

Individuelle Ertragsabschätzungen für PV-Anlagen – Was Sie wissen sollten!

Ein Vergleich von Technologien und Instrumenten für die PV-
Ertragsabschätzung



Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen: Michaela Penn, Anna-Clara Steininger, Monika Wagner (Österreichische
Energieagentur)

Fotonachweis: stock.adobe.com – Alessandro2802

Wien, 2024

Copyright und Haftung

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind
ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger
Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autorin / des
Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der
Autorin / des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte
keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zur vorliegenden Publikation übermitteln Sie bitte an
1.

Inhalt

1 Auf einen Blick	4
1.1 Wozu eine PV-Ertragsabschätzung?	4
1.2 Good to know	4
2 Hintergrund.....	6
3 Übersicht über bestehende PV-Anlagen in Gemeinden	8
4 Wann kann eine PV-Ertragsabschätzung sinnvoll sein?.....	9
4.1 Planung und Finanzierung individueller PV-Anlagen.....	9
4.2 Betrieb und Wartung individueller PV-Anlagen	9
5 Von welchen Parametern hängt der PV-Ertrag ab?.....	10
5.1 Globalstrahlung.....	10
5.2 Ausrichtung der Anlage	11
5.3 Verschattungen.....	11
5.4 Modulwahl und Wartung.....	12
5.5 Abweichungen von Herstellerangaben	13
5.6 Weitere Faktoren und Anlagenbestandteile	14
6 Wie kann der PV-Ertrag abgeschätzt werden?.....	15
6.1 Technologien und Instrumente zur Abschätzung des individuellen Ertrags einer PV-Anlage.....	16
6.1.1 Solarkataster	17
6.1.2 PV-Systemrechner	18
6.1.3 Simulationsprogramme	18
6.2 Schwankungen bei der Abschätzung des PV-Ertrags.....	19
7 Zusammenfassung.....	21
8 Beratung und Vernetzung.....	23
9 Über klimaaktiv	24
Kontakt	24
Literaturverzeichnis	25

1 Auf einen Blick

1.1 Wozu eine PV-Ertragsabschätzung?

Den zu erwartenden Energieertrag einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) abschätzen zu können ist sowohl für Gemeinden als auch für Privatpersonen wichtig. Im folgenden Kurzüberblick sind die wichtigsten Gründe für eine Ertragsabschätzung aufgelistet.

Aus Sicht einer Gemeinde:

- Grundlage für die Planung des laut dem Integriertem Österreichischen Netzinfrastukturplan (ÖNIP) zu mobilisierenden PV-Potenzials in den Gemeinden
- Vorbildfunktion und Anstoß von Nachahmungsprojekten
- Unterstützung von Bürger:innen einer Gemeinde bei der Planung individueller PV-Projekte durch Bereitstellung wichtiger Informationen

Aus Sicht einer Privatperson:

- Wichtige Informationen für die Planung individueller PV-Projekte
- Grundlage für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit individueller PV-Projekte
- Vorbildfunktion und Anstoß von Nachahmungsprojekten

1.2 Good to know

- Am stärksten wird der Energieertrag einer PV-Anlage von ihrer Größe und ihrer Ausrichtung beeinflusst
- Eine Ausrichtung nach Süden und eine Neigung von 30° bis 40° ermöglichen den größten jährlichen Energieertrag. Dennoch sind auch Ost-West-Ausrichtungen zu präferieren, wenn etwa zu den Tageszeiten mit dem üblicherweise höchsten Stromverbrauch in einem Haushalt auch der höchste Energieertrag einer PV-Anlage erzielt werden soll.
- In vielen Regionen in Österreich existieren öffentlich zugängliche Solarkataster, welche die regionale Globalstrahlung angeben.

- Grundsätzlich wird empfohlen, die gesamte Dachfläche für eine PV-Anlage zu nutzen. Mit Hilfe einer PV-Ertragsabschätzung können künftige Besitzer:innen einer PV-Anlage auch einen Vergleich über die Wirtschaftlichkeit der beiden Möglichkeiten zur Dimensionierung einer PV-Anlage – entweder für die Deckung des eigenen Strombedarfs oder zur Erzielung des maximalen PV-Ertragspotenzials – erhalten. Eventuelle Vorurteile gegenüber PV-Anlagen, die das gesamte PV-Potential einer Dachfläche nutzen, könnten auf diese Weise ausgeräumt werden.

2 Hintergrund

Die Zahl neu installierter PV-Anlagen steigt jährlich. Viele Gemeinden und Bürger:innen produzieren damit nicht nur einen Teil ihrer eigenen Energie, sondern leisten auch einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende. Dennoch braucht es die Umsetzung weiterer erneuerbarer Energieprojekte, um die Klima- und Energieziele Österreichs voranzutreiben. Die Umsetzung von PV-Projekten spielt dabei neben anderen erneuerbaren Energietechnologien eine wichtige Rolle.

Für den Erfolg der Energiewende ist es notwendig, das vorhandene technische PV-Potenzial in Österreich so weit wie möglich zu nutzen. Aus diesem Grund sind sowohl Vorbildprojekte von (Nachbar-)Gemeinden als auch öffentlich zugängliche und kostenfreie Informationen für die Abschätzung des Energieertrags einer neuen PV-Anlage besonders wichtig.

