

PV-Opti anwenden für Eigenverbrauchsoptimierung im GEAK-Tool

Herzlich willkommen

1

PV-Opti anwenden für Eigenverbrauchsoptimierung im GEAK-Tool

1. GEAK-Berechnung des anrechenbaren PV-Stroms
2. Projekt EFH mit PVA 20 kWp
3. Download PVopti
4. Ausfüllen PVopti
5. Resultate in GEAK übertragen
6. Vergleich der GEAK-Varianten

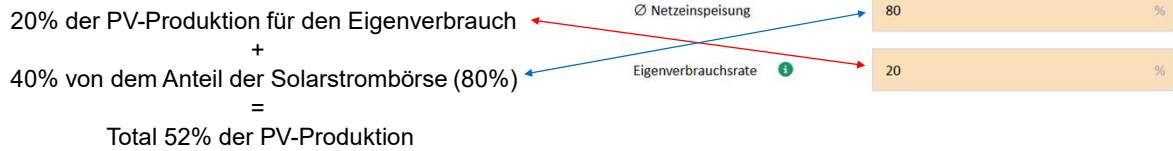
Thomas Koller

tectom
Energieberatung Gebäude

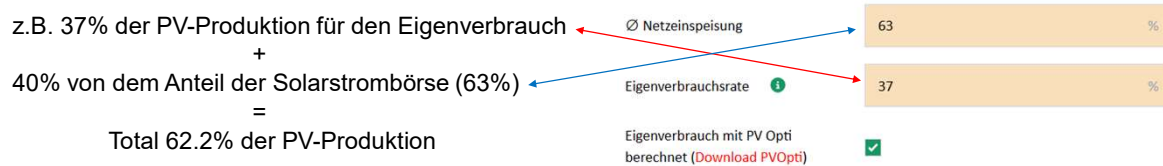
2

1. GEAK-Berechnung des anrechenbaren PV-Stroms

- bei Standardnutzungsbedingungen (ohne weiteren Nachweis):



- bei Standardnutzungsbedingungen (mit PVOpti Nachweis):



3

2. Projekt EFH mit PVA 20 kWp

- EFH mit EBF 351m², Gebäudehülle komplett saniert & aufgestockt.
- Wärmepumpe Luft/Wasser 10 kW
- PV-Anlage auf Flachdach, ost-west 10°, 20 kWp Leistung
- (Optional) Batterie mit 16 kWh
- Strompreise:
HT - 39.83 Rp./kWh
NT - 28.81 Rp./kWh
ET - 24.20 Rp./kWh



GEAK - Varianten

Kürzel	Bezeichnung	Beschreibung	Fläche [m ²]
Variante A.1	PVA 20 (ohne PVopti)	Gebäudehülle: - Estrichboden dämmen - Fassaden dämmen - Kellerwände und Decken dämmen - Böden UG neuer Dämm Aufbau - Fenster UG ersetzen - Neues Zimmer 18 m ² - Aufstockung mit Flachdach Haustechnik: - Wärmepumpe Luft/Wasser 10 kW - PV-Anlage 20.6 kWp	351
Variante A.2	PVA 20 (mit PVopti)	Gebäudehülle: - Estrichboden dämmen - Fassaden dämmen - Kellerwände und Decken dämmen - Böden UG neuer Dämm Aufbau - Fenster UG ersetzen - Neues Zimmer 18 m ² - Aufstockung mit Flachdach Haustechnik: - Wärmepumpe Luft/Wasser 10 kW - PV-Anlage 20.6 kWp	351
Variante B	PVA 20 & Bat. (mit PVopti)	Gebäudehülle: - Estrichboden dämmen - Fassaden dämmen - Kellerwände und Decken dämmen - Böden UG neuer Dämm Aufbau - Fenster UG ersetzen - Neues Zimmer 18 m ² - Aufstockung mit Flachdach Haustechnik: - Wärmepumpe Luft/Wasser 10 kW - PV-Anlage 20.6 kWp - Batteriespeicher PVA 16.0 kWh	351

4

3. Download PVOpti

Eigenverbrauch mit PV Opti
berechnet (Download PVOpti)

Link



MINERGIE®

Minergie 2022

Grundlagen 2022	+
Nachweise 2022	-
<ul style="list-style-type: none"> ↓ Nachweisformular Minergie-Gebäudestandards, Version 2022.4 (XLSX) ↓ Systemerneuerung Nachweisformular, Version 2020.1 (XLSX) ↓ PVOpti, Tool Berechnung Eigenstromerzeugung, Version 2020.1 (XLSB) 	



