


Gebäudesteckbrief Photovoltaik-Eignung

Objekt: Schule

Adresse: Kaiserstr. 158, 50321 Brühl



- Nicht nutzbare Fläche
- Eingeschränkt nutzbare Fläche
- Nutzbare Fläche

Dachfläche /- art:	Flachdach I: 140 m ² Flachdach II: 140 m ² Flachdach III: 230 m ² Flachdach IV: 320 m ² Flachdach V: 100 m ² Flachdach VI: 220 m ²
Sperrflächen:	10 m ² (Lichtkuppeln, Blitzschutz u.ä.)
Nutzbare Fläche:	Flachdach I: 120 m ² Flachdach III: 125 m ² Flachdach IV: 250 m ²
Prognostizierte Anlagengröße:	Flachdach I: 21,9 kW _p Flachdach III: 23,1 kW _p Flachdach IV: 46,2 kW _p
Anlagenausrichtung:	Flachdach I: Ost/West Flachdach III: Ost/West Flachdach IV: Süd
Gebäudenutzung:	Schule
Strombedarf:	38.010 kWh
Denkmalschutz / Gestaltungssatzung:	Die Gebäude stehen nicht unter Denkmalschutz 
Bauchlicher Zustand der Dachflächen:	<u>Flachdächer I und III</u> Die Flachdächer I und III befinden sich in einem guten Zustand. Bei Blechdächern kann die Untekonstruktion der PV-Anlage in der Regel direkt auf dem Traggerüst des Daches befestigt werden.. <u>Flachdach IV</u> Das Dach der Turnhalle soll in absehbarer Zeit saniert werden. Im Rahmen der Sanierung sollte das neue Dach PV-ready geplant werden. Insbesondere der Blitzschutz sollte auf eine PV-Anlage angepasst sein.
Statische Belastbarkeit:	Da keine Berechnungsunterlagen verfügbar waren, können keine genauen Aussagen getroffen werden. Da die Dächer problemlos begangen werden konnten, ist davon auszugehen, dass die Tragfähigkeit gewährleistet ist. Die Prüfung durch einen Statiker wird empfohlen.
Kapazitäten der Elektroinstallation:	Die Verteilungen befinden sich in einem guten Zustand. Smartmeter müssen bei Installation einer PV-Anlage nachgerüstet werden. Die Hausanschlusskästen müssen ggf. getauscht bzw. die Sicherungen gewechselt werden. Laut Netzbetreiber ist ein Anschluss unter diesen Voraussetzungen für eine Anlage mit 92 kW _p möglich.

Luftbildbewertung und sonstige
Einschränkungen:



Aufgrund der umliegende Bäume sind die Dächer II und V stark verschattet und für die Installation einer PV-Anlage nicht geeignet. Durch die Form und niedrige Höhe des Dach VI ist dieses ebenfalls nicht für die Installation einer PV-Anlage geeignet.

Die restlichen Dächer sind frei von Restriktionen.

Fotodokumentation im Rahmen der Begehung am 19.05.2022:



Abbildung 1: Flachdach I



Abbildung 2: Flachdach II



Abbildung 3: Flachdach III



Abbildung 4: Turnhalle



Abbildung 5: Nördliche Hälfte Satteldach V



Abbildung 6: Nahaufnahme Blechdach (II, III, V)



Abbildung 7: Innenansicht Flachdach IV



Abbildung 8: Unterverteilung I mit Ferrariszähler (Hausmeisterbüro)



Abbildung 9: Unterverteilung II (Turnhalle)

Potenzialanalyse:

Nachfolgend werden zwei unterschiedlich dimensionierte PV-Anlagen untersucht. In der ersten Variante „maximal installierte Leistung“ wurden alle sinnvoll nutzbaren Flächen mit Modulen versehen. Da diese Variante unwirtschaftlich ist, wurde die Ausrichtung der Module optimiert und die gesamte Anlagengröße entsprechend angepasst.

