

„Untersuchung der Machbarkeit der Errichtung von PV-Anlagen auf den öffentlichen Liegenschaften der VG Maifeld und ihrer Städte und Ortsgemeinden“

Konzepterstellung

Ein Projekt der:



# „Untersuchung der Machbarkeit der Errichtung von PV-Anlagen auf den öffentlichen Liegenschaften der VG Maifeld und ihrer Städte und Ortsgemeinden“

## Konzepterstellung

### Auftraggeber:

Verbandsgemeinde Maifeld	Ansprechpartner:
Marktplatz 4-6	Arno Reichelt
56751 Polch	Telefon: 02654 / 9402 - 214
	Mail: <a href="mailto:arno.reichelt@maifeld.de">arno.reichelt@maifeld.de</a>

### Konzepterstellung:

Transferstelle Bingen (TSB)	Telefon: 06721 / 98 424 0
Berlinstraße 107a	<a href="mailto:tsb@tsb-energie.de">tsb@tsb-energie.de</a>
55411 Bingen	
<b>TSB-Projektnummer: 362505</b>	<b>Datum: 24.02.2021</b>

### Projektleitung:

Kerstin Kriebs	Telefon: 06721 / 98 424 264
	<a href="mailto:kriebs@tsb-energie.de">kriebs@tsb-energie.de</a>

### Bearbeitung:

Daniel Baumgarten, Kerstin Kriebs



Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung • Berlinstr. 107a • 55411 Bingen

im

Institut für Innovation, Transfer und Beratung gGmbH

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Bestandsaufnahme/Rahmenbedingung</b> .....	<b>10</b>
2.1 Datengrundlage / Bestandsaufnahme .....	10
2.1.1 Datenerhebung.....	10
2.1.2 Ergänzungen durch Solardachkataster .....	12
2.1.3 Datengüte .....	13
2.2 Gebäudestruktur .....	15
<b>3 AP1 - Grobanalyse</b> .....	<b>17</b>
3.1 Methodik.....	18
3.1.1 Ausschlusskriterien von Gebäuden.....	18
3.1.2 Autarkiegrad.....	18
3.1.3 Straßenbeleuchtung .....	23
3.2 Berücksichtigung der Rahmenparameter .....	26
3.2.1 Potenzial für das Klima .....	26
3.2.2 Potenzial für die Finanzen der Kommunen.....	28
3.2.3 Straßenbeleuchtung .....	30
3.3 Ergebnisse.....	33
3.3.1 Allgemeine Zusammenfassung der Ergebnisse.....	34
3.3.2 Aspekt geeignete Flächen – Potenzial der installierbaren Leistung .....	35
3.3.3 Aspekt Eigenverbrauchsquote .....	37
3.3.4 Weitere Auswertung zur Ergebnispräsentation.....	37
<b>4 Zwischenfazit</b> .....	<b>40</b>
<b>5 AP 2 Feinanalyse</b> .....	<b>43</b>
5.1 Methodik.....	43
5.2 Rahmenparameter in der Ertragssimulation .....	45
5.2.1 Parameter zur Ertragssimulation.....	45
5.2.2 Parameter zur wirtschaftlichen Bewertung.....	47

5.3	Ergebnisse der Ertragssimulation.....	48
5.4	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	64
5.5	Ökologische Bewertung .....	75
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit.....</b>	<b>76</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>78</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>79</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>80</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Abfrage Allgemeiner Informationen.....	11
Abbildung 2-2 Abfrage zu Dacheigenschaften.....	11
Abbildung 2-3 Eindruck aus Solardachkataster zur PV-Eignung .....	13
Abbildung 2-4 Übersicht der berücksichtigten Liegenschaften in PV-Eignungsmatrix (Gebäudeclustering) .....	15
Abbildung 3-1 Auszug der PV-Eignungsmatrix .....	17
Abbildung 3-2 Beispiel Korrekturfaktor 2 (Stromverbrauch zu PV-Dachfläche) .....	23
Abbildung 3-3 Bildausschnitt Einholung Informationen Straßenbeleuchtung .....	24
Abbildung 3-4 Ausschnitt aus PV-Eignungsmatrix   Straßenbeleuchtung .....	25
Abbildung 3-5 Entwicklung der EEG-Vergütung PV (vgl. (Quaschnig, 2016)) .....	28
Abbildung 3-6 PV-Potenzial   Gemeinschaftshäuser.....	35
Abbildung 3-7 PV Potenzial   Stadt Polch .....	36
Abbildung 3-8 EV-Quote   Gemeinschaftshäuser.....	37
Abbildung 3-9 Eigenstromverbrauch (ohne Straßenbeleuchtung)   Gemeinschaftshäuser .....	38
Abbildung 3-10 Eigenstromverbrauch (mit Straßenbeleuchtung)   Gemeinschaftshäuser .....	38
Abbildung 4-1 Vorauswahl AP2   10 Liegenschaften.....	40

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Verteilung der Objekte in PV-Eignungsmatrix .....	15
Tabelle 3-1 Basiswerte zum Autarkiegrad je Gebäudetyp .....	21
Tabelle 3-2 Berücksichtigte Korrekturfaktoren .....	22
Tabelle 3-3 Beispiel Korrekturfaktor 1 (PV-Dachfläche zu Nettogrundfläche) .....	22
Tabelle 3-4 Basiswerte zum Autarkiegrad je Gebäudetyp zum Korrekturfaktor 1.....	23
Tabelle 3-5 Potenzial für das Klima – Gesamtpotenzial .....	28
Tabelle 3-6 Potenzial für die Finanzen der Kommune - Gesamtpotenzial .....	29
Tabelle 3-7 Ergebnisse des Gesamtpotenzials aus der PV-Eignungsmatrix.....	34
Tabelle 4-1 Potenzial der zehn ausgewählten Liegenschaften .....	41
Tabelle 5-1 Auswahl AP2   10 Liegenschaften .....	43
Tabelle 5-2 Übersicht zu den nutzungsspezifischen Verbraucherlastgängen .....	46
Tabelle 5-3 Ergebnisse der Ertragssimulation für das Gemeindehaus Gappench mit Straßenbeleuchtung.....	49
Tabelle 5-4 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Stadthalle Münstermaifeld .....	50
Tabelle 5-5 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Kulturhalle Ochtendung .....	51
Tabelle 5-6 Ergebnisse der Ertragssimulation für Kindergarten, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig mit Straßenbeleuchtung.....	53
Tabelle 5-7 Ergebnisse der Ertragssimulation für Stadthaus/Museum/Bücherei Polch mit Straßenbeleuchtung.....	54
Tabelle 5-8 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Lonig .....	55
Tabelle 5-9 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Mertloch .....	56
Tabelle 5-10 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Ochtendung .....	57
Tabelle 5-11 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Welling .....	58
Tabelle 5-12 Ergebnisse der Ertragssimulation für das VG-Rathaus in Polch.....	60
Tabelle 5-13 Ergebnisse der Ertragssimulation .....	62
Tabelle 5-14 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für das Gemeindehaus Gappench und einen Anteil der Straßenbeleuchtung .....	64
Tabelle 5-15 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für die Stadthalle Münstermaifeld .....	65

Tabelle 5-16 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für die Kulturhalle Ochtendung .....	66
Tabelle 5-17 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage mit Batterie für Kindergarten, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig und einen Anteil der Straßenbeleuchtung .	67
Tabelle 5-18 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage mit Batterie für Stadthaus/Museum/Bücherei Polch und einen Anteil der Straßenbeleuchtung .....	68
Tabelle 5-19 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage für die Grundschule Lonng .....	69
Tabelle 5-20 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage für die Grundschule Mertloch .....	70
Tabelle 5-21 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage für die Grundschule Ochtendung .....	71
Tabelle 5-22 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage mit Batterie für die Grundschule Welling mit Straßenbeleuchtung.....	72
Tabelle 5-23 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für das VG-Rathaus in Polch .....	73
Tabelle 5-24 Übersicht zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	74
Tabelle 5-25 Übersicht zur Einsparung der CO <sub>2</sub> e-Emissionen .....	75
Tabelle 6-1 Auswahl AP2   10 Liegenschaften .....	76

## 1 Einleitung

Der weltweite Energiebedarf, die Endlichkeit fossiler Ressourcen, steigende Energiekosten und die Folgen des globalen und lokalen Klimawandels bringen viele Herausforderungen mit sich. Die sich in Deutschland vollziehende Energiewende trägt zum Klimaschutz bei und die spezifischen Klimaziele des Bundes und der Länder erfordern einen deutlichen Wandel in der Energieversorgung und im Energieverbrauch.

Daher ist es auch auf kommunaler Ebene wichtig, Maßnahmen zu ergreifen, die dazu beitragen, die regionale erneuerbare Stromerzeugung zu erhöhen und so einen eigenen Beitrag zur Stromverbrauchsdeckung vor Ort zu erreichen. Neben Möglichkeiten der Senkung des Eigenverbrauchs generell und der damit verbundenen Energieeffizienzsteigerung spielen also der Rollout eigener Erzeugungsanlagen auf den Liegenschaften zukünftig ebenfalls eine wichtige Rolle.

Bereits im vorausgegangenen Klimaschutzteilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften und Portfoliomanagement“ wurden ca. 100 kommunale Liegenschaften betrachtet und bzgl. energetischen Maßnahmen bewertet. Ergebnis dieses Teilkonzeptes war es, dass ein Großteil für eine PV-Bewertung in Frage kommen.

Ziel des vorliegenden Projektes „Untersuchung der Machbarkeit der Errichtung von PV-Anlagen auf den öffentlichen Liegenschaften der VG Maifeld und ihrer Städte und Ortsgemeinden“ ist demnach die Untersuchung des Potenzials der PV-Eigenversorgung (AP1) sowie zum anderen die detaillierte Ausarbeitung von zehn Musterliegenschaften als Grundlage zur Realisierung der PV-Anlagen-Konzepte (AP2). Der Solarstrom soll vorrangig in den jeweiligen Liegenschaften selbst verbraucht und nur der Überschuss ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. In Ergänzung des Stromverbrauchs der Liegenschaften selbst wird geprüft, ob PV-Anlagenpotenzial für die Straßenbeleuchtung eingesetzt werden kann.

Die Erhebung der Liegenschaften in der VG Maifeld bzgl. der Realisierung von PV-Projekten soll langfristig zum Klimaschutz beitragen und möglichst alle Städte und Ortsgemeinden im Ausbau der Eigenstromversorgung unterstützen. Die in AP2 aufkommenden Musterlösungen sollen hier bei der Übertragung in allen Kommunen helfen.

Dabei wird im AP1 eine übergeordnete kennwertbasierte Eignungsmatrix der bekannten und gemeinsam mit der VG abgestimmten Liegenschaften erarbeitet. Diese dient der VG als Übersicht der Potenziale.

Anknüpfend an die Eignungsmatrix werden detaillierte Musterumsetzungen dargestellt.

Der vorliegende Bericht dient der Darstellung der Bestandsaufnahme und zeigt die zugrunde gelegte Datenbasis sowie den Umgang mit Datenlücken auf. Zudem werden die Grundlagen (die Methodik) der PV-Eignungsmatrix erläutert.

*Hinweis: die PV-Eignungsmatrix wird mit diesem Bericht überreicht*

Nach Darstellung aller Rahmenparameter wird entlang der Aspekte Flächen, Verbrauchsdeckung und mögliche Einbindung der Straßenbeleuchtung als ebenfalls großer kommunaler Verbraucher eine Auswertung der tabellenbasierten Eignungsmatrix vorgenommen.

Im Ergebnis hilft das Zusammenspiel Eignungsmatrix und Bericht der VG Maifeld in der Einordnung der vorliegenden PV-Potenziale und der Auswahl möglicher Umsetzungsprojekte.

### **Abschluss AP1:**

Mit Abgabe der Grobanalyse (PV-Eignungsmatrix) und der dokumentierten Hintergrundinformationen wird bereits eine Empfehlung von etwa zehn geeigneten Gebäuden zur priorisierten Betrachtung der Umsetzung geliefert, die gemeinsam mit der VG besprochen und diskutiert wird. Im Ergebnis sollen für die detaillierte Untersuchung der Musterliegenschaften zehn Gebäude identifiziert werden.

Die Grobanalyse wurde dabei im ersten Schritt über eine Auswertung der Dachflächen bezüglich verfügbarer Flächen für PV-Anlagen vorgenommen.

### **Ausblick AP2:**

Mit dem AP2 wird über Berücksichtigung weiterer Rahmenparameter, wie bspw. Dacheindeckung, Verschattung, ..., welche durch bilaterale Gespräche mit den Gebäudebetreuern sowie ggf. Begehungen geklärt werden, ein PV-Umsetzungskonzept inkl. Bewertung eines Speichers sofern sinnvoll vorgenommen. Dabei steht neben der Abbildung der Energieflüsse (Simulation von Verbrauchslastgängen und Erzeugungsverläufen) auch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung in Anlehnung an VDI 2067 im Fokus.

Wie bereits eingangs erwähnt, werden auf Bundes- wie auch Landesebene politische Ziele zum Erreichen des Klimaschutzes gesetzt. Für das Erarbeiten des PV-Potenzials wird dabei das Solar-Speicher-Programm des Landes RLP berücksichtigt und sofern sinnvoll bereits auf die mögliche finanzielle Unterstützung bei Implementierung einer PV-Speicher-Kombination verwiesen.

Zusammengefasst beinhaltet die Untersuchung übertragbare Musterlösungen für die Umsetzung von Eigenversorgungskonzepten unter besonderer Berücksichtigung von PV und Speichern und gibt über die PV-Eignungsmatrix der VG ein Gefühl der möglichen Wirkung von Eigenverbrauchsumsetzungen.

### **Hinweis:**

*Dabei wurden in der Grobanalyse Aspekte wie Dacheindeckung, Statik, mögliche Verschattung und weitere Hemmnisse noch nicht geprüft. Die Ausweisung des Potenzials beruht alleine auf den Informationen zur Einstrahlung, Fläche und Dachtyp. Zusätzlich wurden ein kennwertbasierter Autarkiegrad (Deckung des Verbrauchs durch PV) sowie die mögliche Erhöhung dieses durch Einbindung von der Straßenbeleuchtung zur Bewertung herangezogen. Weiterhin wurde im Sinne des Klimaschutzes das Potenzial mit maximal möglicher Moduleindeckung gewählt, um so die erneuerbare Erzeugung in der VG zu erhöhen.*

## 2 Bestandsaufnahme/Rahmenbedingung

Die Verbandsgemeinde Maifeld setzt sich aus 16 Ortsgemeinden und zwei Städten zusammen. In Summe wohnen in der VG rund 25.000 Einwohner.

In den Städten und den Ortsgemeinden befinden sich über 100 kommunale Liegenschaften, die sich in ihrer Nutzung von Schulen und Kindergärten bis hin zu Feuerwehrhäusern und Leichenhallen erstrecken.

Gemeinsam mit der VG Maifeld wurde eine Datenerhebung über diese Liegenschaften vorgenommen. Im Fokus stand dabei die Erarbeitung der kennwertbasierten Eignungsmatrix mit der Ausweisung der möglichen installierbaren Leistung sowie der möglichen Deckung des Stromverbrauchs (Erarbeitung eines kennwertbasierten Autarkiegrades<sup>1</sup>).

Die Daten für die Grobanalyse wurden über das bereits durchgeführte Klimaschutzteilkonzept, mittels des Solarkatasters des Landkreises Mayen-Koblenz, weiterem Kartenmaterial und Luftbildern der Liegenschaften durchgeführt. In diesem Schritt wurden außerdem nicht geeignete Gebäude über definierte Ausschlusskriterien (Kapitel 3.1.1) aussortiert.

### 2.1 Datengrundlage / Bestandsaufnahme

Als Informationsquelle konnte in der VG Maifeld zum einen die Verwaltung selbst sowie das im Landkreis bestehende Solardachkataster (SDK) genutzt werden. In einem ersten Schritt konnte das Klimaschutzteilkonzept 2019 und die damit verbundene Gebäudeliste aus der Gebäudedatenbank als gute Grundlage der Datenerhebung genutzt werden.

Die so bereits zu Teilen gefüllte excelbasierte Erhebung der Liegenschaftsdaten wurde der Verwaltung vorgelegt, um diese auf Vollständigkeit zu prüfen und bei Bedarf Informationen zu ergänzen. Nachfolgend werden die aufgenommenen Daten erläutert.

In Ergänzung der vorgegebenen Datenanfrage sowie des Exports aus dem SDK wurden durch die VG Maifeld weitere Rohdaten zur Straßenbeleuchtung zur Verfügung gestellt.

#### 2.1.1 Datenerhebung

Die Datenanfrage zu den Liegenschaften der VG Maifeld untergliederte sich in fünf Kategorien:

1. Allgemeine Informationen
2. Wärmepumpe im Bestand
3. Photovoltaik im Bestand
4. Dach (Geometrie)
5. Sonstiges

---

<sup>1</sup> Autarkiegrad: prozentuale Deckung des Verbrauchs durch PV; Methodik zur Kennwertbildung siehe Kapitel 3.1.2

Die allgemeinen Informationen konnten weitestgehend mit der vorliegenden Gebäudeliste (Klimaschutzteilkonzept 2019) vorab gefüllt werden. Die Angaben wurde durch die VG Maifeld ggf. ergänzt oder korrigiert (zusätzliche Gebäude, Adresse, Stromverbrauch 2019, ...). Abbildung 2-1 gibt einen groben Einblick in diese Abfrage.

Allgemeine Informationen						Allgemeine Informationen				
Lfd. Nr.	Objekt	Straße	Hausnummer	PLZ	Ort	Träger	Ansprechpartner Objekt	Hauptnutzung	Betrieb	Nutzungszeit(en) / Tageszeit(en)

**Abbildung 2-1 Abfrage Allgemeiner Informationen**

Im Ergebnis war es wichtig der jeweiligen Liegenschaft die Objektart, Verbrauchsmenge sowie Stromverbrauchskosten zuordnen zu können.

### Nach Ergänzungen der VG wurden 106 Gebäude gelistet.

Die Abfragen zu elektrischen Wärmepumpen und Photovoltaik im Bestand diente der Erfassung der Ausgangslage je Liegenschaft und der darauf geänderten Betrachtung des möglichen PV-Potenzials.

Bzgl. der PV-Anlagen im Bestand wurden sechs Anlagen erfasst.

*Gemeinde-/ Feuerwehrhaus Kalt*

*Kindergarten "Schwalbennest" Polch*

*Feuerwehr-/ Gemeindehaus Trimbs*

*Nettetalhalle Welling*

*Cusanusschule Münstermaifel (Grundschule inkl. Turnhalle)*

*Kindergarten "Traumland" Trimbs*

Zur Bewertung des PV-Potenzials ist die Abfrage der Dacheigenschaften von grundlegender Bedeutung. Es braucht Informationen zur Dacheindeckung, Statik des Daches sowie der Dachbeschaffenheit im Sinne der Dachneigung- und fläche. Diese Daten konnten seitens der VG nicht in dieser Detailtiefe geliefert werden. Daher wurde hier über das SDK ergänzt. Die Dacheindeckung und die Statik sind im SDK nicht erhoben. Die Dachneigung kann aus den PDF Dateien für die einzelnen Dächer je Liegenschaft rausgelesen werden und diente zur Bestimmung des Dachtyps einer Liegenschaft (Vgl. Kapitel 2.1.2, Fußnote 2).

(Dach)Geometrie			(Dach)Geometrie		(Dach)Geor
Statik des Daches	Dacheindeckung	Dach-Ausrichtung (AZIMUT) [auf 10° genau]	Dach-Neigung (auf 10° genau)	Dachfläche [m <sup>2</sup> ]	Dachfläche für PV-Anlage (geeignete Dachfläche) [m <sup>2</sup> ]

**Abbildung 2-2 Abfrage zu Dacheigenschaften**

Das Feld „Sonstige“ bzw. Bemerkung bot die Möglichkeit, Besonderheiten, wie bspw. installiertes BHKW oder Nachtspeicherheizung aufzunehmen.

Nach Datenlieferung der VG konnten über diesen Weg für 106 Liegenschaften folgende Informationen festgehalten werden:

- Allgemeine Informationen: Objekt, Verortung, Ansprechpartner, Hauptnutzungsart, Betriebsart (teilweise), Baujahr, Nettogrundfläche, Jahresstromverbrauch (teilweise), Brutto-Strombezugskosten (ct/kWh), Leistungspreis (teilweise)
- Wärmepumpen und PV Anlagen im Bestand (siehe oben)

### 2.1.2 Ergänzungen durch Solardachkataster

Durch die Rohdaten und die Nutzung des Solardachkataster (SDK) des Landkreises konnten die Lücken zur Aufnahme der Dacheigenschaften überwiegend geschlossen werden.

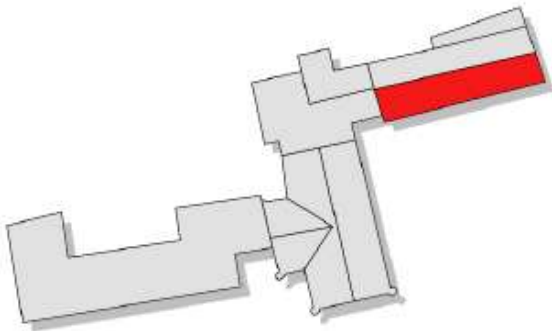
Der Datenexport der SDK-Daten in Form von excelbasierten Rohdaten (CSV-Dateien) konnte nicht erfolgen. Eine Anfrage der Rohdaten in dieser Form hätte zusätzliche Kosten für die Grobanalyse verursacht.

In Abstimmung mit der VG wurde vereinbart, dass die Rohdaten von der VG über die Internetseite des SDK beim Landkreis angefragt werden (kostenloser Zugang).

*Dabei wurde auch festgelegt, dass nicht alle 106 Gebäude abgefragt werden (Schmälerung der Liste, beschrieben in Ausschlusskriterien in Kapitel 3.1.1). In Abstimmung mit der VG wurden **45 Gebäude** für die Datenabfrage und für die weitere Bearbeitung ausgewählt.*

Die Rohdaten lagen demnach in Form von PDF-Dateien vor (eine PDF je Dach, bzw. mehrere PDF-Dateien je Gebäude). Insgesamt wurde 184 Dateien von der VG geliefert. Alle Dateien wurden (teilweise auch über Luftbilder und SDK bei unbekannter Adresse) den Liegenschaften zugeordnet. 23 PDF-Dateien konnten nicht direkt zugeordnet werden und wurden im Nachgang zusammen mit der VG-Verwaltung zugeteilt. Hinzu kamen weitere 29 PDF Dateien, die von der VG in Bezug auf das Arbeitspaket 2 nachgeliefert wurden und auch in AP 1 Ergänzung fanden.

