

Gebäudesteckbrief Photovoltaik-Eignung

Objekt: Grundschule St. Franziskus

Adresse: An der Synagoge 1, 50321 Brühl



- Nicht nutzbare Fläche
- Eingeschränkt nutzbare Fläche
- Nutzbare Fläche

Dachfläche /- art:	Flachdach I: 290 m ² Flachdach II: 120 m ² Walmdach III: 840 m ²
Ausrichtung	Flachdach I: flach Flachdach II: flach Walmdach III: Ost / West / Süd
Sperrflächen:	50 m ² (Blitzschutz)
Nutzbare Fläche:	70 m ²
Prognostizierte Anlagengröße:	Flachdach II: 13,5 kW _p
Anlagenausrichtung:	Flachdach II: liegend / Süd
Gebäudenutzung:	Schule
Strombedarf:	46.655 kWh
Denkmalschutz / Gestaltungssatzung: 	<u>Flachdach I / Walmdach III</u> Die Turnhalle und das Schulgebäude stehen unter Denkmalschutz <u>Flachdach II</u> Bei dem Pavillon bestehen keine Restriktionen.
Bauchlicher Zustand der Dachflächen: 	<u>Flachdach II</u> Da der Pavillon 2021 errichtet worden ist, befindet sich das Dach in einem guten Zustand.
Statische Belastbarkeit: 	Die zur Verfügung stehenden Unterlagen stehen in keinem Widerspruch zur Errichtung einer PV-Anlage.
Kapazitäten der Elektroinstallation: 	Da das Gebäude erst 2021 errichtet worden ist, befindet sich die elektrische Infrastruktur in einem guten Zustand. Der aktuelle Blitzschutz ist sehr aufwändig installiert worden. Die PV Anlage muss einen ausreichenden Abstand Zum Blitzschutz einhalten, damit dieser nicht angepasst werden muss. Die prognostizierte Anlagenleistung von 13,5 kW _p sollte kein Problem für den Netzanschluss darstellen.
Luftbildbewertung und sonstige Einschränkungen: 	Keine Restriktionen festgestellt.

Fotodokumentation im Rahmen der Begehung am 26.04.2022:



Abbildung 1: Nordansicht des Pavillons



Abbildung 2: Ostansicht des Pavillons



Abbildung 3: Draufsicht Pavillondach



Abbildung 4: Sicherungskasten und Stromzähler des Pavillons



Abbildung 5: Zweirichtungszähler des Pavillon - Nr. 1 EMH00 0978 0155

Potenzialanalyse:

Nachfolgend werden zwei unterschiedlich dimensionierte PV-Anlagen untersucht. In der ersten Variante „maximal installierte Leistung“ wird eine dachparallele Anlage untersucht. In der zweiten Variante „wirtschaftlich optimiert“ wird eine Anlage abgebildet, welche in einem Winkel von 30° parallel zur südlichen Dachkante aufgeständert ist. Diese Variante weist eine erhöhte Wirtschaftlichkeit auf.

Für die Simulation wurden monokristalline Module mit einer Leistung von 385 Watt angenommen. Dieser Steckbrief ersetzt keine detaillierte Anlagenplanung.

Es wurden die Wetterdaten der Meteonorm 8.1 verwendet.

Da keine Lastgangdaten verfügbar waren, wurde der gemessene Lastgang eines exemplarischen Schulgebäudes skaliert und für die Simulation genutzt.

