

**Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Wärme- und Stromerzeugung
mit Förderung der thermischen Solaranlage**

Projekt: Gesamtschule Grevenbroich - Turnhalle u. Schwimmbad

Datum: 29.11.2024 (angepasst)

Datum: 29.11.2024

Inhaltsverzeichnis

Tabellen: Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes und Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger

- Nutzungs- und Klimarandbedingungen	Seite	4
- Mittlerer Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes	Seite	4
- Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger bei der Variante 1.1	Seiten	5-6
- Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger bei der Variante 1.2	Seiten	7-8

Diagramme: Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes und Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger

- Nutzwärmebedarf des Gebäudes	Seite	9
- Strombedarf des Gebäudes (ohne Wärmeerzeugung)	Seite	10
- Erzeugte Wärmemengen bei der Variante 1.1	Seite	11
- Erzeugte Wärmemengen bei der Variante 1.2	Seite	12
- Erzeugte und bezogene Strommengen bei der Variante 1.1	Seite	13
- Erzeugte und bezogene Strommengen bei der Variante 1.2	Seite	14
- Jährliche Energiebezüge des Gebäudes (in Abhängigkeit von der Variante)	Seite	15

Tabelle: Schätzung der Investitionskosten

Seiten 16-19

Datum: 29.11.2024

Inhaltsverzeichnis

Tabelle: Relation der Vollkosten (ohne Energiepreissteigerung) und der CO2-Emissionen

- Ermittlung der Kapitalkosten Technik	Seite	20
- Kosten für Reparaturen, Wartung, Instandhaltung und Bedienen	Seite	20
- Summe Grundkosten	Seite	20
- Ermittlung der Energiekosten	Seiten	21-22
- Summe Energiekosten	Seite	23
- Summe Vollkosten und Wirtschaftlichkeit	Seite	23
- CO2-Emissionen	Seite	23

Diagramm: Relation der Vollkosten (ohne Energiepreissteigerung)	Seite	24
--	--------------	-----------

Tabelle: Relation der Vollkosten (mittlere Energiepreissteigerung 5 % pro Jahr)

- Kapitalkosten Technik	Seite	25
- Kosten für Reparaturen, Wartung, Instandhaltung und Bedienen	Seite	25
- Summe Grundkosten	Seite	25
- Ermittlung der Energiekosten	Seiten	26-27
- Summe Energiekosten	Seite	28
- Summe Vollkosten und Wirtschaftlichkeit	Seite	28

Diagramm: Relation der Vollkosten (mittlere Energiepreissteigerung 5 % pro Jahr)	Seite	29
---	--------------	-----------

Diagramm: Relation der Vollkosten in Abhängigkeit der jährlichen Energiepreissteigerung	Seite	30
--	--------------	-----------

Diagramm: Relation der CO2-Emissionen	Seite	31
--	--------------	-----------

Wichtige Hinweise zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	Seite	32
---	--------------	-----------

Datum: 29.11.2024

Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes und Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger

	Titel	Position	Einheit	Spitzenwert	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe

Nutzungs- und Klimarandbedingungen																	
Gebäudenutzung	Tage	d			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
	Nutzungstage	d			21	24	21	20	22	26	6	10	26	14	25	19	234
	Wöchentliche Nutzungsstunden	h/w			88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	
	Nutzungsstunden	h			308	352	308	293	323	381	88	147	381	205	367	279	3.432
	Nichtnutzungsstunden	h			436	320	436	427	421	339	656	597	339	539	353	465	5.328
Außenlufttemperatur	Außenlufttemperatur im langjährigen Mittel	°C	-8,0		4,5	5,4	7,3	10,0	14,6	17,0	19,7	19,4	15,9	12,3	7,6	4,8	
			34,2														

Mittlerer Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes																	
Nutzwärme	Nutzwärmebedarf Raumheizung und Heizregister Lüftungsanlagen	kWh	46 kW		10.700	9.300	9.300	7.700	5.600	4.300	3.200	3.300	4.800	6.800	8.900	10.600	84.500
	Nutzwärmebedarf Trinkwarmwasser-Bereitung	kWh	22 kW		1.600	1.900	1.600	1.400	1.800	1.700	400	500	1.500	900	1.700	1.300	16.300
	Nutzwärmebedarf Beckenwasser-Wärmetauscher	kWh	25 kW		5.600	6.200	5.600	5.300	5.600	6.500	2.200	3.100	6.500	4.000	6.500	5.000	62.100
	Nutzwärmebedarf gesamt	kWh			17.900	17.400	16.500	14.400	13.000	12.500	5.800	6.900	12.800	11.700	17.100	16.900	162.900
	Mittlere Nutzwärmelast	kW	93 kW		24	26	22	20	17	17	8	9	18	16	24	23	
Allgemeinstrom	Strombedarf Gebäude und Beckenwassertechnik	kWh			10.100	9.400	10.300	9.400	10.100	9.700	10.200	10.200	9.800	9.700	10.000	10.200	119.100
	Strombedarf Elektromobilität	kWh			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Strombedarf gesamt	kWh			10.100	9.400	10.300	9.400	10.100	9.700	10.200	10.200	9.800	9.700	10.000	10.200	119.100
Nicht enthalten: Strombedarf der Wärmeerzeugung, da abhängig von der jeweiligen Variante																	

Datum: 29.11.2024

Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes und Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger

	Titel	Position	Einheit	Spitzenwert	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe
--	-------	----------	---------	-------------	--------	---------	------	-------	-----	------	------	--------	-----------	---------	----------	----------	-------

VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage																	
Wärmeerzeugung																	
Elektro- Luft/Wasser-WP	Mittlere Nutzwärmeleistung	kW	83 kW	83	85	88	91	95	99	100	101	97	93	88	84		
	Vollbenutzungsstunden	h		184	184	185	158	137	126	58	68	132	126	194	174		1.726
	Nutzwärmearbeit	kWh		15.300	15.600	16.300	14.400	13.000	12.500	5.800	6.900	12.800	11.700	17.100	14.600		156.000
	Anteil am Gesamt-Wärmebedarf	%		85%	90%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	86%		96%
	Arbeitszahlen (= mittlere COP-Werte)	-	4,4	4,4	4,5	4,7	4,8	5,0	5,2	5,3	5,3	5,1	4,9	4,6	4,4		4,8
	Verbrauch Strom	kWh	19 kW	3.500	3.500	3.500	3.000	2.600	2.400	1.100	1.300	2.500	2.400	3.700	3.300		32.800
Elektro-Heizstab	Nutzwärmearbeit	kWh	10 kW	2.600	1.800	200	0	0	0	0	0	0	0	0	2.300		6.900
	Anteil am Gesamt-Wärmebedarf	%		15%	10%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%		4%
	Verbrauch Strom	kWh		2.600	1.800	200	0	0	0	0	0	0	0	0	2.300		6.900

Datum: 29.11.2024

Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes und Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger

	Titel	Position	Einheit	Spitzenwert	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe
VARIANTE 1.1	Stromerzeugung																
	PV-Anlage auf Dach Schulgebäude	Mittlere Strahlungsleistung	W/m²		27	68	89	148	184	219	198	171	134	82	35	14	
		Solare Einstrahlung gesamt	kWh		17.700	22.800	34.500	72.900	75.300	87.200	91.700	67.900	55.800	34.800	18.300	11.400	590.300
		Mittlerer Systemwirkungsgrad	%		18%	17%	18%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	18%	17%	
		Stromerzeugung PV-Anlage	kWh	100 kWp	3.100	3.800	6.100	12.500	13.100	14.900	15.500	11.400	9.400	5.800	3.300	1.900	100.800
		Selbstnutzung an Stromerzeugung - Schulgebäude	kWh		2.500	3.000	4.900	9.800	8.200	8.300	6.200	7.900	6.900	4.600	2.600	1.500	66.400
		Selbstnutzung an Stromerzeugung - Turnhalle und Schwimmbad	kWh		600	800	1.200	2.700	4.300	4.500	4.200	3.500	2.500	1.200	700	400	26.600
		Selbstnutzung an Stromerzeugung (prozentual)	%		100%	100%	100%	100%	95%	86%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	92%
		Stromeinspeisung in öffentliches Netz	kWh		0	0	0	0	600	2.100	5.100	0	0	0	0	0	7.800

Datum: 29.11.2024

Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes und Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger

	Titel	Position	Einheit	Spitzenwert	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe
--	-------	----------	---------	-------------	--------	---------	------	-------	-----	------	------	--------	-----------	---------	----------	----------	-------

VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage																	
Wärmeerzeugung																	
Thermische Solaranlage	Mittlere Strahlungsleistung	W/m²		27	68	89	148	184	219	198	171	134	82	35	14		
	Solare Einstrahlung gesamt	kWh		5.300	6.900	10.400	21.900	22.600	26.200	27.600	20.400	16.800	10.500	5.500	3.400		177.500
	Mittlerer Systemwirkungsgrad	%		33%	39%	47%	55%	62%	67%	65%	58%	50%	42%	35%	33%		
	Nutzwärmearbeit	kWh		500	2.300	2.500	4.700	6.200	6.600	4.400	5.600	5.000	3.600	800	200		42.400
	Anteil am Gesamt-Wärmebedarf	%		3%	13%	15%	33%	48%	53%	76%	81%	39%	31%	5%	1%		26%
Elektro-Luft/Wasser-WP	Mittlere Nutzwärmeleistung	kW	83 kW	83	85	88	88	93	94	89	83	93	91	89	86		
	Vollbenutzungsstunden	h		178	156	157	110	73	63	16	16	84	89	183	167		1.292
	Nutzwärmearbeit	kWh		14.800	13.300	13.800	9.700	6.800	5.900	1.400	1.300	7.800	8.100	16.300	14.400		113.600
	Anteil am Gesamt-Wärmebedarf	%		83%	76%	84%	67%	52%	47%	24%	19%	61%	69%	95%	85%		70%
	Arbeitszahlen (= mittlere COP-Werte)	-	4,4	4,4	4,4	4,6	4,6	4,9	4,9	4,7	4,3	4,9	4,8	4,7	4,5		4,6
	Verbrauch Strom	kWh	19 kW	3.400	3.000	3.000	2.100	1.400	1.200	300	300	1.600	1.700	3.500	3.200		24.700
Elektro-Heizstab	Nutzwärmearbeit	kWh	10 kW	2.600	1.800	200	0	0	0	0	0	0	0	0	2.300		6.900
	Anteil am Gesamt-Wärmebedarf	%		15%	10%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%		4%
	Verbrauch Strom	kWh		2.600	1.800	200	0	0	0	0	0	0	0	0	2.300		6.900

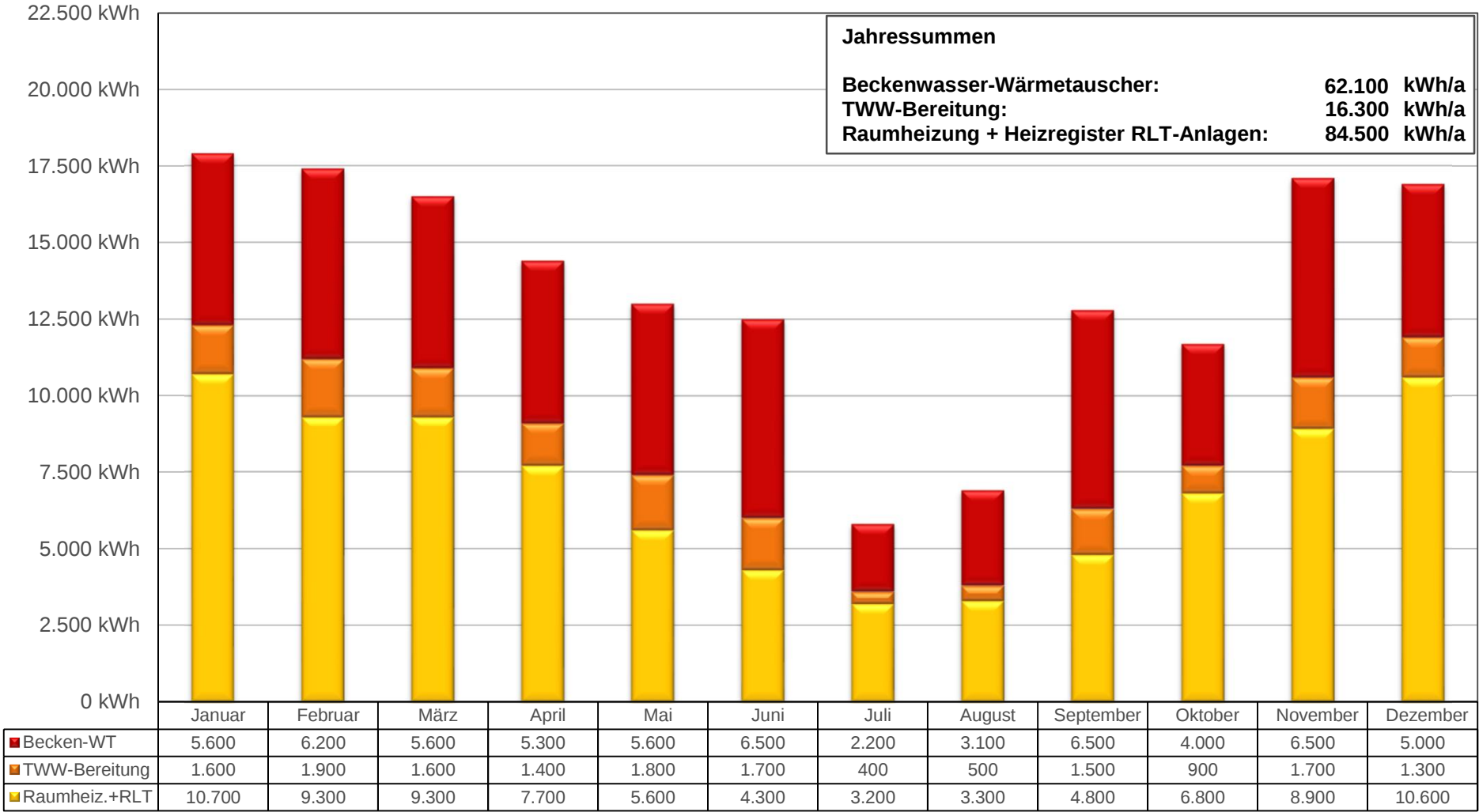
Datum: 29.11.2024

Nutzwärme- und Strombedarf des Gebäudes und Betriebsdaten der Wärme- und Stromerzeuger

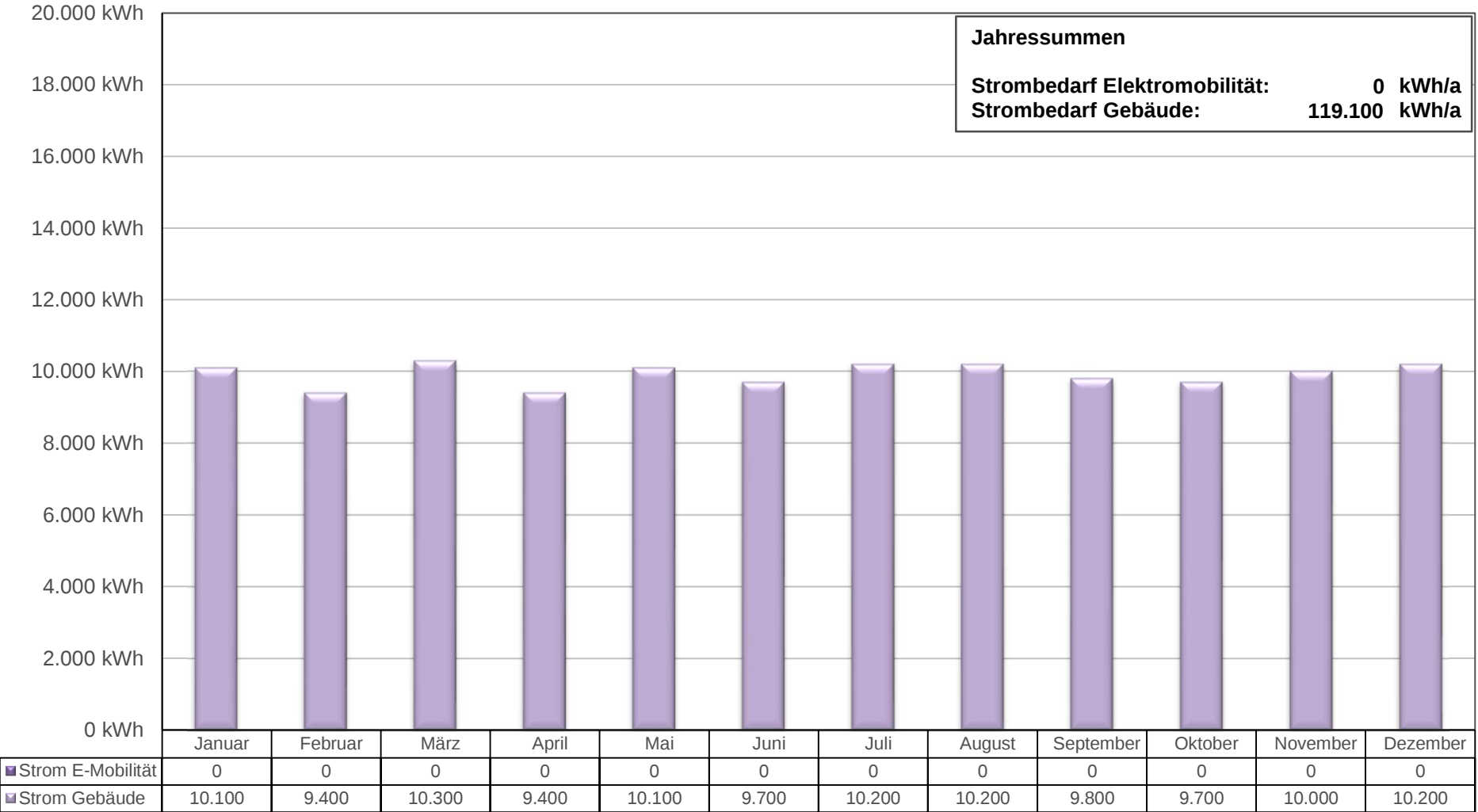
	Titel	Position	Einheit	Spitzenwert	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe
VARIANTE 1.2	Stromerzeugung																
	PV-Anlage auf Dach Schulgebäude	Mittlere Strahlungsleistung	W/m²		27	68	89	148	184	219	198	171	134	82	35	14	
		Solare Einstrahlung gesamt	kWh		17.700	22.800	34.500	72.900	75.300	87.200	91.700	67.900	55.800	34.800	18.300	11.400	590.300
		Mittlerer Systemwirkungsgrad	%		18%	17%	18%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	18%	17%	
		Stromerzeugung PV-Anlage	kWh	100 kWp	3.100	3.800	6.100	12.500	13.100	14.900	15.500	11.400	9.400	5.800	3.300	1.900	100.800
		Selbstnutzung an Stromerzeugung - Schulgebäude	kWh		2.500	3.000	4.900	9.800	8.200	8.300	6.200	7.900	6.900	4.600	2.600	1.500	66.400
		Selbstnutzung an Stromerzeugung - Turnhalle und Schwimmbad	kWh		600	800	1.200	2.600	4.100	4.300	4.000	3.300	2.400	1.200	700	400	25.600
		Selbstnutzung an Stromerzeugung (prozentual)	%		100%	100%	100%	99%	94%	85%	66%	98%	99%	100%	100%	100%	91%
		Stromeinspeisung in öffentliches Netz	kWh		0	0	0	100	800	2.300	5.300	200	100	0	0	0	8.800