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 das Lastprofil einer repräsentativen Schule verwendet:

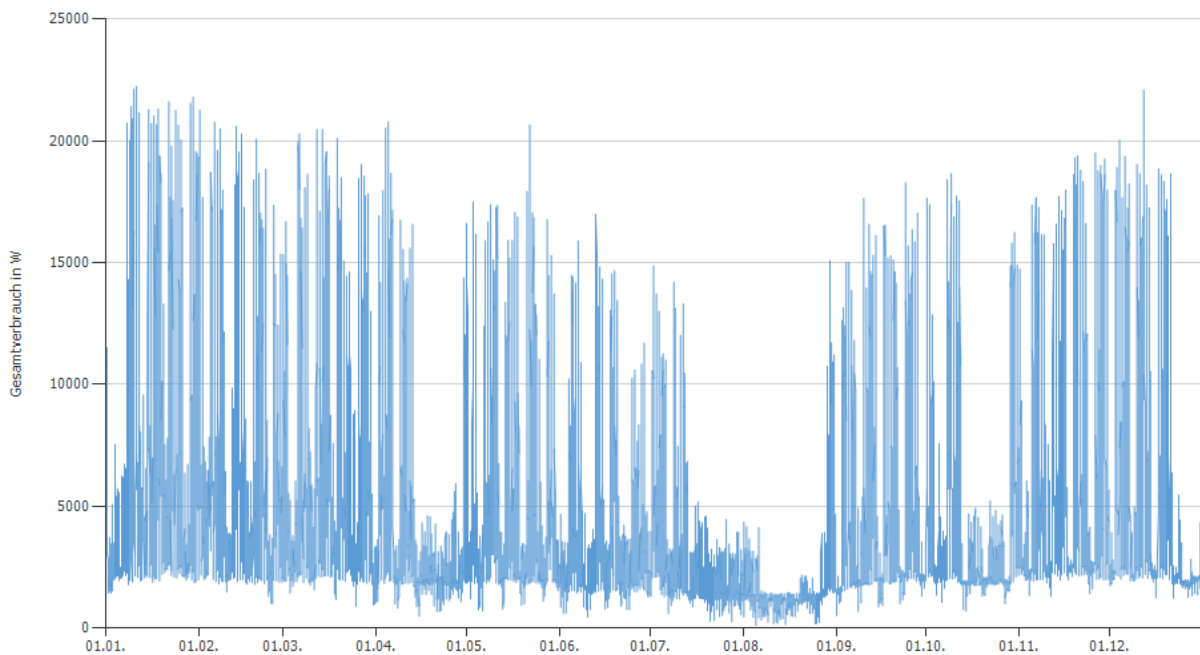


Abbildung 10: Jährlicher Energieverbrauch anhand des verwendeten Lastprofils

Verschattungsanalyse

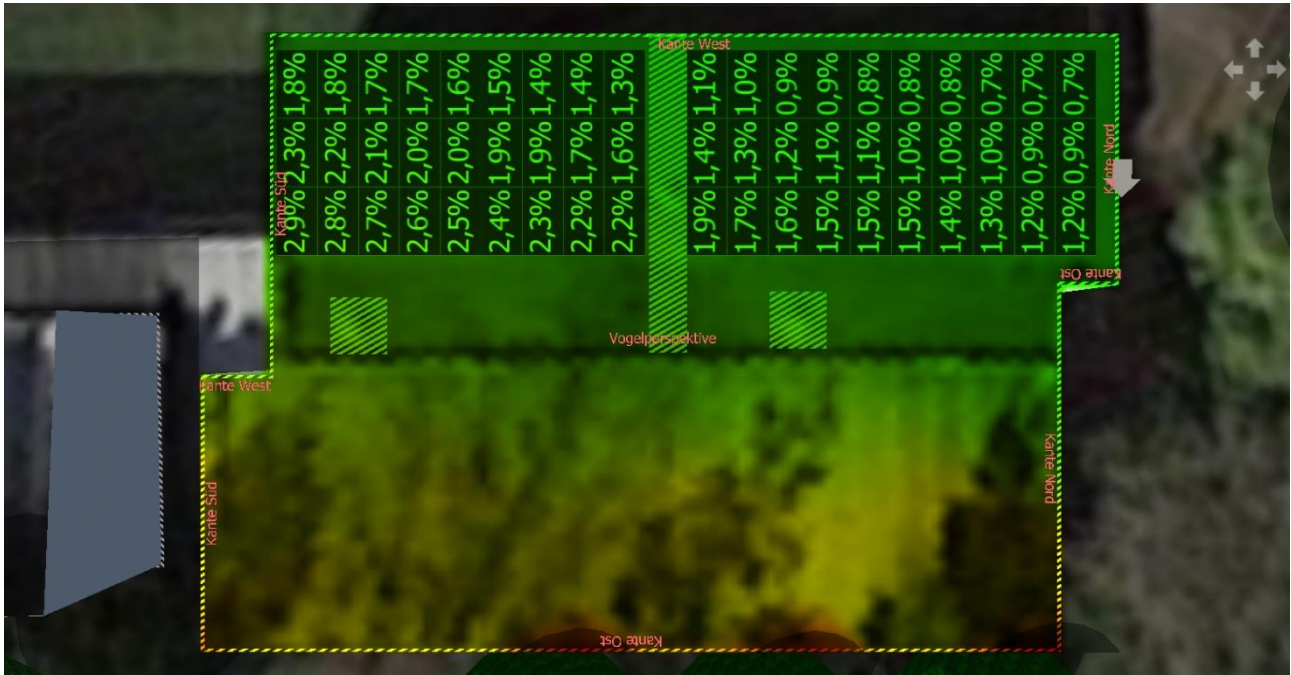


Abbildung 11: Verschattungsanalyse Flachdach I dachparallel („maximal installierte Leistung“)



Abbildung 12: Verschattungsanalyse Flachdach I Aufständigung Ost/West („wirtschaftlich optimiert“)