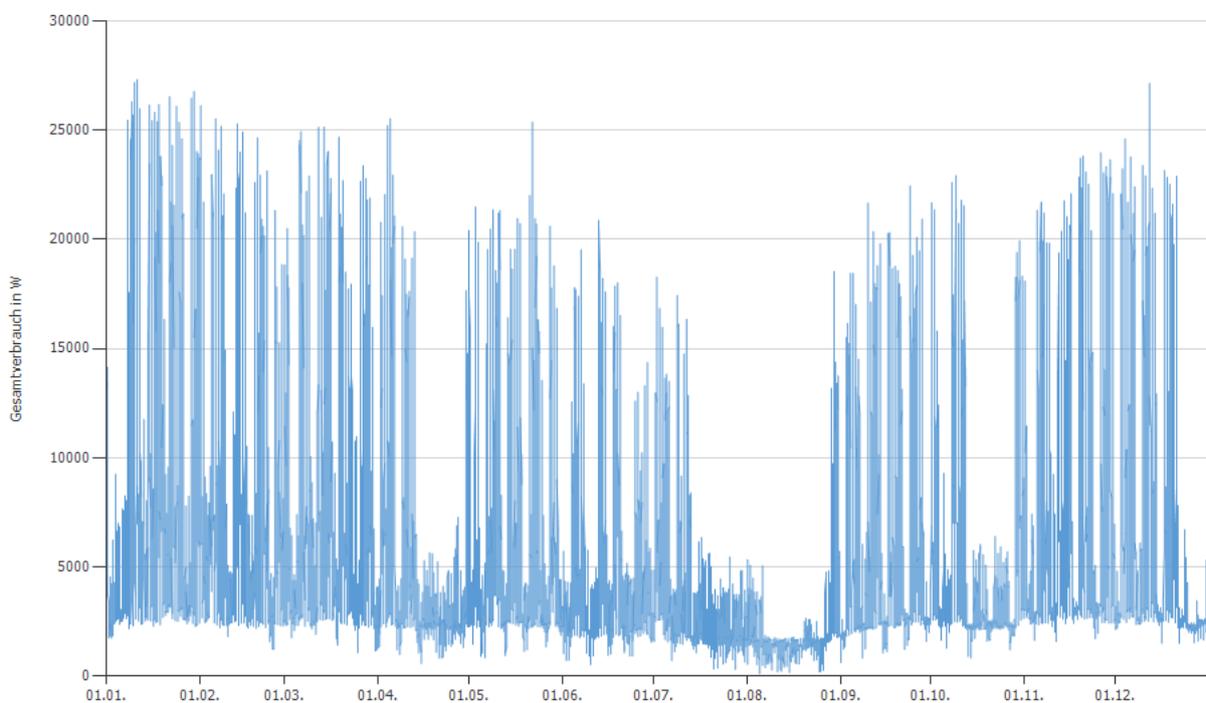


Abbildung 6: Darstellung des verwendeten Lastprofils¹

¹ Skaliertes RLM-Profil einer Schule

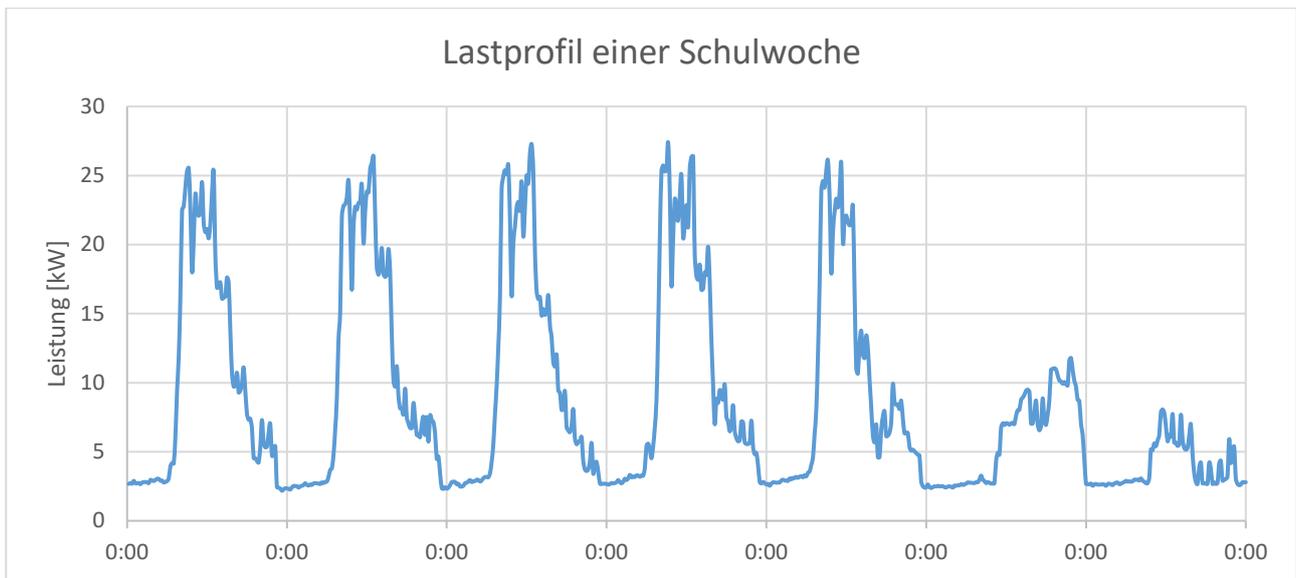


