

# Energieberatung zum Bestandsgebäude Gesamtschule (Bauteil D) in Wirtsmühler Str. 12, 42929 Wermelskirchen

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

## 1.1 Gesamtschule:



Berechnungsverfahren und Randbedingungen	GEG 2023 – DIN 18599:2018
Gebäudetyp	Nichtwohngebäude
Nutzung	Gesamtschule
Baujahr	1960
Lage	halbfreie Lage
Bauweise	Massivbauweise
Vollgeschosse	2
Nettogrundfläche $A_{\text{NGF}}$	1386,6 m <sup>2</sup>
Beheiztes Gebäudevolumen $V_e$	5962,4 m <sup>3</sup>

## 1.1 Gesamtschule:





## 1.1 Gesamtschule:



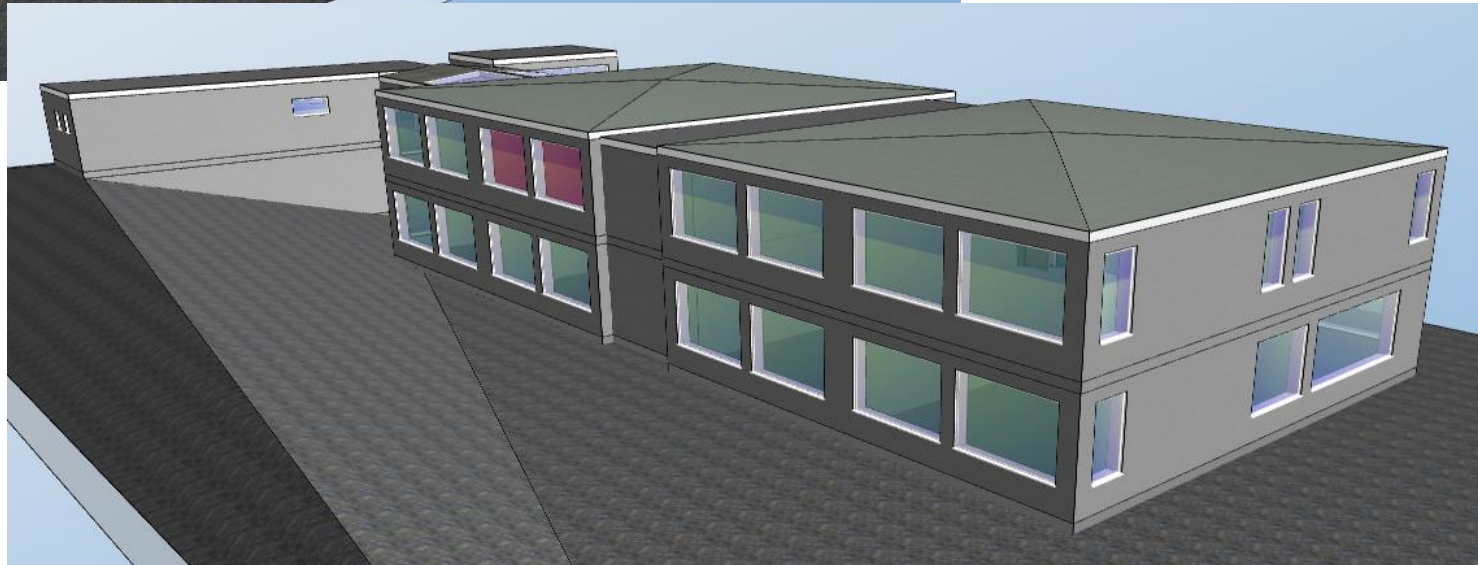
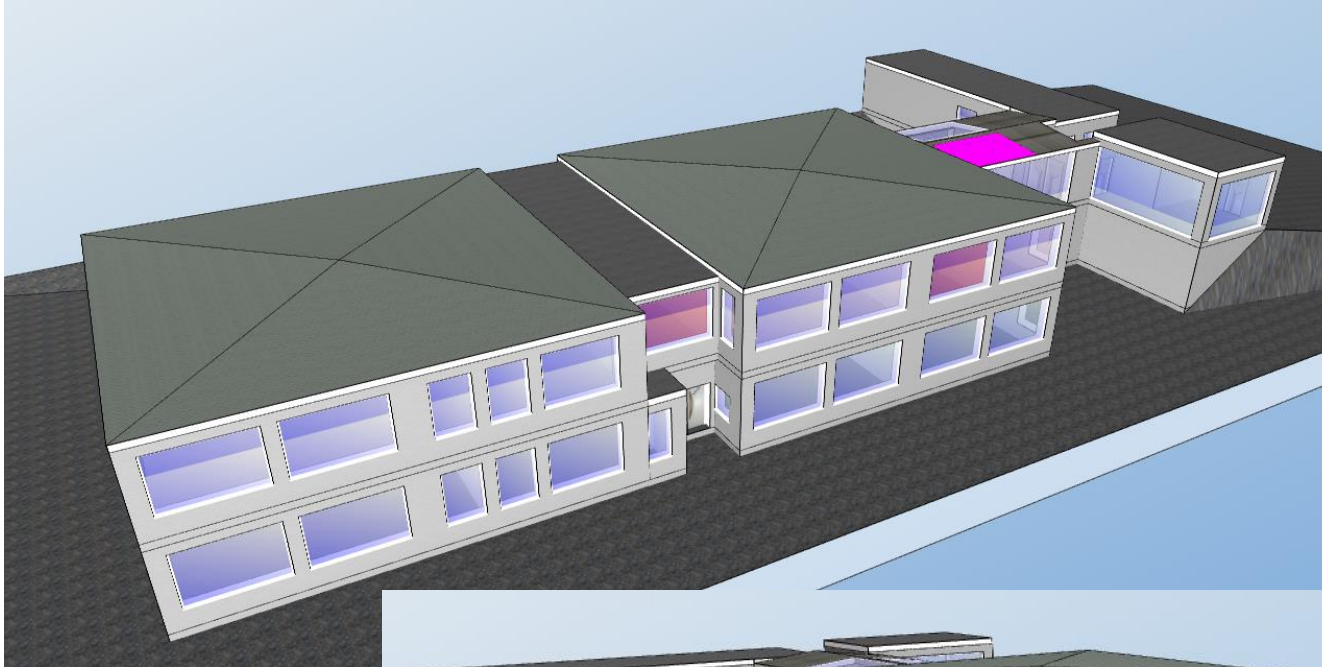


## 1.1 Gesamtschule:

### Ansichten

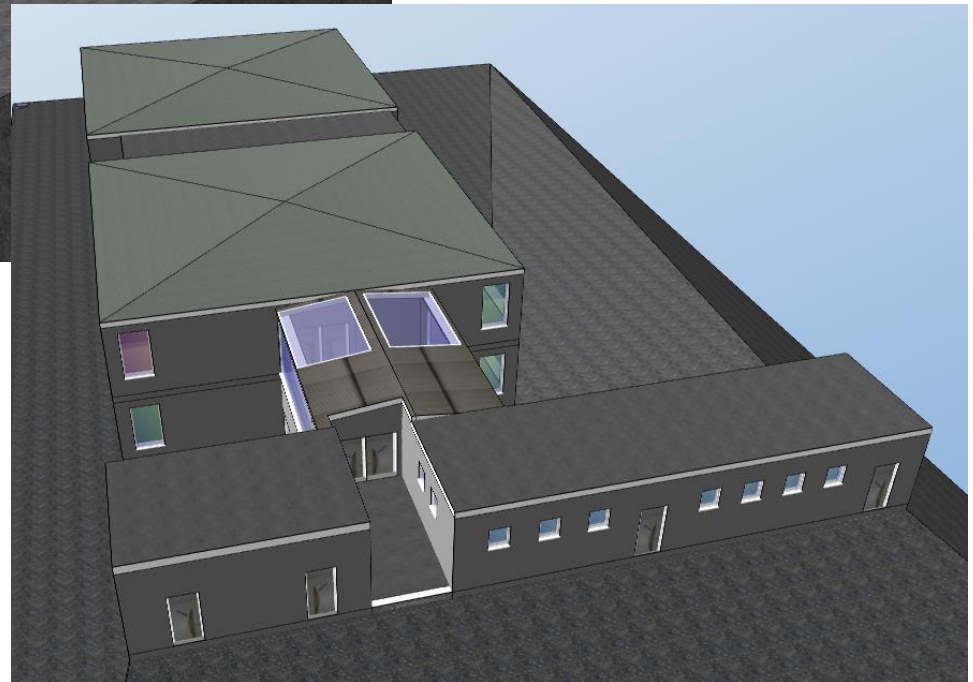
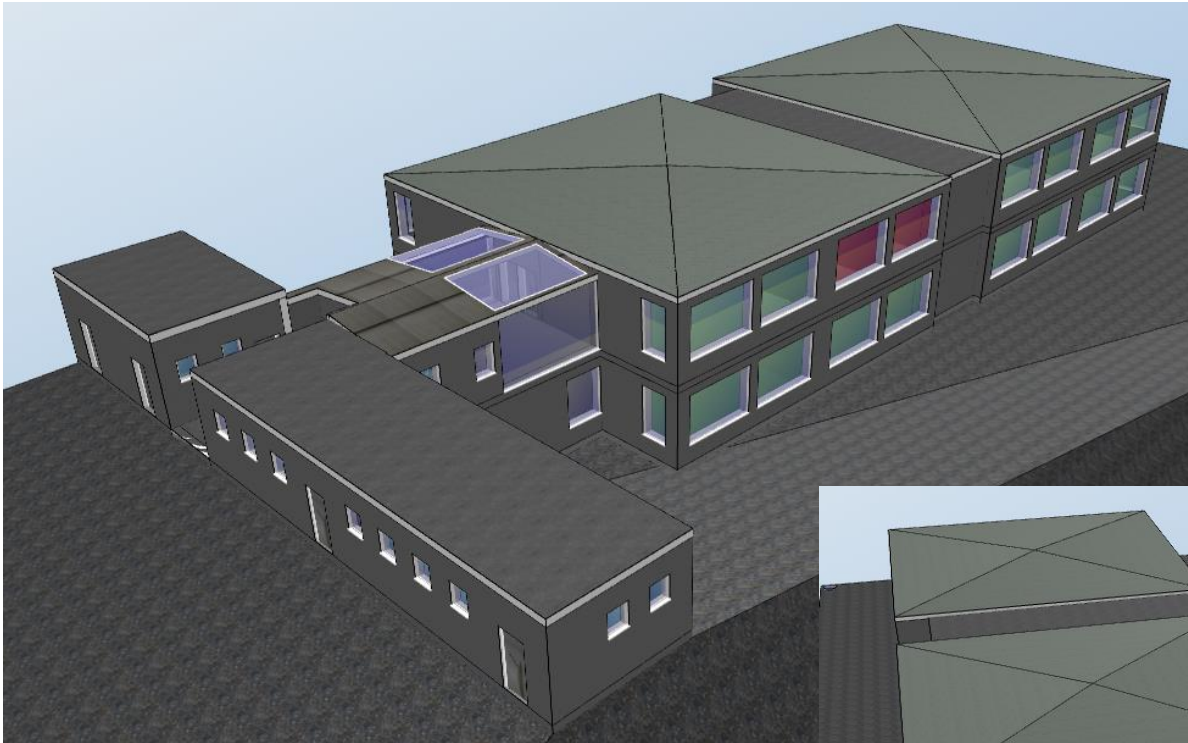


