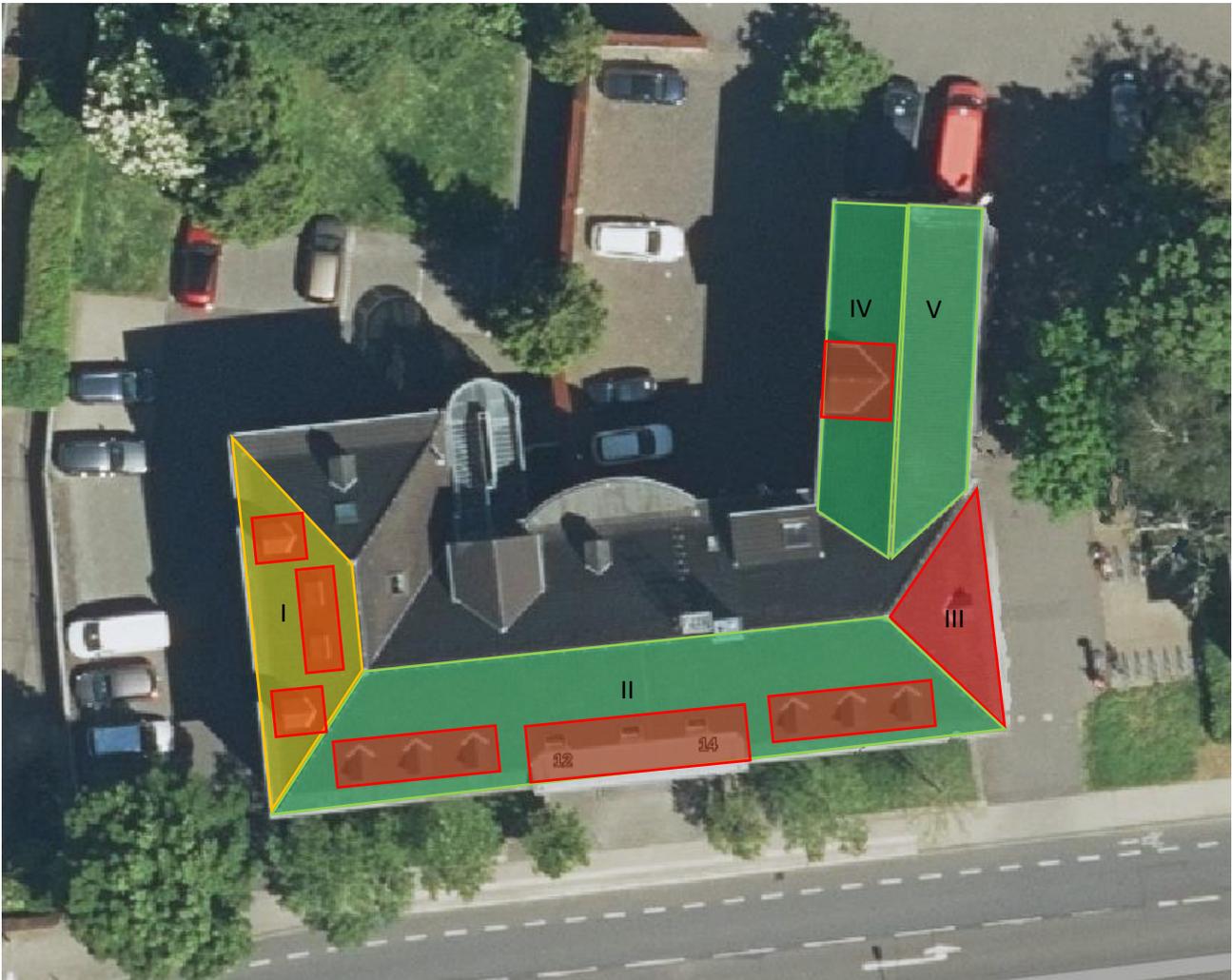


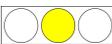
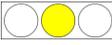
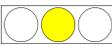
# Gebäudesteckbrief Photovoltaik-Eignung

Objekt: Musikschule

Adresse: Liblarerstr. 12-14, 50321 Brühl



- Nicht nutzbare Fläche
- Eingeschränkt nutzbare Fläche
- Nutzbare Fläche

|  |   |
|--|---|
| Dachfläche /- art:   | Walmdach I: 65 m <sup>2</sup><br>Walmdach II: 190 m <sup>2</sup><br>Walmdach III: 30 m <sup>2</sup><br>Satteldach IV: 60 m <sup>2</sup><br>Satteldach V: 60 m <sup>2</sup>  |
| Sperrflächen:  | 185 m <sup>2</sup> (Lichtkuppeln, Gauben)   |
| Nutzbare Fläche:   | Walmdach I: 25 m <sup>2</sup><br>Walmdach II: 100 m <sup>2</sup><br>Walmdach III: 10 m <sup>2</sup><br>Satteldach IV: 25 m <sup>2</sup><br>Satteldach V: 60 m <sup>2</sup>  |
| Prognostizierte Anlagengröße:  | Walmdach I: 3,8 kW <sub>p</sub><br>Walmdach II: 17,0 kW <sub>p</sub><br>Satteldach IV: 3,8 kW <sub>p</sub><br>Satteldach V: 8,5 kW <sub>p</sub>   |
| Anlagenausrichtung:  | Walmdach I: West<br>Walmdach II: Süd<br>Satteldach IV: West<br>Satteldach V: Ost  |
| Gebäudenutzung:  | Musikschule   |
| Strombedarf:   | 12.867 kWh  |
| Denkmalschutz / Gestaltungssatzung:<br>             | Eine Abstimmung mit der Denkmalbehörde ist auf Grund des Nachbargebäudes notwendig.   |
| Bauchlicher Zustand der Dachflächen:<br>            | Die Dachflächen sind insgesamt in einem guten Zustand.  |
| Statische Belastbarkeit:<br>                        | Augenscheinlich ist die Dachkonstruktion in der Lage die zusätzliche Last durch eine PV Anlage zu tragen. Es wird empfohlen die Statik zu prüfen.   |
| Kapazitäten der Elektroinstallation:<br>            | Die elektrische Infrastruktur befindet sich in einem guten Zustand. Ein Selektiver Hauptleitungsschutzschalter (SH-Schalter) und Überspannungsableiter fehlen und müssen bei der Installation der Anlage nachgerüstet werden. Das vorhandene BHKW muss bei der Erstellung des Messkonzeptes berücksichtigt werden. (vgl. Abbildung 13). |
| Luftbildbewertung und sonstige Einschränkungen:<br> | Die vorhandenen Gauben schränken die zur Verfügung stehende Fläche ein, sind jedoch kein Hindernis für eine PV Anlage. Auf Grund der Höhe des Gebäudes (2 bzw. 3 Geschosse) sowie die steile Dachneigung wird die Installation der Anlage aufwändiger und teurer.   |

