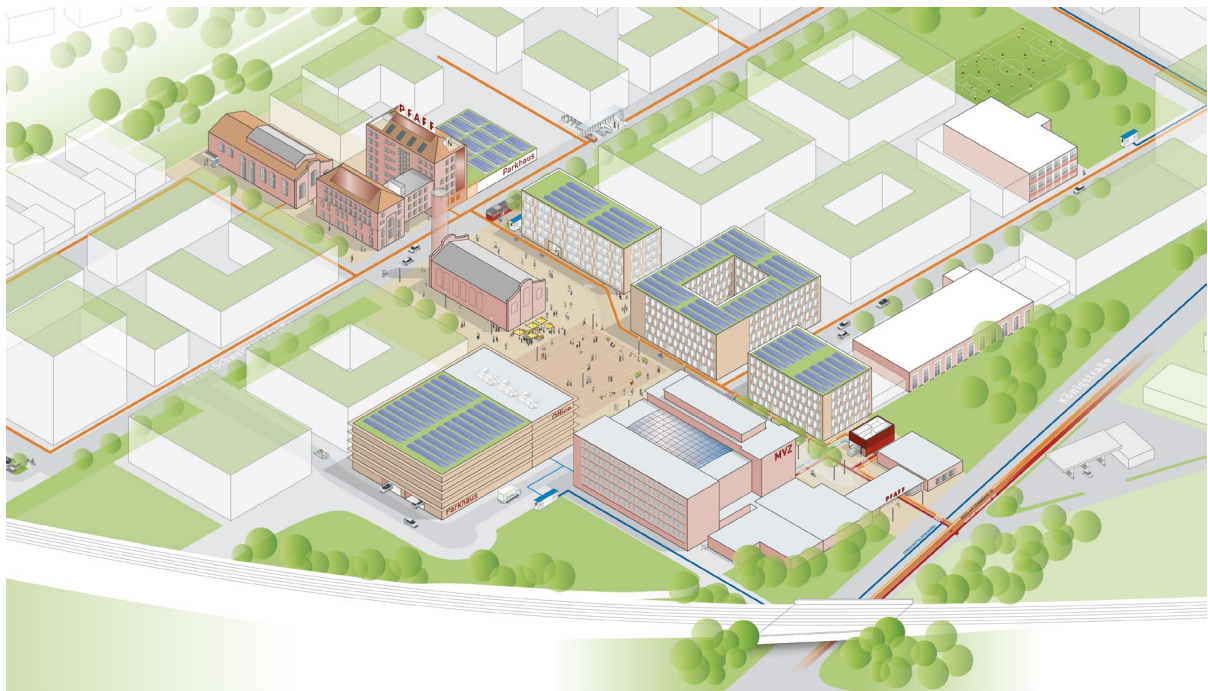


Solarleitfaden

„Fotovoltaik auf Gründächern“ – Beilage zum Bebauungsplan des Pfaff Quartiers

Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff

„Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern“



<Solarleitfaden „Fotovoltaik auf Gründächern“ – Beilage zum Bebauungsplan des Pfaff Quartiers>

Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff:

„Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern - Integrierte
Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung
im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere“

Förderndes Ministerium: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) - ISE
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) - IfaS

Projektträger: Forschungszentrum Jülich GmbH

Förderkennzeichen: 03SBE112D - ISE

03SBE112H - IfaS

Projektlaufzeit: 01.10.2017 – 31.12.2024

Autoren: Jana Strecker (ISE), Jens Frank (IfaS)

Ausführende Stelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstr. 2, 79100 Freiburg

Hochschule Trier - Trier University of Applied Sciences - Umwelt-
Campus Birkenfeld - Institut für angewandtes
Stoffstrommanagement (IfaS)

Veröffentlicht: August 2019

Die Verantwortung der Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Das Verbundprojekt EnStadt:Pfaff wurde von 8 Partnern
durchgeführt und als Leuchtturmprojekt gemeinsam gefördert
vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)
und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Weitere Informationen zu EnStadt:Pfaff: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/>

SOLARLEITFADEN

„Fotovoltaik auf Gründächern“

Beilage zum Bebauungsplan des „Pfaff-Quartiers“ in Kaiserslautern.