Abbildung 7: Detaillierte Darstellung einer Schulwoche

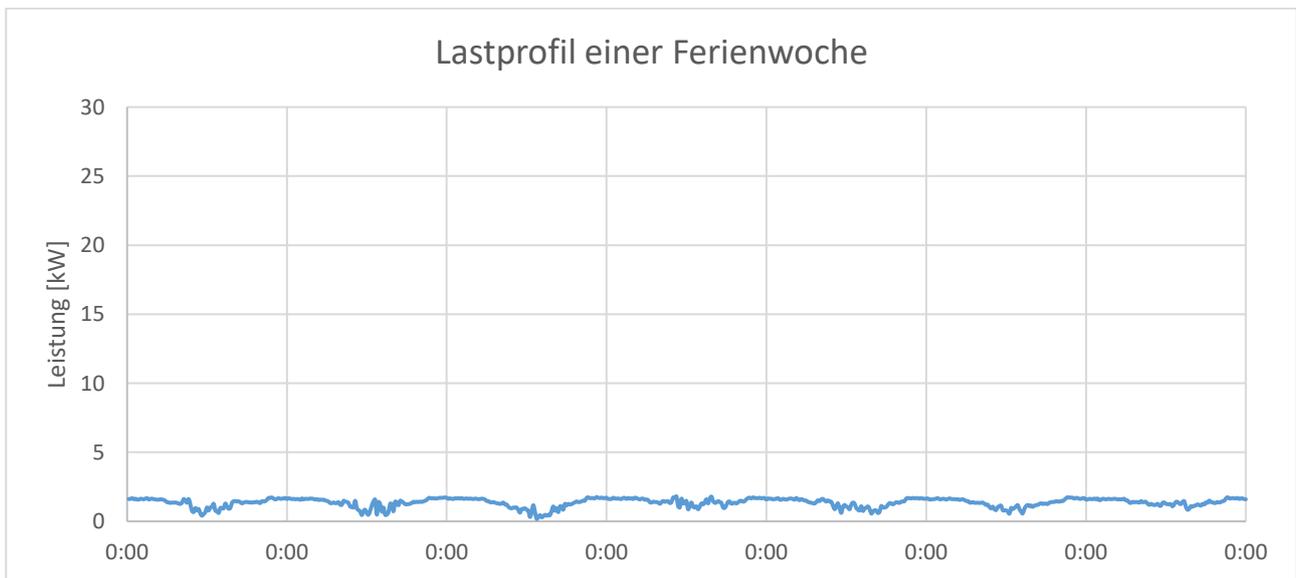


Abbildung 8: Detaillierte Darstellung einer Ferienwoche

Variante „maximal installiere Leistung“:

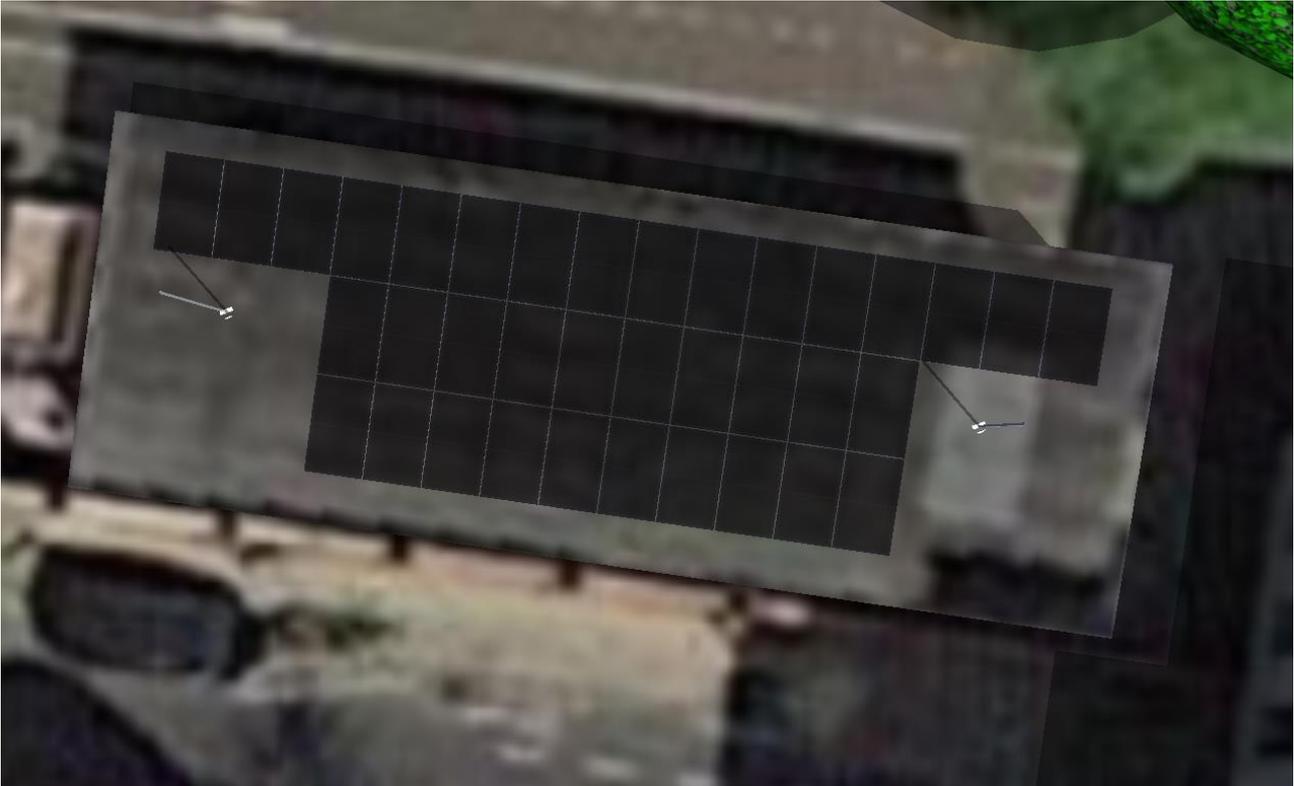


Abbildung 9: PV-Anlage – genordnete Draufsicht Variante „maximal installiere Leistung“ (PVSOL*premium)

Verschattungsübersicht der untersuchten Dächer



Abbildung 10: Verschattung der Variante „maximal installiere Leistung“²

Aus der Verschattungsanalyse geht hervor, dass der installierte Blitzschutz nur einen geringen Einfluss auf die Verschattung hat. Der Großteil der Verschattung entsteht durch das Gebäude südlich des Pavillons. Insgesamt sind die Verschattungsverluste von 6 % bis 10 % gering.