## 1.1 Modelberechnung nach DIN EN 18599





## 1.1 Modelberechnung nach DIN EN 18599



## 1.2 Ist-Zustand



### Bauteile

Fenster: aus dem Baujahr 2001	U-Wert <b>1,90 W/m²K</b>
Außenwände nur in WC-Bereich: 14 cm EPS WLG 035	U-Wert <b>0,23 W/m²K</b>
Außenwände (1960)	U-Wert <b>1,40 W/m²K</b>
Bodenplatte (1960)	U-Wert <b>1,20 W/m²K</b>
Außentür	U-Wert <b>1,90 W/m²K</b>
Dach (1960)	U-Wert <b>1,40 W/m²K</b>
Decken an Außenluft	U-Wert <b>2,10 W/m²K</b>





## 1.3 Bestandsanlage

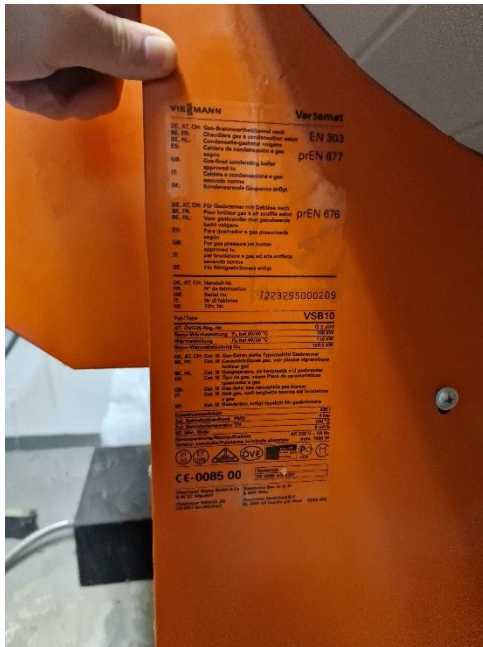


## 1.3 Bestandsanlage



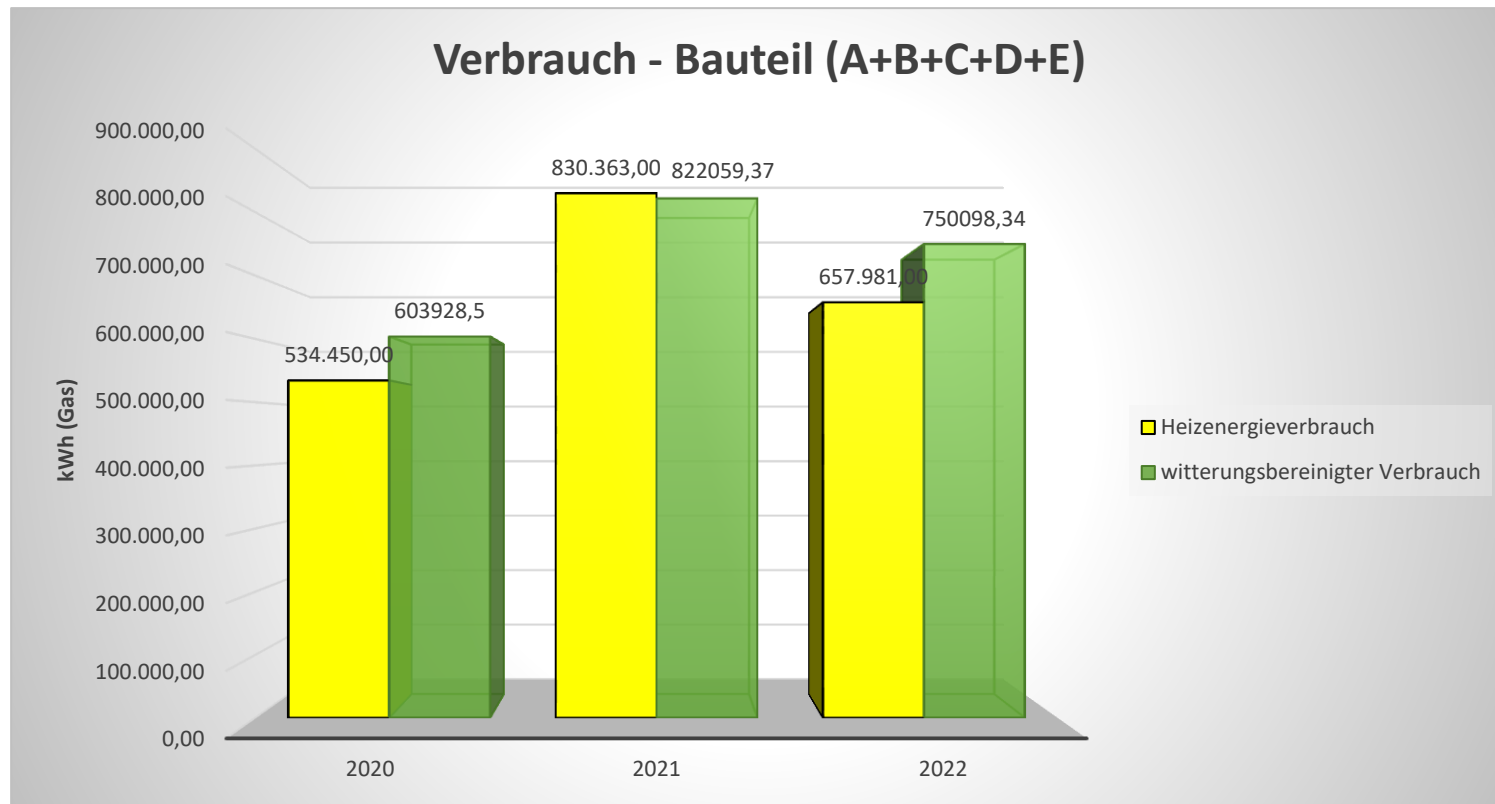
### Wärmeerzeugung

Art (Baujahr)	Brennwert –Kessel (2000)
Leistung	109 kW (Heizlast ca. 73 kW)
Brennstoff	Erdgas
Übergabe	Heizkörper 70/55°C
Reglung	P-Regler
Warmwasser	Untertisch-Kleinspeicher
Beleuchtung	Leuchtstofflampe (EVG)
Automatisierungsklasse	Klasse C