Gemeinden und Privatpersonen müssen ihren zu erwartenden Energieertrag durch eine PV-Anlage vorab abschätzen können

Mithilfe einer PV-Ertragsabschätzung sollen sowohl Gemeinden als auch Privatpersonen einschätzen können, wie viel PV-Strom sie auf ihren eigenen Dachflächen erzeugen können. Auf dieser Grundlage können nachfolgende Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit angestellt und Entscheidungen zur Dimensionierung einer PV-Anlage getroffen werden. In einigen Bundesländern werden bereits wichtige Informationen, die für eine individuelle Abschätzung von PV-Erträgen notwendig sind, in Solarkatastern im Internet kostenfrei bereitgestellt. Die vorliegende Fachinformation soll dabei helfen, auf Basis dieser öffentlich zugänglichen Informationen eine Ertragsabschätzung vorzunehmen.

Die Wirtschaftlichkeit und Dimensionierung einer PV-Anlage hängen maßgeblich vom zu erwartenden Energieertrag ab

Wird die Frage nach der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage gestellt, müssen die Kosten für die Planung und Anschaffung den Einsparungen bei den laufenden Stromkosten gegenübergestellt werden. Je schneller sich diese decken, desto höher ist der finanzielle Nutzen einer PV-Anlage. Dabei ist es zudem gut zu wissen, in welcher Konstellation sich die Investition in eine PV-Anlage finanziell am meisten rechnet. Durch eine individuelle

Ertragsabschätzung können die voraussichtlichen Einsparungen und somit die Wirtschaftlichkeit einer Anlage abgeschätzt werden.

In diesem Zusammenhang können auch schon erste Überlegungen zur Dimensionierung einer PV-Anlage getroffen werden. Dabei gibt es grundsätzlich zwei Zugänge: Einerseits können PV-Anlagen danach dimensioniert werden, dass der eigene Strombedarf so weit wie möglich durch die eigene PV-Anlage gedeckt wird. Andererseits kann die gesamte vorhandene Dachfläche genutzt werden, um den maximalen Energieertrag zu erzielen. Dies dient nicht nur der eigenen Versorgungssicherheit, sondern stellt eine Möglichkeit dar durch die Stromeinspeisung zusätzliches Einkommen zu generieren und trägt gleichzeitig zur Energiewende bei. Es wird daher empfohlen die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage für zumindest diese beiden Varianten der Anlagendimensionierung zu ermitteln und zu vergleichen. Dabei kann auch die Nutzung von Fassadenflächen für die Installation einer PV-Anlage mitberücksichtigt werden. Auf diesen speziellen Anwendungsfall wird in der vorliegenden Fachinformation nicht weiter eingegangen. Grundsätzlich erfolgt die Abschätzung des zu erwartenden Energieertrags von auf Fassadenflächen montierten PV-Modulen allerdings analog zu jenen auf Dachflächen.

3 Übersicht über bestehende PV-Anlagen in Gemeinden

Gemeinden spielen eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der erneuerbaren Energiewende und setzen dabei vielfach auf die lokale Produktion von PV-Strom. Der auf Dachflächen von Gemeindegebäuden erzeugte PV-Strom wird entweder in gemeindeeigenen Gebäuden genutzt oder, etwa in Energiegemeinschaften, geteilt. Unter Beteiligung von Bürger:innen kann eine gemeinschaftliche Planung, Finanzierung, Umsetzung und Nutzung lokal produzierten PV-Stroms erfolgen. Damit kann eine von der Bevölkerung mitgetragene, zukunftsfähige Energieversorgung einer Gemeinde auf Basis regionaler Energieressourcen entstehen.

Der Integrierte Österreichische Netzinfrastrukturplan (ÖNIP) stellt die Ziele des Bundes dar, welche nur in einer gemeinsamen Anstrengung von Bund, Bundesländern und Gemeinden bewältigt werden können. Demnach müssen Bundesländer und Gemeinden ihre vorhandenen PV-Potenziale rasch mobilisieren und ausschöpfen. Es ist daher für Gemeinden wichtig, einen Überblick zu haben, wie viele PV-Anlagen in ihrem Gemeindegebiet bereits umgesetzt wurden und wie viel PV-Strom damit bereits erzeugt werden kann. Hierfür sind grundsätzlich zwei Wege denkbar:

- ein Auszug aus dem Anlagenregister der E-Control über die bestehenden PV-Anlagen
- die Nutzung von Drohnenflügen und/oder Satellitenbildern

Das nun öffentlich zugängliche Anlagenregister der E-Control listet bereits bestehende PV-Anlagen nach Postleitzahl auf, ist für die Anwendung durch eine Gemeinde zum Zweck der Erhebung aller bestehenden PV-Anlagen im Gemeindegebiet jedoch nicht immer ausreichend. So sind die Daten etwa für Gemeinden, die sich die Postleitzahl mit anderen Gemeinden teilen, weniger aussagekräftig.

Zur Ermittlung des aktuellen Bestands sowie des Ertragspotenzials in einer Gemeinde ist es in diesen Fällen empfehlenswert, Drohnenflüge und Satellitendaten zu nutzen. Die im Kapitel 4 dargelegte Technologieübersicht hilft Gemeinden bei der Orientierung am Markt und kann Hürden für den weiteren Ausbau der Photovoltaik beseitigen.

