



Ratgeber Photovoltaik

Solarstrom und Batteriespeicher
für mein Haus

3.
Auflage

THOMAS SELTMANN | JÖRG SUTTER

Ratgeber Photovoltaik

Solarstrom und
Batteriespeicher für mein Haus

THOMAS SELTMANN, JÖRG SUTTER

verbraucherzentrale



Inhalt

15 So geht Photovoltaik

- | | | |
|--|---------------------------------------|---|
| 6 Über dieses Buch | 49 Systematisch vorgehen | 110 Stromzähler und Smart Meter |
| 8 Die wichtigsten Fragen und Antworten | 50 Neubau oder Nachrüstung im Bestand | 114 Steuerbare Verbraucher und Anlagen |
| 15 So geht Photovoltaik | 54 Baurecht und Netzan-schluss | 117 Wie sich Photovoltaik rechnet |
| 15 Licht als Energiequelle | 59 Nützliches Technik-wissen | 117 Angebote und Preise |
| 18 Sonne speichern | 61 Solarzellen und Module | 120 Finanzierung |
| 19 Technik mit Zukunft | 65 Wechselrichter und Systemtechnik | 122 Erneuerbare-Ener-gien-Gesetz (EEG) und Einspeisevergütung |
| 25 Nutzungsmöglichkeiten ausloten | 70 Batteriespeicher | 127 Zuschüsse und Förder-kredite |
| 31 Welche Möglichkeiten bietet mein Haus? | 82 Platzierung und Montagetechnik | 131 Kosten im laufenden Betrieb |
| 31 Standort und Strahlung | 90 Kabel und Zubehör | 137 Keine Angst vor dem Finanzamt |
| 34 Dachorientierung | 92 Schutz vor Blitz und Überspannung | 144 Online-Tools zum Kalkulieren |
| 39 Dächer von Dritten nutzen | 96 Netzan-schluss und Einspeisung | 146 Mieten statt kaufen |
| 41 Energieverbrauch | 106 Wärme aus Solarstrom | 148 Photovoltaik ohne Vergütung |
| 45 Was kann Photovoltaik – und was nicht? | 107 Smarte Funktionskont-rolle | |
| 48 Wie viel Energie kann ich ernten? | | |



31 Welche Möglichkeiten bietet mein Haus?



155 Die Anlage planen, kaufen und anschließen



185
Die Anlage im laufenden Betrieb

149 Umlagen und Stromsteuer

151 Ü20-Anlagen

155 Die Anlage planen, kaufen und anschließen

155 Ziele der Photovoltaik-Installation

157 Planung und Beratung

160 Einen geeigneten Anbieter finden

161 Angebote einholen

169 Steuerfuchse sparen Geld

170 Montage und Installation

173 Inbetriebnahme und Qualitätssicherung

175 Die Anlage anmelden

177 Erweitern und nachrüsten

179 Solarpflicht in der Praxis

185 Die Anlage im laufenden Betrieb

185 Die Anlage versichern

189 Kontrolle im Betrieb

192 Wartung, Reparatur, Sicherheit

193 Typische Probleme im Betrieb

198 Garantie und Gewährleistung

200 Strom zu Hause managen

201 Eigenverbrauch und Stromlieferung an andere

202 Stromtarife für Solarbetreiber

203 Weitere Rechtsfragen

204 Anlagen- und Hausverkauf

207 Solarmodule für die Steckdose

207 Was ist ein Steckersolargerät?

212 Kosten und Nutzen

217 Batteriespeicher für Steckersolar

221 Umweltschutz und Nachhaltigkeit

221 Photovoltaik als Säule der Energieversorgung

223 Der Beitrag von Photovoltaik zum Umwelt- und Klimaschutz

226 Entsorgung und Recycling

227 Solarmodule für neue Anwendungen

229 Anhang

Welche **Möglichkeiten** bietet mein Haus?

Die zentralen Grundlagen für die Nutzung der Sonnenstrahlung als Energiequelle sind der Standort und die Ausrichtung der Solarmodule. Hier muss sich Familie Fuchs ihr Haus genauer ansehen, Pläne heraussuchen und die nutzbaren Flächen mit Neigung und Ausrichtung identifizieren.

Standort und Strahlung

Über die Angabe des Standorts, das heißt die genaue Adresse, kann ermittelt werden, mit wie viel Sonnenstrom dort über das Jahr gerechnet werden kann. Die Solarstrahlung ist je nach Region in Deutschland unterschiedlich, wie man auf der Karte (→ Abb. 2, Seite 32) sehen kann.