Fotodokumentation im Rahmen der Begehung am 26.04.2022:



Abbildung 1: Walmdach II / Südansicht des Gebäudes



Abbildung 2: Satteldach IV



Abbildung 3: Walmdach I

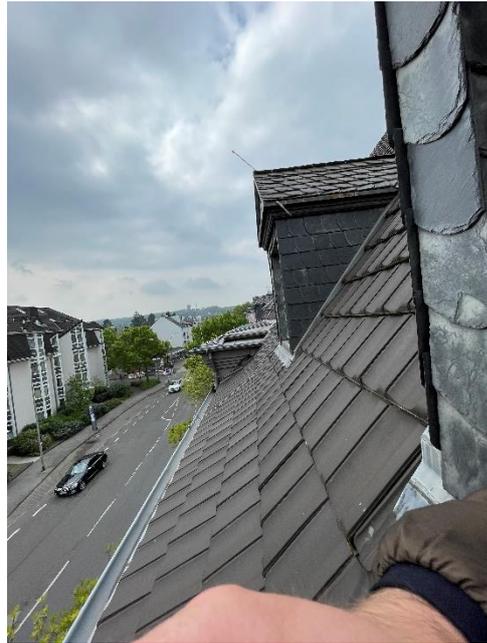


Abbildung 4: Walmdach II / Blickrichtung West



Abbildung 5: Innenansicht Walmdach I



Abbildung 6: Innenansicht Walmdach II



Abbildung 7: Typenschild BHKW



Abbildung 8: Unterverteilung des Gebäudes

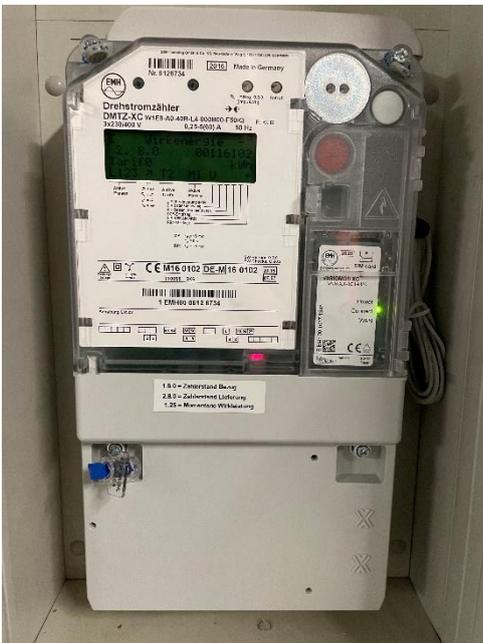


Abbildung 9: Vorhandener Drehstromzähler  
 Zählernummer: 1 EMH00 0612 6734

## Potenzialanalyse:

Nachfolgend werden zwei unterschiedlich dimensionierte PV-Anlagen untersucht. In der ersten Variante wird die maximal mögliche Modulbelegung dargestellt. Um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu erhöhen, wurde die Anlage auf das Walmdach II beschränkt. Hier sind die Verschattungsverluste am geringsten und durch eine geringere Anlagenleistung erhöht sich der Anteil des selbst genutzten Stroms.

Da keine Lastgangdaten verfügbar waren, wurde das Lastprofil G1 des BDEW<sup>1</sup> zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit genutzt. Dieser Lastgang wird repräsentativ für Schulen und Gewerbe mit einem werktäglichen Betrieb genutzt. Das BHKW wurde anhand der vorhandenen Daten mit 4200 Volllaststunden abgeschätzt. Der Betrieb des BHKW wurde von Oktober bis April als konstant angenommen:

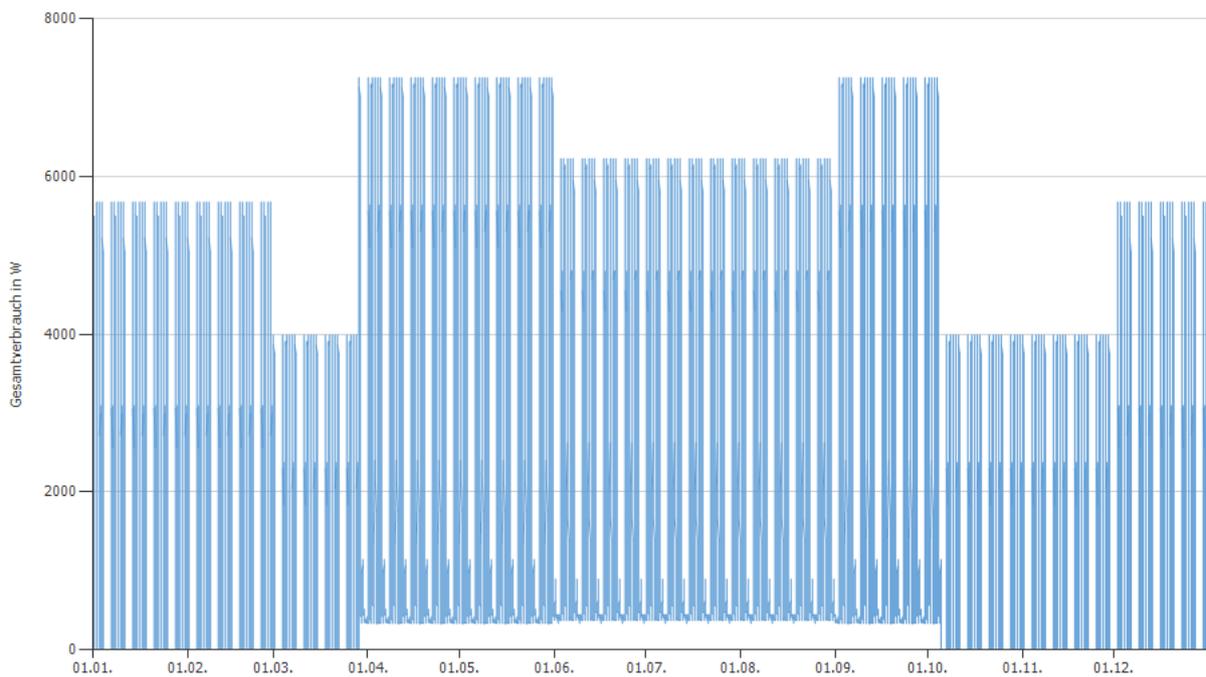


Abbildung 10: Jährlicher Energieverbrauch anhand des verwendeten Lastprofils

<sup>1</sup> Quelle: Zuordnung der VDEW-Lastprofile zum Kundengruppenschlüssel

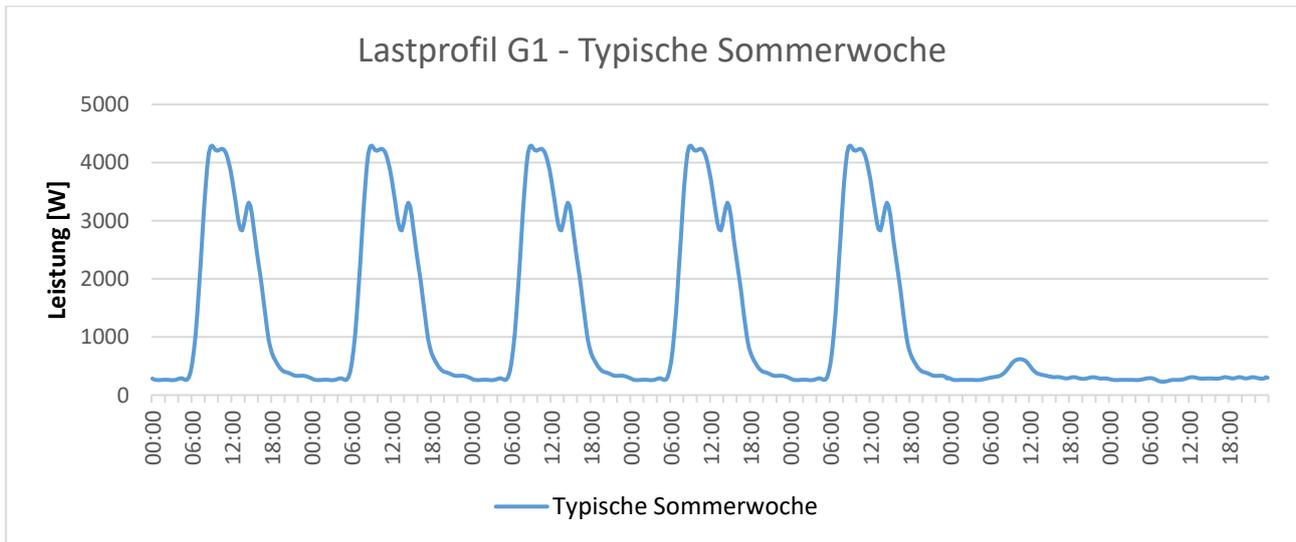


Abbildung 11: Detaillierte Darstellung einer Sommerwoche

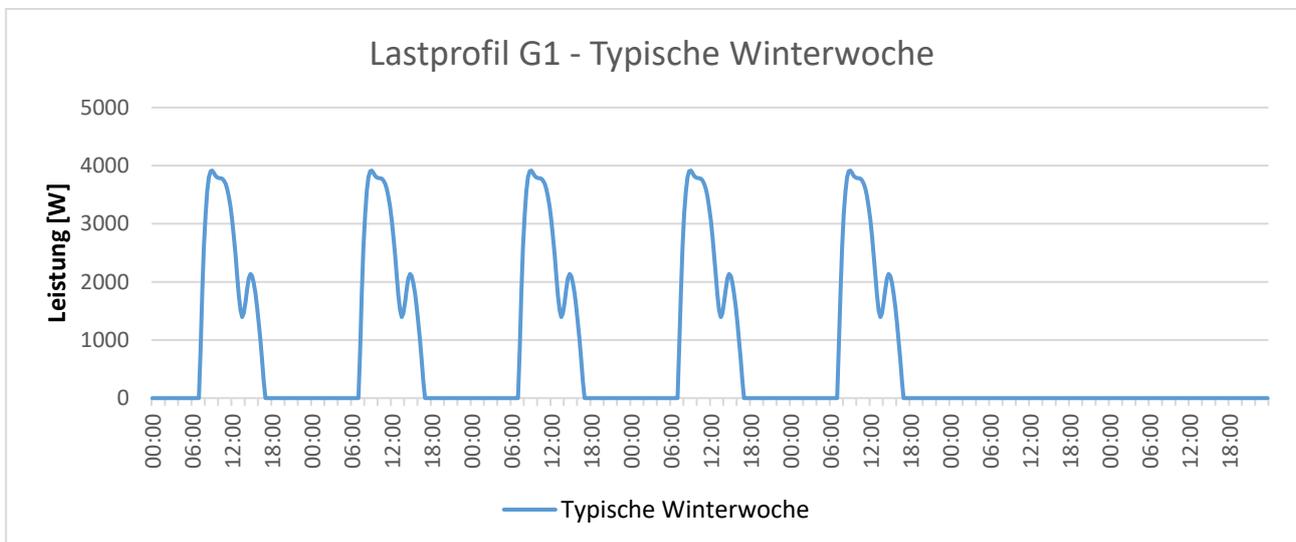


Abbildung 12: Detaillierte Darstellung einer Winterwoche

In den Wintermonaten wird die Grundlast durch das BHKW abgedeckt. Somit wird in diesem Zeitraum lediglich tagsüber Strom aus dem Netz bezogen. Das BHKW steht somit nicht im Widerspruch zu einer PV-Anlage.