Datum: 29.11.2024

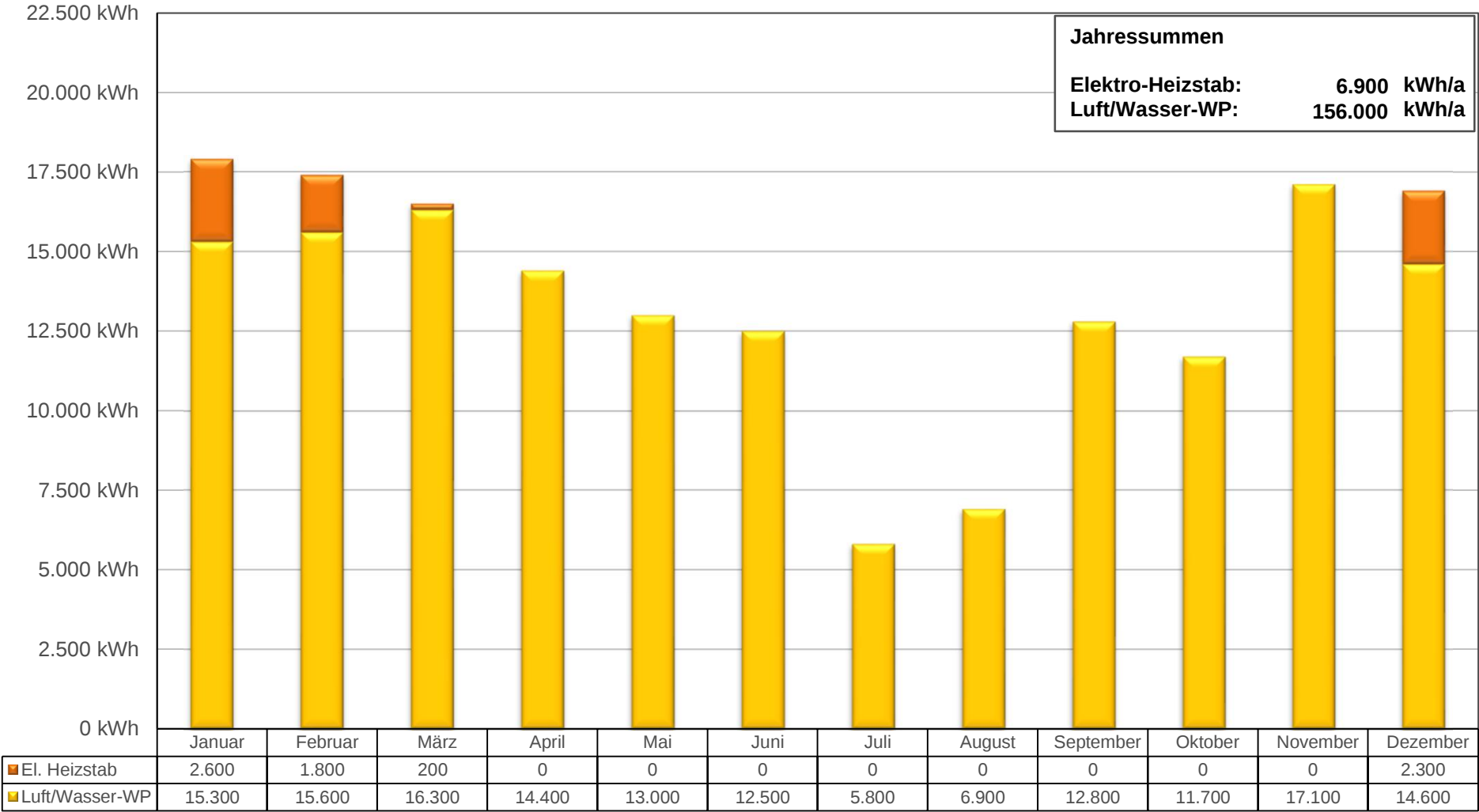
Nutzwärmebedarf des Gebäudes



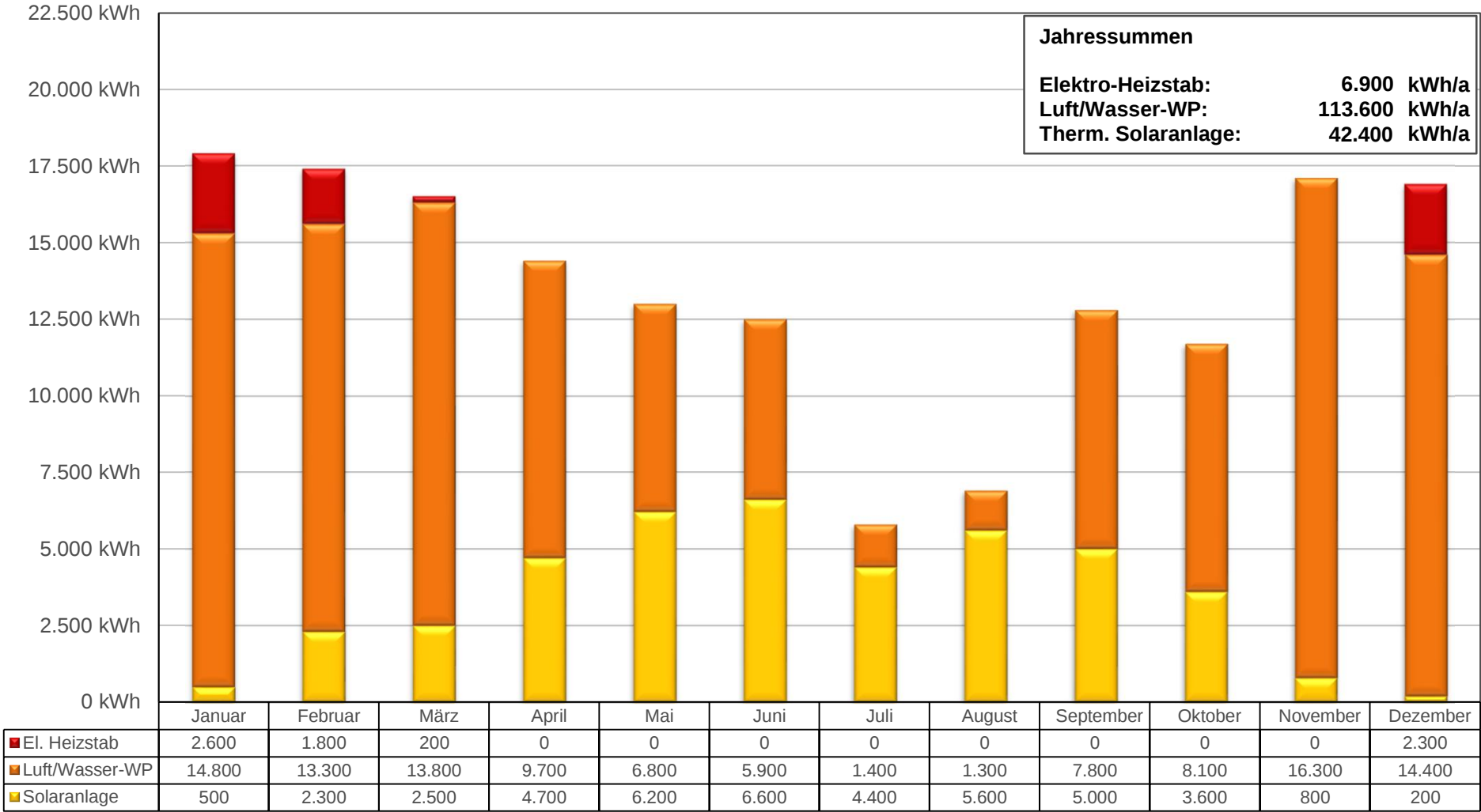
Strombedarf des Gebäudes (ohne Wärmeerzeugung)