Erstellt im Rahmen des Projektes „EnStadt:Pfaff“, August 2019.

1 Einleitung

Die Stadt Kaiserslautern plant die Entwicklung des Pfaff-Quartiers als nachhaltiges und zukunftsfähiges Stadtquartier. Die Zielsetzungen hierfür sind in einem Leitbild beschrieben. Angesichts des zunehmenden Klimawandels wird eine klimaneutrale Energieversorgung angestrebt. Das vom Bundeswirtschafts- und Bundesforschungsministerium gemeinsam geförderte Projekt EnStadt:Pfaff begleitet die Entwicklung des Pfaff-Quartiers. In diesem Rahmen wurde ein Energiekonzept erstellt, das eine klimaneutrale und bezahlbare Energieversorgung mit einer hohen Versorgungssicherheit ermöglicht.

Eine klimaneutrale Energieversorgung bedeutet, künftig vollständig auf fossile Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas zu verzichten. Im Pfaff-Quartier ist die Solarenergie die einzige zur Verfügung stehende erneuerbare Energie. Aufgrund der hohen Gebäude- und Nutzungsdichte reicht die im Quartier erzeugbare Solarenergie jedoch nicht aus, den Energiebedarf des Quartiers vollständig zu decken, weshalb auch künftig Energie ins Quartier importiert werden muss. Die Klimaneutralität wird erreicht, wenn auch die importierte Energie aus klimaneutralen Energiequellen stammt. Da ganz Deutschland langfristig eine klimaneutrale Energieversorgung anstrebt, muss der Import begrenzt werden, weshalb die im Quartier vorhandenen Solarenergiepotenziale vollständig genutzt werden müssen.

Um mit der Nutzung der Solarenergie einen Beitrag zur Begrenzung des Klimawandels zu leisten und gleichzeitig Vorkehrungen gegen die Auswirkungen des Klimawandels, z.B. Überschwemmungen durch Starkregenereignisse, zu treffen, schreibt der Bebauungsplan vor, dass alle Flachdächer im Quartier zu begrünen und darauf Solarstromanlagen zu installieren sind.

In diesem Leitfaden wird beschrieben, wie die Solaranlagen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht gestaltet werden können.

2 Kombination von Gründach und Fotovoltaik

Gründächer sind wie Solarstromanlagen ein gut bekannter Stand der Technik. Viele Beispiele zeigen, dass auch die Kombination beider Technologien problemlos möglich ist, wenn sie fachgerecht ausgeführt wird (siehe Abbildung 1). Montagegestelle für Solaranlagen auf begrünten Flächen sind von verschiedenen Anbietern verfügbar. Bei der Montage muss nur auf ausreichende Abstände zwischen den Modulreihen geachtet werden, um noch genügend Licht für die Pflanzen durchzulassen und die Pflege der Grünflächen zu ermöglichen. Deshalb werden auf begrünten Flächen weniger Solarmodule pro Flächeneinheit installiert als auf anderen Dacharten.



Abbildung 1: Fotovoltaik-Gründachanlage, © Optigrün

Systemlösungen für die Kombination von Gründächern und Solaranlagen werden von mehreren Firmen angeboten¹.

3 Funktion und Anwendungen von Solaranlagen

Solarenergie kann auf zwei Arten genutzt werden. **Solaranlagen zur Wärmeenerzeugung** (Solarthermie genannt), wandeln die Sonnenstrahlung in Wärme um und machen diese zur Brauchwassererwärmung oder Heizungsunterstützung nutzbar. Diese Technik wird in Deutschland seit den 1970er Jahren genutzt.

Solarstromanlagen (Fotovoltaik genannt) nutzen Solarzellen, um die Sonnenstrahlung in Strom umzuwandeln. Die Solarzellen sind wetterfest in Solarmodulen eingebettet. Der solar erzeugte Gleichstrom wird mittels Wechselrichtern in Wechselstrom umgewandelt und in das Stromnetz des Gebäudes oder das Stromnetz der allgemeinen Versorgung eingespeist. Aufgrund des starken Preisverfalls bei Fotovoltaikanlagen in den letzten 20 Jahren und ihrer Flexibilität werden heute deutlich mehr Solarstrom- als Solarwärmeanlagen eingesetzt. Der Bebauungsplan verpflichtet aufgrund des Energiekonzeptes zur Nutzung von Fotovoltaikanlagen, wobei Solarthermieanlagen als Ersatzmaßnahmen möglich sind. Deshalb wird im Folgenden nur auf Solarstromanlagen eingegangen.

