

Beratungsbericht

Solarkampagne Heidelberg

Dieser Bericht ist lediglich eine Beispieldarstellung und wurde mit Beispielwerten erstellt.

Objekt: Bürgerzentrum (Vereinshaus)
Hegenichstraße 2A
Heidelberg

Kunde/Kundin: Stadt Heidelberg

Art der Beratung: Telefonberatung
Bericht erstellt am: 16.12.22

Berater/Beraterin: Alina Peters, B.Sc.
Heidelsberger Energiegenossenschaft



1 Ausgangssituation

Objektbeschreibung

Das Einzelhaus befindet sich im Stadtteil Heidelberg Kirchheim und wurde 2022 (Beispielwert) erbaut. Eine Sanierung ist in nächster Zeit nicht geplant. Es besteht kein Denkmalschutz.

Dach

Die betrachteten Dachflächen sind nach Nord-Süd ($360^\circ/180^\circ$) ausgerichtet und hat eine Dachneigung von 30° (Beispielwert).

Die Dacheindeckung besteht aus Dachpfannen und teilweise Blechdach, was eine einfache Unterkonstruktion der PV-Anlage mit Dachhaken und Schienen erlaubt.

Das Dach ist neu aus dem Jahr 2022 (Beispielwert). Die Restlebensdauer des Daches sollte damit noch mehr als 25 Jahre betragen und ist somit für die Installation einer PV-Anlage sehr gut geeignet. Bei der Montage der PV-Module werden zudem defekte Ziegel von den Monteuren getauscht und gleichzeitig schützt die PV-Anlage die darunterliegenden Ziegel, sodass in den meisten Fällen eine Sanierung des Daches nur bei sehr alten Dächern notwendig ist. Im Zweifel kann ein Dachdecker vor Ort den Zustand von Dachlattung, Unterspannbahn und Ziegel prüfen, um hier Sicherheit zu bekommen.

Statik

Ein typisches PV-Modul (370 Wp, 105x175cm) wiegt etwa 20 kg. Zusammen mit dem notwendigen Befestigungsmaterial liegt man bei etwa 20 kg pro Quadratmeter.

Da es sich um ein junges Haus handelt, ist mit ausreichend Lastreserve des Dachs zu rechnen. Im Zweifel sollte vor dem Bau der PV-Anlage die Statik von einem Statiker freigegeben werden.

Stromverbrauch

Die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage (mit und ohne Batteriespeicher) hängt stark vom Stromverbrauch des Haushalts sowie der langfristigen Strompreisentwicklung ab.

Aktuell liegt der Jahresstromverbrauch bei ca. **5000 kWh** (Beispielwert).

Der Stromverbrauch wird in Zukunft wahrscheinlich weitestgehend konstant bleiben, da keine stromintensiven Anschaffungen (Wärmepumpe, Klimaanlage, E-Auto) geplant sind.

2 Betriebsmodelle

2.1 Betriebskonzept (Privathaus und Industrieanlagen): Eigenverbrauch- und Volleinspeisungsanlage

Alle Photovoltaik-Anlagen erhalten in Deutschland eine Förderung: die Einspeisevergütung. Diese Vergütung wird pro eingespeiste Kilowattstunde (kWh) vom Netzbetreiber ab dem ersten Tag des Betriebs gezahlt (siehe Tabelle unten). Die Förderung erhalten Sie als Betreiber automatisch nach erfolgreicher Inbetriebnahme (Die notwendigen Formulare und Anmeldungen füllt in der Regel der Installateur für Sie aus). Neben dieser staatlichen Einspeisevergütung fördert die Stadt Heidelberg zusätzlich die Installationskosten von PV-Anlagen (Die städtische Förderung zu beantragen ist einfach und wird am Ende des Berichts erklärt.).

In Deutschland werden alle Photovoltaik-Anlagen mit dem öffentlichen Stromnetz gekoppelt. Ein Inselbetrieb von PV-Anlagen, wie etwa bei Wohnwagen oder Gartenhütten, gibt es für Dachanlagen nicht. Da Solaranlagen mit Eigenverbrauch im Schnitt etwa 40-80% des erzeugten Stroms ins

öffentliche Stromnetz einspeisen, wäre ein Inselbetrieb aus finanziellen Gründen auch wenig sinnvoll, da ein großer Teil der jährlichen Einnahmen über die Einspeisevergütung erfolgt.

Bei PV-Anlagen lassen sich zwei Betriebsmodelle unterscheiden: PV-Anlagen mit Eigenverbrauch und PV-Anlagen mit Volleinspeisung:

- Bei der Eigenverbrauchsanlage wird der erzeugte Solarstrom zuerst im Haus selbst verbraucht und nur der überschüssig erzeugte Solarstrom wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Dieses Betriebsmodell wurde in der Vergangenheit überwiegend auf kleinen und mittelgroßen Dächern umgesetzt, da durch einen hohen Eigenverbrauch der größte finanzielle Nutzen aus einer Solaranlage erzielt werden konnte.
- Im Gegensatz dazu wird bei einer Volleinspeiseanlage der gesamte Solarstrom ins öffentliche Netz eingespeist. Der selbst erzeugte Strom wird also nicht im Haus verbraucht und senkt damit auch nicht die monatlichen Stromkosten, dafür zahlt der Netzbetreiber aber für eine Volleinspeiseanlage eine wesentlich höhere Einspeisevergütung (siehe Tabelle), sodass dieses Betriebsmodell vor allem bei großen Dächern sehr wirtschaftlich ist. Das Betriebsmodell „Volleinspeisung“ wurde im Juli 2022 von der Bundesregierung neu aufgesetzt, um Eigentümern von größeren Immobilien einen finanziellen Anreiz zu geben, ihre Dachfläche bestmöglich mit einer Solaranlage zu belegen, um so in der aktuellen Energiekrise einen Beitrag zur nachhaltigen Stromerzeugung leisten zu können.