² Simulation mit PVSOL*premium

Deckung des Verbrauchs

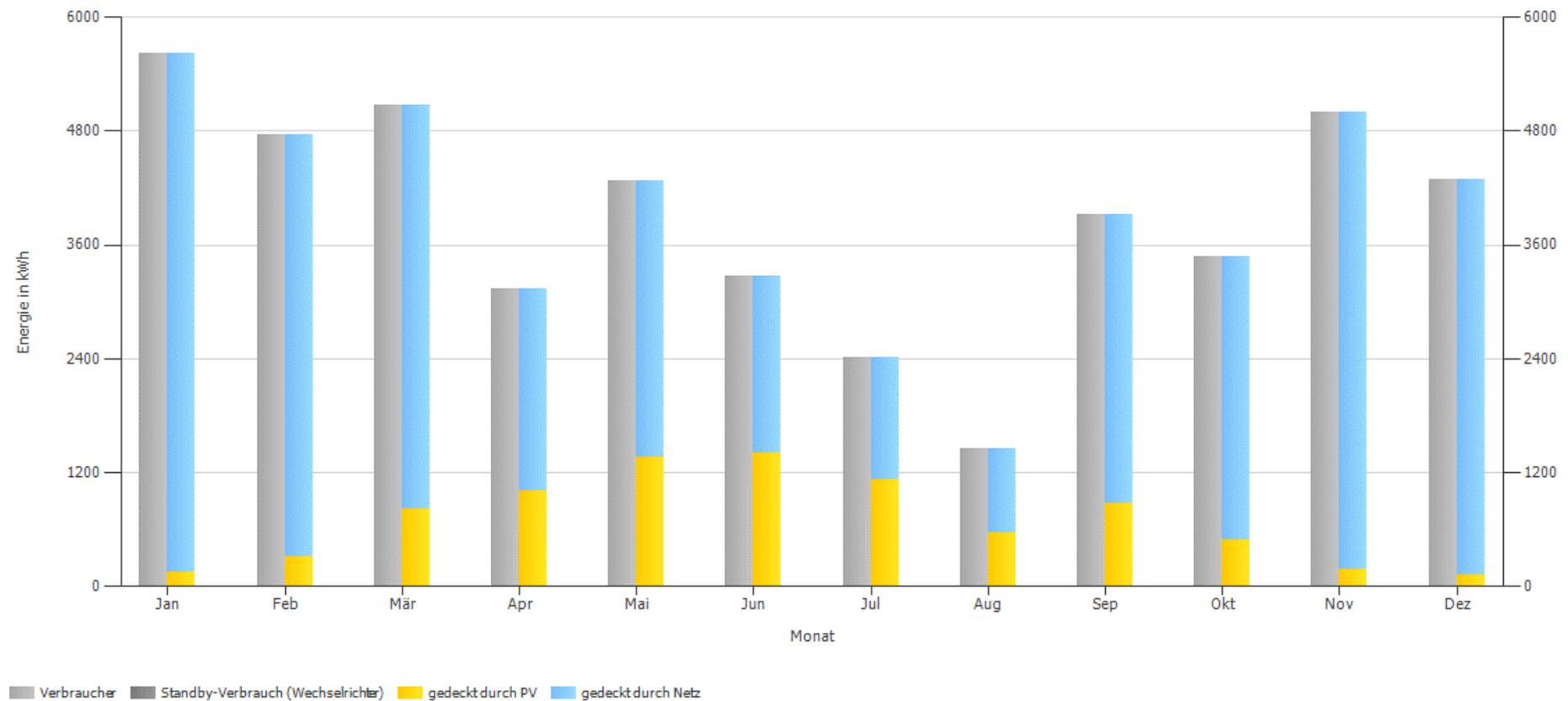


Abbildung 11: Monatliche Gegenüberstellung der Verbrauchsabdeckung

Wie in Abbildung 11 zu erkennen ist, wird auf Grund der Ferien insbesondere in den Sommermonaten weniger Strom verbraucht. Der Eigenverbrauch ist jedoch trotz des geringen Verbrauchs in den Sommermonaten relativ hoch (vgl. Tabelle 1).

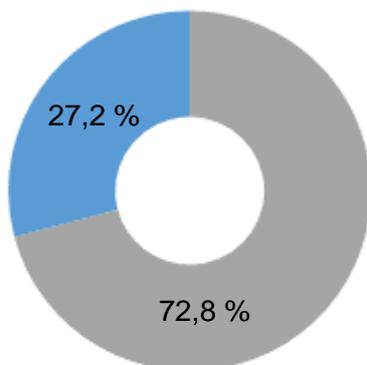
Tabelle 1: Darstellung der monatlichen Werte

	Verbrauch	Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	gedeckt durch PV	gedeckt durch Netz	gesamter PV-Ertrag	Netzeinspeisung
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Jan	5617,7	0,041	149,9	5467,9	149,9	0,0
Feb	4753,5	0,031	310,5	4443,0	326,1	15,6
Mär	5067,2	0,032	813,2	4254,0	916,3	103,1
Apr	3137,3	0,033	1001,0	2136,3	1467,8	466,8
Mai	4269,3	0,042	1361,8	2907,5	1696,3	334,5
Jun	3271,3	0,044	1401,6	1869,7	1798,9	397,4
Jul	2412	0,045	1120,9	1291,1	1782,0	661,2
Aug	1450,6	0,036	560,9	889,7	1498,0	937,2
Sep	3922,3	0,031	869,8	3052,5	1030,3	160,5
Okt	3475,9	0,031	492,7	2983,2	552,2	59,5
Nov	4989,3	0,037	181,6	4807,7	181,6	0,0
Dez	4288,6	0,050	121,8	4166,8	121,8	0,0
Jahr	46655	0,452	8385,9	38270	11521	3135,8