Abbildung 16: Verschattungsanalyse Flachdach IV Aufständering Ost/West („maximal installierte Leistung“)



Abbildung 17: Verschattungsanalyse Flachdach IV Aufständering Süd („wirtschaftlich optimiert“)

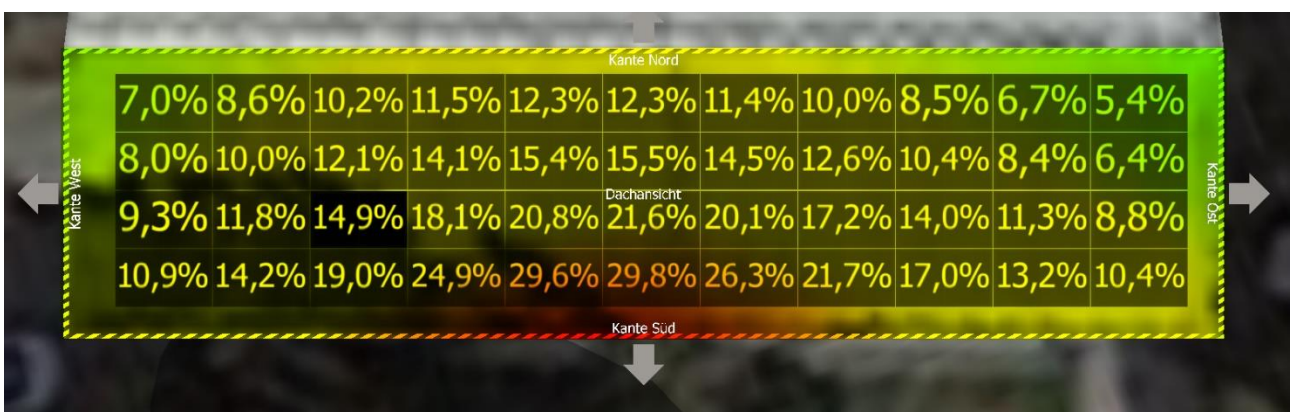


Abbildung 18: Verschattungsanalyse Satteldach V (wegen hoher Verschattung nicht weiter betrachtet)

Variante „Maximale Anlagengröße“



Abbildung 19: PV-Anlage – genordete Draufsicht Variante „Maximale Anlagengröße“ (PVsol*premium)