4 Wann kann eine PV-Ertragsabschätzung sinnvoll sein?

Eine Ertragsabschätzung ist ab der ersten Überlegung bis hin zum laufenden Betrieb sinnvoll und erfüllt je nach Umsetzungsphase unterschiedliche Funktionen:

4.1 Planung und Finanzierung individueller PV-Anlagen

Zu Beginn eines PV-Projekts kann eine Ertragsabschätzung sinnvoll sein, um zu klären, wie wirtschaftlich eine Anlage ist und wie viel von der erzeugten Energie je nach Anlagengröße für den Eigenbedarf eingesetzt werden kann. Die Beantwortung dieser Fragen kann einerseits bei Überlegungen zur Höhe der Investitionskosten und Finanzierung des Projekts nützlich sein. Andererseits kann sie auch schon erste Ansätze und Vorstellungen zur Planung einer Anlage liefern. Einige Solarkataster geben sogar zusätzlich zur generellen Einschätzung der PV-Eignung einer Dachfläche die maximal mögliche Anlagengröße pro Dachfläche an.

4.2 Betrieb und Wartung individueller PV-Anlagen

Neben der Planungsphase kann eine Abschätzung des PV-Ertrags auch im Betrieb einer Anlage sinnvoll sein, wenn etwa ein Vergleichswert zu einer bestehenden Anlage benötigt wird. Auf diese Weise kann durch den Vergleich der Stromproduktion einer bestehenden Anlage mit dem theoretischen PV-Ertragspotenzial möglicherweise ein vorliegender Fehler oder Schaden an einer PV-Anlage entdeckt werden. Andererseits kann durch die Abschätzung des PV-Ertrags auch der Bedarf einer Anlagenerneuerung oder -erweiterung beurteilt werden. Dies ist insbesondere bei älteren Anlagen zu empfehlen, da dadurch ermittelt werden kann, mit welchem Energieertrag bei neuwertigen PV-Modulen zu rechnen wäre und ob es sinnvoll ist, eine PV-Anlage zu erneuern.

5 Von welchen Parametern hängt der PV-Ertrag ab?

5.1 Globalstrahlung



Alles beginnt mit der Sonneneinstrahlung (Bild: stock.adobe.com – Smileus)

Ein wichtiger Faktor für den Ertrag ist die Sonneneinstrahlung, die auf PV-Anlagen auftrifft. Sie ist definiert durch die Globalstrahlung, die sich aus der direkten und diffusen (durch Nebel, Dunst oder Wolken gestreute) Strahlung zusammensetzt. In Österreich liegt diese durchschnittlich bei 1.000 W/m^2 (horizontale Globalstrahlung) (PV Austria, 2023^a, ohne Seite), wobei es zu regionalen Abweichungen beispielsweise in Gebieten mit hohen Niederschlagsquoten oder häufig bewölktem Himmel kommen kann. Wie groß dieser Einfluss sein kann, zeigt das Beispiel einer dichten Wolkendecke, durch die die Globalstrahlung auf 50 W/m^2 sinken kann (PV Austria, 2023^a, ohne Seite). Unter Berücksichtigung der sich ständig verändernden Strahlungsintensität, etwa durch den Tag- und Nachtwechsel und den sich ändernden Winkel zwischen Sonne und Erde, kann in Österreich über ein Jahr aufsummiert ein durchschnittlicher Energieertrag zwischen 1.000 und 1.400 kWh/m^2 erreicht werden (PV Austria, 2023^a, ohne Seite).

5.2 Ausrichtung der Anlage



Orientierung nach der Sonne (Bild: stock.adobe.com – bartsadowski)

PV-Anlagen werden meist geneigt aufgestellt, um die Leistung zu erhöhen und den Reinigungseffekt bei Regen zu nutzen. Die maximale Leistung einer PV-Anlage kann erreicht werden, wenn die Anlage in Richtung Süden ausgerichtet und mit einem Neigungswinkel von circa 30° bis 40° montiert ist (Hartner et alia, 2014, Seite 1). Die Globalstrahlung, die auf eine geneigte (statt einer horizontalen) Fläche trifft, wird als korrigierte Globalstrahlung bezeichnet und liegt bei einer Ausrichtung nach Süden und einer Neigung von 30° in Österreich bei durchschnittlich 1.200 bis 1.700 kWh/m² jährlich (PV-Austria, 2023^a, ohne Seite). PV-Anlagen werden aber auch häufig mit einer Ost-West-Ausrichtung installiert. Der Vorteil dabei ist, dass der höchste Energieertrag der Anlage gut mit den Zeiten übereinstimmt, zu der im Haushalt viel Strom verbraucht wird. In einem wissenschaftlichen Vergleich von PV-Anlagen unterschiedlicher Ausrichtung und Neigungen sowie unter Berücksichtigung relevanter Faktoren auf Netzebene (z.B. Entlastung des Stromnetzes) zeigen sich einige Vorteile dieser Ausrichtung (Tröster & Schmidt, 2012, Seite 6). Daher wird eine Ost-West-Ausrichtung häufig bevorzugt umgesetzt.