5

4. Ausfüllen PVOpti

Eingabefeld Eingabefeld (fakultativ) Auswahlfeld Übertrag Minergie-Nachweis

PVopti		MINERGIE®		EnDK <small>Konferenz Kantonaler Energiedirektoren Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie Confederazione direttori cantonali dell'energia Confederaziun dals directurs chantunals d'energia</small>	 <small>Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra</small>	Bundesamt für Energie BFE <small>Office fédéral de l'énergie OFEN Ufficio federale dell'energia UFE Uffiz federal d'energia UFE</small>
Projektname:	PVA Flachdach ost-west 10°	Parz.-Nr.:	535	MOP-Nr.:		
Gebäudeadresse:	Bohlstr. 16, 8355 Aadorf					
Klimastation:	① Güttingen	Gebäudestandort:	② 548	m.ü.M.		
Zone		1	2	3	4	
Gebäudekategorie	③ EFH					
Energiebezugsfläche EBF [m2]	④ 351					
Energiebedarf [kWh/m2]	Eingabe	Rechenwert				
Warmwasser	6	6.0				
Klimakälte						
Lüftung						
Geräte		12.5				
Beleuchtung		5.5				
Allgemeine Gebäudetechnik		4.5				
Lastmanagement (ohne Wärmeerzeugung)	Nicht vorhanden					

6

4. Ausfüllen PVOpti

Wärmeerzeugung

Wärmeerzeugung		Heizung		Warmwasser	
		Eingabe	Rechenwert	Eingabe	Rechenwert
Wärmeerzeugung A					
Wärmepumpe Aussenluft ⑤		Deckungsgrad [%]	100	100	100
		⑥ Nutzungsgrad / JAZ	3.5	3.5	2.8
		Betriebszeiten	Tags+Nachts	Tagsüber	
Wärmeerzeugung B					
Wärmeerzeugung C					
Heizwärmebedarf Q_{h,eff}		Jährlicher Bedarf [kWh/(m ² *a)]			38.8 ⑦
Für	Minergie- nachweise sind Monats- werte einzugeben				

- ⑥ Rechenwerte oder aus WPEsti Berechnung
- ⑦ Heizwärmebedarf aus GEAK Variante

	Ist-Zustand	Variante A.1	Variante A.2	Variante B	
Heizwärmebedarf ④ , effektiv	Q _{h,eff}	227.1	38.8	38.8	38.8 kWh/(m ² a)

7

Solarstrom PV GIS tool

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

The screenshot shows the PVGIS 5.2 Beta-Version interface. On the left is a map of Stockholm, Sweden. On the right is a configuration panel with the following details:

- Cursor:** 47.663, 8.982
- Gewählt:** Höhe ü. d. M. 408 (m); PVGIS ver. 5.2
- Geländeschatten verwenden:** Berechneter Horizont (checked), Horizontdatei hochladen (unchecked)
- LEISTUNGSVERMÖGEN VON NETZGEKOPPELTER PV:**
 - Datenbank für Solareinstrahlung: PVGIS-SARAHZ
 - PV Technologie: Kristallines Silizium
 - Installierte maximale PV-Leistung [kWp]: 2.96
 - Systemverlust [%]: 14
 - Montagemöglichkeiten mit fester Ausrichtung: Freistehend
 - Neigung [°]: 35; Azimut [°]: 21
 - PV-Strompreis: 9390
 - Kosten für PV-Anlage (Ihre Währung): 1.2
 - Zinsen [%/Jahr]: 30
 - Lebensdauer [Jahre]: 30

1. Deutsch

3. Leistung

4. Neigung

5. Ausrichtung

6. Kosten

7. Zins

8. Lebensdauer

2. Adresse

8

Solarstrom PV GIS Ergebnis PDF

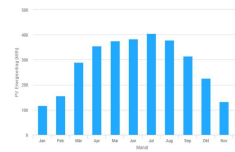
Die Ergebnisse können auch für die Berechnung bei einem Minergie Gebäude herangezogen werden.

Das PV Nachweistool **PVopti** benötigt die Monatlichen Erträge.