Es liegt für eine Liegenschaft eine PDF-Datei vor, in der keine Daten hinterlegt sind, da die Datenqualität unzureichend ist (PDF 70 – Kulturhalle Ochtendung). Die Kulturhalle weist anhand des Luftbildes eine eher komplexe Dachform aus (Mischdach mit Kuppel im Zentrum des Daches). Als Annahme wurden ein Teil der Flachdächer (teilweise leicht geneigt) als geeignete Dachfläche angenommen. Zum Abgleich der Größenordnung diente das rheinlandpfälzische Solardachkataster. Darin beträgt in Summe die Fläche der Flachdächer rund 300 m<sup>2</sup>. Mit einer installierbaren Leistung von 40 kW<sub>p</sub>, können potenziell rund 35.100 kWh<sub>el</sub>/a Solarstrom erzeugt werden. Dies entspricht einem spezifischen Jahresertrag pro installiertem Kilowatt Peak von rund 880 kWh<sub>el</sub>/(kW<sub>p</sub>\*a).



### Abbildung 2-3 Eindruck aus Solardachkataster zur PV-Eignung

Das Bild oben zeigt beispielhaft eine Dachfläche eines Gebäudekomplexes (hier in Rot als „sehr gut geeignet“ für Photovoltaik), welche beim SDK des Landkreises Mayen-Koblenz angefragt wurde.

Zusammenfassend wurden folgende Informationen aus dem SDK in der Matrix genutzt:

- Dachtyp [Spitzdach, Flachdach, Mischdach]<sup>2</sup>
- Geeignete Dachfläche für PV [m<sup>2</sup>]
- Jahresertrag [kWh/a]
- Spezifischer Ertrag pro kW<sub>p</sub> [kWh/(kW<sub>p</sub>\*a)]<sup>3</sup>
- Installierbare Leistung [kW<sub>p</sub>]

Es ist darauf zu achten, dass sich die installierbare Leistung rein auf die Flächenausweisung über das SDK bezieht. Rahmenparameter wie Verschattung, Dacheindeckung und Statik werden hier nicht berücksichtigt.

#### 2.1.3 Datengüte

Die vorangegangenen Kapitel haben bereits erste Hinweise von Datenlücken aber auch den Umgang mit diesen aufgenommen. Zu erwähnen ist hier nochmal die Schließung der Lücke zu den Dacheigenschaften über das SDK.

---

<sup>2</sup> Der **Dachtyp** wurde anhand der Daten in den PDFs abgeleitet (Aufständigung und Dachneigung):

- Wenn keine Aufständigung für eine PV-Anlage empfohlen wurde = Spitzdach,
- wenn bei den PDF-Dateien (mehrere pro Gebäude) nur Empfehlungen für eine Aufständigung vorkamen = Flachdach,
- Wenn bei den PDF-Dateien beides vorkam = Mischdach

<sup>3</sup> Abgeleitete Größe: Ertrag / Leistung = **spezifischer Ertrag** [kWh<sub>el</sub>/(kW<sub>p</sub>\*a)]

Wie eingangs erwähnt, wurden 106 Gebäude in der grundlegenden Datenerhebung durch die VG erfasst.

Bevor die Schließung der Lücken über das Solardachkataster vorgenommen wurde, bedurfte es einer Schmälerung der Gebäudeanzahl von 106, um das Datenaufkommen sowie den Zeitaufwand in einem sinnvollen Aufwand-Nutzen-Verhältnis im Projekt zu berücksichtigen.

In Kapitel 2.1.2 wurde bereits auf das Vorgehen mit den Informationen aus dem SDK verwiesen. Zur Schmälerung der Gebäudeanzahl wurde in Abstimmung mit der VG eine Vorauswahl getroffen, die sich u. a. an folgenden Ausschlusskriterien orientierte:

- U. a. Liegenschaften mit einem Stromverbrauch >15.000 kWh/a (etwa 16 Gebäude)
- Aspekt der Straßenbeleuchtung (Wo gibt es Potenzial neben Liegenschaft, auch Straßenbeleuchtung zu berücksichtigen?)
- Liegenschaften wie bspw. Friedhofshallen aufgrund geringer Verbräuche sowie kleiner Dachflächen
- Weitere kleine Verbraucher sowie Nutzungsarten die nicht im Fokus der kommunalen Nutzung liegen (Gaststätte/Wohnungen, ...)

Nach Bearbeitung des Dateneingangs zum SDK (PDF-Dateien) blieb eine Liegenschaft offen (Kulturhalle Ochtendung). Bei dieser wurden Annahmen getroffen, um eine Auswertung zu ermöglichen (siehe Kapitel 2.1.2). Bei zwei weiteren Liegenschaften lag kein Allgemeinstromverbrauch vor. Auch diese Lücken wurden in Zusammenarbeit mit der VG und anhand der Daten der Liegenschaften gleichen Gebäudetyps geschlossen (siehe Kommentare in PV-Eignungsmatrix):

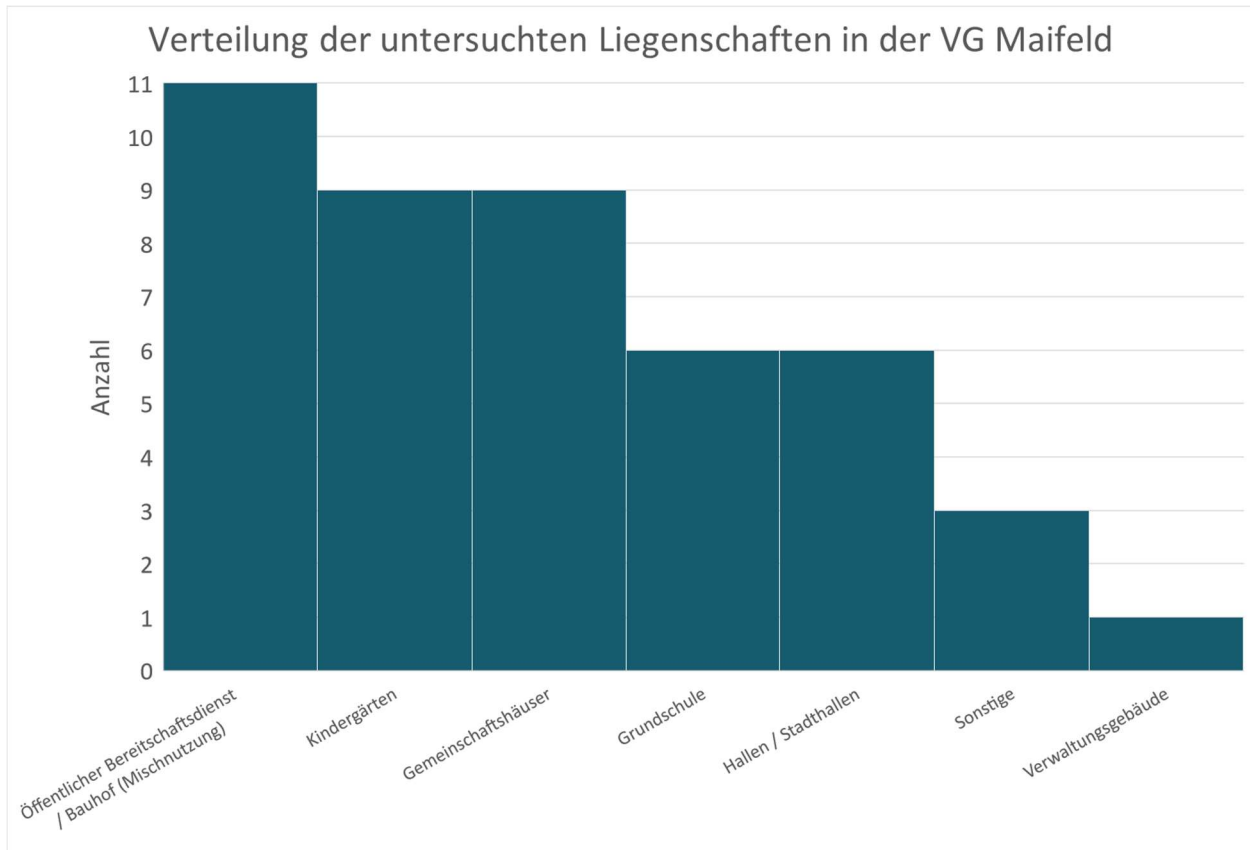
*Bauhof und Feuerwehrrgerätehaus Naunheim*

*Feuerwehrrgerätehaus (Garage) Kerben*

Zusammenfassend wurden von den 106 Gebäuden **45 Liegenschaften in der Eignungsmatrix aufgenommen** (vereinzelt mit Annahmen).

## 2.2 Gebäudestruktur

Aus den in Zusammenarbeit mit der VG-Verwaltung festgelegten Liegenschaften (Gesamt 45) konnte folgende Gebäudestruktur identifiziert werden.



**Abbildung 2-4 Übersicht der berücksichtigten Liegenschaften in PV-Eignungsmatrix (Gebäudeclustering)**

Die Abbildung 2-4 gibt einen ersten Einblick über die in der VG Maifeld vorhandenen Liegenschaften. Die nachfolgende Tabelle ergänzt die grafische Aufnahme.

**Tabelle 2-1 Verteilung der Objekte in PV-Eignungsmatrix**

Nutzungsart (Clustering)	Verteilung [Anzahl]	Verteilung [%]
Öffentlicher Bereitschaftsdienst / Bauhof (Mischnutzung)	11	24
Kindergärten	9	20
Gemeinschaftshäuser	9	20
Grundschule	6	13
Hallen / Stadthallen	6	13
Sonstige	3	7
Verwaltungsgebäude	1	2

Die Abbildung 2-4 ordnet die 45 identifizierten und für die PV-Eignungsmatrix verfügbaren Objekte in **sieben Objektarten** ein. Diese Einordnung dient u. a. auch der Zuordnung des bereits benannten kennwertbasierten Autarkiegrades.

Zu beachten ist die Einordnung der Feuerwehren und Bauhöfe (teilweise Mischgebäude) in die Objektart „Öffentlicher Bereitschaftsdienst/Bauhof (Mischnutzung)“ und die Berücksichtigung von Turn- und Gemeindehallen in die Art „Hallen / Stadthallen“. Zusätzlich wurden Rathäuser, Ämter und die Verwaltung in der Objektart „Verwaltungsgebäude“ zusammengefasst (VG Rathaus in Polch). Reine Gemeindehäuser (keine Mischgebäude) wurden in der Objektart „Gemeinschaftshäuser“ aufgenommen. Unter „Sonstige“ wurden abweichende, einzelne Liegenschaften identifiziert. Diese sind die „Freibadumkleide, Kasse, Café Münstermaifeld“, „Stadthaus / Museum / Bücherei Polch“ und „Wohnhaus Ochtendung“.

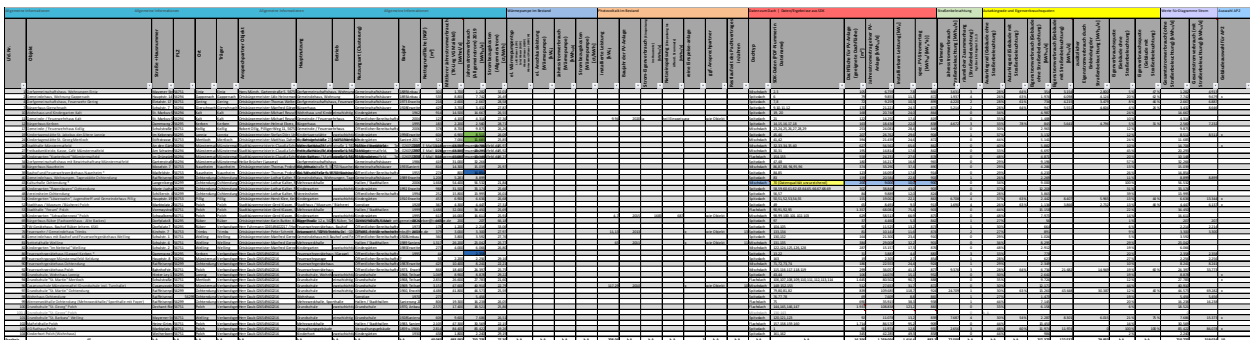
Die weiteren Ergebnisse der PV-Eignungsmatrix werden in Kapitel 3.3 beschrieben.

### 3 AP1 - Grobanalyse

Der Grobanalyse können für die 45 erfassten Liegenschaften folgende Informationen entnommen werden

- Allgemeine Gebäudedaten
- Geeignete Dachfläche für PV
- Spezifischer Ertrag pro kW<sub>peak</sub>
- Installierbare Leistung
- Übersicht des möglichen PV-Ertrages
- Übersicht des Liegenschaftsverbrauchs
- Zuordnung eines Autarkiegrades (kennwertbasierte Berechnung durch TSB)
- Eigenverbrauchsquote (Berechnung TSB)
- Ausweisung des Potenzials für Klima und Finanzen<sup>4</sup>
- Bewertung der möglichen Einbindung von Straßenbeleuchtung

Die Abbildung 3-1 gibt über einen Screenshot einen ersten Eindruck der Matrix.



The screenshot shows a complex data matrix with numerous columns and rows. The columns are organized into several color-coded sections: grey, blue, orange, red, yellow, and purple. Each section contains multiple columns with descriptive headers, likely representing different data categories such as building characteristics, PV potential, and financial indicators. The rows represent individual properties, with data points for each of the 45 properties listed in the document.

**Abbildung 3-1 Auszug der PV-Eignungsmatrix**

<sup>4</sup> Zu beachten ist der Hinweis, der bereits in der Einleitung beleuchtet wurde: bei der Ausweisung der PV-Leistungen sowie der Wirkung auf Klima und Finanzen handelt es sich um **Potenziale**. Die Hebung dieser muss über die Feinanalyse sowie bilaterale Klärung in der VG diskutiert werden.

### 3.1 Methodik

Über das Kapitel 2, in der die Datengrundlage und Datengüte aufgenommen wurde, konnten bereits erste methodische Herangehensweisen zum Aufbau der PV-Eignungsmatrix aufgenommen werden.

Bereits erläutert wurde die Verrechnung der geeigneten PV-Dachfläche, welche aus dem SDK entnommen werden konnte, mit der installierbaren Leistung, um aus diesen Angaben den spezifischen Ertrag abzuleiten und auszuweisen.

Das Kapitel 3.1 dokumentiert abseits der bereits vorgenommenen Erklärungen der Berechnungen das methodische Vorgehen zu folgenden Punkten:

- Ausschlusskriterien von Gebäuden (bspw. wegen zu kleiner Stromnachfrage, kleiner Dachfläche, ...)
- Kennwertbasierte Ausweisung des Autarkiegrades (Deckung des Verbrauchs durch PV)
- Berücksichtigung der Straßenbeleuchtung

#### 3.1.1 Ausschlusskriterien von Gebäuden

Für die VG Maifeld wurden nur solche Gebäude nicht in die PV-Eignungsmatrix aufgenommen, sofern ein **geringer Verbrauch** sowie **eine kleine Dachfläche** auf bereits geringes Potenzial hinwiesen. Zudem wurde die Liste der 106 Liegenschaften um weitere Gebäude, in Zusammenarbeit mit der VG Maifeld gekürzt, um den Aufwand zur Datenabfrage beim Solardachkataster (eine Datenanfrage entspricht einem Dach; überwiegend liegen mehrere Dächer je Liegenschaft vor) geringer ausfallen zu lassen. Wie bereits in Kapitel 2.1.3 aufgenommen, flossen aus diesen Gründen von 106 Gebäuden 45 in die PV-Eignungsmatrix ein.

Festgehalten werden kann, dass knapp 50 % der gemeldeten Liegenschaften über die Matrix erfasst werden.

#### 3.1.2 Autarkiegrad

Bevor der Umgang mit dem Autarkiegrad beschrieben wird, sollen nachfolgende Definitionen zum einen aufzeigen, was der Autarkiegrad beinhaltet, zum anderen den Unterschied zur ebenfalls bekannten Eigenverbrauchsquote darstellen.

**Definition Autarkiegrad:** prozentuale Deckung des Verbrauchs durch eigenverbrauchten PV-Strom

$$\text{Autarkie} = \frac{\text{eigenverbraucher PV-Strom}}{\text{Stromverbrauch}}$$

Bsp.: 3.500 kWh/a Stromverbrauch, 2.000 kWh/a eigenverbraucher PV-Strom (Erzeugung: 4.000 kWh/a)

$$\text{Autarkie} = 57 \%$$

**Definition Eigenverbrauchsquote<sup>5</sup>**

prozentualer Anteil des genutzten PV-Stroms an Gesamtstromerzeugung

EV-Quote = eigenverbraucher PV-Strom / PV-Erzeugung

Beispiel von oben

EV-Quote = 50 %

In der PV-Eignungsmatrix wurde der Autarkiegrad je Liegenschaft ermittelt<sup>6</sup> um das Potenzial für Klima und Finanzen in der Grobanalyse aufnehmen zu können und zudem die Auswahl der zehn Musterliegenschaften zu stützen.

Die Eigenverbrauchsquote ist ebenfalls in der Matrix aufgenommen.

Um die kennwertbasierte Autarkie pro Liegenschaft ausweisen zu können, wurden in der Methodik drei Schritte vorgenommen.

1. Definition von Gebäudetypen (Clusterung); siehe Kapitel 2.2
2. Festlegung von Basiswerten für einen Autarkiegrad je Gebäudetyp in Anlehnung an bereits umgesetzte Projekte sowie den Faktenpapieren des Solar-Speicher-Programms des Landes RLP
3. Bildung/Untersuchung von Kennwerten und Ableitung von Korrekturwerten/-faktoren zur Anpassung der Basiswerte (Autarkie) je Gebäude/Liegenschaft

Wie bereits zu Schritt 1 aufgenommen, wurden die Gebäudetypen bereits in Kapitel 2.2 beschrieben. Zur besseren Einordnung hier nochmal eine Listung der acht Gebäudetypen.

1. *Öffentlicher Bereitschaftsdienst / Bauhof (Mischnutzung)*
2. *Kindergärten*
3. *Gemeinschaftshäuser*
4. *Kindergärten*
5. *Grundschule*
6. *Hallen / Stadthallen*
7. *Verwaltungsgebäude*
8. *Sonstige*

Zusätzlich braucht es der Zuweisung eines möglichen Autarkiegrades bei Hinzunahme des Verbrauchs durch Straßenbeleuchtung, daher wurde dieser Typ ergänzend aufgenommen.

9. *Straßenbeleuchtung (gesonderte Spalten in PV-Eignungsmatrix)*

---

<sup>5</sup> EV-Quote

<sup>6</sup> kennwertbasiert

In einem zweiten Schritt wurden aus bereits umgesetzten Projekten und Analysen Autarkiegrade je Gebäudetyp festgelegt.

### **Gemeinschaftshäuser/Öffentlicher Bereitschaftsdienst/Bauhof**

Diese Gebäude werden mit einem Basis-Autarkiegrad von 30 % in die PV-Eignungsmatrix aufgenommen. Üblicherweise liegt im Vergleich zu anderen Gebäudetypen ein relativ geringer Jahresstromverbrauch vor. Nutzungsbedingt wird Strom in Gemeinschaftshäusern überwiegend in den Abendstunden benötigt. Außerdem handelt es sich oftmals um Gebäude mit einer kleineren Dachfläche, auf die eine PV-Anlage Platz findet, die auch bei Wohngebäuden zum Einsatz käme. Aufgrund dessen orientiert sich der Wert im unteren Bereich eines üblichen Autarkiegrads für Privathaushalte.

### **Hallen/Stadthallen**

Für den Gebäudetyp „Halle / Stadthalle“ unter dem sich auch Turnhallen einordnen wurde ein Autarkiegrad von 40 % aufgenommen. Dieser Wert orientiert sich entlang zweier Faktenpapiere, die in Vorbereitung des Solar-Speicher-Programms des Landes RLP entstanden sind. Zum einen für eine Grundschule (mit Turnhalle) sowie der Betrachtung einer „Sport-/Mehrzweckhalle“ (EA RLP, 2019). Hierbei wurden auch die Nutzungszeiten bis in die Abendstunden (ca. 22:00 Uhr) berücksichtigt. Hauptverbraucher in solchen Hallen sind meist die Beleuchtung und Lüftungsanlagen.

### **Kindergärten und Grundschulen**

Für Grundschulen wurde anlehnend an das Faktenpapier des Solar-Speicher-Programmes (EA RLP, 2019) für eine Grundschule (mit Turnhalle) ein Autarkiegrad von 35 % festgesetzt.

Die Kürzung des dort ausgewiesenen Autarkiegrads von 39 % ergibt sich aus der nicht vorliegenden Turnhallennutzung.

Für Kindergärten wurde ebenfalls anlehnend an das oben genannte Faktenpapier ein Autarkiegrad von 40 % angesetzt.

Die Anpassung des dort ausgewiesenen Autarkiegrades von 39 % ergibt sich aus der nicht vorliegenden Turnhallennutzung. Die Nutzungszeit der dort betrachteten Grundschule ist von 7:00 – 14:00 Uhr angegeben, während Kindertagesstätte auch am Nachmittag bis ca. 16-17 Uhr genutzt werden.

### **Verwaltungsgebäude**

Ebenfalls orientiert an der Modellrechnung zum Faktenpapier eines Verwaltungsgebäudes des PV-Speicher-Programms (EA RLP (2), 2019) wurde für diesen Gebäudetyp ein Basiswert des Autarkiegrades von 60 % aufgenommen.

Nachfolgend wird tabellarisch, in Tabelle 3-1, ein Überblick der Basiswerte zum Autarkiegrad je Gebäudetyp aufgenommen, die zuvor beschrieben wurden.