Deckung des Verbrauchs

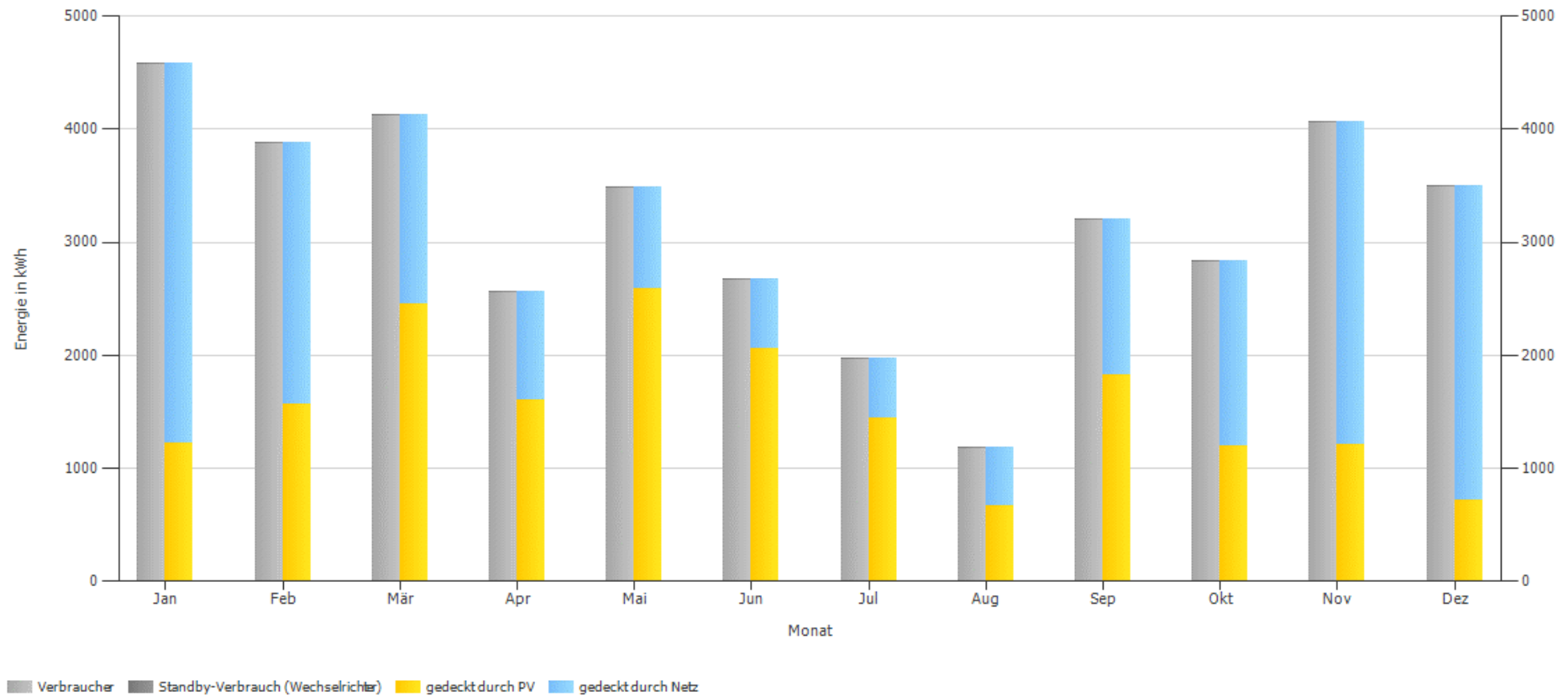


Abbildung 20: Gegenüberstellung des prognostizierten Ertrags und Verbrauchs

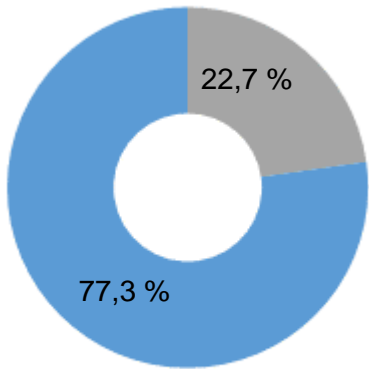
	Verbrauch	Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	gedeckt durch PV	gedeckt durch Netz	gesamter PV-Ertrag	Netzeinspeisung
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Jan	4576,8	2,949	1226,2	3353,5	1647,2	421,0
Feb	3872,7	2,029	1563,5	2311,2	2909,8	1346,3
Mär	4128,3	2,246	2447,4	1683,1	6332,5	3884,9
Apr	2556,0	2,359	1600,1	958,3	9903,2	8303,1
Mai	3478,2	2,939	2589,1	892,1	11675,0	9085,8
Jun	2665,2	2,590	2054,1	613,7	12483,0	10428,0
Jul	1965,0	3,211	1448,8	519,4	12362,0	10913,0
Aug	1181,8	2,449	662,0	522,2	10156,0	9494,2
Sep	3195,5	2,241	1828,4	1369,4	6999,3	5170,9
Okt	2831,8	2,261	1200,9	1633,1	4110,8	2909,9
Nov	4064,8	2,419	1212,2	2855,0	1890,7	678,5
Dez	3493,9	3,732	721,4	2776,2	1206,4	485,0
Jahr	38010,0	31,422	18554,2	19487,2	81675,9	63120,5

Kaiserstr. 158 Variante „Maximale Anlagengröße“	
Kennwerte der PV-Anlage:	
Anlagengröße [kWp]	91,2
Ausrichtung der Module	Ost/West
Modulneigung	10° dachparallel
Modulanzahl (Stk.)	237
Auswertung der Simulation:	
Spez. Ertrag [kWh/kWp]	894,8
Ertrag [kWh/a] (Durchschnitt)	81.675
Eigenverbrauch [kWh/a]	18.554
