

LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (LEA)



# Solarstrom für alle

planen - bauen - nutzen



[www.lea-hessen.de](http://www.lea-hessen.de)

# Inhalt

Für Ihre Planung: Checkliste und Genehmigungen	Seite 3
Warum Photovoltaik?	Seite 5
Nutzungsmodelle	Seite 6
Solarstrom rechnet sich	Seite 14
Anlageninstallation und Betrieb	Seite 19
Ökobilanz	Seite 24
Zum Weiterlesen	Seite 26

## Impressum

**Herausgeber:** LandesEnergieAgentur Hessen GmbH im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

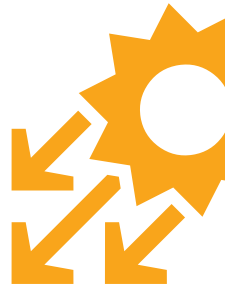
**Redaktion:** Genius GmbH

**Stand:** März 2020

**Bildnachweis:** Depositphotos.com: Titel, S.2/3, S.4, S.5, S.6/7, S.9, S.10, S.12, S.13, S.17, S.20, S.21-3 | Pixabay.com: S.8-1, S.14, S.16, S.19, S.21-1, S.23, S.24, S.25, S.26 | Shutterstock.com: S.8-2, S.11, S.21-2, S.22 | stock.adobe.com: S.21-4

**Gestaltung:** 3f design

# Checkliste für Ihr Photovoltaik-Projekt

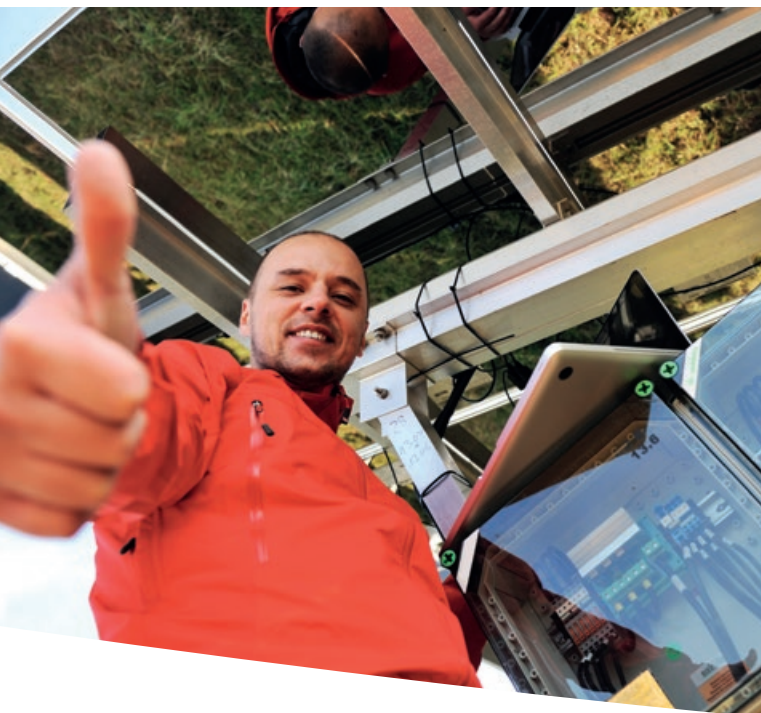


Ob **Hausbesitzer**, **Vermieter**, **Gewerbetreibender** oder **Kommune**, legen Sie mit der Planung Ihrer Photovoltaik-Anlage direkt los!

- 1 **Erste Bedarfs- und Nutzungsplanung**  
(Ermittlung der Anlagengröße) z.B. mit dem Solar-Kataster Hessen
- 2 **Angebote (inkl. Mehrwertsteuer) von mehreren Solar-Fachbetrieben (Solateuren) einholen**, inkl. Wirtschaftlichkeitsrechnung, die Steuermodell (z.B. Kleingewerbe) und Finanzierung berücksichtigt
- 3 **Auswahl Solateur und gemeinsame Planung aller formalen Schritte**
- 4 **Prüfung der Dachstatik und der Notwendigkeit einer Baugenehmigung** (u.a. bei Denkmalschutz)
- 5 **Planung aller Pflichtmeldungen, -anträge und -registrierungen**
- 6 **Rechtzeitig durchführen: Netzanschlussbegehren beim Versorgungsnetzbetreiber, Antrag auf Messstellenbetrieb**
- 7 **Finanzierung abschließen und Versicherung auswählen**
- 8 **Anmeldung bei der Bundesnetzagentur** (Marktstammdatenregister)
- 9 **Ggf. Anmeldung beim Finanzamt** (nur bei Gewinnbetrieb) **und ggf. Gewerbeanmeldung**
- 10 **Inbetriebnahme**

# Weitere Infos zu Genehmigung, Installation und Wartung

Lange Lebensdauer:  
Eine Wartung der PV-  
Anlage alle 4 Jahre  
reicht aus.



Für die meisten Photovoltaikanlagen ist keine Baugenehmigung erforderlich, außer bei denkmalgeschützten Häusern. Dennoch sind einige Melde- und Antragspflichten zu berücksichtigen. Ein guter Solateurbetrieb wird Sie dabei fachlich und praktisch unterstützen. Gewisse Fristen wie die rechtzeitige Meldung beim **Übertragungsnetzbetreiber** sollten von Anfang an in einem Zeitplan vermerkt werden.

Gegebenenfalls muss beim örtlichen **Gewerbeamt** ein Gewerbe angemeldet werden. Dazu sollte man sich mit dem zuständigen Gewerbeamt direkt in Verbindung setzen.

Weiterhin muss die Photovoltaikanlage bei der **Bundesnetzagentur** angemeldet werden, die die Aufgabe hat, alle in Deutschland betriebenen Anlagen zentral zu erfassen. Dies erfolgt über ein Meldeformular auf der Webseite der Bundesnetzagentur.