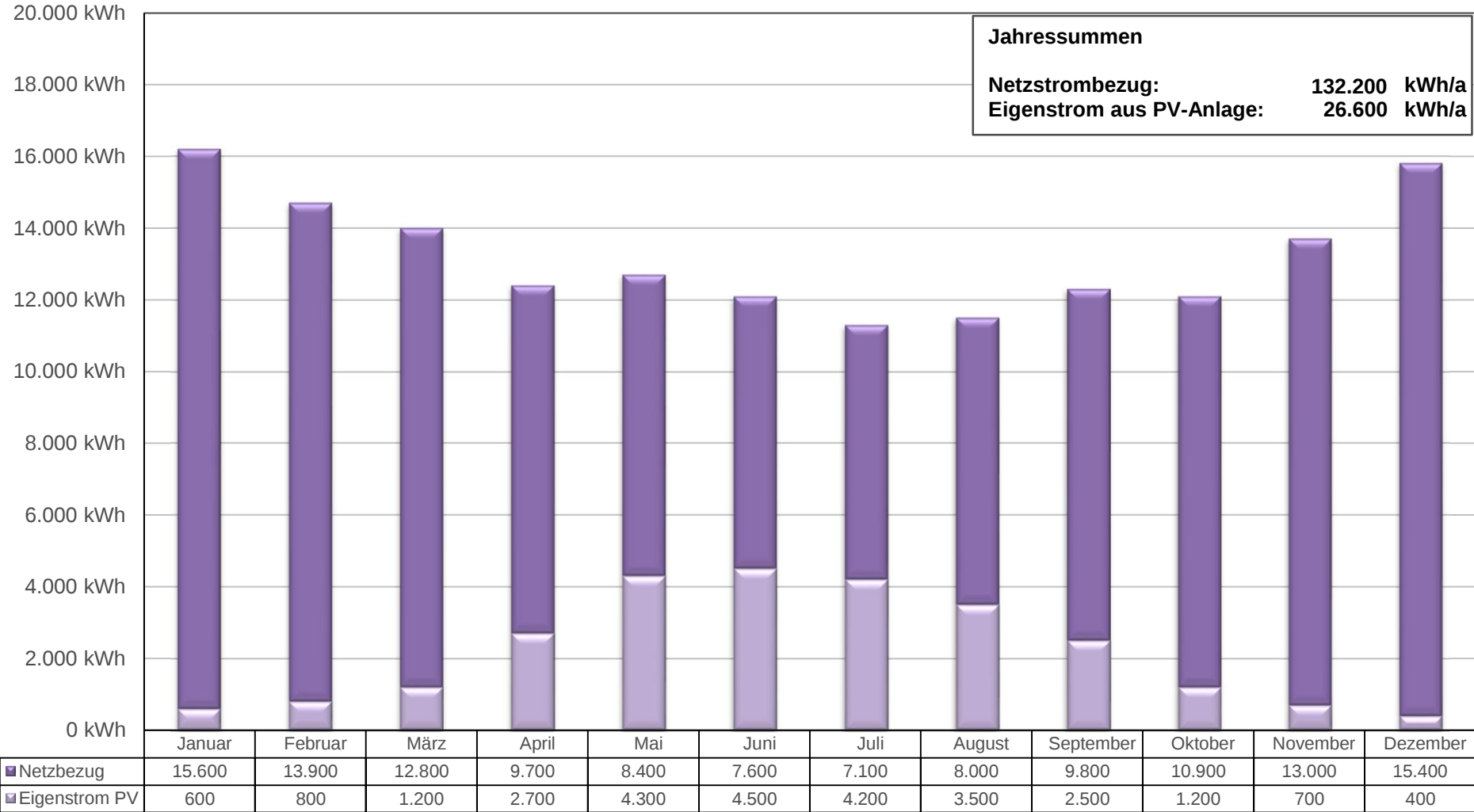
Erzeugte Wärmemengen bei der Variante 1.1



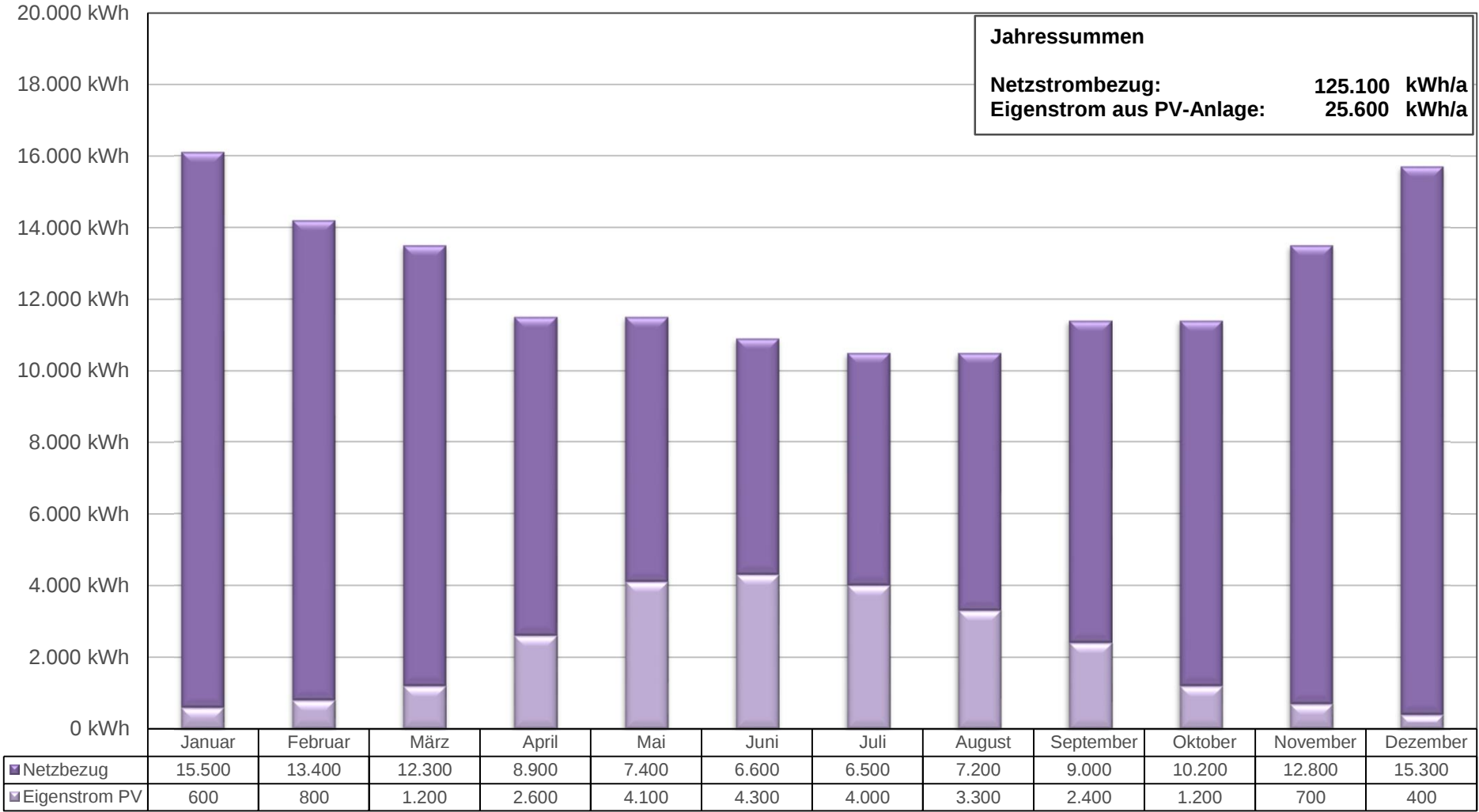
Erzeugte Wärmemengen bei der Variante 1.2



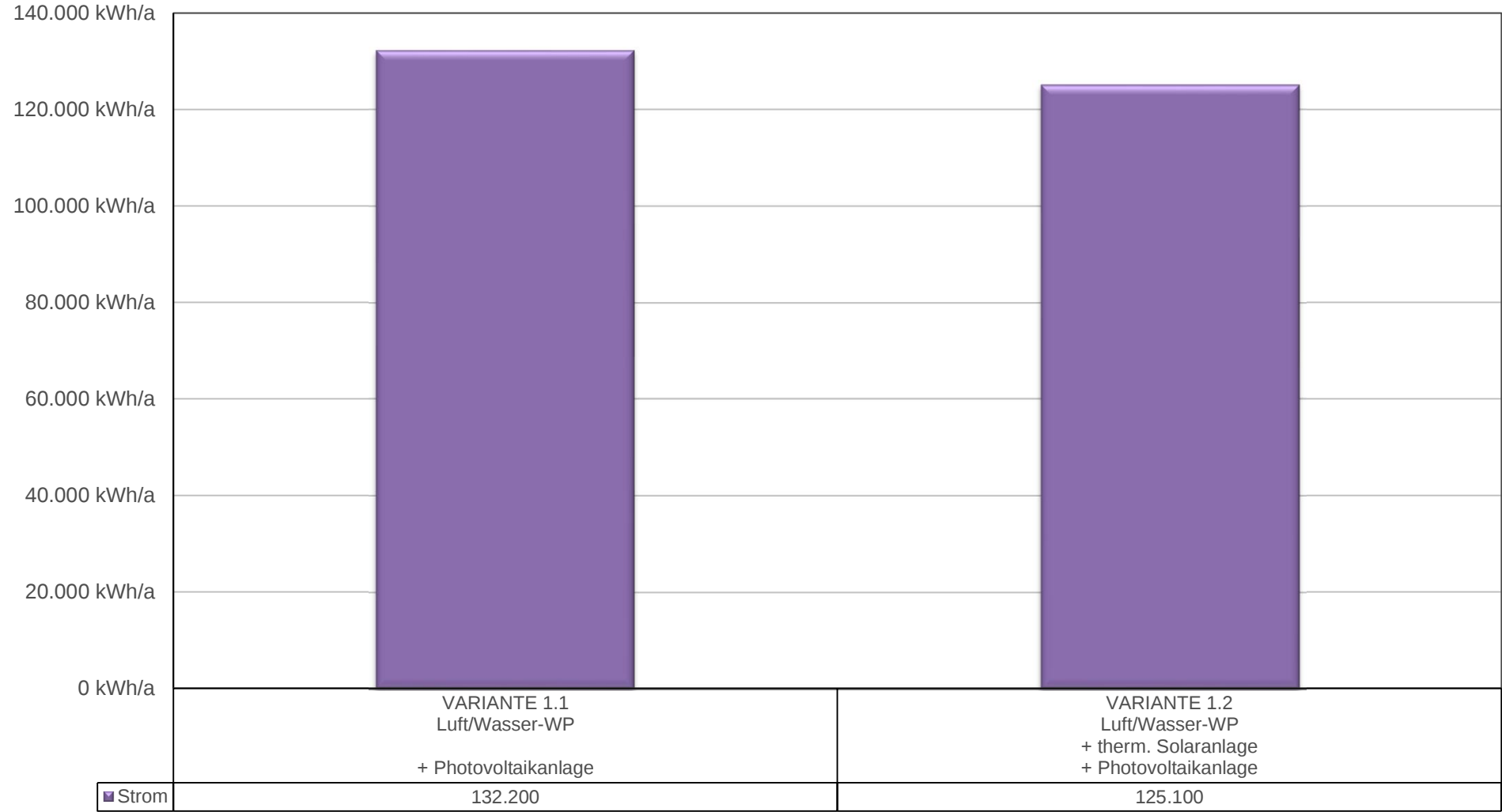
Erzeugte und bezogene Strommengen bei der Variante 1.1



