



**VE plan GmbH**

INGENIEURBÜRO FÜR ELEKTROTECHNIK

# Untersuchung zur Optimierung der PV-Anlagen und Speicheroptimierung der Landkreisliegenschaften

- 17.04.2024 -

## Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Grundlagen	Seite 3
2. Schyren Gymnasium Umbau	Seite 5
3. Schyren Gymnasium Erweiterung	Seite 10
4. Berufsschule Pfaffenhofen	Seite 13
5. Hallertau Gymnasium - mit Speicher	Seite 18
6. Hallertau Gymnasium – ohne Speicher	Seite 25
7. Georg Hipp Realschule	Seite 30
8. Aussenstelle Pettenkofer Str.	Seite 36

## Allgemeine Grundlagen – Optimierung PV-Anlagen

### Anlagen im Bestand mit verschiedenen Betriebsarten:

- Volleinspeisungsanlagen (vor 2012)
- Eigenverbrauchsanlagen

### Aktuelle Strombezugskosten

- Sondertarif Ökostrom Landkreis Pfaffenhofen (54,24 cent/kWh)

### Aufgabenstellung zur Untersuchung / Optimierung

- Betrachtung Bestandsanlagen -> Änderung Volleinspeisung in Eigenverbrauch
- Wo können Anlagen erweitert werden ?
- Rentabilität eines Speichersystems

## Allgemeine Grundlagen – Optimierung PV-Anlagen

### Erläuterung der Arbeitsweise:

- Ermittlung der realen Lastprofile (Ertragsprofil und Verbrauchsprofil)
- Erstellung eines 3D Gebäudemodells mit Umgebungsdaten
- Grobkostenermittlung für ELT Bauleistungen
  - Bestandsumbauen der Zähleranlagen und häufig eine damit verbundene Verteilersanierung
  - Ggf. Anlagenerweiterungen
- Vergütungs-/Einsparungsberechnungen mit den derzeit gültigen Werten (Strombezug und EEG)

## Schyren Gymnasium – Niederscheyerer Str. 4



## Schyren Gymnasium – Niederscheyerer Str. 4

### Anlagedaten Bestand:

Sporthalle I: 29 kWp Volleinspeisung

Sporthalle II: 33,5 kWp Volleinspeisung

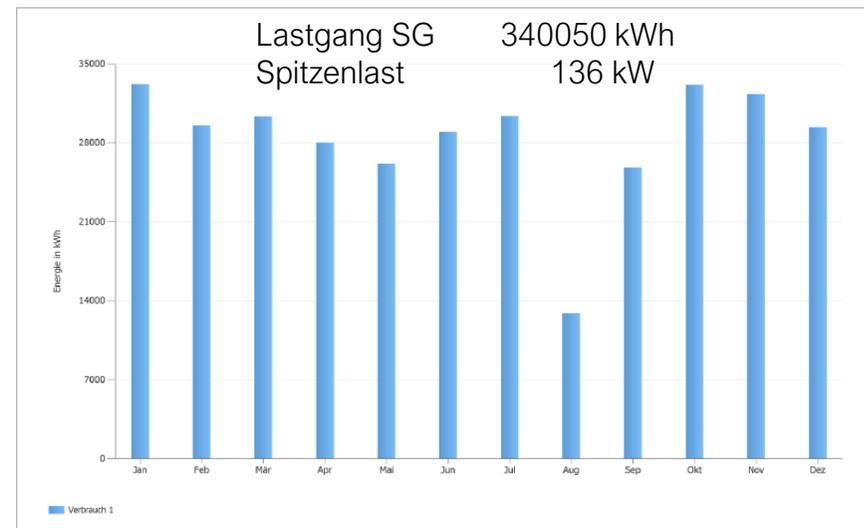
Hauptgeb.: 92,34 kWp Überschusseinspeisung

### Umbau Sporthalle zum Eigenverbrauch:

Abmeldung Volleinspeisung und  
Zusammenlegung der Anlagen

Neu: 152,19 kWp Überschusseinspeisung

Durch Umbau höhere Nutzung PV-Energie für  
Eigenbedarf. Reduzierung der Bezugskosten,  
aber gute Tarife für Volleinspeiser sind verloren.  
Die Überschusseinspeisung muss Direkt-  
vermarktet werden und wird niedriger vergütet.  
Dies wird gegenübergestellt.



# Wirtschaftlichkeit: Einspeisevergütungen Schyren Gymnasium Sporthalle I + II

## Einspeisevergütungen für Bestand 2023

Schyren Gymnasium		Niederscheyer Str. 4		Einspeisung			Eigenverbrauch	Vergütung
Schyren Sporthalle I	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugsersparnis	
Volleinspeiser 29,031 kW	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	35119	0	35119		-13.745,58 €	-16.357,24 €	0,00 €	-16.357,24 €
0-30 kW	35119	0	35119	-39,14	-13.745,58 €	-16.357,24 €		
					0,00 €	0,00 €		
					0,00 €	0,00 €		
Direkter Eigenverbrauch					0,00 €	0,00 €	0,00	

Schyren Sporthalle II		Niederscheyer Str. 4		Einspeisung			Eigenverbrauch	Vergütung
Volleinspeiser 33,498 kW	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugsersparnis	
	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	27724	0	27724		-10.795,88 €	-12.847,10 €	0,00 €	-12.847,10 €
0-30 kW	24829	0	24829	-39,14	-9.718,07 €	-11.564,50 €		
30 - 100 kW	2895	0	2895	-37,23	-1.077,81 €	-1.282,59 €		
	0	0	0	0	0,00 €	0,00 €		
Direkter Eigenverbrauch	0	0	0	0	0,00 €	0,00 €	0,00	

## Eigenverbrauch und Einspeisevergütungen Schyren Gymnasium

Schulgebäude (90 kWp)		Schulgebäude Bestand		Einspeisung			Eigenverbrauch	
90	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugersparnis	
Überschusseinspeiser	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	75423	68228	7195		-467,68 €	-556,53 €	-37.006,18 €	-37.562,72 €
0-10 kW	799	0	799	-8,2	-65,55 €	-78,01 €		
10-40 kW	2398	0	2398	-7,1	-170,28 €	-202,64 €		
40kW - 100 kW	3997	0	3997	-5,8	-231,84 €	-275,89 €		
Direkter Eigenverbrauch	68228	68228	0	0	0,00 €	0,00 €	-37006,18	
Batterie			0	0	0,00 €	0,00 €	0,00	

Bezugspreis 0,54239 €/kWh Ökostrom Landkreis Paffenhofen 2023/24

Umbau: Schulgebäude und Sporthalle I + II

Zusammenlegung (kWp)				Einspeisung			Eigenverbrauch	Gesamtersparnis PV
152,19	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugersparnis	
Überschusseinspeiser	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	135017	120710	14307		-1.430,70 €	-1.702,53 €	-65.471,90 €	-67.174,43 €
0-10 kW	940	0	940	-10	-94,01 €	-111,87 €		
10-40 kW	3760	0	3760	-10	-376,03 €	-447,48 €		
40kW - 1MW	9607	0	9607	-10	-960,66 €	-1.143,19 €		
Direkter Eigenverbrauch	101947	101947		0	0,00 €	0,00 €	-65471,90	
Batterie	18763	18763						

Vergütung und Ersparnis Bestand:

16.357,24  
 + 12.847,10  
 + 37.562,72  
 -----  
 66.767,05 €/Jahr

Gesamtersparnis Zusammenlegung:

67.174,43 €/Jahr

# Fazit: Schyren Gymnasium Bestandsanlagen Sporthalle

Durch die derzeitigen Einspeisevergütungen der Bestandsanlagen und dem Lastprofil des Schyren Gymnasiums, würde eine Zusammenlegung der Bestandsanlagen trotz des hohen Strombezugspreises kaum eine Einsparung ergeben. (Investitionskosten noch nicht mitgerechnet!)

Ein zukünftig sinkender Bezugspreis für den Strom würde für die Beibehaltung der jetzigen Anlagen zumindest für die nächsten fünf Jahre sprechen.

Der Vergütungstarif für die Volleinspeiser läuft bis Juni 2030. Bis dahin ist deren Betrieb als Volleinspeiser am wirtschaftlichsten. Danach sollte die Situation mit den dann geltenden Preisen und Vergütungen erneut bewertet werden.

## Simulationsergebnisse

### Ergebnisse Gesamtanlage

PV-Anlage	
PV-Generatorleistung	152,19 kWp
Spez. Jahresertrag	885,97 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	82,27 %
Ertragsminderung durch Abschattung	4,7 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	
Direkter Eigenverbrauch	101.947 kWh/Jahr
Batterieladung	18.763 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	14.297 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	89,4 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	80.250 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Direkter Eigenverbrauch  
■ Batterieladung  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

Verbraucher	
Verbraucher	340.050 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	186 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	
gedeckt durch PV	101.947 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	17.843 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	220.436 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	35,2 %

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV  
■ gedeckt durch Batterie netto  
■ gedeckt durch Netz

Batteriesystem	
Ladung am Anfang	162 kWh
Batterieladung (Gesamt)	18.763 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	18.763 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	17.843 kWh/Jahr
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	992 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	90 kWh/Jahr
Zyklusbelastung	3,6 %
Lebensdauer	>20 Jahre