Bei fachmännischer Installation sind Photovoltaikanlagen **wartungsarm**. Sie sollten dennoch Ihre Erträge im Blick behalten, um auffällige Abweichungen zu erkennen. Zusätzlich sollte ein Fachmann regelmäßig prüfen, ob die Anlage noch einwandfrei funktioniert. Zu untersuchen sind insbesondere Kabel, Steckerkontakte und Glasflächen. Sofern keine besonderen Umstände vorherrschen, sind Wartungsintervalle von **vier Jahren** üblich.

# Warum Photovoltaik?



## Bezahlbare Energie



Wer seinen Strom mit einer Photovoltaik-(PV)-Anlage selbst herstellt, ist nicht nur Klimavorreiter, sondern **spart** bereits heute bei jeder verbrauchten Kilowattstunde. PV-Anlagenbetreiber sichern sich so einen langfristig stabilen Strompreis, der deutlich unter den üblichen Strombezugspreisen liegt. Zusätzliche **Erlöse** können aus Vermarktung und Einspeisung von überschüssigem Strom ins öffentliche Netz erzielt werden.

Auch Mieter können auf PV-Strom umsteigen. Ihnen steht es offen, Balkonmodule zu nutzen oder von Mieterstrom-Projekten im Haus zu profitieren. Darüber hinaus können sich Bürger in Energiegenossenschaften an großen PV-Anlagen finanziell beteiligen.

## Sichere Erträge



Das **Solar-Kataster Hessen** erlaubt die Berechnung des **Solarpotenzials** vieler Dachflächen in Hessen. Das digitale Tool hilft so, den **finanziellen Gewinn** sowie Wartungs- und Finanzierungskosten am Standort abzuschätzen.

Wer das finanzielle Risiko scheut, kann die eigene Dachfläche z.B. an einen Energieversorger oder eine Energiegenossenschaft **verpachten**, der/die dann eine PV-Anlage installiert und betreibt. Günstigen PV-Strom erhalten Parteien im Haus dann über den Pächter. So eröffnen sich auch attraktive Nutzungsmöglichkeiten für **gewerbliche oder öffentliche Gebäudebesitzer**.

## Sauberer Strom



Photovoltaik ist eine saubere, **umweltfreundliche** Möglichkeit zur Energiegewinnung. PV-Anlagen generieren aus Sonnenlicht Strom. Anders als bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, wird von PV-Anlagen kein CO<sub>2</sub> freigesetzt. Sie liefern ein Vielfaches mehr an Energie als ihre Herstellung bedarf und sind damit eine Investition in die **Energieversorgung der Zukunft**.

## Zukunftssichere Investition



PV-Anlagen bedeuten eine **Wertsteigerung für Immobilien**, da sie, unabhängig von den Energiepreisen am Markt, **günstigen Strom** für Bewohner liefern. Für den Eigenverbrauch lohnt sich dieses Investment auch weit über den Förderungszeitraum von 20 Jahren hinaus.

PV-Anlagen sind zudem sehr **sichere Energieerzeugungssysteme**. Die fachgerechte Installation und neueste Technik gewährleisten weitestgehend einen dauerhaften und sicheren Betrieb.



S. Seite 8



## Eigenverbrauch

**PV-Strom selbst nutzen**  
z. B. für Licht, Elektrogeräte,  
Wärmepumpe, E-Autos

- mit Einspeisung  
von Überschüssen  
ins öffentliche Netz
- als Inselsystem  
(ohne Einspeisung)

= Ersparnis



S. Seite 10



## Einspeisung in das öffentliche Stromnetz

Überschüsse einspeisen

- EEG-Vergütung erhalten  
oder
- Verkauf an der Strombörse  
(über Direktvermarkter)

= Ertrag



S. Seite 12



## Verkauf an lokale Nutzer

Direktleitung an

- Mieter im Haus oder
- nahe Gewerbebetriebe

= Ertrag





## Nutzungsmodelle

PV-Strom kann auf unterschiedliche Art und Weise rund ums Haus genutzt werden (**Eigenverbrauch**), aber auch ins öffentliche Netz geleitet (**Einspeisung**) oder an lokale Verbraucher bzw. an der Strombörse verkauft (**Vermarktung**) werden. Je nach Nutzungsart können PV-Anlagen-Betreiber unterschiedliche Spareffekte und Gewinne erzielen.

Beim **Eigenverbrauch** sparen Anlagen-Betreiber am meisten. Jede selbsterzeugte, eigenverbrauchte Kilowattstunde schont die Haushaltskasse. Dies gelingt am besten, wenn Stromerzeugung und -verbrauch zeitlich zusammenfallen. Trockner oder Spülmaschine mittags anzustellen statt morgens oder abends, rechnet sich.

Überschüssiger Strom kann ins öffentliche Stromnetz **ingespeist** werden. Hierfür erhalten Stromerzeuger eine fixe Einspeisevergütung. Größere **Erträge** können Sie erzielen, wenn Sie den Strom an der **Strombörse** verkaufen (s. Seite 11).

Bei größeren Anlagen lohnt es sich, den Strom direkt an Verbraucher im eigenen **Miethaus** oder aber an nahegelegene **Gewerbebetriebe** zu verkaufen.



# Eigenverbrauch



Klimaneutral tanken  
mit PV-Strom

Ein Blick auf die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten zeigt, dass insbesondere durch den Verbrauch des produzierten Stroms in den eigenen vier Wänden der **größte finanzielle Vorteil** entsteht. Grund dafür ist, dass die Kosten für eine Kilowattstunde produzierten PV-Strom seit 2013 unter dem Preis liegen, den der Energieversorger für die gleiche Menge an Haushaltsstrom verlangt. Anfang 2020 lag das Einsparpotential bei etwa 15-20 Cent/kWh.