Aufgrund der unterschiedlichen Strahlung ergeben sich bei genau gleicher Anlagentechnik an verschiedenen Orten unterschiedliche Solarerträge der gleichen Photovoltaikanlage. Die Tabelle (→ Abb. 1) zeigt die Strahlungsunterschiede zwischen ausgewählten Städten.

Solarstrahlung in Städten

STANDORT	MITTLERE JAHRESSUMME DER STRAHLUNG in kWh/m ²
Berlin	1.042
Düsseldorf	1.060
Dresden	1.067
Frankfurt/Main	1.147
Hamburg	1.011
Hannover	1.007
München	1.156
Stuttgart	1.093

Abb. 1: Jährliche Globalstrahlungssummen beispielhaft für verschiedene Städte.

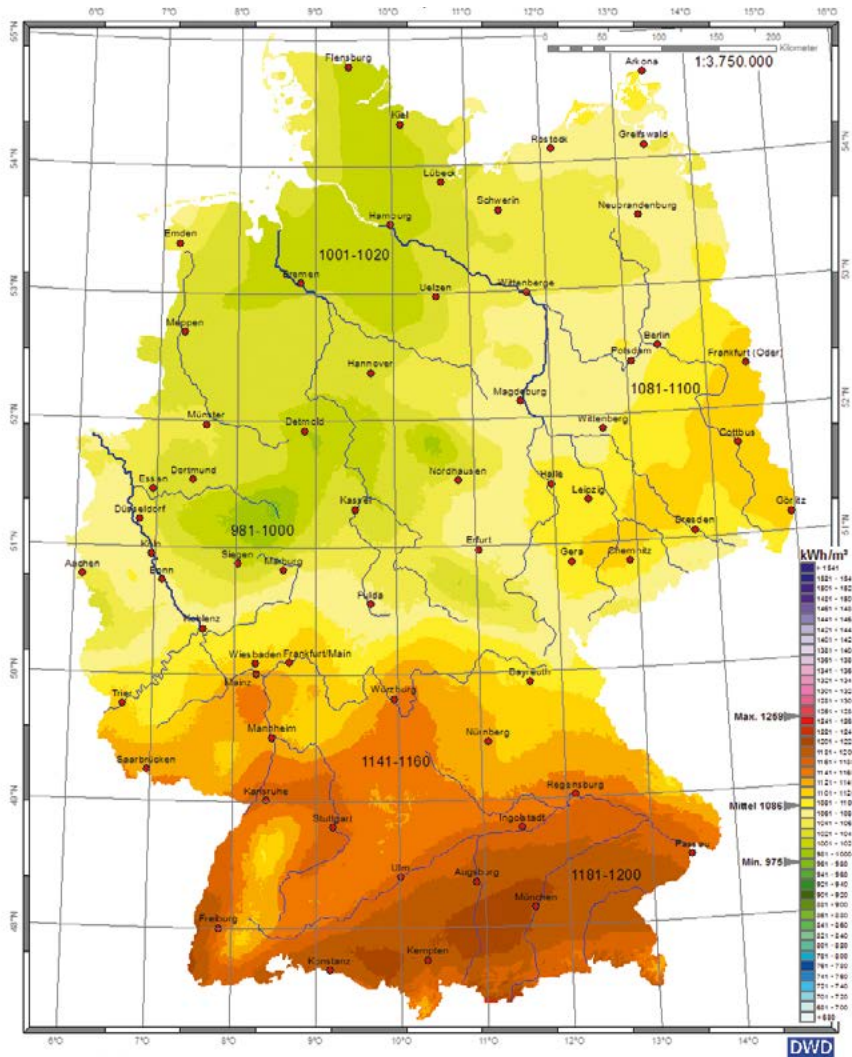


Abb. 2: Globalstrahlung in Deutschland. Die jährliche Strahlungssumme ist regional unterschiedlich. Gelbe und grüne Flächen bedeuten eine niedrigere, orange und braune eine höhere Einstrahlung (gemittelt über 30 Jahre, von 1991 bis 2020). Weitere Karten zu Strahlungsdaten finden Sie unter www.dwd.de (Suchwort: Strahlungsklimatologie)

Einige Kommunen, Regionen oder Bundesländer unterstützen die Nutzung von Sonnenenergie durch die Bereitstellung eines „Solarkatasters“. Damit können Interessierte online in einer Datenbank nachschauen, ob ihr Dach gut geeignet ist und mit wie viel Solarstrahlung sie an ihrem Standort rechnen können. Durch Laserscans werden Gebäude erfasst, sodass in der Datenbank auch Dachneigung und Ausrichtung der Dachfläche schon bekannt sind.