PVGIS-5 Schätzung der Solarstromerzeugung:

Gemachte Eingaben:	Ergebnisse der Simulation	Horizontlinie am gewählten Standort:
Breite/Länge: 47.662,8.963	Neigungswinkel: 35°	
Horizont: Berechnet	Azimet-Winkel: 211°	
Verw. Datenbank: PVGIS-SARAH	PV Energieerzeugung pro Jahr: 3235.8 kWh	
PV Technologie: Kristallines Silizium	Einstrahlung/Jahr auf Modulebene: 1388.96 kWh/m²	
Installierte PV: 2.96 kWp	Jährliche Schwankungen: 170.29 kWh	
Systemverlust: 14 %	Veränderung der Ergebnisse aufgrund von:	
	Erfoltswinkel: -2.89 %	
	Spektraleffekte: 1.4 %	
	Temp + niedrige Bestrahlungsst: -7.06 %	
	Gesamtverlust: -21.3 %	
	PV Stromkosten [pro kWh]: 0.174 pro kWh	

Energieertrag pro Monat von PV-Anlage mit fester Neigung:



Einstrahlung pro Monat auf Modulebene mit fester Neigung:



PV-Energie pro Monat und Solareinstrahlung

Monat	E_m	H(i)_m	SD_m
Januar	117.6	47.1	24.8
Februar	155.6	62.9	30.5
März	290.2	119.6	65.9
April	355.0	151.5	73.2
Mai	375.2	162.4	51.4
Juni	383.0	169.5	40.4
Juli	405.5	181.9	44.3
August	379.2	168.3	44.0
September	314.8	135.8	28.4
Oktober	226.1	94.6	28.3
November	132.0	54.1	27.0
Dezember	101.5	41.1	30.5

E_m: Durchschnittliche Stromerzeugung pro Monat für die gewählte Anlage [kWh]
H(i)_m: Durchschnittssumme pro Monat der globalen Einstrahlung auf die Module des gewählten Systems [kWh/m²]
SD_m: Standardabweichung der Stromerzeugung pro Monat aufgrund jährlicher Schwankungen [kWh]

9

4. Ausfüllen PV-Opti

Übertragung der Monatswerte aus dem PVGIS

Photovoltaik Anlage Nr. 1													
Neigung (*, Hor=0°)											10	Monatlicher Ertrag [kWh/mt]	
Ausrichtung (*, S=0°, O= - 90°)											-90	Installierte Leistung [kWp]	10.3
Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		
266.1	440	796	1067	1213.6	1313.2	1330.2	1134.6	865.7	550.7	301.8	225.1		
Photovoltaik Anlage Nr. 2													
Neigung (*, Hor=0°)											10	Monatlicher Ertrag [kWh/mt]	
Ausrichtung (*, S=0°, O= - 90°)											90	Installierte Leistung [kWp]	10.3
Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		
266.2	440.5	801.1	1067.4	1209.7	1310.1	1331.2	1139.4	877.4	564.3	303.7	220.4		

Leistungsvermögen von netzgekoppelter PV

PVGIS-5 Schätzung der Solarstromerzeugung:

Gemachte Eingaben:	Ergebnisse der Simulation	Horizontl
Breite/Länge: 47.488,8.908	Neigungswinkel: 10°	
Horizont: Berechnet	Azimet-Winkel: 90°	
Verw. Datenbank: PVGIS-SARAH3	PV Energieerzeugung pro Jahr: 959.38 kWh	
PV Technologie: Kristallines Silizium	Einstrahlung/Jahr auf Modulebene: 1219.77 kWh/m²	
Installierte PV: 10.3 kWp	Jährliche Schwankungen: 441.09 kWh	
Systemverlust: 14 %	Veränderung der Ergebnisse aufgrund von:	
	Erfoltswinkel: -4.15 %	
	Spektraleffekte: 1.43 %	
	Temp + niedrige Bestrahlungsst: -9.26 %	
	Gesamtverlust: -24.13 %	

PV-Energie pro Monat und Solareinstrahlung

Monat	E_m	H(i)_m	SD_m
Januar	266.2	33.7	38.3
Februar	440.5	53.9	67.9
März	801.1	97.5	114.4
April	1067.4	133.4	168.8
Mai	1209.7	153.6	147.1
Juni	1310.1	171.1	162.8
Juli	1331.2	176.1	138.5
August	1139.4	149.5	106.4
September	877.4	112.0	86.6
Oktober	564.3	71.3	57.2
November	303.7	38.7	37.3
Dezember	220.4	28.8	42.7