An der Synagoge 1 „maximal installierte Leistung“	
Kennwerte der PV-Anlage:	
Anlagengröße [kWp]	13,8
Ausrichtung der Module	liegend
Modulneigung	2° (dachparallel)
Modulanzahl (Stk.)	36
Auswertung der Simulation:	
Spez. Ertrag [kWh/kWp]	831,26
Ertrag [kWh/a] (Durchschnitt)	11.522
Eigenverbrauch [kWh/a]	8.386
Eingespeister Strom [kWh/a]	3.136
Restlicher Netzbezug [kWh/a]	38.270
Eigenverbrauch [%] (Durchschnitt)	72,8
Autarkiegrad [%] (Durchschnitt)	18,0
Einspeisequote [%] (Durchschnitt)	27,2
Wirtschaftlichkeit:	
Investitionskosten (netto) [€]	19.400
Laufende jährliche Kosten [€/a]	388
Rendite [%]	8,7
Amortisation [a]	9,9
Zugrunde liegender Strompreis [€/kWh]	0,2702
Stromkostensparnis [€/a] (Durchschnitt)	2.190
Einspeisevergütung [€/kWh]	0,0619
Einspeisevergütung [€/a]	194
Barwert nach 20 a* [20a]	18.500
Klimaschutz:	
CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]	470
CO ₂ -Einsparung [kg/a]	5.394

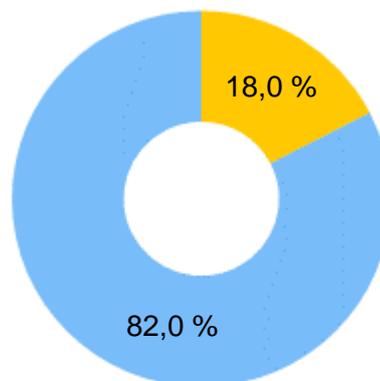
*der Barwert wurde mit einem Abzinsfaktor von 1,00% berechnet.

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Eigenverbrauch
■ Abregelung am Einspeisepunkt
■ Netzeinspeisung

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV
■ gedeckt durch Netz

Variante „wirtschaftlich optimiert“:



Abbildung 12: PV-Anlage – genordete Draufsicht Variante „wirtschaftlich optimiert“ (PVSOL*premium)

Verschattungsübersicht der untersuchten Dächer



Abbildung 13: Verschattung der Variante „wirtschaftlich optimiert“³

Die Ertragsminderung bei der Variante mit aufgeständerten Modulen liegt im Bereich von 7% bis 13% und ist somit moderat. Im Vergleich zur vorherigen Variante, sind die Verschattungsverluste leicht erhöht. Das liegt zum einen an der gegenseitigen Verschattung der Module. Außerdem spielt die Verschattung des südlichen Gebäudes eine stärkere Rolle für die südliche Modulreihe.

Der spezifische Ertrag ist durch die Neigung der Module insgesamt höher als bei der dachparallelen Variante.