## 1.4 Energieverbrauch Bestand

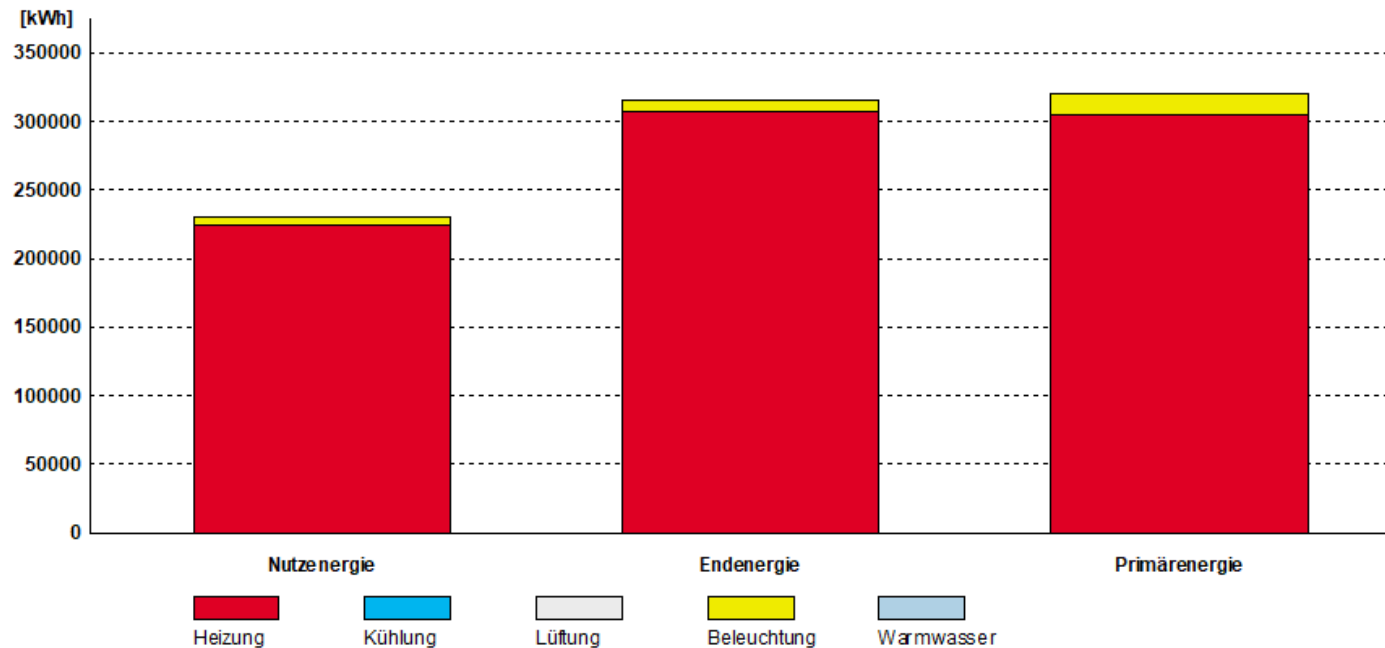


	2020	2021	2022
Strom	177.294,707	176.190,477	194.400,11
Gas	534.450,00	830.363,00	657.981,00
Klimafaktor	1,13	0,99	1,14
Gas – Klimabereinigt	603.928,5	822.059,37	750.098,34

## 1.4 Energieverbrauch Bestand

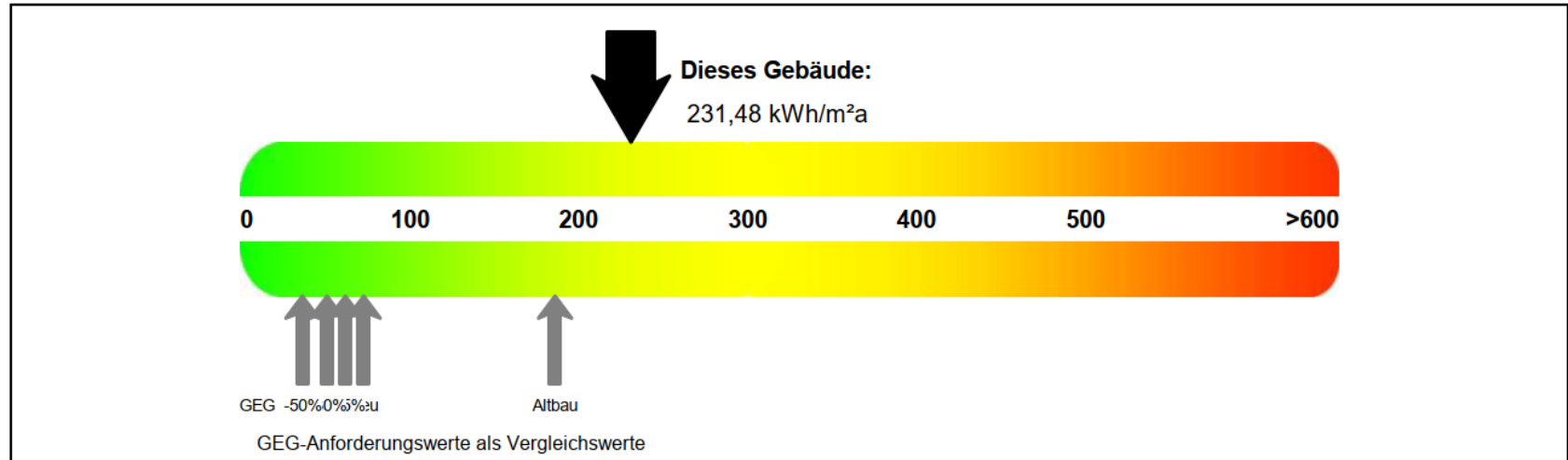
### Energiebilanz für das Gebäude:

	in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie		230109	224440	0	0	5669	0
		165,96	161,87	0	0	4,09	0
Endenergie		315535	306730	0	0	8805	0
		227,57	221,22	0	0	6,35	0
Primärenergie		320963	305114	0	0	15850	0
		231,48	220,05	0	0	11,43	0