E_m: Durchschnittliche Stromerzeugung pro Monat
H(i)_m: Durchschnittssumme pro Monat der globalen Einstrahlung auf die Module des gewählten Systems [kWh/m²]
SD_m: Standardabweichung der Stromerzeugung

10

4. Ausfüllen PV-Opti

Weitere Verbraucher

Elektrischer Speicher		Vorhanden							
		Nutzbare Kapazität (kWh)							
		11 16							
Prozesskälte		Jährlicher Bedarf [kWh/(m ² *a)]							
		12							
		Jährl. Wirkungsgrad / Arbeitszahl							
Elektromobilität		Vorhanden							
		Summe		EFH					
Anzahl Ladestationen [-]		1		1					
Gesamtbedarf [kWh/a]		1'674		13 1'674					

11 Batterie 16.0 kWh

12 Aktive Kühlung (Werte von Kältetechniker verlangen)

13 Auto-Ladestationen. Anzahl eintragen. (Bauherr Fragen, wieviel km pro Jahr mit dem Auto gefahren wird)

11

4. Ausfüllen PV-Opti

Batterie dimensionieren

Welches ist die optimale Speicherkapazität für mein Gebäude?

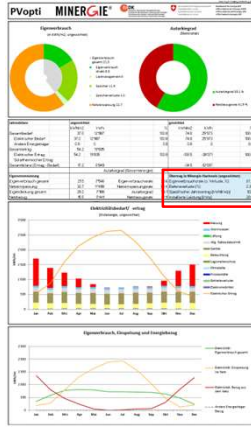
- **Wirtschaftliches Optimum: Oft „kein Speicher“**

- **Falls trotzdem ein Speicher gebaut wird:**

Faustregel 1 über Produktion	Faustregel 2 über Bedarf
1-2 Stunden Nennleistung der PVA	½ Tagesverbrauch eines Gebäudes
Oder 1/1'000 der Jahresproduktion	Oder 1/1'000 des Jahresbedarfs

12

5. Resultate in GEAK übertragen



Übertrag in Minergie-Nachweis (ungewichtet)	
Eigenverbrauchsrate (o. Verluste, %)	37.3
Batterieverluste (%)	2.34
Spezifischer Jahresertrag [kWh/kWp]	924
Installierte Leistung [kWp]	20.6

GEAK – Massnahmen - Elektrizität - Elektrizitätsproduktion

EP-10	PVA Flachdach ost 10°_10.3 kWp + Batterie_ (PVOpti)	9'504	63	37	24.2	30'750	1
Kürzel	EP-10	Stromproduktion (Jahresertrag)	9504	kWh	fx		
Typ	PV	Ø Netzeinspeisung	63	%			
Wärmeerzeuger		Eigenverbrauchsrate	37	%			
Bezeichnung	PVA Flachdach ost 10°_10.3 kWp + Batterie	Eigenverbrauch mit PV Opti berechnet (Download PVOpti)	<input checked="" type="checkbox"/>				

13

6. Variante A.1 PVA 20 kWp (ohne PVopti)

20% der PV-Produktion für den Eigenverbrauch
 +
 40% von dem Anteil der Solarstrombörse (80%)
 =
 Total **52%** der PV-Produktion

Kürzel	Bezeichnung	Ertrag [kWh]	Börse [%]	Eigenverbr. [%]	Börsenpreis [Rp./kWh]	Total [CHF]	Anz [—]
EP-1	Solarstromanlage Flachdach ost 10°_10.3 kWp	9'504	80	20	24.2	25'750	1
Kürzel	EP-1	Stromproduktion (Jahresertrag)	9504	kWh	fx		
Typ	PV	Ø Netzeinspeisung	80	%			
Wärmeerzeuger		Eigenverbrauchsrate	20	%			
EP-2	Solarstromanlage Flachdach west 10°_10.3 kWp	9'531	80	20	24.2	25'750	1
Kürzel	EP-2	Stromproduktion (Jahresertrag)	9531	kWh	fx		
Typ	PV	Ø Netzeinspeisung	80	%			
Wärmeerzeuger		Eigenverbrauchsrate	20	%			
Bezeichnung	Solarstromanlage Flachdach west 10°_10.3	Eigenverbrauch mit PV Opti berechnet (Download PVOpti)	<input type="checkbox"/>				