Netz des Netzbetreibers

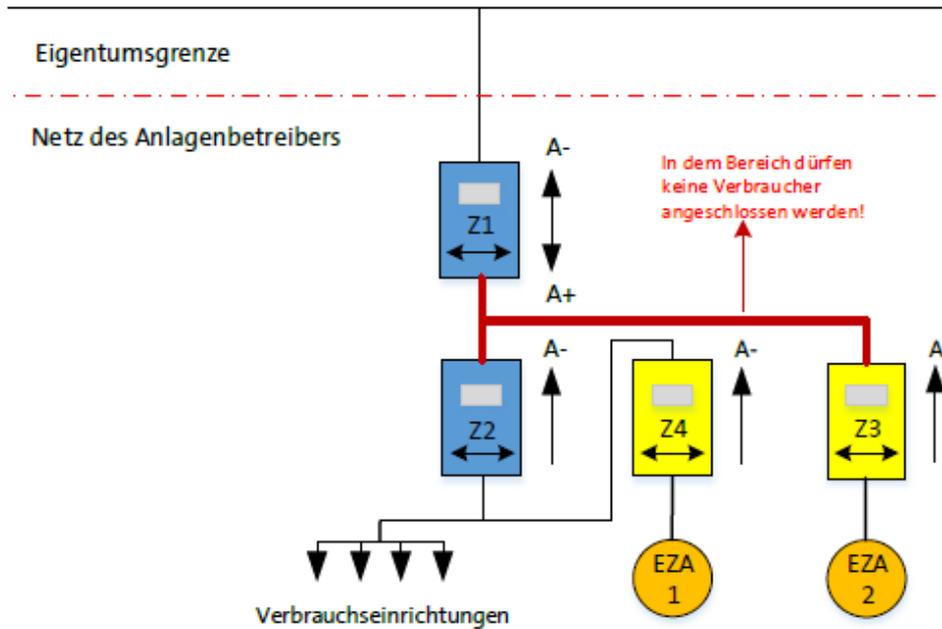


Abbildung 13: Messkonzept bei zwei unterschiedlichen Einspeisevergütungen<sup>2</sup>

Sollte eine PV-Anlage errichtet werden, so muss neben dem Zähler für die Anlage (Z3) ein weiterer bidirektionaler Stromzähler (Z2) zwischen dem Hauptzähler (Z1) und dem Zähler des BHKW (Z4) installiert werden. Die PV-Anlage muss zwischen Z1 und Z2 angeschlossen werden. An der Leitung zwischen der PV-Anlage und den Zählern Z1 und Z2 dürfen keine Verbraucher angeschlossen werden.

<sup>2</sup> Quelle: Messkonzepte für Erzeugungsanlagen – Bn Netze

Variante „maximal installiere Leistung“:



Abbildung 14: PV-Anlage – genordete Draufsicht Variante „maximal installiere Leistung“ (PVSOL\*premium)