Eigenverbrauch von Solarstrom im Gebäude: Der direkte Verbrauch des erzeugten Solarstroms im Gebäude, auf dem er erzeugt wurde, ist ökonomisch am attraktivsten. Legt man die Kosten für die Investition in eine Solarstromanlage um auf den über die Lebensdauer von mindestens 20 Jahren erzeugten Solarstrom, ergeben sich Stromgestehungskosten von ca. 8 bis 12 Eurocent pro kWh (Kilowattstunde) Solarstrom. Da mit dem Solarstrom der Bezug von Strom aus dem Stromnetz vermieden wird, der zwischen 25 und 30 Eurocent pro kWh für Privathaushalte (Gewerbe und Großverbraucher niedriger)

¹ Anbieter von Gründächern kombiniert mit Solaranlagen (Auswahl):
Optigrün (<https://www.optigruen.de/>), ZinCo (<https://www.zinco.de/>),
Bauder (<https://www.bauder.de/de/bauder-deutschland.html>)

kostet, ergibt sich ein deutlicher Gewinn für den Betreiber. Der Kostenvorteil ergibt sich dadurch, dass beim Eigenverbrauch Netznutzungsentgelte sowie Steuern und Abgaben eingespart werden. Da jedoch die Zeiten der Solarstromerzeugung nur teilweise mit dem Zeiten des Stromverbrauchs übereinstimmen, kann nur ein Teil des Strombedarfs direkt mit Solarstrom gedeckt werden. Solarstrom, der nicht direkt im Gebäude verbraucht werden kann, wird ins Stromnetz eingespeist und mit etwa 8 bis 11 Eurocent pro kWh vergütet.

Der Anteil des erzeugten Solarstroms, der im Gebäude selbst verbraucht wird, kann gesteigert werden durch die Installation einer Stromspeichers (Batterie), mit dem tagsüber erzeugter Solarstrom gespeichert und am Abend zur Stromversorgung genutzt werden kann. Durch die gezielte Nutzung von Stromverbrauchern zu den Zeiten, an denen viel Solarenergie verfügbar ist, lässt sich der Anteil ebenfalls erhöhen. Intelligente Energiemanagementsysteme steuern die flexiblen Stromverbraucher (z.B. auch die Beladung von Elektrofahrzeugen) und die Be- und Entladung von Stromspeichern so, dass sich ein möglichst hoher Eigenverbrauch des auf dem Gebäude erzeugten Solarstroms ergibt.

Lieferung von Solarstrom als Mieterstrom: Ist das Gebäude vermietet und hat der Gebäudeeigentümer somit keinen eigenen Strombedarf, der mit Solarstrom gedeckt werden könnte, kann der Solarstrom auch den Mietern ohne Netzentgelte und Steuern zur Verfügung gestellt werden. Der damit verbundene zusätzliche Mess- und Abrechnungsaufwand reduziert den Kostenvorteil, doch ist der Bezug von Mieterstrom für die Mieter üblicherweise immer noch günstiger als der Bezug aus dem Stromnetz der allgemeinen Versorgung. Für Gebäudeeigentümer stellen der Betrieb und die Abrechnung einer Solarstromanlage im Rahmen eines Mieterstrommodells einen zusätzlichen Aufwand dar, an dem sie meist nicht interessiert sind. Deshalb werden Investition und Betrieb der Mieterstromanlagen oft von anderen Unternehmen (sogenannten Kontaktoren) übernommen.

4 Praxisbeispiel

Eine Solaranlage wird oftmals so geplant, dass möglichst viel Solarstrom erzeugt wird, sprich möglichst viel Solarmodule installiert werden. In der Kombination mit einem Gründach ist jedoch auf einen ausreichenden Reihenabstand zu achten, der den Pflanzen noch genügend Licht zur Verfügung stellt und die Pflege des Gründachs ermöglicht. Erfahrungen aus realisierten Projekten haben gezeigt, dass dies gegeben ist, wenn die Fläche der Fotovoltaikmodule etwa 45% der Bruttodachfläche entspricht.