Eingespeister Strom [kWh/a]	63.120
Restlicher Netzbezug [kWh/a]	19.487
Eigenverbrauch [%] (Durchschnitt)	22,7
Autarkiegrad [%] (Durchschnitt)	48,8
Einspeisequote [%] (Durchschnitt)	77,3
Wirtschaftlichkeit:	
Investitionskosten (netto) [€]	127.800
Laufende jährliche Kosten [€/a]	2.550
Rendite [%]	Unwirtschaftlich innerhalb des Betrachtungszeitraums ¹
Amortisation [a]	Unwirtschaftlich innerhalb des Betrachtungszeitraums ¹
Zugrunde liegender Strompreis [€/kWh]	0,2685
Stromkostensparnis [€/a] (Durchschnitt)	4.975
Einspeisevergütung [€/kWh]	0,062
Einspeisevergütung [€/a]	3.430
Barwert nach 20 a* [20a]	-18.700
Klimaschutz:	
CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]	470
CO ₂ -Einsparung [kg/a]	38.373

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

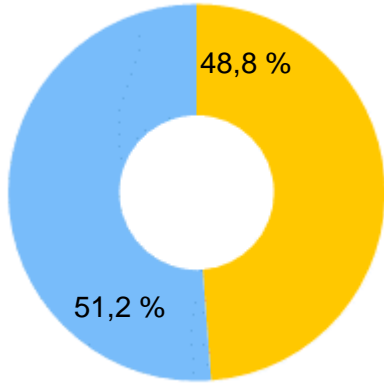
¹ Bei einer Direkteinspeisung ist diese Variante ab einem Vergütungssatz von 11 ct/kWh wirtschaftlich: 8.984,25 Euro/a | Amortisation: ca. 20 Jahre

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



- Eigenverbrauch
- Abregelung am Einspeisepunkt
- Netzeinspeisung

Gesamtverbrauch



- gedeckt durch PV
- gedeckt durch Netz

Variante „Wirtschaftlich optimiert“



Abbildung 21: PV-Anlage – genordete Draufsicht Variante „Wirtschaftlich optimiert“ (PVsol*premium)