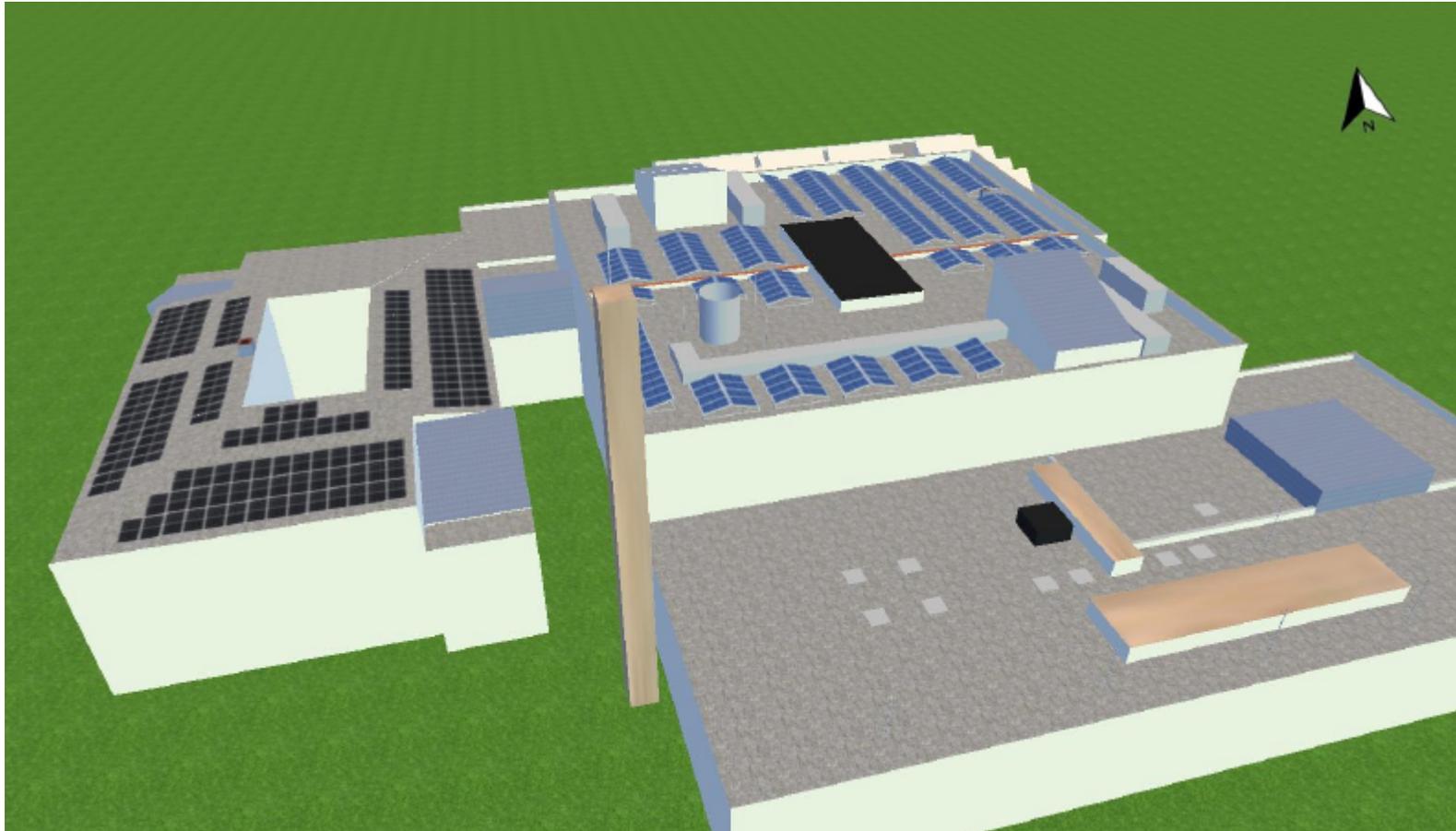
Batterieladung (Gesamt)



■ Batterieladung (PV-Anlage)  
■ Batterieladung (Netz)

Autarkiegrad	
Gesamtverbrauch	340.236 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	220.436 kWh/Jahr
Autarkiegrad	35,2 %

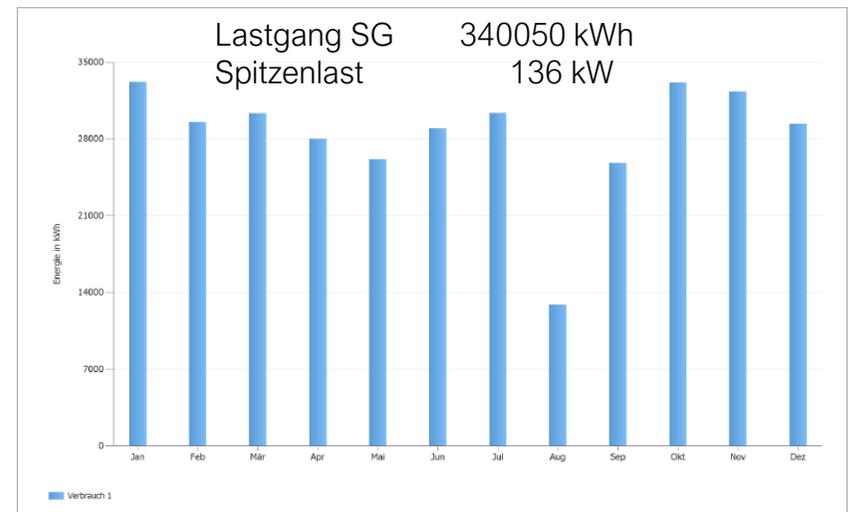
## Schyren Gymnasium – Erweiterung PV-Anlage für Eigenbedarf



## Schyren Gymnasium – Erweiterung PV Eigenbedarf

Die Volleinspeiser auf der Sporthalle sind in ihrem aktuellen Tarifmodell am wirtschaftlichsten.

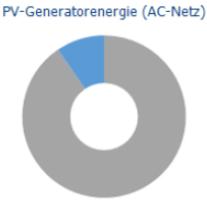
Dennoch ist zusätzliche PV-Leistung zur Deckung des Eigenbedarfs sinnvoll. Zur Vergrößerung der PV-Generatorfläche könnte das Dach des Holzbaus genutzt werden, um den Autarkiegrad des Gymnasiums zu erhöhen.



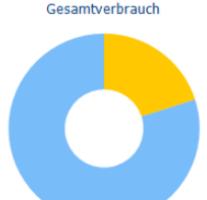
# Schyren Gymnasium – Erweiterung PV Eigenbedarf

## Schulgebäude Bestand

PV-Anlage		PV-Generatorenergie (AC-Netz)
PV-Generatorleistung	90,03 kWp	
Spez. Jahresertrag	836,40 kWh/kWp	
Anlagennutzungsgrad (PR)	81,88 %	
Ertragsminderung durch Abschattung	8,1 %	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)		75.423 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	68.228 kWh/Jahr	
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr	
Netzeinspeisung	7.194 kWh/Jahr	
Eigenverbrauchsanteil		90,4 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen		45.178 kg/Jahr



Verbraucher		Gesamtverbrauch
Verbraucher	340.050 kWh/Jahr	
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	126 kWh/Jahr	
Gesamtverbrauch		340.176 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	68.228 kWh/Jahr	
gedeckt durch Netz	271.947 kWh/Jahr	
Solarer Deckungsanteil		20,1 %



Autarkiegrad		
Gesamtverbrauch	340.176 kWh/Jahr	
gedeckt durch Netz	271.947 kWh/Jahr	
Autarkiegrad		20,1 %

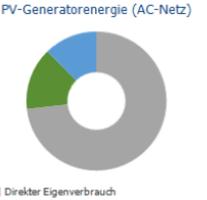
Erweiterung der PV für Eigenverbrauch von 90 kWp auf 168 kWp und Optimierung mit 160 kWh Speicher.

Autarkiegrad steigt von 20% auf 39%.

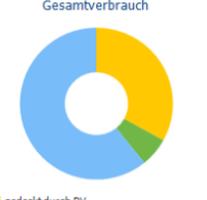
Amortisationsdauer Speichersystem von ca. 16 Jahren

## Schulgebäude Bestand + Holzbau

PV-Anlage		PV-Generatorenergie (AC-Netz)
PV-Generatorleistung	168,03 kWp	
Spez. Jahresertrag	912,85 kWh/kWp	
Anlagennutzungsgrad (PR)	86,67 %	
Ertragsminderung durch Abschattung	6,1 %	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)		153.514 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	112.358 kWh/Jahr	
Batterieladung	22.232 kWh/Jahr	
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr	
Netzeinspeisung	18.919 kWh/Jahr	
Eigenverbrauchsanteil		87,7 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen		91.268 kg/Jahr



Verbraucher		Gesamtverbrauch
Verbraucher	340.050 kWh/Jahr	
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	132 kWh/Jahr	
Gesamtverbrauch		340.182 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	112.358 kWh/Jahr	
gedeckt durch Batterie netto	21.126 kWh/Jahr	
gedeckt durch Netz	206.693 kWh/Jahr	
Solarer Deckungsanteil		39,2 %



Batteriesystem		Batterieladung (Gesamt)
Ladung am Anfang	162 kWh	
Batterieladung (Gesamt)		22.232 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	22.232 kWh/Jahr	
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr	
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	21.126 kWh/Jahr	
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr	
Verluste durch Laden/Entladen	1.174 kWh/Jahr	
Verluste in Batterie	94 kWh/Jahr	
Zyklusbelastung	4,2 %	
Lebensdauer	>20 Jahre	



Autarkiegrad		
Gesamtverbrauch	340.182 kWh/Jahr	
gedeckt durch Netz	206.693 kWh/Jahr	
Autarkiegrad		39,2 %

## Berufsschule Pfaffenhofen – Schleiferberg 12



## Berufsschule Pfaffenhofen – Schleiferberg 12

### Anlagedaten Bestand:

BS I: 42,84 kWp Überschusseinspeisung

BS II: 37,8 kWp Volleinspeisung

### Umbau zum Eigenverbrauch:

Abmeldung Volleinspeisung und  
Zusammenlegung der Anlagen

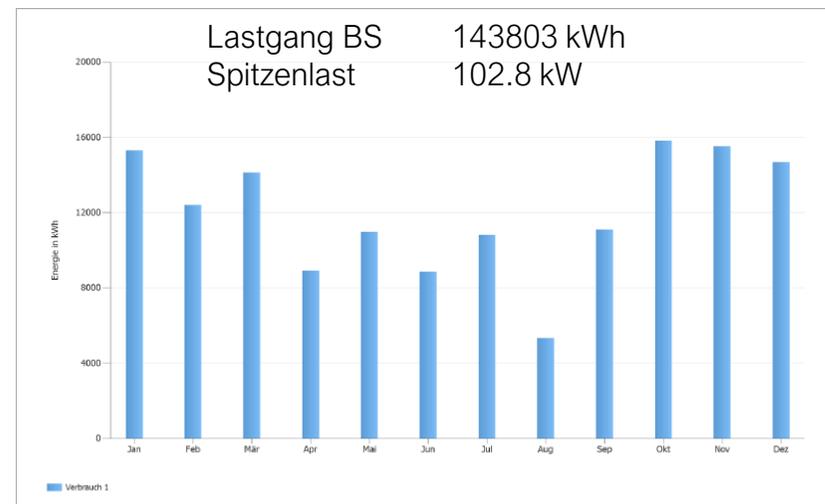
BS neu: 80,64 kWp Überschusseinspeisung

Überschuss wird anteilig vergütet.  
Vergütung für BS I bleibt bei Zubau bestehen.  
BS II wird nach aktuellem EEG-Tarif vergütet.