Da der Preis für Haushaltsstrom stetig ansteigt und die sinkenden **Produktionskosten** für PV-Module die Kosten für Solarstrom weiter drücken, wird der Eigenverbrauch in Zukunft sogar noch lukrativer.

**Eigenverbrauch** ist zudem die einfachste Art, den selbst produzierten PV-Strom zu nutzen. Der Strom wird direkt von der Anlage in das Hausnetz eingeführt und dort verbraucht, wo elektrische Geräte zeitgleich Strom benötigen.

An sonnigen Tagen kann es vorkommen, dass die Anlage mehr Strom produziert, als gerade benötigt wird. Dieser überschüssige Strom kann dann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder für einen späteren Verbrauch im Haus in einem **Stromspeicher** vorgehalten werden. Die Preise für Stromspeicher fallen zurzeit stark, da auch hier die **technische Entwicklung** immer weiter vorangeht.

Neben dem Strombedarf im Haushalt kann eine PV-Anlage dazu beitragen, den Bedarf **größerer Verbrauchsgeräte wie E-Autos** abzudecken. Sie können mit PV-Strom klimaneutral geladen werden.



PV-Strom vom Dach  
selbst nutzen und  
Geld sparen





## Das sparen Sie beim Eigenverbrauch

Mit der hier aufgeführten Rechenhilfe können Sie sich schnell und einfach einen Überblick verschaffen, wie viel Sie mit der Installation einer PV-Anlage sparen können. Setzen Sie dafür einfach die angegebenen Werte ein. Das Ergebnis gibt an, wie viel Cent Sie pro Kilowattstunde sparen.

Stromersparnis:  
Schnell und einfach  
ausrechnen

Anlagengröße **bis 10 kWp** und für **höchstens 10.000 kWh/Jahr** Erzeugungsleistung

Anlagengröße **ab 10 kWp**

Aktueller Strompreis\*

Aktueller Strompreis\*

- Stromgestehungskosten\*\*

- Stromgestehungskosten\*\*

- 0,4 x EEG-Umlage\*\*\*

= **Ersparnis**



= **Ersparnis**



**Einheiten:** **W** = Watt (elektrische Leistung), **kWp** = Kilowattpeak (Spitzenleistung in Kilowatt), **kWh** = Kilowattstunde (erzeugte Strommenge: Leistung x Zeit)

\* **Aktueller Strompreis:** Setzen Sie Ihren Arbeitspreis ein, z. B. 30 ct/kWh. Diesen können Sie in Ihrer Stromrechnung einsehen.

\*\* **Stromgestehungskosten** sind die Erzeugungskosten pro kWh, angegeben in Cent (ct) pro Kilowattstunde (kWh). Nach einer Studie des Fraunhofer ISE von 2018 liegen sie in Deutschland für kleine PV-Dachanlagen (Leistung: 5 bis 15 kWp) bei 7,23 bis 11,54 ct/kWh. Für große PV-Anlagen (Leistung: 100 bis 1.000 kWp) belaufen sich die Stromgestehungskosten auf 5 bis 8,5 ct/kWh. Bei Kleinunternehmerregelung bzw. bei über 90 % Eigenverbrauchsanteil besteht keine Umsatzsteuerpflicht.

\*\*\* **EEG-Umlage:** Die EEG-Umlage beträgt im Jahr 2020 6,756 ct/kWh.



# Einspeisung ins öffentliche Netz



Wer PV-Strom in das öffentliche Stromnetz einspeist, erhält von seinem Netzbetreiber eine **Einspeisevergütung**. Diese wurde mit dem **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** eingeführt und garantiert PV-Anlagenbesitzern einen auf 20 Jahre festgelegten Vergütungssatz.

Bei der Einführung des EEG wurde geregelt, dass die Vergütungssätze jedes Jahr minimal zurückgefahren werden. Langfristig, so das Ziel, sollen sich die Erneuerbaren damit auch ohne Förderung am Markt durchsetzen. Welchen **Vergütungssatz** Sie zum aktuellen Zeitpunkt für den Strom Ihrer PV-Anlage erhalten, können Sie auf der Website der Bundesnetzagentur einsehen.

Wer seinen PV-Strom anteilig oder vollständig einspeisen möchte, muss hierzu eine **Einspeisegenehmigung** vom Netzbetreiber einholen. Die eingenommene Vergütung ist zwar per se umsatzsteuerpflichtig, jedoch können sich Stromproduzenten im Normalfall dank der **„Kleinunternehmerregelung“** davon befreien lassen. Die Grenze hierfür liegt aktuell bei einem mit PV-Strom erzeugten Jahresumsatz von 22.000 Euro im ersten Jahr und 50.000 Euro im Folgejahr. Dies übersteigt um ein Vielfaches die Einspeisevergütung, die mit einer PV-Anlage in der Größenordnung eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erzielt werden kann.

Der aktuelle EEG-Vergütungssatz (Feb 2020) liegt bei

**9,72 Cent/kWh**  
für Anlagen bis 10 kWp

**9,45 Cent/kWh**  
für Anlagen bis 40 kWp

EEG-Einspeisevergütung

- Stromgestehungskosten

= **Ertrag**



Bundesnetzagentur

Aktuelle EEG-Einspeisevergütung  
(EEG-Fördersätze für PV-Anlagen):  
[www.bundesnetzagentur.de](http://www.bundesnetzagentur.de)



## Direktvermarktung über die Strombörse

Anlagenbetreiber haben alternativ die Möglichkeit, ihren Strom eigenständig an der **Strombörse in Leipzig** zu verkaufen.