Anlagentyp ¹	< 10 kWp	< 40kWp	< 100 kWp	<300 kWh
Eigenverbrauchsanlage	8,2 ct/kWh	7,1 ct/kWh	5,8 ct/kWh	5,8 ct/kWh
Volleinspeiseanlage	13,0 ct/kWh	10,9 ct/kWh	10,9 ct/kWh	9,0 ct/kWh

Betriebsmodell (Miethäuser): Mehrfamilienhäuser

Für Mehrfamilienhäuser bieten sich verschiedene Betriebskonzepte für PV-Anlagen an. Welches Modell am sinnvollsten ist, hängt von den Interessen der Hausgemeinschaft/Eigentümergeinschaft, der Dachgröße bzw. der geplanten Anlagengröße und des Stromverbrauchs im Haus ab.

Im Rahmen dieser Beratung kann nur ein kurzer Überblick über die vier häufigsten Modelle gegeben werden. Es gibt noch einige weitere Betriebskonzepte und auch Varianten, die hier vorgestellten nicht vorgestellt werden. Einen sehr guten Überblick und viele weitere Infos liefert die Broschüre „Betriebskonzepte für Photovoltaikanlagen“ der Energieagentur Freiburg.²

2.2 Betriebskonzept: Allgemiestromversorgung

Bei diesem Betriebsmodell versorgt die PV-Anlage gemeinschaftlich genutzt Verbraucher, wie z.B. das Treppenhaus, Fahrstuhl, Tiefgarage oder eine Lüftungsanlage (bei Passivhäusern).

2.3 Betriebskonzept: Einzelanlagen

Bei diesem Betriebsmodell teilen ein oder mehrere Eigentümer die Dachfläche unter sich auf. Die Eigentümergeinschaft verpachtet das Dach (meist unentgeltlich) an einen oder mehrere Eigentümer. Die Eigentümer errichten und betreiben dann jeweils eine eigene Photovoltaik-Anlage.

¹ Es gilt die Mischvergütung, das bedeutet: eine 15kWp Eigenverbrauchsanlage erhält einen Vergütungssatz von 7,83 ct/kWh (Rechnung: 10kWp zu 8,2 ct/kWh; 5kWp zu 7,1 ct/kWh). Eine 43 kWp-Anlage erhält entsprechend 7,27 ct/kWh (Rechnung: 10kWp zu 8,2 ct/kWh; 30 kWp zu 7,1 ct/kWh; 3kWp zu 5,8 ct/kWh).

² https://energieagentur-regio-freiburg.eu/wp-content/uploads/2021/02/PV-Betriebskonzepte-MFH_earf.pdf

2.4 Betriebskonzept: Mieterstrom

Eine alternative Möglichkeit stellt die Verpachtung des Daches an einen Anlagenbetreiber wie die Stadtwerke Heidelberg oder die Heidelberger Energiegenossenschaft dar. Dieses externe Unternehmen errichtet und betreibt die PV-Anlage auf eigene Kosten und verkauft den erzeugten Strom vom Dach sowie zusätzlichen Netzstrom in Zeiten ohne Sonnenstrom zu insgesamt günstigen Konditionen (ca. 20-25 ct/kWh) an die Bewohner im Haus (Mieterstrommodell).

Bei diesem Modell können die Eigentümer auf ihrem eigenen Dach Sonnenstrom produzieren und diesen zu günstigen Konditionen beziehen ohne großen Aufwand für Errichtung und Betrieb der PV-Anlage.

Um die genaue Höhe (ct/kWh) den letztendlichen Strompreis im Mieterstrommodell zu ermitteln, ist eine genauere Projektkostenabschätzung nötig, die im Rahmen dieser Beratungsleistung nicht erbracht werden kann.

3 Anlagengröße

Maßzahl „kWp“

Die Größe einer Photovoltaikanlage wird in Kilowatt-Peak (kWp) angegeben. Diese Zahl gibt nicht den Ertrag der Anlage, sondern die Anzahl und Größe der installierten PV-Module an. Eine 10kWp-Anlage in Heidelberg mit Südausrichtung erzeugt etwa 10.500 kWh pro Jahr, auf Ost-West-Dächern etwa 9.000 kWh. Wie hoch der Ertrag Ihrer Anlage ist, wird weiter unten berechnet.

Die kWp-Angabe ist ebenfalls wichtig beim Vergleich von Angeboten. Um Angebote untereinander vergleichbar zu machen, lohnt es sich, die „Kosten pro kWp“ der vorliegenden Angebote zu berechnen.

Geeignete Dachflächen

Südlich, östlich und westlich ausgerichtete Dachflächen eignen sich für die Belegung mit Photovoltaik. Bis zu einer Dachneigung von ca. 25° können selbst Norddachseiten sinnvoll sein. Als Faustformel für geeignete Dachflächen gilt ein spezifischer Jahresertrag von mehr als 700 kWh/kWp.

Alle Dachseiten eignen sich für die Belegung mit Photovoltaik. Verschattungen durch umliegende Gebäude oder Bepflanzung werden nicht erwartet. Insgesamt ist das Dach daher im Hinblick auf die intakte Unterkonstruktion, Dachalter, Ausrichtung sowie Neigung ideal für die Belegung mit Photovoltaik geeignet.

4 Belegungsplanung

Im Rahmen dieser Beratung wird nur eine grobe Belegungsplanung vorgenommen. Eine exakte Anlagenplanung erstellt der Solarteur. Bevor Sie ein Angebot beim Solarteur anfragen, sollten Sie bei Dächern mit vielen Aussparungen für Gauben und Dachfenstern eine exakte Aufmaßung des Daches („Ziegel zählen“) erstellen.

PV-Module gibt es in vielen verschiedenen Größen (Länge: 165 – 200cm, Breite: 100 – 114cm) und Leistungen (360 Wp bis 420 Wp). Standard-PV-Module haben meist eine Leistung von 400 Wp und Abmaße von etwa 176 cm x 1,10 cm.