## 1.4 Energieverbrauch Bestand



### Brennstoff-Bedarf

Erdgas E 26.397 m³

Strom  
(Hilfsenergie) 10.224 kWh

**Energiekosten**  
(inkl. Betriebskosten) 52.508 €

### Emission

**CO2-Emissionen** 71.739 kg

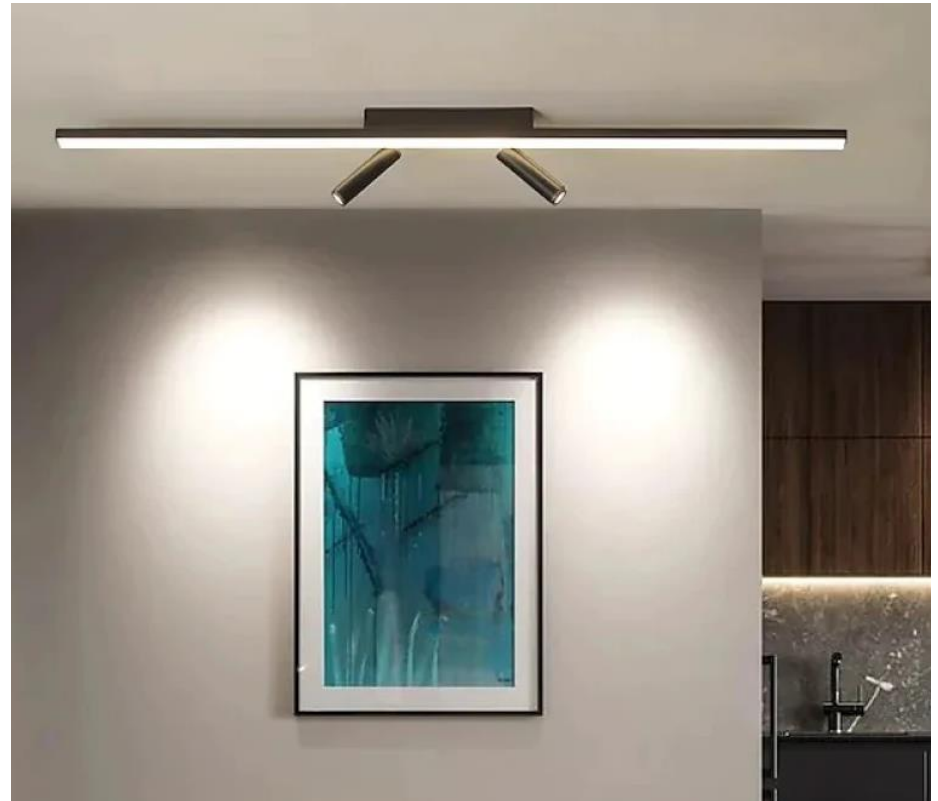
SO2-Emissionen 54,54 kg

NOx-Emissionen 60,97 kg

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

## 2.1 Energieverbrauch Variante 1

### LED - Leuchten



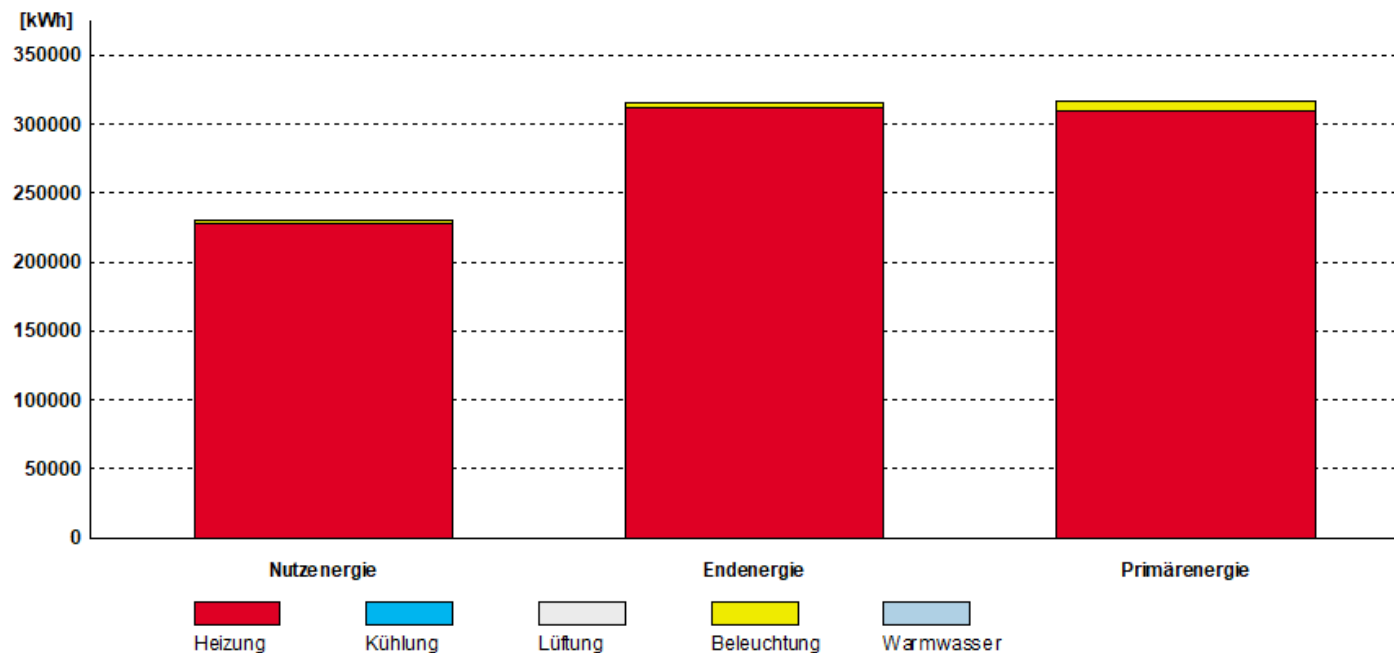


## 2.1 Energieverbrauch Variante 1

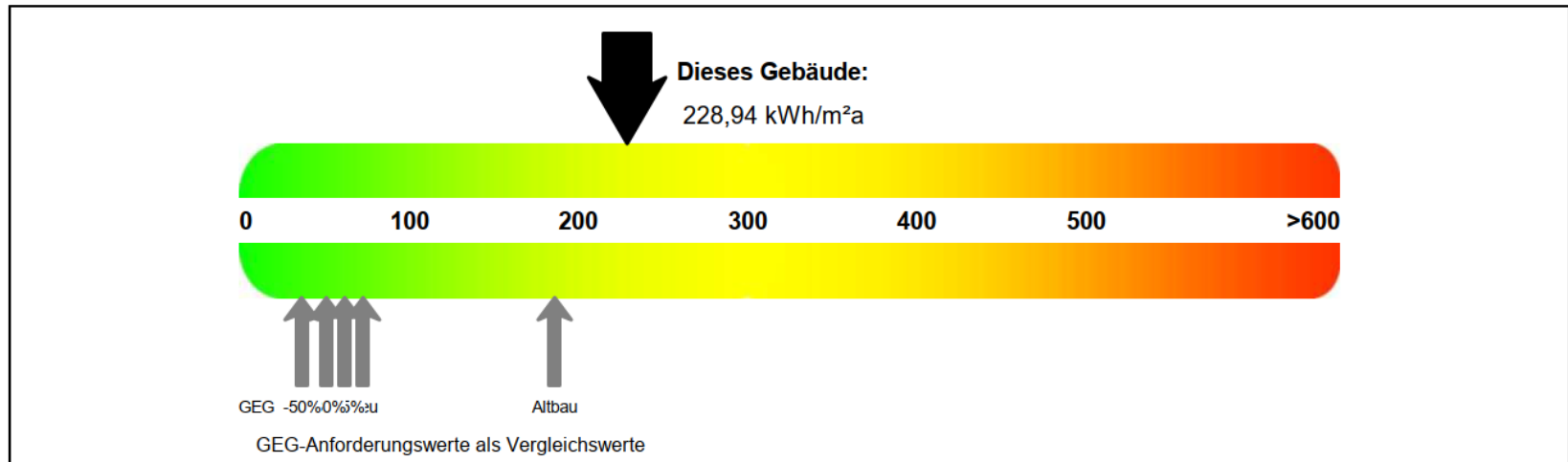
### LED - Leuchten

#### Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	230441	227664	0	0	2778	0
	166,20	164,19	0	0	2,00	0
Endenergie	315638	311323	0	0	4315	0
	227,64	224,53	0	0	3,11	0
Primärenergie	317448	309681	0	0	7766	0
	228,94	223,34	0	0	5,60	0



## 2.1 Energieverbrauch Variante 1 LED - Leuchten



### Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	26.397 m³		+1 %
	26.792 m³		+396 m³
Strom (Hilfsenergie)	10.224 kWh		-44 %
	5.752 kWh		-4.472 kWh
<b>Energiekosten</b> (inkl. Betriebskosten)	52.508 €		-2 %
	51.719 €		-788 €

### Emission

<b>CO2-Emissionen</b>	71.739 kg		-2 %
	70.223 kg		-1.515 kg
SO2-Emissionen	54,54 kg		-8 %
	50,22 kg		-4,32 kg
NOx-Emissionen	60,97 kg		-3 %
	59,19 kg		-1,78 kg

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

## 2.1 Energieverbrauch Variante 1

### LED - Leuchten

#### Schätz-Investition € (netto):

• Ca. 53 Lampen 36 W – 200 €/Stck	10.600,-
Baunebenkosten Ing. netto €:	<u>2.650,-</u>
Summe netto € ca.:	<b>13.250,-</b>
<b><u>Mögliche Fördersumme (20 %)</u></b>	<b><u>2.120,-</u></b>
<b><u>Summe netto abzgl. Förderung ca.:</u></b>	<b>11.130,-</b>
<b><u>inkl. MwSt. € ca.:</u></b>	<b><u>13.244,-</u></b>



## 2.2 Energieverbrauch Variante 2

### Luftwasser-Wärmepumpe + Gaskessel

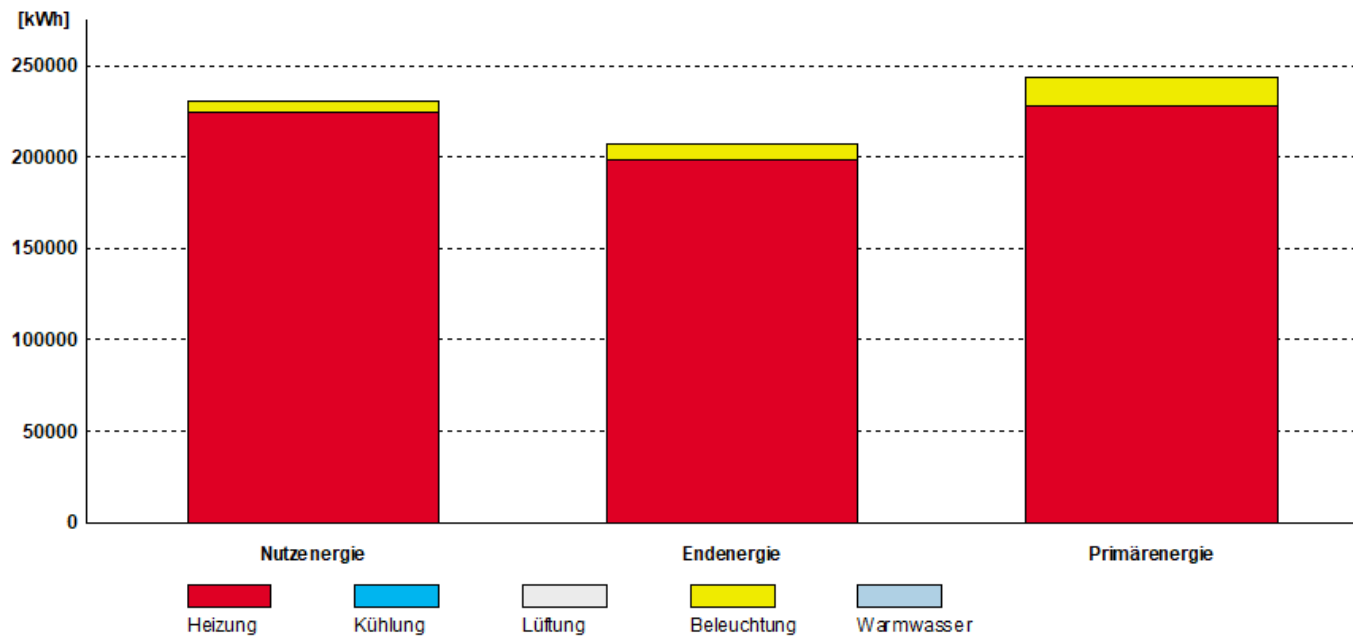


## 2.2 Energieverbrauch Variante 2

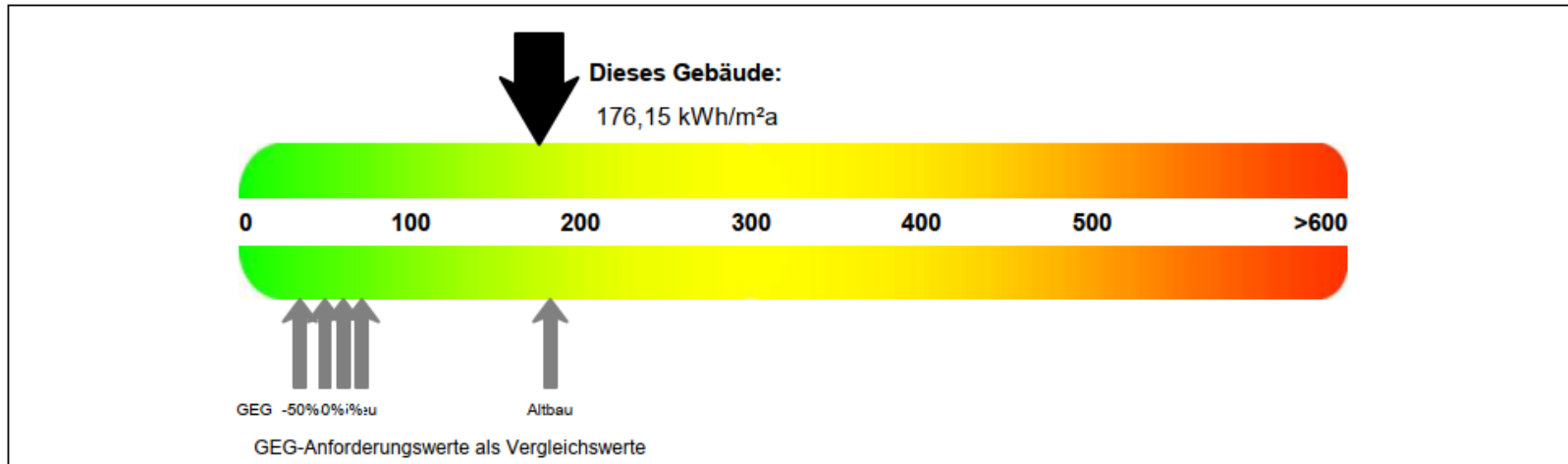
### Luftwasser-Wärmepumpe + Gaskessel

#### Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	230086	224417	0	0	5669	0
	165,94	161,85	0	0	4,09	0
Endenergie	207355	198549	0	0	8805	0
	149,55	143,19	0	0	6,35	0
Primärenergie	243655	227805	0	0	15850	0
	175,73	164,29	0	0	11,43	0