**Tabelle 3-1 Basiswerte zum Autarkiegrad je Gebäudetyt**

<b>Gebäudetyt/Objektart</b>	<b>Autarkiegrad in %</b>
<i>Öffentlicher Bereitschaftsdienst / Bauhof (Mischnutzung)</i>	30
<i>Kindergärten</i>	40
<i>Gemeinschaftshäuser</i>	30
<i>Grundschule</i>	35
<i>Hallen / Stadthallen</i>	40
<i>Verwaltungsgebäude</i>	60
<i>Sonstige</i>	30

Wie bereits unter Schritt 1 aufgenommen muss auch für die Straßenbeleuchtung ein Autarkiegrad aufgenommen werden, um dies in der PV-Eignungsmatrix berücksichtigen zu können.

Auch hier wurde sich entlang der Erfahrung aus bereits erhobenen Modellrechnungen sowie umgesetzter Projekte bedient. Ein umgesetztes Projekt in der Gemeinde Horn (Hunsrück) weist eine Autarkiequote von 63 % auf (Ortsgemeinde Horn, kindt+schulz architekten, 2017). Ein Fallbeispiel, welches für ein Quartierskonzept im Rahmen der TSB-Arbeiten erstellt wurde, wies ebenfalls einen Autarkiegrad in ähnlicher Größenordnung auf. Auf dieser Basis werden 60 % als Autarkiegrad angesetzt.

Weiterhin wird davon ausgegangen, dass der Autarkiegrad von 60 % auch die Versorgung des Liegenschaftsverbrauchs mit zusätzlicher Deckung der Straßenbeleuchtung berücksichtigt.

Den nun aufgenommenen Basiswerten wurde mit den beschriebenen Modellrechnung Korrekturfaktoren in einer gewissen Range<sup>7</sup> zugewiesen, um diese auf die Liegenschaften der VG Maifeld zu übertragen.

**Zwei Korrekturfaktoren und ein Korrekturwert** wurden für die Ausweisung des korrigierten Autarkiegrades aufgenommen. Zum einen ein Korrekturfaktor basierend auf dem Verhältnis geeignete Dachfläche für PV zu Nettogrundfläche sowie zum anderen einer für die Straßenbeleuchtung (sofern bei Liegenschaften relevant). Ein weiterer Korrekturfaktor, bzw. -wert berücksichtigt eine Korrektur des Autarkiegrades auf + 10 %, sofern eine Wärmepumpe im Gebäude zu verorten ist (für die 45 Liegenschaften konnte keine elektrische Wärmepumpe anhand der Daten verortet werden).

---

<sup>7</sup> Spannweite

**Tabelle 3-2 Berücksichtigte Korrekturfaktoren**

Korrekturfaktor 1	Korrekturfaktor 2	Korrekturwert
Korrekturfaktor für Kennwert „PV-Dachfläche zu Nettogrundfläche“	Korrekturfaktor für Kennwert „Stromverbrauch Straßenbeleuchtung zu PV-Dachfläche“	Korrekturwert (+10 %), wenn Wärmepumpe vorhanden

Für den Korrekturfaktor aus dem Verhältnis Dachfläche zu Nettogrundfläche wurde aus den benannten Modellrechnungen (Faktenpapiere) ein Mittelwert gebildet, der als Basis in die oben benannte Korrekturrange eingeht. Bei Liegenschaften, die diesen Wert ebenfalls aufweisen, muss demnach keine Korrektur vorgenommen werden. Im Falle des Verwaltungsgebäudes würde dann der Autarkiegrad von 60 % Bestand haben.

Die Range bei diesem Korrekturfaktor umfasst Abweichungen vom Basiswert von -12 % bis +8 %.

**Tabelle 3-3 Beispiel Korrekturfaktor 1 (PV-Dachfläche zu Nettogrundfläche)**

Anpassung nach unten	Keine Korrektur	Anpassung nach oben
↓	↔	↑
Verhältnis ist < 50 % <i>Bspw.: 30 %</i> Kleine Dachfläche oder größere Nettogrundfläche als im Basiswert (z. B.: 100 m <sup>2</sup> zu 300 m <sup>2</sup> ) Verständnis: Die PV-Dachfläche zur Nettogrundfläche ist kleiner als im Basiswert, tendenziell kann also weniger Verbrauch gedeckt werden.	Das Verhältnis aus der Modellrechnung beträgt <b>50 % (Basiswert)</b> PV-Dachfläche zu Nettogrundfläche (z. B.: 100 m <sup>2</sup> zu 200 m <sup>2</sup> ) Verständnis: Das Verhältnis 50 % gibt an, dass die Dachfläche 50 % der Nettogrundfläche entspricht	Verhältnis > 50 % <i>Bspw.: etwa 100 %</i> Größere Dachfläche oder kleinere Nettogrundfläche als im Basiswert (z. B.: 200 m <sup>2</sup> zu 200 m <sup>2</sup> ) Verständnis: Die PV-Dachfläche zur Nettogrundfläche ist größer als im Basiswert, tendenziell kann also mehr Verbrauch gedeckt werden

Bei der Straßenbeleuchtung wird der Korrekturfaktor entlang des Verhältnisses zwischen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung zur verfügbarer PV-Dachfläche (geeigneter) gebildet.

Das Verhältnis aus der Modellrechnung beträgt 90 kWh/m<sup>2</sup>. Weist eine Liegenschaft der VG Maifeld ebenfalls dieses Verhältnis aus, muss keine Korrektur des Autarkiegrades vorgenommen werden und kann demnach mit 60 % berücksichtigt werden.

Die Range dieses Korrekturfaktors liegt zwischen -6 % und +18 %.

**Abbildung 3-2 Beispiel Korrekturfaktor 2 (Stromverbrauch zu PV-Dachfläche)**

Anpassung nach oben	Keine Korrektur	Anpassung nach unten
↑	↔	↓
Verhältnis ist <90 % <i>Bspw.: 70 kWh/m<sup>2</sup></i> Kleinerer Verbrauch oder größere PV-Dachfläche als im Basiswert Verständnis: Der Verbrauch je Quadratmeter Fläche nimmt ab, dadurch kann tendenziell mehr Verbrauch durch PV gedeckt werden	Das Verhältnis aus der Modellrechnung beträgt 90 kWh/m <sup>2</sup> (Basiswert) Verbrauch zu PV-Dachfläche Verständnis: Zur Deckung der Straßenbeleuchtung bedarf es in der Modellrechnung 90 kWh/m <sup>2</sup>	Verhältnis > 90 % <i>Bspw.: etwa 130 kWh/m<sup>2</sup></i> Größerer Verbrauch oder kleinere PV-Dachfläche als im Basiswert Verständnis: Der Verbrauch je Quadratmeter Fläche nimmt zu, dadurch kann tendenziell weniger Verbrauch durch PV gedeckt werden

Nach Anwendung der nun beschriebenen Korrekturfaktoren lässt sich folgendes Minimum und Maximum des Autarkiegrades je Gebäudetyp erfassen:

<b>Gebäudetyp/Objektart</b>	<b>Autarkiegrad in %</b>	<b>Min (-12%)</b>	<b>Max (+8%)</b>
<i>Öffentlicher Bereitschaftsdienst / Bauhof (Mischnutzung)</i>	30	24	35
<i>Kindergärten</i>	40	34	48
<i>Gemeinschaftshäuser</i>	30	26	33
<i>Grundschule</i>	35	28	35
<i>Hallen / Stadthallen</i>	40	34	44
<i>Verwaltungsgebäude</i>	60	48	60
<i>Sonstige</i>	30	26	33

**Tabelle 3-4 Basiswerte zum Autarkiegrad je Gebäudetyp zum Korrekturfaktor 1**

### 3.1.3 Straßenbeleuchtung

In Maifeld wurden die Daten zur Straßenbeleuchtung mit einer Vorlage (Excel Tabelle) angefragt. Und nach Rückfragen zur genauen Messlokation (Verbrauchsstelle) teilweise ergänzt.

Somit lagen je Ortsgemeinde bzw. Stadt die Verbrauchsdaten zur Straßenbeleuchtung für die Jahre 2015 bis 2019 vor und teilweise, für einzelne Einspeisepunkte die Messlokation mit Verbrauchswert (2019) nach Kommunen.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Einblick in die Datenlieferung zur Straßenbeleuchtung.

**Abbildung 3-3 Bildausschnitt Einholung Informationen Straßenbeleuchtung**

Ortsgemeinde (OG)	Adresse OG (Straße, Hausnummer)	Eigentümer OG? [ja/nein]	Dauer der aktuellen Konzession (OG ist nicht Eigentümer) [a]	Angaben zu Verbrauch 2019 aus Kommentar (Spalte Adresse OG) [kWh/a]	Stromverbrauch 2015 [kWh/a]
Einig	Mayener Str 11 (Zählerschrank vor Bürgerhaus - Mayener Straße, 3631kWh)	ja		3631	5.019
Gappenach	Hauptstr 14 (Zähler im Bürgerhaus Hauptstr 1937 kWh)	ja		1937	14.320
Gering	Elztalstr 17 (Zählerschrank Elztalstr. 4220 kWh)	ja		4220	7.580
Gierschnach	Schulstr 11 (Zählerschrank Schulstr. 5214 kWh)	ja		5214	12.405
Kalt	St-Markus-Str 6	ja			10.492
Kerben	Dammweg 2 (Zählerschrank Am Dammweg 2, neben Bürgerhaus 4672kWh)	ja		4672	23.993
Kollig	Marktplatz 4	ja			19.648
Lonnig	Am Kleeefeld 5	ja			48.340
Mertloch	Frankenstr 12	ja			69.769
Münstermaifeld	Hauptstr 18	ja			269.759
Naunheim	Bergstr 1	ja			11.565
Ochtendung	Raiffeisenplatz (Zählerschrank Klöppelgasse 40, 24.709kWh)	ja		24709	289.519
Pillig	Hauptst 19 (Zähler im Gemeindehaus, 6708)	ja		6708	30.684
Polch	Marktplatz 4 (Zähler Marktplatz im alten Stadthaus unter der Treppe, 1690 kWh/ Zählerschrank neben FW-Gerätehaus 9376 kWh/ Zählerschrank Rathaus Parkplatz 2656 kWh /Zählerschrank Bienengarten (neben kapelle) 5455 kWh)	ja		9458	333.617
Rüber	Dorfplatz 3	ja			43.876
Trimbs	Kirchstr 7	ja			30.502
Welling	Mayener Str 12 (Zähler im Dachgeschoss der Grundschule 1688kWh für den Hof + Zähler Mayener Str 12, 5999kWh)	ja		7687	32.450
Wierschem	Raiffeisenplatz 5 (Zähler im Gebäude alte Backes, 5916 kWh)	ja		5916	19.312
<b>VG Maifeld</b>					<b>1.272.850</b>

Die mitgeteilten Messlokationen wurden mit den Adressen der Liegenschaften der VG Maifeld verglichen und entsprechend zugeordnet.

Zusammenfassend lassen sich folgende Schritte erfassen, die die Frage beantworten, ob es einen Zusammenhang zwischen Liegenschaft und Straßenbeleuchtung gibt:

- Die Messlokation wurde als Adresse aufgenommen
  - Messlokationen wurden mit den Adressen der Liegenschaften abgeglichen
  - Anhand von Luftbildern wurde der räumliche Zusammenhang konkretisiert
- 0: nein (keine Untersuchung)
- 1: muss geprüft werden (keine Untersuchung, da räumlicher Zusammenhang unklar)
- 2: Zählerschrank in Straße
- 3: Zählerschrank vor Gebäude
- 4: Zähler im Gebäude
- Für 2, 3, 4 wurde ein Autarkiegrad Straßenbeleuchtung, wenn möglich (Datenlücken bei der Bildung der Korrekturfaktoren) ausgewiesen.

Abbildung 3-4 Ausschnitt aus PV-Eignungsmatrix | Straßenbeleuchtung

Allgemeine Informationen		Allgemeine	Straßenbeleuchtung
Lfd. Nr.	Objekt	Teilmenge Jahresstromverbrauch Straßenbeleuchtung [kWh/a]	räumlicher Zusammenhang (Straßenbeleuchtung) Vgl. Bericht Kapitel 3.1.3
1	Dorfgemeinschaftshaus, Wohnungen Einig	3.631	3
2	Gemeindehaus, Wohnung Gappnach	1.937	4
4	Dorfgemeinschaftshaus, Feuerwehr Gering	4.220	2
7	Bürgerhaus Gierschnach	5.214	2
12	Bürgerhaus Kerben	4.672	3
19	Kindertagesstätte St. Jakobus der Ältere Lonrig		1
40	Gemeindehaus, Wohnungen, Tagesstätte Ochtendung		1
51	Kindergarten "Löwenzahn", Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig	6.708	4
52	Stadthaus / Museum / Bücherei Polch	1.690	4
69	Bürgerhaus Rüber (Fachwerkhäuser - Alte Backes)		1
75	FW-Gerätehaus, Bauhof Rüber (ehem. KSK)		1
76	Feuerwehr-/ Gemeindehaus Trimbs		2
86	Feuerwehrgerätehaus (Garage) Kerben		3
89	Feuerwehrgarage Münstermaifeld-Keldung		1
90	Feuerwehrgerätehaus Ochtendung		1
92	Feuerwehrgerätehaus Polch	9.376	3
97	Grundschule "St. Martin" Ochtendung	24.709	1
98	Wohnhaus Ochtendung		1
99	Wernerseckhalle Ochtendung (Mehrzweckhalle/ Sporthalle mit Foyer)		1
101	Grundschule "St. Barbara" Welling	7.687	4
103	VG-Rathaus Polch	2.656	3
<b>Ergebnis</b>	<b>21</b>	<b>72.500</b>	<b>k. A.</b>
	Anzahl (ohne 100,1)	Summe	

In der obigen Abbildung wird ein Ausschnitt aus der PV-Eignungsmatrix zum Thema Straßenbeleuchtung und den entsprechenden Liegenschaften gezeigt (Filter in letzter Spalte – *Ziffer zum räumlichen Zusammenhang*). Die gezeigten Jahresstromverbräuche zur Straßenbeleuchtung entsprechen nur Teilmengen und beruhen auf vereinzelt Zählerstände (2019) mit Ortsangaben, die von der Verbandsgemeindeverwaltung tabellarisch (Vgl. Abbildung 3-4) geliefert wurden. Teilweise ist zu sehen, dass kein Stromverbrauch zur Straßenbeleuchtung vorliegt:

- Eine Messlokation bezieht sich auf mehrere Liegenschaften (Beispiel Raiffeisenplatz in Ochtendung, Marktplatz in Pillig, Dammweg 2 in Kerben)
- Es kommt bei denen Gebäuden vor, die mit der Ziffer „1“ (siehe oben) deklariert sind.
- Gebäude bei denen unklar ist, wo eine Messlokation liegt, da keine Angabe zu dieser Kommune gemacht wurde

## 3.2 Berücksichtigung der Rahmenparameter

Nachfolgend wird auf Hintergrundinformationen sowie die Darstellung der Rahmenparameter zur Bewertung der PV-Eignungsmatrix eingegangen. Hierzu zählen die Betrachtung des Potenzials für das Klima und die Finanzen<sup>8</sup> sowie die Bewertung der möglichen Einbindung der Straßenbeleuchtung. Die aufgenommenen Hintergründe sollen dazu dienen, die Potenziale aus der PV-Eignungsmatrix richtig interpretieren zu können sowie auf das weitere Vorgehen übertragen zu können.

Zu berücksichtigen ist, dass v. a. bezogen auf das Klima sowie die Finanzen ein theoretisches Potenzial ausgewiesen wird. Eine detaillierte Wirkung und das praxisnähere Heben dieses theoretischen Potenzials wird über die zehn ausgewählten Musterliegenschaften detaillierter untersucht (v. a. bei Finanzen; Stichwort Wirtschaftlichkeitsberechnung).

### 3.2.1 Potenzial für das Klima

Das Potenzial für das Klima wird anhand von CO<sub>2</sub>e-Werten (CO<sub>2</sub>e = CO<sub>2</sub>-Äquivalente) berechnet. Diese weisen aus, wie die Klimawirkung unterschiedlicher Gase durch verschiedene Arten der Nutzung von Energieträgern auf die Umwelt ist. Nachfolgende Übersicht soll einen Überblick der Emissionsfaktoren von klassischen Stromerzeugern aufnehmen. Dabei berücksichtigen diese Faktoren, die Äquivalente sowie die Vor-Kette.

Werte aus GEMIS Version 4.95 – Stand: April 2017

- Solar-PV (polykristallin): 61 g/kWh
- Wind Park onshore: 9 g/kWh
- Wasser-Kraftwerk: 3 g/kWh
- Biogas-Gülle-BHKW: 67 g/kWh
- Erdgas BHKW: 440 g/kWh
- Strombezug Netz 2020: 484 g/kWh

Hinzukommend bedarf es der Betrachtung der Emissionsfaktoren von Import-Steinkohle- und Braunkohlekraftwerken. Als Mittelwert der beiden Faktoren wurde der Wert 951,5 g/kWh in die Berechnung einbezogen.

Das Potenzial für das Klima wird durch die Deckung des eigenen Verbrauchs durch eine PV-Anlage und somit der Reduzierung des Netzstroms erzielt.

Hierdurch kann ein Delta von etwa 423 g CO<sub>2</sub>e /kWh mit jeder eigenerzeugten kWh Strom generiert werden (Strombezug Netz abzgl. Emissionen Solar-PV).

---

<sup>8</sup> Weiterhin zu beachten ist der Hinweis, der bereits in der Einleitung beleuchtet wurde: bei der Ausweisung der PV-Leistungen sowie der Wirkung auf Klima und Finanzen handelt es sich um **Potenziale**. Die Hebung dieser muss über die Feinanalyse sowie bilaterale Klärung in der VG diskutiert werden.

Zusätzlich kann eine Gutschrift von CO<sub>2</sub>e-Emissionen durch die installierten PV-Anlagen in der VG Maifeld erzielt werden. Dies kann über die Betrachtung des Überschussstroms vorgenommen werden. Die Annahme der Verdrängung von Kohlestrom ergibt sich nach dem Grundsatz des EEG<sup>9</sup> und nach Berücksichtigung des Merit-Order-Prinzips<sup>10</sup> im Energie-Börsenhandel.

Um hier einen Einblick der Wirkung zu geben:

Durch die Erzeugung von etwa 50.000 kWh/a Strom aus einer PV-Anlage können rund 21,2 Tonnen CO<sub>2</sub>e eingespart werden (Annahme: 100 % Nutzung des Stroms vor Ort). Diese Einsparung ergibt sich aus dem ökologischen Kennwert von 423 g/kWh, der oben ausgewiesen ist.

Angewendet auf die Potenziale der VG Maifeld und unter Berücksichtigung des Autarkiegrades (Berücksichtigung, wie viel Netzstrom wird tatsächlich verdrängt), ergibt sich eine Einsparung von **120 Tonnen CO<sub>2</sub>e/a** und eine Gutschrift entlang oben getroffener Annahme von **943 Tonnen CO<sub>2</sub>e/a**.<sup>11</sup>

An dieser Stelle wird bereits der Verweis auf das Potenzial der ersten zehn identifizierten Gebäude (siehe Kapitel 3.3 und 4) vorgenommen, um die Wirkung dieser ersten, zur Umsetzung potenziell geeigneten Gebäude, auszuweisen. Entlang der zehn Gebäude ergibt sich ein Potenzial von bereits **48 Tonnen CO<sub>2</sub>e/a** durch direkten Eigenverbrauch sowie **267 Tonnen CO<sub>2</sub>e/a** durch die Wirkung im Stromnetz der allgemeinen Versorgung.

Nachfolgende Tabelle gibt in diese Einsparungen nochmal einen Einblick, bevor das Kapitel 3.3 und 4 näher auf die Ergebnisse eingeht.

---

<sup>9</sup> §11 Abnahme, Übertragung und Verteilung: Vorrang für Strom aus erneuerbaren Energien

<sup>10</sup> Einsatzreihenfolge der Kraftwerke, die durch die variablen Kosten der Stromerzeugung bestimmt wird

<sup>11</sup> Berücksichtigt wurde dabei das Potenzial durch Eigenverbrauch sowie die Verdrängung des Kohlestroms durch den Grundsatz des EEG sowie des Merit-Order-Prinzips an der Börse

**Tabelle 3-5 Potenzial für das Klima – Gesamtpotenzial**

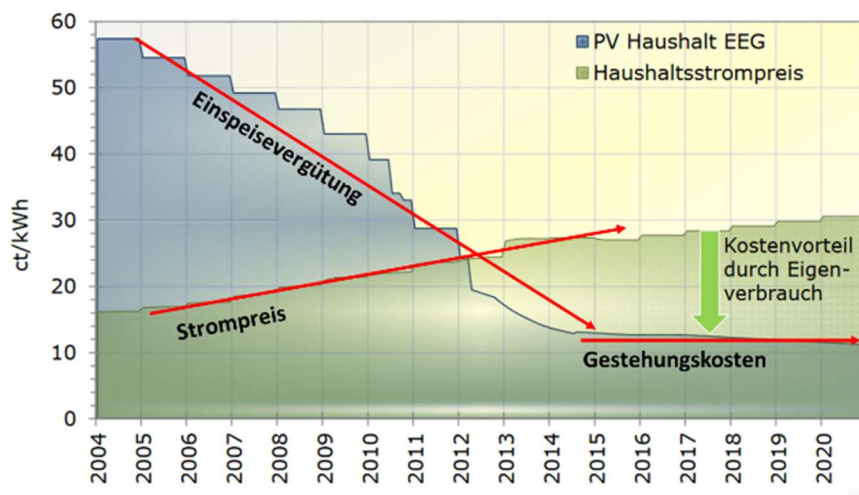
	Einheit [kWh <sub>el</sub> /a]	Kennwert	Tonnen CO <sub>2</sub> /a	Bemerkung
<i>Eigenstromverbrauch (Gebäude ohne Straßenbeleuchtung)</i>	236.400			
<i>Zusätzlicher Eigenstromverbrauch mit Straßenbeleuchtung</i>	46.800	423 g/kWh	120	Einsparung durch PV-Stromdeckung
<i>Gesamtstromverbrauch (Allgemeinstrom, Wärme/Heizstrom/Straßenbeleuchtung)</i>	(Summe: 283.200)	Einsparung		
	766.800	484 g/kWh	371	Status Quo Emission durch 100% Deckung Netzstrom
<i>Jahresstromertrag PV-Anlage Überschussstrom</i>	1.342.100			Potenzial Gesamt
	1.058.900	(952 – 61) g/kWh 891 g/kWh Gutschrift	943	Gutschrift, durch PV-Erzeugung, die in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist wird

### 3.2.2 Potenzial für die Finanzen der Kommunen

Neben der Klimaschutzwirkung ist es zudem interessant, das theoretische Potenzial bzgl. der Stromverbrauchskosten auszuweisen.