³ Simulation mit PVSOL*premium

Deckung des Verbrauchs

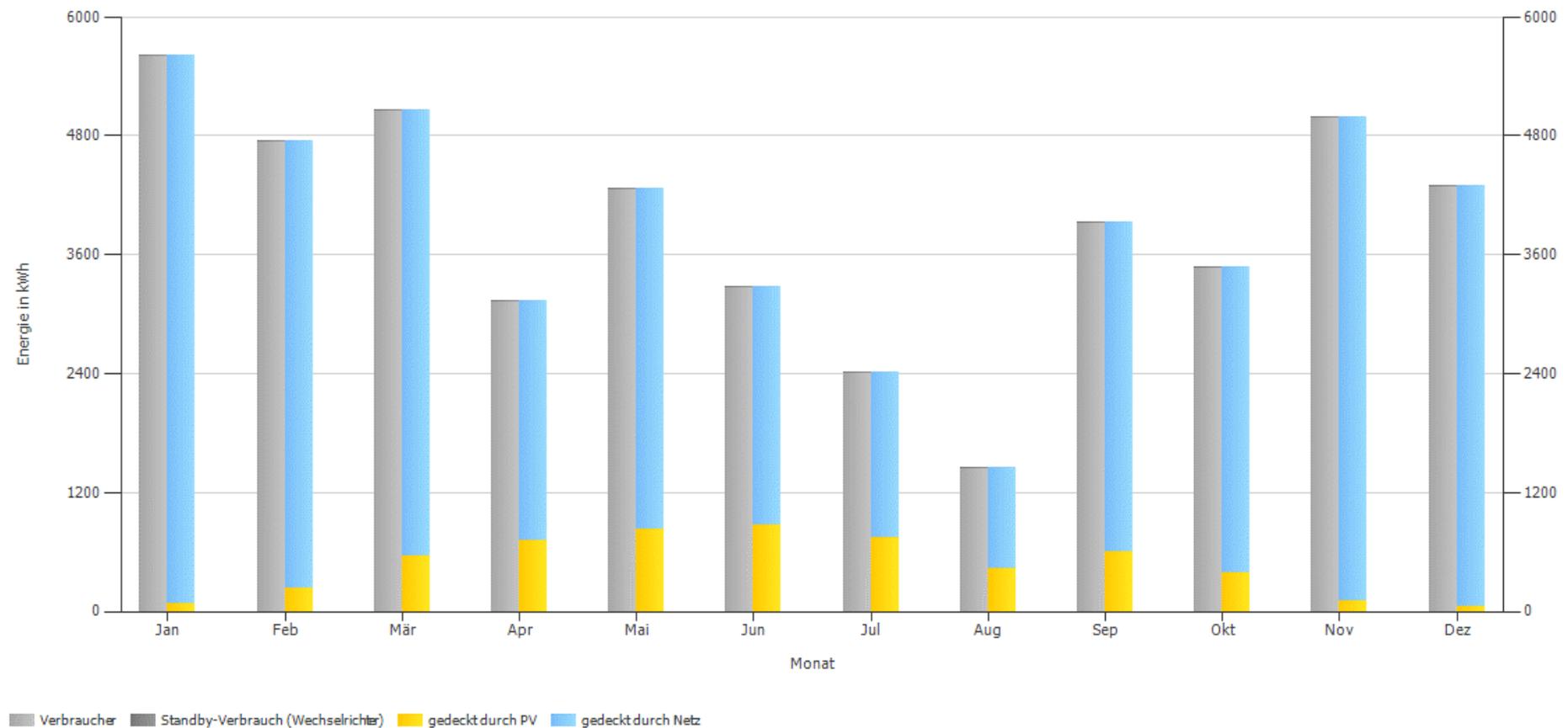


Abbildung 14: Monatliche Gegenüberstellung des prognostizierten Ertrags und Verbrauchs

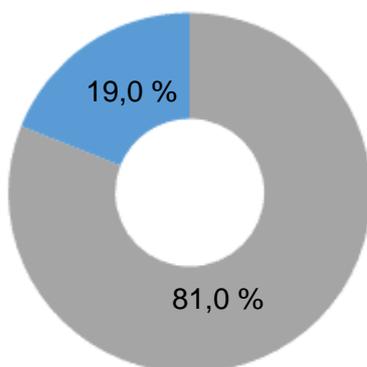
Bei südlich ausgerichteten Anlagen ist ein niedrigerer Eigenverbrauch als bei Ost/West Anlagen mit demselben Jahresertrag zu erwarten. Da in diesem Fall die Anlage im Vergleich zum Jahresverbrauch relativ klein ist, bleibt der Anteil des vor Ort verbrauchten Stroms hoch. Durch die südliche Ausrichtung erhöht sich der spezifische Ertrag pro Modulfläche. In Kombination mit dem hohen Eigenverbrauch wird diese Variante hierdurch besonders wirtschaftlich.