Verschattungsübersicht der untersuchten Dächer

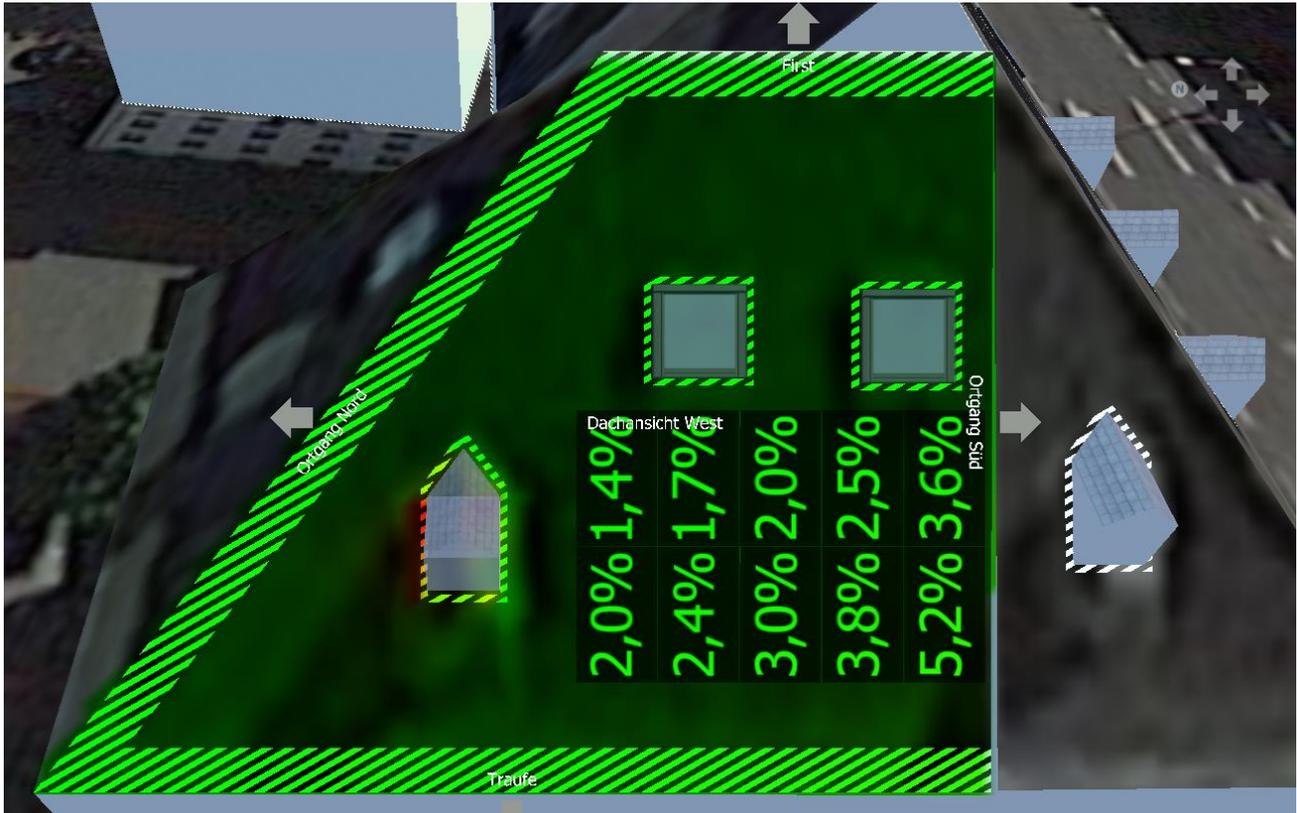


Abbildung 15: Verschattung des Walmdach I

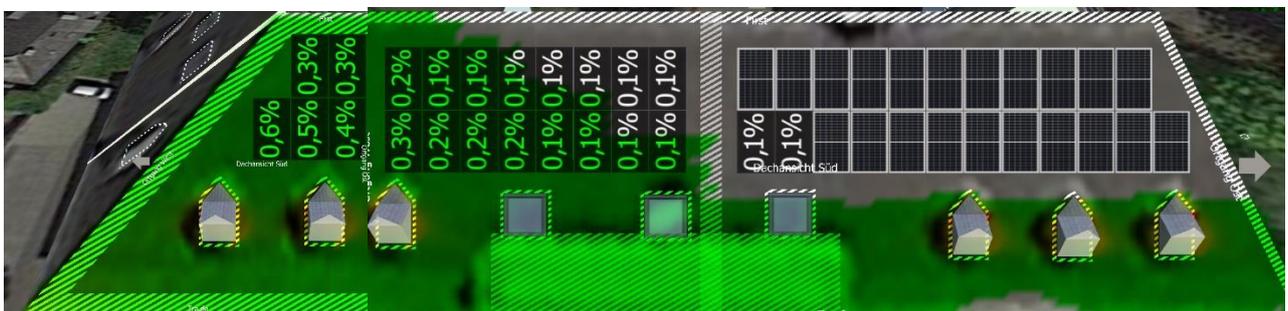


Abbildung 16: Verschattung des Walmdach II

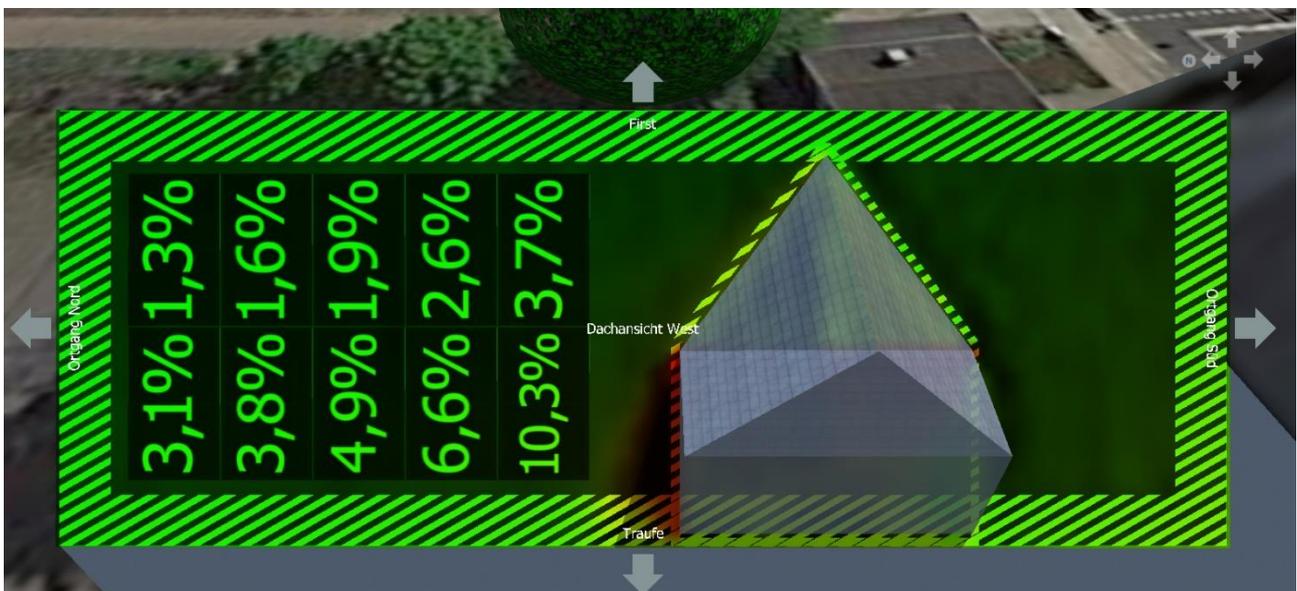


Abbildung 17: Verschattung des Satteldach IV



Abbildung 18: Verschattung des Satteldach V

Mit weniger als 10% sind die Verschattungsverluste gering. Insbesondere das nach Süden ausgerichtete Walmdach II weist durch das relativ hohe Gebäude sehr geringe Verschattungsverluste auf.