14

6. Variante A.2 PVA 20 kWp (mit PVOpti)

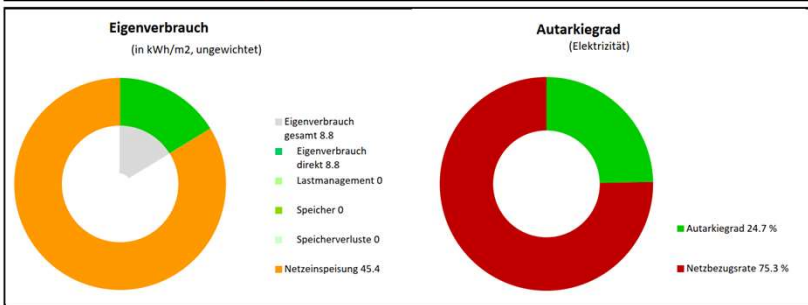
16% der PV-Produktion für den Eigenverbrauch
 +
 40% von dem Anteil der Solarstrombörse (84%)
 =
 Total **49.6%** der PV-Produktion

Übertrag in Minergie-Nachweis (ungewichtet)	
Eigenverbrauchsrate (o. Verluste, %)	16.3
Batterieverluste (%)	0
Spezifischer Jahresertrag [kWh/kWp]	924
Installierte Leistung [kWp]	20.6

EP-1	Solarstromanlage Flachdach ost 10°_10.3 kWp_ (PVOpti)	9'504	84	16	24.2	25'750	1
Kürzel	EP-1	Stromproduktion (Jahresertrag)		9504	kWh	fx	
Typ	PV	Ø Netzeinspeisung		84	%		
Wärmeerzeuger		Eigenverbrauchsrate		16	%		
Bezeichnung	Solarstromanlage Flachdach ost 10°_10.3 k	Eigenverbrauch mit PV Opti berechnet (Download PVOpti)		<input checked="" type="checkbox"/>			
EP-2	Solarstromanlage Flachdach west 10°_10.3 kWp_ (PVOpti)	9'531	84	16	24.2	25'750	1
Kürzel	EP-2	Stromproduktion (Jahresertrag)		9531	kWh	fx	
Typ	PV	Ø Netzeinspeisung		84	%		
Wärmeerzeuger		Eigenverbrauchsrate		16	%		
Bezeichnung	Solarstromanlage Flachdach west 10°_10.3	Eigenverbrauch mit PV Opti berechnet (Download PVOpti)		<input checked="" type="checkbox"/>			

15

6. Variante A.2 PVA 20 kWp (mit PVOpti)



Jahresbilanz	ungewichtet			gewichtet		
	kWh/m2	kWh	%	kWh/m2	kWh	%
Gesamtbedarf	35.7	12'541	100.0	71.5	25'081	100.0
Elektrischer Bedarf	35.7	12'541	100.0	71.5	25'081	100.0
Andere Energieträger	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
Gesamtertrag	54.2	19'035				
Elektrischer Ertrag	54.2	19'035	100.0	-108.5	-38'071	100.0
Solarthermischer Ertrag						
Gesamtbilanz (Ertrag - Bedarf)	18.5	6'495		-37.0	-12'989	
	Autarkiegrad (Gesamtenergie)			24.7		
Eigenstromnutzung	8.8	3'104		Übertrag in Minergie-Nachweis (ungewichtet)		
Eigenverbrauch gesamt	8.8	3'104	Eigenverbrauchsrate	16.3	Eigenverbrauchsrate (o. Verluste, %)	16.3
Netzeinspeisung	45.4	15'932	Netzeinspeisungsrate	83.7	Batterieverluste (%)	0
Eigendeckung gesamt	8.8	3'104	Autarkiegrad	24.7	Spezifischer Jahresertrag [kWh/kWp]	924
Netzbezug	26.9	9'437	Netzbezugsrate	75.3	Installierte Leistung [kWp]	20.6

16

6. Variante B PVA 20 kWp & Batterie 16 kWh (mit PVopti)

37% der PV-Produktion für den Eigenverbrauch
 +
 40% von dem Anteil der Solarstrombörse (63%)
 =
Total 62.2% der PV-Produktion