5.3 Verschattungen

Schattenwurf auf der Modulfläche vermindert nicht nur die verfügbare solare Strahlung, sondern reduziert auch die Gesamtleistung von PV-Modulen und kann unter Umständen deren Lebensdauer reduzieren (PV Austria, 2023^b, ohne Seite). Es gilt daher grundsätzlich, eine Verschattung von PV-Modulen so gut wie möglich zu verhindern. Eine sorgfältige Planung und die Berücksichtigung möglicher Verschattungen können die negativen

Auswirkungen minimieren. Es wird daher empfohlen, in diesen Fällen Fachleute beizuziehen.

Gibt es keine Möglichkeit Verschattungen zu umgehen, können Optimierer eingesetzt werden, um mit dieser Situation umzugehen. Optimierer für PV-Anlagen sind kleine Geräte, die auf der Rückseite von Photovoltaik-Modulen installiert werden. Ihre Hauptfunktion besteht darin, jedes Modul zu überwachen und die Leistung unabhängig der anderen Module zu maximieren. Dies ist wichtig, wenn die PV-Anlage regelmäßig verschattet wird.

5.4 Modulwahl und Wartung



Installation von PV-Modulen (Bild: stock.adobe.com – anatoliy_gleb)

Die Wahl der Module für eine PV-Anlage beziehungsweise das Alter einer Anlage spielen eine wesentliche Rolle dabei, wie viel PV-Strom erzeugt werden kann. Die Leistung pro Modulfläche ist seit dem Aufkommen photovoltaischer Anlagen um die Jahrtausendwende von 130 Wp/m^2 auf 230 Wp/m^2 im Jahr 2023 gestiegen (Burkhardt, 2023, ohne Seite). Stark beeinträchtigt wird die Leistung einer PV-Anlage durch Verschmutzungen auf der Modulfläche und Fehler bei der Wartung und Installation einer Anlage.

Um den Wirkungsgrad eines Moduls zu ermitteln, wird wie folgt vorgegangen (PV Austria, 2023^c, ohne Seite):

Abbildung 1: Wirkungsgrad eines Moduls

$$\text{Wirkungsgrad [\%]} = \frac{\text{Nennleistung des Moduls pro m}^2 \left[\frac{\text{Wp}}{\text{m}^2} \right]}{\text{Bestrahlungsstärke} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]} * 100\%$$

Anmerkung

Wirkungsgrade werden häufig in Prozent angegeben. Die angegebene Nennleistung eines Moduls in „Wp“ oder „Wattpeak“ beschreibt ebenso die elektrische Leistung, wie dies eine Angabe in „Watt“ tut. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass „Wattpeak“ eine elektrische Leistung angibt, welche unter bestimmten Bedingungen erzielt wird. (Näheres siehe Kapitel 3.5)

5.5 Abweichungen von Herstellerangaben

Hersteller:innen machen Angaben zu Wirkungsgrad, Leistung und Energieertrag, die vor allem dazu dienen, PV-Module verschiedener Bauart und Technologien miteinander zu vergleichen. Dazu werden standardisierte Tests durchgeführt, welche den Wirkungsgrad, die Leistung und den Energieertrag immer unter den gleichen Testbedingungen feststellen. Diese standardisierten Testbedingungen existieren in der Realität jedoch nicht und sind daher nur bedingt geeignet, den tatsächlich zu erwartenden Energieertrag einer PV-Anlage abzuschätzen. Das soll mit einem Beispiel verdeutlicht werden: Unter standardisierten Testbedingungen (im Datenblatt unter STC –Standard Test Conditions zu finden) wird die Temperatur der PV-Module stets auf 25 °C gehalten und die Leistung bei einer Einstrahlung von 1.000 Watt gemessen. Diese Temperatur ist optimal, um den maximalen Energieertrag zu erzielen. An einem heißen Sommertag, an dem die Einstrahlung 1.000 Watt erreichen kann, steigt die Temperatur eines PV-Moduls tendenziell auf über 25 °C, wodurch die Leistungsabgabe reduziert wird. Dadurch fällt an einem solchen Tag trotz optimaler Einstrahlung der Energieertrag einer PV-Anlage durchaus geringer aus als vom Hersteller angegeben. (PV Austria, 2023^c, ohne Seite). Realistischer und dennoch für den standardisierten Vergleich geeignet sind die NOCT-Angaben (Normal Operating Cell Temperature) vieler Modulhersteller. Die Leistung wird dabei bei 20 °C und 800 Watt gemessen.

5.6 Weitere Faktoren und Anlagenbestandteile

PV-Anlagen haben weitere Bestandteile, welche ebenfalls einen Wirkungsgrad aufweisen und für den Gesamtwirkungsgrad einer Anlage mitberücksichtigt werden müssen. Unerlässlich ist ein Wechselrichter, da PV-Module solare Energie in Gleichstrom umwandeln, im Stromnetz aber Wechselstrom fließt. Der Wirkungsgrad dieser Wechselrichter muss bei der Abschätzung des PV-Ertrags einer Anlage daher immer mitberücksichtigt werden. Handelsübliche Wechselrichter weisen einen Wirkungsgrad von etwa 98 % auf (PV Austria 2023^b, ohne Seite; Fraunhofer ISE, 2023, Seite 37).