Deckung des Verbrauchs

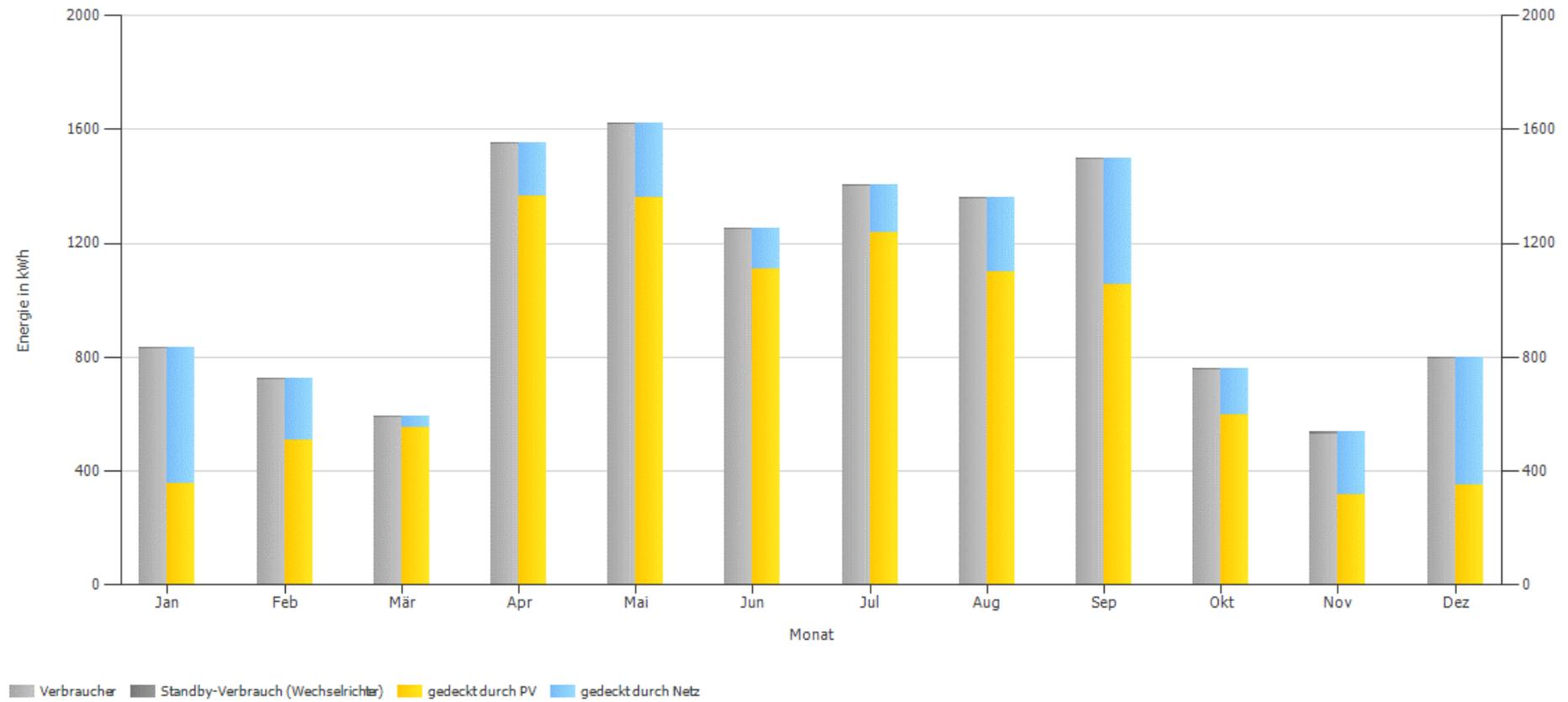


Abbildung 19: Monatliche Gegenüberstellung der Verbrauchsabdeckung

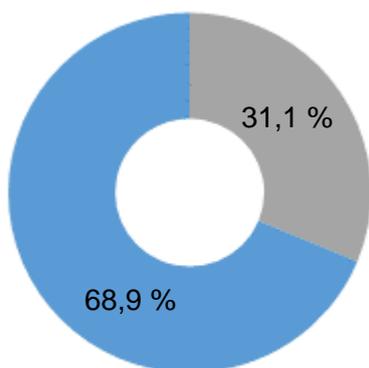
Tabelle 1: Darstellung der monatlichen Werte

|      | Verbrauch | Standby-Verbrauch (Wechselrichter) | gedeckt durch PV | gedeckt durch Netz | gesamter PV-Ertrag | Netzeinspeisung |
|------|-----------|------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|      | kWh       | kWh                                | kWh              | kWh                | kWh                | kWh             |
| Jan  | 827,54    | 6,979                              | 358,0            | 476,5              | 952,4              | 594,4           |
| Feb  | 719,6     | 5,629                              | 510,3            | 215,0              | 1465,6             | 955,4           |
| Mär  | 587,03    | 5,472                              | 553,9            | 38,6               | 2688,1             | 2134,1          |
| Apr  | 1549,2    | 4,600                              | 1362,6           | 191,2              | 3822,4             | 2459,8          |
| Mai  | 1615,4    | 4,325                              | 1358,9           | 260,9              | 4050,7             | 2691,9          |
| Jun  | 1248,7    | 3,933                              | 1108,4           | 144,3              | 4135,4             | 3027,0          |
| Jul  | 1398,2    | 4,252                              | 1235,0           | 167,5              | 4192,1             | 2957,1          |
| Aug  | 1353,1    | 4,538                              | 1097,8           | 259,8              | 3666,0             | 2568,1          |
| Sep  | 1491,8    | 4,959                              | 1054,9           | 441,9              | 2887,2             | 1832,4          |
| Okt  | 754,59    | 5,853                              | 597,6            | 162,8              | 2021,0             | 1423,3          |
| Nov  | 530,24    | 6,508                              | 316,9            | 219,9              | 1045,4             | 728,5           |
| Dez  | 791,56    | 7,395                              | 349,1            | 449,9              | 766,7              | 417,6           |
| Jahr | 12866,96  | 64,441                             | 9903,3           | 3028,1             | 31693,0            | 21789,5         |