	Verbrauch	Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	gedeckt durch PV	gedeckt durch Netz	gesamter PV-Ertrag	Netzeinspeisung
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Jan	5617,7	1,222	79,0	5540,0	77,7	0,0
Feb	4753,5	0,996	229,4	4525,1	241,2	12,8
Mär	5067,2	1,060	562,2	4506,0	618,2	57,0
Apr	3137,3	1,052	713,9	2424,5	925,8	213,0
Mai	4269,3	1,282	823,9	3446,7	947,2	124,6
Jun	3271,3	1,427	867,4	2405,3	969,0	103,0
Jul	2412	1,397	739,2	1674,1	963,6	225,7
Aug	1450,6	1,180	435,0	1016,8	884,1	450,3
Sep	3922,3	1,026	606,8	3316,6	690,8	85,0
Okt	3475,9	1,071	386,4	3090,5	423,9	38,6
Nov	4989,3	1,153	105,8	4884,6	104,9	0,2
Dez	4288,6	1,292	57,5	4232,4	56,2	0,0
Jahr	46655	14,158	5606,6	41063	6902,6	1310,2

An der Synagoge 1 „wirtschaftlich optimiert“	
Kennwerte der PV-Anlage:	
Anlagengröße [kWp]	7,3
Ausrichtung der Module	Süd
Modulneigung	30°
Modulanzahl (Stk.)	19
Auswertung der Simulation:	
Spez. Ertrag [kWh/kWp]	943,45
Ertrag [kWh/a] (Durchschnitt)	6.915
Eigenverbrauch [kWh/a]	5.606
Eingespeister Strom [kWh/a]	1.310
Restlicher Netzbezug [kWh/a]	41.063
Eigenverbrauch [%] (Durchschnitt)	81,0
Autarkiegrad [%] (Durchschnitt)	12,0
Einspeisequote [%] (Durchschnitt)	19,0
Wirtschaftlichkeit:	
Investitionskosten (netto) [€]	10.600
Laufende jährliche Kosten [€/a]	212
Rendite [%]	11,5
Amortisation [a]	8,1
Zugrundeliegender Strompreis [€/kWh]	0,2702
Stromkostensparnis [€/a] (Durchschnitt)	1.500
Einspeisevergütung [€/kWh]	0,0624
Einspeisevergütung [€/a]	50
Barwert nach 20 a* [20a]	15.300
Klimaschutz:	
CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]	470
CO ₂ -Einsparung [kg/a]	3.244

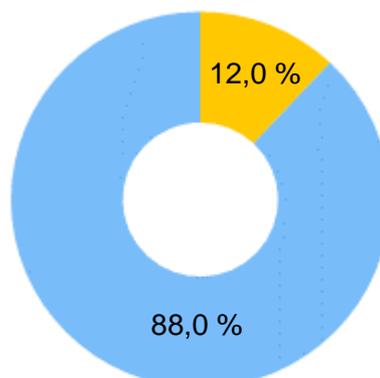
*der Barwert wurde mit einem Abzinsfaktor von 1,00% berechnet.

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Eigenverbrauch
 Abregelung am Einspeisepunkt
 Netzeinspeisung

Gesamtverbrauch



gedeckt durch PV
 gedeckt durch Netz

Fazit

Da beide betrachtete Maßnahmen wirtschaftlich sind, wird die Installation einer möglichst großen PV-Anlage empfohlen.

Durch die Änderungen der Denkmalschutzverordnung könnte das Dach der Turnhalle ebenfalls für eine PV-Anlage zur Verfügung stehen. Sollte das der Fall sein, empfiehlt sich auch hier die Installation einer Anlage. Hierdurch würde die kombinierte Anlagenleistung erhöht werden, was zu einer höheren Einspeisequote führt. Sollte das gesamte Anlagenkonzept hierdurch unwirtschaftlich werden, so können auch zwei elektrisch getrennte Anlagen installiert werden. Eine dieser Anlagen könnte dann für den überwiegenden Eigenverbrauch genutzt werden, während die andere Anlage den Strom direkt einspeist und damit von dem erhöhten Einspeisetarif profitiert.