Je nach Dach kann es aber sinnvoll sein, von diesem „Standard“ abzuweichen. So können je nach Dachmaße auch große Module (z.B. 410 Wp) eingesetzt werden, wenn dadurch eine höhere Gesamtleistung der PV-Anlage erzielt werden kann. Bei Dächern mit Aussparungen für Gauben und Dachfenster können kleinere Module (z.B. 340-370 Wp) verwendet werden, wenn sich damit die bestehende Dachfläche besser ausnutzen lässt.

Bei der Belegung kann und sollte zudem die Hochkant- und Quermontage kombiniert werden, wenn sich dadurch mehr Module auf dem Dach platzieren lassen (vgl. Foto links). Dies erhöht den Montageaufwand nur geringfügig und lohnt sich damit im Hinblick auf die größere Anlagenleistung. Ebenfalls kann die PV-Anlage, sofern die Unterkonstruktion ausreichend tragfähig ist, bis kurz an den Dachrand (ortgangs-, first- sowie traufseitig) gebaut werden (siehe Foto rechts)³. Ein Freilassen einer kompletten Ziegelreihe ist nur bei seltenen statischen Problemen erforderlich.



Oben links: Hoch- und Quermontage kann kombiniert werden. Oben rechts: Eine Belegung bis kurz an den Dachrand, First oder Traufe ist fast immer möglich. Unten: Ideale Vorarbeit für den Solarteur: Eine genaue Dachbemaßung. (Fotoquelle: Photovoltaikforum.de)

Eine erste grobe Belegungsplanung mit 400-Wp-Modulen ist im Nachfolgenden dargestellt.

³ Bilder: Photovoltaikforum.de

Graphische Belegungsplanung⁴

Dachseite1



Dachseite2



5 Stromertrag

Laut aktueller Prognosedatenbank⁵ für die Region Heidelberg erreichen die einzelnen Modulfelder in Abhängigkeit von Ausrichtung und Dachneigung den folgenden Jahresertrag:

Anlagenteil	Ausrichtung	Dachneigung	Modulfeldgröße	Jahresertrag	Spezifischer Stromertrag
Dachseite1 Nord	360°	30° (Beispielwert)	19,2 kWp	11300 kWh	590 kWh/kWp
Dachseite2 Süd	180°	30° (Beispielwert)	10,4 kWp	12000 kWh	1150 kWh/kWp
Gesamte PV-Anlage:			10,4 kWp	12.000 kWh	

Der Stromertrag einer PV-Anlage schwankt je nach Sonneneinstrahlung und ist stark abhängig von den Jahres- und Tageszeiten. Die nachfolgende Abbildung zeigt, wie viele Kilowattstunden die skizzierte Anlage voraussichtlich über das Jahr hinweg erzeugen wird. Liegt der spezifische Stromertrag unter 750-800 kWh/kWp wird das Errichten einer Anlage nicht empfohlen.

Dachseite 1 (links) & Dachseite 2 (rechts)



6 Komponenten einer Photovoltaikanlage

Eine PV-Anlage besteht aus vier Hauptkomponenten: PV-Module, Unterkonstruktion, Wechselrichter und gegebenenfalls ein Batteriespeicher.

Es gibt weltweit etwa ein Dutzend großer Hersteller von PV-Komponenten. Die meisten Produkte kommen aus China. Es gibt aber auch einige Hersteller, die ihre Produkte in Europa fertigen, entwickeln oder zumindest hier zusammenbauen.⁶ Manche Solarteure bieten aufgrund von geschäftlichen Partnerschaften oder eigenem Lager nur ein bestimmtes Sortiment an Herstellern und Modellen an – andere wiederum können über den Großhandel auf alle Produkte zugreifen.

Im Hinblick auf die Qualität sind alle großen Hersteller, ob aus Europa oder Fernost, nahezu gleichwertig. Das gilt auch für die Garantie und Gewährleistung. Dennoch lohnt es sich europäische Produkte zu kaufen, um europäische Arbeitsstandards und lokale Wertschöpfung zu fördern.

⁴ Eigene Abbildungen

⁵ Global Solar Atlas: <https://globalsolaratlas.info>

⁶ Hersteller aus Europa. PV-Module: Solarwatt, Q-Cells, Aleo Solar, Heckert. Wechselrichter: Fronius, SMA, Kostal

PV-Module

Heute werden nur noch monokristalline PV-Module verbaut. Die Effizienz ist bei allen PV-Modulen nahezu gleich – ein besonders „hocheffizientes Modul“ gibt es nicht. Bifaziale Module können auch Licht von hinten in Strom umwandeln. Diese Funktion bringt jedoch bei einer Dachmontage keinen Mehrwert und ist nur für sehr wenige Spezialfälle geeignet.

PV-Module gibt es in drei verschiedenen Optiken: silberner Alurahmen mit weißer Rückseite (klassisch), schwarzer Alurahmen mit weißer Rückseite und schwarzer Alurahmen und schwarze Rückseite („Full-Black-Module“). Am günstigsten sind klassische PV-Module. Wem das typische Muster von PV-Modulen nicht gefällt und auf eine unauffällige Optik wert legt, kann zu Full-Black-Modulen greifen. Die Effizienz der Anlage ändert sich dadurch nicht.

PV-Module gibt es zudem in zwei Bauvarianten: Glas-Glas- und Glas-Folien-Module. Manche Solarteure empfehlen die kostenintensiveren Glas-Glas-Module, um den Brandschutz der PV-Anlage zu verbessern. Es stimmt zwar, dass Glas-Glas-Module weniger brennbar sind als Glas-Folien-Module. Das Brandrisiko ist aber in beiden Fällen sehr gering. Glas-Folien-Module sind in den letzten 30 Jahren millionenfach in Deutschland und weltweit verbaut worden und sind auch heute noch das Standardprodukt bei PV-Anlagen. Glas-Glas-Module bilden hier eher die Ausnahme. Ein Kauf dieser kostenintensiveren Module ist daher nicht notwendig. Eine weitaus höhere Brandgefahr als von Glas-Folien-Modulen geht von einer unsachgemäßen Installation aus.