## 2.2 Energieverbrauch Variante 2 Luftwasser-Wärmepumpe + Gaskessel



### Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	26.397 m³	-47 %
	13.889 m³	-12.508 m³
Strom-Mix	37.151 kWh	
Strom (Hilfsenergie)	10.224 kWh	-1 %
	10.095 kWh	-129 kWh

### Energiekosten (inkl. Betriebskosten)

52.508 €	-20 %
41.999 €	-10.509 €

### Emission

#### CO2-Emissionen

71.739 kg	-15 %
61.192 kg	-10.547 kg

#### SO2-Emissionen

54,54 kg	+38 %
75,21 kg	+20,67 kg

#### NOx-Emissionen

60,97 kg	-7 %
56,49 kg	-4,48 kg

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



## 2.2 Energieverbrauch Variante 2

### Luftwasser-Wärmepumpe + Gaskessel

#### Schätz-Investition € (netto):

• Luft-Wasser-Wärmepumpe ca. 20 kW (Heizlast Anteil)	21.000,-
• Brennwertkessel ca. 55 kW	9.000,-
• Magnetit Schlammfang 400 l	6.500,-
• MSR Umbau	2.000,-
• Installation und Zubehör	10.000,-
• Demontage Gaskessel (Baujahr 2000)	1.500,-

Baunebenkosten Ing. netto €: 12.500,-

Summe netto € ca.: **48.125,-**

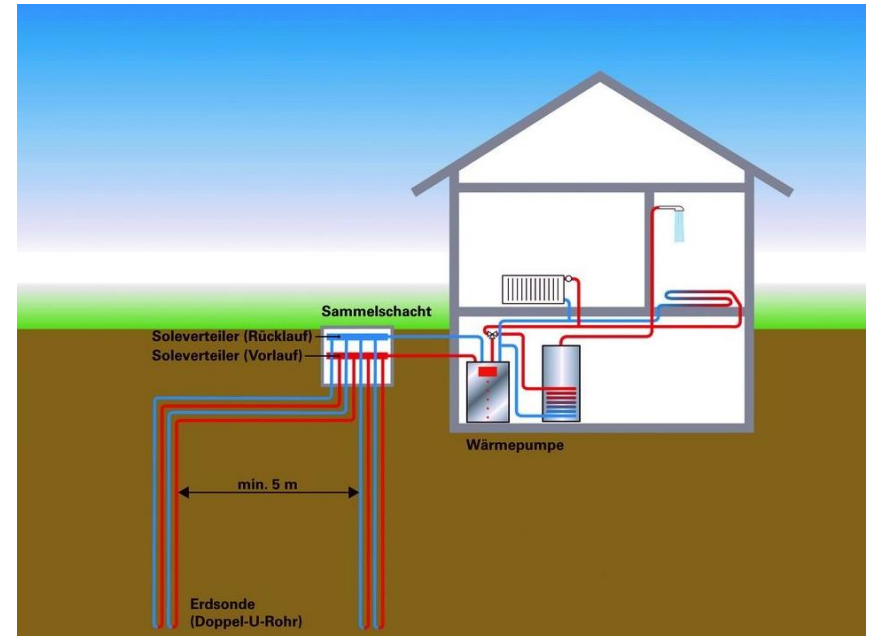
Mögliche Fördersumme (30 %) **12.300,-**

Summe netto abzgl. Förderung ca.: **50.200,-**

inkl. MwSt. € ca.: **59.738,-**

## 2.3 Energieverbrauch Variante 3

### Sole-Wasser Wärmepumpe + Gaskessel

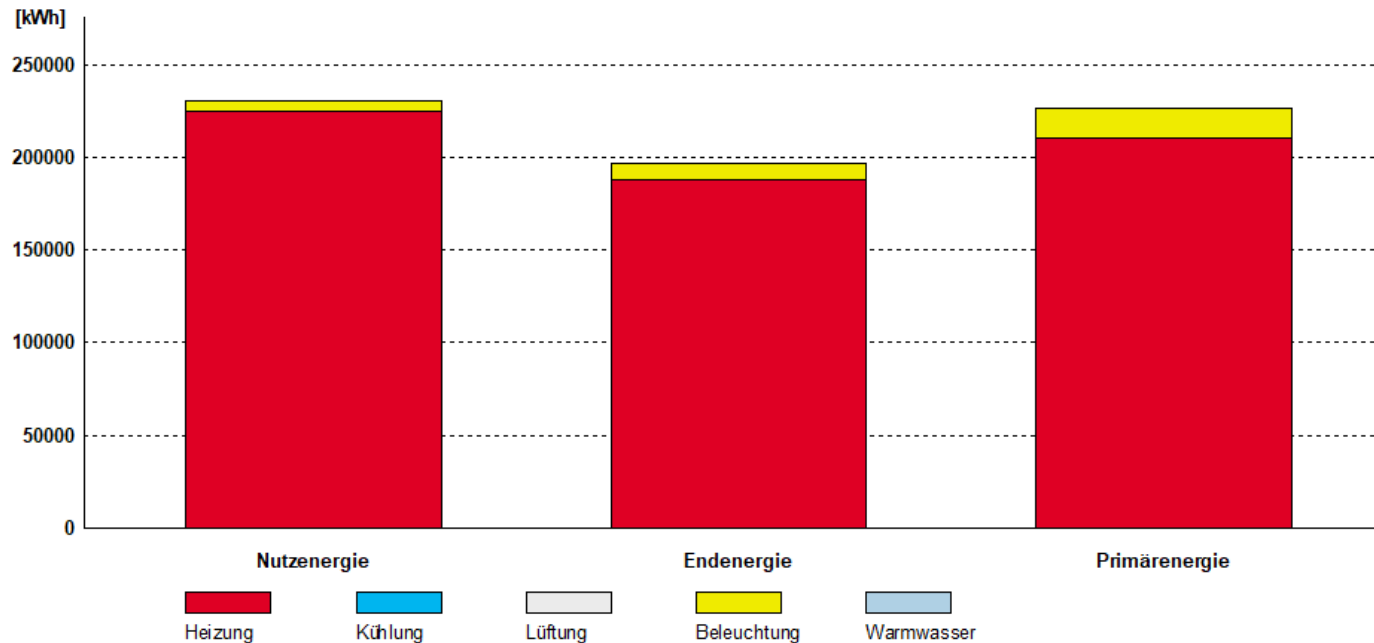


## 2.3 Energieverbrauch Variante 3

### Sole-Wasser Wärmepumpe + Gaskessel

Energiebilanz für das Gebäude:

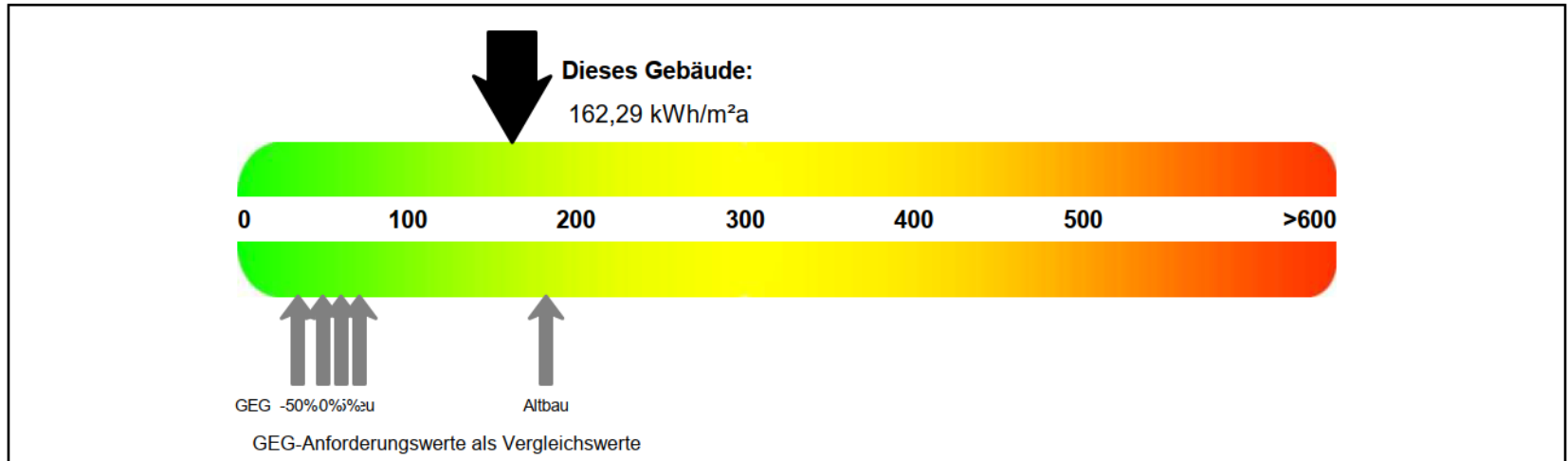
in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	230086	224417	0	0	5669	0
	165,94	161,85	0	0	4,09	0
Endenergie	196790	187985	0	0	8805	0
	141,93	135,58	0	0	6,35	0
Primärenergie	225808	209959	0	0	15850	0
	162,85	151,42	0	0	11,43	0