4.1 Mindestfläche

Deshalb wurde im Bebauungsplan als **Fotovoltaikmindestfläche** die Fotovoltaikmodulfläche festgesetzt, die „mindestens 45 % der Dachfläche entspricht“. Die Dachfläche ist als Bruttodachfläche zu verstehen (Außenmaße des Flachdaches).

$$MF \geq 0,45 * BDF$$

mit MF = Modulfläche und BDF = Bruttodachfläche

Dabei setzt sich die Modulfläche aus der Summe der Flächen aller einzelnen Module, die auf einem Dach installiert werden, zusammen:

$$MF = MF_1 + MF_2 + MF_3 + MF_n$$

Das folgende Beispiel für das **Gebäude 4.1** (Gebäude 1 auf Baufeld 4) im Pfaff-Quartier erläutert die Dimensionierung und Wirtschaftlichkeit einer Fotovoltaikanlage in Kombination mit einem Gründach.

Die Bruttodachfläche des Gebäudes 4.1 beträgt:

$$BDF_{Geb4.1} = 48 \text{ m} * 58 \text{ m} - (20 \text{ m} * 28 \text{ m}) = 2.224 \text{ m}^2$$

Die Mindestgröße der Modulfläche muss demnach laut Festsetzung folgender Größe entsprechen:

$$MF_{Geb4.1} \geq 0,45 * 2.224 \text{ m}^2 = 1.000,8 \text{ m}^2$$

Die Reihen der Fotovoltaikanlage werden am sinnvollsten dachkantenparallel ausgerichtet und können beispielsweise abwechselnd nach Südwest und Nordost geneigt installiert werden (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3).

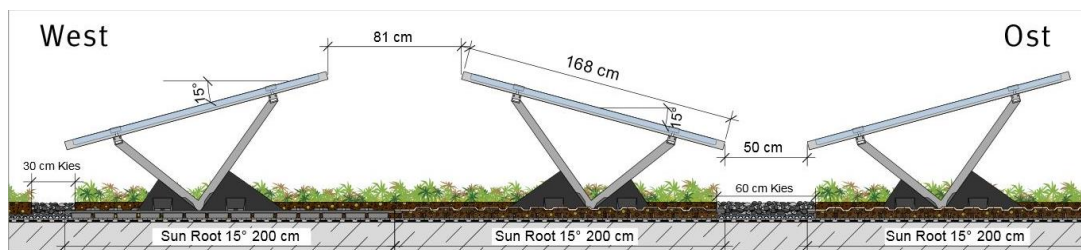


Abbildung 2: Mögliche Montageart von Fotovoltaikmodulen über einem Gründach, © Optigrün

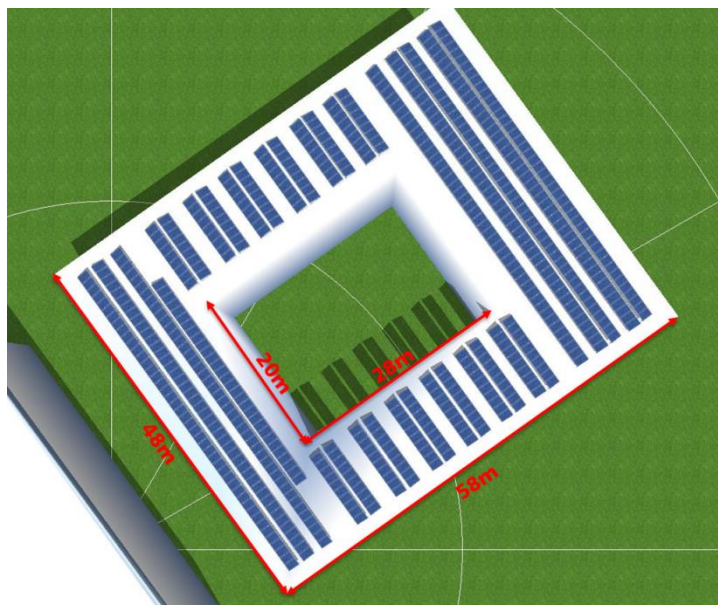


Abbildung 3: Beispiel für die Installation einer Modulfläche von 45% bezogen auf die Bruttodachfläche © IfaS