Wechselrichter

Der Wechselrichter wandelt den erzeugten Gleichstrom vom Dach in Wechselstrom um, der im Haushalt genutzt werden kann. Jeder Wechselrichter kann zwei bis max. drei verschiedene Dachflächen gleichzeitig ansteuern. Ein Display im Wechselrichter zur Anzeige der Leistung ist heute nicht mehr notwendig, da alle Systeme eine App mitbringen und übers Smartphone oder Computer bedient werden können. Eine Studie zeigt, dass Wechselrichter, die im Haus angebracht werden, eine verlängerte Lebensdauer um ca. 3 Jahre aufweisen.⁷

7 Batteriespeicher

In der Vergangenheit war die Anschaffung eines Batteriespeichers aufgrund der hohen Investitionskosten und günstigen Strompreise unwirtschaftlich. Aufgrund der stetig gefallen Batterieprie in den letzten Jahren und gleichzeitig steigenden Strompreisen, können Batteriespeicher mittlerweile wirtschaftlich betrieben werden. Vor dem Kauf eines Speichers sollten jedoch einige wichtige Aspekte bekannt sein:

Tatsächliche Lebensdauer des Speichers

PV-Module verfügen heute über eine Leistungsgarantie von bis zu 40 Jahren. Eine fehlerfreie Laufzeit von 30 Jahren ist daher mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erreichen. Im Gegensatz zu den Modulen liegen bei Batteriespeichern noch keine fundierten Langzeitdaten über die tatsächliche Lebensdauer vor. Die Hersteller geben eine Garantie von 10 Jahren. Hält der Batteriespeicher über die garantierten 10 Jahre hinaus, so war die Anschaffung in jedem Fall sinnvoll. Dies kann zum aktuellen Zeitpunkt jedoch nur schwer prognostiziert werden.

Nutzungsintensität

Batteriespeicher altern durch die aktive Nutzung (Ein- und Ausspeichern von Strom) sowie ebenfalls durch „Nicht-Nutzung“. Um einen Batteriespeicher daher wirtschaftlich betreiben zu können, sollte er

⁷ Berner Fachhochschule: Zuverlässigkeit von Photovoltaik-Wechselrichtern, Bucher & Joss, 2022

innerhalb der Lebenserwartung möglichst intensiv durch häufiges Be- und Entladen (mehr als 240 pro Jahr) genutzt werden.

Diese ganzjährige Nutzung des Speichers ist jedoch nur dann möglich, wenn auch in der lichtschwachen Jahreszeit (Herbst bis Frühjahr) genügend Strom von der PV-Anlage zur Verfügung steht, um den Tagesverbrauch zu decken und zusätzlich den Batteriespeicher zu laden. Insofern sollte der Fokus immer zuerst auf der Installation einer maximal großen PV-Anlage liegen.

Anschaffung eines E-Fahrzeugs

Elektrofahrzeuge werden nicht über den Batteriespeicher im Haus geladen, da dies aufgrund der Umwandlungsverluste nicht sinnvoll ist. Wer ein Elektrofahrzeug hat, verringert die Notwendigkeit für einen Batteriespeicher aus folgendem Grund: Ist das E-Fahrzeug tagsüber am Haus angeschlossen, wird der Batteriespeicher des Autos mit überschüssigem PV-Strom geladen – der Hausspeicher bleibt ungenutzt.

Netzunabhängigkeit vs. Zusatzkosten

Viele Solarteure bieten Batteriespeicher mit zusätzlicher Notstrom- oder Ersatzstromversorgung an, um gegen Stromausfälle abzusichern oder eine höhere Autarkie zu erreichen. Ein Batteriespeicher ist jedoch im Notstrombetrieb nach wenigen Stunden leer, sodass weder Autarkie noch wirkliche Sicherheit vor längeren Stromausfällen gegeben ist. Unabhängig davon gibt es in Deutschland kaum längere Stromausfälle. Der durchschnittliche Stromausfall in Deutschland liegt bei 10min pro Jahr und hat sich in den letzten Jahren immer weiter verringert.⁸ Vor einem Kauf dieser Funktionalität sollte zudem beachtet werden, dass neben den Zusatzkosten eine komplexere Systemtechnik zum Einsatz kommt, wodurch sich die Fehleranfälligkeit erhöhen kann.

Empfehlungen zum Kauf - Batteriespeicher

Ein Jahresstromverbrauch von **5000 kWh (Beispielwert)** entspricht im Durchschnitt etwa **13,5 kWh pro Tag**. Dabei entfallen bei einem Standard-Hausprofil ca. 55% des Stromverbrauchs auf den Tag (ca. 7,5 kWh) und der Rest auf die Nacht (ca. 6,0 kWh).

Die Größe des Speichers wird üblicherweise anhand des Stromverbrauchs abgeschätzt und sollte etwa den durchschnittlichen Nachtverbrauch abdecken.

Die oben skizzierte PV-Anlage sollte laut Ertragsprognosen (siehe oben) auch in den lichtschwachen Monaten, mit Ausnahme von eventuell Dezember und Januar, noch genügend Strom produzieren, um den Tagesverbrauch des Haushaltes zu decken und gleichzeitig den Speicher für die Nacht zu laden. Insofern könnte ein Speicher hier sinnvoll und wirtschaftlich eingesetzt werden, wenn er zu guten Konditionen erworben wird. Für eine Anlage dieser Größe und den aktuellen Stromverbrauch empfehlen wir daher einen **5 kWh Batteriespeicher**.