Ein weiterer, aber optionaler Bestandteil ist der Batteriespeicher. Dieser weist üblicherweise einen Wirkungsgrad zwischen 88 % und 98 % auf (Weniger et alia, 2023, Seite 3), welcher jedoch signifikant mit der Anzahl absolvierter Ladezyklen – also mit der Betriebszeit – sinkt. Aus diesem Grund und wegen der zusätzlichen Kosten für die Anschaffung sinkt die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage mit einem Batteriespeicher (in Abhängigkeit vom Strompreis) zumeist. Dennoch gibt es Gründe, welche für die Anschaffung eines Batteriespeichers sprechen. So kann dadurch mehr der selbst erzeugten solaren Energie im eignen Haushalt verwendet werden (Erhöhung des Eigenverbrauchs), wodurch die Kosten für den Strombezug aus dem Netz weiter reduziert werden können. Damit steigt auch der Grad der Unabhängigkeit eines Haushaltes von Strombezug aus dem Netz (Autarkiegrad).

Je nach Ausführung können bei der Installation einer PV-Anlage zudem noch andere Bauteile nötig werden, etwa ein Generatoranschlusskasten (GAK), ein Maximalpowerpointtracker (MPPTs), ein Laderegler und ein Solarkabel. Die Verluste beim Wirkungsgrad, welche durch diese Bauteile entstehen, sind jedoch üblicherweise vernachlässigbar. Es wird allerdings empfohlen, dies für jeden Einzelfall zu prüfen, da beispielsweise der Leitungsverlust eines Solarkabels mit der Länge des verlegten Kabels steigt.

klimaaktiv hat zu dem Thema Photovoltaik [FAQs](#) erstellt:



6 Wie kann der PV-Ertrag abgeschätzt werden?

Als grobe Näherung kann man in Österreich bei nach Süden ausgerichteten und um 30° geneigten PV-Modulen von einem jährlichen Energieertrag von 1.000 kWh/kWp (PV Austria, 2023^c, ohne Seite) ausgehen. Für eine genauere Abschätzung kann die folgende Formel angewandt werden.

Abbildung 2: Energieertrag

$$\begin{aligned} \text{Energieertrag} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right] &= \text{korrigierte Globalstrahlung} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{a}} \right] * \text{Modulfläche} [\text{m}^2] \\ &* \text{Modulanzahl} [-] * \text{Modulwirkungsgrad} [-] \\ &* \text{sonstige Wirkungsgrade} [-] \uparrow \end{aligned}$$

Mit welcher Globalstrahlung für ein individuelles PV-Projekt durchschnittlich über ein gesamtes Jahr hinweg gerechnet werden kann, wird in fast allen österreichischen Bundesländern über einen Solarkataster veröffentlicht. Hierbei wird einzelnen Dachflächen ihre PV-Eignung auf Basis der Jahressumme der Solarstrahlung [kWh/m²a] und in Kategorien zugewiesen. Tabelle 1 zeigt eine Auflistung der einzelnen Solarkataster in Österreich, verlinkt diesen und benennt eine Ansprechperson.

Tabelle 1: Auflistung österreichischer Solarkataster

Bundesland	Solarkataster (inkl. Link)
Burgenland	Solarkataster des Landes
Kärnten	Solarkataster des Landes
Niederösterreich	Solarkataster von St. Pölten Solarkataster von Baden Solarkataster von Bruck an der Leitha und Wilfleinsdorf
Oberösterreich	Solarkataster von Mondseeland
Salzburg	Solarkataster des Landes
Tirol	Solarkataster des Landes
Vorarlberg	Solarkataster des Landes
Wien	Solarkataster des Landes

Quelle: Eigene Zusammenstellung

6.1 Technologien und Instrumente zur Abschätzung des individuellen Ertrags einer PV-Anlage

Eine Hilfestellung bei der Ermittlung des zu erwartenden individuellen PV-Ertrags können diverse Tools im Internet geben. Diese bieten verschiedene Anwendungsmöglichkeiten und unterscheiden sich daher zum Teil deutlich voneinander. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass für die einzelnen Tools unterschiedliche Grundlagen verwendet wurden, weshalb auch die ermittelten Ergebnisse dieser Tools variieren können. Trotz dieser Unterschiede kann die Verwendung der im Folgenden aufgelisteten Tools auf jeden Fall empfohlen werden, da sie eine gute Planungsgrundlage für die Abschätzung des zu erwartenden Ertrags und eventuell auch der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage bieten.

6.1.1 Solarkataster

Sowohl Bundesländer, Gemeinden als auch Gemeindeverbände stellen bereits vielfach ihren Bürger:innen Solarkataster zur Verfügung. Das Ziel mancher Solarkataster ist es, die grundsätzliche Eignung einzelner Dachflächen für die Installation einer PV-Anlage aufzuzeigen. Andere Solarkataster bieten darüber hinaus detaillierte Angaben zur Globalstrahlung, zur maximal installierbaren Leistung auf einer Dachfläche oder sogar zur Abschätzung des zu erwartenden Energieertrags (in kWh/kWp) auf einer Dachfläche. Gemeinden unterstützen durch einen detaillierten Solarkataster ihre Bürger:innen beim PV-Ausbau, da durch diesen bereits die erste Hürde für die Planung – die Bewertung der Flächeneignung – einer eigenen PV-Anlage genommen wird.