→ TIPP Solarkataster in NRW

Familie Fuchs wohnt in Düsseldorf in Nordrhein-Westfalen und hat erfahren, dass das Bundesland ein Solarkataster hat. Peter Fuchs setzt sich vor den Computer, klickt auf www.energieatlas.nrw.de, wählt den Menüpunkt Solar/Solarkataster NRW und gibt dann seine Adresse ein. Die Datenbank weist für sein Dach eine gute Eignung sowie einen erreichbaren Jahresertrag von rund 900 Kilowattstunden pro Kilowatt (kWh/kW) aus. Das Solarkataster zeigt hier eine recht vorsichtige Ertragsschätzung an, wir sehen später mit einer Detailsimulation, dass eine Anlage in der Praxis einen höheren Ertrag erreichen kann. Auch in vielen anderen Regionen Deutschlands kann ein Solarkataster bei der ersten Abschätzung helfen, ob sich das eigene Dach für eine Photovol-

taikanlage eignet. Eine solche Abschätzung ersetzt jedoch keine Detailplanung.

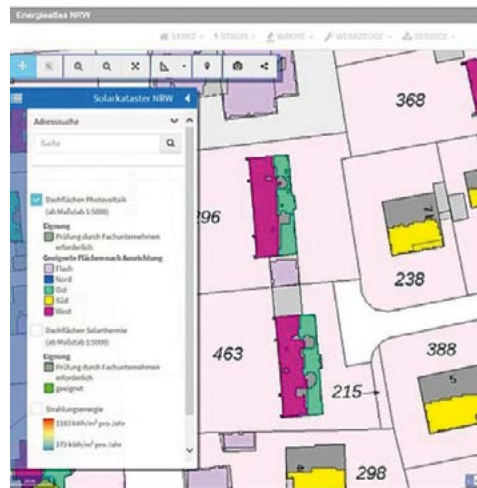


Abb. 3: Ausschnitt aus der Kartenansicht des Solarkatasters NRW.

Die Strahlungswerte in Deutschland haben sich in den letzten Jahrzehnten insgesamt leicht erhöht und liegen nun regelmäßig über dem 30-jährigen Mittelwert. Hintergrund dafür sind die Anstrengungen bei der Luftreinhaltung. Je weniger Abgase aus Industrie und Verkehr in die Luft geblasen werden, umso sauberer ist die Luft und die Durchlässigkeit für Sonnenstrahlen steigt an.



Abb. 4: Unterschiedliche Ausrichtungen der Module bringen unterschiedliche Erträge (auf 100 Prozent Maximalertrag bezogen).

Dachorientierung

Eine verfügbare sonnenreiche Dachfläche ist die wichtigste Grundlage für eine Photovoltaiknutzung. Beschattungen beeinträchtigen die Leistung von Solarmodulen erheblich. Dagegen spielen Neigung und Ausrichtung der Dachfläche eine geringere Rolle, als oft vermutet wird. Zum einen zieht die Sonne eine weite Bahn, die sich im Verlauf der Jahreszeiten stark verändert. Deshalb verfügen die meisten Dachflächen nicht nur über einen kleinen optimalen Ausrichtungspunkt, sondern über einen größeren Bereich mit sehr guten Einstrahlungsverhältnissen. Zum anderen gibt es bei uns einen hohen Anteil an wolkigen Tagen mit diffuser Sonneneinstrahlung: Für diesen Energieanteil gibt es keine optimale Ausrichtung, die Solarmodule müssen einfach nach oben zum hellen Himmel geneigt sein. Die höchste Jahressumme an Einstrahlung und Energieertrag bringen hierzulande Solarmodule mit einem Neigungswinkel von etwa 30 Grad (gegenüber einer ebenen Fläche), die nach Süden zeigen. Doch auch Flächen, die grob zwischen Südost und Südwest und mit üblichen Dachneigungen zwischen 15 und 60

Grad ausgerichtet sind, erreichen Erträge im Bereich von über 90 Prozent gegenüber dem Idealertrag.

