumme (30 %) 20.850,-

Summe netto abzgl. Förderung ca.: **66.025,-**

inkl. MwSt. € ca.: **78.569,-**

2.5 Energieverbrauch Variante 5 PV-Anlage



Selbst nutzbarer PV-Ertrag

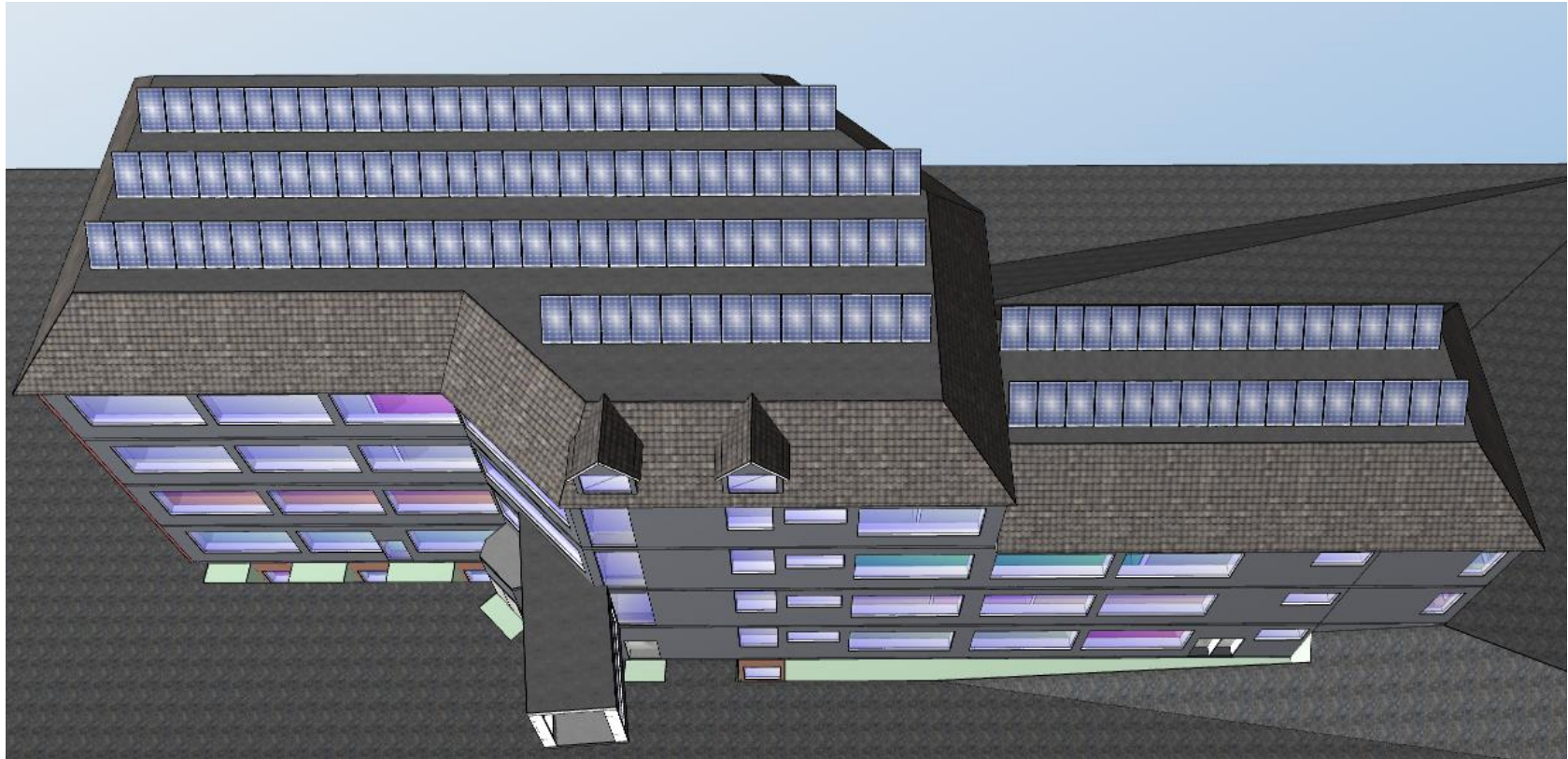
für erneuerbare Energien nach GEG / BEG - monatsweise Verrechnung

Energiebilanz Qp / GEG EE			BEG EE		
PV-Ertrag	el. Bedarf	nutzbar	el. Bedarf	nutzbar	
Jan	704	704	0	0	kWh
Feb	699	699	0	0	kWh
Mar	1703	1703	0	0	kWh
Apr	2956	2256	0	0	kWh
Mai	3237	2250	0	0	kWh
Jun	3283	2154	0	0	kWh
Jul	2928	2225	0	0	kWh
Aug	2801	2254	0	0	kWh
Sep	2139	2261	0	0	kWh
Okt	1548	2472	0	0	kWh
Nov	558	2564	0	0	kWh
Dez	366	2797	0	0	kWh
Qf	22922	18857	0	0	kWh
Primärenergie Qp			33942	kWh	= Qf x 1,8
CO ₂			10560	kg	= Qf x 0,560 kg/kWh