| <b>Liblarerstr. 12-14 „maximal installierte Leistung“</b> |                          |
|---|--------------------------|
| <b>Kennwerte der PV-Anlage:</b>                           |                          |
| Anlagengröße [kWp]  | 33,1                     |
| Ausrichtung der Module                                    | Ost<br>West<br>Süd       |
| Modulneigung  | 40° - 45° (dachparallel) |
| Modulanzahl (Stk.)  | 86                       |
| <b>Auswertung der Simulation:</b>                         |                          |
| Spez. Ertrag [kWh/kWp]                                    | 995,25                   |
| Ertrag [kWh/a] (Durchschnitt)                             | 31.693                   |
| Eigenverbrauch [kWh/a]                                    | 9.903                    |
| Eingespeister Strom [kWh/a]                               | 21.790                   |
| Restlicher Netzbezug [kWh/a]                              | 3.028                    |
| Eigenverbrauch [%] (Durchschnitt)                         | 31,1                     |
| Autarkiegrad [%] (Durchschnitt)                           | 76,6                     |
| Einspeisequote [%] (Durchschnitt)                         | 68,9                     |
| <b>Wirtschaftlichkeit:</b>                                |                          |
| Investitionskosten (netto) [€]                            | 46.400                   |
| Laufende jährliche Kosten [€/a]                           | 930                      |
| Rendite [%]   | 2,9                      |
| Amortisation [a]  | 16,7                     |
| Zugrunde liegender Strompreis [€/kWh]                     | 0,2715                   |
| Stromkostensparnis [€/a] (Durchschnitt)                   | 2.670                    |
| Einspeisevergütung [€/kWh]                                | 0,071                    |
| Einspeisevergütung [€/a]                                  | 1.547                    |
| Barwert nach 20 a* [20a]                                  | 10.500                   |
| <b>Klimaschutz:</b>                                       |                          |
| CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor [g/kWh]                  | 470                      |
| CO <sub>2</sub> -Einsparung [kg/a]                        | 14.865                   |

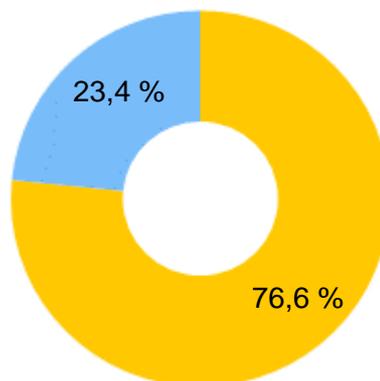
\*der Barwert wurde mit einem Abzinsfaktor von 1,00% berechnet.

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Eigenverbrauch  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV  
■ gedeckt durch Netz

Variante „wirtschaftlich optimiert“:



Abbildung 20: PV-Anlage – genordete Draufsicht Variante „wirtschaftlich optimiert“ (PVSOL\*premium)