### Nötige Investitionen:

Umbau der Zähleranlage: 40.000 €

Batteriespeicher: 75.000 €



## Wirtschaftlichkeit: Eigenverbrauch und Einspeisevergütungen BS

Vergütung und Ersparnis Bestand: **36.576 €/Jahr**

BS I Bestand 42,84 kWp	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung				Eigenverbrauch	Gesamtersparnis PV
			Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugersparnis	
Überschusseinspeiser	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	34079	28355	5724			-961,55 €	-15.379,47 €	-16.341,02 €
0-10 kW	1336	0	1336	-14,8	-197,73 €	-235,30 €		
10-40 kW	4008	0	4008	-14,04	-562,72 €	-669,64 €		
40kW - 1MW	380	0	380	-12,52	-47,58 €	-56,62 €		
Direkter Eigenverbrauch	28355	28355	0	0	0,00 €	0,00 €	-15379,47	

BS II Bestand 37,8 kWp	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung				Eigenverbrauch	Gesamtersparnis PV
			Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugersparnis	
Volleinspeiser	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	39938	0	39938			-20.235,08 €	0,00 €	-20.235,08 €
0-30 kW	31697	0	31697	-43,01	-13.632,88 €	-16.223,13 €		
30 - 100 kW	8241	0	8241	-40,91	-3.371,39 €	-4.011,96 €		
	0	0	0	0	0,00 €	0,00 €		
Direkter Eigenverbrauch	0	0	0	0	0,00 €	0,00 €	0,00	

## Wirtschaftlichkeit: Eigenverbrauch und Einspeisevergütungen BS

Vergütung und Ersparnis nach Umbau (ohne Invest): **35.136 €/Jahr**

BS I Umbau 42,84 kWp	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung				Eigenverbrauch	Gesamtersparnis PV
			Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugersparnis	
Überschusseinspeiser	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	34079	28355	5724			-961,55 €	-15.379,47 €	-16.341,02 €
0-10 kW	1336	0	1336	-14,8	-197,73 €	-235,30 €		
10-40 kW	4008	0	4008	-14,04	-562,72 €	-669,64 €		
40kW - 1MW	380	0	380	-12,52	-47,58 €	-56,62 €		
Direkter Eigenverbrauch	28355	28355	0	0	0,00 €	0,00 €	-15379,47	

Simulation	Gesamterzeugung	Selbstverbrauch	Einspeisung				Eigenverbrauch	Gesamtersparnis PV
			Einspeisung	Vergütung	Netto	Brutto	Bezugersparnis	
Überschusseinspeiser	kWh/Jahr	kWh/Jahr	kWh/Jahr	Cent/kWh	€	€	€/Jahr	
Gesamt	39977	33708	5896			-512,19 €	-18.282,88 €	-18.795,07 €
0-10 kW	1474	0	1474	-8,11	-119,54 €	-142,25 €		
10-40 kW	4422	0	4422	-7,03	-310,87 €	-369,93 €		
40kW - 100 kW	0	0	0	-5,74	0,00 €	0,00 €		
Direkter Eigenverbrauch	22755	22755	0	0	0,00 €	0,00 €	-12342,08	
Batterie	11326	10953	0	0	0,00 €	0,00 €	-5940,80	

## Fazit: Berufsschule

Durch die derzeitigen Einspeisevergütungen der Bestandsanlagen und dem gemessenen Lastprofil der Berufsschule, würde eine Zusammenlegung der beiden Anlagen trotz des hohen Strombezugspreises keine Einsparung ergeben. (Investitionskosten noch nicht mitgerechnet!)

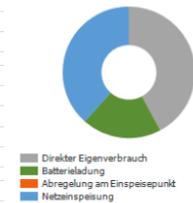
Ein zukünftig sinkender Bezugspreis für den Strom würde für die Beibehaltung der jetzigen Anlagen zumindest für die nächsten fünf Jahre sprechen.

Der Vergütungstarif für den Volleinspeiser läuft bis Ende 2029. Dann sollte die Situation mit den dann geltenden Preisen und Vergütungen erneut bewertet werden.

### Ergebnisse Gesamtanlage

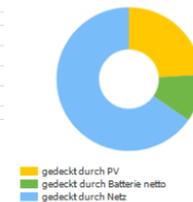
PV-Anlage	
PV-Generatorleistung	80,64 kWp
Spez. Jahresertrag	1.014,28 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	85,77 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,2 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	
Direkter Eigenverbrauch	34.512 kWh/Jahr
Batterieladung	15.907 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	31.452 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	61,5 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	38.173 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



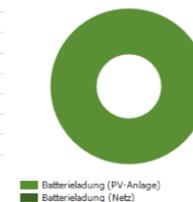
Verbraucher	
Verbraucher	143.803 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	80 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	
gedeckt durch PV	34.512 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	15.408 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	93.962 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	34,7 %

Gesamtverbrauch



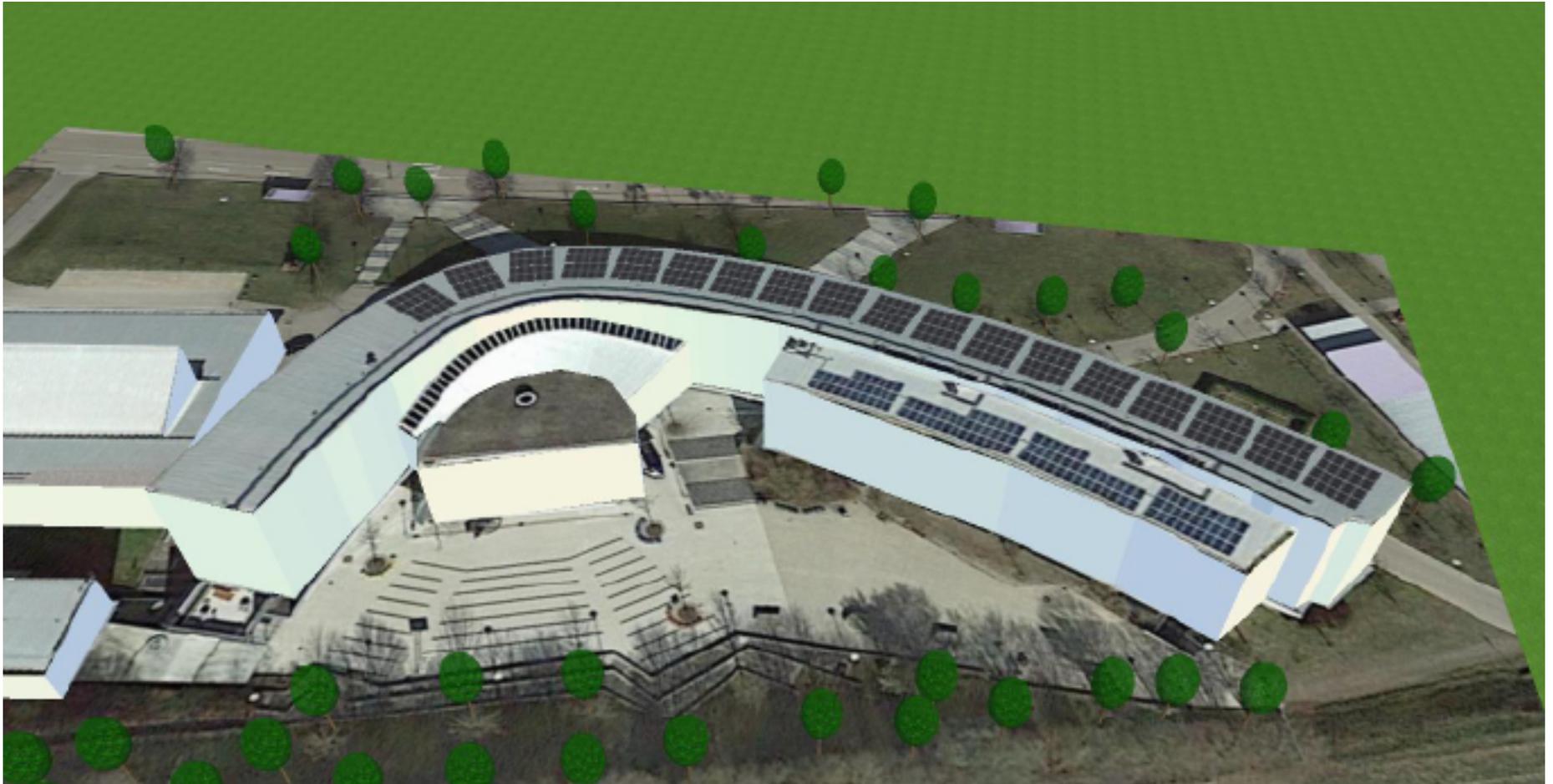
Batteriesystem	
Ladung am Anfang	73 kWh
Batterieladung (Gesamt)	15.907 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	15.907 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	15.408 kWh/Jahr
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	548 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	23 kWh/Jahr
Zyklusbelastung	6,8 %
Lebensdauer	15 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



Autarkiegrad	
Gesamtverbrauch	143.883 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	93.962 kWh/Jahr
Autarkiegrad	34,7 %

## Hallertau Gymnasium Wolnzach – PV und Speicher Optimierung



## Hallertau Gymnasium Wolnzach

### Anlagedaten Bestand:

29,25 kWp Überschusseinspeisung  
Eigenverbrauch bei > 99%  
Solarer Deckungsanteil ~ 20%

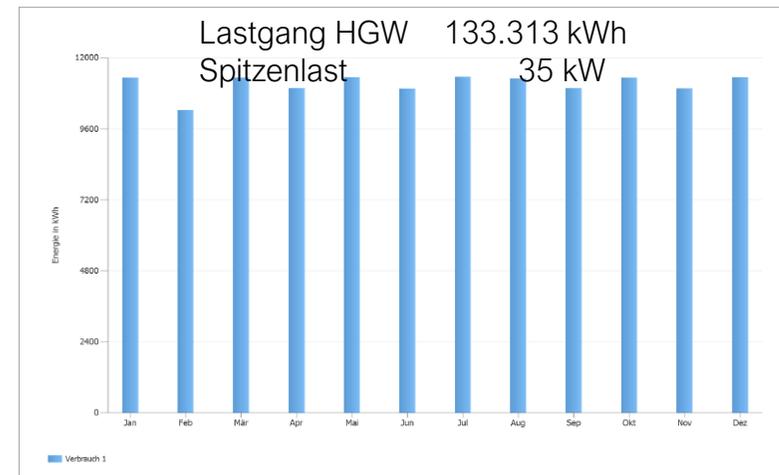
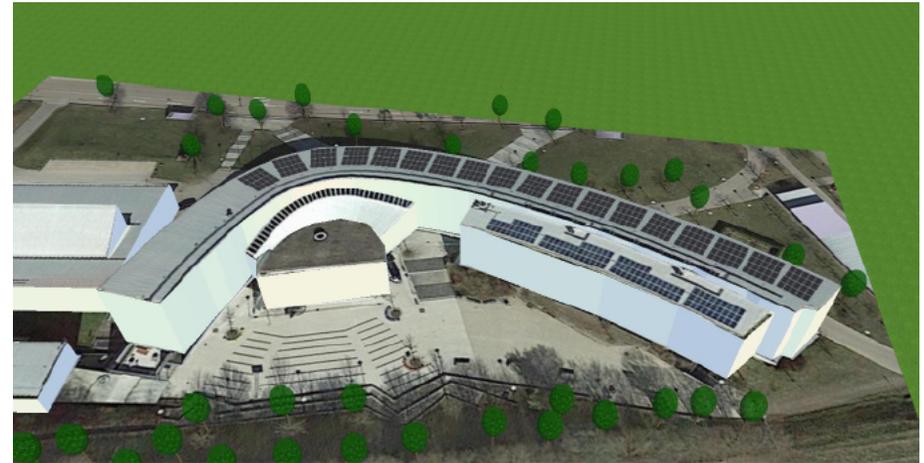
### Neue PV-Anlage auf Hauptdach:

Generatorleistung: 162 kWp  
Speicher: 224 kWh

Eigenverbrauch der solaren Energie bei 59%  
Solarer Deckungsanteil erhöht sich auf 74%

Technische Klärung „gebogenes Falzdach“ vs.  
Haltesystem

Überschusseinspeisung über Direktvermarkter



# Hallertau Gymnasium Wolnzach

## PV-Anlage

PV-Generatorleistung	162,00 kWp
Spez. Jahresertrag	1.047,41 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	94,09 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,0 %

PV-Generatorenergie (AC-Netz)	169.806 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	53.133 kWh/Jahr
Batterieladung	47.800 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	68.874 kWh/Jahr

Eigenverbrauchsanteil 59,4 %

Vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen 78.738 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Direkter Eigenverbrauch  
 ■ Batterieladung  
 ■ Abregelung am Einspeisepunkt  
 ■ Netzeinspeisung

## Verbraucher

Verbraucher	133.313 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	126 kWh/Jahr

Gesamtverbrauch	133.439 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	53.133 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	45.874 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	34.433 kWh/Jahr

Solarer Deckungsanteil 74,2 %

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV  
 ■ gedeckt durch Batterie netto  
 ■ gedeckt durch Netz

# Hallertau Gymnasium Wolnzach

## Batteriesystem

Ladung am Anfang	227 kWh
Batterieladung (Gesamt)	47.800 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	47.800 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	45.874 kWh/Jahr
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	2.226 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	-73 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	4,9 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



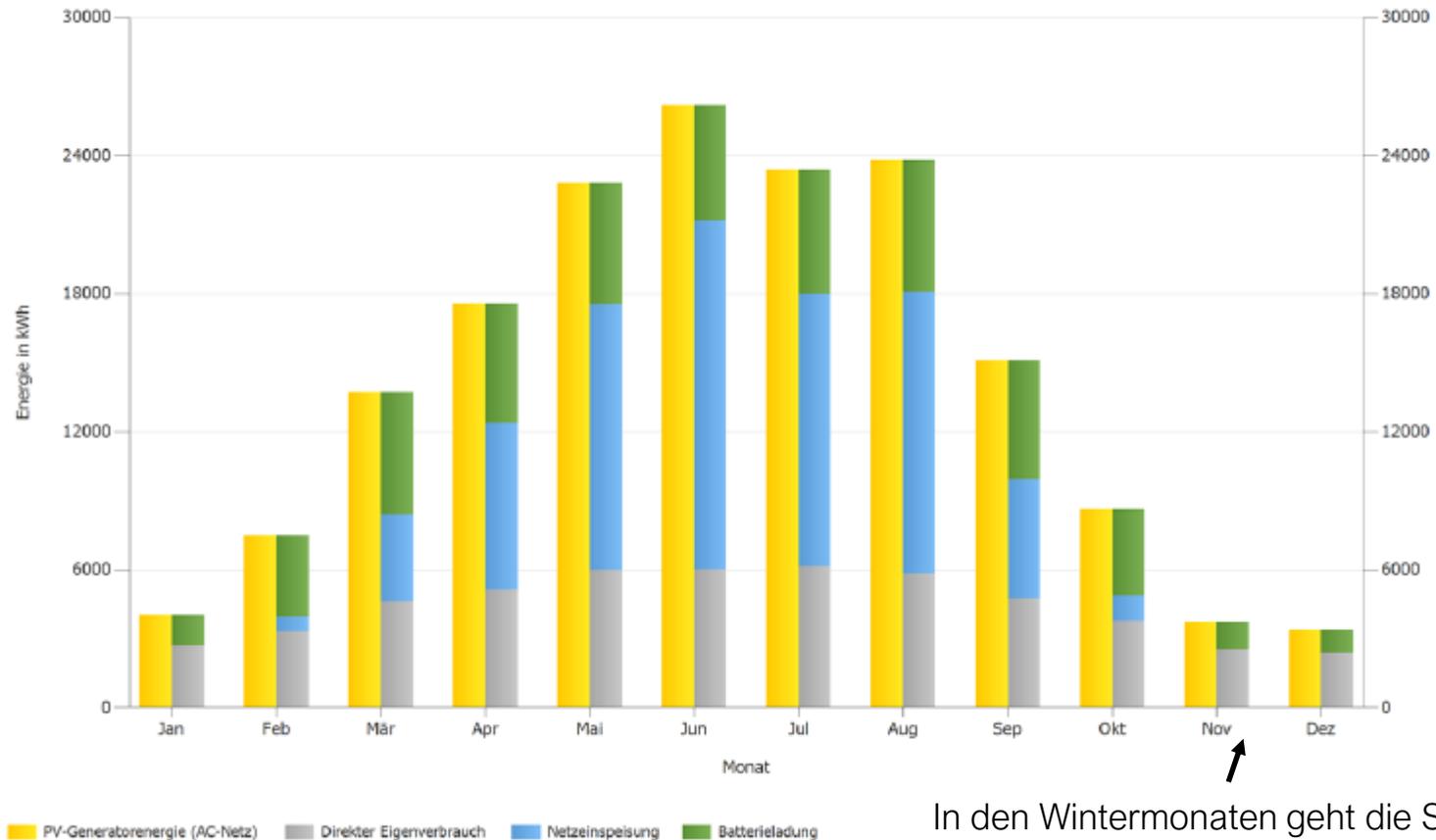
■ Batterieladung (PV-Anlage)  
■ Batterieladung (Netz)

## Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	133.439 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	34.433 kWh/Jahr
Autarkiegrad	74,2 %

# Hallertau Gymnasium Wolnzach

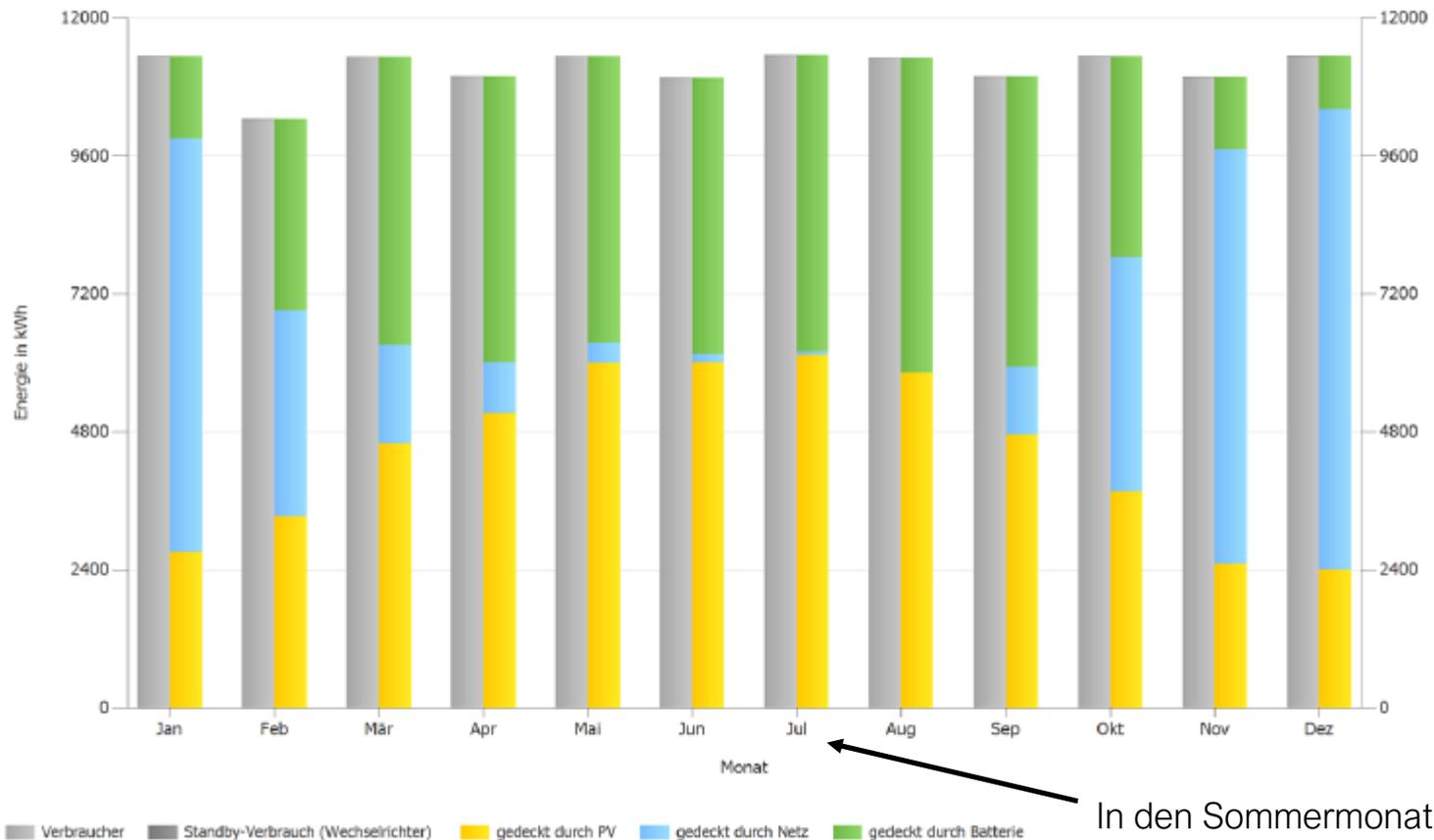
Nutzung der PV-Energie



In den Wintermonaten geht die Sonnenenergie komplett in den Eigenverbrauch

# Hallertau Gymnasium Wolnzach

Deckung des Verbrauchs



In den Sommermonaten ist das HGW nahezu autark

# Hallertau Gymnasium Wolnzach

## Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	68.874 kWh/Jahr	68.874 kWh/Jahr	68.874 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	162 kWp	162 kWp	162 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	07.03.2024	07.03.2024	07.03.2024
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre
Kapitalzins	2,3 %	2,3 %	2,3 %

## Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	7,19 %	3,94 %	1,33 %
Kumulierter Cashflow	343.490,07 €	111.174,10 €	-51.980,58 €
Amortisationsdauer	12,3 Jahre	17,1 Jahre	Mehr als 20 Jahre
Stromgestehungskosten	0,2339 €/kWh	0,2339 €/kWh	0,2339 €/kWh

## Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1.750,00 €/kWp	1.750,00 €/kWp	1.750,00 €/kWp
Investitionskosten	283.500,00 €	283.500,00 €	283.500,00 €
<b>Einmalzahlungen</b>	<b>330.300,00 €</b>	<b>330.300,00 €</b>	<b>330.300,00 €</b>
Gerätekosten Direktvermarkter	4.000,00 €	4.000,00 €	4.000,00 €
Invest Batteriespeicher	224.000,00 €	224.000,00 €	224.000,00 €
Baunebenkostenansatz	102.300,00 €	102.300,00 €	102.300,00 €
Förderungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Jährliche Kosten	2.500,00 €/Jahr	2.500,00 €/Jahr	2.500,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr

## Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	6.887,39 €/Jahr	6.887,39 €/Jahr	6.887,39 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	53.631,73 €/Jahr	39.552,15 €/Jahr	29.664,11 €/Jahr

## Ökostrom Landkreis PAF 23/24 (Example)

Arbeitspreis	0,5424 €/kWh	0,4 €/kWh	0,3 €/kWh
Vergütung aus direktvermarktetem Strom			
Preis für direktvermarkteten Strom	0,10 €/kWh	0,10 €/kWh	0,10 €/kWh
Vergütung aus direktvermarktetem Strom	6.887,39 €/Jahr	6.887,39 €/Jahr	6.887,39 €/Jahr

## Hallertau Gymnasium Wolnzach – 135 kWp OHNE Speicher

### Anlagedaten Bestand:

29,25 kWp Überschusseinspeisung  
Eigenverbrauch bei > 99%  
Solarer Deckungsanteil ~ 20%

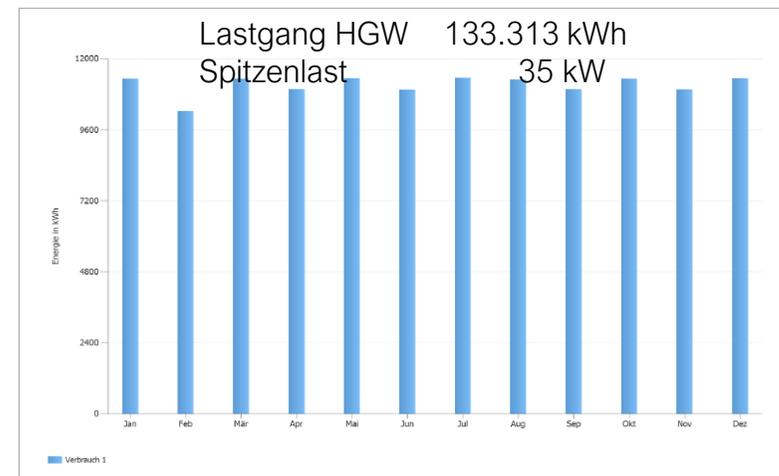
### Neue PV-Anlage auf Hauptdach:

Generatorleistung: 105,30 kWp  
Speicher: ohne

Solarer Deckungsanteil mit 36,2 % nur halb so hoch wie bei der großen Variante mit Speicherlösung.

Technische Klärung „gebogenes Falzdach“ vs. Haltesystem

Noch Überschusseinspeisung nach EEG



# Hallertau Gymnasium Wolnzach – 135 kWp OHNE Speicher

## PV-Anlage

PV-Generatorleistung	105,30 kWp
Spez. Jahresertrag	1.047,53 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	94,10 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,0 %
<b>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</b>	<b>110.389 kWh/Jahr</b>
Eigenverbrauch	48.341 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	62.047 kWh/Jahr
<b>Eigenverbrauchsanteil</b>	<b>43,7 %</b>
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	51.843 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Eigenverbrauch  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

## Verbraucher

Verbraucher	133.313 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	84 kWh/Jahr
<b>Gesamtverbrauch</b>	<b>133.397 kWh/Jahr</b>
gedeckt durch PV	48.341 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	85.056 kWh/Jahr
<b>Solarer Deckungsanteil</b>	<b>36,2 %</b>

Gesamtverbrauch



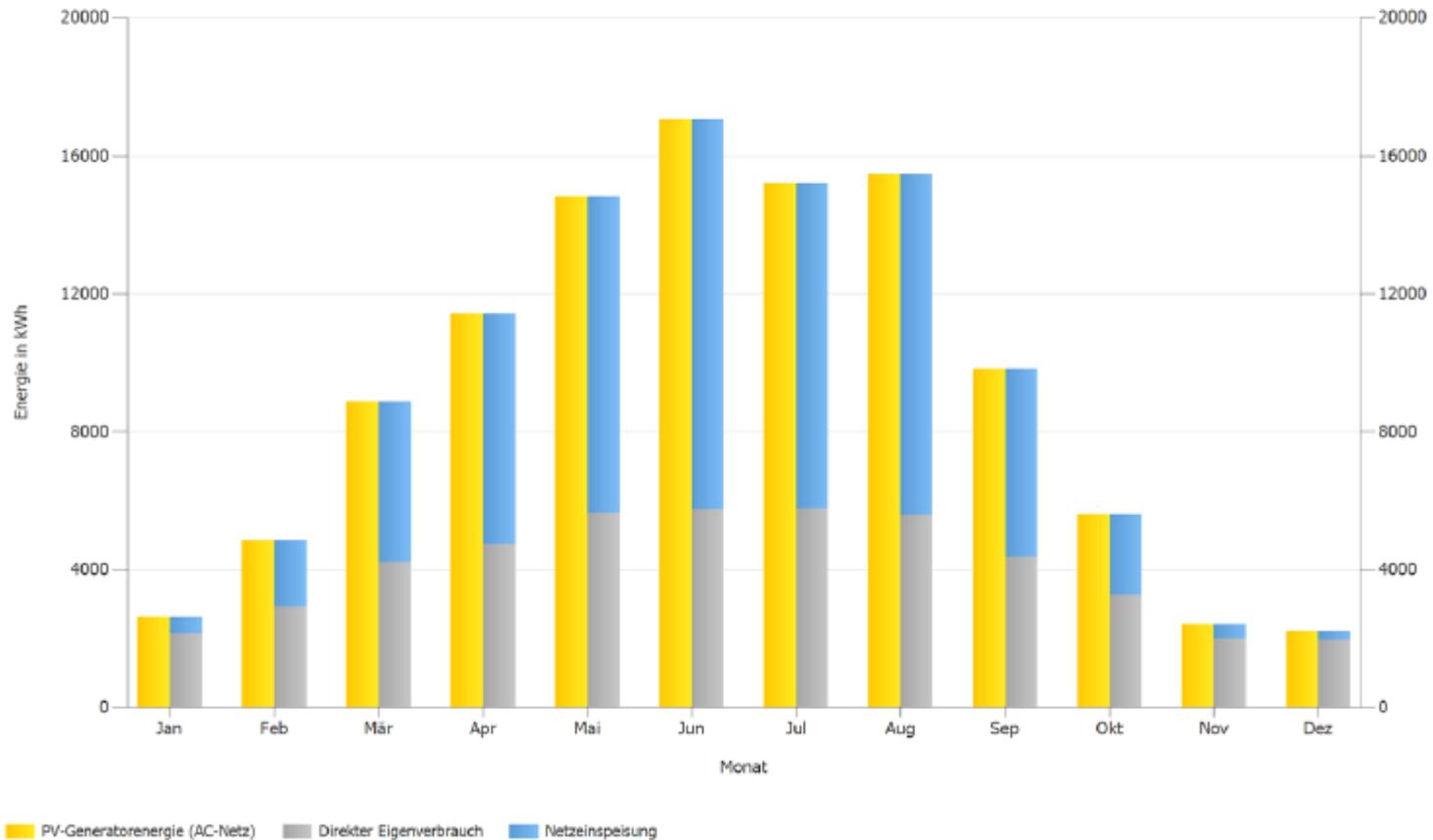
■ gedeckt durch PV  
■ gedeckt durch Netz

## Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	133.397 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	85.056 kWh/Jahr
<b>Autarkiegrad</b>	<b>36,2 %</b>

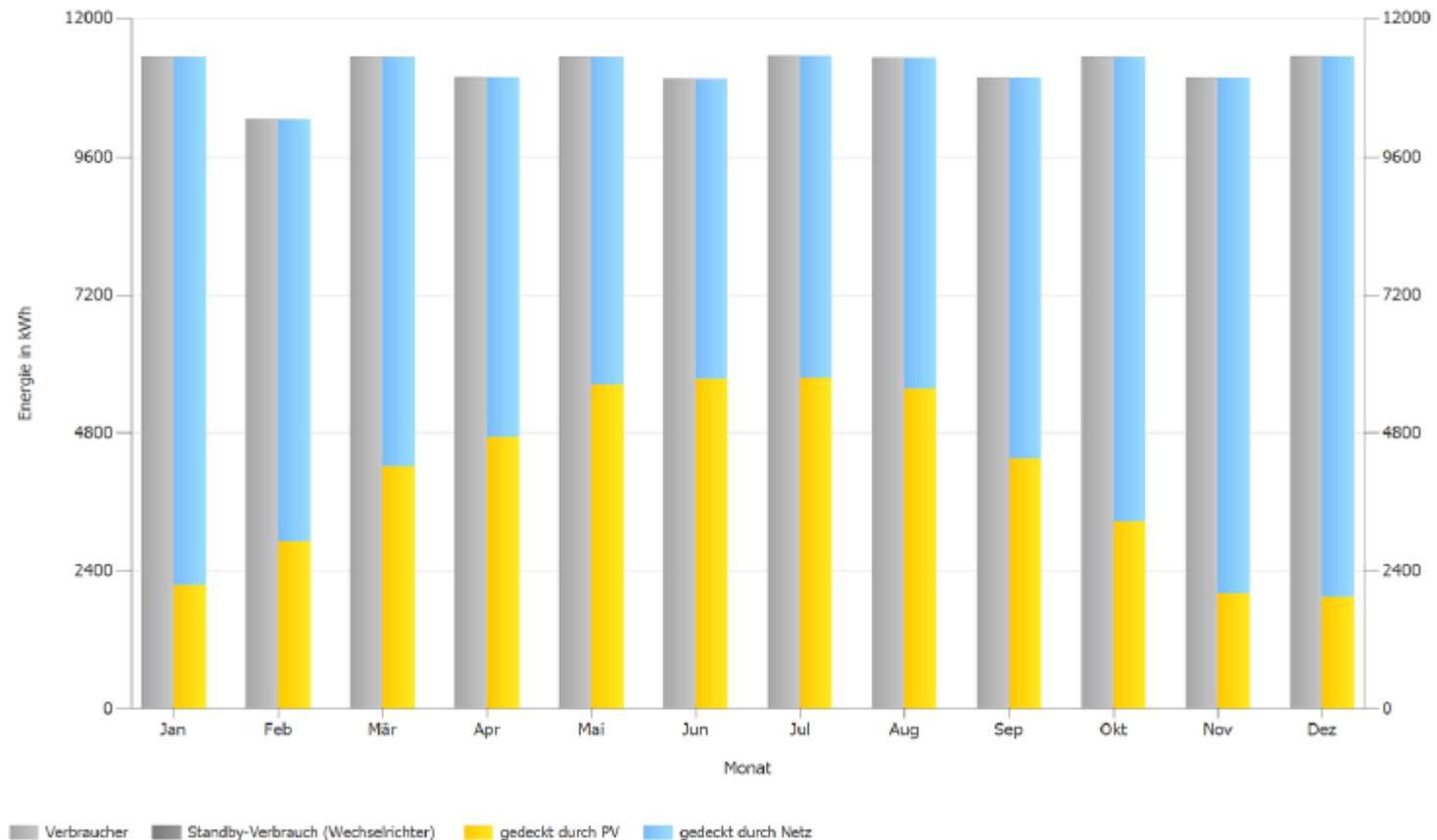
# Hallertau Gymnasium Wolnzach – 135 kWp OHNE Speicher