Für die Erstellung von Solarkatastern kann auf zwei Vermessungstechniken zurückgegriffen werden: Satellitendaten und Ergebnisse aus Drohnen- oder Flugzeugbefliegungen. Mit einer speziellen Software werden Neigung und Ausrichtung der Dachflächen bestimmt und in Kombination mit meteorologischen Daten ausgewertet. Die Erstellung eines Solarkatasters auf der Basis von Drohnen- oder Flugzeugbefliegungen bietet im Vergleich zu jener auf Basis von Satellitendaten zwar eine höhere Genauigkeit, ist jedoch auch mit höheren Kosten verbunden. Dies liegt daran, dass Satellitendaten grundsätzlich frei verfügbar sind, während für Drohnen- oder Flugzeugbefliegungen ein Auftrag an entsprechende Anbieter:innen vergeben werden muss.

Möchten Gemeinden ihren Bürger:innen einen Solarkataster zu Verfügung stellen, der detaillierter ist als vom jeweiligen Bundesland ohnehin bereits angeboten, können sie einen solchen auf eigene Initiative erstellen lassen. Für kleinere Gemeinden besteht die Möglichkeit, sich mit anderen Gemeinden zusammenschließen und einen gemeinsamen Solarkataster zu erstellen, um die Kosten zu teilen und Skaleneffekte zu nutzen. Zudem können Gemeinden anhand erstellter 3-D-Modelle durch eine Befliegung und Vermessung des Ortsgebiets auch weitere Auswertungen vornehmen und nutzen. Beispielhaft sind hierbei eine Kartographie des öffentlichen Straßennetzes, die Feststellung von Vermurungen oder Unwegsamkeiten sowie weitere geoinformationsbasierte Analysen etwa im Tourismusbereich zu nennen.

6.1.2 PV-Systemrechner

Sind sowohl die Ausmaße der Dachfläche als auch deren Ausrichtung bekannt, eignen sich im Internet angebotene PV-Rechner sehr gut, um den zu erwartenden Energieertrag abzuschätzen. Durch die Abfrage der Postleitzahl sowie von Dachparametern und Daten zur PV-Anlage werden der erwartete Energieertrag sowie die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage errechnet. Die Ergebnisse der unterschiedlichen verfügbaren PV-Rechner variieren leicht. Die größten Vorteile dieser PV-Rechner gegenüber anderen Abschätzungstechnologien bestehen im meist kostenlosen Onlinezugang und der hohen Benutzerfreundlichkeit.

klimaaktiv bietet ebenfalls einen kostenlosen PV-Rechner an unter:



6.1.3 Simulationsprogramme

Die genauesten Voraussagen zum PV-Ertrag liefern Simulationsprogramme. Diese Technologie ermöglicht es, eine individuelle PV-Anlage sowohl auf einer Dach- als auch auf einer Freifläche realitätsnah zu simulieren. Die Simulationen basieren auf einer Vielzahl meteorologischer Daten und einem genauen digitalen Modell der Anlagenbestandteile, welche im Programm hinterlegt sind. Neben der Simulation des zu erwartenden Energieertrags können zudem einzelne Aspekte der PV-Anlagenplanung (z. B. Plan zu Leitungslegungen, Berücksichtigung von Lastkurven für die Dimensionierung von PV-Anlagen, Dimensionierung eines Batteriespeichers) und der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage (z. B. Verbrauchsprofile, Deckungsgrad des eigenen Stromverbrauchs) mitberücksichtigt werden.

6.2 Schwankungen bei der Abschätzung des PV-Ertrags

Die Möglichkeit, die jährliche Globalstrahlung vorherzusagen, ist aufgrund natürlicher Schwankungen eingeschränkt. Aus der Beobachtung der Vergangenheit zeigt sich sowohl eine leichte Schwankung der in einem Jahr aufsummierten Globalstrahlung als auch eine Schwankung der Globalstrahlung im Verlauf eines Jahres (je nach Jahreszeiten). Bei der Vorhersage der Globalstrahlung wird versucht, diese Schwankungen weitestgehend miteinzuberechnen. Je nach dem Grund für die Schwankungen sind die Möglichkeiten diesbezüglich aber begrenzt.

Die Gründe für Schwankungen sind einerseits die variable Strahlung der Sonne selbst und andererseits Schwankungen im lokalen Wetter. Die Sonnenstrahlung wird durch astronomische Parameter wie die Anzahl der Sonnenflecken und durch atmosphärische Parameter wie den Abstand der Sonne zur Erde beeinflusst. Nach dem Eintritt der Sonnenstrahlen in die Atmosphäre ist das Wetter der relevanteste Parameter. Schwankungen können durch die Variabilität im Wasserzyklus, also Luftfeuchtigkeit und Wolkenbildung, durch Turbulenzen oder Schneelage entstehen. Schnee kann die nutzbare Globalstrahlung durch die Reflektion der Sonnenstrahlung reduzieren oder, wenn er auf den PV-Modulen liegt, den gesamten Energieertrag ausfallen lassen.

Die verschiedenen Technologien und Instrumente zur Ertragsabschätzung beziehen diese Schwankungen unterschiedlich stark mit ein. Eine besonders hohe Genauigkeit zur Abschätzung des Energieertrages liefern Simulationsprogramme, während Solarkataster lediglich Mittelwerte aus vergangenen Beobachtungen der Globalstrahlung im Jahresverlauf berücksichtigen können.