Erzeugte und bezogene Strommengen bei der Variante 1.2



Jährliche Energiebezüge des Gebäudes (in Abhängigkeit von der Variante)



Datum: 29.11.2024

Schätzung der Investitionskosten

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Thermische Solaranlage	Thermische Solaranlage, Flachkollektor, Kollektorfläche insgesamt ca. 150 m², Flachdachmontage, Unterkonstruktion, hydraulische Einbindung, Rohrleitungen, Wärmedämmung, Pumpe, Armaturen, Feldgeräte		80.000 €
Titelsumme	Thermische Solaranlage brutto		80.000 €
Elektro-Luft/Wasser-Wärmepumpen	Elektro-Luft/Wasser-Kompressionswärmepumpe, Außenaufstellung, Heizleistung 83 kW (bei Luft Eintrittstemperatur -8 °C / Wasseraustrittstemperatur 40 °C), Sicherheitseinrichtungen und -armaturen, Aufstellkonsole	134.000 €	134.000 €
	Verkabelung und Stromversorgung, Anbindung an die Niederspannungs-Hauptverteilung, Verlegesysteme, Potentialausgleich	12.000 €	12.000 €
	Mehrkosten für eine Niedertemperatur-Wärmeübergabe (z.B. Fußbodenheizung) aufgrund der niedrigeren Vorlauf-Temperatur	0 €	0 €
	Mehrkosten für zusätzliche Trafoleistung aufgrund der Erhöhung der elektrischen Gesamt-Anschlussleistung	3.000 €	3.000 €
Titelsumme	Elektro-Luft/Wasser-Wärmepumpen brutto	149.000 €	149.000 €
Elektro-Heizstäbe	Heizstab im Pufferspeicher, elektrische Anschlussleistung 10 kW	2.000 €	2.000 €
	Verkabelung und Stromversorgung, Anbindung an die Niederspannungs-Hauptverteilung, Verlegesysteme, Potentialausgleich	4.000 €	4.000 €
	Mehrkosten für zusätzliche Trafoleistung aufgrund der Erhöhung der elektrischen Gesamt-Anschlussleistung	2.000 €	2.000 €
Titelsumme	Elektro-Heizstäbe brutto	8.000 €	8.000 €
Trinkwarmwasser-Bereitung	Frischwasser-Stationen, Wärmetauscher zur Systemtrennung, Wärmedämmung, Armaturen, Feldgeräte	27.000 €	27.000 €
	Heizseitige hydraulische Einbindung der Frischwasser-Stationen, Rohrleitungen Heizwasser, Wärmedämmung, Pumpe, Armaturen, Feldgeräte, Befestigungen	29.000 €	29.000 €
Titelsumme	Trinkwarmwasser-Bereitung brutto	56.000 €	56.000 €

Datum: 29.11.2024

Schätzung der Investitionskosten

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Beckenwasser-Erwärmung	Wärmetauscher zur Beckenwasser-Erwärmung, maximale Leistung bei Beckenaufheizung in 72 h 67 kW, Wärmedämmung, Armaturen, Feldgeräte	8.000 €	8.000 €
	Heizseitige hydraulische Einbindung des Beckenwasser-Wärmetauschers, Rohrleitungen Heizwasser, Wärmedämmung, Pumpe, Armaturen, Feldgeräte, Befestigungen	10.000 €	10.000 €
Titelsumme	Beckenwasser-Erwärmung brutto	18.000 €	18.000 €
Wärmespeicherung / Zentrale Wärmeverteilung	Hydraulische Einbindung der thermischen Solaranlage, Rohrleitungen, Wärmedämmung, Pumpe, Armaturen, Feldgeräte, Wärmemengenzähler, Befestigungen		12.000 €
	Hydraulische Einbindung der Wärmepumpe, Rohrleitungen, Wärmedämmung, Pumpe, Armaturen, Feldgeräte, Wärmemengenzähler, Befestigungen	11.000 €	11.000 €
	2 St. Heizwasser-Pufferspeicher, Inhalt jeweils 2000 l, Anschlüsse, Wärmedämmung	10.000 €	10.000 €
	Hydraulische Einbindung der Pufferspeicher, Rohrleitungen, Wärmedämmung, Armaturen, Feldgeräte, Befestigungen	5.000 €	5.000 €
	Zusätzliche Anlagenkomponenten wie z.B. Membran-Druckausdehnungsgefäße, Druckhaltstationen, Nachspeisesysteme, Entgasungssysteme, Wasseraufbereitungstechnik	24.000 €	24.000 €
Titelsumme	Wärmespeicherung / Zentrale Wärmeverteilung brutto	50.000 €	62.000 €
Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen	Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen für die Wärmeerzeugung, DDC-System, Schaltschrank, Sensoren und Aktoren, Verkabelung, Stromversorgung	31.000 €	34.000 €
	Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen für die Wärmeverteilung bis zum Heizverteiler, DDC-System, Schaltschrank, Sensoren und Aktoren, Verkabelung, Stromversorgung	18.000 €	25.000 €
Titelsumme	Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen brutto	49.000 €	59.000 €

Datum: 29.11.2024

Schätzung der Investitionskosten

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Photovoltaikanlage auf Dach Schulgebäude	Photovoltaikanlage, Kollektorfläche insgesamt ca. 499 m², Spitzenleistung ca. 100 kWp, Montage, Unterkonstruktion, Wechselrichter, Stromeinspeisung	Kosten bei Schulgebäude berücksichtigt	Kosten bei Schulgebäude berücksichtigt
	Photovoltaikanlage, Kollektorfläche insgesamt ca. 499 m², Spitzenleistung ca. 100 kWp, Montage, Unterkonstruktion, Wechselrichter, Stromeinspeisung		
Titelsumme	Photovoltaikanlage brutto	0 €	0 €
Sonstiges	Unvorhergesehenes (z.B. Schallschutz Wärmepumpe, zusätzliche Kernbohrungen etc.), 5 % der Herstellkosten	17.000 €	17.000 €
	Mögliche Förderung der thermischen Solaranlage inkl. hydraulischer Einbindung und Mehrkosten für MSR-Technik (Positionen weiter unten) (80 % der Herstellkosten gemäß Angabe von Hr. Kühn)		-82.000 €
Titelsumme	Sonstiges brutto	17.000 €	-65.000 €
Zwischensumme	Herstellkosten brutto	347.000 €	367.000 €
	Planungshonorar und Nebenkosten für die vorgenannten technischen Anlagen (Honorarsätze gemäß Ingenieurvertrag) brutto	93.000 €	97.000 €
Gesamtsumme	Investitionskosten brutto	440.000 €	464.000 €

Datum: 29.11.2024

Schätzung der Investitionskosten

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		

Nicht in den Kosten enthalten sind:

- Bauneben-, Instandhaltungs- und Wartungskosten (Wartungskosten: siehe Tabelle Ermittlung der Vollkosten)
- Maurer-, Mörtel-, Beton-, Dachdecker-, Zimmer-, Schlosser-, Putz-, Estrich-, Maler-, Abdichtungs- und Trockenbauarbeiten aller Art
- Öffentliche und nicht öffentliche Erschließung
- Wärmeverteilung ab der Zuleitung der Wärmeerzeugung auf den Heizverteiler
- Wärmeübergabe in den Räumen, sonstige Wärmeverbraucher
- Trinkwarmwasser- und Trinkkaltwasser-Rohrleitungen, sanitäre Einrichtungsgegenstände
- Übergeordnete Gebäudeleittechnik

Datum: 29.11.2024

Relation der Vollkosten (ohne Energiepreissteigerung) und der CO2-Emissionen

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Kapitalkosten Technik	Investitionskosten für die wartungsintensive Technik (z.B. Wärme- und Stromerzeuger, Pumpen, Regelungen)	375.000 €	411.000 €
	Kreditzinssatz	3,50%	3,50%
	Nutzungsdauer (Mittelwert Anlagenkomponenten)	20,0 a	20,0 a
	Konstante Kapitalkosten wartungsintensive Technik brutto	26.400 €/a	28.900 €/a
	Investitionskosten für die wartungsarme Technik (z.B. Pufferspeicher)	65.000 €	53.000 €
	Kreditzinssatz	3,75%	3,75%
	Nutzungsdauer (Mittelwert Anlagenkomponenten)	30,0 a	30,0 a
	Konstante Kapitalkosten wartungsarme Technik brutto	3.600 €/a	3.000 €/a
Titelsumme	Konstante Kapitalkosten gesamt brutto	30.000 €/a	31.900 €/a
Titelsumme	Kosten für Reparaturen, Wartung, Instandhaltung und Bedienen brutto	6.100 €/a	6.100 €/a
Zwischensumme	Grundkosten brutto	36.100 €/a	38.000 €/a