Beschönigte Wirtschaftlichkeitsrechnungen

Ein großer Teil der Gewinnmarge für den beauftragten Solarteur/Elektroinstallateur hängt mit dem zusätzlichen Verkauf eines Batteriespeichers zusammen. Insofern sind Solarteure an dieser Stelle keine unabhängigen Berater. Kaufempfehlungen oder Wirtschaftlichkeitsberechnungen sollten daher kritisch hinterfragt werden.

Mittlerweile sind die meisten Batteriespeicher nachrüstbar, sodass bei höherem Stromverbrauch oder Vergrößerung der PV-Anlage auch zu einem späteren Zeitpunkt der Speicher erweitern werden kann. Da eine PV-Anlage eine Lebensdauer von etwa 30 Jahre besitzt, ein Batteriespeicher mit hoher

⁸ Statisa.com: Stromversorgung-Unterbrechungsdauer in Deutschland bis 2020

Wahrscheinlichkeit nach etwa 10 Jahren defekt ist, ist auch die Nachrüstung eines Batteriespeichers zu einem späteren Zeitpunkt möglich und könnte ökonomisch sogar Sinn ergeben, wenn die Speicherpreise weiter sinken.

Stromclouds sind keine Speicher

Einige Anbieter am Markt bieten zusätzlich zum Verkauf der Solaranlage sogenannte „Stromclouds“ an. Auch wenn der Name den Eindruck erweckt, als würde hier Strom in der Cloud, ähnlich einem Batteriespeicher, gespeichert, ist dies nicht der Fall. Überschüssiger Sonnenstrom, der im Sommer ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird, wird direkt von den umliegenden Häusern verbraucht. Eine Speicherung in einer Cloud ist technisch nicht möglich.

Es handelt sich bei Stromclouds um langfristige Stromverträge. Diese Verträge sind zum Teil sehr intransparent und im Vergleich zum Kauf einer reinen Solaranlage häufig mit Zusatzkosten verbunden. Wir raten daher von Angeboten dieser Art ab. Weitere, gut aufbereitete Informationen zu dem Geschäft mit Stromclouds finden sich auf der Webseite der Verbraucherzentrale.⁹

8 Installation

Aufstellorte

Wechselrichter

Für den Wechselrichter wird eine ca. 1m² große freie Wandfläche benötigt. Idealerweise sollte dieser dort platziert werden, wo es kühl ist und kurze Kabelwege zum Zählerkasten möglich sind. Ideal ist daher ein Platz neben dem Zählerkasten im Hauswirtschaftsraum; Garage oder Außenwand in Richtung Norden sind ebenfalls möglich. Dachboden ist aufgrund der Hitze im Sommer weniger geeignet. Wohn- oder Aufenthaltsräume sind ebenfalls nicht optimal, da im Betrieb Lüftergeräusche sowie „elektrisches Summen“ vom Wechselrichter ausgehen können.

Batteriespeicher

Ein Batteriespeicher benötigt etwa so viel Platz wie ein kleiner Kühlschrank und sollte in einem Raum mit konstanter Temperatur, zwischen 10°C – 25°C, stehen. Tiefere Temperaturen verringern die ohnehin kurze Lebensdauer des Batteriespeichers. Ideal ist zudem ein Platz in der Nähe des Wechselrichters und Zählerkastens, um Kabelwege und Installationskosten gering zu halten.

Zählerschrank

Es ist zu prüfen, ob der bestehende Zählerschrank noch dem aktuellen Stand der technischen Anschlussbedingungen entspricht. Gegebenenfalls müssen einzelne Elektronikelemente nachgerüstet werden. Da für die PV-Anlage ohnehin Arbeiten an der elektrischen Anlage und am Zählerschrank durchgeführt werden müssen, können mit der gleichzeitigen Modernisierung des Zählerschranks Kosten eingespart werden.

Der bestehende Zählerschrank entspricht dem aktuellen Stand der technischen Anschlussbedingungen und bietet ausreichend Platz, um notwendige Elektronikelemente und Sicherungen der PV-Anlage unterzubringen. Zusätzlich ist ein weiterer Zählerplatz vorhanden.

Leitungsverlegung und Kabelwege

Die Gleichstrom-Leitungen der einzelnen Modulstrings werden, sofern kein Leerrohr vom Dach in den Keller vorhanden ist, unter den Dachziegeln entlang an der Außenseite des Hauses (zum Beispiel an oder hinter einem Fallrohr) nach unten geführt werden. Über einen Lichtschacht und Kellerfenster ist

⁹ Verbraucherzentrale über Stromclouds: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/preise-tarife-anbieterwechsel/stromclouds-spezialtarife-fuer-prosumer-haben-ihren-preis-56743>

der Eintritt ins Haus möglich – idealerweise sollte sich dieses in der Nähe des Hauswirtschafts- / Heizungsraum befinden, damit nur wenige Wanddurchbrüche nötig und kurze Kabelwege möglich sind.

Beim Bau des Hauses wurden bereits Leerrohre vom Dach in den Hauswirtschaftsraum gelegt. Damit ist der Anschluss der PV-Anlage schnell, einfach und kostengünstig möglich.

9 Wirtschaftlichkeit

Bei der folgenden Berechnung gehen wir von einer Eigenverbraucheranlage mit **10,4 kW_p** aus und berechnen die Wirtschaftlichkeit einer dieser Anlagen.