Der Energieertrag einer PV-Anlage schwankt auch mit dem Alter der PV-Module. Grundsätzlich wird bei der Ertragsabschätzung vom Wirkungsgrad der PV-Module in neuwertigen Zustand ausgegangen. Der Wirkungsgrad sinkt jedoch vor allem in den ersten Jahren des Betriebs.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass PV-Anlagen im Realbetrieb nicht mit dem vom Hersteller:innen angegebenen Modulwirkungsgrad arbeiten. Dies liegt einerseits am Nachlassen des Wirkungsgrads der Module in den ersten Jahren, andererseits reduziert das Kombinieren von Anlagenbestandteilen den Gesamtwirkungsgrad einer PV-Anlage. Eine heute installierte PV-Anlage erreicht typischerweise etwa einen Wirkungsgrad von 80 bis 90 % im Jahresmittel – inklusive aller Verluste durch erhöhte Betriebstemperatur,

ungünstige Einstrahlungsbedingungen bezüglich Intensität, Spektrum und Einfallswinkel, Verschmutzung, Verschattung und Schneeauflage, Leitungswiderstände, Wandlungsverluste im Wechselrichter, Spitzenkappung des Wechselrichters und Ausfallzeiten aufgrund von Störungen (Wirth, 2023, Seite 36). Ein schwer vorherzusagender Faktor, der zu Schwankungen des Energieertrags führen kann, ist die Wartung der Anlage. Darunter kann die gelegentliche Überprüfung der PV-Module auf Beschädigungen oder unter Umständen auch die Reinigung der PV-Module (bei nicht ausreichend geneigten PV-Anlagen) fallen. In der Regel ist dieser Wartungsaufwand bei guter Planung der PV-Anlage jedoch gering.

7 Zusammenfassung

Die Fachinformation zur Abschätzung des PV-Ertrags soll sowohl Gemeinden als auch Privatpersonen breitgefächerte Informationen und eine gute Entscheidungsgrundlage für die Planung und Umsetzung von PV-Projekten bieten. Die Abschätzung des zu erwartenden Energieertrags einer PV-Anlage kann sowohl im Rahmen der ersten Überlegung als auch bei der Wartung einer Anlage sinnvoll sein. Sie bietet nicht nur die Möglichkeit, die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage zu ermitteln, sondern auch, PV-Anlagen verschiedener Leistungen zu vergleichen. Bürger:innen wird empfohlen, sich bei der Dimensionierung ihrer PV-Anlage nicht nur am eigenen Strombedarf zu orientieren, sondern das gesamte verfügbare PV-Potenzial zu nutzen.

Den größten Einfluss auf den individuellen PV-Ertrag einer Anlage haben die Globalstrahlung am Standort, die Ausrichtung und Neigung der Module, die Modulwahl und die Wartung der Anlage im Betrieb. Die von den Herstellern angegebene Nennleistung ist besonders gut geeignet, um unterschiedliche Modelle von PV-Modulen zu vergleichen. Für die Abschätzung des zu erwartenden PV-Ertrags sind sie jedoch nur bedingt geeignet. Hier muss mit Leistungseinbußen gerechnet werden, da bei individuellen PV-Projekten unterschiedliche Rahmenbedingungen vorliegen, PV-Anlagen aus mehreren Bestandteilen bestehen (PV-Module, Wechselrichter, Verkabelungen et cetera), welche den Gesamtwirkungsgrad reduzieren. Zudem können PV-Module in den ersten Jahren des Betriebs in geringem Umfang an Leistung verlieren. In einer PV-Ertragsabschätzung können einige dieser Faktoren bereits vorab berücksichtigt werden.

Für die Abschätzung des PV-Ertrags kommen unterschiedliche Technologien infrage, wobei generell die Abwägung zwischen Kosten und Genauigkeit getroffen werden muss. Die meisten Solarkataster und PV-Systemrechner stehen kostenlos zur Verfügung (wie auch der klima**aktiv** PV-Rechner), wobei öffentlich zugängliche Solarkataster in Österreich nicht flächendeckend vorhanden sind. Solarkataster können entweder auf Satellitendaten oder Aufnahmen durch Befliegungen (meist durch Drohnen, aber auch durch Flugzeuge) beruhen. Satellitendaten haben den Vorteil, dass sie global kostenlos zur Verfügung stehen, sind aber weniger detailliert als Befliegungsaufnahmen. PV-Systemrechner ermitteln den zu erwartenden Energieertrag anhand hinterlegter Datensätze und der Eingaben der Benutzer:innen. Sind bereits viele Informationen vorhanden, stellen sie eine

gute Option zur PV-Ertragsabschätzung dar. Simulationsprogramme liefern sehr genaue Abschätzungen, sind aber auch oft kostspielig und nur teilweise benutzerfreundlich.

Grundsätzlich empfiehlt klima**aktiv** jeder Gemeinde, einen öffentlich zugänglichen Solarkataster anzubieten, da hiermit eine Beschleunigung des PV-Ausbaus initiiert und die erste Hürde für die Planung individueller PV-Anlagen von Bürger:innen überwunden werden kann. Bei der Umsetzung eines solchen Solarkatasters wird Gemeinden empfohlen, sich mit anderen Nachbargemeinden zusammenzuschließen, um sich die Kosten zu teilen.