Für Anlagen mit einer installierten Leistung über 100 kW ist dies verpflichtend. Für kleinere Anlagen lohnt sich der Aufwand in der Regel nicht. Im Regelfall wird dabei ein **Direktvermarkter** beauftragt, da nicht jeder Anlagenbetreiber über die personellen Ressourcen und Marktkenntnissen für ein solches Projekt verfügt. Der Anlagenbetreiber erhält seine Vergütung dann vom Direktvermarkter, der den Strom gegen eine Provision an der Börse verkauft. Zusätzlich wird dem Besitzer der PV-Anlage eine **Marktprämie** ausgezahlt. Der Gesamtgewinn setzt sich damit aus Marktprämie und Börsenerlös zusammen, abzüglich des Netzentgelts und der Provision.

Börsenstrompreis

- + Marktprämie
- Provision Direktvermarkter
- Stromgestehungskosten

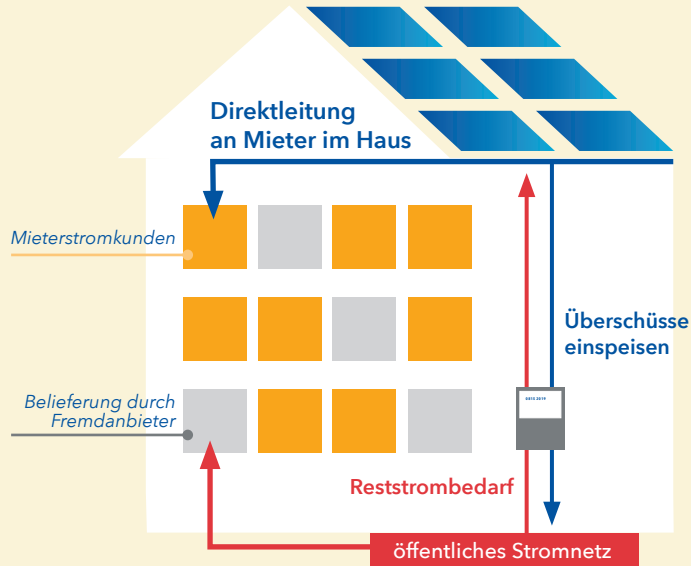
= Ertrag





# Verkauf an lokale Nutzer

## Modell Mieterstrom



## Mieterstrom

Auch Mieter und Vermieter können von PV-Strom profitieren. In sogenannten **Mieterstrommodellen** betreibt der Eigentümer eines Hauses auf dem Dach oder an der Fassade eine PV-Anlage und verkauft den Strom unmittelbar vor Ort an die Mieter. Auch hier wird überschüssiger Strom ins öffentliche Netz eingespeist und der zusätzliche Strombedarf über den Netzbetreiber gedeckt.

Der Vermieter erhält für den Mieterstrom neben dem Strompreis vom Mieter noch einen **Mieterstromzuschlag** und für eingespeisten Überschussstrom eine Einspeisevergütung. Für den an den Mieter gelieferten Strom zahlt der Vermieter EEG-Umlage. Er wertet zudem seine Immobilie auf, wenn er den Mietern günstigen, erneuerbaren Strom anbieten kann.



Vereinbarer Netto-Mieterstrompreis

- + Mieterstromzulage (bis 100 kWp)
- Abgaben (z. B. EEG-Umlage)

= **Ertrag**



Für den Mieter bringt Mieterstrom keine wesentlichen Änderungen mit sich, hat jedoch zwei entscheidende Vorteile: Er nutzt den unmittelbar vor Ort produzierten, klimafreundlichen PV-Strom und trägt damit zur Energiewende bei. Gleichzeitig muss der Vermieter für den direkt vermittelten PV-Strom **keine Netzentgelte** zahlen und kann ihn dem Mieter daher günstig anbieten. Gemäß EEG ist der Mieterstrom mindestens 10% günstiger als der örtliche Grundversorgungstarif.

# Pachtmodelle: Solarstrom ohne eigene PV-Anlage

Wer den organisatorischen oder finanziellen Aufwand einer eigenen PV-Anlage scheut, kann dennoch **aktiv werden**. Zum einen bieten eine Reihe von Plattformen die Option, das Dach des eigenen Hauses PV-Anlagenbauern und -Projektierern zur Verpachtung anzubieten. Diese installieren dann eine Anlage auf eigene Kosten, sind für deren Betrieb zuständig und tragen das wirtschaftliche Risiko. Der Hausbesitzer erhält eine Pacht und muss lediglich die Eintragung ins Grundbuch vornehmen.

Umgekehrt bieten einige Unternehmen PV-Anlagen auch in **Miet-Kauf-Modellen** an. Das Unternehmen installiert in diesem Fall eine Anlage und ist für die Vertragslaufzeit für alle Aspekte des Betriebs zuständig. Der Hausbesitzer zahlt dafür eine monatliche Miete und kann den PV-Strom nutzen.

Wem kein eigenes Dach zur Verfügung steht, dem bietet sich die Möglichkeit, in eine **Bürgerenergiegenossenschaft** zu investieren und dort die Umsetzung von Photovoltaik zu unterstützen. Dabei wird das Genossenschaftsvermögen genutzt, um auf gepachteten Dächern, z.B. von Kindergärten oder städtischen Gebäuden, eigene PV-Anlagen umzusetzen bzw. sich an größeren Projekten wie Windparks in der Region zu beteiligen. Ein Teil des Erlöses fließt dann als Dividende an die Genossenschaftsmitglieder zurück. Die weiteren Einnahmen werden in neue Projekte investiert.



# Solarstrom rechnet sich



# Solarstrom rechnet sich

Da der Preis für Haushaltsstrom stetig ansteigt und die **sinkenden Produktionskosten** für PV-Module die Kosten für Solarstrom weiter drücken, wird PV-Strom zunehmend lukrativer.