Unterschiedlich ausgerichtete Solarmodule

Um eine größere Photovoltaikanlage zu realisieren, bietet es sich oft an, mehrere Dachflächen auf einem Haus mit Solarmodulen zu belegen. Das können zwei Dachflächen sein, die gleich geneigt und ausgerichtet sind. In diesem Fall ist keine besondere Vorkehrung zu treffen. Werden die Solarmodule aber auf mehreren Teilflächen verteilt, die unterschiedlich geneigt oder ausgerichtet sind, müssen Sie die elektrische Verschaltung der Solarmodule beachten: Es dürfen nur Module, die gleich ausgerichtet sind, zu einem Modulstrang verbunden werden. Zwei unterschiedlich ausgerichtete Modulflächen ergeben immer mindestens zwei Modulstränge. Diese beiden Modulstränge müssen dann entweder zu zwei verschiedenen Wechselrichtern oder zu einem Wechselrichter mit zwei getrennt geregelten Eingängen („MPP-Regelung“ → Seite 64) geführt werden. Nur dann wird die Stromerzeugung in beiden Modulflächen optimiert.

Ost-West-Ausrichtung

Bei entsprechender Ausrichtung ist eine Belegung mit Solarmodulen in „Ost-West-Ausrichtung“ möglich. Das bedeutet, dass bei einem Gebäude, dessen First ungefähr von Nord nach Süd zeigt, sowohl die östliche als auch die westliche Dachfläche mit Solarmodulen belegt wird. Damit kann eine große Photovoltaikanlage realisiert werden und es wird eine gute Solarstromverteilung über den Tag erreicht: Das Ost-Modulfeld produziert schon früh am Morgen, das West-Modulfeld noch spät am Nachmittag Strom aus Sonnenlicht.

Sinnvoll ist das bei Gebäuden mit einer geringen Dachneigung zwischen rund 10 bis 30 Grad, bei steilen Dächern ist es nicht zu empfehlen. Eine Ost-West-Ausrichtung von Modulen ist auch bei der Belegung eines Flachdachs möglich.

Die Ost- und West-Ausrichtung von Modulen hat auch eine Auswirkung auf die Auswahl des Wechselrichters: Zum einen muss dieser mindestens zwei Modulstränge getrennt regeln können, zum anderen kann die Wechselrichterleistung etwas kleiner gewählt werden: Für eine Ost-West-Anlage mit zwei Modulfeldern á 5 kW reichen rund 90% der Modulleistung als Wechselrichterleistung, also hier 9 Kilowatt. Weil die Sonne nie ideal gleichzeitig über beiden Modulflächen steht, werden bei einer Ost/West-Anlage nie

beide Modulfelder die volle Leistung gleichzeitig erbringen können.

Spezialfall Norddächer

Steile Norddächer bringen nur wenig Solarertrag und sind daher nicht für Solarmodule geeignet. Doch auf einem recht flachen Norddach können Solarmodule als Ergänzung einer Süddach-Belegung untergebracht werden, die Anlagenleistung erhöht sich. Die Nord-Module bringen zwar nicht ganz so viel Ertrag wie die Module auf der Südfläche, kosten (als Ergänzung bei gleichbleibenden Fixkosten des Gesamtprojektes) aber auch nur geringfügig mehr Geld.

Dachneigung und Solarerträge	
DACHNEIGUNG NACH NORDEN	VERHÄLTNIS ZUM ERTRAG EINES SÜDDACHS (MIT 30 GRAD NEIGUNG)
10 Grad	80%
20 Grad	70%
30 Grad	60%
40 Grad	50%
50 Grad	40%
60 Grad	35%

Abb. 5: Flache Norddächer bringen recht gute Solarerträge, steile Norddächer nicht.

Module horizontal verlegen?

Auf horizontal verlegte Module scheint eigentlich ausreichend Sonne, um gute Erträge zu erwirtschaften (→ Abb. 4). Trotzdem ist das nicht empfehlenswert: Solarmodule, die unter 7-10 Grad Modulneigung gegenüber der Horizontalen geneigt sind, verschmutzen schnell und werden nicht vom Regen gereinigt. Ergebnis: Die Erträge sind dann enttäuschend gering. Darum sollten auch bei einem Flachdach die Solarmodule immer auf einer Unterkonstruktion leicht ange stellt werden.