Erneuerbare Energie GEG	Q _{f,PV}	18.857 kWh
Erneuerbare Energie BEG	Q _{f,PV}	0 kWh
Abzugswert für Qp	Q _{p,PV}	30.625 kWh
	CO _{2,PV}	9.528 kg

Ausrichtung	Süd
Neigung	30 °
Gesamtfläche	A 165,00 m ²
Peakleistung	P _{pk} 30,03 kW
- pro m ²	K _{pk} 182,0 W/m ²

2.5 Energieverbrauch Variante 5 PV-Anlage

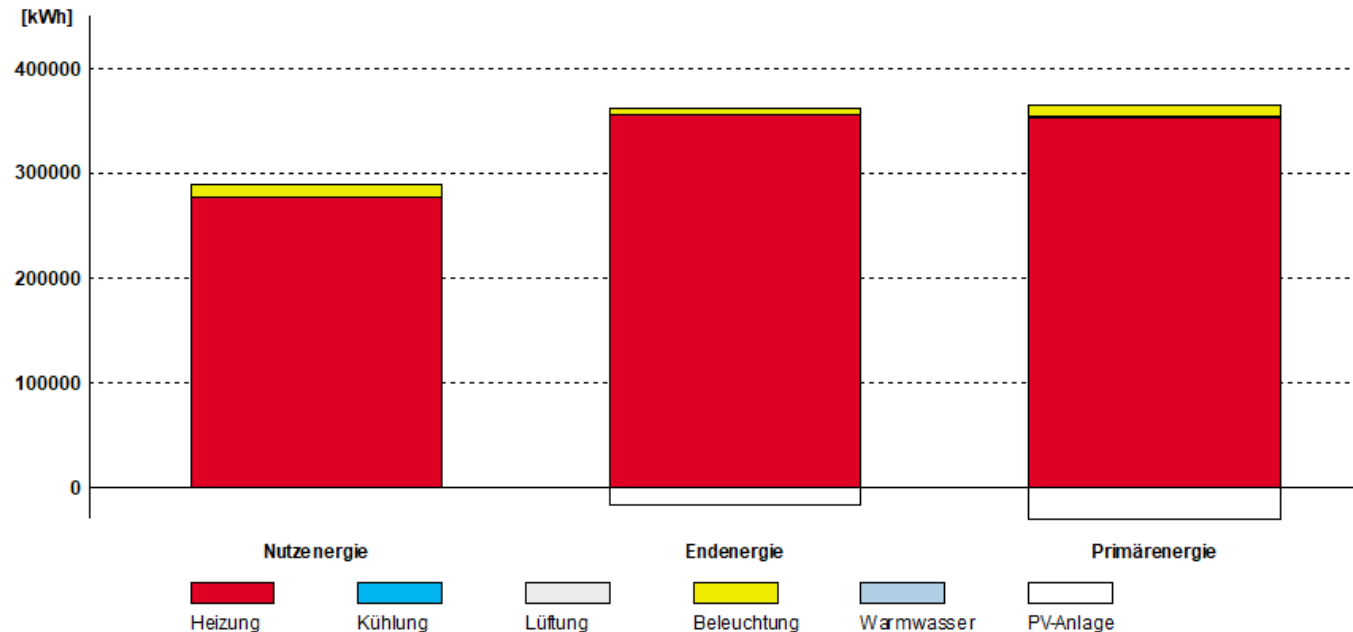


2.5 Energieverbrauch Variante 5 PV-Anlage

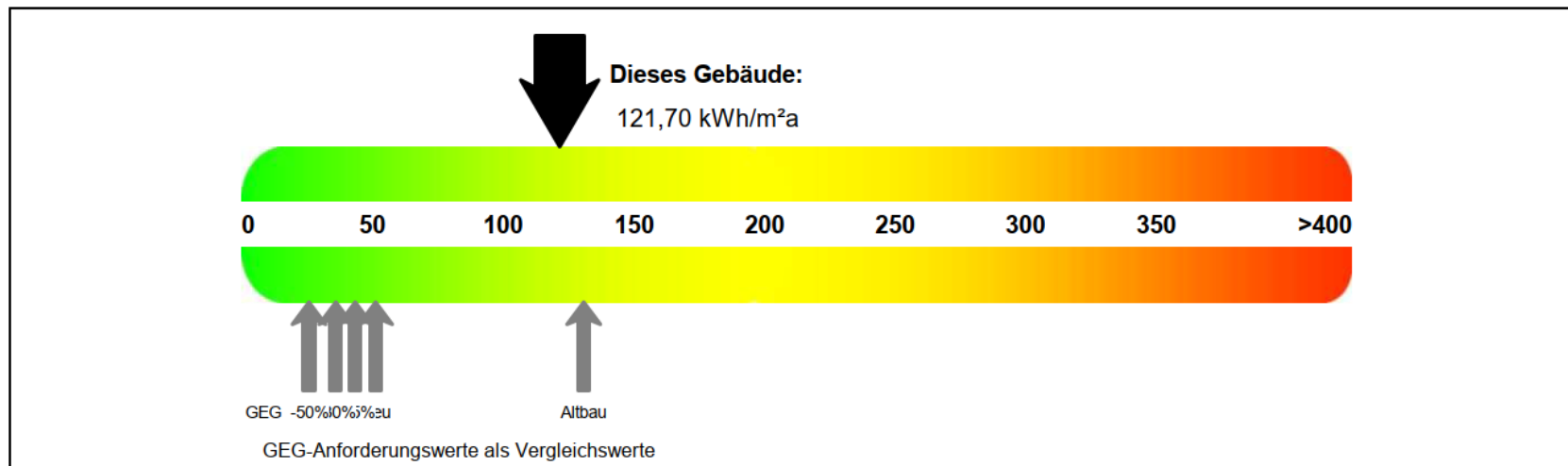
Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser	PV*
Nutzenergie	290280	277408	0	0	12872	0	0
	96,51	92,23	0	0	4,28	0	0
Endenergie	363062	356052	0	663	6347	0	(-17014)
	120,71	118,38	0	0,22	2,11	0	(-5,66)
Primärenergie	366049	353431	0	1194	11424	0	(-30625)
	121,70	117,51	0	0,40	3,80	0	(-10,18)