Rahmenbedingungen		
Strompreis	Strompreis vom Netz (brutto)	52,0 ct/kWh
	Inflation	2,0% pro Jahr
	Strompreissteigerung	3,0% pro Jahr
Vergütung	Einspeisevergütung in den ersten 20 Jahren	8,2 ct/kWh
	Einspeisevergütung nach 20 Jahren	12,0 ct/kWh
Anlagenbetrieb	Betrieb, Wartung & Versicherung	1,2% pro Jahr
	Anlagenlaufzeit und Betrachtungszeitraum	30 Jahre
Kosten der PV-Anlage (ohne Speicher)		
Auslegung	Stromverbrauch im Gebäude	5.000 kWh/Jahr
	Anlagengröße	10,4 kW _p
Erzeugung	Stromerzeugung pro Jahr	10.000 kWh/Jahr
	Stromerzeugung nach 30 Jahren ¹	276.000 kWh
Kosten	Förderung der Stadt Heidelberg ²	1.040 Euro
	Investitionskosten je kW _p (netto)	1.755 Euro
	Kosten der PV-Anlage (netto)	18.252 Euro
Wirtschaftlichkeit ohne Speicher		
Quoten	Anteil des selbst genutzten Solarstroms	20 %
	Anteil des eingespeisten Solarstroms	80 %
	Autarkiegrad (Anteil des Verbrauchs, der durch PV-Anlage gedeckt wird)	39 %
	Reststrombezug (Welcher Anteil muss hinzugekauft werden)	61 %
Ergebnis	Stromgestehungskosten (Kosten des selbsterzeugten Stroms)	9,0 ct / kWh
	Amortisationsdauer	13,0 Jahre
	Gewinn vor Steuern (nach 30 Jahren)	26.860 Euro
Wirtschaftlichkeit mit Speicher		
Auslegung	Speichergröße	5,0 kWh
	Kosten für Speicher & Installation (netto)	5.400 Euro
	Gesamtkosten der PV-Anlage mit Speicher (netto)	23.652 Euro
Quoten	Erhöhung des Eigenverbrauchanteils durch den Speicher	15 %
	Anteil des selbst genutzten Solarstroms	35 %
	Anteil des eingespeisten Solarstroms	65 %
	Autarkiegrad	66 %
	Reststrombezug	34 %
Ergebnis	Stromgestehungskosten	13,7 ct / kWh
	Amortisationsdauer	12,0 Jahre
	Gewinn vor Steuern (nach 30 Jahren)	36.890 Euro

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beruht auf Annahmen zur allgemeinen Preissteigerung (Inflation) und zur Strompreissteigerung. Bei dieser Berechnung wurden die voraussichtlichen Investitions- und Betriebskosten mit den Einsparungen aus der Eigenstromnutzung sowie der vom Netzbetreiber gezahlten EEG-Vergütung verrechnet. Es wurde bei der Berechnung eine 100% Eigenfinanzierung ohne Zinskredite angenommen. Es handelt sich bei allen Werten um Näherungen und insbesondere bei den Investitionskosten um Schätzwerte. Bei Investitionen sollten immer mehrere Angebote eingeholt werden.

¹ Bei einem angenommenen Leistungsverlust der PV-Module von 0,58% pro Jahr.

² Die Fördersumme der Stadt Heidelberg wurde in den Gewinn vor Steuern einberechnet.

Anlagengröße

Bei der hier skizzierten Anlage wurde versucht, die für Photovoltaik geeignete Dachfläche bestmöglich auszunutzen. Dies ist nicht nur aus Sicht der Umwelt, sondern auch Sicht der Wirtschaftlichkeit sinnvoll, da mit zunehmender Anlagengröße die Kosten pro kWp stark sinken (gleichbleibende Fixkosten wie Gerüst, Elektriker, Kabelverlegung bei gleichzeitig geringeren Stückkosten).

Der Strombedarf wird in Zukunft zudem weiter steigen (Wärmepumpe, E-Auto, Klimaanlage), daher sollte der Fokus bei der Anlagenplanung auf der bestmöglichen Ausnutzung der Dachfläche liegen und erst im zweiten Schritt über die Anschaffung eines Speichers nachgedacht werden. Wenn in den nächsten Jahren die Anschaffung eines Elektroautos oder einer Wärmepumpe geplant ist, sollte die PV-Anlage immer so groß wie möglich ausgelegt werden.

Förderprogramm der Stadt Heidelberg

Die Stadt Heidelberg fördert den Bau dieser Photovoltaik-Anlage mit 100 €/kWp.¹⁰ Die Beantragung der Förderung dauert nur wenige Minuten. Der Ablauf ist wie folgt:

1. Angebote vom Solarteur einholen
2. Das allgemeine [Antragsformular](#) der Stadt Heidelberg sowie die Anlage [Photovoltaik](#) ausfüllen.
3. Das Antragsformular, Anlage Photovoltaik sowie Angebot des Solarteurs per Mail bei der Stadt (wohnbauforderung@heidelberg.de) einreichen. Es muss nicht das final beauftragte Angebot an die Stadt gesendet werden. Sie können den Solarteur auch nach Antragsbewilligung nochmal wechseln. Die Förderhöhe bemisst sich allerdings am eingereichten Angebot (Anlagengröße in kWp).
4. Abwarten, bis das Bewilligungsschreiben der Stadt eintrifft (3-10 Tage). Sollten Sie eine schnelle Rückmeldung benötigen, können Sie das im Schreiben vermerken.
5. PV-Anlage beauftragen
6. Bau und Inbetriebnahme der PV-Anlage
7. Ausfüllen des Formulars „Verwendungsnachweis“ (das Formular erhalten Sie mit Zusendung des Bewilligungsschreibens). Verwendungsnachweis zusammen mit folgenden Dokumenten an die Stadt senden: Schlussrechnung der beauftragten Firma, Foto der Anlage und des Wechselrichters, Inbetriebnahmeprotokoll sowie Bestätigung Markstammdatenregister.
8. Die Fördersumme wird bei vollständigen Unterlagen von der Stadt überwiesen.

Ökologischer Mehrwert

Kohlenstoffdioxid ist nach der Mehrheit wissenschaftlicher Studien die Hauptursache für den gegenwärtigen Klimawandel.¹¹ Durch die Installation der PV-Anlage wird eine CO₂-Einsparung von **5,9 Tonnen pro Jahr** erreicht. Nur zum Vergleich: Ein Baum bindet im Schnitt nur etwa 10-15 Kilogramm CO₂ pro Jahr. Diese Anlage leistet damit einen enormen Beitrag zur Energiewende und zum Klimaschutz!