Nutzung der PV-Energie



# Hallertau Gymnasium Wolnzach – 135 kWp OHNE Speicher

Deckung des Verbrauchs



# Hallertau Gymnasium Wolnzach – 135 kWp OHNE Speicher

## Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	62.047 kWh/Jahr	62.047 kWh/Jahr	62.047 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	105,3 kWp	105,3 kWp	105,3 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	07.03.2024	07.03.2024	07.03.2024
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre
Kapitalzins	2,3 %	2,3 %	2,3 %

## Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	9,71 %	6,19 %	3,41 %
Kumulierter Cashflow	190.824,10 €	94.455,61 €	26.776,36 €
Amortisationsdauer	9,9 Jahre	13,4 Jahre	18,0 Jahre
Stromgestehungskosten	0,144 €/kWh	0,144 €/kWh	0,144 €/kWh

## Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1.750,00 €/kWp	1.750,00 €/kWp	1.750,00 €/kWp
Investitionskosten	184.275,00 €	184.275,00 €	184.275,00 €
<b>Einmalzahlungen</b>	<b>36.750,00 €</b>	<b>36.750,00 €</b>	<b>36.750,00 €</b>
Baunebenkostenansatz	36.750,00 €	36.750,00 €	36.750,00 €
Förderungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Jährliche Kosten	2.500,00 €/Jahr	2.500,00 €/Jahr	2.500,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr

## Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	3.749,95 €/Jahr	3.749,95 €/Jahr	3.749,95 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	26.174,18 €/Jahr	19.302,85 €/Jahr	14.477,14 €/Jahr

## EEG 2024, Februar - Juli, (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen

Gültigkeit	01.02.2024 - 31.12.2044	01.02.2024 - 31.12.2044	01.02.2024 - 31.12.2044
Spezifische Einspeisevergütung	0,0604 €/kWh	0,0604 €/kWh	0,0604 €/kWh
Einspeisevergütung	3749,9506 €/Jahr	3749,9506 €/Jahr	3749,9506 €/Jahr

## Ökostrom Landkreis PAF 23/24 (Example)

Arbeitspreis	0,5424 €/kWh	0,4 €/kWh	0,3 €/kWh
--------------	--------------	-----------	-----------

## Georg Hipp Realschule – Niederscheyerer Str. 2



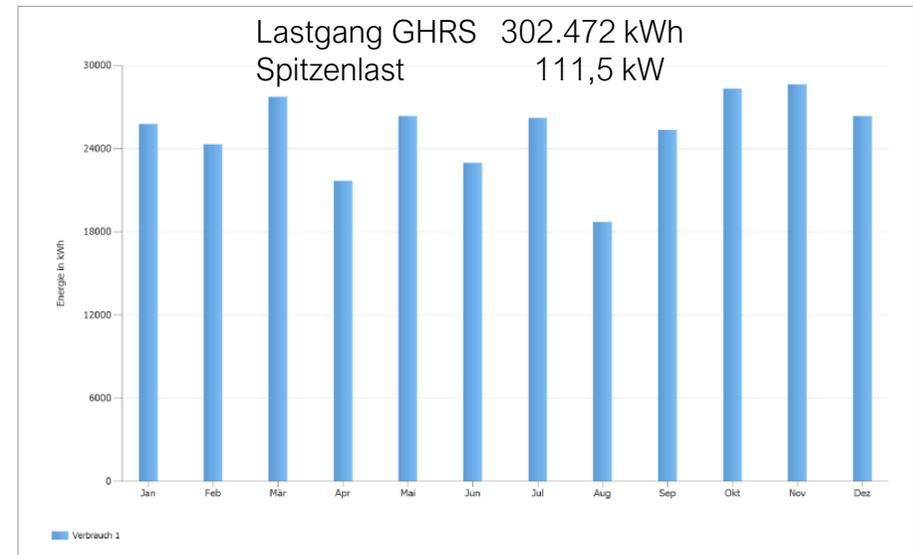
## Georg Hipp Realschule – Niederscheyerer Str. 2

### Anlagedaten Bestand:

98,73 kWp Überschusseinspeisung  
Stromverbrauch p.a.: > 300.000 kWh  
Einspeisung p.a.: < 20.000 kWh

Bereits hoher Eigenverbrauchsanteil in der Bestandsanlage. Daher ist ein Speicher für jetzige Generatorfläche der Bestandsanlage nicht effizient.

Aber da der solare Deckungsanteil des Verbrauchs bisher unter 30% liegt, ist eine Vergrößerung der Generatorfläche sinnvoll. Um den Autarkiegrad zu erhöhen, wird dann eine Speicherlösung interessant.



## Georg Hipp Realschule – Niederscheyerer Str. 2

### Erweiterung Verwaltungsbau:

Verwaltungsbau: 48 kWp

Hinteres Gebäude: 90 kWp

Ingesamt: 228 kWp Überschußeinspeisung

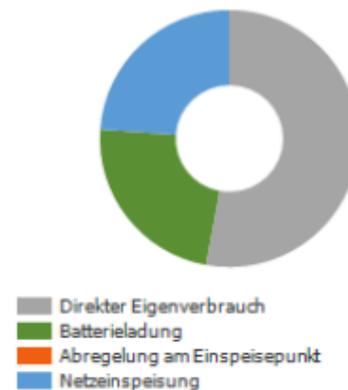
Speicher: 288 kWh /60kW Anschlußleistung



### PV-Anlage

PV-Generatorleistung	228,16 kWp
Spez. Jahresertrag	963,27 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	83,93 %
Ertragsminderung durch Abschattung	10,2 %
<b>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</b>	
Direkter Eigenverbrauch	116.415 kWh/Jahr
Batterieladung	51.067 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	52.498 kWh/Jahr
<b>Eigenverbrauchsanteil</b>	<b>76,1 %</b>
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	130.803 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



# Georg Hipp Realschule

## Verbraucher

Verbraucher	302.472 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	200 kWh/Jahr
<b>Gesamtverbrauch</b>	<b>302.672 kWh/Jahr</b>
gedeckt durch PV	116.415 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	49.584 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	136.673 kWh/Jahr
<b>Solarer Deckungsanteil</b>	<b>54,8 %</b>

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV  
■ gedeckt durch Batterie netto  
■ gedeckt durch Netz

## Batteriesystem

Ladung am Anfang	292 kWh
<b>Batterieladung (Gesamt)</b>	<b>51.067 kWh/Jahr</b>
Batterieladung (PV-Anlage)	51.067 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	49.584 kWh/Jahr
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	1.819 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	-44 kWh/Jahr
Zyklusbelastung	4,9 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



■ Batterieladung (PV-Anlage)  
■ Batterieladung (Netz)

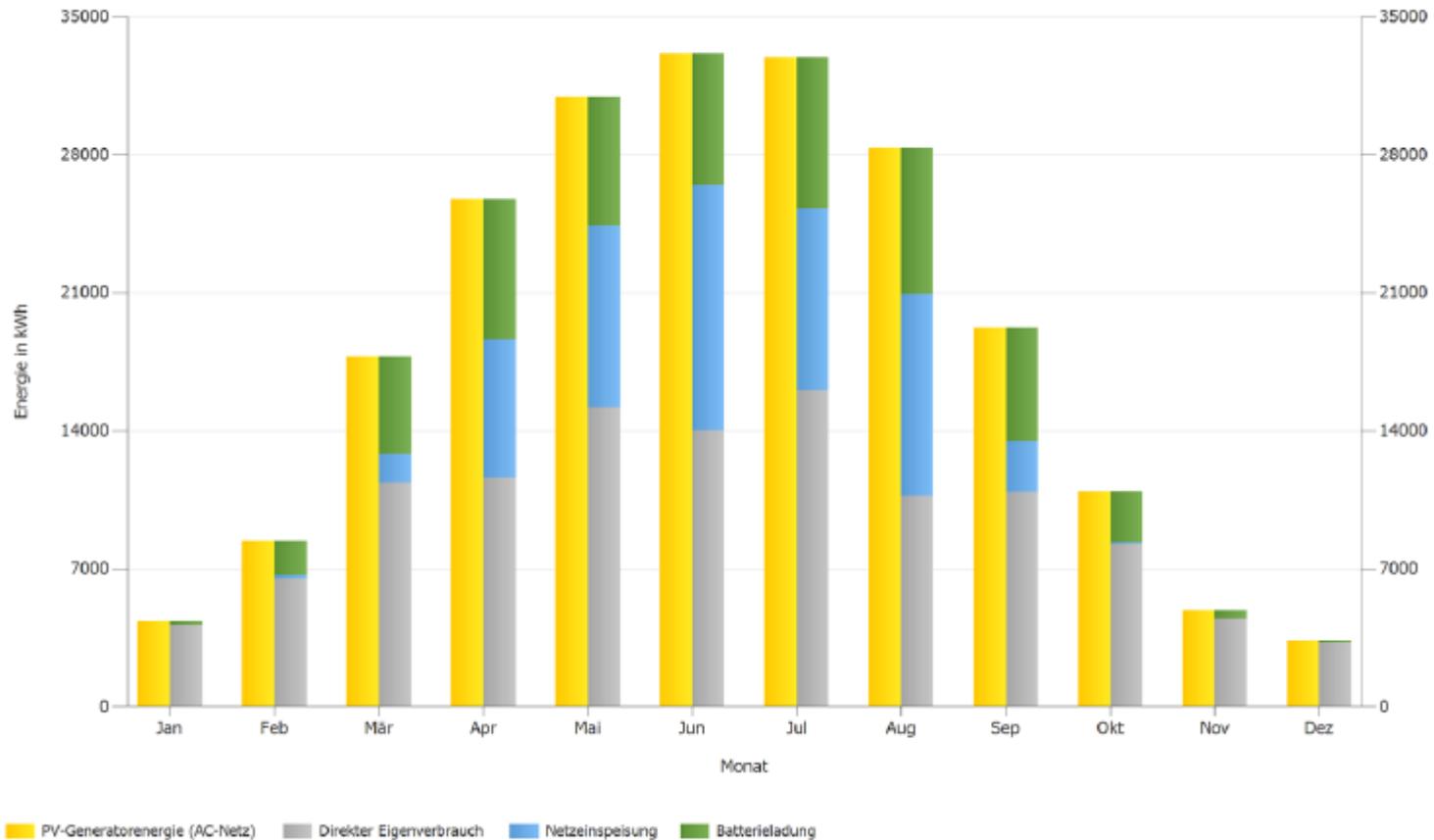
## Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	302.672 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	136.673 kWh/Jahr
<b>Autarkiegrad</b>	<b>54,8 %</b>