Datum: 29.11.2024

Relation der Vollkosten (ohne Energiepreissteigerung) und der CO2-Emissionen

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Energiekosten Wärmepumpen-Strom	Verbrauch Strom durch die Wärmepumpen	32.800 kWh/a	24.700 kWh/a
	Summe Verbrauch Strom	32.800 kWh/a	24.700 kWh/a
	Spezifischer Bezugspreis Wärmepumpen-Strom - einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - keine Preissteigerung	21,00 ct/kWh	21,00 ct/kWh
Titelsumme	Energiekosten Wärmepumpen-Strom brutto	6.900 €/a	5.200 €/a
Energiekosten Allgemeinstrom für die Wärmeerzeugung	Verbrauch Strom durch die Elektro-Heizstäbe	6.900 kWh/a	6.900 kWh/a
	Spezifischer Bezugspreis Allgemeinstrom - einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - keine Preissteigerung	21,00 ct/kWh	21,00 ct/kWh
Titelsumme	Energiekosten Strom für die Wärmeerzeugung brutto	1.400 €/a	1.400 €/a
Stromerzeugung Photovoltaikanlagen - Selbstnutzung	Selbst genutzte Strommenge aus den Photovoltaikanlagen	26.600 kWh/a	25.600 kWh/a
	Spezifischer vermiedener Strompreis - Bezugspreis Allgemeinstrom einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - keine Preissteigerung	-21,00 ct/kWh	-21,00 ct/kWh
Titelsumme	Vermiedene Stromkosten durch selbst genutzten Strom aus den Photovoltaikanlagen brutto	-5.600 €/a	-5.400 €/a

Datum: 29.11.2024

Relation der Vollkosten (ohne Energiepreissteigerung) und der CO2-Emissionen

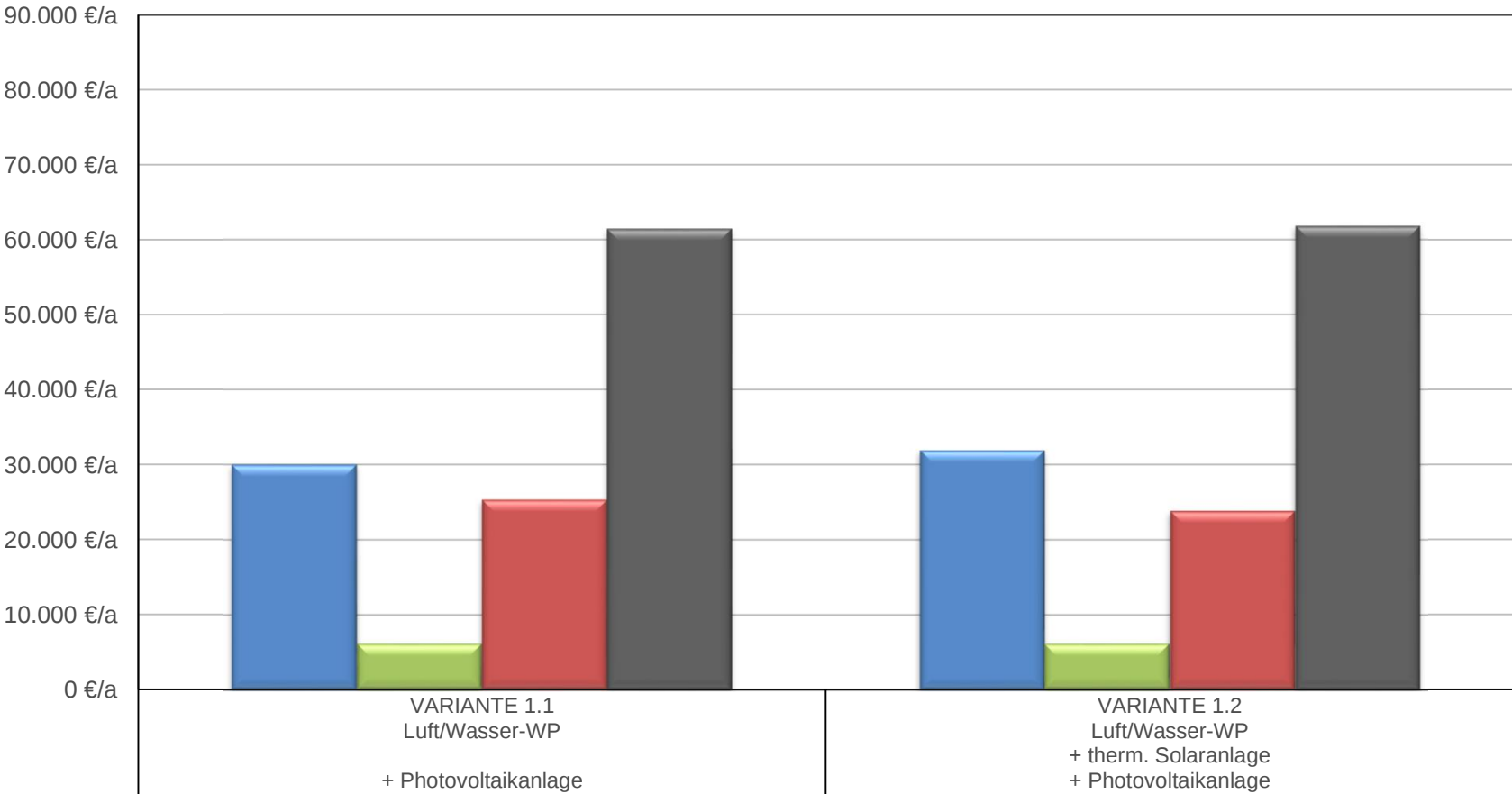
		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Stromerzeugung Photovoltaikanlagen - Netzeinspeisung	In das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge aus den Photovoltaikanlagen	7.800 kWh/a	8.800 kWh/a
	PV-Anlage 1 (100 kWp) EEG-Zuschlag bei Teileinspeiseanlagen mit bis zu 100 kW elektrischer Leistung: 8,2 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 10 kWp, 7,1 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 40 kWp, 5,8 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 100 kWp - 5,87 ct/kWh netto, bei Inbetriebnahme bis Juli 2028 PV-Anlage 1 (100 kWp) EEG-Zuschlag bei Teileinspeiseanlagen mit bis zu 100 kW elektrischer Leistung: 8,2 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 10 kWp, 7,1 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 40 kWp, 5,8 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 100 kWp - 5,87 ct/kWh netto, bei Inbetriebnahme bis Juli 2028	-6,99 ct/kWh	-6,99 ct/kWh
Titelsumme	Stromvergütung für den in das öffentliche Netz eingespeisten Strom aus den Photovoltaikanlagen brutto	-2.400 €/a	-2.400 €/a
Energiekosten Allgemeinstrom	Bezug Allgemeinstrom aus dem öffentlichen Netz - ohne Berücksichtigung der Wärme- und Stromerzeuger, da diese Anteile bereits in den vorherigen Titeln enthalten sind	119.100 kWh/a	119.100 kWh/a
	Spezifischer Bezugspreis Allgemeinstrom - einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - keine Preissteigerung	21,00 ct/kWh	21,00 ct/kWh
Titelsumme	Energiekosten Allgemeinstrom brutto	25.000 €/a	25.000 €/a
CO2-Bepreisung	Preis für die Ausgabe von CO2-Zertifikaten an Versorgungsunternehmen gemäß dem Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung - 65 € pro t CO2, Höchstpreis gültig ab dem Jahr 2026	65,00 €/t	65,00 €/t
Titelsumme	CO2-Bepreisung	0 €/a	0 €/a

Datum: 29.11.2024

Relation der Vollkosten (ohne Energiepreissteigerung) und der CO2-Emissionen

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Zwischensumme	Energiekosten brutto	25.300 €/a	23.800 €/a
Gesamtsumme	Vollkosten brutto	61.400 €/a	61.800 €/a
Wirtschaftlichkeit in Relation zur Variante 1.1	Deckungsbeitrag an den Investitionskosten durch die Betriebskosteneinsparung		79%
	Amortisationszeit ohne Verzinsung der Kapitalkosten		19,7 a
	Amortisationszeit mit Verzinsung der Kapitalkosten		26,8 a
CO2-Emissionen	Ökostrom Netzeinspeisung (0 t pro 1.000 kWh)	0,0 t/a	0,0 t/a
	Ökostrom Netzbezug - Anteil Wärmeerzeugung (0 t pro 1.000 kWh)	0,0 t/a	0,0 t/a
	Ökostrom Netzbezug - Anteil Allgemeinstrom (0 t pro 1.000 kWh)	0,0 t/a	0,0 t/a
Gesamtsumme	CO2-Emissionen	0,0 t/a	0,0 t/a

Relation der Vollkosten (ohne Energiepreissteigerung)



Kapitalkosten brutto	30.000 €/a	31.900 €/a
Wartung+Instandhaltung brutto	6.100 €/a	6.100 €/a
Energiekosten brutto	25.300 €/a	23.800 €/a
Vollkosten brutto	61.400 €/a	61.800 €/a

Datum: 29.11.2024

Relation der Vollkosten (mittlere Energiepreissteigerung von 5 % pro Jahr)