Deckung des Verbrauchs

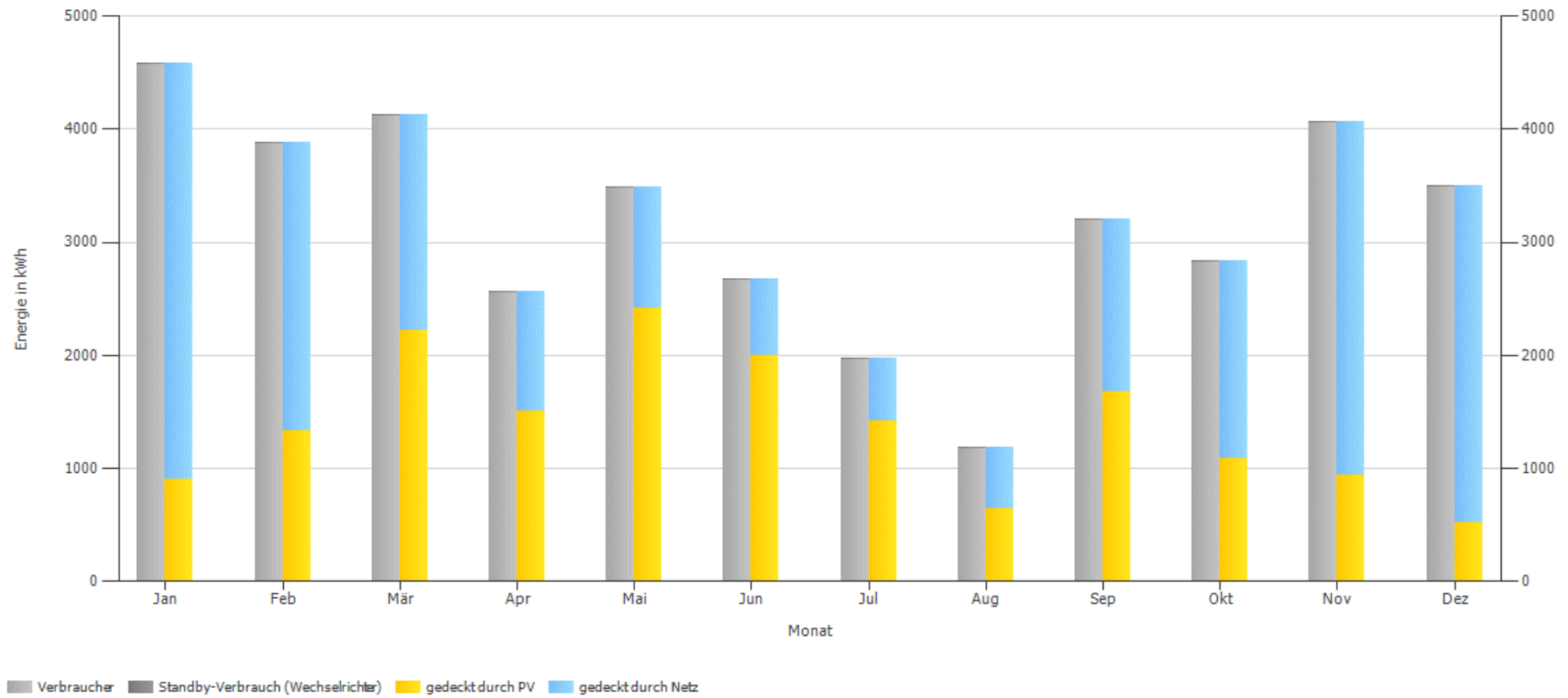


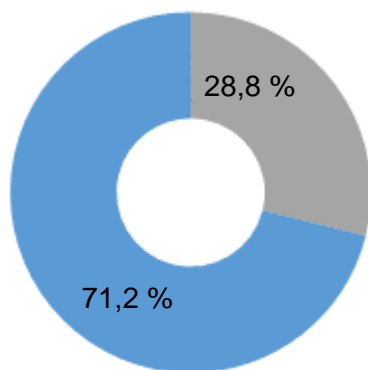
Abbildung 22: Gegenüberstellung des prognostizierten Ertrags und Verbrauchs