4.2 Dimensionierung und Solarstromerträge

Bei der Nutzung von typischen Fotovoltaikmodulen mit $1,64 \text{ m}^2$ Fläche pro Modul ergibt sich der Einsatz von 610 Modulen mit einer Gesamtmodulfläche von $1000,4 \text{ m}^2$. Auf Basis des angenommenen Modulwirkungsgrads von knapp 18% ergibt sich eine Gesamtnennleistung der Fotovoltaikanlage von 176,9 kWp (Kilowatt Peak). Die Modellierung der Solaranlage mit einer üblichen Software errechnet einen mittleren spezifischen Jahresstromertrag der Anlage von 950,57 kWh pro kWp installierter Leistung. Somit ist ein jährlicher Solarstromertrag der Fotovoltaikanlage von 168,156 kWh für ein mittleres Solarstrahlungsjahr zu erwarten (Berechnungsdaten siehe Anhang).

Aufgrund der erwarteten Nutzung des Gebäudes wird von einem Stromverbrauch von 385.900 kWh pro Jahr ausgegangen, d.h. die gesamte Solarstromerzeugung entspricht 43,6% des im Gebäude verbrauchten Stroms. Aufgrund dieses relativ geringen Anteils kann fast der ganze Solarstrom direkt im Gebäude verwendet werden (Eigenverbrauch 127.480 kWh/Jahr) und nur 40.675 kWh/Jahr werden in das Stromnetz eingespeist, weil kein Verbrauch im Gebäude vorhanden ist. Der Anteil des Solarstroms, der direkt im Gebäude verbraucht werden kann und ökonomisch am vorteilhaftesten ist, beträgt 75,8% des gesamt erzeugten Solarstroms (Eigenverbrauchsanteil). Allerdings können somit nur 33,0% des gesamten Stromverbrauchs von 385.900 kWh/Jahr durch die Fotovoltaikanlage direkt gedeckt werden (Eigenverbrauch von 127.480 kWh/Jahr).

4.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für selbst genutzte Immobilien

Die Kosten für die Fotovoltaikanlage werden mit 1.000 Euro pro kWp Nennleistung angenommen (Investitionskosten inklusive Installation). Damit ergeben sich Investitionskosten von 167.900 Euro. Fotovoltaikanlagen dieser Größe werden oft schon unter 1.000 Euro pro kWp angeboten, so dass der Mehrpreis für die Installation auf einem Gründach berücksichtigt ist. Es werden Betriebskosten von 3.490 Euro pro Jahr für Versicherungen, Abrechnungen, etc. angenommen, die im Anhang detaillierter aufgelistet sind. Damit errechnen sich Stromgestehungskosten von nur 8 Eurocent pro kWh. Die Anlage wird in der Beispielrechnung zu 100% mit Fremdkapital finanziert mit einem Zinssatz von 1,8%.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung müssen die Einsparungen für den vermiedenen Strombezug (Eigenverbrauch 127.480 kWh/Jahr) und die Vergütung für den eingespeisten Solarstrom (40.675 kWh/Jahr) aufsummiert werden. Für die vermiedenen Strombezugskosten wurde ein Gewerbebetrieb mit Strombezugskosten von 22 Eurocent pro kWh angenommen, die jährlich um 0,5% steigen. D.h. zu Beginn werden $127.480 \text{ kWh} \times 0,22 \text{ €/kWh} = 28.046 \text{ €}$ pro Jahr Bezugskosten eingespart. Der Eigenverbrauch von Solarstrom ist zwar von Netzentgelten und Stromsteuern etc. befreit, allerdings müssen 40% der EEG-Umlage abgeführt werden, die für im Jahr 2019 installierte Anlagen 2,56 Eurocent pro kWh entspricht (EEG-Umlage gesamt: 6,405 Eurocent/kWh). D.h. die Einnahmen reduzieren sich deshalb um $127.480 \text{ kWh} \times 0,0256 \text{ €/kWh} = 3.266 \text{ €}$ pro Jahr.

Für die Einspeisung der 40.675 kWh Solarstrom pro Jahr im Marktpremienmodell werden im Beispiel 9,05 Eurocent pro kWh vergütet, was Einnahmen von 3.624 Euro pro Jahr entspricht.