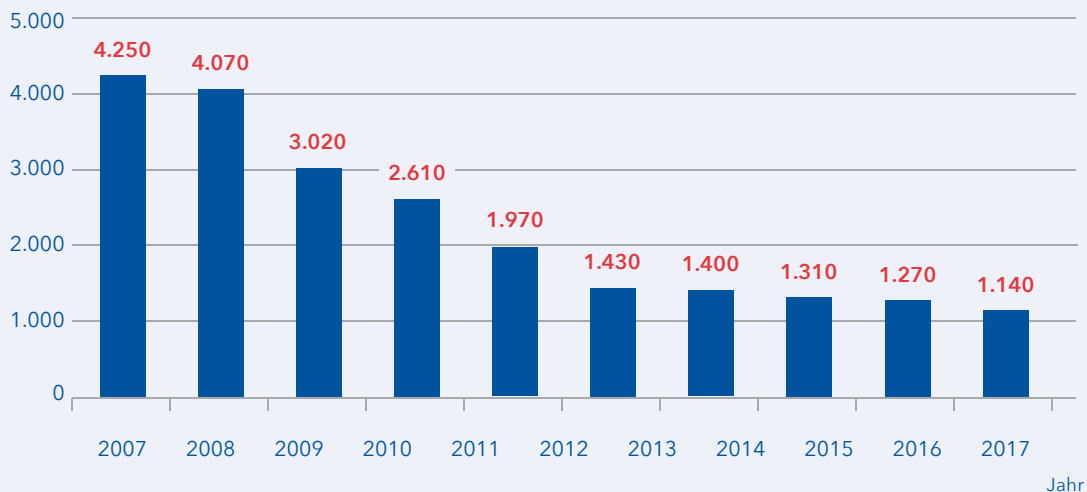
Wer eine PV-Anlage richtig plant, kann damit langfristig **gute Erlöse** erwirtschaften. Dafür sollten vorab verschiedene Varianten (z. B. Größe der Anlage, Nutzungsweise des Stroms) durchgerechnet und gegen den zu

erwarteten Ertrag aus der vor Ort bestehenden Sonneneinstrahlung abgewogen werden. Die wichtigen Einflussfaktoren in einer solchen **Wirtschaftlichkeitsrechnung** sind in der Grafik auf Seite 16 aufgeführt.

Eine erste Möglichkeit zur Abschätzung des PV-Potenzials Ihrer Dachfläche finden Sie über das Solar-Kataster (s. Seite 18).

## Preisentwicklung für eine Solaranlage (fertig installiert) in Deutschland, 2007 - 2017

Preis (Euro pro Kilowattpeak)



Quelle: Destatis 2017

Netto-Preise beziehen sich auf fertig installierte Aufdach-solaranlagen mit einer Leistung von 10 bis 100 Kilowattpeak in Deutschland pro Kilowattpeak. Bei kleineren Anlagen liegen die Kosten in der Regel etwa 20-30% darüber.

## Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage

- + Sonneneinstrahlung
- + Ausrichtung der Anlage
- + Modulwirkungsgrad
- + Gesamtfläche der Solaranlage
- + Einspeisevergütung
- + Zeitliche Nähe von Erzeugung und Verbrauch
- + Speicherkapazität
- Anschaffungskosten der Anlage
- Finanzierungskosten
- Betriebskosten
- Versicherungsgebühren
- eventuell Kosten für Speicher



Ein wesentlicher Faktor für den **Wirkungsgrad** und damit auch für die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaik-Anlage ist die optimale **Ausrichtung**. Um die Mittagszeit ist die Sonneneinstrahlung bekanntlich am höchsten, somit eine Ausrichtung der Module nach Süden ideal. Doch auch auf Gebäuden, deren Schrägdach nicht nach Süden ausgerichtet ist, kann eine PV-Anlage wirtschaftlich betrieben werden.

PV-Anlagen können neben direkter auch sogenannte **diffuse Sonnenstrahlung** umwandeln. Die Anlage produziert also auch dann Strom, wenn es stark bewölkt ist. Abhängig vom Modultyp bringt diffuses Licht über einen längeren Zeitraum oft sogar höhere Erträge ein, als direkte Einstrahlung über kurze Zeit. So kann bei guter Ausrichtung des Neigungswinkels auch bei Ost-West-Ausrichtung des Hauses bis zu 90% des maximal möglichen Ertrags generiert werden.

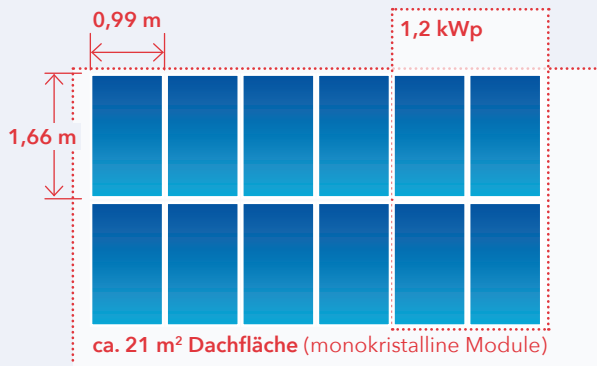
Bei **Ost-West-Ausrichtung** des Hauses werden die Anlagenelemente oft auf beide Dachhälften verteilt. Der Ertrag verteilt sich dann gleichmäßiger über den Tag und fällt somit mit dem üblichen Verbrauchszeitraum in den meisten Haushalten zusammen. Dies kann einen **höheren Eigenverbrauchsanteil** ermöglichen und spart unter Umständen die Anschaffung eines Speichers.



## Wie viel Solarstrom liefert mein Dach?

Für die Installation von 1 kWp Anlagenleistung werden etwa sechs bis acht Quadratmeter Fläche benötigt. Um eine Leistung von 3,6 kWp zu installieren, bedarf es einer nutzbaren Dachfläche von ungefähr 30 m<sup>2</sup> bei Dünnschichtmodulen und 21 m<sup>2</sup> bei monokristallinen Modulen. Mit dem dadurch erzeugten Solarstrom kann rein rechnerisch der durchschnittliche Verbrauch eines Drei-Personen-Haushalts von etwa 3.600 kWh pro Jahr abgedeckt werden.