	Verbrauch	Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	gedeckt durch PV	gedeckt durch Netz	gesamter PV-Ertrag	Netzeinspeisung
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Jan	4576,8	3,366	896,0	3684,1	1070,8	174,7
Feb	3872,7	2,344	1331,9	2543,1	2024,4	692,2
Mär	4128,3	2,611	2223,7	1907,1	4776,7	2552,9
Apr	2556,0	2,696	1509,4	1049,3	7239,4	5730,0
Mai	3478,2	3,371	2410,0	1071,7	8055,9	5645,9
Jun	2665,2	3,094	2001,5	666,7	8487,7	6486,2
Jul	1965,0	3,748	1417,7	551,0	8383,4	6965,6
Aug	1181,8	2,903	638,2	546,6	7193,3	6555,1
Sep	3195,5	2,536	1682,7	1515,4	5257,2	3574,5
Okt	2831,8	2,536	1086,0	1748,3	3200,7	2114,6
Nov	4064,8	2,802	932,6	3135,0	1235,7	303,0
Dez	3493,9	4,211	525,3	2972,8	792,8	267,5
Jahr	38010,0	36,216	16655,0	21391,2	57718,0	41062,2

Kaiserstr. 158 Variante „Wirtschaftlich optimiert“	
Kennwerte der PV-Anlage:	
Anlagengröße [kWp]	63,1
Ausrichtung der Module	Ost/West Süd
Modulneigung	10° 35°
Modulanzahl (Stk.)	164
Auswertung der Simulation:	
Spez. Ertrag [kWh/kWp]	913,5
Ertrag [kWh/a] (Durchschnitt)	57.718
Eigenverbrauch [kWh/a]	16.655
Eingespeister Strom [kWh/a]	41.062
Restlicher Netzbezug [kWh/a]	21.391
Eigenverbrauch [%] (Durchschnitt)	28,8
Autarkiegrad [%] (Durchschnitt)	43,8
Einspeisequote [%] (Durchschnitt)	71,2
Wirtschaftlichkeit:	
Investitionskosten (netto) [€]	88.400
Laufende jährliche Kosten [€/a]	1.800
Rendite [%]	1,3
Amortisation [a]	20
Zugrunde liegender Strompreis [€/kWh]	0,2685
Stromkostensparnis [€/a] (Durchschnitt)	4.460
Einspeisevergütung [€/kWh]	0,0651
Einspeisevergütung [€/a]	2.240
Barwert nach 20 a* [20a]	3.800
Klimaschutz:	
CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]	470
CO ₂ -Einsparung [kg/a]	27.110

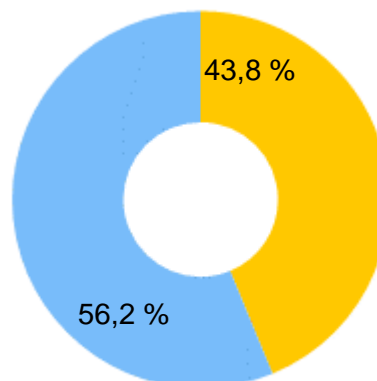
*der Barwert wurde mit einem Abzinsfaktor von 1,00% berechnet.

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Eigenverbrauch
■ Abregelung am Einspeisepunkt
■ Netzeinspeisung

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV
■ gedeckt durch Netz

Fazit

Unter den Randbedingungen der Simulation ist die maximale Anlagengröße nicht wirtschaftlich. Sollte jedoch eine Direkteinspeisevergütung von 11 ct/kWh für die gesamte Anlage erreicht werden, bewegt sich auch diese Variante an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit.

Auf Grund der unsicheren wirtschaftlichen Voraussetzungen wird die wirtschaftlich optimierte Variante zur Umsetzung empfohlen, auch wenn hierdurch ca. 11 Tonnen weniger CO₂-Emissionen pro Jahr vermieden werden.

Durch die Änderungen der Einspeisevergütungen ist es möglich einen Teil der Anlage auf den Eigenverbrauch auszulegen und die restlichen nutzbaren Flächen für eine Direkteinspeisung zu nutzen. Hierdurch ergibt sich die maximal mögliche Wirtschaftlichkeit.