## 2.3 Energieverbrauch Variante 3

### Sole-Wasser Wärmepumpe + Gaskessel



#### Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	26.397 m³		-48 %
	13.724 m³		-12.673 m³
Strom-Mix	26.897 kWh		
Strom (Hilfsenergie)	10.224 kWh		+9 %
	11.163 kWh		+939 kWh
<b>Energiekosten</b> (inkl. Betriebskosten)	52.508 €		-27 %
	38.569 €		-13.939 €

#### Emission

<b>CO2-Emissionen</b>	71.739 kg		-22 %
	55.634 kg		-16.105 kg
SO2-Emissionen	54,54 kg		+19 %
	64,74 kg		+10,19 kg
NOx-Emissionen	60,97 kg		-17 %
	50,79 kg		-10,18 kg

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

## 2.3 Energieverbrauch Variante 3

### Sole-Wasser Wärmepumpe + Gaskessel

#### Schätz-Investition € (netto):

- Sole-Wasser-Wärmepumpe ca. 20 kW (Heizlast Anteil) 16.000,-
- Brennwertkessel ca. 55 kW 9.000,-
- Bohrungen ca. 3 Stück inkl. Verrohrung 24.000,-
- Installation und Zubehör 10.000,-
- Magnetit Schlammfang 400 l 6.500,-
- MSR Umbau 2.000,-
- Demontage Gaskessel (Baujahr 2000) 1.500,-

Baunebenkosten Ing. netto €: 17.250,-

Summe netto € ca.: **86.250,-**

Mögliche Fördersumme (30 %) **18.000,-**

Summe netto abzgl. Förderung ca.: **68.250,-**

inkl. MwSt. € ca.: **81.217,-**

## 2.4 Energieverbrauch Variante 4 PV-Anlage



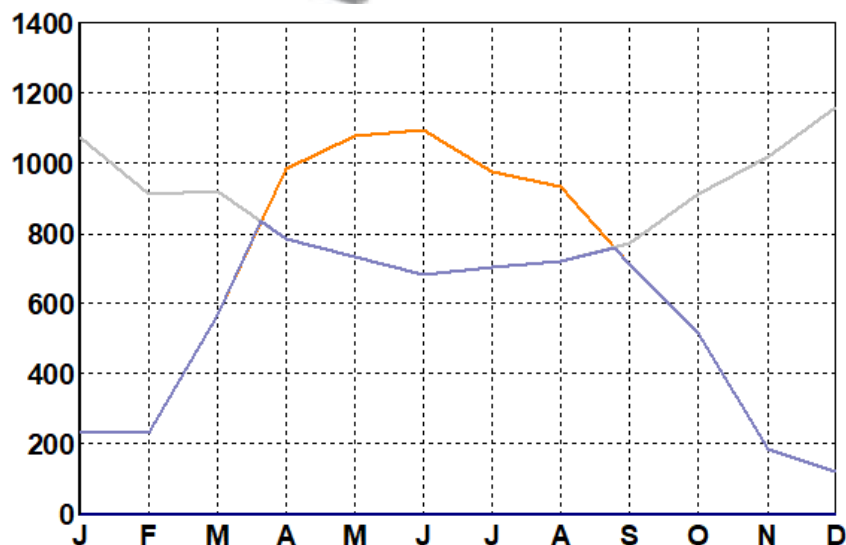
### Selbst nutzbarer PV-Ertrag

für erneuerbare Energien nach GEG / BEG - monatsweise Verrechnung

	Energiebilanz Q <sub>p</sub> / GEG EE		BEG EE	
	PV-Ertrag	el. Bedarf nutzbar	el. Bedarf nutzbar	
Jan	234	1071	234	0 kWh
Feb	233	912	233	0 kWh
Mar	567	918	567	0 kWh
Apr	984	786	786	0 kWh
Mai	1078	732	732	0 kWh
Jun	1093	683	683	0 kWh
Jul	975	703	703	0 kWh
Aug	933	722	722	0 kWh
Sep	712	770	712	0 kWh
Okt	516	910	516	0 kWh
Nov	186	1017	186	0 kWh
Dez	122	1159	122	0 kWh
Q <sub>f</sub>	7633	10382	6195	0 kWh
Primärenergie Q <sub>p</sub> 11151 kWh = Q <sub>f</sub> x 1,4				
CO <sub>2</sub> 3469 kg = Q <sub>f</sub> x 0,560 kg/kWh				

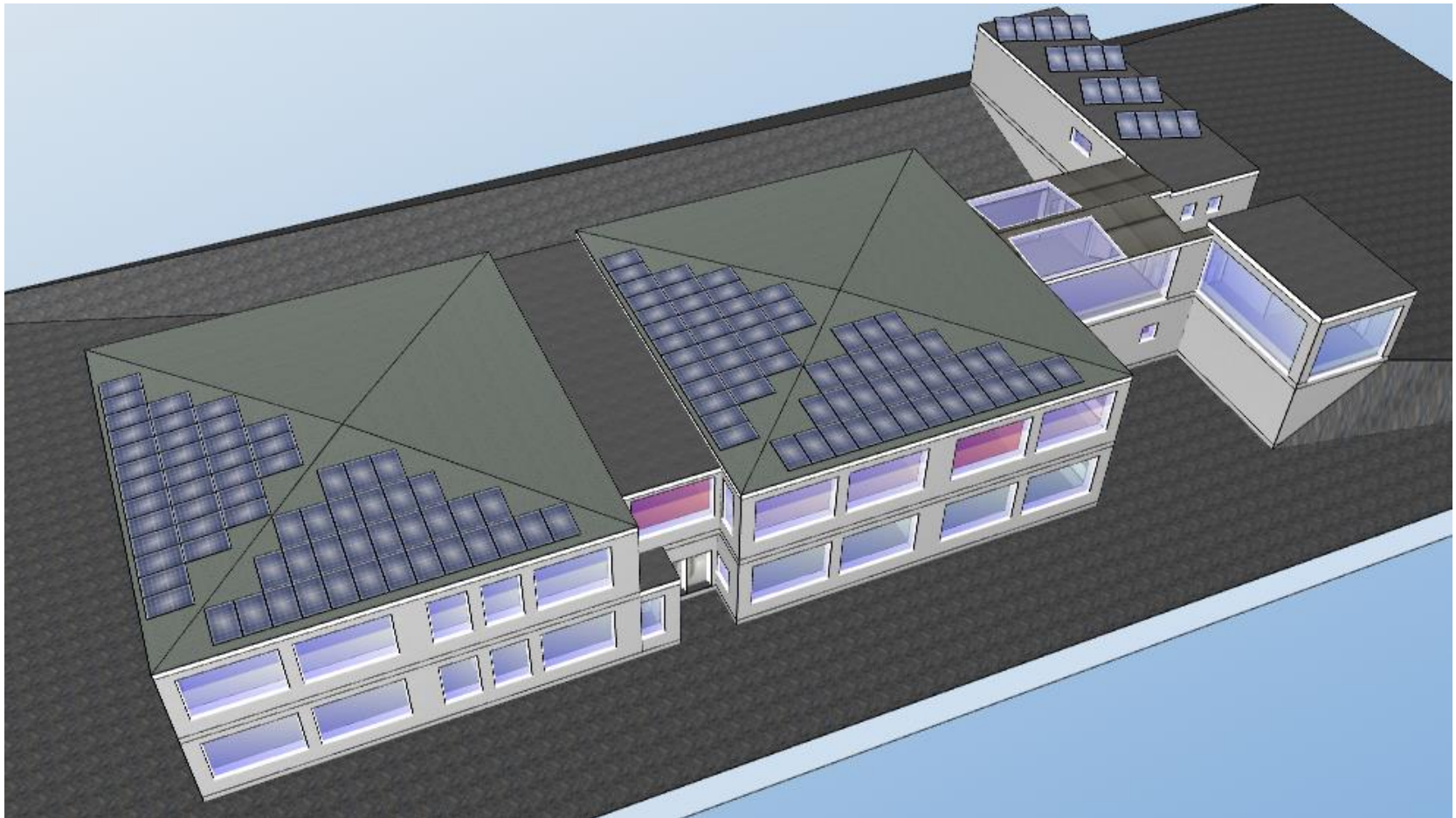
Erneuerbare Energie GEG	Q <sub>f,PV</sub>	6.195 kWh
Erneuerbare Energie BEG	Q <sub>f,PV</sub>	0 kWh
Abzugswert für Q <sub>p</sub>	Q <sub>p,PV</sub>	11.032 kWh
	CO <sub>2,PV</sub>	3.432 kg

Ausrichtung	Süd
Neigung	30 °
Gesamtfläche	A 54,95 m <sup>2</sup>
Peakleistung	P <sub>pk</sub> 10,00 kW
- pro m <sup>2</sup>	K <sub>pk</sub> 182,0 W/m <sup>2</sup>





## 2.4 Energieverbrauch Variante 4 PV-Anlage

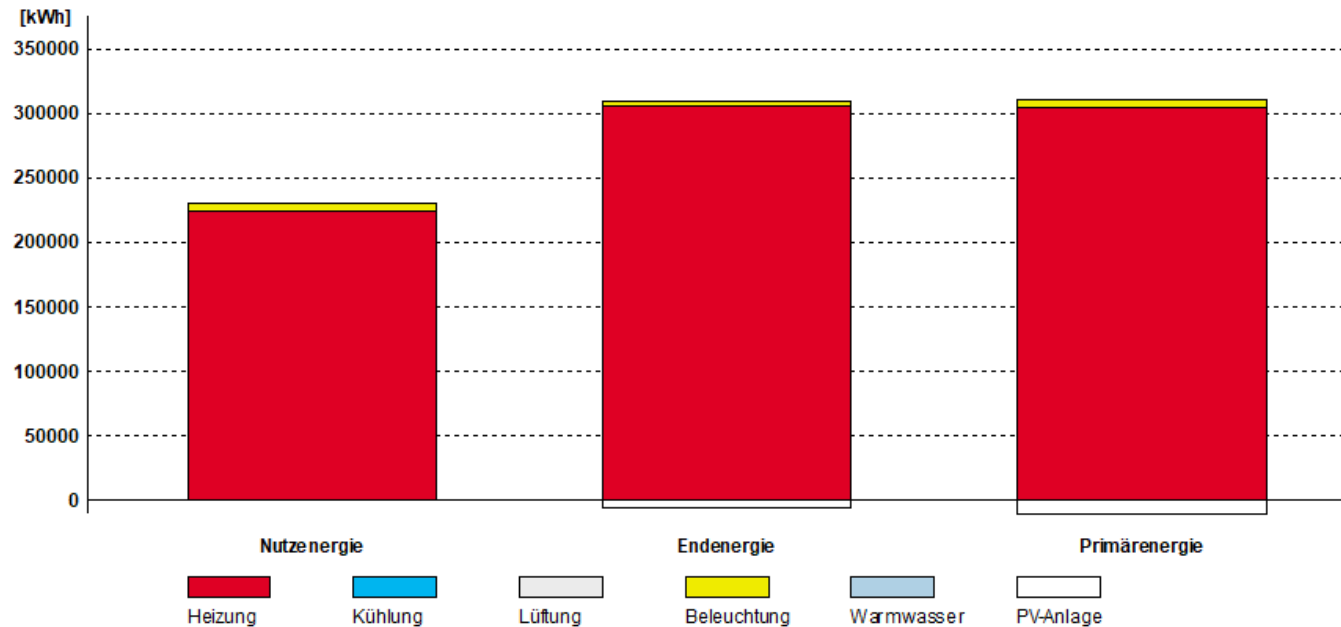


## 2.4 Energieverbrauch Variante 4 PV-Anlage

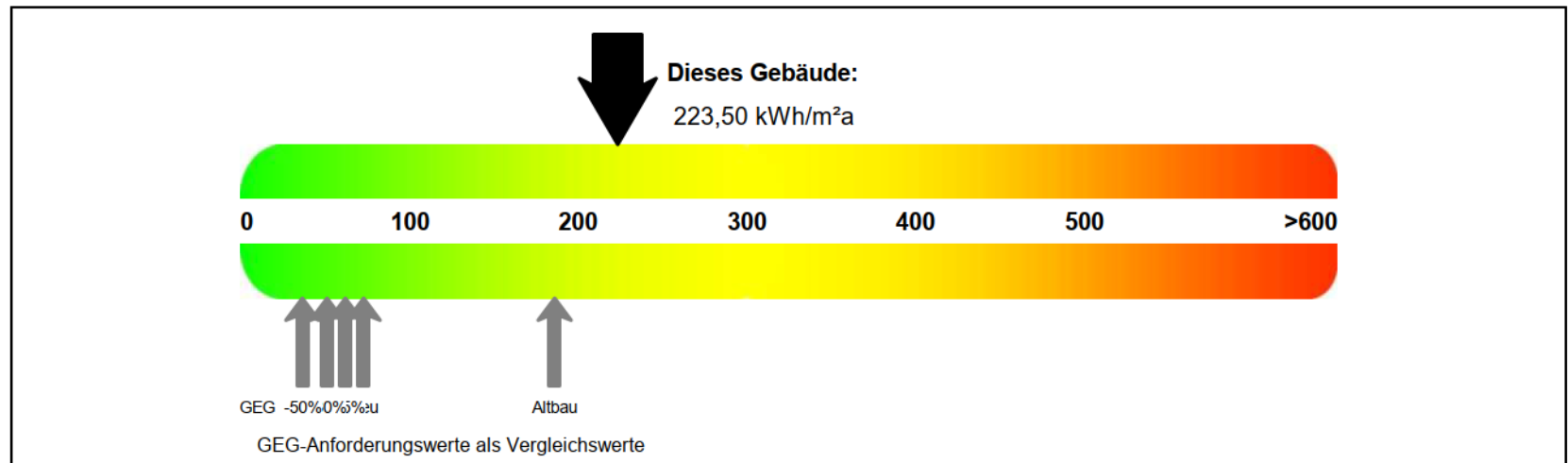
### Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m² a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser	PV*
Nutzenergie	230086	224417	0	0	5669	0	0
	165,94	161,85	0	0	4,09	0	0
Endenergie	309375	306143	0	0	3232	0	(-6129)
	223,12	220,79	0	0	2,33	0	(-4,42)
Primärenergie	309901	304084	0	0	5817	0	(-11032)
	223,50	219,31	0	0	4,20	0	(-7,96)

\* PV bereits in Endenergie / Primärenergie verrechnet



## 2.4 Energieverbrauch Variante 4 PV-Anlage



### Brennstoff-Bedarf

Erdgas E	26.397 m³	
	26.394 m³	
Strom	10.224 kWh	-60 %
(Hilfsenergie)	4.095 kWh	-6.129 kWh
<b>Energiekosten</b>	52.508 €	-4 %
(inkl. Betriebskosten)	50.419 €	-2.089 €

### Emission

<b>CO2-Emissionen</b>	71.739 kg	-5 %
	68.300 kg	-3.439 kg
<b>SO2-Emissionen</b>	54,54 kg	-12 %
	47,73 kg	-6,81 kg
<b>NOx-Emissionen</b>	60,97 kg	-6 %
	57,39 kg	-3,58 kg

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

## 2.4 Energieverbrauch Variante 4 PV-Anlage

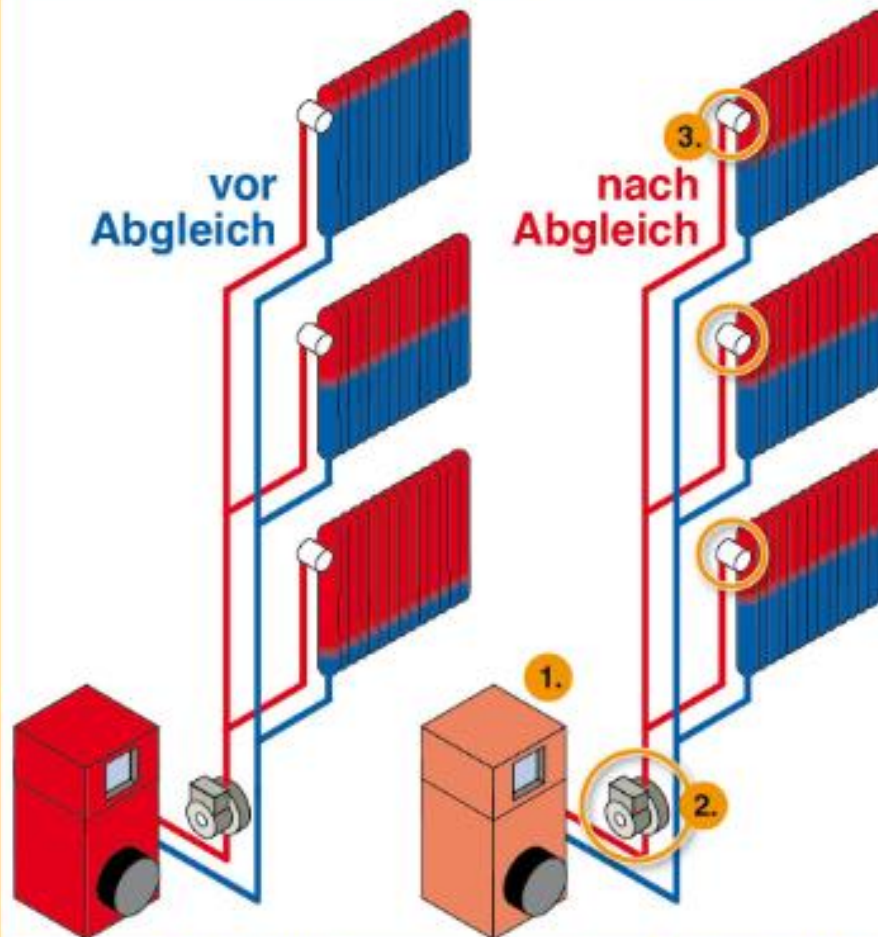
### Schätz-Investition € (netto):

• PV Anlage ca. 35 kWp	<u>20.000,-</u>
Baunebenkosten Ing. netto €:	<u>5.000,-</u>
Summe netto € ca.:	<b>25.000,-</b>

<b><u>inkl. MwSt. € ca.:</u></b>	<b><u>29.750,-</u></b>
----------------------------------	------------------------



# Das bewirkt ein hydraulischer Abgleich der Heizung



#### 1. Heizkosten sparen

Die Wärme wird nun gleichmäßig im Haus verteilt, so dass der **Heizkessel** weniger Brennstoff benötigt.

#### 2. Stromkosten senken

Eine moderne **Hocheffizienzpumpe** unterstützt den hydraulischen Abgleich und reduziert die Stromkosten der Pumpe.

#### 3. Fließgeräusche vermeiden

Durch das Einregulieren voreinstellbarer **Thermostatventile** erhalten alle Heizkörper stets die richtige Menge Wasser. Das Pfeifen und Rauschen entfällt dadurch.

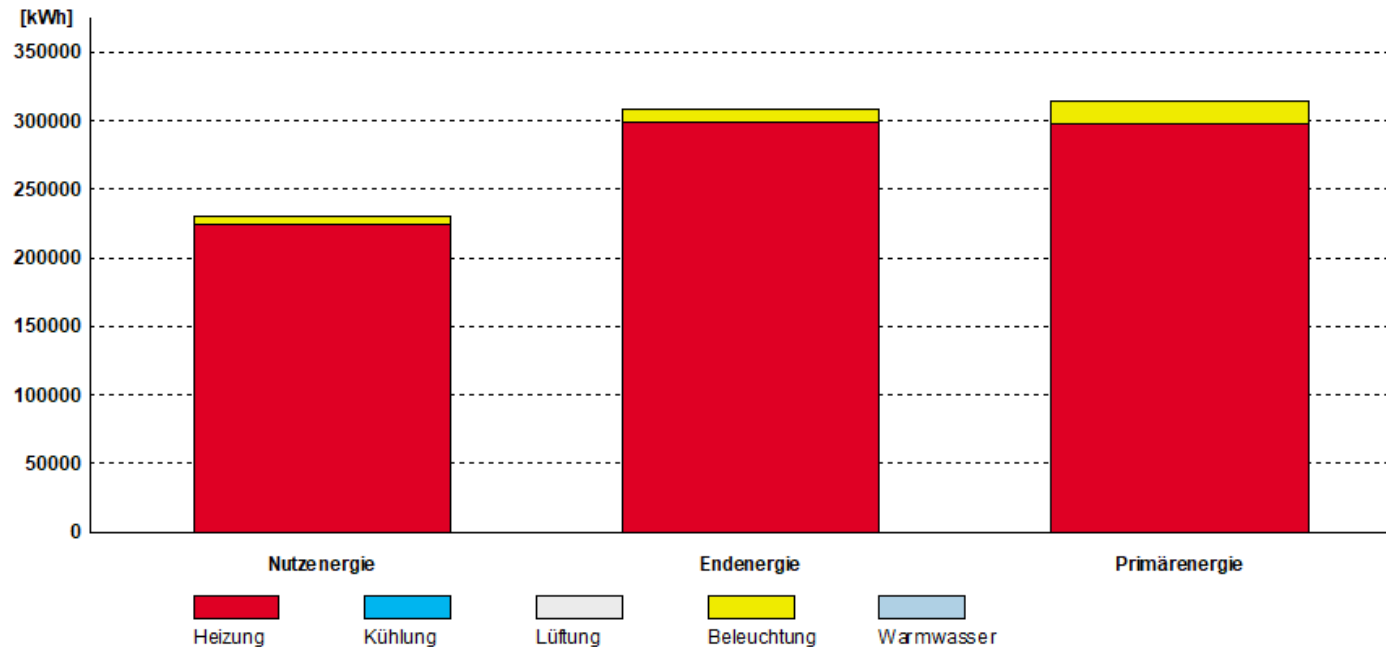
 **O<sub>2</sub> Meine Heizung kann mehr**  
[www.meine-heizung.de](http://www.meine-heizung.de)

## 2.5 Energieverbrauch Variante 5

### Hydraulischer Abgleich

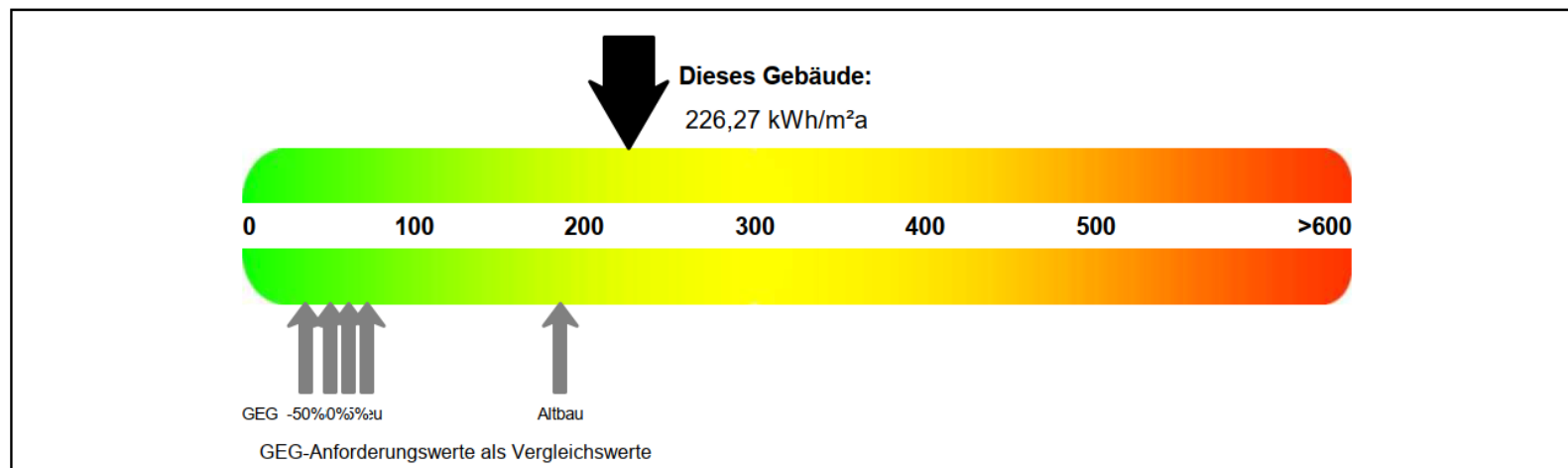
#### Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	230109	224440	0	0	5669	0
	165,96	161,87	0	0	4,09	0
Endenergie	308272	299466	0	0	8805	0
	222,33	215,98	0	0	6,35	0
Primärenergie	313742	297892	0	0	15850	0
	226,27	214,84	0	0	11,43	0



## 2.5 Energieverbrauch Variante 5

### Hydraulischer Abgleich



#### Brennstoff-Bedarf

Erdgas E

26.397 m³  
25.771 m³



-2 %  
-625 m³

Strom  
(Hilfsenergie)

10.224 kWh  
10.195 kWh



**Energiekosten**  
(inkl. Betriebskosten)

52.508 €  
51.340 €



-2 %  
-1.167 €

#### Emission

**CO2-Emissionen**

71.739 kg  
70.158 kg



-2 %  
-1.580 kg

**SO2-Emissionen**

54,54 kg  
53,49 kg



-2 %  
-1,06 kg

**NOx-Emissionen**

60,97 kg  
59,65 kg



-2 %  
-1,32 kg

## 2.5 Energieverbrauch Variante 5

### Hydraulischer Abgleich

#### Schätz-Investition € (netto):

- |  |                  |              |
|--|------------------|--------------|
| • Hydraulischer Abgleich pro. Heizkörper | 85€ ca. 26 Stck. | 2.210,-      |
| • Baunebenkosten Ing. netto:             |                  | <u>552,-</u> |

Summe netto € ca.:	<b>2762,-</b>
--------------------	---------------

<b><u>Mögliche Fördersumme (20 %)</u></b>	<b><u>442,-</u></b>
---	---------------------

<b><u>Summe netto abzgl. Förderung ca.:</u></b>	<b>2.320,-</b>
---	----------------

<b><u>inkl. MwSt. € ca.:</u></b>	<b><u>2.761,-</u></b>
----------------------------------	-----------------------



## 3.1 Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen 1-5:

Energieverbrauch: Berechnung nach DIN 18599-2011

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

	Variante 1: LED-Lampen	Variante 2: Luft-Wasser- Wärmepumpe + Gaskessel	Variante 3: Sole-Wasser- Wärmepumpe + Gaskessel	Variante 4: PV-Anlage	Variante 5: Hydraulischer Abgleich
<b>Investkosten (brutto)</b> abzgl. Förderung BEG EM	<b>13.244,-</b>	<b>59.738,-</b>	<b>81.217,-</b>	<b>29.750,-</b>	<b>2.761,-</b>
<b>Energiekosten:</b> 1 Jahr (brutto)	51.719,-	41.999,-	38.569,-	50.419,-	51.340,-
15 Jahre (brutto)	<b>775.785,-</b>	<b>628.985,-</b>	<b>578.535,-</b>	<b>756.285,-</b>	<b>770.100,-</b>
<b>Wartungskosten</b> 1 Jahr (brutto)	0,-	1000,-	1.200,-	600,-	0,-
15 Jahre (brutto)	<b>0,-</b>	<b>15.000,-</b>	<b>18.000,-</b>	<b>9.000,-</b>	<b>0,-</b>
Summe Kosten (brutto)	51.719,-	42.999,-	39.769,-	51.019,-	51.340,-
15 Jahre (brutto)	<b>775.785,-</b>	<b>644.985,-</b>	<b>596.535,-</b>	<b>765.285,-</b>	<b>770.100,-</b>
<b>Gesamtkosten (brutto)</b> inkl. Investkosten abzgl. Förderung 15 Jahre	<b>789.029,-</b>	<b>704.723,-</b>	<b>677.752,-</b>	<b>795.035,-</b>	<b>772.861,-</b>
<b>Amortisation (Jahre)</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>2</b>

## 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