Hier lässt sich im Rahmen von PV-Analysen eine grobe Bewertung aus dem Vergleich von Stromgestehungskosten zu derzeitigen Strombezugskosten (Arbeitspreise) vornehmen.

Dabei hilft es zunächst auf die Entwicklung der Strompreise und der Gestehungskosten zu schauen. Diese sind in Abbildung 3-5 aufgenommen.



Quaschning, Volker: Die Energiewende muss kommen.  
Vortrag, VHS Köln, 12.12.2016

EEG = Erneuerbare Energien Gesetz

**Abbildung 3-5 Entwicklung der EEG-Vergütung PV (vgl. (Quaschning, 2016))**

Es wird erkennbar, dass die Stromgestehungskosten nun schon seit etwa 2015/2016 auf einem Niveau von rund 11 ct<sub>netto</sub>/kWh liegen. Dem gegenüber stehen Einkaufspreise von meist größer 20 ct<sub>netto</sub>/kWh.

Zur Bewertung des Potenzials für die Finanzen der Kommunen kann also für das Ausweisen das Delta zwischen Stromgestehungskosten und Arbeitspreisen der Liegenschaften herangezogen werden. Dazu wurden jeweils die Bruttopreise gebildet:

Stromgestehungskosten:	13,09 ct <sub>brutto</sub> /kWh
Einkaufspreise:	27,3 ct <sub>brutto</sub> /kWh
Strombezugskosten der Straßenbeleuchtung <sup>12</sup> :	21,2 ct <sub>brutto</sub> /kWh

Aus diesem Grund wurde bei der Datenanfrage auch auf das Einholen der Stromarbeitspreise geachtet.

Angewendet auf die Potenziale der VG Maifeld und unter Berücksichtigung des Autarkiegrades (Berücksichtigung, wie viel Netzstrom wird tatsächlich verdrängt), ergibt sich eine Einsparung von rund **37.400 €<sub>brutto</sub>/a**

Nachfolgende Tabelle gibt über diese Einsparungen nochmal einen Einblick, bevor das Kapitel 3.3 und 4 näher auf die Ergebnisse eingeht.

**Tabelle 3-6 Potenzial für die Finanzen der Kommune - Gesamtpotenzial**

	Einheit [kWh <sub>el</sub> /a]	Kennwert (brutto)	Kosten /Einspa- rung in €/a	Bemerkung
<i>Gesamtstromverbrauch (Allgemeinstrom und Teilmenge Straßenbeleuchtung) Stromkosten alt</i>	766.800	27,30 ct/kWh	204.900	Status Quo Kosten der Verbrauchs- deckung der 45 Liegenschaften
<i>Eigenstromverbrauch (Gebäude ohne Straßenbeleuchtung) Zusätzlicher Eigenstromver- brauch mit Straßenbeleuchtung</i>	236.400 46.800 (Summe: 283.200)	13,09 ct/kWh	37.000	Stromgestehungs- kosten aus PV-Potenzial
<i>Einsparung durch PV-Stromde- ckung</i>	236.400	Delta aus 27,3 – 13,09 ct/kWh	37.400	Für direkten Eigen- verbrauch ausge- wiesen
<i>Stromkosten neu</i>			167.500	

<sup>12</sup> Aus Datenanfrage an VG

### 3.2.3 Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung ist oftmals Eigentum der Kommune und bietet nach der Umrüstung der Leuchtmittel auf LED über PV und Speicher eine weitere Möglichkeit der Energieeinsparung. Demnach ist es möglich, auf einem gemeindeeigenen Objekt, welches für sich nur einen geringen Stromverbrauch aufweist, eine speichergekoppelte PV-Anlage zu installieren und mit dem tagsüber gespeicherten PV-Strom in der Nacht die Straßenbeleuchtung zu versorgen. Unter anderem bieten sich dafür die Dachflächen von Dorfgemeinschaftshäusern, Mehrzweckhallen, OG Verwaltungen, Bauhöfe, Solarcarports etc. an.

Über diesen Weg können PV-Anlagen attraktiver werden, wenn der Verbrauch der Straßenbeleuchtung mit eingebunden werden kann.

Schritt 1 Grundlast senken (Efficiency First) über eine intelligente Regelung der Leuchtmittel. Mögliche Maßnahmen sind beispielsweise eine lichtgesteuerte Regelung, die Dimmung der Straßenbeleuchtung um etwa 50 % in den mitternächtlichen Stunden sowie die Installation von Bewegungs- und Präsenzmeldern.

Schritt 2 besteht aus der Dimensionierung der PV-Anlage und des Speichers. Hierbei ist die zur Verfügung stehende Dachfläche ein limitierender und dabei sehr individueller Faktor. Neben der Dachflächenverfügbarkeit spielt es zudem eine Rolle, unter welchen Voraussetzungen dieses System entstehen soll. Soll ein maximaler Autarkiegrad der Straßenbeleuchtung erreicht werden, ist es wichtig die PV-Anlage zu überdimensionieren. Dadurch können Autarkiegrad und Klimaschutz maximiert werden. Unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten würde die PV-Anlage kleiner dimensioniert werden um die Eigenverbrauchsquote zu maximieren.

Bestandteil einer solchen Lösung ist also die Installation einer PV-Anlage sowie eines Speichers auf bzw. innerhalb eines der Gemeinde gehörenden Gebäudes. Des Weiteren ist zu klären, ob das Straßenbeleuchtungsnetz im Besitz der Stadt/Ortsgemeinde ist.

Dabei ist zu beachten, dass folgende Punkte zu klären sind:

- Gibt es vertragliche Bindungen? Strombelieferung ...
- Mit wem existiert ggf. derzeit ein Betriebsführungsvertrag?
- Wie ist das Straßenbeleuchtungsnetz verlegt, wie ist es mit den Einspeisepunkten vernetzt?
- Wo sind Plätze für eine geeignete Implementierung von PV-Modulen?

Unter der Annahme, dass ein Verbrauch von etwa 18.500 kWh/a für die Straßenbeleuchtung ansteht, wurde eine PV-Anlage in der Größenordnung von 25 kW<sub>p</sub> mit anknüpfendem Speicher mit einer Kapazität von 35 kWh eingeplant. Über diese Anlagenkombination kann eine Autarkiequote (Deckung des Verbrauchs) von 70 % erzielt werden.

Hinweis auf Klimaschutzwirkung: 13 Tonnen CO<sub>2</sub>e/a

Hinweis auf Stromkosteneinsparung: etwa 2.000 €/a

Die Umsetzung der Einbindung von PV-Anlage und Speicher über eine kommunale Liegenschaft lässt sich energiewirtschaftlich als Eigenverbrauch und teils als Kundenanlage einordnen. Diese Einordnung birgt Voraussetzung, wann das Konstrukt funktionieren kann, die teils sehr individuell ausgelegt werden.

Der Eigenverbrauch, bzw. die Eigenversorgung ist gesetzlich definiert. Über die beiden rahmengebenden energiewirtschaftlichen Gesetze EnWG (Energiewirtschaftsgesetz) und EEG (Erneuerbaren-Energien-Gesetz) wird die Eigenversorgung wie folgt definiert:

*„der Verbrauch von Strom, den eine natürliche oder juristische Person im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit der Stromerzeugungsanlage selbst verbraucht, wenn der Strom nicht durch ein Netz durchgeleitet wird und diese Person die Stromerzeugungsanlage selbst betreibt“ [Begriffsbestimmung §3 Nr. 19 EEG 2017]*

Aus dieser Definition heraus müssen also zur Bewertung, ob eine Eigenversorgung rechtswirksam darstellbar, ist drei Dinge geprüft werden:

1. Unmittelbarer räumlicher Zusammenhang
2. Nicht durch ein Netz durchgeleitet
3. Stromerzeugungsanlage selbst betreibt (Personenidentität)

Zusätzlich zu beachten ist die sogenannte Zeitgleichheit. Hier ist darauf zu achten, dass der Verbrauch und die Erzeugung zu jeder Viertelstunde betrachtet wird. Die Erzeugung muss also „zeitlich direkt“ in den Grenzen der Eigenversorgung (räumlicher Zusammenhang) verbraucht werden (siehe hierzu auch § 61h Abs. 2 EEG 2017).

Vor allem der erste Punkt „unmittelbarer räumlicher Zusammenhang“ ist in der Versorgung des Straßenbeleuchtungsnetzes nicht eindeutig. Hierzu gibt es auch keine gesetzliche Begriffsdefinition im EEG/EnWG. Die StromStV nimmt jedoch unter §12b Abs. 5 folgenden Hinweis auf:

*„Der räumliche Zusammenhang umfasst Entnahmestellen in einem Radius von bis zu 4,5 km um die jeweilige Stromerzeugungseinheit“*

Zu beachten ist zudem folgendes Urteil: Im Urteil des OLG Stuttgart vom 27.5.2010 wird das räumlich zusammengehörende Gebiet wie folgt beschrieben:

*„Ein räumlich zusammengehörendes Gebiet liegt dann vor, wenn auf Grund einer **gewissen räumlichen Nähe** und Verbindung zwischen den Grundstücken das Gebiet aus Sicht eines **objektiven Betrachters als einheitlich wahrgenommen wird** [...] Sinn und Zweck der Ausnahmevorschrift war ihre Begrenzung auf einen überschaubaren, zahlenmäßig bestimmten festen Kreis von im Netzgebiet angesiedelten Kunden.“* (openjur.de, 2010)

Der unmittelbare räumliche Zusammenhang unterliegt immer einer Einzelfallbetrachtung.

Eine Umsetzung kann jedoch möglich sein, wenn sich der Einspeisepunkt der Straßenbeleuchtung (und somit der Verbrauch) auf dem Gelände (also im räumlichen Zusammenhang) der Liegenschaft, welche die PV und den Speicher integriert, befindet.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass alle bereits oben erwähnten Punkte detailliert geklärt werden müssen, um den Weg der Straßenbeleuchtung über PV und Speicher kommunal zu verwirklichen.

### 3.3 Ergebnisse

Das Kapitel 3.3 dient der grafischen Auswertung der gewonnenen Ergebnisse der excelbasierten PV-Eignungsmatrix.

Dabei werden das Schema der Matrix und der Umgang mit dieser ebenso hervorgehoben wie erste Auswertung und Darstellung von Ergebnissen. Die PV-Eignungsmatrix ist als interaktive Matrix zu verstehen, die über die Anwendung der Filterfunktion dazu genutzt werden kann verschiedene Auswertungen und Gegenüberstellungen zu generieren. Dabei kann bspw. eine Filterung entlang folgender Faktoren vorgenommen werden:

- Gemeinden
- Träger
- Objektart/Objektnamen

Die überreichte PV-Eignungsmatrix beinhaltet sechs vorbereitete Diagramme. Diese stellen u. a. folgende Details der erhobenen Liegenschaften dar:

- Generelle Auswertung des Stromverbrauchs (mit und ohne Straßenbeleuchtung)
- Darstellung des möglichen Eigenverbrauchs; gegenübergestellt mit Gesamtstromverbrauch
- Übersicht der möglichen und potenziellen Eigenstromverbrauchsquote
- sowie mögliche installierbare Leistung und Übersicht geeigneter PV-Dachflächen

Die Vorstellung erster Ergebnisse dient ebenfalls der Ausweisung der bereits beschriebenen zehn Gebäude, die im AP2 spezifischer betrachtet werden sollen.

#### *Hinweis zum Umgang mit der PV-Eignungsmatrix*

*Diagramme:* Die Diagramme sind je als einzelnes Tabellenblatt aufgenommen und entsprechend durchnummeriert („DiaStrom0x“)

*Das Diagramm „DiaStrom01“ nimmt dabei den Hinweis auf, dass die Darstellung aller Liegenschaften (Rohformat der PV-Eignungsmatrix) nicht die Beschriftung aller Liegenschaften beinhalten kann (Darstellungsgrenze Excel). Mit Vornahme der Filternutzung wird die Datenbeschriftung entsprechend auf der Achse angepasst und kann in Gänze erfasst werden.*

*PV-Matrix:* Die PV-Matrix enthält die beschriebenen 45 Liegenschaften die über Zeile 8 (Tabellenkopf) gefiltert werden können. Die Anpassung durch den Filter wird in der Darstellung der Diagramme übernommen.

### 3.3.1 Allgemeine Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Tabelle 3-7 fasst die Ergebnisse aus der Exceltabelle über das Gesamtpotenzial zusammen.

Einige dieser Werte konnten bereits in Kapitel 3.2.1 und 0 entnommen werden.

Es zeigt sich in Summe ein **Dachflächenpotenzial von knapp 17.300 m<sup>2</sup>** auf welcher rund **1.500 kW<sub>p</sub> PV-Leistung** implementiert werden können (Hinweis: Potenzial).

Nach Berücksichtigung von Autarkiegrad und Eigenverbrauchsquote lässt sich ein **Eigenstromverbrauch** in Summe (mit Straßenbeleuchtung) von rund **283.200 kWh/a** beziffern. Wird dieser Wert mit dem Gesamtstromverbrauch von rund 766.800 kWh/a verglichen, kann ein grober Autarkiegrad von 37 % benannt werden.

Es zeigt sich, dass je niedriger der Stromverbrauch, aber die Fläche für PV-Leistung vorhanden ist, desto höher kann der Autarkiegrad ausfallen. Dies hat auch bereits der Umgang in Kapitel 3.1.2 mit dem Autarkiegrad gezeigt.<sup>13</sup>

**Tabelle 3-7 Ergebnisse des Gesamtpotenzials aus der PV-Eignungsmatrix**

	Wert	Einheit	Art des Wertes
<i>Jahresstromverbrauch (Allgemeinstrom)</i>	<b>694.322</b>	[kWh <sub>el</sub> /a]	Summe
<i>Strombezugskosten (Allgemeinstrom)</i>	<b>27,30</b>	[Ct <sub>brutto</sub> /kWh <sub>el</sub> ]	Mittelwert
<i>Nettogrundfläche (NGF)</i>	<b>40.083</b>	[m <sup>2</sup> ]	Summe
<i>Dachfläche für PV-Anlage (geeignete Dachfläche)</i>	<b>17.304</b>	[m <sup>2</sup> ]	Summe
<i>Jahresstromertrag PV-Anlage</i>	<b>1.342.110</b>	[kWh <sub>el</sub> /a]	Summe
<i>Installierbare Leistung</i>	<b>1.513</b>	[kW <sub>p</sub> ]	Summe
<i>spez. PV-Stromertrag</i>	<b>882</b>	[kWh <sub>el</sub> /kW <sub>p</sub> a]	Mittelwert
<i>Teilmenge Jahresstromverbrauch Straßenbeleuchtung</i>	<b>72.500</b>	[kWh <sub>el</sub> /a]	Summe
<i>Eigenstromverbrauch (Gebäude ohne Straßenbeleuchtung)</i>	<b>236.419</b>	[kWh <sub>el</sub> /a]	Summe
<i>Eigenstromverbrauch (Anteil (relevante Gebäude mit Straßenbeleuchtung))<sup>14</sup></i>	<b>102.306</b>	[kWh <sub>el</sub> /a]	Summe
<i>Gesamtstromverbrauch (Allgemeinstrom, Straßenbeleuchtung)</i>	<b>766.822</b>	[kWh <sub>el</sub> /a]	Summe

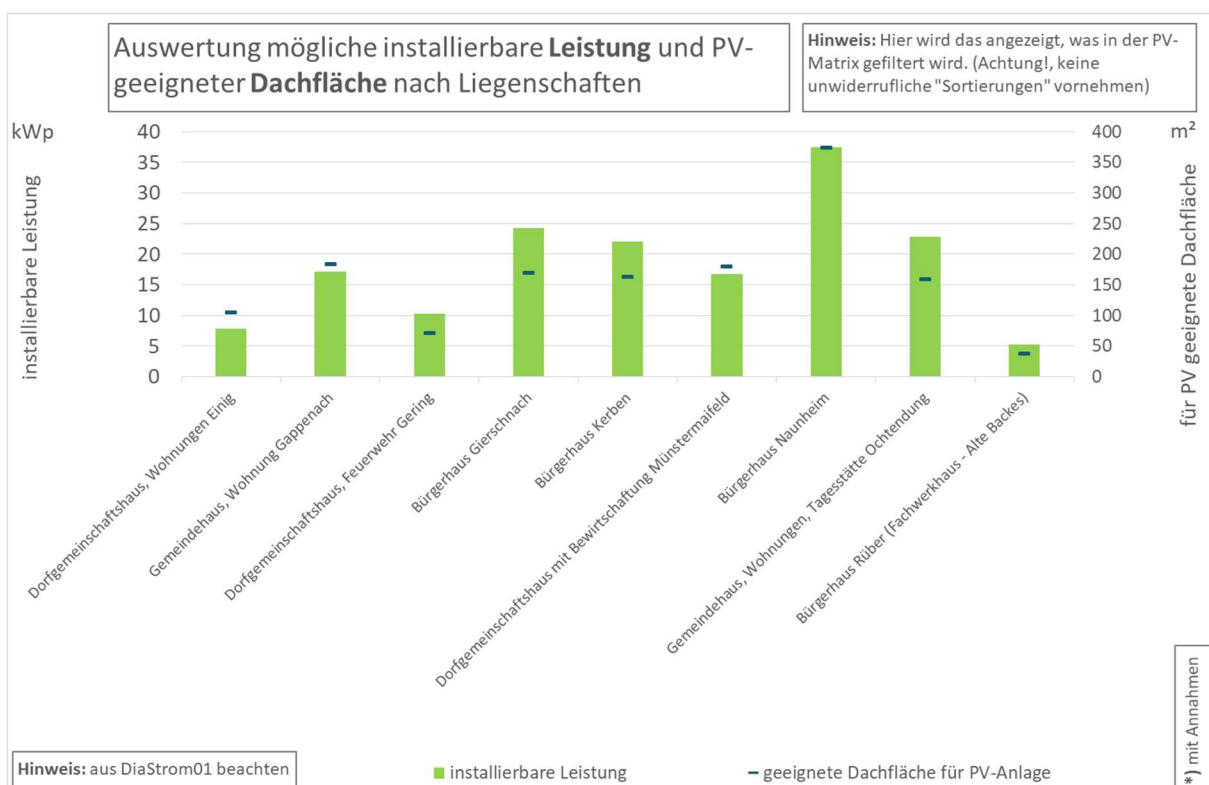
<sup>13</sup> Hinweis aus Autarkiegradanpassung: Der Verbrauch ist größer als die Erzeugung, tendenziell kann also mehr Verbrauch durch die Erzeugung vor Ort gedeckt werden.

<sup>14</sup> Beinhaltet auch den Eigenstromverbrauch des Allgemeinstroms, welcher in der Summe darüber bei den entsprechenden Gebäuden enthalten ist. Der zusätzliche Eigenstromverbrauch (Straßenbeleuchtung), wie in Tabelle 3-5 und Tabelle 3-6 gezeigt, beträgt in Summe 46.800 kWh/a

Die nachfolgenden Kapitel nehmen entlang vorgenommener Filterungen in der Gesamtmatrix Analysen der Liegenschaften vor und zeigen über Diagramm und Bewertung die Ergebnisse auf. Aufgrund der Dynamik, die die PV-Eignungsmatrix mit der Filteroption mit sich bringt, können bei den Darstellungen die Achsenbeschriftungen (Skalen) von Diagramm zu Diagramm variieren.

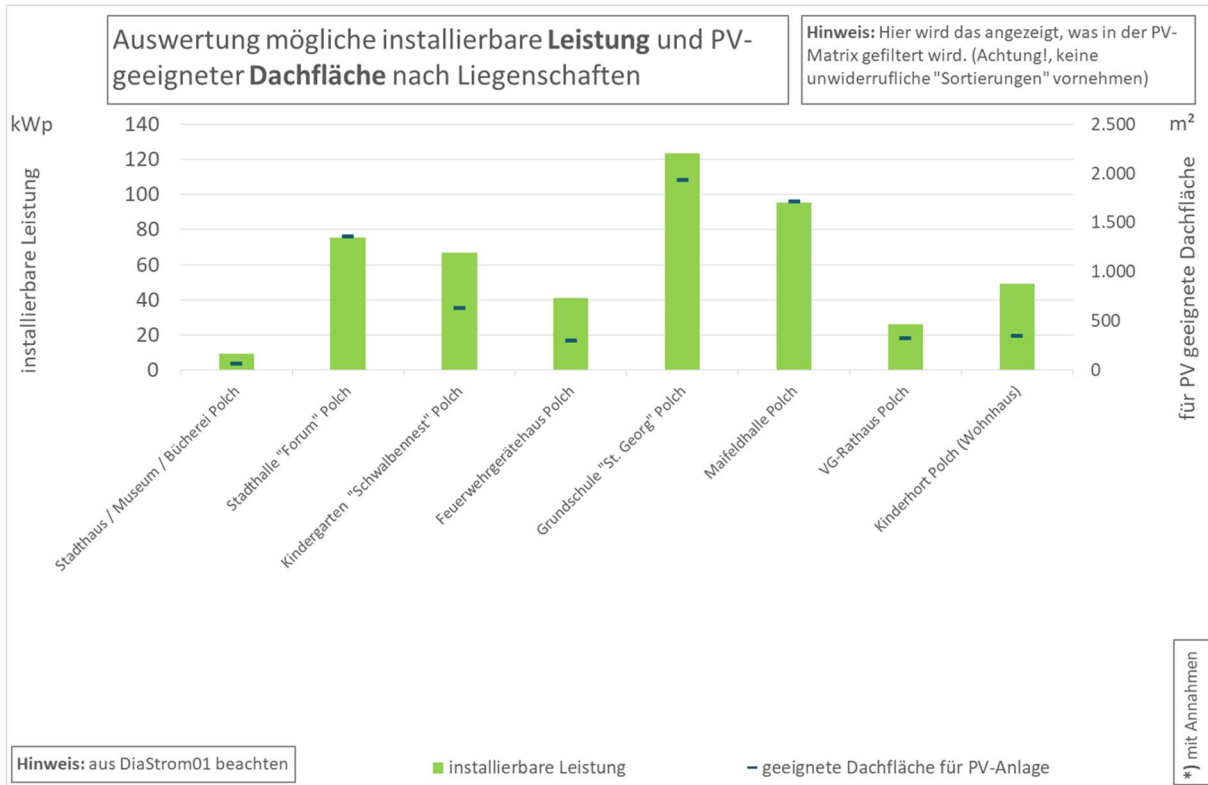
### 3.3.2 Aspekt geeignete Flächen – Potenzial der installierbaren Leistung

Die beiden nachfolgenden Abbildungen stellen beispielhaft die Ergebnisse für den Cluster (Nutzungsart) „Gemeinschaftshäuser“ und für die Liegenschaften in der Stadt Polch und dar. Dabei beleuchten die beiden grafischen Ausschnitte aus der PV-Eignungsmatrix die Potenziale der installierbaren Leistungen (linke Achse | Balken) und zeigen zudem, welche Dachfläche der Liegenschaft für PV geeignet ist (rechte Achse | Strichmarkierung).