In der Summe addieren sich Einsparungen und Einnahmen anfangs auf 28.404 Euro pro Jahr, abzüglich der Betriebskosten von 3.940 Euro pro Jahr ergibt sich ein jährlicher Ertrag von anfangs 24.464 Euro. Damit hat sich die Fotovoltaikanlage in dieser Berechnung bereits nach 8,9 Jahren amortisiert und generiert für mindestens 11,1 weitere Jahre Einsparungen und Einnahmen und ist somit profitabel.

4.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für Mieterstromanlagen

Wird die Immobilie vermietet, kann der erzeugte Solarstrom an die Mieter verkauft werden und damit ebenso die Netzentgelte, Stromsteuer und Abgaben vermieden werden. Allerdings ist das Stromnetz des Gebäudes als Kundenanlage zu deklarieren und sind Messeinrichtungen zu installieren, um gewährleisten zu können, dass Mieter des Gebäudes zwischen dem angebotenen Mieterstrom von der Solaranlage auf dem Gebäude oder dem Strombezug von einem anderen Lieferanten wählen können. Dies führt zu Zusatzkosten für die Messeinrichtungen, die Verwaltung und die Abrechnung der Mieterstromanlage, die nicht genau beziffert werden können.

Allerdings bieten Kontraktoren² an, Gebäudedächer zu pachten und Mieterstromanlagen zu realisieren, so dass für die Gebäudeeigentümer keine Kosten anfallen. Aufgrund der engen Margen werden allerdings aktuell keine oder nur geringe Pachten für die Dächer bezahlt. Für die Mieter ist der Bezug von Mieterstrom auf jeden Fall mindestens 10% kostengünstiger als der Basistarif des Grundversorgers, da dies nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG so vorgeschrieben ist.

4.5 Zusammenfassung

Die Erläuterungen und die Beispielrechnung mit typischen Daten zeigen, dass die Installation und der Betrieb einer Fotovoltaikanlage sehr profitabel ist, wenn der Solarstrom im Gebäude durch den Betreiber selbst genutzt werden kann. Auch eine Teilverschattung von 20% würde die Wirtschaftlichkeit nicht gefährden.

Wird das Gebäude vermietet, ist die Wirtschaftlichkeit durch die Mieterstromregelung ebenso gegeben. Sie ist allerdings deutlich geringer, da Zusatzkosten für den Messaufwand und die Verwaltung hinzukommen. Allerdings kann das Dach in diesem Fall kostenneutral Kontraktoren zur Verfügung gestellt werden, die professionell Mieterstromanlagen errichten und betreiben. Für Neubauten sind diese Anlagen üblicherweise profitabel und es gibt mehrere Kontraktoren, die ihre Dienstleistungen anbieten.

EnStadt:Pfaff wird gefördert durch



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

AUFGUND EINES BESCHLUSSES DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES

² Überregionale Anbieter sind z.B. die Firma Polarstern (www.polarstern-energie.de) oder Naturstrom (www.naturstrom.de), es gibt aber auch viele regional tätige Kontraktoren

Anhang

Ergebnisse der Simulation ohne Verschattung:

PV-Anlage	
PV-Generatorleistung	176,9 kWp
Spez. Jahresertrag	950,57 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	86,9 %
Ertragsminderung durch Abschattung	1,9 %/Jahr
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	168.156 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	127.480 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	40.675 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	75,8 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	100.893 kg/Jahr
Verbraucher	
Verbraucher	385.900 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	124 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	386.024 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	127.480 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	258.544 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	33,0 %
Anlagendaten	
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	40.548 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	176,9 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	29.03.2018
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kapitalzins	0,01 %
Wirtschaftliche Kenngrößen	
Kumulierter Cashflow	277.220,23 €
Mindestlaufzeit der Anlage	8,9 Jahre
Stromgestehungskosten	0,08 €/kWh
Zahlungsübersicht	
spezifische Investitionskosten	1.000,00 €/kWp
Investitionskosten	176.900,00 €
Einmalzahlungen	0,00 €
Förderungen	0,00 €
Betriebskosten	3.940,00 €/Jahr
Zählermiete	40,00 €/Jahr
Rückstellungen	2.000,00 €/Jahr
Betriebsführung	600,00 €/Jahr
Versicherung	1.000,00 €/Jahr
Steuerberatung	200,00 €/Jahr
Sonstiges	100,00 €/Jahr
verbrauchsgebundene Kosten	0,00 €/Jahr
sonstige jährliche Kosten	0,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr
Kredite	
Bezeichnung	Kredit 1
Fremdkapital	176.900,00 €
Auszahlungsrate	100,00 %
Kreditart	Ratenkredit
Laufzeit	20,00 Jahre
Tilgungsfreie Anlaufjahre	2,00 Jahre
Zins	1,80
Tilgungsfrist	monatlich