8 Beratung und Vernetzung

Bei zusätzlichen Fragen stehen Ihnen folgende Anlaufstellen zur Verfügung.

- Österreichische Koordinationsstelle für Erneuerbare Energiegemeinschaften:
energiegemeinschaften.gv.at

Tabelle: Bundesländer-Beratungsstellen

Beratungsstelle	Ansprech-person	E-Mail	Telefon
Energie- und Umweltberatung Burgenland	DI Markus Puchegger	markus.puchegger@forschung-burgenland.at	+43 5 7705-5434
Amt der Kärntner Landesregierung Abteilung 8 – Umwelt, Energie und Naturschutz	-	abt8.post@ktn.gv.at	+43 50 536-18002
Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ	Daniel Berger, BSc, MA	energiegemeinschaften@enu.at	+43 2742 221 44
OÖ Energiesparverband	-	office@esv.or.at	+43 732 7720 14380
Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen	DI (FH) Markus Schwarz	energiegemeinschaften@salzburg.gv.at	+43 662 623455-38
Energie Agentur Steiermark	Johannes Kohlmaier, MSc	energiegemeinschaften@ea-stmk.at	+43 316 269700
Energieagentur Tirol	Thomas Vogel	office@energieagentur.tirol	+43 512 589913
Energieinstitut Vorarlberg	-	energiegemeinschaften@energieinstitut.at	+43 5572 31 202-112
Kompetenzzentrum Erneuerbare Energie	-	erneuerbare-energie@urbaninnovation.at	+43 1 4000 84 287

Quelle: Österreichische Koordinationsstelle für Energiegemeinschaften, 2023, Bundesländer Beratungsstellen

9 Über klimaaktiv

klima**aktiv** ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Seit 2004 bietet sie in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes, ständig wachsendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben.

klima**aktiv** zeigt, dass jede Tat zählt: Jede und jeder in Kommunen, Unternehmen, Vereinen und Haushalten kann einen aktiven Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des nationalen Energie- und Klimaplanes (NEKP) für Österreich bei. Näheres unter klimaaktiv.at.

Die Klimakrise, stark volatile Energiepreise und die Abhängigkeit von fossilen Energieimporten machen einen Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion in Österreich unerlässlich. Damit die nationalen Ziele der Klimaneutralität und Energiewende erreicht werden, muss die Geschwindigkeit des Ausbaus beschleunigt werden. Dies unterstützt das Programm klima**aktiv** „Erneuerbare Energiewende“. Wir identifizieren Hürden der Umsetzung von Projekten in Gemeinden, Unternehmen und bei Bürger:innen, zeigen Handlungsoptionen auf und liefern Fakten zur Energiewende. Mehr unter klimaaktiv.at/erneuerbare.

Kontakt

Strategische Gesamtsteuerung klima**aktiv**

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Sektion Klima und Energie, Abteilung Dialog zu Energiewende und Klimaschutz
Stubenbastei 5, 1010 Wien

Programmmanagement klima**aktiv** Erneuerbare Energiewende

Österreichische Energieagentur

Lorenz Strimitzer

lorenz.strimitzer@energyagency.at

Literaturverzeichnis

Hartner, Ortner, Hiesl, Nicoara (2014): Maximaler Ertrag vs. Kostenminimum: Der Einfluss der Ausrichtung von PV-Modulen auf den Marktwert und die Systemkosten. Wien: TU Wien. Poster: 29. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Staffelsee; 12.03.2014 - 14.03.2014; IN: Proceedings.

PV Austria (2023a): Technische Grundlagen. Kapitel: Globalstrahlung „Der Brennstoff der Photovoltaik“. IN: pvaustria.at/technische-grundlagen/, letzter Zugriff am 16.10.2023.

PV Austria (2023b): Technische Grundlagen. Kapitel: Wirkungsgrad, Leistung & Energie. IN: pvaustria.at/technische-grundlagen/, letzter Zugriff am 16.10.2023.

PV Austria (2023c): Technische Grundlagen. Kapitel: Kapitel: Probleme & Umgang mit Verschattungen. IN: pvaustria.at/technische-grundlagen/, letzter Zugriff am 16.10.2023.

Tröster, Schmidt (2012): Evaluating the impact of PV module orientation on grid operation. Lissabon

Burkhardt, J. (2023): Leistung Solarmodul: Wie viel Power bringt ein PV-Modul? Echtsolar – ein Solarblog. IN: echtsolar.de/leistung-solarmodul/#:~:text=PV%2DModule%20Leistung%20Entwicklung&text=In%20der%20Anfangszeit%20der%20Energiewende,bei%20knapp%2030%20Wp%2Fm%C2%B2, letzter Zugriff am 06.12.2023.

Weniger, Maier, Orth, Quaschnig (2023): Vergleich von Batteriespeichern für Wohngebäude. HTW Berlin. 12. EffizienzTagung Bauen + Modernisieren 13. und 14. November 2020, Hannover.

Wirth, Harry (2023). Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fraunhofer ISE. IN: ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf, letzter Zugriff am 15.01.2024.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie**
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
bmk.gv.at