**Abbildung 3-6 PV-Potenzial | Gemeinschaftshäuser**

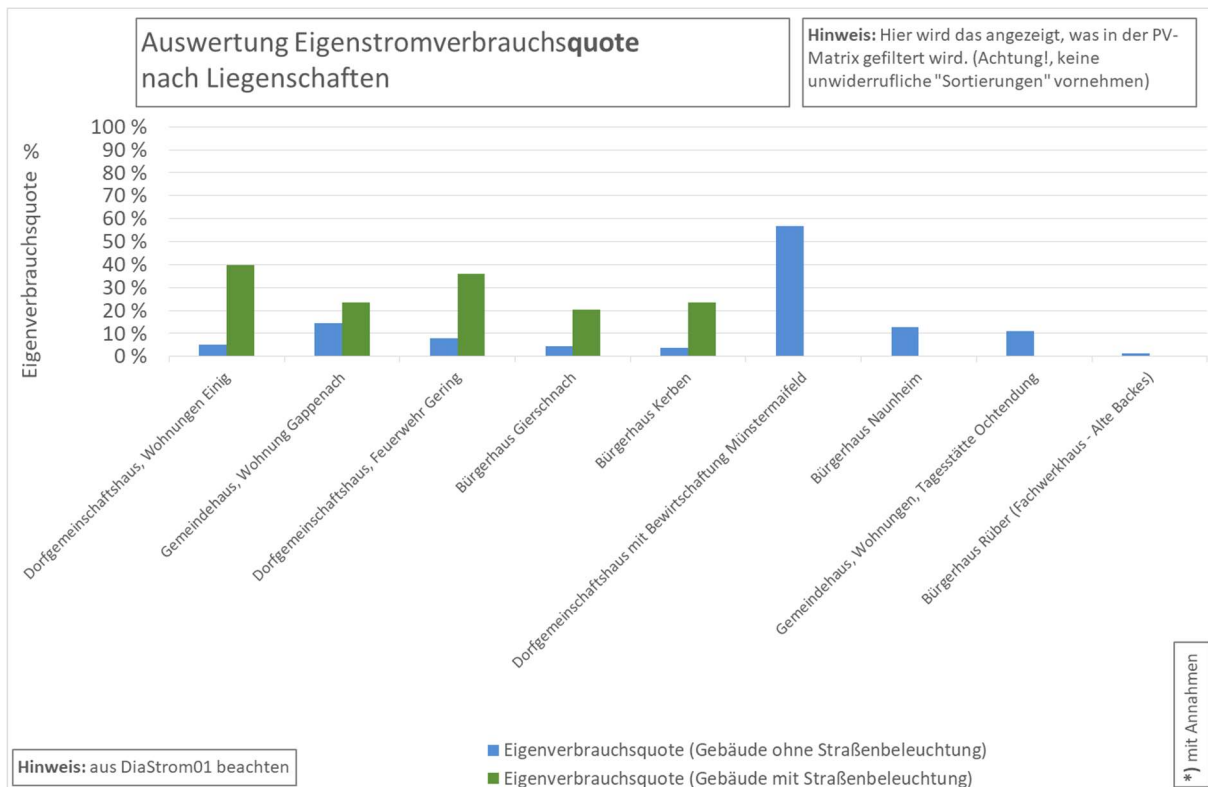
Insgesamt beläuft sich das Potenzial zur Erzeugung von Solarstrom der neun Gemeinschaftshäuser auf rund 145.000 kWh<sub>el</sub>/a. Diese können wie in der Abbildung oben gezeigt mit einer installierbaren Leistung und geeigneter Dachfläche von rund 164 kW<sub>p</sub> bzw. 1.440 m<sup>2</sup> erzielt werden.



**Abbildung 3-7 PV Potenzial | Stadt Polch**

In Summe liegt für die in der Stadt Polch gelegenen acht Liegenschaften ein Potenzial, einer zu installierbaren Leistung von rund 487 kW<sub>p</sub> bei einer geeigneten Dachfläche von etwa 6.670 m<sup>2</sup> vor. Damit könnten rund 432.900 kWh<sub>el</sub>/a erzeugt werden.

### 3.3.3 Aspekt Eigenverbrauchsquote



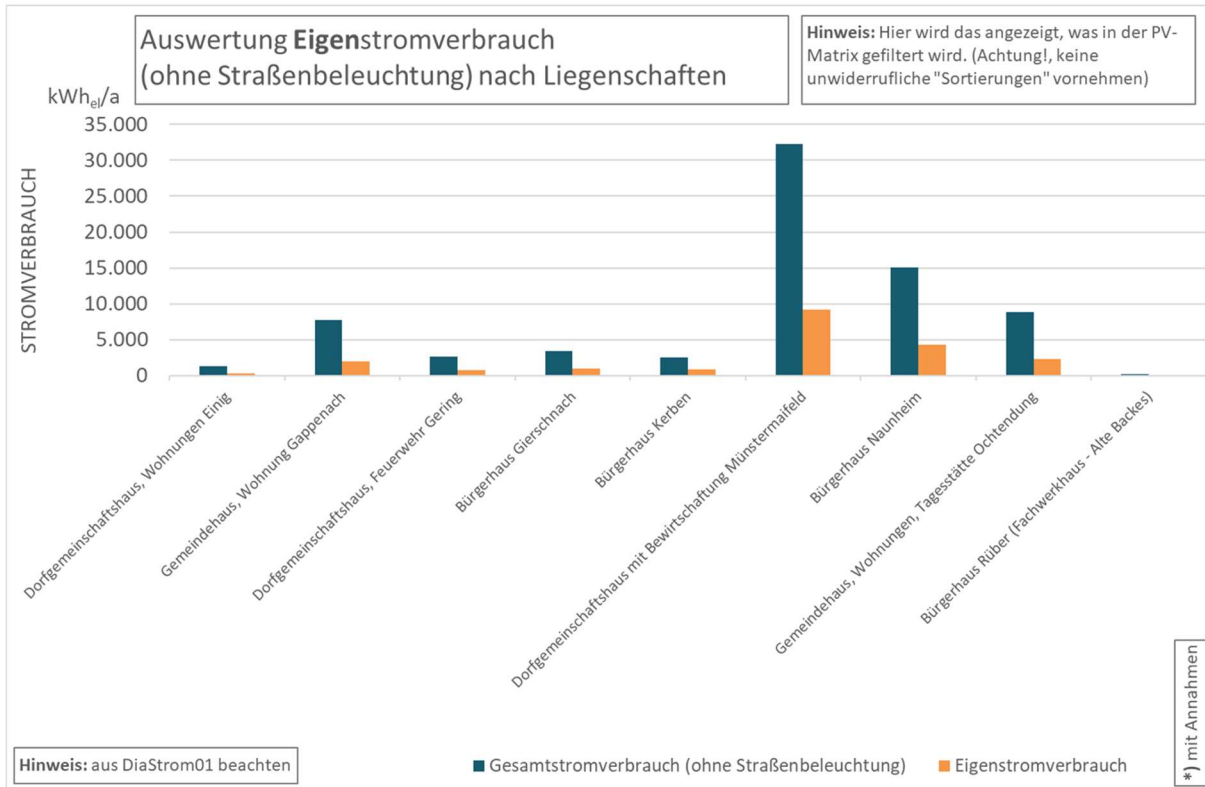
**Abbildung 3-8 EV-Quote | Gemeinschaftshäuser**

In der Darstellung oben zeigt der linke Balken (blau) die mögliche Eigenverbrauchsquote (nur Allgemeinstrom) bei zuvor ausgewiesenem PV-Potenzial der neun Liegenschaften (1 % bis 57 %). Nimmt man den Aspekt zur Straßenbeleuchtung hinzu (Kategorie 2, 3, 4; Vgl. Kapitel 3.1.3), ist dieses Potenzial bei den ersten fünf Liegenschaften relevant. Hierdurch könnte, deutlich erkennbar am rechten Balken (grün), die Eigenverbrauchsquote angehoben werden (20 % bis 40 % für die ersten fünf Liegenschaften).

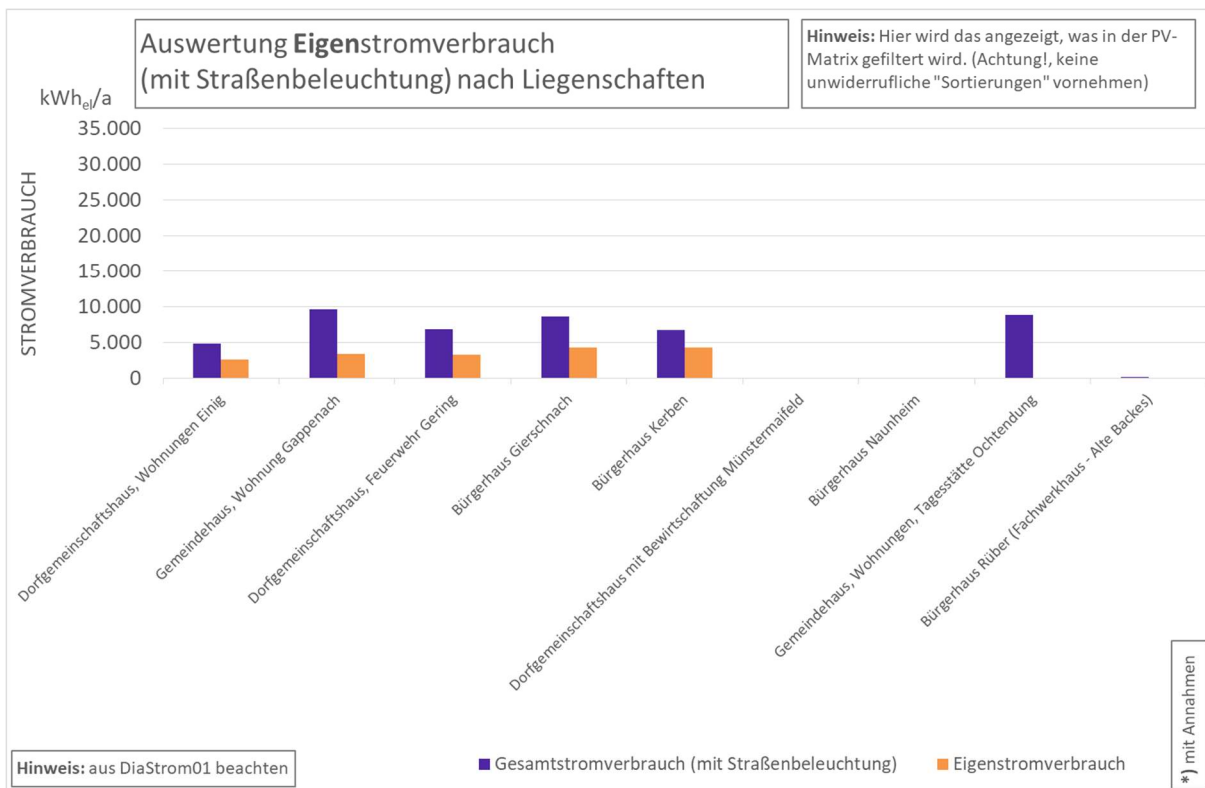
Das geringe Potenzial für den Eigenverbrauch der als letzte dargestellte Liegenschaft (Bürgerhaus Rüber) liegt an dem angegebenen Allgemeinstromverbrauch von lediglich rund 200 kWh<sub>el</sub>/a (Vgl. Abbildungen unten in Kapitel 3.3.4). Die PV-Stromerzeugung für das Bürgerhaus Rüber hingegen könnte auf bis zu rund 4.460 kWh<sub>el</sub>/a (37 m<sup>2</sup> und 5,3 kW<sub>p</sub>) ausgebaut werden. Das Potenzial für den Eigenverbrauch kann demnach auch durch eine umgekehrte Wirkung (Hoher Strombedarf / geringe Dachfläche für Stromerzeugung) niedriger ausfallen.

### 3.3.4 Weitere Auswertung zur Ergebnispräsentation

Anschließende Abbildungen wurden für den optischen Vergleich auf eine Seite platziert. Nachkommend erfolgt die Beschreibung.



**Abbildung 3-9 Eigenstromverbrauch (ohne Straßenbeleuchtung) | Gemeinschaftshäuser**



**Abbildung 3-10 Eigenstromverbrauch (mit Straßenbeleuchtung) | Gemeinschaftshäuser**

Die beiden Abbildungen oben, greifen nochmal den Aspekt der Straßenbeleuchtung auf. Diesmal anhand der Daten zum Gesamtstromverbrauch ohne und mit dem Strombedarf der Straßenbeleuchtung (linker Balken) ins Verhältnis zum möglichen Eigenstromverbrauch (rechter Balken). Zur besseren Vergleichbarkeit (Grundproblem der Dynamik in der Matrix wie oben beschrieben), wurde in Abbildung 3-10 die Skala auf den gleichen Wert wie in der Abbildung zuvor gesetzt.

Wie zuvor erwähnt, kommt der Straßenbeleuchtungsaspekt bei den ersten fünf Liegenschaften zum Tragen. Die beiden letzten Liegenschaften fallen nicht unter die Kategorien 2 bis 4. Das Gemeindehaus in Ochtendung und das Bürgerhaus Rüber werden dennoch angezeigt, da sie unter die Kategorie 1 fallen, bei der kein unmittelbar räumlicher Zusammenhang mit der Straßenbeleuchtung erkennbar ist (Vgl. Kapitel 3.1.3). Demzufolge werden in Abbildung 3-10 nur die relevanten Liegenschaften dargestellt. Die Stromverbräuche inkl. Straßenbeleuchtung von Gebäuden nach Kategorie 1, sind mit einer Ausnahme<sup>15</sup> mit denen in der Abbildung 3-9 (ohne Straßenbeleuchtung) deckungsgleich.

Zu sehen ist, dass bei den ersten fünf Liegenschaften der Stromverbrauch um den Bedarf der Straßenbeleuchtung steigt und zudem, aufgrund des nicht ausgeschöpften PV-Potenzial (ohne Straßenbeleuchtung) der Eigenverbrauch bei allen fünf Liegenschaften in Summe um rund 13.240 kWh<sub>el</sub>/a steigt (+1.340 bis +3.640 kWh<sub>el</sub>/a mehr).

---

<sup>15</sup> Gebäude 97 (Grundschule „St. Martin“ Ochtendung) liegt neben weiteren Gebäuden am Raiffeisenplatz in Ochtendung. Der Aspekt zur Straßenbeleuchtung ist mit der Kategorie 1 für diese Gebäude festgelegt worden, da eine Messlokation für die Klöppelgasse 40 mitgeteilt wurde.

## 4 Zwischenfazit

Das Kapitel 3.3 hat erste Ergebnisse bereits aufgezeigt und zusammengefasst. Im vorliegenden Zwischenfazit bleibt festzuhalten, dass die PV-Eignungsmatrix in ihrer Filterfunktion sowie grafischen Auswertung der Diagramme der VG Maifeld ein geeignetes Werkzeug an die Hand gibt, die nun 45 gelisteten Gebäude im ersten Schritt in ihrem PV-Potenzial zu analysieren und zu verstehen.

Neben einer reinen Übersicht der Verbräuche, PV-Dachpotenziale und der resultierenden PV-Leistungen sowie Erzeugungsmengen können auch bereits erste Hinweise für das Einbinden von der Straßenbeleuchtung der Matrix entnommen werden.

Dabei ist die Matrix nochmals als reine Potenzialmatrix unter den Aspekten des Dachtyps, der Dachfläche sowie der solaren Einstrahlung zu verstehen. Das Nutzerverhalten und die Nutzungszeiten der Gebäude konnten und können in diesem Potenzial nur kennwertbasiert einfließen.

Um die nun als Potenzial zu verstehende Matrix zu schärfen sowie kennwertbasierte Werte zu validieren, sieht das AP2 vor, zehn Liegenschaften detaillierter und mit Absprachen zu bewerten.

Eine Vorauswahl wurde Anhand nachfolgenden Rahmenparameter getroffen (Abbildung 4-1)

1. Kleines/großes Gebäude
2. Gebäude mit Aspekt Straßenbeleuchtung (Kategorie 4)
3. Kindergarten
4. Schule
5. Verwaltung
6. Wo ist hoher Autarkiegrad ohne Straßenbeleuchtung
7. Große Dachfläche
8. Wenn möglich, Liegenschaften aus unterschiedlichen Gemeinden

Lfd. Nr.	Objekt
2	Gemeindehaus, Wohnung Gappenach
26	Stadthalle Münstermaifeld
43	Kulturhalle Ochtendung *
51	Kindergarten "Löwenzahn", Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig
52	Stadthaus / Museum / Bücherei Polch
93	Grundschule, Wohnhaus Lonng
94	Grundschule "St. Martin" Mertloch
97	Grundschule "St. Martin" Ochtendung
101	Grundschule "St. Barbara" Welling
103	VG-Rathaus Polch

**Abbildung 4-1 Vorauswahl AP2 | 10 Liegenschaften**

In Kapitel 3.3.1 wurde über das Gesamtpotenzial eine Ergebnistabelle aufgenommen. Für die nun vorgeschlagenen zehn Gebäude soll nachfolgende Tabelle das Potenzial der Auswahl aufnehmen.

**Tabelle 4-1 Potenzial der zehn ausgewählten Liegenschaften**

	Wert Gesamt	Wert Auswahl	Einheit	Anteil von Gesamt
<i>Jahresstromverbrauch (Allgemeinstrom)</i>	694.322	262.405	[kWh <sub>el</sub> /a]	38 %
<i>Strombezugskosten (Allgemeinstrom)</i>	27,30	25,05	[ct <sub>brutto</sub> /kWh <sub>el</sub> ]	92 %
<i>Nettogrundfläche (NGF)</i>	40.083	15.921	[m <sup>2</sup> ]	40 %
<i>Dachfläche für PV-Anlage (geeignete Dachfläche)</i>	17.304	4.847	[m <sup>2</sup> ]	28 %
<i>Jahresstromertrag PV-Anlage</i>	1.342.110	413.339	[kWh <sub>el</sub> /a]	31 %
<i>Installierbare Leistung</i>	1.513	465	[kW <sub>p</sub> ]	31 %
<i>spez. PV-Stromertrag</i>	882	886	[kWh <sub>el</sub> /(kW <sub>p</sub> a)]	
<i>Teilmenge Jahresstromverbrauch Stra- ßenbeleuchtung</i>	72.500	45.387	[kWh <sub>el</sub> /a]	63 %
<i>Eigenstromverbrauch (Gebäude ohne Straßenbeleuchtung)</i>	236.419	84.148	[kWh <sub>el</sub> /a]	36 %
<i>Eigenstromverbrauch (Gebäude mit Straßenbeleuchtung)<sup>14</sup></i>	102.306	74.930	[kWh <sub>el</sub> /a]	73 %
<i>Gesamtstromverbrauch (Allgemeinstrom, Straßenbeleuchtung)</i>	766.822	307.792	[kWh <sub>el</sub> /a]	40 %

Abschließend sollen die zentralen Fragen für das vorliegenden Projekt in der Beantwortung geschärft und zusammengefasst werden.

- Welche Liegenschaften der VG Maifeld eignen sich für PV?

Von den 106, seitens der VG gelisteten Liegenschaften, konnten 45 aufgrund ausreichender Datengüte bewertet werden. Ausgeschlossen wurden dabei Leichen- und Friedhofshallen, Lager, Kiosks, Toilettenanlagen, aber auch teilweise Kindergärten oder Gemeindehäuser.<sup>16</sup>

Vor allem Gebäude mit einem hohen Stromverbrauch, einer großen Dachfläche wie auch Nutzungszeiten in der Mittagszeit eignen sich ganz allgemein für den Einsatz von PV-Strom. Des Weiteren wurden solche Gebäude im ersten Schritt bewertet, die das Potenzial bergen, die Straßenbeleuchtung über räumliche Nähe sowie über einen Speicher zu versorgen.

<sup>16</sup> Durch die Kürzung der Liegenschaftsliste auf Basis der aufwendigen Datenbeschaffung beim Solardachkataster, lässt sich sagen, dass das grundlegende Potenzial zur PV-Stromerzeugung und zum PV-Eigenstromverbrauch höher liegen würde, wenn weitere Liegenschaften in der Liste vorhanden wären.

16 Gebäude weisen einen Stromverbrauch  $> 15.000 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{a}$  auf. Hierrunter fallen u. a. Turnhallen, Grundschulen, Kindertagesstätten oder das Rathaus in Polch.

10 Gebäude, darunter zwei der oben erwähnten größeren Verbraucher, verzeichnen eine geeignete Dachfläche für PV von  $\geq 400 \text{ m}^2$ . Für diese 10 Gebäude ergibt sich anhand der SDK-Daten ein Platzbedarf von rund  $14 \text{ m}^2$  pro  $\text{kW}_p$ , bei einer Leistung in Summe von rund  $777 \text{ kW}_p$  (Teilpotenzial).

- Welche Eigenverbrauchsquote kann erreicht werden?

Die erreichbaren Eigenverbrauchsquoten erreichen je Liegenschaft ganz individuelle Werte. Das hängt mit dem Zusammenspiel von Stromverbrauch, verfügbarer Dachfläche, sowie der Gebäudegröße (Nettogrundfläche) zusammen.