Amortisationsdauer Speichersystem von ca. 15 Jahren

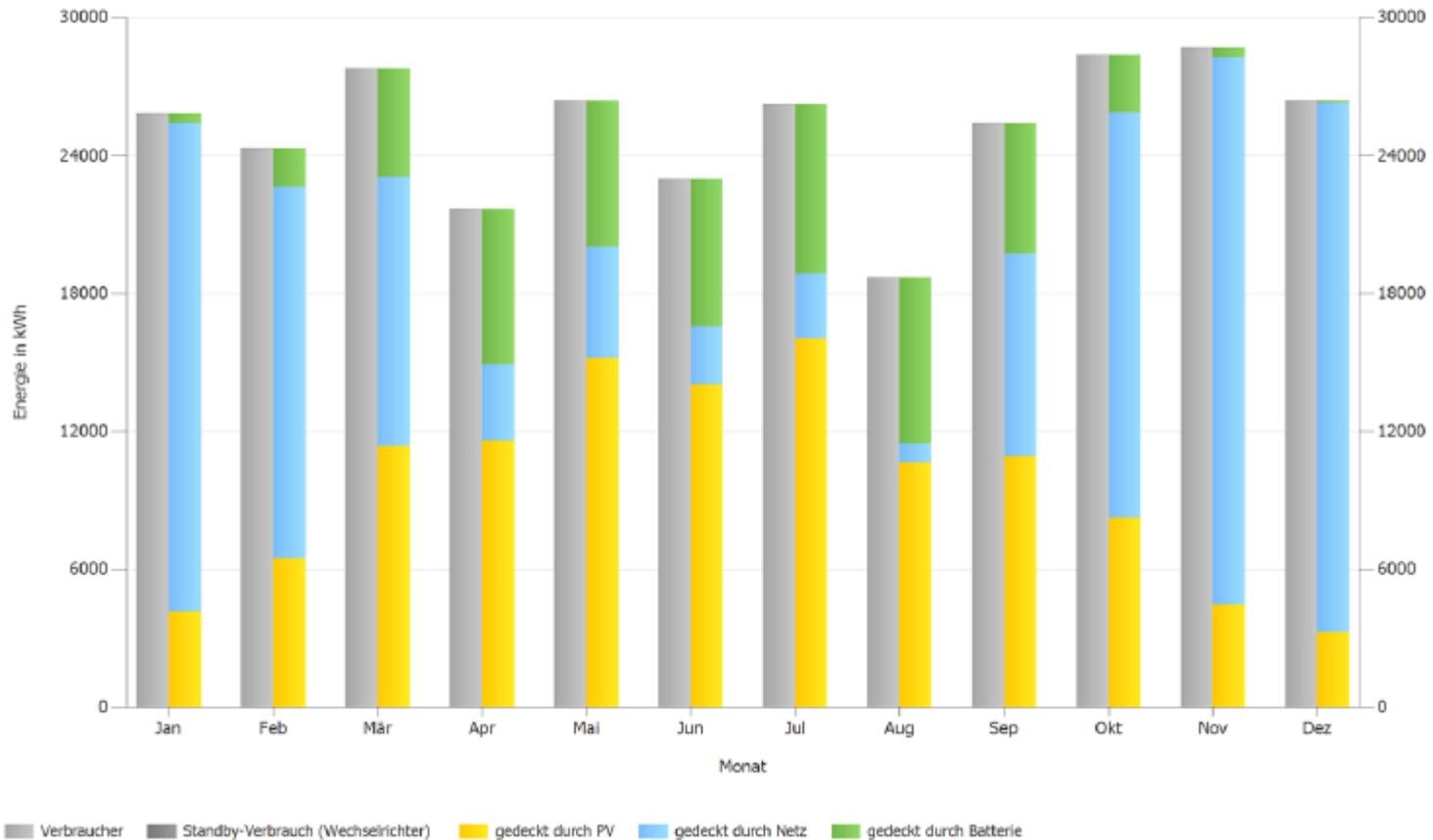
# Georg Hipp Realschule

Nutzung der PV-Energie



# Georg Hipp Realschule

Deckung des Verbrauchs



## Aussenstelle Pettenkofer Straße



## Aussenstelle Pettenkofer Straße - Bestandsanlage

Leistung Bestandsanlage: 17,75 kWp

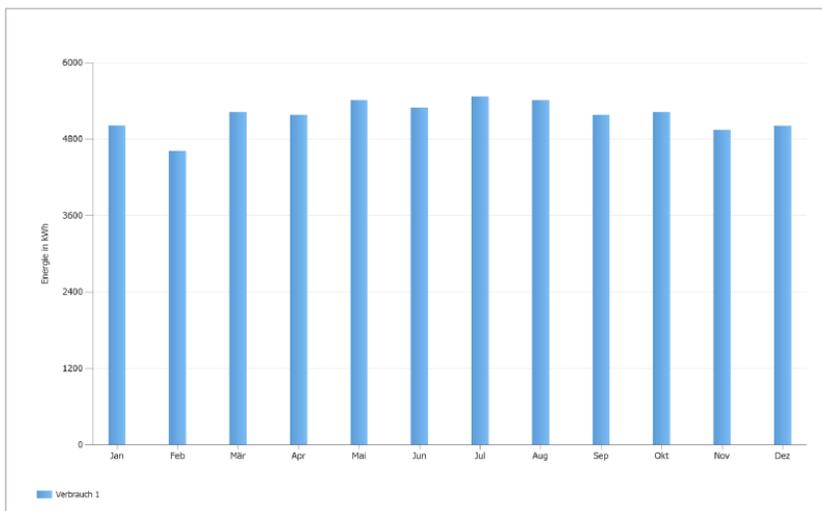
Eigenverbrauchsanteil: 94 %

Bereits sehr hoher Eigenverbrauch, daher Optimierung ausschließlich der Bestandsanlage mit Speicher nicht sinnvoll.

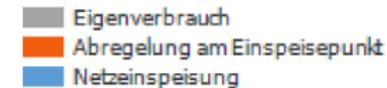
Solarer Deckungsanteil des Verbrauchs bei nur 28 %. Vergrößerung der PV-Leistung zur Erhöhung des Autarkiegrads macht Sinn.

### Verbrauch

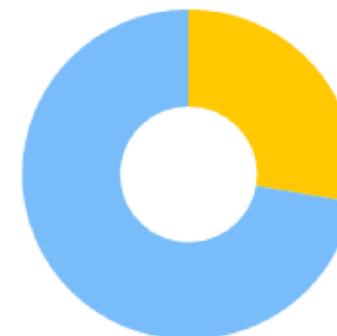
Gesamtverbrauch	62000 kWh
Aussenstelle Pettenkofer Str	62000 kWh
Spitzenlast	10,4 kW



### PV-Generatorenergie (AC-Netz)



### Gesamtverbrauch



## Aussenstelle Pettenkofer Straße - Erweiterung

Erweiterung der PV-Modulfläche durch Überdachung der PKW-Stellplätze möglich.

Pro Stellplatz Belegung mit 3x3 Module.  
Leistung: 4~4,5 kWp/Stellplatz



Beispielfoto für einen PV-Carport.

Simulation PV-Carport für 2x 6 Stellplätze:

PV-Leistung Carport: 48,6 kWp

Gesamtleistung:  $17,75 + 48,6 = 66,35$  kWp



## Aussenstelle Pettenkofer Straße – PV- Carport Erweiterung

Mit der zusätzlichen PV-Energie der 2x6er Carports, würde sich der solare Deckungsgrad von 28% auf 46% steigern lassen.

Durch Ergänzung eines Batteriespeichers (96kWh) wird der solare Deckungsgrad auf 75% erhöht.

Der Batteriespeicher amortisiert sich durch die Bezugsstromersparungen bereits nach 12 Jahren.

Gesamtverbrauch



gedeckt durch PV    gedeckt durch Netz

Gesamtverbrauch



gedeckt durch PV  
gedeckt durch Batterie netto  
gedeckt durch Netz

## Aussenstelle Pettenkofer Straße – PV- Carport Erweiterung

### PV-Anlage

PV-Generatorleistung	66,35 kWp
Spez. Jahresertrag	1.044,06 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	89,61 %
Ertragsminderung durch Abschattung	2,7 %

PV-Generatorenergie (AC-Netz)	69.339 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	28.784 kWh/Jahr
Batterieladung	18.726 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	21.828 kWh/Jahr

Eigenverbrauchsanteil 68,5 %

Vermiedene CO<sub>2</sub>-Emissionen 32.017 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Direkter Eigenverbrauch  
■ Batterieladung  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

### Verbraucher

Verbraucher	62.000 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	65 kWh/Jahr

Gesamtverbrauch	62.065 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	28.784 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	17.671 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	15.610 kWh/Jahr

Solarer Deckungsanteil 74,8 %

Gesamtverbrauch



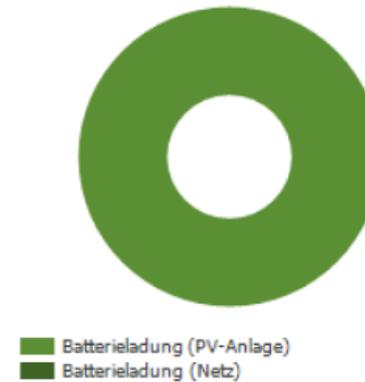
■ gedeckt durch PV  
■ gedeckt durch Batterie netto  
■ gedeckt durch Netz