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Titelsumme	Konstante Kapitalkosten gesamt brutto	30.000 €/a	31.900 €/a
Titelsumme	Kosten für Reparaturen, Wartung, Instandhaltung und Bedienen brutto	6.100 €/a	6.100 €/a
Zwischensumme	Grundkosten brutto	36.100 €/a	38.000 €/a

Datum: 29.11.2024

Relation der Vollkosten (mittlere Energiepreissteigerung von 5 % pro Jahr)

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Energiekosten Wärmepumpen-Strom	Verbrauch Strom durch die Wärmepumpen	32.800 kWh/a	24.700 kWh/a
	Summe Verbrauch Strom	32.800 kWh/a	24.700 kWh/a
	Spezifischer Bezugspreis Wärmepumpen-Strom - einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - Mittelwert bei Preissteigerung von 5 % pro Jahr	34,72 ct/kWh	34,72 ct/kWh
Titelsumme	Energiekosten Wärmepumpen-Strom brutto	11.400 €/a	8.600 €/a
Energiekosten Allgemeinstrom für die Wärmeerzeugung	Verbrauch Strom durch die Elektro-Heizstäbe	6.900 kWh/a	6.900 kWh/a
	Spezifischer Bezugspreis Allgemeinstrom - einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - Mittelwert bei Preissteigerung von 5 % pro Jahr	34,72 ct/kWh	34,72 ct/kWh
Titelsumme	Energiekosten Strom für die Wärmeerzeugung brutto	2.400 €/a	2.400 €/a
Stromerzeugung Photovoltaikanlagen - Selbstnutzung	Selbst genutzte Strommenge aus den Photovoltaikanlagen	26.600 kWh/a	25.600 kWh/a
	Spezifischer vermiedener Strompreis - Bezugspreis Allgemeinstrom einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - Mittelwert bei Preissteigerung von 5 % pro Jahr	-34,72 ct/kWh	-34,72 ct/kWh
Titelsumme	Vermiedene Stromkosten durch selbst genutzten Strom aus den Photovoltaikanlagen brutto	-9.200 €/a	-8.900 €/a

Datum: 29.11.2024

Relation der Vollkosten (mittlere Energiepreissteigerung von 5 % pro Jahr)

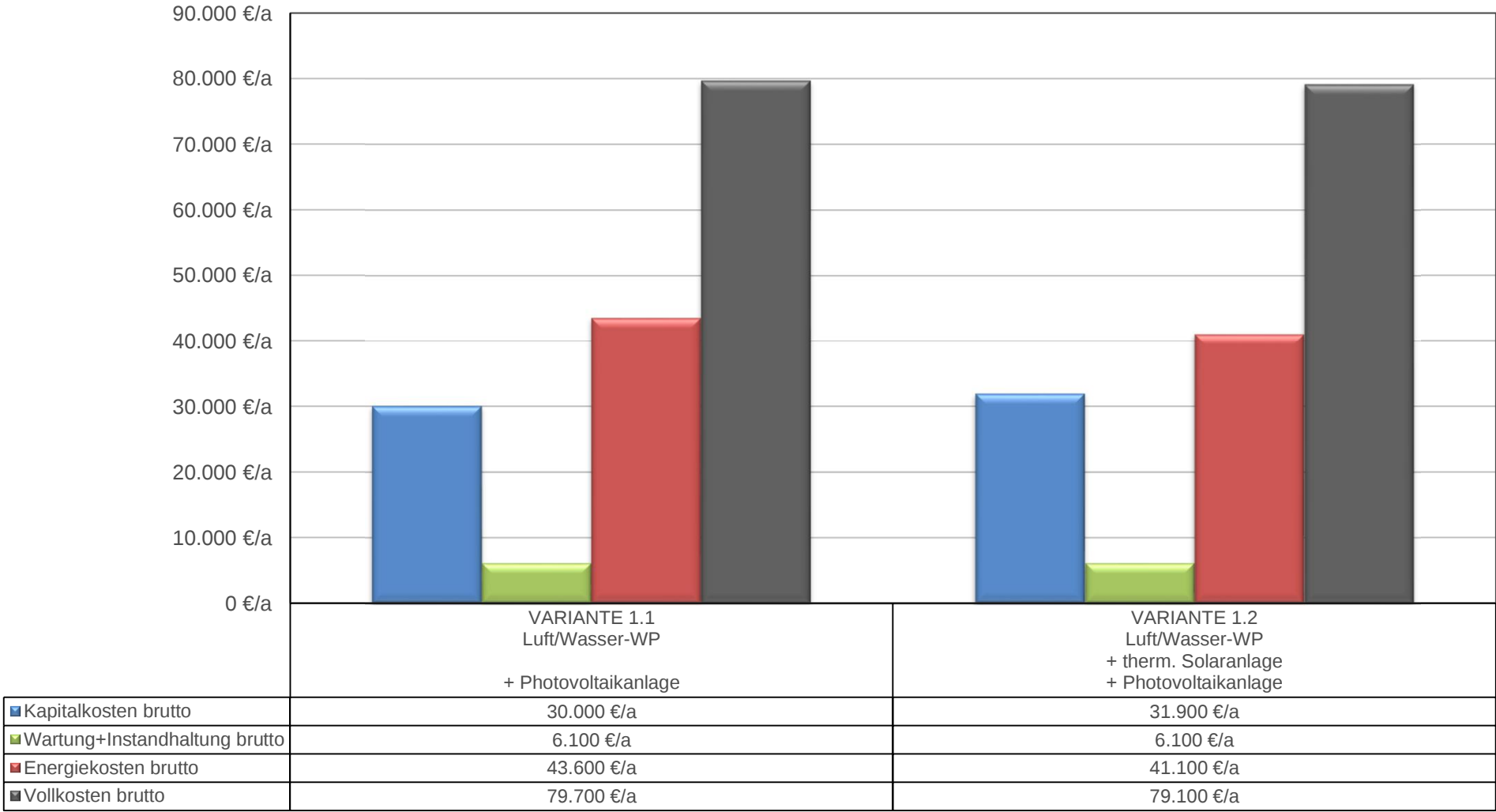
		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Stromerzeugung Photovoltaikanlagen - Netzeinspeisung	In das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge aus den Photovoltaikanlagen	7.800 kWh/a	8.800 kWh/a
	PV-Anlage 1 (100 kWp) EEG-Zuschlag bei Teileinspeiseanlagen mit bis zu 100 kW elektrischer Leistung: 8,2 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 10 kWp, 7,1 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 40 kWp, 5,8 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 100 kWp - 5,87 ct/kWh netto, bei Inbetriebnahme bis Juli 2028 PV-Anlage 1 (100 kWp) EEG-Zuschlag bei Teileinspeiseanlagen mit bis zu 100 kW elektrischer Leistung: 8,2 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 10 kWp, 7,1 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 40 kWp, 5,8 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 100 kWp - 5,87 ct/kWh netto, bei Inbetriebnahme bis Juli 2028	-6,99 ct/kWh	-6,99 ct/kWh
Titelsumme	Stromvergütung für den in das öffentliche Netz eingespeisten Strom aus den Photovoltaikanlagen brutto	-2.400 €/a	-2.400 €/a
Energiekosten Allgemeinstrom	Bezug Allgemeinstrom aus dem öffentlichen Netz - ohne Berücksichtigung der Wärme- und Stromerzeuger, da diese Anteile bereits in den vorherigen Titeln enthalten sind	119.100 kWh/a	119.100 kWh/a
	Spezifischer Bezugspreis Allgemeinstrom - einschließlich aller Steuern, Abgaben und Nebenkosten - Mittelwert bei Preissteigerung von 5 % pro Jahr	34,72 ct/kWh	34,72 ct/kWh
Titelsumme	Energiekosten Allgemeinstrom brutto	41.400 €/a	41.400 €/a
CO2-Bepreisung	Preis für die Ausgabe von CO2-Zertifikaten an Versorgungsunternehmen gemäß dem Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung - 65 € pro t CO2, Höchstpreis gültig ab dem Jahr 2026	65,00 €/t	65,00 €/t
Titelsumme	CO2-Bepreisung	0 €/a	0 €/a