Deckung des Verbrauchs

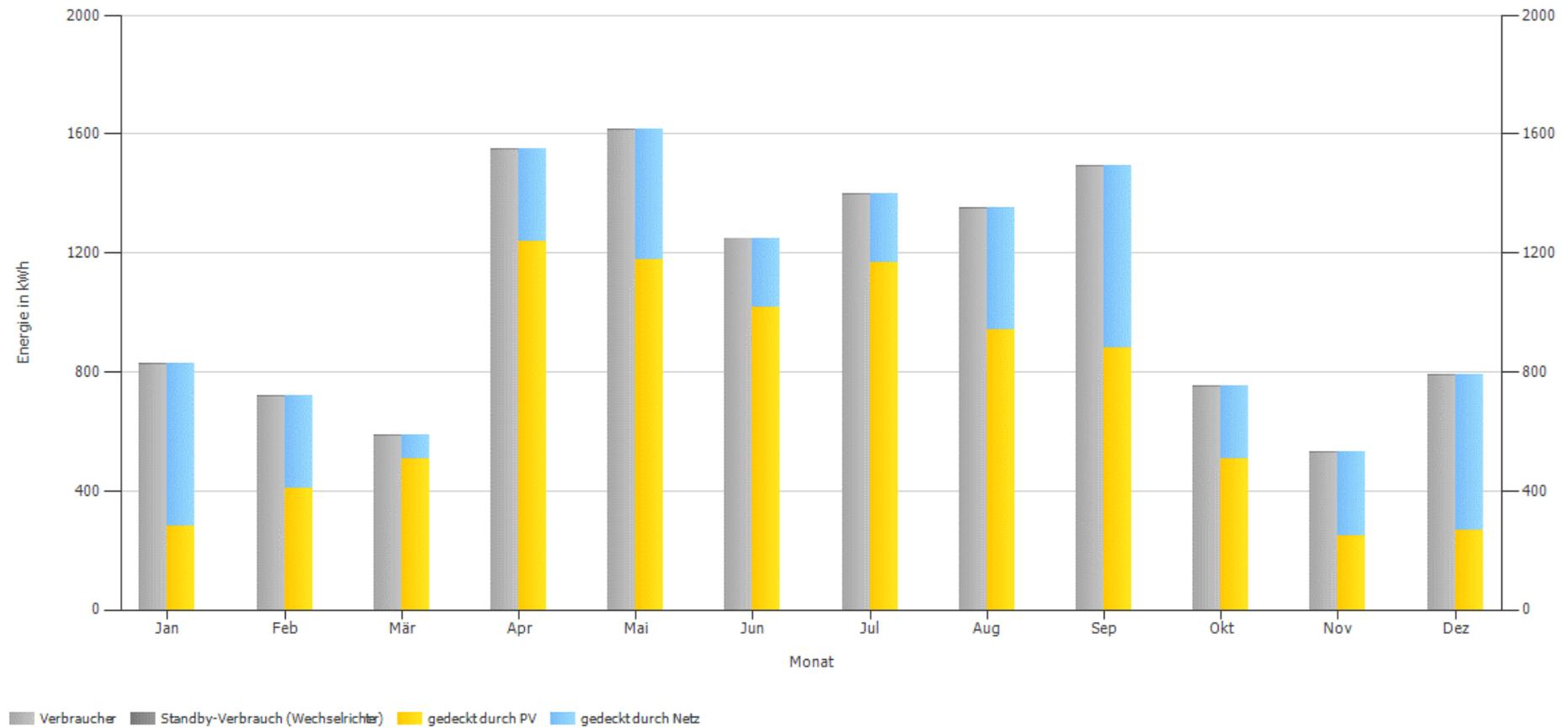


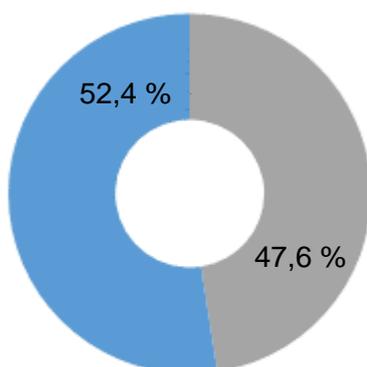
Abbildung 21: Monatliche Gegenüberstellung des prognostizierten Ertrags und Verbrauchs

|      | Verbrauch | Standby-Verbrauch (Wechselrichter) | gedeckt durch PV | gedeckt durch Netz | gesamter PV-Ertrag | Netzeinspeisung |
|------|-----------|------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|      | kWh       | kWh                                | kWh              | kWh                | kWh                | kWh             |
| Jan  | 827,5     | 0,099                              | 279,2            | 548,5              | 686,5              | 407,3           |
| Feb  | 719,6     | 0,080                              | 406,5            | 313,1              | 964,1              | 557,6           |
| Mär  | 587,0     | 0,076                              | 507,6            | 79,5               | 1607,2             | 1099,5          |
| Apr  | 1549,2    | 0,062                              | 1239,9           | 309,3              | 2165,9             | 926,0           |
| Mai  | 1615,4    | 0,055                              | 1175,7           | 439,8              | 2152,9             | 977,2           |
| Jun  | 1248,7    | 0,045                              | 1015,2           | 233,6              | 2135,8             | 1120,7          |
| Jul  | 1398,2    | 0,051                              | 1165,9           | 232,4              | 2174,8             | 1008,9          |
| Aug  | 1353,1    | 0,059                              | 939,6            | 413,5              | 1998,9             | 1059,2          |
| Sep  | 1491,8    | 0,069                              | 880,1            | 611,8              | 1685,2             | 805,1           |
| Okt  | 754,6     | 0,084                              | 506,7            | 248,0              | 1283,0             | 776,3           |
| Nov  | 530,2     | 0,092                              | 249,3            | 281,0              | 730,7              | 481,3           |
| Dez  | 791,6     | 0,104                              | 265,0            | 526,7              | 556,7              | 291,7           |
| Jahr | 12867,0   | 0,875                              | 8630,8           | 4237,1             | 18141,7            | 9510,8          |

| <b>An der Synagoge 1 „wirtschaftlich optimiert“</b> |        |
|---|--------|
| <b>Kennwerte der PV-Anlage:</b>                     |        |
| Anlagengröße [kWp]                                  | 16,9   |
| Ausrichtung der Module                              | Süd    |
| Modulneigung  | 45°    |
| Modulanzahl (Stk.)                                  | 39     |
| <b>Auswertung der Simulation:</b>                   |        |
| Spez. Ertrag [kWh/kWp]                              | 1070,8 |
| Ertrag [kWh/a] (Durchschnitt)                       | 18.142 |
| Eigenverbrauch [kWh/a]                              | 8.631  |
| Eingespeister Strom [kWh/a]                         | 9.511  |
| Restlicher Netzbezug [kWh/a]                        | 4.237  |
| Eigenverbrauch [%] (Durchschnitt)                   | 47,6   |
| Autarkiegrad [%] (Durchschnitt)                     | 67,1   |
| Einspeisequote [%] (Durchschnitt)                   | 52,4   |
| <b>Wirtschaftlichkeit:</b>                          |        |
| Investitionskosten (netto) [€]                      | 23.700 |
| Laufende jährliche Kosten [€/a]                     | 475    |
| Rendite [%]   | 8,8    |
| Amortisation [a]                                    | 9,8    |
| Zugrundeliegender Strompreis [€/kWh]                | 0,2715 |
| Stromkostensparnis [€/a] (Durchschnitt)             | 2.350  |
| Einspeisevergütung [€/kWh]                          | 0,0716 |
| Einspeisevergütung [€/a]                            | 680    |
| Barwert nach 20 a* [20a]                            | 14.175 |
| <b>Klimaschutz:</b>                                 |        |
| CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor [g/kWh]            | 470    |
| CO <sub>2</sub> -Einsparung [kg/a]                  | 8.526  |

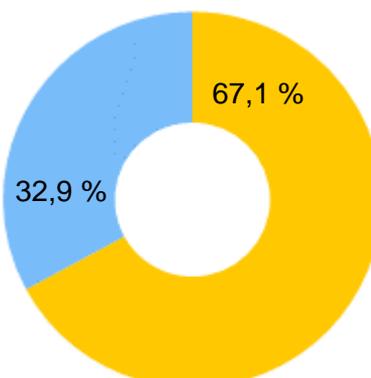
\*der Barwert wurde mit einem Abzinsfaktor von 1,00% berechnet.

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Eigenverbrauch  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV    ■ gedeckt durch Netz

## **Fazit**

Das Walmdach II ist ideal für die Installation einer PV-Anlage. Im Zuge einer Anlagenmontage sollte nach Möglichkeit auch auf den Satteldächern IV und V eine PV-Anlage installiert werden.

Da die größtmögliche Anlage der ersten Variante nur unwesentlich weniger wirtschaftlich ist als die wirtschaftlich optimierte Variante (2) und fast doppelt so viele CO<sub>2</sub>-Emissionen vermeidet, wird die Umsetzung der Variante 1 empfohlen.