Über die 45 Liegenschaften der VG Maifeld können dadurch Eigenverbrauchsquoten von einstelligen %-Sätzen bis hin zu 100 % erreicht werden.

Die Eigenverbrauchsquote gibt dabei an, wie viel des erzeugten Stroms die Liegenschaften vor Ort direkt verbrauchen können.

Angewendet auf das Gesamtpotenzial der VG liegt dieser Wert bei 21 %.

Der Autarkiegrad (Deckung des Verbrauchs aller Liegenschaften über die bisherigen Annahmen und das PV-Potenzial) beträgt rund 37 % (siehe auch Kapitel 3.3.1).

- Wie lassen sich Verbrauch und Erzeugung in Einklang bringen?

Generell braucht es in der Bewertung des Zusammenspiels von Verbrauch und Erzeugung noch ein besseres Wissen über die tatsächlichen Nutzungszeiten vor Ort. Hier dient das AP 2 zur Schärfung. Das Einbinden von Wärmeanwendungen, Speichern und der Straßenbeleuchtung können den Autarkiegrad sowie die Eigenverbrauchsquote positiv beeinflussen.

- Wie viel PV wird benötigt und welche Wirkung in der Verbrauchsdeckung kann erzielt werden?

Über die Tabelle 3-7 kann die benötigte PV-Erzeugung abgeleitet werden. Wird in einem ersten Schritt nur die Deckung des Allgemeinstrom in Höhe von  $694.300 \text{ kWh}/\text{a}$  (der 45 ausgewählten Gebäude) zu 50 % angestrebt ( $\rightarrow$  rund  $347.150 \text{ kWh}/\text{a}$ ) so könnte bereits eine installierte PV-Leistung von rund  $390 \text{ kW}_p$  ausreichend sein.

Der Bericht hat ebenfalls ein Potenzial für den Klimaschutz sowie die Finanzen der Kommunen aufgenommen. Bei Hebung des gesamten PV-Potenzials können etwa 32 %  $\text{CO}_2\text{e}$  (Emissionen) eingespart werden, sowie die Verbrauchskosten um knapp 18 % reduziert werden.

## 5 AP 2 Feinanalyse

In der Feinanalyse wurden für zehn ausgewählte Gebäude repräsentativ eine Ertragssimulation für dachgebundene Photovoltaikanlagen durchgeführt. Daraus wurde anhand von nutzungstypischen Stromlastgängen der Eigenverbrauchsanteil sowie der Autarkiegrad abgeleitet, der belastbarer als die Abschätzung in der Grobanalyse ist. Aus der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der untersuchten Photovoltaikanlagen geht hervor, welche Investitionskosten zu tätigen sind, welche Jahreskosten und -erlöse sich ergeben und welche Mindestlaufzeit und spezifische Stromgestehungskosten daraus resultiert. Außerdem erfolgte eine ökologische Bewertung in Form einer Treibhausgasemissionsbilanz.

Abweichend von der in der Grobanalyse getroffenen Vorauswahl wurden für die Feinanalyse folgende Gebäude von der Verbandsgemeinde Maifeld festgelegt.

**Tabelle 5-1 Auswahl AP2 | 10 Liegenschaften**

Lfd. Nr.	Objekt
2	Gemeindehaus, Wohnung Gappenach
26	Stadthalle Münstermaifeld
43	Kulturhalle Ochtendung *
51	Kindergarten "Löwenzahn", Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig
52	Stadthaus / Museum / Bücherei Polch
93	Grundschule, Wohnhaus Lonngig
94	Grundschule "St. Martin" Mertloch
97	Grundschule "St. Martin" Ochtendung
101	Grundschule "St. Barbara" Welling
103	VG-Rathaus Polch

### 5.1 Methodik

Aufgrund der guten Datenlage von Seiten des Solarkatasters MYK und des am 20.01.2021 veröffentlichten landesweiten Solarkatasters Rheinland-Pfalz sowie veröffentlichten Luftbildern war es nicht zwingend notwendig, Ortstermine vorzusehen um beispielsweise mögliche hinderliche Einbauten auf den Dachflächen und Verschattungen zu identifizieren.

Im Rahmen der Feinanalyse erfolgte keine Bewertung der Dachstatik hinsichtlich der Aufbringung zusätzlicher Lasten in Form von Photovoltaikmodulen. Eine Überprüfung der Statik ist für die Umsetzbarkeit zwingend notwendig. Dies gilt insbesondere für die mit Schiefer eingedeckten Dächer. Außerdem werden für Schieferdächer besondere Befestigungssysteme benötigt.

In der Gebäudeauswahl befindet sich ein Gebäude, das im Verzeichnis der Kulturdenkmäler Kreis Mayen-Koblenz<sup>17</sup> gelistet ist. Es handelt sich um: Kindergarten „Löwenzahn“, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig. Aus dem Auszug des Verzeichnisses geht hervor, dass es sich um eine ehemalige Schule mit dem Baujahr 1910 handelt, die als teilweise verputzten Basaltsteinbau mit Walmdach errichtet wurde. In der Regel wird dem Denkmalschutz Vorrang vor nachgerüsteten Photovoltaikanlage gegeben. Aufgrund dessen wurde nur auf dem nachträglichen Anbau eine Photovoltaikanlage in der Feinanalyse betrachtet.

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen ist der Eigenverbrauch des Solarstroms die maßgebliche Größe zum wirtschaftlichen Betrieb einer PV-Anlage. Der Eigenverbrauch kann durch den Einsatz von Batteriespeichern als auch eine intelligente Steuerung von Verbrauchern (z. B. Wärmepumpe mit Wettervorhersage) gesteigert werden. Das Land Rheinland-Pfalz hat hierzu ein Förderprogramm für Solarstromspeicher<sup>18</sup> ins Leben gerufen.

Ertragssimulation der PV-Anlagen mittels des Programms PV-Sol Premium in der Version 2021 (R3)

Die **Dimensionierung einer PV-Anlage** erfolgte entlang mehrerer Rahmenparameter. Ausgangsbasis sind die Daten aus dem Solarkataster MYK (PDF-Dateien)<sup>19</sup>, der Stromverbrauch des Gebäudes, der anteilige Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung, der Gebäudetyp und veröffentlichte Luftbildaufnahmen des Landes Rheinland-Pfalz.

Die Anlagengröße wurde im ersten Schritt anhand der der geeigneten Dachflächen (PDF-Dateien) ausgelegt. Es wurde darauf geachtet, dass möglichst die gesamten Dachflächen belegt werden, sofern dies technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Dachgeometrie wurde anhand von Luftbildern (Geoportal LANIS RLP) und den Daten aus dem Solardachkataster MYK in PV-SOL Premium nachgebildet.

Als **geeignete Dächer** werden jene aus dem Solardachkataster MYK angenommen. Einschränkungen bei der Dachbelegung, ergaben sich in erster Linie durch den Aspekt der Wirtschaftlichkeit und teilweise wie bereits angesprochen durch die Untersuchung des Denkmalschutzes. Demnach wurden bei den 10 Liegenschaften nicht zwingend alle Dächer mit einer Photovoltaikanlage, für die Simulation bestückt.

---

<sup>17</sup>[https://gdke.rlp.de/fileadmin/gdke/Dateien/landesdenkmalpflege/Verzeichnis\\_Kulturdaenkmaeler/Ma-yen-Koblenz\\_09-02-2021.pdf](https://gdke.rlp.de/fileadmin/gdke/Dateien/landesdenkmalpflege/Verzeichnis_Kulturdaenkmaeler/Ma-yen-Koblenz_09-02-2021.pdf)

<sup>18</sup> <https://www.energieagentur.rlp.de/service-info/foerderinformationen/solar-speicher-programm/>

<sup>19</sup> Bei unzureichender Datengrundlage wurden die Daten aus dem landesweiten Solarkatasters Rheinland-Pfalz herangezogen (Kulturhalle Ochtendung)

Wird der **Stromverbrauch der Liegenschaften** vom Energieversorgungsunternehmen leistungsgemessen, kann der tatsächliche Lastgang in die Simulation aufgenommen werden. Daraus lässt sich die Eigenverbrauchsquote gut ermitteln. Diese Daten wurden von der VG-Verwaltung beim Energieversorgungsunternehmen angefragt. Leistungsmessungen im 15-Minuten-Takt werden vor allem bei großen Abnehmern vorgenommen. Ist keine Leistungsmessung des Stromverbrauchs vorhanden wird alternativ auf hinterlegte Lastprofile in der Simulation bzw. auf eigene Lastgänge vergleichbarer Gebäudenutzungen zurückgegriffen. Zum derzeitigen Zeitpunkt lagen keine Messdaten vor, weswegen mit nutzungstypischen Lastgängen die Simulationen durchgeführt wurden. Die **Nutzungsart** der Gebäude diente als Information, um die geeigneten Lastprofile für die Simulation zu identifizieren (Vgl. Tabelle 5-2).

Mehrere Liegenschaften wiesen den Aspekt der **Straßenbeleuchtung** auf. Hierfür wurden ebenfalls standardisierte Lastprofile verwendet. Hierbei kamen ebenso Photovoltaikanlagen mit Verbrauchern zum Einsatz, allerdings mit zusätzlichem **Batteriespeicher**.

## 5.2 Rahmenparameter in der Ertragssimulation

Die Parameter, die in den Simulationen und Berechnungen zu Grunde gelegt wurden, werden nachfolgend beschrieben. Einerseits handelt es sich um standortabhängige Werte für die Ertragssimulation und andererseits um Parameter zur wirtschaftlichen Bewertung der Photovoltaikanlagen. Eine Treibhausgasemissionsbilanz basiert auf den Werten, die bereits im Kapitel 3.2.1 erläutert sind.

### 5.2.1 Parameter zur Ertragssimulation

In der Simulation der Solarerträge wurden folgende Rahmenbedingungen für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen mit elektrischen Verbrauchern und teilweise mit einem Batteriesystem berücksichtigt.

Standortspezifische **Klimadaten** für jedes untersuchte Gebäude wurden aus den in der Simulationssoftware hinterlegten Klimadaten generiert (MeteoSyn – Applikation in PV\*SOL premium 2021).

Abhängig von der Dachgeometrie, umliegender Bebauung und Baumbestand wurde eine prozentuale Abminderung aufgrund **Verschattung** angesetzt. Die prozentuale Verschattung liegt den Daten aus dem Solardachkataster MYK zugrunde. Aus den PDF-Dateien konnte dieser Wert je betrachteten Dach entnommen werden. Für die Kulturhalle Ochtendung waren wie in AP 1 erwähnt die Daten aus dem Solardachkataster MYK unzureichend. Für diese Liegenschaft wurde je nach Dachgeometrie eine prozentuale Verschattung von 3 bis 5 % angenommen.

**Verbraucherlastgänge** wurden entsprechend der Gebäudenutzung aus hinterlegten Lastgängen z. B. zu Schulen und zur Straßenbeleuchtung übernommen. Bei Mischnutzungen wurden anteilig mehrere Lastgänge kombiniert<sup>20</sup>. Die Simulation basiert auf Stundenwerte eines Jahres.

**Tabelle 5-2 Übersicht zu den nutzungsspezifischen Verbraucherlastgängen**

<b>Gebäude</b>	<b>Stromlastgang</b>
<i>2 Gemeindehaus, Wohnung Gappenschach</i>	BDEW-Lastprofil Gewerbe (G2): überwiegender Verbrauch in den Abendstunden Straßenbeleuchtung (Ganznacht) (Wohnung blieb unberücksichtigt, da Stromverbrauch des Mieters unbekannt und keine Personenidentität für Eigenverbrauch gegeben ist.)
<i>26 Stadthalle Münstermaifeld</i>	70 % BDEW-Lastprofil Gewerbe (G2) 30 % BDEW-Lastprofil Gewerbe (G2): Wochenendbetrieb
<i>43 Kulturhalle Ochtendung</i>	70 % BDEW-Lastprofil Gewerbe (G2) 30 % BDEW-Lastprofil Gewerbe (G2)
<i>51 Kindergarten Löwenzahn, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig</i>	93% Lastgang Schule: Bildungseinrichtungen 7 % BDEW-Lastprofil Gewerbe (G2) Straßenbeleuchtung (Ganznacht)
<i>52 Stadthaus / Museum / Bücherei Polch</i>	80% BDEW-Lastprofil Gewerbe (G1): Verwaltung 20% BDEW-Lastprofil Gewerbe (G2) Straßenbeleuchtung (Ganznacht)
<i>93 Grundschule, Wohnhaus Lonngig</i>	Lastgang Schule
<i>94 Grundschule „St. Martin“ Mertloch</i>	Lastgang Schule
<i>97 Grundschule „St. Martin“ Ochtendung</i>	Lastgang Schule
<i>101 Grundschule „St. Barbara“ Welling</i>	Lastgang Schule
<i>103 VG-Rathaus Polch</i>	BDEW-Lastprofil Gewerbe (G1)

<sup>20</sup> Prozentuale Aufteilung nur beim Allgemeinstromverbrauch. Für die Straßenbeleuchtung wurde jeweils das gleiche Standardlastprofil verwendet

Eine **Batterie** wurde unter Berücksichtigung des Jahresstromverbrauchs, des Solarertrags und der Stromlastgänge ausgelegt. Die Speicherkapazität variiert hier zwischen 3,8 und 23,0 kWh<sub>el</sub>.

Am Beispiel von monokristallinen Photovoltaikmodulen eines Herstellers (Heckert Solar Ne Mo 2.0 60 M 330) wurde unter Berücksichtigung einer **Moduldegradation**<sup>21</sup> die Solarerträge simuliert. Es wurde nach Herstellerangaben eine Leistungsminderung auf 80 % nach 25 Jahren als Degradation übernommen.

Weiterhin wurden 0,5 % als **Kabelverluste** in der Ertragssimulation angesetzt.

In der Simulation wurde das Stromnetz (AC Netz, 230 Volt, 3-Phasig), vereinfacht mit einer Phasenverschiebung von 1,0 (cos phi = 1,0) angenommen.

### 5.2.2 Parameter zur wirtschaftlichen Bewertung

In der wirtschaftlichen Bewertung werden alle Kosten ohne die gesetzliche Mehrwertsteuer angegeben.

Um die **Investitionskosten** zur Installation der betrachteten Photovoltaikanlagen sowie Batteriesystemen in einzelnen Gebäuden ermitteln zu können, wurden Richtpreise bei führenden Herstellern eingeholt. Hierbei wurde berücksichtigt, dass teilweise eine Naturschieferendeckung vorhanden ist, die ein entsprechend geeignetes Befestigungssystem erfordert.

Im Rahmen der Solar-Offensive des Umweltministeriums Rheinland-Pfalz wurde das **Solar-Speicher-Programm** (EA RLP, 2021) aufgelegt, um Batteriespeicher für Photovoltaikanlagen in privaten Haushalten, kommunalen Liegenschaften, Unternehmen, Vereinen und karitativen Einrichtungen zu fördern. Abweichend von den Anforderungen an Batteriespeicher in privaten Haushalten werden an Batteriesysteme in den übrigen oben genannten Einrichtungen bezuschusst, wenn eine neue Photovoltaikanlage mit min. 10 kW<sub>p</sub> installiert wird und die Speicherkapazität min. 10 kWh<sub>el</sub> beträgt. Die Fördermittel belaufen sich auf 100 Euro pro kWh nutzbare Speicherkapazität und betragen max. 10.000 € pro Vorhaben.

Es wird davon ausgegangen, dass eine **Finanzierung** der Investitionskosten zu 100 % erfolgt. Als Beispiel wurde ein KfW-Kredit nach dem KfW-Programm 270 (KfW, 2021) herangezogen. Nach dem derzeitigen Stand vom 12.01.2021 beläuft sich der Sollzins in der Preisklasse A auf 1,3 % bei einer Laufzeit von 20 Jahren, keine tilgungsfreien Anlaufjahren und 20 Jahren Zinsbindung.

Die **Betriebskosten** der Photovoltaikanlagen wurden pauschal zu 1 % der Gesamtinvestitionskosten angesetzt. Darin sind u. a. Zählermiete und Versicherungen und Rücklagen z. B. für einen Austausch der Wechselrichter enthalten.

---

<sup>21</sup> Leistungsminderung entlang der Laufzeit

Als **Betrachtungszeitraum** wurden 20 Jahre gewählt. Für alle Liegenschaften wird eine Inbetriebnahme zum 01.08.2021 betrachtet.

Die Erlöse der solaren Stromerzeugung setzen sich einerseits aus vermiedenen Strombezugskosten wegen eines anteiligen Eigenverbrauchs und andererseits aus einer Einspeisevergütung für den in das öffentliche Netz eingespeisten Stromüberschuss zusammen.

Zur Bestimmung der **vermiedenen Strombezugskosten** werden die aktuellen Arbeitspreise aus den Stromtarifen der jeweiligen Gebäude bzw. der Straßenbeleuchtung, die die VG-Verwaltung zur Verfügung gestellt hat, zu Grunde gelegt. Sie liegen in einer Größenordnung von ca. 18 ct/kWh<sub>el</sub> zzgl. MwSt. In der Simulationssoftware erfolgt eine Cashflowbetrachtung, in der 2 % als Preisänderungsfaktor des Stromarbeitspreises angenommen ist.

Nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG, 2020), dessen Änderung zum 1. Januar 2021 in Kraft getreten ist, erhalten Photovoltaikanlagen auf Gebäuden für den in das öffentliche Netz eingespeisten Strom eine **Einspeisevergütung**. Die Einspeisevergütung ist nach der installierten Leistung (bis 10 kW<sub>p</sub>, bis 40 kW<sub>p</sub> und bis 750 kW<sub>p</sub>) gestaffelt. Außerdem ist die Einspeisevergütung degressiv gestaltet, indem der anzulegende Wert monatlich abgesenkt wird. Demnach ergibt sich aus dem Monat und dem Jahr der Inbetriebnahme die Höhe der Einspeisevergütung, die für 20 Jahre einschließlich des Inbetriebnahmejahres gilt.

Für den Eigenverbrauch muss berücksichtigt werden, dass die vollständige **EEG-Umlage** für den selbst verbrauchten Solarstrom zu zahlen ist. Bei Anlagen mit einer Leistung von höchstens 30 kW<sub>p</sub> verringert sich die Zahlung auf 40 % der EEG-Umlage.

### 5.3 Ergebnisse der Ertragssimulation

Für jede betrachtete Liegenschaft sind die wesentlichen Daten der Anlagendimensionierung und die Simulationsergebnisse in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt. Im Anhang befindet sich eine ausführlichere Dokumentation, aus der u. a. die Belegung der Dächer hervorgeht und eine monatliche Darstellung der die Nutzung des Solarstroms und die Deckung des Stromverbrauchs enthalten ist.

Für das **Gemeindehaus Gappench** wurde nur der Stromverbrauch des Gemeindehauses hinsichtlich des Eigenverbrauchs berücksichtigt. Der Stromverbrauch der Wohnung im Gemeindehaus wurde nicht herangezogen, da der Mieter nicht Betreiber der Photovoltaikanlage wäre. Im Gemeindehaus ist ein Zähler für einen Teil der Straßenbeleuchtung in Gappench installiert. Über diesen Zähler wird ein jährlicher Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung von rund 1.900 kWh<sub>el</sub>/a erfasst, was etwa 20 % der gesamten Straßenbeleuchtung in Gappench entspricht. Auf den nach ost- und westausgerichteten Dächern des eingeschossigen Anbaus wurde eine Photovoltaikanlage mit insgesamt 14,5 kW<sub>p</sub> betrachtet. Um Solarstrom auch zur Versorgung der

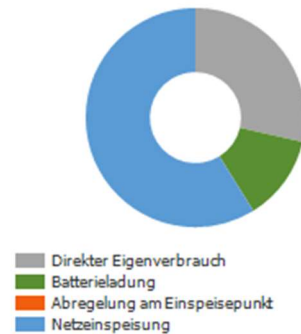
Straßenbeleuchtung nutzen zu können, wurde ein Batteriesystem mit ca. 4 kWh<sub>el</sub> Speicherkapazität dazu kombiniert.

**Tabelle 5-3 Ergebnisse der Ertragssimulation für das Gemeindehaus Gappnach mit Straßenbeleuchtung**

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	14,5 kWp
Spez. Jahresertrag	798,89 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	83,6 %
<b>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</b>	
Direkter Eigenverbrauch	3.329 kWh/Jahr
Batterieladung	1.471 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	6.855 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	40,9 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	5.373 kg/Jahr

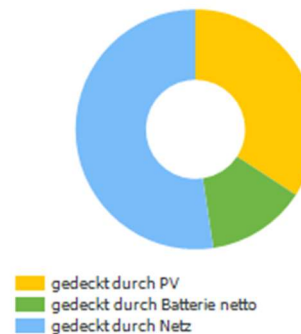
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Verbraucher

Verbraucher	9.679 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	57 kWh/Jahr
<b>Gesamtverbrauch</b>	
gedeckt durch PV	3.329 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	1.309 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	5.097 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	47,7 %

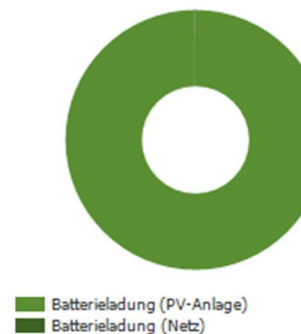
Gesamtverbrauch



Batteriesystem

Ladung am Anfang	5 kWh
Batterieladung (Gesamt)	1.472 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	1.471 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	1 kWh/Jahr
Batterieenergie zur	1.309 kWh/Jahr
<b>Verbrauchsdeckung</b>	
Verluste durch Laden/Entladen	106 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	61 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	6,2 %
Lebensdauer	16 Jahre

Batterieladung (Gesamt)




Autarkiegrad	
Gesamtverbrauch	9.736 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	5.097 kWh/Jahr
Autarkiegrad	47,7 %

Auf dem nach Osten und Westen ausgerichteten Satteldachflächen der **Stadthalle Münstermaifeld** wurden Photovoltaikmodule mit einer Leistung von insgesamt rund 30 kW<sub>p</sub> betrachtet. Bei einer Vollbelegung wären fast 80 kW<sub>p</sub> möglich, aus wirtschaftlichen Gründen wurde dies nicht untersucht. Um auch bei abendlicher Nutzung einen solaren Eigenverbrauch zu ermöglichen, wurde eine Photovoltaikanlage mit einem Batteriesystem kombiniert, das ca. 14 kWh<sub>el</sub> als Speicherkapazität aufweist.