Datum: 29.11.2024

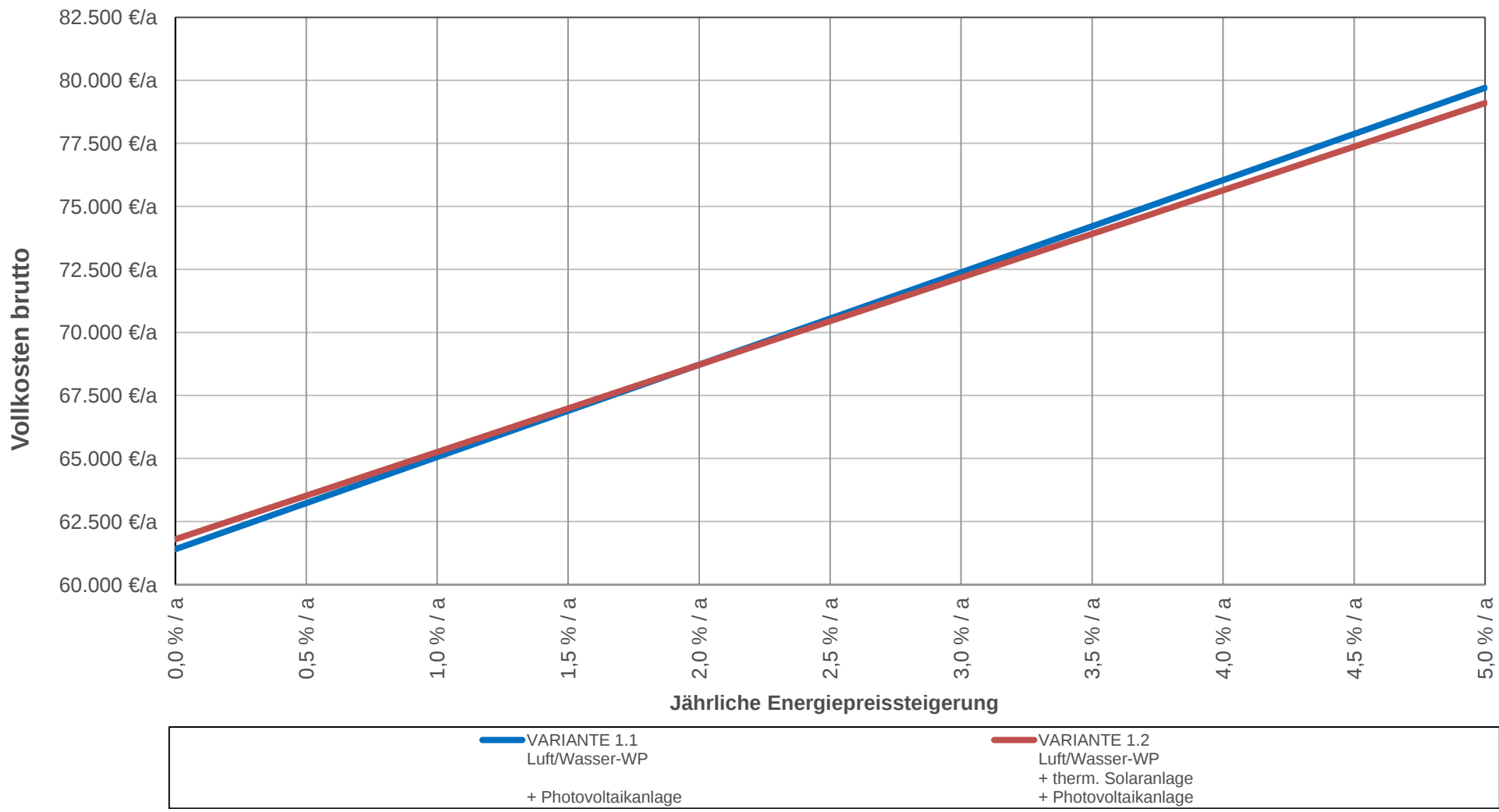
Relation der Vollkosten (mittlere Energiepreissteigerung von 5 % pro Jahr)

		VARIANTE 1.1 Luft/Wasser-WP + Photovoltaikanlage	VARIANTE 1.2 Luft/Wasser-WP + therm. Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	Position		
Zwischensumme	Energiekosten brutto	43.600 €/a	41.100 €/a
Gesamtsumme	Vollkosten brutto	79.700 €/a	79.100 €/a
Wirtschaftlichkeit in Relation zur Variante 1.1	Deckungsbeitrag an den Investitionskosten durch die Betriebskosteneinsparung		132%
	Amortisationszeit ohne Verzinsung der Kapitalkosten		11,8 a
	Amortisationszeit mit Verzinsung der Kapitalkosten		16,1 a

Relation der Vollkosten (mittlere Energiepreissteigerung von 5 % pro Jahr)

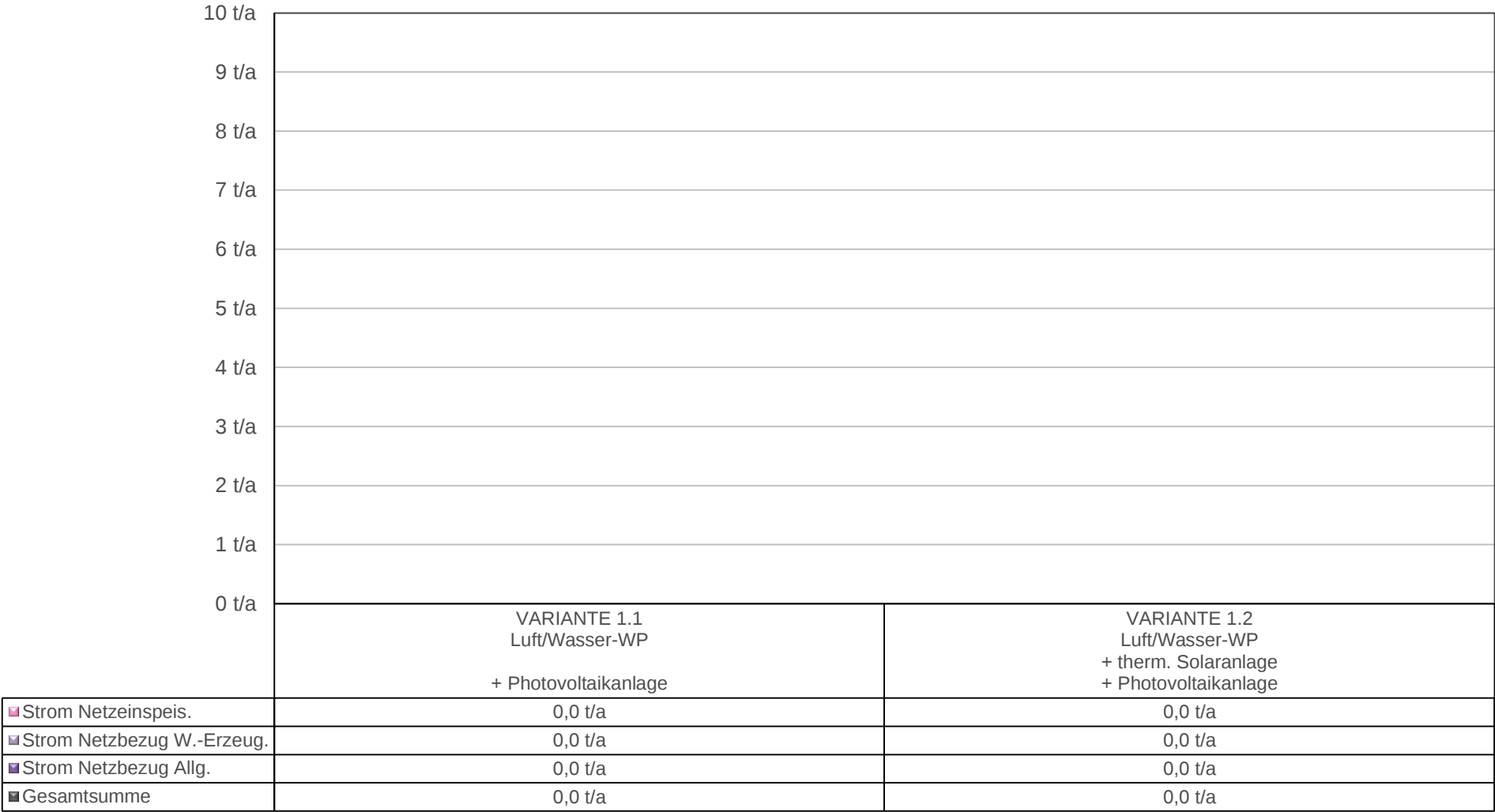


Relation der Vollkosten in Abhängigkeit der jährlichen Energiepreissteigerung



Datum: 29.11.2024

Relation der CO2-Emissionen - Bezug von Ökostrom



Datum: 29.11.2024

Wichtige Hinweise zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Zur wirtschaftlichen Beurteilung der untersuchten Varianten wurden die mittleren jährlichen Vollkosten ermittelt und als Relation gegenüber gestellt. Die Vollkosten ergeben sich aus der Summe der Kapitalkosten, der Kosten für Reparaturen, Wartung, Instandhaltung und Bedienen und der Energiekosten. Die jährlichen Kapitalkosten wurden als Rückzahlung eines Kredits mit Zinsen über die gesamte Nutzungsdauer der einzelnen Anlagen(-komponenten) bei vollständiger Tilgung der Investitionen berechnet. Die Variante mit den niedrigsten Vollkosten weist die beste Wirtschaftlichkeit auf.

Für die Energiepreissteigerung wurde ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gewählt, da dies der mittleren Nutzungsdauer der untersuchten Wärmeerzeuger entspricht. Nach 20 Jahren ist eine Entscheidung für eine andere Variante möglich und ggf. auch sinnvoll aufgrund einer unterschiedlichen Preisentwicklung einzelner Energieträger, geänderter politischer Rahmenbedingungen etc.

Für die Projektierung von technischen Anlagen sind umfassende und detaillierte Berechnungen zur Festlegung der relevanten Parameter und für die Auslegung erforderlich, die im Rahmen dieser Variantenbetrachtung noch nicht vollständig erbracht werden können (z.B. Heizlastberechnung). Daher können sich bei der weiteren Entwurfs- oder Ausführungsplanung noch kleinere – jedoch nicht grundsätzliche – Anpassungen an der ausgewählten Variante ergeben.

Die angegebenen Energiemengen sowie die entsprechenden maximalen Lasten wurden unter Standard-Randbedingungen ermittelt. Alle Energiebedarfe stellen theoretische Werte dar, welche von den tatsächlichen Verbräuchen im späteren Gebäudebetrieb abweichen können, da die Verbräuche stark durch das Außenklima, das Nutzerverhalten sowie eventuelle Nutzungsänderungen beeinflusst werden. Die Betriebskosten basieren auf den angegebenen Energiebedarfen und Energiepreisen.