Grundsätzlich gilt: Je größer und leistungsfähiger die PV-Anlage ist, umso geringer sind die Anschaffungskosten pro Kilowatt. Das ist gut für den Klimaschutz und den Geldbeutel.



**12 Module je 300 Watt**  
**= 3.600 Wattpeak = 3,6 kWp**  
**(Spitzenleistung)**



# Beispielrechnung und Beratung



Hier geht's zur Website:  
[www.solarkataster.hessen.de](http://www.solarkataster.hessen.de)

## Das Solar-Kataster Hessen

Um aus den vielen Optionen (z. B. Anlagentypen, Nutzungsmodelle) die optimale Variante für das eigene Hausdach und den eigenen Bedarf auszuwählen, empfiehlt sich im ersten Schritt, eines der vielen **Beratungsportale** zu nutzen. So bietet das Land Hessen mit dem Solar-Kataster Hessen eine **Online-Anwendung**, mit der in wenigen Schritten die Eignung jedes in Hessen verfügbaren Hausdaches für PV-Anlagen geprüft werden kann. Mit ein paar Klicks gelangen Sie dort zu einer **Beispielrechnung**, die veranschaulicht, welche Erträge bei Ihrem Hausdach zu erwarten sind. Diese Anwendungen dienen als erste Annäherung und ersetzen nicht die Detailplanung durch einen Fachmann vor Ort.

Solarenergie-Potenzial  
der eigenen Dachfläche  
schnell herausfinden



(Quelle: Solar-Kataster Hessen 2019)



# Anlageninstallation und Betrieb

# Anlageninstallation und Betrieb

Vor der Installation einer PV-Anlage muss im Rahmen der Planung die **Dachstatik des Gebäudes** überprüft werden. Je nach Kombination aus Anlage und Montagevariante ergeben sich unterschiedliche **Zusatzgewichte**, die das Dach belasten. Das höchste Zusatzgewicht pro Quadratmeter geht mit dem Aufbau auf einem Flachdach einher.

Eine Anlage auf einem Schrägdach belastet das Dach in der Regel weniger. Hier ist eine Installation von Solarmodulen meist ohne Einschränkung möglich. Solarfirmen bieten oftmals eine **individuelle Prüfung** des eigenen Daches mit an. Hierauf sollte in der Planungs- und Angebotsphase wertgelegt werden.



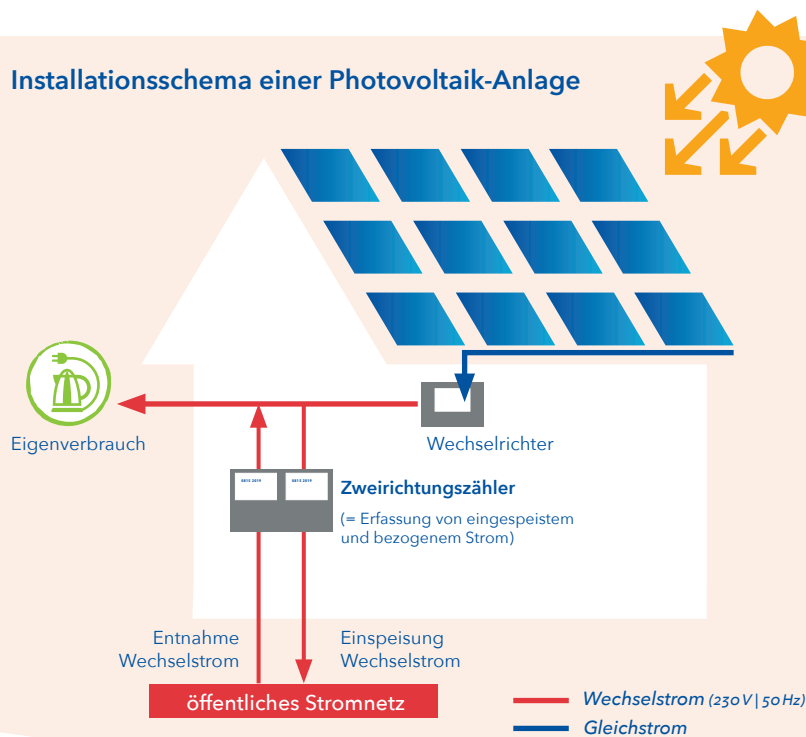
## Die Anlagentypen

Mit Blick auf die Frage, welche Anlage gewählt werden soll, sind einige **Standort-Faktoren** besonders zu berücksichtigen: die Art und Größe der zur Verfügung stehenden Fläche(n), die sich daraus ergebende Ausrichtung der Anlage sowie mögliche Quellen für Verschattung.

Wer über eine PV-Anlage spricht, denkt in der Regel an eine Montage auf einem typischen Schrägdach. Doch die technische Entwicklung der letzten Jahre hat **Anlagentypen** für ganz unterschiedliche Flächen auf und an Gebäuden hervorgebracht:

- Anlage auf Schrägdach
- Anlage auf Flachdach
- Balkonmodule
- Fassadenanlage

## Installationsschema einer Photovoltaik-Anlage





## Anlage auf Schrägdach

Auf Schrägdächern können PV-Module in der Regel ohne Probleme angebracht werden. Üblicherweise werden die Module mit einer Metallkonstruktion oberhalb der Dachpfannen auf dem Dach angebracht (Aufdach). Alternativ besteht die Möglichkeit, Dachpfannen zu entfernen und die Module gewissermaßen als Ersatz hierfür in das Dach zu integrieren (Indach).