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	753,58 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	27.901,54 €/Jahr
EEG 2019 - Umlage auf Eigenverbrauch - Alle Anlagenarten	
Gültigkeit	01.01.2019 - 31.12.2038
Spezifische Eigenverbrauchsabgabe	0,0256 €/kWh
Eigenverbrauchsabgabe	3.228,14 €/Jahr
EEG 2019 (Juli) Marktprämienmodell - Gebäudeanlage	
Gültigkeit	01.07.2019 - 31.12.2039
Spezifische Einspeisevergütung	0,0905 €/kWh
Einspeisevergütung	3.624,18 €/Jahr
Pfaff Gewerbe (Energieversorger)	
Arbeitspreis	0,22 €/kWh
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	0,5 %/Jahr
Vergütung aus direktvermarktetem Strom	
Preis für direktvermarkteten Strom	0,02 €/kWh
Vergütung aus direktvermarktetem Strom	973,15 €/Jahr

Ergebnisse der Simulation mit einer Ertragsminderung von 20%:

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	176,9 kWp
Spez. Jahresertrag	760,54 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	70,5 %
Ertragsminderung durch Abschattung	21,5 %/Jahr
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	
Eigenverbrauch	105.091 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	29.448 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	78,1 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	80.724 kg/Jahr

Verbraucher

Verbraucher	385.900 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	125 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	386.025 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	105.091 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	280.935 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	27,2 %

Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	29.361 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	176,9 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	29.03.2018
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kapitalzins	0,01 %

Wirtschaftliche Kenngrößen

Kumulierter Cashflow	170.057,48 €
Mindestlaufzeit der Anlage	11,4 Jahre
Stromgestehungskosten	0,1 €/kWh

Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1.000,00 €/kWp
Investitionskosten	176.900,00 €
Einmalzahlungen	0,00 €
Förderungen	0,00 €
Betriebskosten	3.940,00 €/Jahr
Zählermiete	40,00 €/Jahr
Rückstellungen	2.000,00 €/Jahr
Betriebsführung	600,00 €/Jahr
Versicherung	1.000,00 €/Jahr
Steuerberatung	200,00 €/Jahr
Sonstiges	100,00 €/Jahr
verbrauchsgebundene Kosten	0,00 €/Jahr
sonstige jährliche Kosten	0,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr

Kredite

Bezeichnung	Kredit 1
Fremdkapital	176.900,00 €
Auszahlungsrate	100,00 %
Kreditart	Ratenkredit
Laufzeit	20,00 Jahre
Tilgungsfreie Anlaufjahre	2,00 Jahre
Zins	1,80
Tilgungsfrist	monatlich

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	554,91 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	22.996,64 €/Jahr
EEG 2019 - Umlage auf Eigenverbrauch - Alle Anlagenarten	
Gültigkeit	01.01.2019 - 31.12.2038
Spezifische Eigenverbrauchsabgabe	0,0256 €/kWh
Eigenverbrauchsabgabe	2.661,24 €/Jahr
EEG 2019 (Juli) Marktprämienmodell - Gebäudeanlage	
Gültigkeit	01.07.2019 - 31.12.2039
Spezifische Einspeisevergütung	0,0905 €/kWh
Einspeisevergütung	2.623,55 €/Jahr
Pfaff Gewerbe (Energieversorger)	
Arbeitspreis	0,22 €/kWh
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	0,5 %/Jahr
Vergütung aus direktvermarktetem Strom	
Preis für direktvermarkteten Strom	0,02 €/kWh
Vergütung aus direktvermarktetem Strom	704,66 €/Jahr