* PV bereits in Endenergie / Primärenergie verrechnet



2.5 Energieverbrauch Variante 5 PV-Anlage



Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	30.721 m³	
	30.721 m³	
Strom	24.750 kWh	-69 %
(Hilfsenergie)	7.736 kWh	-17.014 kWh
Energiekosten	65.449 €	-9 %
(inkl. Betriebskosten)	59.664 €	-5.785 €

Emission

CO2-Emissionen	90.687 kg	-11 %
	81.159 kg	-9.528 kg
SO2-Emissionen	77,75 kg	-24 %
	58,85 kg	-18,90 kg
NOx-Emissionen	78,45 kg	-13 %
	68,53 kg	-9,92 kg

Erdgas: 16 Cent/kWh (brutto)
Strom: 34 Cent/kWh (brutto)

2.5 Energieverbrauch Variante 5 PV-Anlage

Schätz-Investition € (netto):

• PV Anlage ca. 30 kWp	<u>60.000,-</u>
Baunebenkosten Ing. netto €:	<u>15.000,-</u>
Summe netto € ca.:	75.000,-

<u>inkl. MwSt. € ca.:</u>	<u>89.250,-</u>
----------------------------------	------------------------

3.1 Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen 1-5:

Energieverbrauch: Berechnung nach DIN 18599-2011

Energiekosten: Gas 16 Cent/kWh; Strom 34 Cent/kWh - Brutto

	<u>Variante 1:</u> LED-Lampen	<u>Variante 2:</u> 6 cm Dachbodendämmung	<u>Variante 3:</u> Luft-Wasser- Wärmepumpe	<u>Variante 4:</u> Sole-Wasser- Wärmepumpe	<u>Variante 5:</u> PV-Anlage
Investkosten (brutto) abzgl. Förderung BEG EM	28.488,-	52.479,-	63.873,-	78.569,-	89.250,-
Energiekosten: 1 Jahr (brutto)	63.479,-	62.796,-	55.447,-	52.710,-	59.664,-
15 Jahre (brutto)	952.185,-	941.940,-	831.705,-	790.650,-	894.960,-
Wartungskosten 1 Jahr (brutto)	0,-	0,-	1.200,-	1.400,-	1.500,-
15 Jahre (brutto)	0,-	0,-	18.000,-	21.000,-	22.500,-
Summe Kosten (brutto)	63.479,-	62.796,-	56.647,-	54.110,-	61.164,-
15 Jahre (brutto)	952.185,-	941.940,-	849.705,-	811.650,-	917.460,-
Gesamtkosten (brutto) inkl. Investkosten abzgl. Förderung 15 Jahre	980.673,-	994.419,-	913.578,-	890.219,-	1.006.710,-
Amortisation (Jahre)	14	20	7	7	21

Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	iSFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärmepumpen-Bonus*	max. Fördersatz	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %			20 %	50 %
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme	15 %	5 %			20 %	
Anlagen zur Wärme-erzeugung (Heizungstechnik)	Solarkollektoranlagen	25 %		10 %		35 %	
	Biomasseheizungen	10 %		10 %		20 %	
	Wärmepumpen	25 %		10 %	5 %	40 %	
	Brennstoffzellenheizungen	25 %		10 %		35 %	
	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	25 %		10 %		35 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (ohne Biomasse)	30 %				30 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 25 % Biomasse für Spitzenlast)	25 %				25 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 75 % Biomasse)	20 %				20 %	
	Anschluss an ein Gebäudenetz	25 %		10 %		35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %		10 %		40 %	
Heizungsoptimierung	Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden	15 %	5 %			20 %	

* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5 %, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND4.0)

Stand: 1. Januar 2023



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit