

Auszug
aus dem Protokoll der
Sitzung des Umwelt-, Bau- und Feuerwehrausschusses
vom 16.06.2022

**Top 5.1 Neubau Westflügel Albert-Schweitzer-Schule - Baubeschluss und Festlegung energetischer Standard
BV/2022/028**

Zu 1)

Es erfolgt keine Aussprache.

Zu 2)

Frau Sinz erläuterte anhand einer Präsentation (Anlage 1) die neue Ausarbeitung der energetischen Varianten.

Die Fraktion Bündnis 90/Die Grünen zieht die Variante des Plusenergiebaus vor. Die Einsparung von Energiekosten, die eigene Erzeugung von Energie sowie die Option auch die Nebengebäude damit zu versorgen, wird als nachhaltig und somit als zukunftsfähig erachtet. In dem Bewusstsein, dass die hierfür benötigte Bodenwärmepumpe als aufwändige und zugleich hohe Investition gilt, wird die Passivbauweise mit einer Wärmepumpe als Mindeststandard erachtet.

Beschlussempfehlung an den Rat:

- 1) Der Umwelt-, Bau- und Feuerwehrausschuss empfiehlt dem Rat, einen Baubeschluss über den vorgestellten Vorentwurf und die Kostenschätzung zu beschließen.
- 2) Der Umwelt-, Bau- und Feuerwehrausschuss empfiehlt dem Rat, die in der Sitzung des Umwelt-, Bau- und Feuerwehrausschusses beschlossene Passivbauhausvariante mit Wärmepumpe ohne Zertifizierung für den Neubau des Westflügels ASS zu realisieren.

Abstimmungsergebnis zu 1):

Einstimmig

12 Ja / 0 Nein / 0 Enthaltung

	Ja	Nein	Enthaltungen
Gesamt	12		
CDU-Fraktion	3		
SPD-Fraktion	3		
Fraktion Bündnis 90 /Die Grünen	2		
WSI-Fraktion	2		
FDP-Fraktion	1		
Fraktion DIE LINKE	1		

Abstimmungsergebnis zu 2):

Einstimmig

12 Ja / 0 Nein / 0 Enthaltung

	Ja	Nein	Enthaltungen
Gesamt	12		
CDU-Fraktion	3		
SPD-Fraktion	3		
Fraktion Bündnis 90 /Die Grünen	2		
WSI-Fraktion	2		
FDP-Fraktion	1		
Fraktion DIE LINKE	1		

Neubau Westflügel der Albert-Schweitzer-Schule Wedel

Energetische Variantenbetrachtung

08.06.2022,

B.Eng. Christian Kruse, ISRW Dr.-Ing. Klapdor GmbH

1. Situation und Aufgabenstellung

1.1 Vorbemerkungen zur Bearbeitung

2. Varianten

- 2.1 GEG (Mindeststandard)**
- 2.2 Effizienzgebäude 40**
- 2.3 Passivhausbauweise FW**
- 2.4 Passivhausbauweise WP**
- 2.5 Nullenergiehaus**
- 2.6 Plusenergiehaus**
- 2.7 Gebäudehülle**
- 2.8 Übersicht TGA**

3. Ergebnisse

- 3.1 Endenergiebedarf**
- 3.2 Erneuerbare Energien**
- 3.3 Jahresheizwärmebedarf**
- 3.4 Photovoltaik-Anlagen**
- 3.5 CO2-Emissionen**

4. Wirtschaftlichkeit

- 4.1 Förderung nach BEG / KfW**
- 4.2 Energiekostensteigerung 2 %**
- 4.3 Energiekostensteigerung 4 %**
- 4.4 Energiekostensteigerung 7 %**
- 4.5 Energiekostensteigerung 10 %**

5. Bewertungsmatrix / Empfehlung

1. Situation und Aufgabenstellung

- Neubau des Westflügels der Albert-Schweitzer-Schule Wedel
- Anbau an Bestandsgebäude
- Ermittlung eines geeigneten energetischen Standards
- Energetische Variantenuntersuchung zur Entscheidungsfindung
- Untersuchung anhand Bilanzierungsrechnungen
- Definition und Berücksichtigung von geeigneter technischer Gebäudeausrüstung (Zusammenarbeit TGA-Planung)
- Amortisationsrechnungen anhand Energiekostensteigerung von 2%, 4%, 7%, 10%

1. Situation und Aufgabenstellung

1.1 Vorbemerkungen zur Bearbeitung

- Durchführung der Rechnungen auf Basis DIN V 18599
→ Vergleichbarkeit der Ergebnisse
- Software SolarComputer Version 5.26.01
- Grundlage Planstand „Variante 7e“, Stand Januar 2022
- Vorbetrachtungen der Varianten als Grundlage zur weiteren Planung
 - Keine Passivhausberechnung (PHPP)
 - Begrenzte Darstellbarkeit für Nullenergie- / Plusenergiegebäude
- Rechnungen auf Basis theoretischer und normativer Datengrundlage
 - Abweichungen im Realfall sind generell möglich und u.a. von Nutzerverhalten abhängig

2. Varianten

2.1 GEG (Mindeststandard):

- Dämmstandard GEG 2020 (Mindeststandard verbessert)
- Wärmeversorgung über Fernwärmenetz der Stadtwerke Wedel
- Plattenheizkörper
- Fensterlüftung und Abluftsystem für Sanitärbereiche

2.2 Effizienzgebäude 40:

- Dämmstandard nach Effizienzgebäude 40
- Wärmeversorgung über Fernwärmenetz der Stadtwerke Wedel
- Plattenheizkörper
- Dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Photovoltaikanlage auf Flachdach
- PV-Speicher

2. Varianten

2.3 Passivhausbauweise FW:

- Dämmstandard nach Passivhausrichtlinie
- Wärmeversorgung über Fernwärmenetz der Stadtwerke Wedel
- Plattenheizkörper, Ausnahme Flure mit Deckenstrahlsystem
- Dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Photovoltaikanlage auf Flachdach
- PV-Speicher

2.4 Passivhausbauweise WP:

- Dämmstandard nach Passivhausrichtlinie
- Wärmeversorgung über Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Spitzenlastabdeckung mittels Fernwärmenetz der Stadtwerke Wedel
- Plattenheizkörper, Ausnahme Flure mit Deckenstrahlsystem
- Dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Photovoltaikanlage auf Flachdach
- PV-Speicher

2. Varianten

2.5 Nullenergiehaus:

- Dämmstandard nach Passivhausrichtlinie
- Wärmeversorgung über Wärmepumpe Erdsonden (100 %)
- Deckenstrahlsystem
- Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Photovoltaikanlage für Nullenergiehaus dimensioniert auf Flachdach
- PV-Speicher

2.6 Plusenergiehaus:

- Dämmstandard nach Passivhausrichtlinie
- Wärmeversorgung über Wärmepumpe Erdsonden (100 %)
- Deckenstrahlsystem
- Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Photovoltaikanlage für Plusenergiehaus dimensioniert auf Flachdach + Fassade
- PV-Speicher

2. Varianten

2.7 Gebäudehülle

	Außenwand	Flachdach	Decke n.u. gegen Außenluft	Bodenplatte	Fenster	Außentür	Wärmebrücken zuschlag
GEG	ca. 12 cm WLS 035	ca. 12 cm WLS 035	ca. 12 cm WLS 035	ca. 8 cm WLS 040	2-fach Verglasung		$\Delta U = 0,05$ W/m ² K
U-Wert in [W/m ² *K]	0,28	0,28	0,28	0,56	1,50	1,60	
EG40	ca. 20 cm WLS 035	ca. 24 cm WLS 035	ca. 20 cm WLS 035	ca. 14 cm WLS 040	3-fach Verglasung (Ar)		$\Delta U = 0,05$ W/m ² K
U-Wert in [W/m ² *K]	0,18	0,15	0,20	0,28	0,90	1,30	
Passivhausbauweise ohne Zertifizierung	ca. 24 cm WLS 035	ca. 36 cm WLS 035	ca. 24 cm WLS 035	ca. 20 cm WLS 040	3-fach Verglasung (Kr)		$\Delta U = 0,01$ W/m ² K
U-Wert in [W/m ² *K]	0,15	0,10	0,10	0,20	0,80	1,00	
Nullenergiehaus	ca. 24 cm WLS 035	ca. 36 cm WLS 035	ca. 24 cm WLS 035	ca. 20 cm WLS 040	3-fach Verglasung (Kr)		$\Delta U = 0,01..0,03$ W/m ² K
U-Wert in [W/m ² *K]	0,15	0,10	0,10	0,20	0,80	1,00	
Plusenergiehaus	ca. 24 cm WLS 035	ca. 36 cm WLS 035	ca. 24 cm WLS 035	ca. 20 cm WLS 040	3-fach Verglasung (Kr)		$\Delta U = 0,01..0,03$ W/m ² K
U-Wert in [W/m ² *K]	0,15	0,10	0,10	0,20	0,80	1,00	

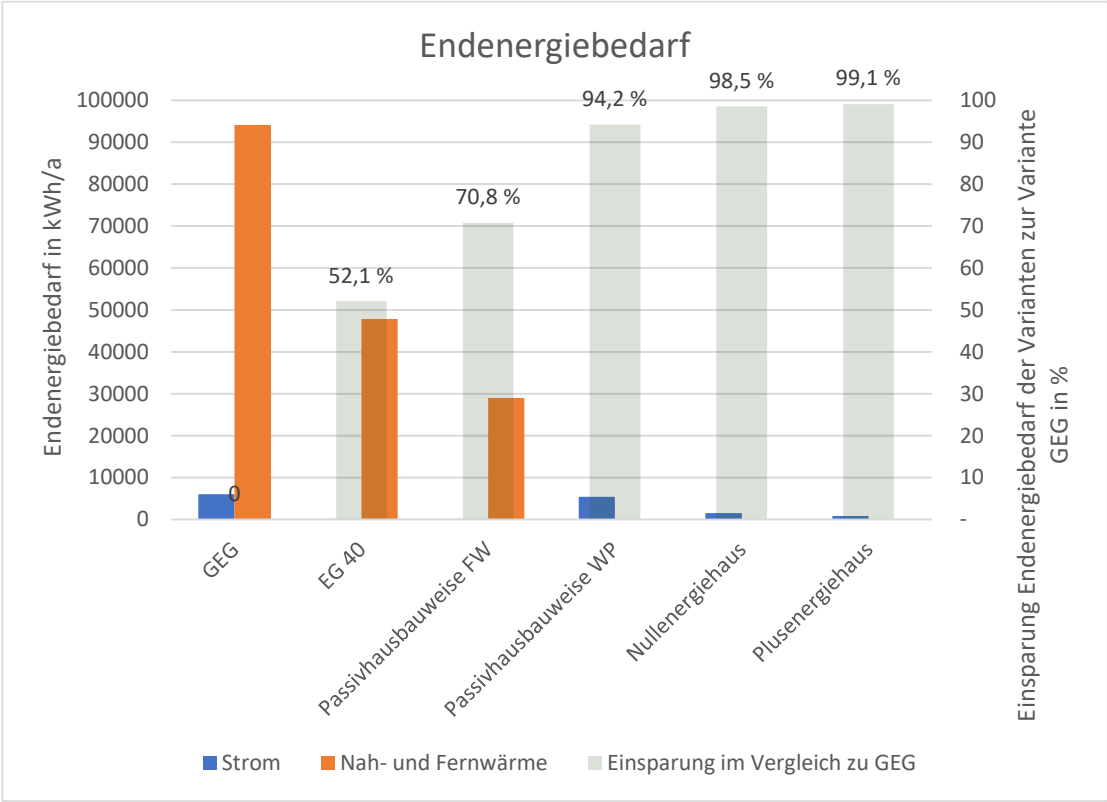
2. Varianten

2.8 Übersicht TGA

GEG	EG 40	Passivhaus- bauweise FW	Passivhaus- bauweise WP	Nullenergiehaus	Plusenergiehaus
GEG Standard	Effizienzhaus 40 Standard	Passivhaus Standard	Passivhaus Standard	Passivhaus Standard	Passivhaus Standard
Fernwärme	Fernwärme	Fernwärme	Luft-Wasser- Wärmepumpe / Fernwärme	Wärmepumpe Erdsonden	Wärmepumpe Erdsonden
Fensterlüftung, Abluft im Sanitärbereich	Lüftungsanlage Dezentral mit WRG	Lüftungsanlage Dezentral mit WRG	Lüftungsanlage Dezentral mit WRG	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG
Platten- heizkörper	Platten- heizkörper, Deckenstrahl- platten in Fluren	Platten- heizkörper, Deckenstrahl- platten in Fluren	Platten- heizkörper, Deckenstrahl- platten in Fluren	Deckenstrahl- platten	Deckenstrahl- platten
-	PV	PV	PV	PV	PV+

3. Ergebnisse

3.1 Endenergiebedarf:



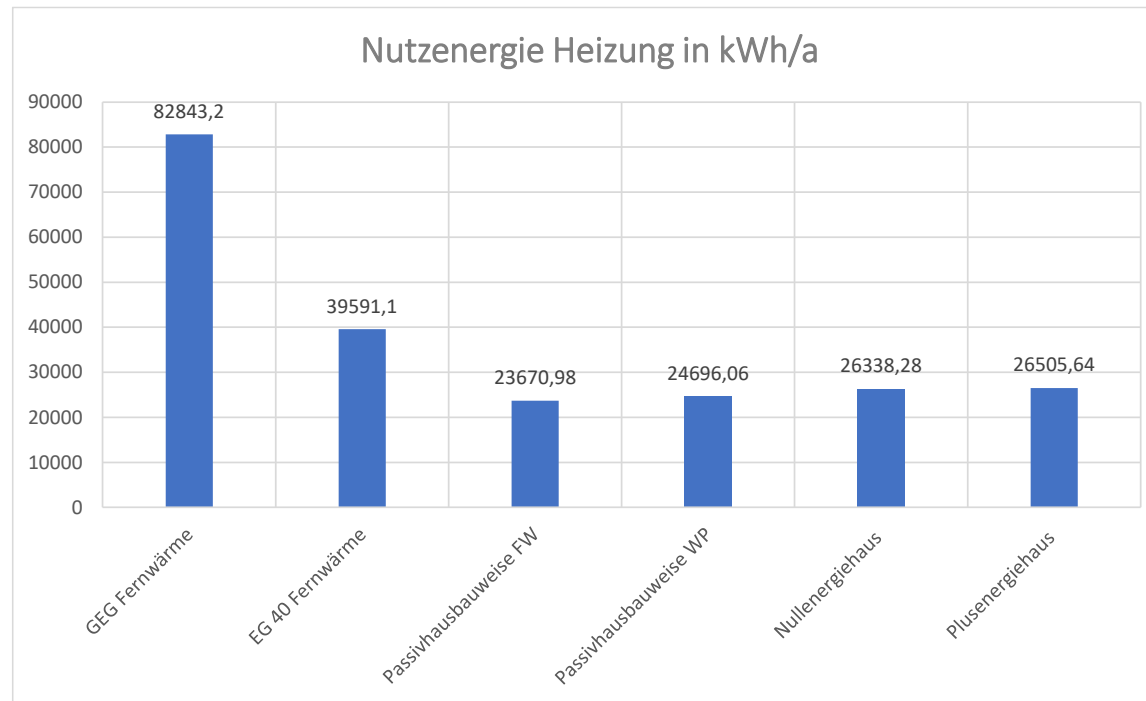
3. Ergebnisse

3.2 Deckung durch Erneuerbare Energien:

- GEG: 0 %
- EG 40: 2 %
- Passivhausbauweise FW: 4 %
- Passivhausbauweise WP: 97 %
- Nullenergiehaus: 97 %
- Plusenergiehaus: 97 %

3. Ergebnisse

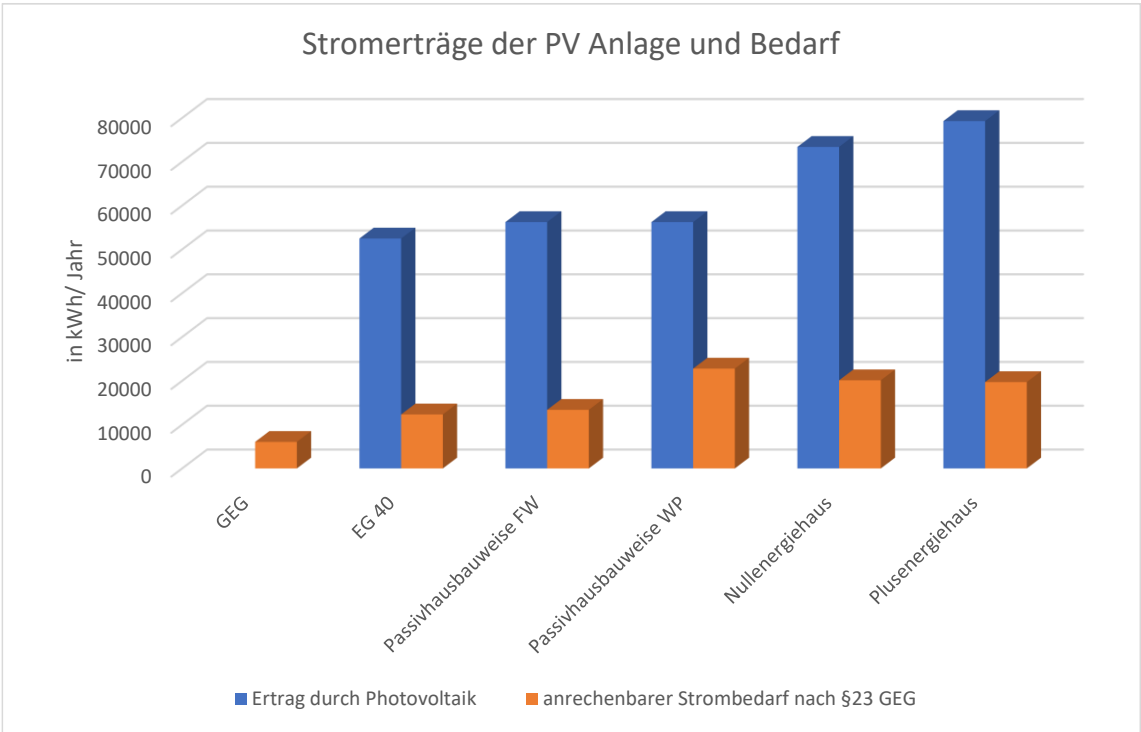
3.3 Jahresheizenergiebedarf:



3. Ergebnisse

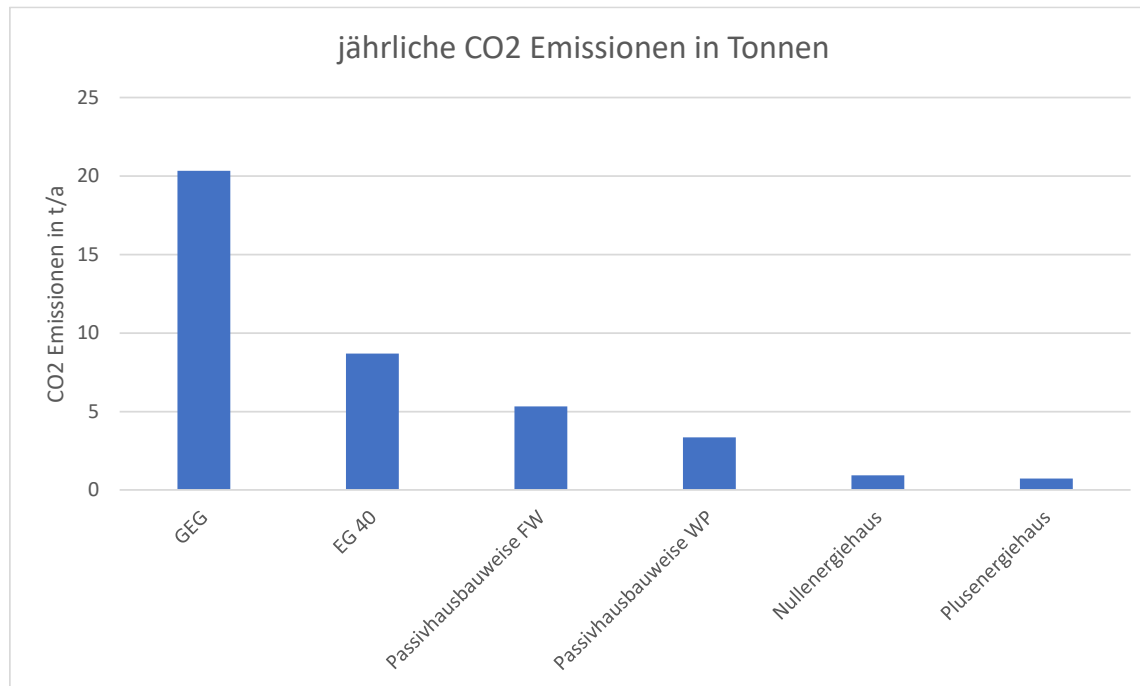
3.4 Photovoltaik-Anlagen:

	GEG	EG 40	Passivhaus- bauweise FW	Passivhaus- bauweise WP	Nullenergiehaus	Plusenergiehaus
m²	X	420 m²	420 m²	420 m²	500m²	500m²
Speicher	X	25 kWh	28kWh	28kWh	35kWh	40kWh
Zelltyp	X	Polykristallines Silizium	Polykristallines Silizium	Polykristallines Silizium	Monokristallines Silizium	Monokristallines Silizium



3. Ergebnisse

3.5 CO₂-Emission:



4. Wirtschaftlichkeit

4.1 Förderung nach BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude) / KfW

- Derzeit (Stand 28.04.2022) keine Förderung mehr möglich für Effizienzgebäude 40 und Effizienzgebäude 40 Erneuerbare Energien (EE)
- Derzeit (Stand 28.04.2022) nur noch Förderung möglich für Effizienzgebäude 40 Nachhaltigkeit (NH)
→ Tilgungszuschuss 12,5 %

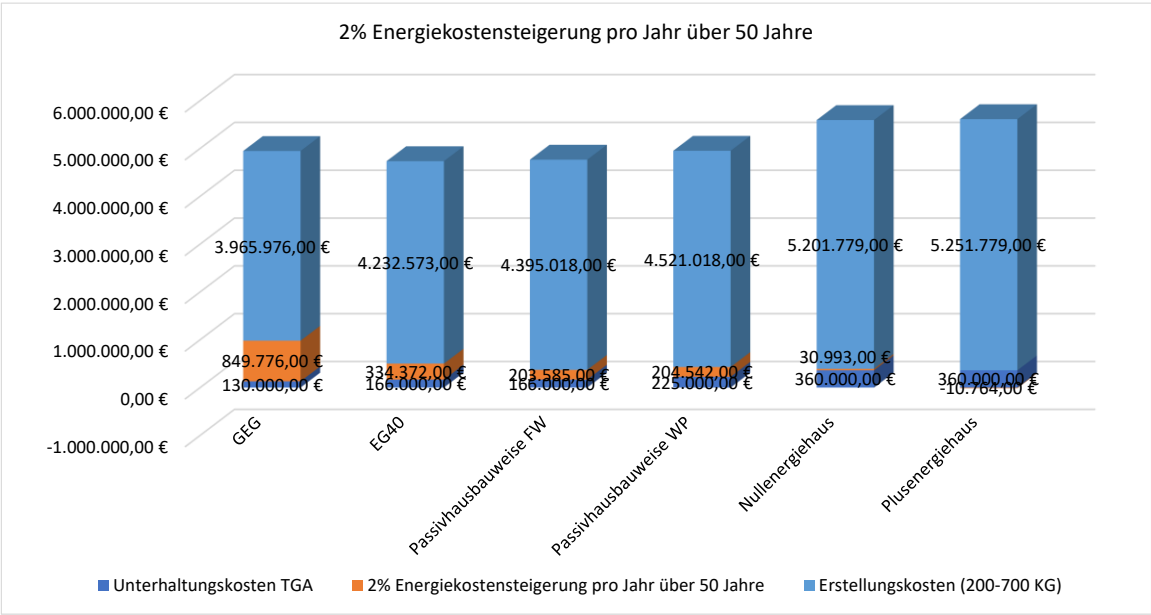
4. Wirtschaftlichkeit

4.2 Amortisationsrechnung, 2 % Energiekostensteigerung:

Varianten					Variante 0 Gebäude nach GEG mit Fernwärme		Variante 1 BEG 40 mit Fernwärme		Variante 2 A Passivhausbauweise mit Fernwärme (ohne Zertifizierung)		Variante 2 A/B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe 20 Jahre als Brückentechnologie ab 2046 mit "grüner" Fernwärme (ohne Zertifizierung)		Variante 2 B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (ohne Zertifizierung)		Variante 3 Nullenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe		Variante 4 Plusenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe	
Erstellungskosten (KG 200-700) <i>Mehrkosten zu Variante 0</i>					3.965.976 €		4.232.573 € <i>+266.597 €</i>		4.395.018 € <i>+429.042 €</i>		4.521.018 € <i>+555.042 €</i>		4.521.018 € <i>+555.042 €</i>		5.201.779 € <i>+1.235.803 €</i>		5.251.779 € <i>+1.285.803 €</i>	
Unterhaltskosten auf 50 Jahre (TGA, KG 420) <i>Wartung</i>					130.000 €		166.000 €		166.000 €		225.000 €		360.000 €		360.000 €		360.000 €	
<i>Reparatur & Erneuerung Zentrale</i>					100.000 €		100.000 €		100.000 €		125.000 €		200.000 €		200.000 €		200.000 €	
<i>Reparatur PV</i>					20.000 €		56.000 €		56.000 €		90.000 €		150.000 €		150.000 €		150.000 €	
					10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €	
Energiekosten <i>Jahresendenergiebedarf 1.196 m² BGF</i>					95,72 kWh/m² 114.481 kWh		45,84 kWh/m² 54.825 kWh		27,91 kWh/m² 33.380 kWh		5,87 kWh/m² 7.021 kWh		5,87 kWh/m² 7.021 kWh		1,46 kWh/m² 1.746 kWh		-5,00 kWh/m² -5.980 kWh	
jährliche Energiekostensteigerung 2%	Jahr	Fernwärme Preis	Strom Preis	Einspeisung Preis	Fernwärme 89,98 kWh/m² 107.612 kWh	Strom 5,74 kWh/m² 6.869 kWh	Fernwärme 45,38 kWh/m² 54.276 kWh	Strom 0,46 kWh/m² 548 kWh	Fernwärme 27,63 kWh/m² 33.047 kWh	Strom 0,28 kWh/m² 334 kWh	Fernwärme 0,70 kWh/m² 842 kWh	Strom 5,17 kWh/m² 6.178 kWh	Fernwärme 0,70 kWh/m² 842 kWh	Strom 5,17 kWh/m² 6.178 kWh	Fernwärme 0,00 kWh/m² 0 kWh	Strom 1,46 kWh/m² 1.746 kWh	Fernwärme 0,00 kWh/m² 0 kWh	Einspeisung -5,00 kWh/m² -5.980 kWh
	2022	6,50 ct/kWh	36,00 ct/kWh	8,00 ct/kWh														
	2023	6,63 ct/kWh	36,72 ct/kWh	8,00 ct/kWh														
	2024	6,76 ct/kWh	37,45 ct/kWh	8,00 ct/kWh														
	2025	6,90 ct/kWh	38,20 ct/kWh	8,00 ct/kWh	7.423 €	2.624 €	3.744 €	209 €	2.280 €	128 €	58 €	2.360 €	58 €	2.360 €	0 €	667 €	0 €	-478 €
	2026	7,04 ct/kWh	38,97 ct/kWh	8,00 ct/kWh	7.571 €	2.677 €	3.819 €	214 €	2.325 €	130 €	59 €	2.407 €	59 €	2.407 €	0 €	680 €	0 €	-478 €
	2027	7,18 ct/kWh	39,75 ct/kWh	8,00 ct/kWh	7.723 €	2.730 €	3.895 €	218 €	2.372 €	133 €	60 €	2.456 €	60 €	2.456 €	0 €	694 €	0 €	-478 €
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2044	10,05 ct/kWh	55,66 ct/kWh	8,00 ct/kWh	10.814 €	3.823 €	5.454 €	305 €	3.321 €	186 €	85 €	3.438 €	85 €	3.438 €	0 €	972 €	0 €	-478 €
	2045	10,25 ct/kWh	56,77 ct/kWh	8,00 ct/kWh	11.030 €	3.899 €	5.563 €	311 €	3.387 €	189 €	86 €	3.507 €	86 €	3.507 €	0 €	991 €	0 €	-478 €
	2046	10,45 ct/kWh	57,90 ct/kWh	8,00 ct/kWh	11.251 €	3.977 €	5.675 €	317 €	3.455 €	193 €	88 €	3.577 €	88 €	3.577 €	0 €	1.011 €	0 €	-478 €
	2047	10,66 ct/kWh	59,06 ct/kWh	8,00 ct/kWh	11.476 €	4.057 €	5.788 €	324 €	3.524 €	197 €	90 €	3.649 €	90 €	3.649 €	0 €	1.031 €	0 €	-478 €
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2070	16,82 ct/kWh	93,13 ct/kWh	8,00 ct/kWh	18.096 €	6.397 €	9.127 €	511 €	5.557 €	311 €	5.557 €	311 €	142 €	5.754 €	0 €	1.626 €	0 €	-478 €
	2071	17,15 ct/kWh	95,00 ct/kWh	8,00 ct/kWh	18.458 €	6.525 €	9.310 €	521 €	5.668 €	317 €	5.668 €	317 €	145 €	5.869 €	0 €	1.659 €	0 €	-478 €
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2072	17,50 ct/kWh	96,90 ct/kWh	8,00 ct/kWh	18.827 €	6.656 €	9.496 €	531 €	5.782 €	323 €	5.782 €	323 €	147 €	5.986 €	0 €	1.692 €	0 €	-478 €
	2073	17,85 ct/kWh	98,84 ct/kWh	8,00 ct/kWh	19.204 €	6.789 €	9.686 €	542 €	5.897 €	330 €	5.897 €	330 €	150 €	6.106 €	0 €	1.726 €	0 €	-478 €
	2074	18,20 ct/kWh	100,81 ct/kWh	8,00 ct/kWh	19.588 €	6.925 €	9.879 €	553 €	6.015 €	337 €	6.015 €	337 €	153 €	6.228 €	0 €	1.760 €	0 €	-478 €
					627.827 €	221.949 €	316.657 €	17.715 €	192.799 €	10.786 €	135.524 €	68.353 €	4.915 €	199.627 €	0 €	56.422 €	0 €	-23.920 €
Gesamtkosten auf 50 Jahre					4.945.752 €		4.732.945 €		4.764.603 €		4.949.895 €		5.085.560 €		5.618.201 €		5.587.859 €	

4. Wirtschaftlichkeit

4.2 Energiekosten bei 2 % Kostensteigerung:



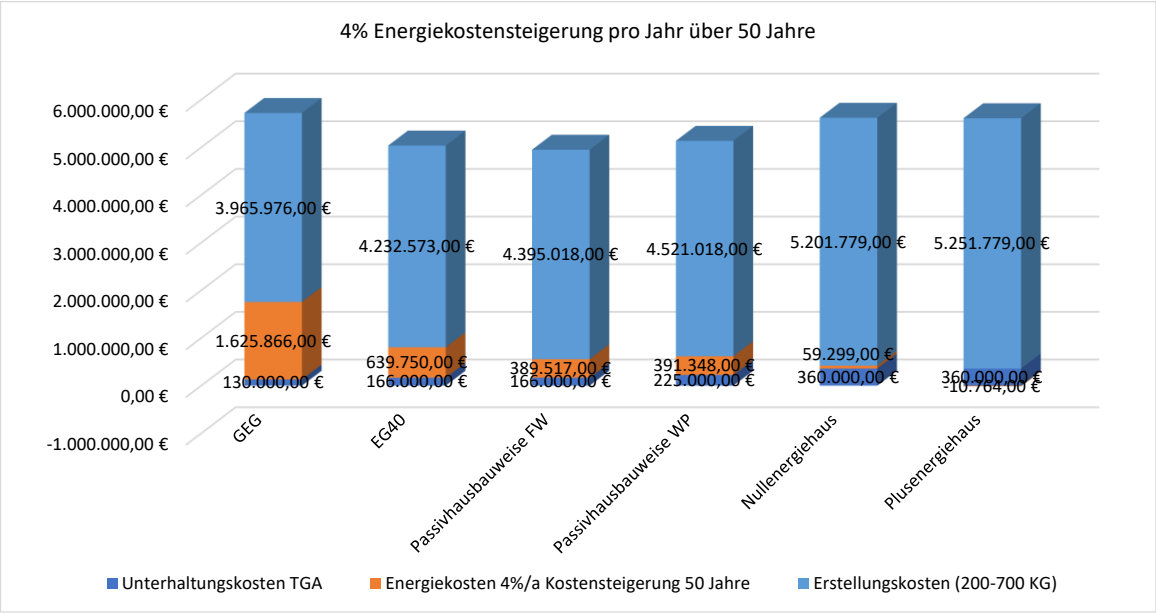
4. Wirtschaftlichkeit

4.3 Amortisationsrechnung, 4 % Energiekostensteigerung:

Varianten					Variante 0 Gebäude nach GEG mit Fernwärme		Variante 1 BEG 40 mit Fernwärme		Variante 2 A Passivhausbauweise mit Fernwärme (ohne Zertifizierung)		Variante 2 A/B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe 20 Jahre als Brückentechnologie ab 2046 mit "grüner" Fernwärme (ohne Zertifizierung)		Variante 2 B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (ohne Zertifizierung)		Variante 3 Nullenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe		Variante 4 Plusenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe			
Erstellungskosten (KG 200-700) <i>Mehrkosten zu Variante 0</i>					3.965.976 €		4.232.573 € <i>+266.597 €</i>		4.395.018 € <i>+429.042 €</i>		4.521.018 € <i>+555.042 €</i>		4.521.018 € <i>+555.042 €</i>		5.201.779 € <i>+1.235.803 €</i>		5.251.779 € <i>+1.285.803 €</i>			
Unterhaltskosten auf 50 Jahre (TGA, KG 420)					130.000 €		166.000 €		166.000 €		225.000 €		360.000 €		360.000 €		360.000 €			
Wartung					100.000 €		100.000 €		100.000 €		125.000 €		200.000 €		200.000 €		200.000 €			
Reparatur & Erneuerung Zentrale					20.000 €		56.000 €		56.000 €		90.000 €		150.000 €		150.000 €		150.000 €			
Reparatur PV					10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €			
Energiekosten					Jahresendenergiebedarf 1.196 m³ BGF		95,72 kWh/m³ 114.481 kWh		45,84 kWh/m³ 54.825 kWh		27,91 kWh/m³ 33.380 kWh		5,87 kWh/m³ 7.021 kWh		5,87 kWh/m³ 7.021 kWh		1,46 kWh/m³ 1.746 kWh		-5,00 kWh/m³ -5.980 kWh	
jährliche Energiekostensteigerung 4%		Jahr	Fernwärme Preis	Strom Preis	Einspeisung Preis	Fernwärme 89,98 kWh/m³ 107.612 kWh	Strom 5,74 kWh/m³ 6.869 kWh	Fernwärme 45,38 kWh/m³ 54.276 kWh	Strom 0,46 kWh/m³ 548 kWh	Fernwärme 27,63 kWh/m³ 33.047 kWh	Strom 0,28 kWh/m³ 334 kWh	Fernwärme 0,70 kWh/m³ 842 kWh	Strom 5,17 kWh/m³ 6.178 kWh	Fernwärme 0,70 kWh/m³ 842 kWh	Strom 5,17 kWh/m³ 6.178 kWh	Fernwärme 0,00 kWh/m³ 0 kWh	Strom 1,46 kWh/m³ 1.746 kWh	Fernwärme 0,00 kWh/m³ 0 kWh	Einspeisung -5,00 kWh/m³ -5.980 kWh	
		2022	6,50 ct/kWh	36,00 ct/kWh	8,00 ct/kWh															
		2023	6,76 ct/kWh	37,44 ct/kWh	8,00 ct/kWh															
		2024	7,03 ct/kWh	38,94 ct/kWh	8,00 ct/kWh															
		2025	7,31 ct/kWh	40,50 ct/kWh	8,00 ct/kWh	7.868 €	2.782 €	3.968 €	222 €	2.416 €	135 €	62 €	2.502 €	62 €	2.502 €	0 €	707 €	0 €	-478 €	
		2026	7,60 ct/kWh	42,11 ct/kWh	8,00 ct/kWh	8.183 €	2.893 €	4.127 €	231 €	2.513 €	141 €	64 €	2.602 €	64 €	2.602 €	0 €	735 €	0 €	-478 €	
		2027	7,91 ct/kWh	43,80 ct/kWh	8,00 ct/kWh	8.510 €	3.009 €	4.292 €	240 €	2.613 €	146 €	67 €	2.706 €	67 €	2.706 €	0 €	765 €	0 €	-478 €	
		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
		2044	15,40 ct/kWh	85,32 ct/kWh	8,00 ct/kWh	16.577 €	5.860 €	8.361 €	468 €	5.091 €	285 €	130 €	5.271 €	130 €	5.271 €	0 €	1.490 €	0 €	-478 €	
		2045	16,02 ct/kWh	88,73 ct/kWh	8,00 ct/kWh	17.240 €	6.095 €	8.695 €	486 €	5.294 €	296 €	135 €	5.482 €	135 €	5.482 €	0 €	1.549 €	0 €	-478 €	
		2046	16,66 ct/kWh	92,28 ct/kWh	8,00 ct/kWh	17.930 €	6.339 €	9.043 €	506 €	5.506 €	308 €	140 €	5.701 €	140 €	5.701 €	0 €	1.611 €	0 €	-478 €	
		2047	17,33 ct/kWh	95,97 ct/kWh	8,00 ct/kWh	18.647 €	6.592 €	9.405 €	526 €	5.726 €	320 €	146 €	5.929 €	146 €	5.929 €	0 €	1.676 €	0 €	-478 €	
		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
		2070	42,71 ct/kWh	236,54 ct/kWh	8,00 ct/kWh	45.960 €	16.248 €	23.181 €	1.297 €	14.114 €	790 €	14.114 €	790 €	360 €	14.614 €	0 €	4.130 €	0 €	-478 €	
		2071	44,42 ct/kWh	246,00 ct/kWh	8,00 ct/kWh	47.798 €	16.897 €	24.108 €	1.349 €	14.678 €	821 €	14.678 €	821 €	374 €	15.198 €	0 €	4.296 €	0 €	-478 €	
		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
		2072	46,19 ct/kWh	255,84 ct/kWh	8,00 ct/kWh	49.710 €	17.573 €	25.072 €	1.403 €	15.265 €	854 €	15.265 €	854 €	389 €	15.806 €	0 €	4.467 €	0 €	-478 €	
		2073	48,04 ct/kWh	266,07 ct/kWh	8,00 ct/kWh	51.698 €	18.276 €	26.075 €	1.459 €	15.876 €	888 €	15.876 €	888 €	405 €	16.438 €	0 €	4.646 €	0 €	-478 €	
		2074	49,96 ct/kWh	276,72 ct/kWh	8,00 ct/kWh	53.766 €	19.007 €	27.118 €	1.517 €	16.511 €	924 €	16.511 €	924 €	421 €	17.096 €	0 €	4.832 €	0 €	-478 €	
						1.201.214 €	424.652 €	605.856 €	33.894 €	368.880 €	20.637 €	293.604 €	96.296 €	9.404 €	381.944 €	0 €	107.952 €	0 €	-23.920 €	
Gesamtkosten auf 50 Jahre					5.721.842 €		5.038.324 €		4.950.535 €		5.135.918 €		5.272.366 €		5.669.731 €		5.587.859 €			

4. Wirtschaftlichkeit

4.3 Energiekosten bei 4 % Kostensteigerung:



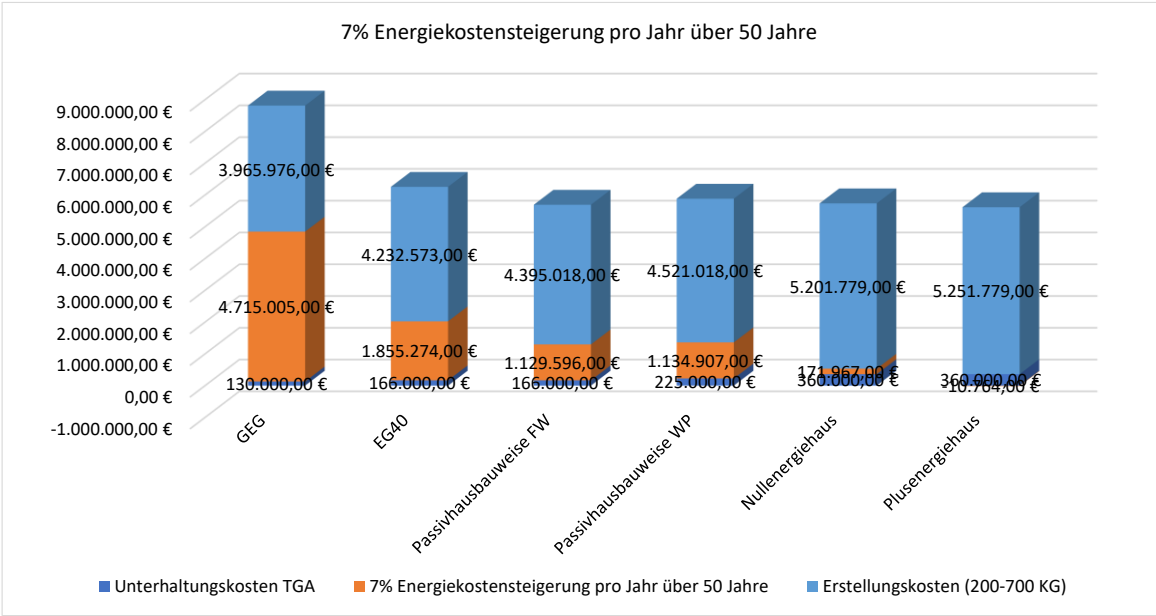
4. Wirtschaftlichkeit

4.3 Amortisationsrechnung, 7 % Energiekostensteigerung:

Varianten					Variante 0 Gebäude nach GEG mit Fernwärme		Variante 1 BEG 40 mit Fernwärme		Variante 2 A Passivhausbauweise mit Fernwärme (ohne Zertifizierung)		Variante 2 A/B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe 20 Jahre als Brückentechnologie ab 2048 mit "grüner" Fernwärme (ohne Zertifizierung)		Variante 2 B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (ohne Zertifizierung)		Variante 3 Nullenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe		Variante 4 Plusenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe			
Erstellungskosten (KG 200-700) <i>Mehrkosten zu Variante 0</i>					3.965.976 €		4.232.573 € <i>+266.597 €</i>		4.395.018 € <i>+429.042 €</i>		4.521.018 € <i>+555.042 €</i>		4.521.018 € <i>+555.042 €</i>		5.201.779 € <i>+1.235.803 €</i>		5.251.779 € <i>+1.285.803 €</i>			
Unterhaltskosten auf 50 Jahre (TGA, KG 420) Wartung					130.000 € 100.000 €		166.000 € 100.000 €		166.000 € 100.000 €		225.000 € 125.000 €		360.000 € 200.000 €		360.000 € 200.000 €		360.000 € 200.000 €			
Reparatur & Erneuerung Zentrale					20.000 €		56.000 €		56.000 €		90.000 €		150.000 €		150.000 €		150.000 €			
Reparatur PV					10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €			
Energiekosten Jahresendenergiebedarf 1.196 m³ BGF					95,72 kWh/m³ 114.481 kWh		45,84 kWh/m³ 54.825 kWh		27,91 kWh/m³ 33.380 kWh		5,87 kWh/m³ 7.021 kWh		5,87 kWh/m³ 7.021 kWh		1,46 kWh/m³ 1.746 kWh		-5,00 kWh/m³ -5.980 kWh			
jährliche Energiekostensteigerung 7%		Jahr	Fernwärme Preis	Strom Preis	Einspeisung Preis	Fernwärme 89,98 kWh/m³ 107.612 kWh	Strom 5,74 kWh/m³ 6.869 kWh	Fernwärme 45,38 kWh/m³ 54.276 kWh	Strom 0,46 kWh/m³ 548 kWh	Fernwärme 27,63 kWh/m³ 33.047 kWh	Strom 0,28 kWh/m³ 334 kWh	Fernwärme 0,70 kWh/m³ 842 kWh	Strom 5,17 kWh/m³ 6.178 kWh	Fernwärme 0,70 kWh/m³ 842 kWh	Strom 5,17 kWh/m³ 6.178 kWh	Fernwärme 0,00 kWh/m³ 0 kWh	Strom 1,46 kWh/m³ 1.746 kWh	Fernwärme 0,00 kWh/m³ 0 kWh	Einspeisung -5,00 kWh/m³ -5.980 kWh	
	2022	6,50 ct/kWh	36,00 ct/kWh	8,00 ct/kWh																
	2023	6,96 ct/kWh	38,52 ct/kWh	8,00 ct/kWh																
	2024	7,44 ct/kWh	41,22 ct/kWh	8,00 ct/kWh																
	2025	7,96 ct/kWh	44,10 ct/kWh	8,00 ct/kWh	8.569 €	3.029 €	4.322 €	242 €	2.631 €	147 €	67 €	2.725 €	67 €	2.725 €	0 €	770 €	0 €	0 €	-478 €	
	2026	8,52 ct/kWh	47,19 ct/kWh	8,00 ct/kWh	9.169 €	3.241 €	4.624 €	259 €	2.816 €	158 €	72 €	2.915 €	72 €	2.915 €	0 €	824 €	0 €	0 €	-478 €	
	2027	9,12 ct/kWh	50,49 ct/kWh	8,00 ct/kWh	9.811 €	3.468 €	4.948 €	277 €	3.013 €	169 €	77 €	3.119 €	77 €	3.119 €	0 €	882 €	0 €	0 €	-478 €	
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	2044	28,80 ct/kWh	159,49 ct/kWh	8,00 ct/kWh	30.990 €	10.955 €	15.630 €	874 €	9.517 €	532 €	243 €	9.854 €	243 €	9.854 €	0 €	2.785 €	0 €	0 €	-478 €	
	2045	30,81 ct/kWh	170,66 ct/kWh	8,00 ct/kWh	33.159 €	11.722 €	16.724 €	936 €	10.183 €	570 €	260 €	10.543 €	260 €	10.543 €	0 €	2.980 €	0 €	0 €	-478 €	
	2046	32,97 ct/kWh	182,61 ct/kWh	8,00 ct/kWh	35.480 €	12.543 €	17.895 €	1.001 €	10.896 €	610 €	10.896 €	610 €	278 €	11.281 €	0 €	3.189 €	0 €	0 €	-478 €	
	2047	35,28 ct/kWh	195,39 ct/kWh	8,00 ct/kWh	37.964 €	13.421 €	19.148 €	1.071 €	11.658 €	652 €	11.658 €	652 €	297 €	12.071 €	0 €	3.412 €	0 €	0 €	-478 €	
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	2070	167,24 ct/kWh	926,24 ct/kWh	8,00 ct/kWh	179.968 €	63.622 €	90.771 €	5.078 €	55.266 €	3.092 €	1.409 €	57.224 €	0 €	16.174 €	0 €	16.174 €	0 €	0 €	-478 €	
	2071	178,94 ct/kWh	991,08 ct/kWh	8,00 ct/kWh	192.566 €	68.076 €	97.125 €	5.434 €	59.135 €	3.308 €	1.508 €	59.135 €	3.308 €	1.508 €	61.229 €	0 €	17.306 €	0 €	-478 €	
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	2072	191,47 ct/kWh	1.060,45 ct/kWh	8,00 ct/kWh	206.046 €	72.841 €	103.923 €	5.814 €	63.274 €	3.540 €	1.613 €	63.274 €	3.540 €	1.613 €	65.515 €	0 €	18.517 €	0 €	-478 €	
	2073	204,87 ct/kWh	1.134,68 ct/kWh	8,00 ct/kWh	220.469 €	77.940 €	111.198 €	6.221 €	67.704 €	3.788 €	1.726 €	67.704 €	3.788 €	1.726 €	70.101 €	0 €	19.813 €	0 €	-478 €	
	2074	219,21 ct/kWh	1.214,11 ct/kWh	8,00 ct/kWh	235.902 €	83.396 €	118.982 €	6.656 €	72.443 €	4.053 €	1.847 €	72.443 €	4.053 €	1.847 €	75.009 €	0 €	21.200 €	0 €	-478 €	
					3.483.516 €	1.231.489 €	1.756.981 €	98.293 €	1.069.750 €	59.846 €	954.701 €	175.482 €	27.271 €	1.107.636 €	0 €	313.061 €	0 €	0 €	-23.920 €	
Gesamtkosten auf 50 Jahre					8.810.981 €		6.253.847 €		5.690.614 €		5.876.200 €		6.015.926 €		5.874.840 €		5.587.859 €			

4. Wirtschaftlichkeit

4.3 Energiekosten bei 7 % Kostensteigerung:



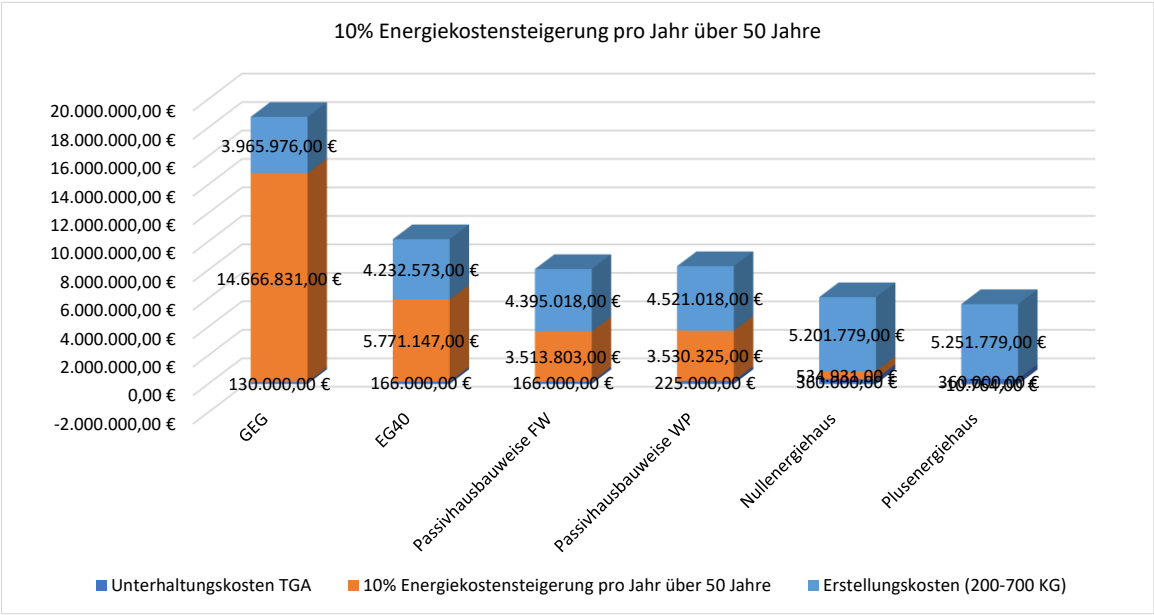
4. Wirtschaftlichkeit

4.3 Amortisationsrechnung, 10 % Energiekostensteigerung:

Varianten						Variante 0 Gebäude nach GEG mit Fernwärme		Variante 1 BEG 40 mit Fernwärme		Variante 2 A Passivhausbauweise mit Fernwärme		Variante 2 A/B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe 20 Jahre als Brückentechnologie ab 2046 mit "grüner" Fernwärme (ohne Zertifizierung)		Variante 2 B Passivhausbauweise mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (ohne Zertifizierung)		Variante 3 Nullenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe		Variante 4 Plusenergiehaus mit Erd-Wasser-Wärmepumpe	
Erstellungskosten (KG 200-700) Mehrkosten zu Variante 0						3.965.976 €		4.232.573 € +266.597 €		4.395.018 € +429.042 €		4.521.018 € +555.042 €		4.521.018 € +555.042 €		5.201.779 € +1.235.803 €		5.251.779 € +1.285.803 €	
Unterhaltskosten auf 50 Jahre (TGA, KG 420)						130.000 €		166.000 €		166.000 €		225.000 €		360.000 €		360.000 €		360.000 €	
Wartung						100.000 €		100.000 €		100.000 €		125.000 €		200.000 €		200.000 €		200.000 €	
Reparatur & Erneuerung Zentrale						20.000 €		56.000 €		56.000 €		90.000 €		150.000 €		150.000 €		150.000 €	
Reparatur PV						10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €		10.000 €	
Energiekosten						95,72 kWh/m² 114.481 kWh		45,84 kWh/m² 54.825 kWh		27,91 kWh/m² 33.380 kWh		5,87 kWh/m² 7.021 kWh		5,87 kWh/m² 7.021 kWh		1,46 kWh/m² 1.746 kWh		-5,00 kWh/m² -5.980 kWh	
jährliche		Jahr	Fernwärme	Strom	Einspeisung	Fernwärme	Strom	Fernwärme	Strom	Fernwärme	Strom	Fernwärme	Strom	Fernwärme	Strom	Fernwärme	Strom	Fernwärme	Einspeisung
Energiekostensteigerung		10%				89,98 kWh/m² 107.612 kWh	5,74 kWh/m² 6.869 kWh	45,38 kWh/m² 54.276 kWh	0,46 kWh/m² 548 kWh	27,63 kWh/m² 33.047 kWh	0,28 kWh/m² 334 kWh	0,70 kWh/m² 842 kWh	5,17 kWh/m² 6.178 kWh	0,70 kWh/m² 842 kWh	5,17 kWh/m² 6.178 kWh	0,00 kWh/m² 0 kWh	1,46 kWh/m² 1.746 kWh	0,00 kWh/m² 0 kWh	-5,00 kWh/m² -5.980 kWh
	2022	6,50 ct/kWh	36,00 ct/kWh	8,00 ct/kWh															
	2023	7,15 ct/kWh	39,60 ct/kWh	8,00 ct/kWh															
	2024	7,87 ct/kWh	43,56 ct/kWh	8,00 ct/kWh															
	2025	8,65 ct/kWh	47,92 ct/kWh	8,00 ct/kWh		9.310 €	3.291 €	4.696 €	263 €	2.859 €	160 €	73 €	2.960 €	73 €	2.960 €	0 €	837 €	0 €	-478 €
	2026	9,52 ct/kWh	52,71 ct/kWh	8,00 ct/kWh		10.241 €	3.620 €	5.165 €	289 €	3.145 €	176 €	80 €	3.256 €	80 €	3.256 €	0 €	920 €	0 €	-478 €
	2027	10,47 ct/kWh	57,98 ct/kWh	8,00 ct/kWh		11.265 €	3.982 €	5.682 €	318 €	3.459 €	194 €	88 €	3.582 €	88 €	3.582 €	0 €	1.012 €	0 €	-478 €
	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2044	52,91 ct/kWh	293,05 ct/kWh	8,00 ct/kWh		56.940 €	20.129 €	28.719 €	1.607 €	17.486 €	978 €	446 €	18.105 €	446 €	18.105 €	0 €	5.117 €	0 €	-478 €
	2045	58,20 ct/kWh	322,35 ct/kWh	8,00 ct/kWh		62.634 €	22.142 €	31.590 €	1.767 €	19.234 €	1.076 €	490 €	19.915 €	490 €	19.915 €	0 €	5.629 €	0 €	-478 €
	2046	64,02 ct/kWh	354,59 ct/kWh	8,00 ct/kWh		68.897 €	24.356 €	34.750 €	1.944 €	21.157 €	1.184 €	21.157 €	21.184 €	539 €	21.907 €	0 €	6.192 €	0 €	-478 €
	2047	70,43 ct/kWh	390,05 ct/kWh	8,00 ct/kWh		75.787 €	26.792 €	38.224 €	2.138 €	23.273 €	1.302 €	23.273 €	23.273 €	593 €	24.097 €	0 €	6.811 €	0 €	-478 €
	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2070	630,61 ct/kWh	3.492,62 ct/kWh	8,00 ct/kWh		678.616 €	239.903 €	342.273 €	19.148 €	208.396 €	11.658 €	208.396 €	11.658 €	5.313 €	215.776 €	0 €	60.987 €	0 €	-478 €
	2071	693,67 ct/kWh	3.841,88 ct/kWh	8,00 ct/kWh		746.477 €	263.894 €	376.501 €	21.063 €	229.235 €	12.824 €	229.235 €	12.824 €	5.844 €	237.354 €	0 €	67.085 €	0 €	-478 €
	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	2072	763,04 ct/kWh	4.226,07 ct/kWh	8,00 ct/kWh		821.125 €	290.283 €	414.151 €	23.169 €	252.159 €	14.107 €	252.159 €	14.107 €	6.428 €	261.089 €	0 €	73.794 €	0 €	-478 €
	2073	839,34 ct/kWh	4.648,68 ct/kWh	8,00 ct/kWh		903.238 €	319.312 €	455.566 €	25.486 €	277.374 €	15.517 €	277.374 €	15.517 €	7.071 €	287.198 €	0 €	81.173 €	0 €	-478 €
	2074	923,28 ct/kWh	5.113,55 ct/kWh	8,00 ct/kWh		993.561 €	351.243 €	501.123 €	28.035 €	305.112 €	17.069 €	305.112 €	17.069 €	7.778 €	315.918 €	0 €	89.291 €	0 €	-478 €
						10.836.075 €	3.830.756 €	5.465.391 €	305.756 €	3.327.641 €	186.162 €	3.149.321 €	365.390 €	84.832 €	3.445.493 €	0 €	973.831 €	0 €	-23.920 €
Gesamtkosten auf 50 Jahre						18.762.807 €		10.169.720 €		8.074.821 €		8.260.729 €		8.411.343 €		6.535.610 €		5.587.859 €	

4. Wirtschaftlichkeit

4.3 Energiekosten bei 10 % Kostensteigerung:



5. Bewertungsmatrix / Empfehlung

	GEG	EG 40	Passivhaus- bauweise FW (ohne Zert.)	Passivhaus- bauweise WP (ohne Zert.)	Nullenergiehaus	Plusenergiehaus
Wirtschaftlichkeit (4 %)	-1	+1	+1	±0	-1	-1
Energiebedarf	-2	±0	+1	+2	+2	+2
Investition	+2	+1	+1	±0	-2	-2
CO2 Emissionen	-2	±0	+1	+1	+2	+2
Raumluftqualität	-1	+1	+1	+1	+1	+1
Baupraxis	+1	±0	-1	-1	-1	-1
Nutzung erneuerbarer Energien	-2	±0	±0	+2	+2	+2
Zukunftsfähigkeit	-1	+1	+1	+2	+2	+2
Fazit	-6	4	5	7	5	5

5. Bewertungsmatrix / Empfehlung

Empfehlung:

- Umsetzung des Standards „Passivhausbauweise mit Wärmepumpe“
- Durch Einbindung Luft-Wasser-Wärmepumpe Ausnutzung PV-Strom und Nutzung erneuerbarer Energien
- Wärmepumpe lässt sich über begrenzten Zeitraum (z.B. 20 Jahre) betreiben und durch Fernwärme ablösen, sofern diese bis dahin mittels erneuerbarer Energien betrieben wird.
- Passivhausbauweise
 - Einsparung von Energiekosten über längeren Zeitraum
 - Konsequente Wärmebrückenfreiheit nach Passivhausrichtlinie wird nicht empfohlen
- Prüfung der zusätzlichen Versorgung des Bestandsgebäudes durch PV-Anlage

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.