Übertrag in Minergie-Nachweis (ungewichtet)	
Eigenverbrauchsrate (o. Verluste, %)	37.3
Batterieverluste (%)	2.34
Spezifischer Jahresertrag [kWh/kWp]	924
Installierte Leistung [kWp]	20.6

EP-10	PVA Flachdach ost 10°_10.3 kWp + Batterie_ (PVOpti)	9'504	63	37	24.2	30'750	1
Kürzel	EP-10	Stromproduktion (Jahresertrag)		9504	kWh	fx	
Typ	PV	Ø Netzeinspeisung		63	%		
Wärmeerzeuger		Eigenverbrauchsrate		37	%		
Bezeichnung	PVA Flachdach ost 10°_10.3 kWp + Batterie	Eigenverbrauch mit PV Opti berechnet (Download PVOpti)		<input checked="" type="checkbox"/>			
EP-20	PVA Flachdach west 10°_10.3 kWp (PVOpti)	9'531	63	37	24.2	30'750	1
Kürzel	EP-20	Stromproduktion (Jahresertrag)		9531	kWh	fx	
Typ	PV	Ø Netzeinspeisung		63	%		
Wärmeerzeuger		Eigenverbrauchsrate		37	%		
Bezeichnung	PVA Flachdach west 10°_10.3 kWp (PVOpti)	Eigenverbrauch mit PV Opti berechnet (Download PVOpti)		<input checked="" type="checkbox"/>			

17

6. Variante B PVA 20 kWp & Batterie 16 kWh (mit PVopti)

Eigenverbrauch
(in kWh/m2, ungewichtet)

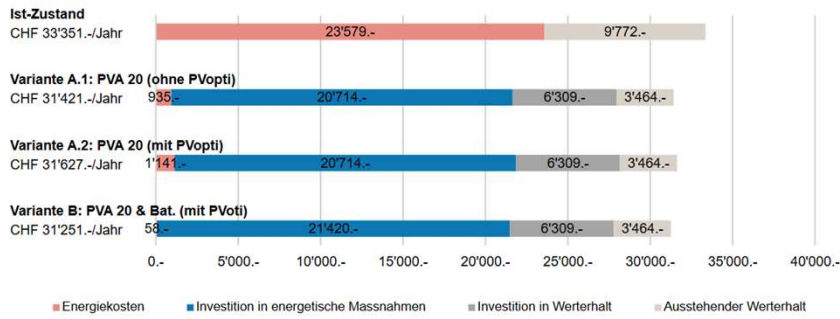
Autarkiegrad
(Elektrizität)

Jahresbilanz	ungewichtet		%	gewichtet		%
	kWh/m2	kWh		kWh/m2	kWh	
Gesamtbedarf	37.0	12'987	100.0	74.0	25'973	100.0
Elektrischer Bedarf	37.0	12'987	100.0	74.0	25'973	100.0
Andere Energieträger	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0
Gesamtertrag	54.2	19'035				
Elektrischer Ertrag	54.2	19'035	100.0	-108.5	-38'071	100.0
Solarthermischer Ertrag						
Gesamtbilanz (Ertrag - Bedarf)	17.2	6'049		-34.5	-12'097	
	Autarkiegrad (Gesamtenergie)		58.1			
Eigenstromnutzung				Übertrag in Minergie-Nachweis (ungewichtet)		
Eigenverbrauch gesamt	21.5	7'546	Eigenverbrauchsrate	39.6	Eigenverbrauchsrate (o. Verluste, %)	37.3
Netzeinspeisung	32.7	11'490	Netzeinspeisungsrate	60.4	Batterieverluste (%)	2.34
Eigendeckung gesamt	20.2	7'100	Autarkiegrad	58.1	Spezifischer Jahresertrag [kWh/kWp]	924
Netzbezug	15.5	5'441	Netzbezugsrate	41.9	Installierte Leistung [kWp]	20.6