Empfehlung

Die Installation einer PV-Anlage ist eine Investition, bei der man die Stromrechnung vieler Jahre im Voraus bezahlt. PV-Anlagen haben daher lange Amortisationszeiten. Da eine PV-Anlage jedoch eine Lebensdauer von 30 Jahren hat, produziert sie nach Ablauf der Amortisationsphase für viele Jahre weiterhin kostenlos Strom und sorgt so neben einem finanziellen Gewinn auch für einen langfristig

¹⁰ Förderprogramm der Stadt Heidelberg:

<https://www.heidelberg.de/hd/HD/Leben/Foerderprogramm+Rationelle+Energieverwendung.html>

¹¹ <https://www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-der-co2-anstieg-ist-nicht-ursache-sondern-folge-des-klimawandels>

stabilen Strompreis, da nur noch ein geringerer Teil des Stroms aus dem öffentlichen Netz hinzugekauft werden muss. Der Bau der Anlage wird daher klar empfohlen.

10 Schritt-für-Schritt-Anleitung zur PV-Anlage

Nun sind Sie mit allen notwendigen Infos ausgestattet. Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zum weiteren Vorgehen: ausgehend von dieser Beratung über die nächsten Schritte der Vorbereitung bis hin zur erfolgreichen Inbetriebnahme und Anmeldung Ihrer PV-Anlage.

Vorbereitung

Schritt 1: Exakte Aufmaßung des Daches erstellen

- Am einfachsten geht das über die Methode "Ziegel zählen": Dazu einen Ziegel ausmessen und mithilfe eines Dachfotos die Maße errechnen. Die Dachneigung kann mit jedem Smartphone mithilfe einer Zollstock-App und „an die Ziegel halten“ ermittelt werden.

Schritt 2: Dachstatik und -zustand im Zweifelsfall abklären

- Sofern Zweifel am Dachzustand oder der Statik bestehen, sollte mit einem Gutachter oder Dachdecker die Eignung abgeklärt werden. Ein Dach hält viele Jahrzehnte und in den meisten Fällen beträgt die Restlebensdauer mehr als 25 Jahre und eine Dachsanierung ist nicht nötig.
- Ein Dachdecker kann schnell sagen, ob die Ziegel und Lattung noch über ausreichend Restlebensdauer verfügen. Defekte Ziegel werden zudem bei der Montage getauscht.

Schritt 3: Genehmigungen einholen

- Eine Baugenehmigung ist nur bei Denkmalschutz oder Bestandsschutz notwendig
- Bei gemietetem Dach: Dachnutzungsvertrag mit Eigentümer abschließen

Schritt 4: Ersatzdachziegel organisieren

- Dachziegel müssen bei der Montage in vielen Fällen bearbeitet werden. In den meisten AGBs der Betriebe ist daher geregelt, dass versehentlich beschädigte Dachziegel oder bereits defekte Dachziegel ausgetauscht werden – jedoch nur, wenn der Auftraggeber Ersatzziegel stellt. Andernfalls zahlen Sie hier nochmal drauf.
- Sollten Sie keine baugleichen Ziegel mehr vorrätig haben oder das Werk verkauft die Ziegel nur palettenweise, genügt häufig ein Blick in Ebay oder Ebay-Kleinanzeigen. Hier findet man eigentlich immer das passende Modell.

Schritt 5: Erdungsschiene bzw. Potentialausgleichsschiene prüfen

- Eine PV-Anlage sollte geerdet werden, damit Spannungen auf den Modulen und der Unterkonstruktion durch Blitzeinschlag oder Defekte in der Verkabelung abgeleitet werden und nicht zu gefährlichen Stromschlägen führen, falls jemand die PV-Anlage berührt.
- Die meisten Häuser besitzen bereits eine Haupterdungsschiene. An dieser Erdungsschiene kann die PV-Anlage einfach geerdet werden. Ist keine Erdungsschiene vorhanden, muss ein Erdungsstab gesetzt werden, an dem die Solaranlage geerdet wird. Zusätzliche Kosten hierfür liegen bei ca. 300-600 €.

Schritt 6: Drei Angebote einholen

- Einen Vor-Ort-Termin sollte sie in jedem Fall vereinbaren, um die Kabelwege und Aufstellorte für Wechselrichter und Batteriespeicher zu besprechen sowie die exakte Belegungsplanung zu besprechen. Zum Vergleich empfiehlt es sich, noch zwei weitere Angebote einzuholen.

Schritt 7: Angebote vergleichen

- Berechnen Sie den kWp-Preis und vergleichen Sie die Angebote. Hierbei die Gesamtkosten ohne Batteriespeicher zusammenaddieren und durch die kWp-Zahl teilen. Batteriespeicher separat miteinander vergleichen.
- Gesundes Misstrauen ist sinnvoll bei Angeboten, die auf besonders herausragende Materialien oder Performance hinweisen. Heute sind fast alle Komponenten von PV-Anlagen gleichwertig in ihren Spezifikationen. Qualität bei den Handwerksleistungen ist immer wichtig.

- Gesundes Misstrauen ist ebenfalls sinnvoll gegenüber Cloud-Angeboten und unnötigen Leistungspaketen, wie z.B. Wartungsverträge, Reinigungsverträge etc.
- Wechselrichter und Batteriespeicher können mal einen Defekt haben, daher sollte die Garantie bei 5 Jahre Garantie liegen. Eine Garantieverlängerung auf 10 Jahre ist nicht unbedingt nötig.
- Die Garantie der PV-Module sollte zwischen 15 bis 30 Jahre liegen, sie spielt jedoch keine große Rolle: Ein Defekt am PV-Modul ist sehr selten und selbst wenn ein Defekt auftritt, bekommt man es nicht mit, da sich die Anlagenleistung nur minimal verändert.