## Aussenstelle Pettenkofer Straße – PV- Carport Erweiterung

### Batteriesystem

Ladung am Anfang	97 kWh
Batterieladung (Gesamt)	18.726 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	18.726 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	17.671 kWh/Jahr
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	1.226 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	-73 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	4,3 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Batterieladung (Gesamt)

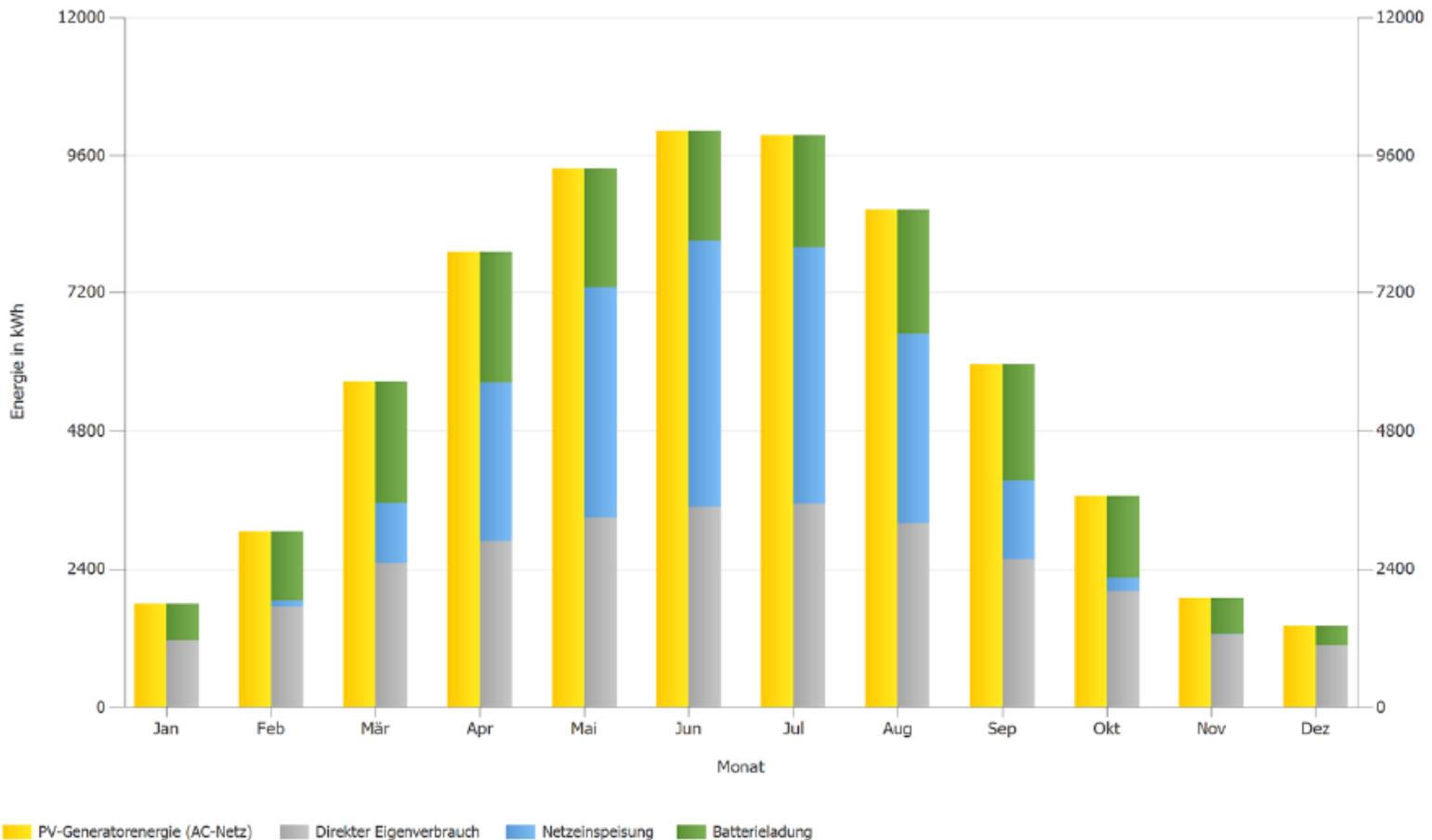


### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	62.065 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	15.610 kWh/Jahr
Autarkiegrad	74,8 %

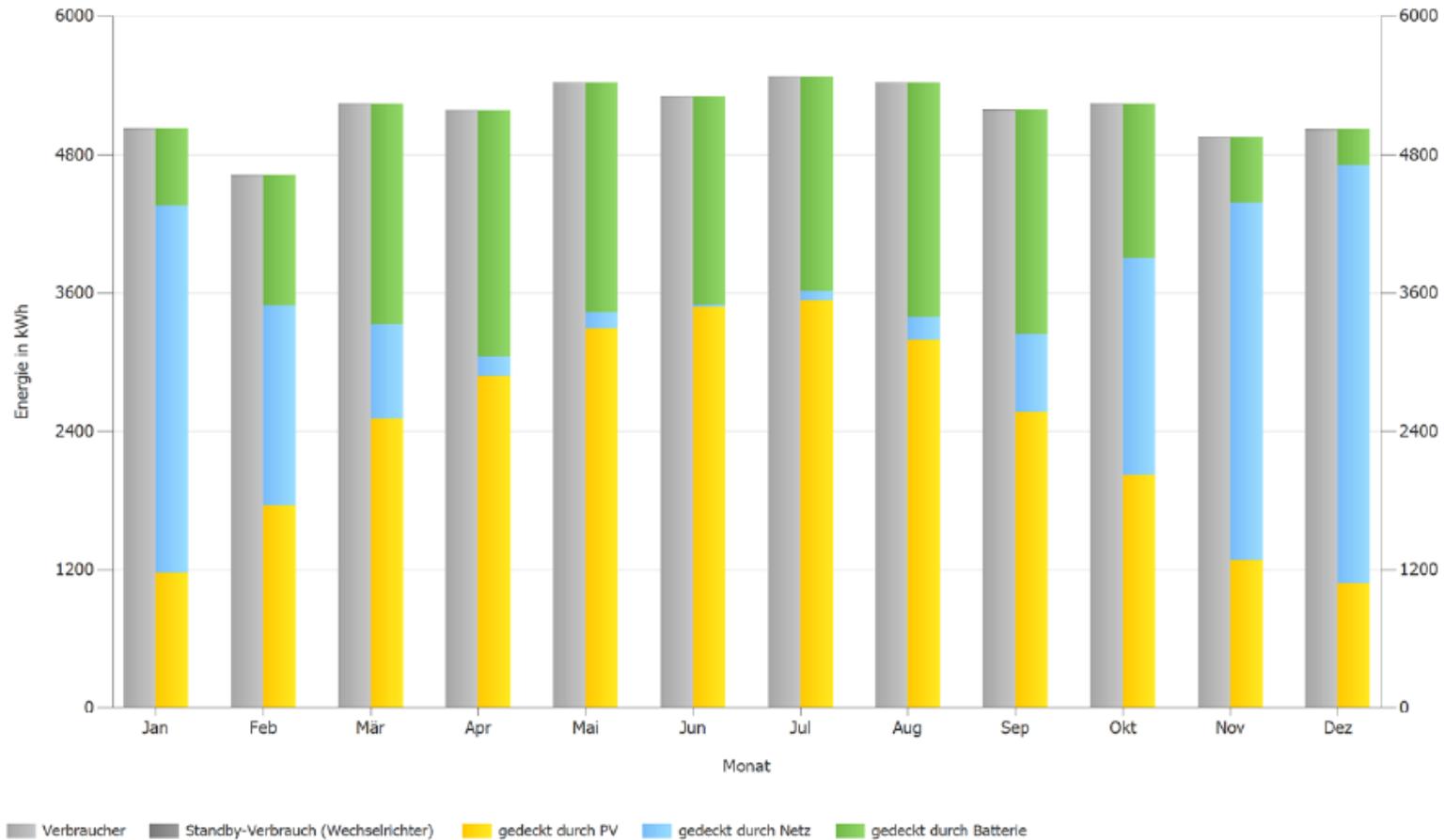
# Aussenstelle Pettenkofer Straße – PV- Carport Erweiterung

Nutzung der PV-Energie



# Aussenstelle Pettenkofer Straße – PV- Carport Erweiterung

Deckung des Verbrauchs



# Aussenstelle Pettenkofer Straße – PV- Carport Erweiterung

## Anlagendaten

Netzspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	21.828 kWh/Jahr	21.828 kWh/Jahr	21.828 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	66,4 kWp	66,4 kWp	66,4 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	06.03.2024	06.03.2024	06.03.2024
Betrachtungszeitraum	20 Jahre	20 Jahre	20 Jahre
Kapitalzins	2,3 %	2,3 %	2,3 %

## Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	9,73 %	6,24 %	3,50 %
Kumulierter Cashflow	185.556,06 €	92.903,86 €	27.834,54 €
Amortisationsdauer	9,9 Jahre	13,4 Jahre	17,9 Jahre
Stromgestehungskosten	0,1874 €/kWh	0,1874 €/kWh	0,1874 €/kWh

## Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	2.692,09 €/kWp	2.692,09 €/kWp	2.692,09 €/kWp
<b>Investitionskosten</b>	<b>178.620,00 €</b>	<b>178.620,00 €</b>	<b>178.620,00 €</b>
Investitionen PV Carport	82.620,00 €	82.620,00 €	82.620,00 €
Batteriespeicher	96.000,00 €	96.000,00 €	96.000,00 €
<b>Einmalzahlungen</b>	<b>35.724,00 €</b>	<b>35.724,00 €</b>	<b>35.724,00 €</b>
Baunebenkostenansatz	35.724,00 €	35.724,00 €	35.724,00 €
Förderungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Jährliche Kosten	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr	0,00 €/Jahr

## Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	1.458,21 €/Jahr	1.458,21 €/Jahr	1.458,21 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	25.161,48 €/Jahr	18.556,00 €/Jahr	13.917,00 €/Jahr

## EEG 2024, Februar - Juli, (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen

Gültigkeit	06.03.2024 - 31.12.2044	06.03.2024 - 31.12.2044	06.03.2024 - 31.12.2044
Spezifische Einspeisevergütung	0,0668 €/kWh	0,0668 €/kWh	0,0668 €/kWh
Einspeisevergütung	1458,2102 €/Jahr	1458,2102 €/Jahr	1458,2102 €/Jahr

## Ökostrom Landkreis PAF 23/24 (Example)

Arbeitspreis	0,5424 €/kWh	0,4 €/kWh	0,3 €/kWh
--------------	--------------	-----------	-----------



# VE plan GmbH

INGENIEURBÜRO FÜR ELEKTROTECHNIK