**Tabelle 5-4 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Stadthalle Münstermaifeld**

PV-Anlage	
PV-Generatorleistung	29,7 kWp
Spez. Jahresertrag	882,77 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	86,8 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	
Direkter Eigenverbrauch	6.468 kWh/Jahr
Batterieladung	4.332 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	15.436 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	41,1 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	11.948 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)




■ Direkter Eigenverbrauch  
■ Batterieladung  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

Verbraucher	
Verbraucher	14.706 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	18 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	
gedeckt durch PV	6.468 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	3.549 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	4.707 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	68,0 %

Gesamtverbrauch

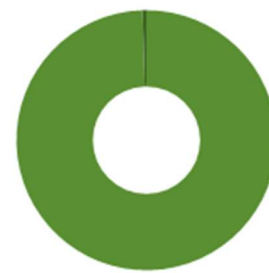


■ gedeckt durch PV  
■ gedeckt durch Batterie netto  
■ gedeckt durch Netz

### Batteriesystem

Ladung am Anfang		14 kWh
Batterieladung (Gesamt)		4.353 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)		4.332 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)		21 kWh/Jahr
Batterieenergie	zur	3.570 kWh/Jahr
Verbrauchsdeckung		
Verluste durch Laden/Entladen		281 kWh/Jahr
Verluste in Batterie		517 kWh/Jahr
Zyklenbelastung		15,0 %
Lebensdauer		7 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



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

### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	14.724 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	4.707 kWh/Jahr
Autarkiegrad	68,0 %

Wenn kein Batteriesystem berücksichtigt wird, ergeben sich 24,7 % als Eigenverbrauchsanteil und 44,1 % als Autarkiegrad für die Stadthalle Münstermaifeld.

Für die **Kulturhalle Ochtendung** wurde auf den Flachdächern, die die Dachkuppel umgeben, eine Photovoltaikanlage mit nach Südwesten aufgeständerten Modulen betrachtet. Insgesamt beläuft sich die Leistung auf etwa 27 kW<sub>p</sub>. Da die Kulturhalle auch abends genutzt wird, wurde ein Batteriesystem mit ca. 23 kWh<sub>el</sub> betrachtet, um einen größeren solaren Eigenverbrauch zu ermöglichen.

**Tabelle 5-5 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Kulturhalle Ochtendung**

### PV-Anlage

PV-Generatorleistung	27,1 kWp
Spez. Jahresertrag	916,94 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	86,0 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	24.881 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	17.526 kWh/Jahr
Batterieladung	4.025 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	3.329 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	86,6 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	11.331 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)

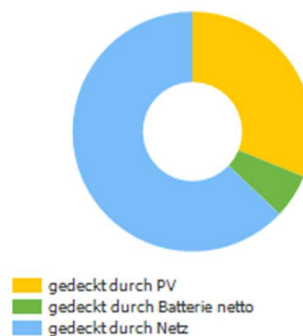


■ Direkter Eigenverbrauch  
■ Batterieladung  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

### Verbraucher

Verbraucher	56.232 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	69 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	56.301 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	17.526 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	3.345 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	35.429 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	37,1 %

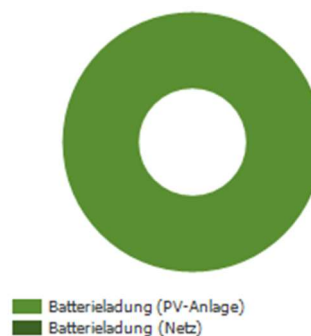
Gesamtverbrauch



### Batteriesystem

Ladung am Anfang	23 kWh
Batterieladung (Gesamt)	4.026 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	4.025 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	3.345 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	587 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	116 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	3,7 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	56.301 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	35.429 kWh/Jahr
Autarkiegrad	37,1 %

Ohne die betrachtete Batterie würde sich für die Kulturhalle Ochtendung der Eigenverbrauchsanteil auf 70,4 % und der Autarkiegrad auf 31,1 % belaufen.

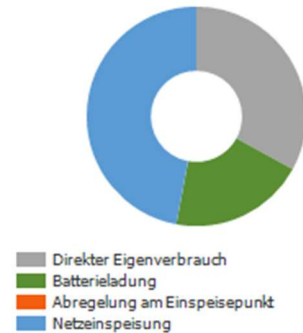
Das **Gemeindehaus in Pillig mit dem Kindergarten „Löwenzahn“ und Jugendtreff** bietet auf dem nach Südwesten ausgerichteten Dach des rückwärtigen Gebäudeteils Platz zur Installation einer fast 7 kW<sub>p</sub> großen Photovoltaikanlage. Im Gemeindehaus befindet sich ein Zähler, der etwa 44 % des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung erfasst. Ein Batteriesystem mit ca. 5 kWh<sub>el</sub> Speicherkapazität ermöglicht, den Solarstrom auch anteilig für die Straßenbeleuchtung zu nutzen.

**Tabelle 5-6 Ergebnisse der Ertragssimulation für Kindergarten, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig mit Straßenbeleuchtung**

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	6,9 kWp
Spez. Jahresertrag	967,29 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	86,3 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	6.750 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	2.226 kWh/Jahr
Batterieladung	1.348 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	3.175 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	52,6 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	3.077 kg/Jahr

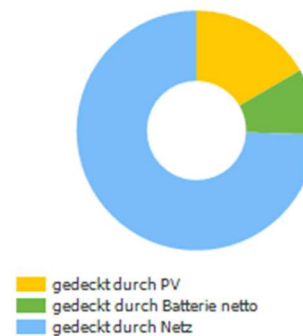
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Verbraucher

Verbraucher	13.344 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	46 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	13.390 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	2.226 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	1.197 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	9.967 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	25,6 %

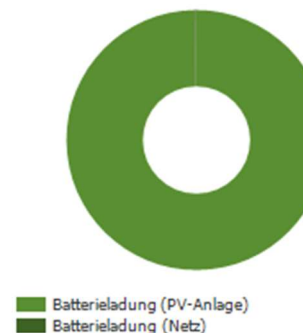
Gesamtverbrauch



Batteriesystem

Ladung am Anfang	5 kWh
Batterieladung (Gesamt)	1.350 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	1.348 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	2 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	1.199 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	96 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	60 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	5,7 %
Lebensdauer	17 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	13.390 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	9.967 kWh/Jahr
Autarkiegrad	25,6 %

Für das **Stadthaus mit Museum und Bücherei in Polch** kann auf dem nach Süden ausgerichteten Dachfläche des Satteldachs nach Abzug der Dachgaube eine Photovoltaikanlage mit fast 7 kW<sub>p</sub> installiert werden. Im Gebäude befindet sich ein Stromzähler für einen Teil der Straßenbeleuchtung in Polch. Der dort erfasste Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung beträgt ca. 1.690 kWh<sub>el</sub>/a und entspricht nur einem Bruchteil (< 1 %) des Stromverbrauchs der gesamten Straßenbeleuchtung in Polch. Wegen der Straßenbeleuchtung und auch der abendlichen Nutzung des Stadthauses wurde ein Batteriesystem mit etwa 5 kWh<sub>el</sub> in die Simulation einbezogen.

**Tabelle 5-7 Ergebnisse der Ertragssimulation für Stadthaus/Museum/Bücherei Polch mit Straßenbeleuchtung**

PV-Anlage	
PV-Generatorleistung	6,9 kWp
Spez. Jahresertrag	1.002,59 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	87,0 %
<b>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</b>	
Direkter Eigenverbrauch	2.507 kWh/Jahr
Batterieladung	1.369 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	3.118 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	55,1 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	3.190 kg/Jahr

**PV-Generatorenergie (AC-Netz)**

- Direkter Eigenverbrauch
- Batterieladung
- Abregelung am Einspeisepunkt
- Netzeinspeisung

Verbraucher	
Verbraucher	6.137 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	46 kWh/Jahr
<b>Gesamtverbrauch</b>	
gedeckt durch PV	2.507 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	1.213 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	2.463 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	60,2 %

**Gesamtverbrauch**

- gedeckt durch PV
- gedeckt durch Batterie netto
- gedeckt durch Netz

### Batteriesystem

Ladung am Anfang		5 kWh
Batterieladung (Gesamt)		1.371 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)		1.369 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)		2 kWh/Jahr
Batterieenergie	zur	1.215 kWh/Jahr
Verbrauchsdeckung		
Verluste durch Laden/Entladen		123 kWh/Jahr
Verluste in Batterie		38 kWh/Jahr
Zyklenbelastung		5,8 %
Lebensdauer		17 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



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

### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch		6.183 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz		2.463 kWh/Jahr
Autarkiegrad		60,2 %

Die nach Süden ausgerichtete Dachfläche des Satteldachs auf der **Grundschule Lonrig** bietet sich für die Installation einer Photovoltaikanlage an. Wegen des vorgelagerten hohen Baumbestands kommt es zu Verschattungen auf einem Teil der Dachfläche, sodass diese Fläche für eine Modulbelegung ausgenommen wurde. Demnach können Photovoltaikmodule mit insgesamt ca. 10 kW<sub>p</sub> installiert werden.

### Tabelle 5-8 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Lonrig

#### PV-Anlage

PV-Generatorleistung		9,9 kWp
Spez. Jahresertrag		1.016,05 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)		87,1 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)		10.062 kWh/Jahr
Eigenverbrauch		3.032 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt		0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung		7.030 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil		30,1 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen		4.728 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Eigenverbrauch  
■ Abregelung am Einspeisepunkt  
■ Netzeinspeisung

### Verbraucher

Verbraucher	8.878 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	3 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	8.881 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	3.032 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	5.849 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	34,1 %



gedeckt durch PV    gedeckt durch Netz

### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	8.881 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	5.849 kWh/Jahr
Autarkiegrad	34,1 %

Auf der nach Süden geneigten Dachfläche des Walmdachs über dem Haupteingang der **Grundschule Mertloch** kann eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 23 kW<sub>p</sub> installiert werden. Am östlichen First befindet sich eine Feuerwehirsirene, sodass aus Verschattungsgründen das Dach nicht vollständig mit Modulen belegt werden kann.

### Tabelle 5-9 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Mertloch

#### PV-Anlage

PV-Generatorleistung	23,1 kWp
Spez. Jahresertrag	1.039,48 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	87,6 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	24.103 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	9.055 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	15.048 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	37,3 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	11.286 kg/Jahr

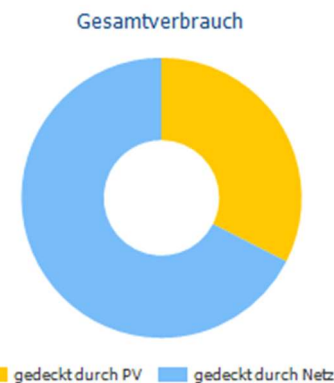
#### PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Eigenverbrauch  
Abregelung am Einspeisepunkt  
Netzeinspeisung

Verbraucher

Verbraucher	27.783 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	91 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	27.874 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	9.055 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	18.819 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	32,5 %



Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	27.874 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	18.819 kWh/Jahr
Autarkiegrad	32,5 %

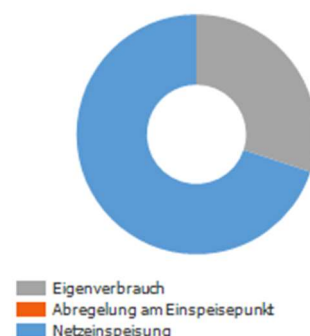
Die **Grundschule Ochtendung** besitzt schiefereingedeckte Satteldächer. Die für Photovoltaik in Frage kommende Dachfläche ist nach Südsüdost ausgerichtet. Es wurde das Dach über dem westlichen Gebäudeteil der Grundschule für die Installation einer Photovoltaikanlage betrachtet. Um eine Verschattung durch Dachaufbauten zu vermeiden, wurde eine Belegung des östlichen Teils ausgespart. Insgesamt ergab sich in der Simulation eine Leistung von fast 53 kW.

**Tabelle 5-10 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Ochtendung**

PV-Anlage

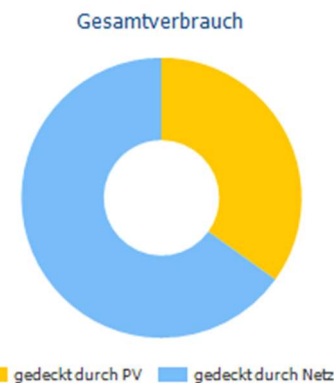
PV-Generatorleistung	52,8 kWp
Spez. Jahresertrag	979,99 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	87,5 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	51.751 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	15.560 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	36.191 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	30,1 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	24.320 kg/Jahr

PV-Generatorenergie (AC-Netz)



#### Verbraucher

Verbraucher	44.573 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	7 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	44.580 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	15.560 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	29.021 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	34,9 %



#### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	44.580 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	29.021 kWh/Jahr
Autarkiegrad	34,9 %

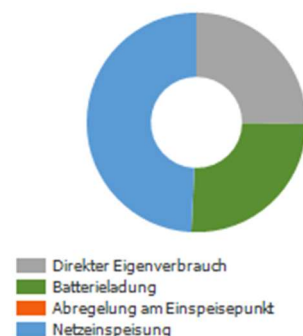
Die **Grundschule Welling** besitzt ein Dach, das nach Süden ausgerichtet ist. Allerdings sind u. a. zwei Dachgauben vorhanden, sodass diese Dachfläche nicht vollständig mit Modulen belegt werden kann. Unter Einhaltung von entsprechenden Abständen, um Verschattung zu verringern, kann auf das Dach eine Photovoltaikanlage mit fast 12 kW<sub>p</sub> installiert werden. Im Dachgeschoss der Grundschule befindet sich ein Stromzähler, an dem ein Teil der Straßenbeleuchtung angeschlossen ist. Der Zähler erfasst rund ein Viertel des Stromverbrauchs (ca. 7.700 kWh<sub>el</sub>/a) der gesamten Straßenbeleuchtung in Welling. Um die Straßenbeleuchtung anteilig mit Solarstrom zu versorgen, wurde zusätzlich ein Batteriesystem mit etwa 10 kWh<sub>el</sub> als Speicherkapazität betrachtet.

**Tabelle 5-11 Ergebnisse der Ertragssimulation für die Grundschule Welling**

#### PV-Anlage

PV-Generatorleistung	11,9 kWp
Spez. Jahresertrag	943,05 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	87,4 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	11.216 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	2.830 kWh/Jahr
Batterieladung	2.862 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	5.524 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	50,7 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	5.142 kg/Jahr

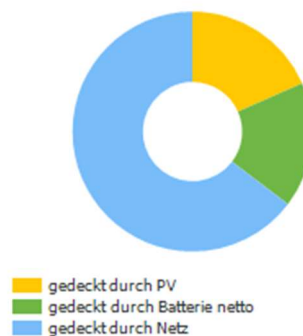
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



### Verbraucher

Verbraucher	15.373 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	12 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	15.385 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	2.830 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	2.610 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	9.945 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	35,4 %

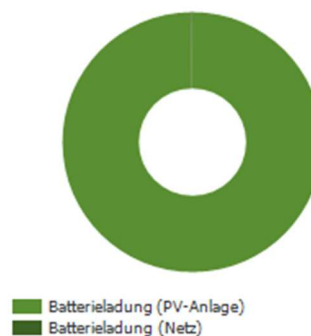
Gesamtverbrauch



### Batteriesystem

Ladung am Anfang	10 kWh
Batterieladung (Gesamt)	2.866 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	2.862 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	4 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	2.614 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	161 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	101 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	6,1 %
Lebensdauer	16 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	15.385 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	9.945 kWh/Jahr
Autarkiegrad	35,4 %

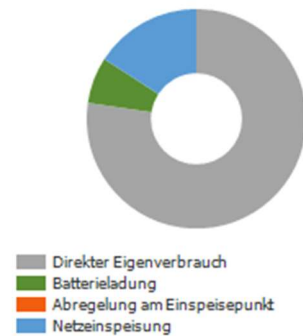
Zwei nach Süden ausgerichtete Dachflächen von Satteldächern des **VG-Rathauses in Polch** wurden für die Belegung mit Photovoltaikmodulen herangezogen. Sie sind mit Schiefer eingedeckt und weisen keinerlei Dachaufbauten auf. Insgesamt können somit fast 28 kW<sub>p</sub> installiert werden. In der Simulation wurde ein Batteriesystem mit ca. 23 kWh<sub>el</sub> als Speicherkapazität einbezogen, um einen hohen Eigenverbrauch zu erzielen.

**Tabelle 5-12 Ergebnisse der Ertragssimulation für das VG-Rathaus in Polch**

**PV-Anlage**

PV-Generatorleistung	27,7 kWp
Spez. Jahresertrag	1.025,81 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	87,0 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	28.474 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	22.017 kWh/Jahr
Batterieladung	1.948 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	4.509 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	84,1 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	13.227 kg/Jahr

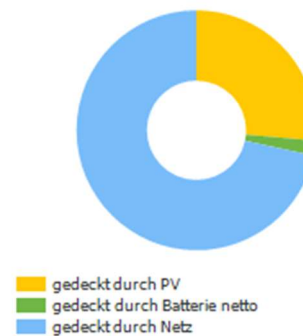
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



**Verbraucher**

Verbraucher	83.422 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	38 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	83.460 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	22.017 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	1.678 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	59.766 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	28,4 %

Gesamtverbrauch



**Batteriesystem**

Ladung am Anfang	23 kWh
Batterieladung (Gesamt)	1.949 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	1.948 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	1.678 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	257 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	37 kWh/Jahr
Zyklusbelastung	1,8 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



**Autarkiegrad**

Gesamtverbrauch	83.460 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	59.766 kWh/Jahr
Autarkiegrad	28,4 %

Wenn kein Batteriesystem berücksichtigt wird, ergeben sich 77,3 % als Eigenverbrauchsanteil und 26,4 % als Autarkiegrad für das VG-Rathaus in Polch.

In der Zusammenfassung der Ergebnisse sind die Verluste durch Laden/Entladen des Batteriesystems und Abregelung am Einspeisepunkt mitberücksichtigt.

**Tabelle 5-13 Ergebnisse der Ertragssimulation**

<b>Gebäude</b>	<b>Gesamtstromverbrauch kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>PV-Leistung kW<sub>p</sub></b>	<b>Solarstromertrag kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Eigenverbrauch kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Eigenverbr. inkl. Batterie kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Netzeinspeisung kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Eigenverbrauchsquote %</b>	<b>Autarkiegrad %</b>
<i>2 - Gemeindehaus Gap-penach inkl. Straßenbeleuchtung</i>	9.736	14,5	11.657	3.329	4.638	6.855	40,9	47,7
<i>26 - Stadthalle Münstermaifeld</i>	14.706	29,7	26.236	6.468	10.017	15.436	41,1	68,0
<i>43 - Kulturhalle Ochtendung</i>	56.232	27,1	24.881	17.526	20.871	3.329	86,6	37,1
<i>51 - Kindergarten Löwenzahn, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig mit Straßenbeleuchtung</i>	13.344	6,9	6.750	2.226	3.423	3.175	52,6	25,6
<i>52 - Stadthaus / Museum / Bücherei Polch mit Straßenbeleuchtung</i>	6.137	6,9	6.994	2.507	3.720	3.118	55,1	60,2
<i>93 - Grundschule, Wohnhaus Lonngig</i>	8.878	9,9	10.062	3.032	-	7.030	30,1	34,1
<i>94 - Grundschule „St. Martin“ Mertloch</i>	27.783	23,1	24.103	9.055	-	15.048	37,3	32,5

<i>Gebäude</i>	<b>Gesamt- strom- verbrauch kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>PV- Leistung kW<sub>p</sub></b>	<b>Solarstrom- ertrag kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Eigen- verbrauch kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Eigenverbr. inkl. Batterie kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Netzein- speisung kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>Eigenver- brauchsquote %</b>	<b>Autarkie- grad %</b>
<i>97 - Grundschule „St. Mar- tin“ Ochtendung</i>	44.573	52,8	51.751	15.560	-	36.191	30,1	34,9
<i>101 - Grundschule „St. Bar- bara“ Welling</i>	15.373	11,9	11.216	2.830	5.444	5.524	50,7	35,4
<i>103 - VG-Rathaus Polch</i>	83.422	27,7	28.474	22.017	23.695	4.509	84,1	28,4
<i>Summe</i>	<b>280.184</b>	<b>211</b>	<b>202.124</b>	<b>84.550</b>		<b>100.215</b>	<b>49,2</b>	<b>35,5</b>

## 5.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgte in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067. Darin wurden die jährlichen Erlöse (eingesparten Energiebezugskosten und Einspeisevergütung) den jährlichen Kapital- und Betriebskosten gegenübergestellt. Daraus leitet sich neben dem Jahresergebnis auch die spezifischen Stromgestehungskosten ab.

Zusätzlich wurde in der Simulationssoftware eine Betrachtung über die gesamte Laufzeit der EEG-Vergütungszahlungen (20 Kalenderjahre zzgl. Inbetriebnahmejahr) eine jährliche Cashflowbetrachtung durchgeführt. Hierbei ist die Degradation der Photovoltaikmodule und ein Preisänderungsfaktor des Arbeitspreises für den Netzstrombezug eingeflossen. Als Ergebnis liegt ein kumulierter Cashflow über den Betrachtungszeitraum sowie eine Mindestlaufzeit der Anlage vor.

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind ohne die gesetzliche Mehrwertsteuer angegeben.

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse für jede betrachtete Liegenschaften zusammengefasst. Im Anhang befindet sich die Ergebnisdokumentation aus der Simulationssoftware.