## Balkonmodule

Seit einigen Jahren gibt es Module, die speziell darauf ausgerichtet sind, am Balkon anzubringen. Diese Module hängen in der Regel senkrecht am Balkon, so dass der Einfallswinkel für Sonnenlicht suboptimal ist. Dennoch bieten diese Anlagen insbesondere Mietern die Möglichkeit, in die Nutzung von PV einzusteigen und einen Teil ihres Strombedarfs durch Eigenerzeugung zu decken. Für gewöhnlich wird der produzierte Strom über einen Schutzkontaktstecker in das eigene Hausnetz eingespeist. Eine neue VDI-Richtlinie schreibt vor, dass bei Betrieb einer Balkonanlage ein spezieller Stromzähler eingebaut werden muss, der den produzierten Strom nicht „rückwärts“ zählt. Den Anschluss der Anlage durch einen Fachmann vornehmen zu lassen, wird dringend empfohlen. Der zuständige Netzbetreiber kann vom Balkonmodulbetreiber selbst informiert werden.



## Anlage auf Flachdach

Werden Module auf einem Flachdach montiert, bedarf es einer Unterkonstruktion, welche die Module nicht nur am Dach befestigt, sondern auch in einem für die Sonneneinstrahlung günstigen Winkel aufstellt.



## Fassadenanlage

PV-Module können auch an der Fassade eines Gebäudes angebracht werden. Hier sind Dünnschichtmodule aus zwei Gründen im Vorteil. Sie benötigen keine Hinterlüftung und können daher wesentlich unkomplizierter angebracht bzw. direkt in die Fassade integriert werden. Zudem besteht bei Dünnschichtmodulen die Möglichkeit, das Trägermaterial einzufärben, so dass die Module zumindest farblich in die Fassade des Gebäudes integriert werden können. Bei der Planung von Fassadenanlagen muss in besonderem Maße berücksichtigt werden, dass ggf. erhöhtes Verschattungspotenzial etwa durch Bäume oder Nachbarhäuser besteht.

# Photovoltaik und Gründach

Wer eine PV-Anlage mit Dachbegrünung kombiniert, schlägt zwei Fliegen mit einer Klappe: Die PV-Anlage produziert **klimafreundlichen Strom** und liefert einen Beitrag zur Energiewende. Die Dachbegrünung wiederum wirkt sich positiv auf das **Mikroklima** in der Umgebung aus: Sie bindet Feinstaub sowie CO<sub>2</sub> und kühlt das Haus im Sommer. Letzteres hilft, zusätzlich **Energie zu sparen**. Besonders für Insekten bilden Dachbegrünungen wichtigen Lebensraum.

Energiewende und Klimaanpassung so zu verbinden, bringt auch technisch gesehen Vorteile: Von dem **kühlenden Effekt** der Dachbegrünung profitieren auch die Solarmodule mit einer Leistungssteigerung. Darüber hinaus kann die Begrünung durch ihr Gewicht auch zur Lagesicherung der Module beitragen. Die Bepflanzung schützt insbesondere den Übergang zur Dachabdichtung. Natürlich muss darauf geachtet werden, dass die Pflanzen die Module nicht irgendwann verschatten. Außerdem muss im Vorfeld abgeklärt sein, dass die Statik des Daches diese Kombination zulässt.

Doppelt gut: Begrünung unter der PV-Anlage



# Brandschutz

Das **Brandrisiko** an Photovoltaik-Anlagen schätzen Experten als **sehr gering** ein. Studien zeigen, dass Brände am häufigsten auf **Installationsfehler** zurückzuführen sind. Die Planung und Installation durch den Fachmann reduzieren dieses Risiko auf ein Minimum.

Kommt es zu einem Brand an einer Anlage, sollte sofort die Feuerwehr verständigt und nicht selbst Hand angelegt werden. **Feuerwehrlente** sind speziell für den Umgang mit Bränden in Verbindung mit Elektronik und PV-Anlagen geschult. Von zentraler Bedeutung für die Löscharbeiten ist die **Notabschaltung** der PV-Anlage, die in Form eines Gleichstrom-Freischalters seit 2006 bei allen neuinstallierten PV-Systemen Pflicht ist. Auch bei Bränden, die nicht direkt von der Anlage ausgehen, sollte bedacht werden, dass Kabel des Systems in Mitleidenschaft gezogen werden können. In diesem Fall ist ebenfalls die Notabschaltung der Anlage erforderlich.

Nach einer Notfallabschaltung durch die Feuerwehr darf nur ein **Elektro-Fachmann** die Anlage wieder in Betrieb nehmen.

# Photovoltaik und Denkmalschutz

Denkmalschutz und klimafreundliche Energieerzeugung am Gebäude schließen sich nicht aus. In Hessen ist die Berücksichtigung des **Klima- und Ressourcenschutzes** sogar gesetzlich im Hessischen Denkmalschutzgesetz verankert (vgl. § 9 Abs.1 HDSchG).

Alle baulichen Veränderungen an denkmalgeschützter Substanz müssen dennoch besonders geprüft und durch die örtlich zuständige **Denkmalschutzbehörde** genehmigt werden. Am erfolgversprechendsten ist es, wenn die Behörde frühzeitig in den **Planungsprozess** einer PV-Anlage miteinbezogen wird.

Es ist zu beachten, dass nicht jedes Baudenkmal auf die gleiche Art und Weise geschützt wird. So kann sowohl das ganze Haus (z. B. das **klassische Fachwerkhaus**) und dessen Umgebung, aber auch nur die Fassade oder Einzelelemente eines Gebäudes unter Denkmalschutz stehen. Beim ‚Ensembleschutz‘ gilt es sogar, bauliche Gruppen im Sinne des Denkmalschutzes zu bewahren. Dies kann bedeuten, dass die Fassade und alles, was von der Straße aus zu erkennen ist, unter Schutz stehen.