Schritt 8: Warten, falls Preise zu teuer

- Aufgrund der Strompreiskrise und des Ukraine-Kriegs ist der Photovoltaikmarkt sehr stark nachgefragt, sodass einige Solarteure in eine Art „Goldgräberstimmung“ verfallen sind.
- Wenn Sie kein Angebot erhalten, das im Bereich der hier abgeschätzten Kosten liegt, lohnt es sich noch etwas abzuwarten oder weiter zu suchen.

Schritt 9: Förderung der Stadt Heidelberg beantragen

- Die Förderung muss zwingend vor der Beauftragung beantragt werden. Ablauf oben erklärt.

Schritt 10: Angebot beauftragen

Montage, Installation und Anmeldung

Schritt 1: Netzvoranfrage / Netzanschlussbegehren (NAB) stellen

- Direkt nach der Beauftragung sollte der Solarteur in Ihrem Namen ein Netzanschlussbegehren (NAB) bei den Stadtwerken Heidelberg stellen. Erst nach Erhalt eines positiven NABs kann mit dem Bau begonnen werden. Da die Prüfung des NABs bei den Stadtwerken auch mal einige Wochen dauern kann, sollte es direkt nach der Beauftragung gestellt werden.

Schritt 2: Versicherungen abschließen

- Es gibt verschiedene Arten von Photovoltaik-Versicherungen. Am wichtigste und günstigste ist die Haftpflichtversicherung, die durch die PV-Anlage verursachte Schäden übernimmt. Die Betreiberhaftpflicht kann häufig beitragsfrei in der Privathaftpflicht miteingeschlossen werden. Eine Allgefahrenversicherung bietet das beste Preis-Leistungs-Verhältnis und ist ebenfalls empfehlenswert. Die kostspieligere Ertragsausfallversicherung ist meist unnötig.

Schritt 3: Installation

- Während der Installation sollten sie vor Ort sein und auf sorgfältiges Arbeiten achten:
 - o Wird die Rückseitenfolie der PV-Module bei Transport oder der Montage beschädigt?
 - o Wird auf die Module getreten?
 - o Ist zwischen Dachhaken-Unterseite und Ziegeloberseite ein ausreichender Spalt, sodass sie sich nicht berühren?
 - o Werden die verlegten Leitungen leserlich beschriftet, sodass eine spätere Wartung oder Überprüfung einfach durchgeführt werden kann?

Schritt 4: Inbetriebnahme

- Der Solarteur erstellt ein Inbetriebnahmeprotokoll und übergibt Ihnen im Anschluss die Anlagendokumentation:
 - o Dachskizze mit eingezeichneten Modulen und deren Stringzuordnung
 - o Datenblätter der Module, Wechselrichter, ggf. Batterie und Unterkonstruktion
 - o Gewährleistungsbescheinigung und Zertifikate
- Nach Abschluss meldet der Installateur die Fertigmeldung an die Stadtwerke Heidelberg.

Schritt 5: Zählersetzung

- Die Stadtwerke melden sich im Anschluss mit einem Termin zur Zählersetzung.
- Damit ihr eingespeister Strom gemessen und vergütet werden kann, bekommen Sie einen Zwei-Richtungs-Zähler verbaut: Dieser misst neben dem verbrauchten auch den ins öffentliche Stromnetz rückgespeisten Strom.
- Nach der Zählersetzung ist Ihre PV-Anlage offiziell in Betrieb und Sie erzeugen Solarstrom!

Schritt 6: Steuerliche Anmeldung

- Eine Steuerberatung ist in diesem Rahmen nicht möglich.
- In den meisten Fällen wird jedoch auf der Umsatzsteuerseite die Regelbesteuerung für die ersten 5 Jahre gewählt, da dadurch die volle Umsatzsteuer des Kaufs vom Finanzamt zurückgeholt werden kann. Aus diesem Grund wird die Wirtschaftlichkeitsrechnung auch in Netto-Beträgen erstellt.
- Bei der Ertragssteuer macht es Sinn die Liebhaberei zu beantragen, um den Aufwand mit dem Finanzamt so gering wie möglich zu halten. Liebhaberei ist bei PV-Anlagen bis 30 kWp möglich.
- Zwei gute Artikel zu diesem Thema finden sich auf der Webseite des PV-Magazins.^{12, 13}

Schritt 7: Registrierung im Marktstammdatenregister

- Ihre Anlage muss zuletzt im Marktstammdatenregister sowohl für PV-Anlagen als auch für Batteriespeicher, sofern vorhanden, registriert werden. Die Anmeldung erfolgt online und ist in wenigen Minuten vorgenommen.¹⁴ Erst mit Registrierung im Marktstammdatenregister bekommen Sie die Einspeisevergütung ausgezahlt.

Betrieb und Wartung

PV-Anlagen funktionieren in der Regel störungs- und wartungsfrei. Eine Wartung ist daher nicht notwendig, genauso wenig eine Reinigung der Module, solange die Modulneigung bzw. Dachneigung mindestens 10° entspricht.

Den Batteriespeicher und Wechselrichter sollten Sie dennoch alle zwei Wochen auf eventuelle Störungen kontrollieren. Dies geht entweder über die LED-Lichter am Gehäuse oder – da alle Solaranlagen heute über das Smartphone ausgelesen werden können – über die entsprechende Smartphone-App.

Schlussbemerkung

Irrtümer sind vorbehalten. Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus unserer Stellungnahme nicht. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Dieser Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine detaillierte Anlagenplanung. Unsere Beratung ist produkt- und -firmenneutral. Sollten in diesem Beratungsbericht Produktnamen oder Firmennamen erscheinen, so sind diese als rein exemplarische Angabe zu werten.

¹² <https://www.pv-magazine.de/2019/03/08/photovoltaik-steuer-ganz-praktisch-teil-1-die-qual-der-wahl-bei-der-umsatzsteuer/>

¹³ <https://www.pv-magazine.de/2019/04/18/photovoltaik-steuer-ganz-praktisch-teil-2-gewinnerzielung-versus-liebhaberei/>

¹⁴ <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>