18

6. Varianten Vergleich

Standard Nutzung

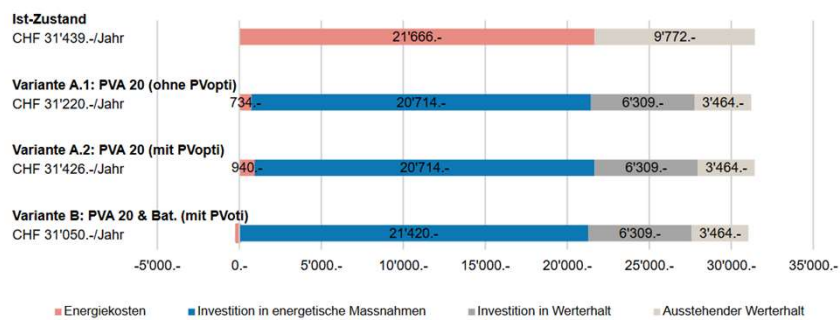


	Werterhalt	Variante A.1	Variante A.2	Variante B
Ertrag Eigenstromproduktion	0 CHF	-9'011 CHF	-8'805 CHF	-9'888 CHF
Energiekosten ohne Eigenstrom	23'579 CHF	9'946 CHF	9'946 CHF	9'946 CHF
Energiekosten	23'579 CHF	935 CHF	1'141 CHF	58 CHF
Investition in energetische Massnahmen	0 CHF	20'714 CHF	20'714 CHF	21'420 CHF
Investition in Werterhalt	0 CHF	6'309 CHF	6'309 CHF	6'309 CHF
Ausstehender Werterhalt	9'772 CHF	3'464 CHF	3'464 CHF	3'464 CHF
Total pro Jahr	33'351 CHF	31'421 CHF	31'627 CHF	31'251 CHF

19

6. Varianten Vergleich

Aktuelle Nutzung



	Werterhalt	Variante A.1	Variante A.2	Variante B
Ertrag Eigenstromproduktion	0 CHF	-9'011 CHF	-8'805 CHF	-9'888 CHF
Energiekosten ohne Eigenstrom	21'666 CHF	9'745 CHF	9'745 CHF	9'745 CHF
Energiekosten	21'666 CHF	734 CHF	940 CHF	-142 CHF
Investition in energetische Massnahmen	0 CHF	20'714 CHF	20'714 CHF	21'420 CHF
Investition in Werterhalt	0 CHF	6'309 CHF	6'309 CHF	6'309 CHF
Ausstehender Werterhalt	9'772 CHF	3'464 CHF	3'464 CHF	3'464 CHF
Total pro Jahr	31'439 CHF	31'220 CHF	31'426 CHF	31'050 CHF

20

6. Varianten Vergleich

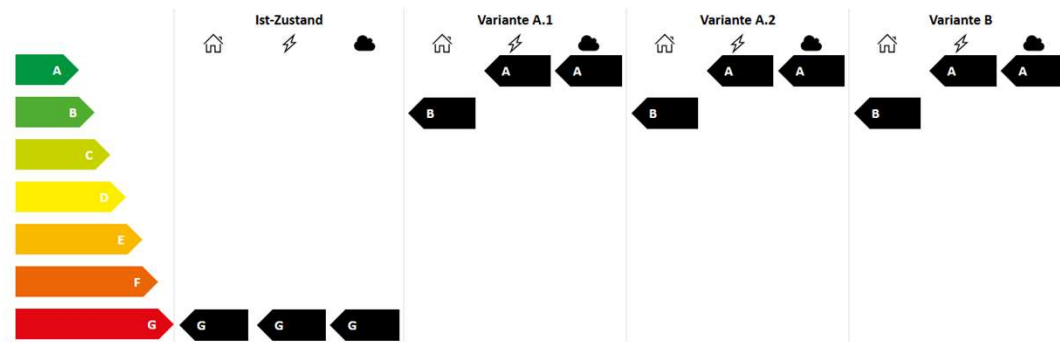
Standard Nutzung ▾

	Ist-Zustand	%	Variante A.1	%	Variante A.2	%	Variante B	%	
Energiebezugsfläche	178		351		351		351		m ²
Effizienz Gebäudehülle (Qh,eff)	227.1	408.2	38.8	85.5	38.8	85.5	38.8	85.5	kWh/(m ² a)
Grenzwert Effizienz Gebäudehülle (Qh,li SIA 380/1:2016)	55.6	100.0	45.4	100.0	45.4	100.0	45.4	100.0	kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie	360.0	315.0	27.0	25.8	29.0	27.7	16.0	15.3	kWh/(m ² a)
Grenzwert Effizienz Gesamtenergie (SIA MB 2031/GEAK)	114.3	100.0	104.7	100.0	104.7	100.0	104.7	100.0	kWh/(m ² a)
Total Förderbeiträge	0		30'968		30'968		30'968		CHF

21

6. Varianten Vergleich

Bewertung ▾



22