Bei der Prüfung wird vor allem darauf geachtet, inwiefern die Veränderung mit einer Beeinträchtigung der denkmalgeschützten Substanz oder des **Erscheinungsbilds** des Gebäudes bzw. der engeren Umgebung einhergeht.

Besonders geeignet sind Solarmodule<sup>1</sup>:

- **deren Farbe, jener der Dacheindeckung entspricht**
- **deren Einfassungsrahmen in der Farbe der Solarmodule gestaltet sind**
- **deren Fläche einen deutlichen Abstand von den umlaufenden Dachbegrenzungslinien einhält**

Möglich sind auch ‚**Indachlösungen**‘. Dabei werden die Solarmodule in die Dachfläche bündig eingelassen. Standsicherheit, Brandschutz und Bauphysik werden in die Bewertung miteinbezogen, sind aber in der Regel keine Hindernisse. Module für PV-Anlagen sind mittlerweile in vielen Farben, Formen und Abmessungen erhältlich. So lassen sich an den meisten Standorten die Ansprüche einer Nutzung von Solarenergie mit den Zielen des Denkmalschutzes vereinbaren.

<sup>1</sup>Magistrat der Universitätsstadt Marburg (2010): Solarenergie und Denkmalschutz.







# Ökobilanz

Wer Solarstrom nutzt, schont Ressourcen. Denn vor allem in Sachen CO<sub>2</sub>-Ersparnis, Schadstoffausstoß und Umweltverträglichkeit kann die PV-Technologie punkten. Im Jahr 2018 wurden durch die Nutzung von Photovoltaik in Deutschland netto ca. 28,4 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen eingespart. Wie ökologisch die PV-Anlagen wirklich sind, verrät ein Blick auf ihre energetische **Amortisationszeit**. Diese beschreibt die Zeitdauer, die vergeht, bis eine PV-Anlage genau so viel Strom erzeugt hat wie für ihre Produktion aufgewendet wurde. Da Wirkungsgrade von PV-Modulen und die tägliche Sonneneinstrahlung variieren, sind solche Angaben als Richtwerte zu verstehen.

Für **kristalline Solarzellen** ergibt sich eine energetische Amortisationsrate von rund **drei Jahren**, **Dünnschichtmodule** erreichen diesen „Break-Even-Point“ sogar schon **eineinhalb Jahre** nach Inbetriebnahme.

Da eine Anlage in der Regel für weit mehr als 20 Jahre Strom erzeugen kann, fällt die Ökobilanz auf die gesamte Lebensdauer betrachtet entsprechend positiv aus.



## Gute Recycling-Quote

Wie alle anderen elektrischen Geräte können PV-Anlagen nicht vollständig recycelt werden. Jedoch ist es heutzutage möglich, weit über **90 Prozent** der verwendeten Materialien einer Anlage zur erneuten Verarbeitung zu nutzen. Was und wie viel von einem Solarmodul recycelt werden kann, hängt natürlich vom Modultyp ab.

Interessant für Anlagenbetreiber: Seit einigen Jahren ist es möglich, ausgediente PV-Anlagen beim **Hersteller** zurückzugeben (PV-Cycle). Dieser ist durch eine 2012 in Kraft getretene Richtlinie dazu verpflichtet, mindestens 85% der Anlage zurückzunehmen und zu recyceln.



Hier geht's zur Website:  
[www.pvcycle.de](http://www.pvcycle.de)

# Zum Weiterlesen

# Zum Weiterlesen

## Photovoltaik umfassend erklärt

### Fraunhofer ISE: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland



<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>

## Planung

### Solar-Kataster Hessen



<https://www.enregieland.hessen.de/solar-kataster>

### Verbraucherzentrale: Was ist bei der Planung einer Solaranlage zu beachten?



<https://www.verbraucherzentrale.de/erneuerbare-energien/photovoltaik-was-ist-das-und-wann-lohnt-sich-eine-anlage-5574>

## Gesetzliche Grundlagen

### Erneuerbare-Energien-Gesetz



[https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=73930](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=73930)

## Meldepflicht und Steuern

### Online-Meldeportal der Bundesnetzagentur - das Marktstammdatenregister



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

### Grafische Übersicht zum Thema Solaranlagen und Finanzamt/Steuern



<https://www.solaranlagen-portal.de/images/solaranlagen-portal/kosten/PV-Steuern-Finanzamt.pdf>

## Förderung

### Die LEA-Fördermittelberatung für private Haushalte, Kommunen, Organisationen und Unternehmen



<https://landesenergieagentur-hessen.de/angebote/foerdermittelberatung-13314>

### Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie



<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html>

## Direktvermarktung

### Hintergrundpapier zur Direktvermarktung von erneuerbaren Energien an der Strombörse



<https://www.bmwi-energiewen.de.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2017/16/Meldung/direkt-erklart.html>

## Mieterstrom

### LandesEnergieAgentur Hessen: Beratung und allgemeine Informationen zum Mieterstrom



<https://www.landesenergieagentur-hessen.de/angebote/mieterstrom-ob-keller-oder-dach-24117>

### Broschüre der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie: Neue Chancen für die Photovoltaik durch Versorgung vor Ort



[https://www.dgs-franken.de/fileadmin/DGS-Franken/pdf/Neue\\_Chancen\\_fuer\\_die\\_Photovoltaik-V2-web-doppelseitig.pdf](https://www.dgs-franken.de/fileadmin/DGS-Franken/pdf/Neue_Chancen_fuer_die_Photovoltaik-V2-web-doppelseitig.pdf)



**Ihr Ansprechpartner**

Florian Voigt

LandesEnergieAgentur Hessen GmbH

Mainzer Straße 118

65189 Wiesbaden

Telefon: +49 611 / 95017-8419

E-Mail: [florian.voigt@lea-hessen.de](mailto:florian.voigt@lea-hessen.de)

[www.lea-hessen.de](http://www.lea-hessen.de)