**Tabelle 5-14 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für das Gemeindehaus Gappenschach und einen Anteil der Straßenbeleuchtung**

<b>Gemeindehaus und Straßenbeleuchtung Gappenschach</b>	<b>ohne Batterie</b>	<b>mit Batterie</b>
<i>Alle Kosten sind ohne MwSt. angegeben.</i>		
<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	18.900 €	18.900 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	0 €	4.400 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €	0 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	18.900 €	23.300 €
<i>Kapitalkosten</i>	-1.078 €/a	-1.327 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-189 €/a	-232 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	644 €/a	531 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	733 €/a	835 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	111 €/a	-194 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	1.481 €	-1.648 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,10 €/kWh <sub>el</sub>	0,13 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	19,2 a	Mehr als 20 a

Im Gemeindehaus befindet sich ein Zähler für einen Teil der Straßenbeleuchtung in Gappnach, der einen jährlichen Stromverbrauch von rund 1.900 kWh<sub>el</sub>/a erfasst. Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen wird eine Wirtschaftlichkeit zur anteiligen Solarstromversorgung des Gemeindehauses und der Straßenbeleuchtung knapp verfehlt. In Bezug auf den relativ niedrigen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung sind die Investitionskosten zu hoch. Um eine Landesförderung erhalten zu können, wäre ein größeres Batteriesystem notwendig, was für den vorhandenen Stromverbrauch überdimensioniert wäre. Für die Dimensionierung der Photovoltaikanlage mit Batteriesystem belaufen sich die Grenzinvestitionskosten auf eine Größenordnung von etwa 21.000 € zzgl. MwSt., um nach 20 Jahren eine positive Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

Wird stattdessen eine Solarstromversorgung nur für die Liegenschaft betrachtet, stellt sich eine Photovoltaikanlage innerhalb von 20 Jahren noch wirtschaftlich dar.

**Tabelle 5-15 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für die Stadthalle Münstermaifeld**

<b>Stadthalle Münstermaifeld</b> <i>Kosten sind ohne MwSt. angegeben.</i>	<b>ohne Batterie</b>	<b>mit Batterie</b>
<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	37.100 €	37.100 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	0 €	11.900 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €	1.400 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	37.100 €	49.000 €
<i>Kapitalkosten</i>	-2.120 €/a	-2.716 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-371 €/a	-490 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	1.512 €/a	1.182 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	1.430 €/a	2.208 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	450 €/a	185 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	9.374 €	6.847 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,09 €/kWh <sub>el</sub>	0,12 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	16,3 a	18,1 a

Eine Photovoltaikanlage mit ca. 30 kW<sub>p</sub> stellt sich für die Stadthalle Münstermaifeld unter den beschriebenen Rahmenbedingungen wirtschaftlich dar. Auch mit einem Batteriesystem, das einen höheren Solareigenverbrauch ermöglicht, ist eine Wirtschaftlichkeit gegeben.

**Tabelle 5-16 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für die Kulturhalle Ochtendung**

<b>Kulturhalle Ochtendung</b> <i>Alle Kosten sind ohne MwSt. angegeben.</i>	<b>ohne Batterie</b>	<b>mit Batterie</b>
<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	36.500 €	36.500 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	0 €	20.300 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €	2.300 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	36.500 €	56.800 €
<i>Kapitalkosten</i>	-2.086 €/a	-3.113 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-365 €/a	-568 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	563 €/a	255 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	3.156 €/a	3.757 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	1.268 €/a	330 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	31.436 €	16.738 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,09 €/kWh <sub>el</sub>	0,14 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	11,3 a	16,2 a

Die Belegung der Flachdächer ringsum das Kuppeldach der Kulturhalle mit Photovoltaikmodulen stellt sich auch mit einem Batteriesystem wirtschaftlich dar.

**Tabelle 5-17 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage mit Batterie für Kindergarten, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig und einen Anteil der Straßenbeleuchtung**

***Kindergarten "Löwenzahn", Jugendtreff, Gemeindehaus Pillig mit Straßenbeleuchtung***

*Alle Kosten sind ohne MwSt. angegeben.*

<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	10.900 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	4.400 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	15.300 €
<i>Kapitalkosten</i>	-871 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-152 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	248 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	582 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	-775 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	1.297 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,15 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	19,2 a

Eine Photovoltaikanlage mit Batteriesystem stellt sich für einen Eigenverbrauch für das Gebäude und einen Teil der Straßenbeleuchtung und Überschusseinspeisung wirtschaftlich dar.

**Tabelle 5-18 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage mit Batterie für Stadthaus/Museum/Bücherei Polch und einen Anteil der Straßenbeleuchtung**

**Stadthaus/Museum/Bücherei Polch mit Straßenbeleuchtung**

**mit Batterie**

*Kosten sind ohne MwSt. angegeben.*

<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	10.900 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	4.400 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	15.300 €
<i>Kapitalkosten</i>	-871 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-152 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	244 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	558 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	-221 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	3.012 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,14 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	17,4 a

Eine rund 7 kW<sub>p</sub> große Photovoltaikanlage ist zusammen mit einem Batteriesystem unter den genannten Rahmenbedingungen für das Stadthaus in Polch mit Straßenbeleuchtung wirtschaftlich darstellbar.

**Tabelle 5-19 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage für die Grundschule Lon-  
nig**

**Grundschule Lonnig**

*Kosten sind ohne MwSt. angegeben.*

<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	13.900 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	0 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	13.900 €
<i>Kapitalkosten</i>	-791 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-139 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	549 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	758 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	377 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	7.726 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,09 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	13,1 a

Eine rund 10 kW<sub>p</sub>-Anlage stellt sich für die Grundschule Lonnig wirtschaftlich dar.

**Tabelle 5-20 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage für die Grundschule Mertloch**

**Grundschule Mertloch**

*Kosten sind ohne MwSt. angegeben.*

**ohne Batterie**

<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	32.300 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	0 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	32.300 €
<i>Kapitalkosten</i>	-1.847 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-323 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	1.157 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	1.630 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	617 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	13.706 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,09 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	14,4 a

Unter den angesetzten Rahmenbedingungen ist eine Photovoltaikanlage mit rund 23 kW<sub>p</sub> wirtschaftlich.

**Tabelle 5-21 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage für die Grundschule Ochtendung**

**Grundschule Ochtendung**

*Kosten sind ohne MwSt. angegeben.*

**ohne Batterie**

<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	66.000 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	0 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	66.000 €
<i>Kapitalkosten</i>	-3.769 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-660 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	2.617 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	3.423 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	-405 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	1.206 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	26.113 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,08 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	14,8 a

Eine relativ große Photovoltaikanlage mit rund 50 kW<sub>p</sub> stellt sich für die Grundschule Ochtendung wirtschaftlich dar.

**Tabelle 5-22 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage mit Batterie für die Grundschule Welling mit Straßenbeleuchtung**

**Grundschule Welling**

*Kosten sind ohne MwSt. angegeben.*

<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	17.400 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	8.800 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	1.000 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	26.200 €
<i>Kapitalkosten</i>	-1.492 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-261 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	430 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	980 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	-344 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	3.364 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,15 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	18,4 a

Eine Photovoltaikanlage mit Batteriesystem stellt sich zur anteiligen Solarstromversorgung der Grundschule und eines Teils der Straßenbeleuchtung nach den derzeitigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich dar.

**Tabelle 5-23 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Photovoltaikanlage ohne und mit Batterie für das VG-Rathaus in Polch**

<b>VG-Rathaus in Polch</b> <i>Kosten sind ohne MwSt. angegeben.</i>	<b>ohne Batterie</b>	<b>mit Batterie</b>
<i>Investitionskosten Photovoltaikanlage</i>	40.200 €	40.200 €
<i>Investitionskosten Batteriesystem</i>	0 €	19.400 €
<i>Fördermittel Batteriesystem</i>	0 €	2.300 €
<i>Gesamtinvestitionskosten</i>	40.200 €	59.600 €
<i>Kapitalkosten</i>	-2.295 €/a	-3.272 €/a
<i>Betriebskosten</i>	-402 €/a	-596 €/a
<i>Einspeisevergütung im ersten Jahr</i>	495 €/a	346 €/a
<i>eingesparte Strombezugskosten im ersten Jahr</i>	3.524 €/a	3.791 €/a
<i>EEG-Umlage</i>	0 €/a	0 €/a
<i>Jahresergebnis im ersten Jahr</i>	1.321 €/a	269 €/a
<i>Kumulierter Cashflow (20 a)</i>	33.145 €	15.097 €
<i>Spezifische Stromgestehungskosten</i>	0,09 €/kWh <sub>el</sub>	0,13 €/kWh <sub>el</sub>
<i>Mindestlaufzeit der Anlage</i>	11,6 a	16,7 a

Für das VG-Rathaus in Polch stellt sich eine Photovoltaikanlage mit ca. 28 kW<sub>p</sub> unter den beschriebenen Rahmenbedingungen wirtschaftlich dar. Auch mit einem Batteriesystem, das den Autarkiegrad steigert, ist eine Wirtschaftlichkeit gegeben.

In der nächsten Tabelle sind die Ergebnisse der zehn betrachteten Liegenschaften in einer Übersicht zusammengefasst. Sofern eine Photovoltaikanlage ohne und mit einem Batteriesystem betrachtet wurde, sind die Ergebnisse ohne einem Batteriesystem angegeben, da diese angesichts der niedrigeren Investitionskosten wirtschaftlich besser dastehen.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Für eine größere Wirkung zum Klimaschutz, wären die Varianten mit Batteriesystem die Wahl. Ausgenommen davon ist die Betrachtung für das Gemeindehaus Gappnach mit einem Batteriesystem, die sich als unwirtschaftlich darstellt.

**Tabelle 5-24 Übersicht zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

<b>Gebäude</b>	<b>Investitions- kosten</b>	<b>Summe Jahres- kosten</b>	<b>Summe Jahres erlöse im ersten Jahr</b>	<b>Jahres- ergebnis im ersten Jahr</b>	<b>Kumulierter Cashflow (20 a)</b>	<b>Mindest- laufzeit der Anlage</b>	<b>Strom- gestehungs- kosten</b>
<i>Alle Kosten sind ohne MwSt. angegeben.</i>							
	€	€/a	€/a	€/a	€	a	€/kWh <sub>el</sub>
<i>2 Gemeindehaus, Wohnung Gappensch</i>	18.900	-1.267	1.377	111	1.481	19,2	0,10
<i>26 Stadthalle Münstermaifeld</i>	37.100	-2491	2.942	450	9.374	16,3	0,09
<i>43 Kulturhalle Ochtendung</i>	36.500	-2.451	3.719	1.268	31.436	11,3	0,09
<i>51 Kindergarten Löwenzahn, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig</i>	15.300	-1.023	830	-193	1.297	19,2	0,15
<i>52 Stadthaus / Museum / Bücherei Polch</i>	15.300	-1.023	802	-221	3.012	17,4	0,14
<i>93 Grundschule, Wohnhaus Lonng</i>	13.900	-930	1.307	377	7.726	13,1	0,09
<i>94 Grundschule „St. Martin“ Mertloch</i>	32.300	-2.170	2.787	617	13.706	14,4	0,09
<i>97 Grundschule „St. Martin“ Ochtendung</i>	66.000	-4.833	6.040	1.206	26.113	14,8	0,08
<i>101 Grundschule „St. Barbara“ Welling</i>	26.200	-1.754	1.410	-344	3.364	18,4	0,15
<i>103 VG-Rathaus Polch</i>	40.200	-2.697	4.019	1.321	33.145	11,6	0,09
<b>Summe</b>	<b>301.700</b>	<b>-20.639</b>	<b>25.233</b>	<b>4.592</b>	<b>130.654</b>		

## 5.5 Ökologische Bewertung

Anhand einer Treibhausgasemissionsbilanz erfolgt eine ökologische Bewertung der Solarstromerzeugung. Während in der Grobanalyse das Gesamtpotenzial für alle Liegenschaften ermittelt wurde, wurde in der Feinanalyse für die zehn ausgewählten Liegenschaften jeweils die CO<sub>2</sub>e-Emissionen unter Berücksichtigung des eigenen Solarstromverbrauchs sowie der Überschusseinspeisung ins öffentliche Stromnetz auf Basis der Simulationsergebnisse bestimmt.

**Tabelle 5-25 Übersicht zur Einsparung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen**

Gebäude	CO <sub>2</sub> e-Emissionen Solarstromerzeugung	vermiedene CO <sub>2</sub> e- Emissionen Eigenver- brauch des Solar- stroms	vermiedene CO <sub>2</sub> e- Emissionen Über- schusseinspeisung des Solarstroms	Summe der CO <sub>2</sub> e-Emissionen
	t/a	t/a	t/a	t/a
<i>2 Gemeindehaus, Wohnung Gappenach</i>	0,7	-1,6	-7,9	-8,8
<i>26 Stadthalle Münstermaifeld</i>	1,6	-4,9	-14,7	-17,9
<i>43 Kulturhalle Ochtendung</i>	1,5	-10,1	-3,2	-11,8
<i>51 Kindergarten Löwenzahn, Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig</i>	0,4	-1,7	-3,0	-4,3
<i>52 Stadthaus / Museum / Bücherei Polch</i>	0,4	-1,8	-3,0	-4,3
<i>93 Grundschule, Wohnhaus Lonngig</i>	0,6	-1,5	-6,7	-7,5
<i>94 Grundschule „St. Martin“ Mertloch</i>	1,5	-4,4	-14,3	-17,2
<i>97 Grundschule „St. Martin“ Ochtendung</i>	3,2	-7,5	-34,4	-38,8
<i>101 Grundschule „St. Barbara“ Welling</i>	0,7	-2,6	-5,3	-7,2
<i>103 VG-Rathaus Polch</i>	1,7	-11,5	-4,3	-14,0
<i>Summe</i>	<b>12,3</b>	<b>-47,5</b>	<b>-96,8</b>	<b>-131,9</b>

Insgesamt können die untersuchten Photovoltaikanlagen etwas mehr als 130 t/a als Treibhausgasemissionen einsparen.

## 6 Zusammenfassung und Fazit

Die Grobanalyse hat ein nennenswertes Potenzial für den Ausbau der solaren Stromerzeugung auf den Liegenschaften der Verbandsgemeinde Maifeld sowie ihrer Kommunen aufgezeigt. Solarstrom kann nicht nur für den Eigenverbrauch in den Gebäuden, sondern auch unter bestimmten Voraussetzungen, die zuvor beschrieben wurden, in Verbindung mit einem Batteriesystem für die Straßenbeleuchtung genutzt werden.

Für zehn ausgewählte Liegenschaften wurden in einer Feinanalyse Photovoltaikanlagen unter der Zielsetzung, den Solarstrom vorrangig in den jeweiligen Liegenschaften selbst zu verbrauchen und nur den Stromüberschuss ins öffentliche Stromnetz einzuspeisen, näher untersucht. Sofern Voraussetzungen für die Einbeziehung der Straßenbeleuchtung gegeben waren, wurde ein solarer Eigenverbrauch für die Straßenbeleuchtung in die Betrachtung einbezogen.

Abweichend von der in der Grobanalyse getroffenen Vorauswahl wurden für die Feinanalyse folgende Gebäude von der Verbandsgemeinde Maifeld festgelegt.

**Tabelle 6-1 Auswahl AP2 | 10 Liegenschaften**

Lfd. Nr.	Objekt
2	Gemeindehaus, Wohnung Gappenach
26	Stadthalle Münstermaifeld
43	Kulturhalle Ochtendung
51	Kindergarten "Löwenzahn", Jugendtreff und Gemeindehaus Pillig
52	Stadthaus / Museum / Bücherei Polch
93	Grundschule, Wohnhaus Lonngig
94	Grundschule "St. Martin" Mertloch
97	Grundschule "St. Martin" Ochtendung
101	Grundschule "St. Barbara" Welling
103	VG-Rathaus Polch

Eine Dimensionierung der Photovoltaikanlagen erfolgte unter Berücksichtigung weiterer Parameter wie z. B. Dachaufbauten, Verschattung und Dacheindeckung. Nicht nur im Zusammenhang mit einer Straßenbeleuchtung wurde ein Batteriesystem zu einer Photovoltaikanlage kombiniert, sondern auch bei Liegenschaften, die eine abendliche Nutzung wie z. B. Stadthallen aufweisen.

Für jede Anlage wurde der Solarertrag mit einer Software simuliert, indem auf Verbraucherlastgänge entsprechend der Gebäudenutzung und Erzeugungsverläufe für die jeweilige Photovoltaikanlage zurückgegriffen wurde. Als Ergebnis liegen der direkte Eigenverbrauch, die Batterieladung und -entladung sowie die Einspeisung ins öffentliche Netz vor. Daraus leitet sich die Eigenverbrauchsquote und der Autarkiegrad ab.

In Summe für alle zehn Liegenschaften betrachtet, wurden Photovoltaikanlagen mit insgesamt 211 kW<sub>p</sub> betrachtet, die rund 202.000 kWh<sub>el</sub>/a als Solarertrag aufweisen. Davon kann etwa die Hälfte in den Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung selbst verbraucht werden, wobei die Eigenverbrauchsquote für die einzelnen Liegenschaften zwischen etwa 30 % und 86 % liegt. Der Autarkiegrad bewegt sich je nach Liegenschaft zwischen ca. 25 % und 68 %.

Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgte angelehnt an VDI 2067. Auf Basis von Richtpreisen führender Hersteller, die plausibilisiert wurden erfolgte eine Investitionskostenschätzung. Sofern die Anforderungen eines Anlagensystems mit Batterie erfüllt waren, wurden Fördermittel aus dem rheinland-pfälzischen Solar-Speicher-Programm einbezogen. Für alle zehn Liegenschaften belaufen sich die Investitionskosten nach Abzug einer Förderung auf ca. 353.300 € zzgl. MwSt.

In der jährlichen Betrachtung wurden auf der Kostenseite Kapital- und Betriebskosten sowie EEG-Umlagekosten bilanziert. Diesen Kosten wurden Erlöse aus dem vermiedenen Strombezugskosten und der Einspeisevergütung gegenübergestellt. Da die Photovoltaikleistung mit einer Degradation behaftet ist, wurde das Jahresergebnis im ersten Jahr bestimmt. Außerdem wurden spezifische Stromgestehungskosten bestimmt, die für alle zehn Liegenschaften mit 0,08 ct/kWh<sub>el</sub> und bis zu 0,15 ct/kWh<sub>el</sub> zzgl. MwSt. unter den aktuellen Arbeitspreisen des derzeitigen Strombezugs liegen. Darüber hinaus erfolgte in der Simulationssoftware eine Cashflow-Betrachtung, aus der der kumulierte Cashflow nach 20 Jahren und eine Mindestlaufzeit der Anlage resultiert.

Bis auf die Photovoltaikanlage mit Batteriesystem im Gemeindehaus Gappenach, die an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit steht, stellen sich alle übrigen unter den derzeitigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich dar. Die Mindestlaufzeit der Anlagen beträgt etwa 13 bis 19 Jahre.

Bereits in der Grobanalyse wurde das Potenzial für das Klima in Summe aufgezeigt. In der detaillierten Betrachtung wurde eine Treibhausgasemissionsbilanz für jede der zehn untersuchten Liegenschaften vorgenommen. Im Ergebnis liegt eine Minderung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen von insgesamt ca. 132 t/a vor.

Zur Umsetzung ist grundsätzlich für alle Liegenschaften zu beachten, dass die Dachstatik überprüft wird und ob das Gebäude dem Denkmalschutz unterliegt. Bei Dächern mit Schiefereindeckung ist zu berücksichtigen, dass ein geeignetes Befestigungssystem verwendet wird.

Zusammengefasst beinhaltet die Untersuchung übertragbare Musterlösungen für die Umsetzung von Eigenversorgungskonzepten unter besonderer Berücksichtigung von PV und Speichern und gibt über die PV-Eignungsmatrix der VG ein Gefühl der möglichen Wirkung von Eigenverbrauchs-umsetzungen.

## Literaturverzeichnis

- EA RLP (2). (8. Oktober 2019). *Energieagentur Rheinland-Pfalz*. Von Solar-Speicher-Programm: [https://www.energieagentur.rlp.de/fileadmin/user\\_upload/erneuerbare\\_energien/Faktenpapier\\_Beispiel\\_PV\\_\\_\\_Speicher\\_-\\_Verwaltungsgeb%C3%A4ude.pdf](https://www.energieagentur.rlp.de/fileadmin/user_upload/erneuerbare_energien/Faktenpapier_Beispiel_PV___Speicher_-_Verwaltungsgeb%C3%A4ude.pdf) abgerufen
- EA RLP. (8. Oktober 2019). *Energieagentur Rheinland-Pfalz*. Von Solar-Speicher-Programm: [https://www.energieagentur.rlp.de/fileadmin/user\\_upload/erneuerbare\\_energien/Faktenpapier\\_Beispiel\\_PV\\_\\_\\_Speicher\\_-\\_Schule.pdf](https://www.energieagentur.rlp.de/fileadmin/user_upload/erneuerbare_energien/Faktenpapier_Beispiel_PV___Speicher_-_Schule.pdf) abgerufen
- EA RLP. (12. Februar 2021). *Solar-Speicher-Programm*. Von <https://www.energieagentur.rlp.de/service-info/foerderinformationen/solar-speicher-programm> abgerufen
- EEG. (21. Dezember 2020). Erneuerbare-Energien-Gesetz vom Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138) geändert worden ist.
- KfW. (12. Februar 2021). *Erneuerbare Energien - Standard*. Von KfW-Programm 270: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-\(270\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/) abgerufen
- openjur.de. (27. Mai 2010). *Beschluss vom 27.05.2010 - 202 EnWg 1/10*.
- Ortsgemeinde Horn, kindt+schulz architekten. (11 2017). *TSB*. Abgerufen am 4. 1 2018 von [http://www.tsb-energie.de/fileadmin/Redakteure/Veranstaltungen/Energiewende\\_und\\_Klimaschutz/Referentenbeitraege/Hr.\\_Haerter\\_u.\\_Hr.\\_Schulz\\_\\_OG\\_Horn.pdf](http://www.tsb-energie.de/fileadmin/Redakteure/Veranstaltungen/Energiewende_und_Klimaschutz/Referentenbeitraege/Hr._Haerter_u._Hr._Schulz__OG_Horn.pdf)
- Quaschnig, V. (12. 12 2016). Vortrag "Die Energiewende muss kommen!".

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
CO <sub>2</sub> e	Kohlendioxidäquivalenten
EEG	Erneuerbaren Energien Gesetz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
Index el	elektrische Energie
Index p	Peak
kWh	Kilowattstunden
kW	Kilowatt
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
MWh	Megawattstunden
OG	Ortsgemeinde
PV	Photovoltaik
SDK	Solardachkataster
VG	Verbandsgemeinde

## **Anhang**

Separates Dokument