Weitere Flächen

Photovoltaikmodule können auch auf anderen Flächen zum Einsatz kommen. Sei es eine Dachverlängerung als Balkonüberdachung, eine Modulfläche an der Fassade oder eine Carport-Überdachung neben dem Haus – vieles ist denkbar und technisch bereits ausgereift. Interessante Anwendungsfälle für die Gebäudeintegration von Solarmodulen sind auch Verglasungen für Wintergärten. Wichtig ist dabei: Module, die über Kopf angebracht werden, müssen aus Sicherheitsgründen eine spezielle Zulassung besitzen.



HINTERGRUND

Bauaufsichtliche Zulassung

Nur wenige Solarmodule auf dem deutschen Markt besitzen eine „allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)“ und dürfen damit über Kopf montiert oder an Fassaden verwendet werden. Wer dafür Standardmodule einsetzen will, muss unter dem Modul eine Schutzschicht anbringen, zum Beispiel ein Blech oder ein Netz. Das verhindert bei einem Modulschaden herunterfallende Glassplitter. Eine Ausnahme besteht bei Steckersolar-Geräten: Hier gibt es laut Deutschem Institut für Bautechnik (DIBt) keine solche Einschränkung, weil die Solarmodule nicht als dauerhafter Bestandteil der Gebäudefassade gelten.

Einige Hersteller bieten zudem Solarmodule in Isolierglasausführung an – natürlich nicht zum Preis von Standardmodulen.



Abb. 6: Solarmodule als Balkonüberdachung ausgeführt. Hier müssen besondere Solarmodule verwendet werden.

Zustand der Dachflächen

Eine installierte Photovoltaikanlage soll mehr als 20 Jahre an ihrem Platz bleiben und Strom erzeugen. Wenn in dieser Zeit eine Sanierung der darunterliegenden Dachfläche notwendig wäre, hätte das einen großen Aufwand und Ertragsverlust zur Folge, vor allem wenn die Sanierung im Sommer stattfinden muss und die Module ausgerechnet bei viel Sonne abgebaut in der Garage gelagert sind. Deshalb sollte der Zustand der Bedachung unbedingt im Vorfeld überprüft werden. Eine solche Einschätzung können Sie von Ihrem Dachdecker erhalten.

Normalen Dachziegeln und Dachpfannen wird eine Lebensdauer von einigen Jahrzehnten zugesprochen, da ist der Zustand

meist kein Problem. Doch bei alten Well- eternit-Dächern oder einem alten Folien- dach sollte gut überlegt werden, ob nicht vor der Anbringung von Modulen eine Dachsa- nierung umgesetzt wird.

Bei alten Welleternit-Dächern sollte auch unbedingt geprüft werden, ob die Dachplat- ten Asbest enthalten, denn dann dürfen sie nicht mit Solarmodulen belegt werden. Ein neues Dach und die spezielle Entsorgung der alten Dachplatten sind dann unbedingt not- wendig. Bei recht neuen Dachfläche ist auch Vorsicht geboten: Hier ist zu prüfen, ob nicht eine „Dichtheitsgarantie“ vom Dachdecker besteht, die bei einer Modulmontage durch eine Fremdfirma erlöschen könnte.

Art der Dachflächen

Neben „normalen“ Schrägdächern können auch flach geneigte Dächer mit Trapezblech-Deckung, Dächer mit Biberschwanz-Ziegeln oder auch Flachdächer mit Modulen belegt werden. Dafür muss eine spezielle Unterkonstruktion passend zum Dach gewählt werden. Bei einem Neubau mit Flachdach kann zudem eine Kombination von Gründach und Photovoltaik realisiert werden. Hierzu gibt es Befestigungssysteme am Markt, die sowohl die Dachbegrünung als auch die Solarmodule festhalten. Dabei muss jedoch über die Jahre das Wachstum der Pflanzen auf dem Dach genau beobachtet werden, damit es nicht zu Verschattungen der Solarmodule kommt. Das Dach muss zudem sehr tragfähig sein, denn sowohl die Begrünung als auch die Solaranlage haben ein hohes Gewicht.

Verschattung

Nichts beeinträchtigt den Ertrag einer Solarstromanlage so sehr wie Schatten auf den Solarmodulen. Der einfache Grund: Solarzellen und Solarmodule werden fast immer in Reihe geschaltet, um brauchbare Betriebsspannungen zu haben und die Stromverluste in Leitungen und Elektronik zu minimieren. Der Nachteil: Bei der Reihenschaltung bestimmt das schwächste Glied die Leistung der gesamten Kette. Wird eine Solarzelle abgedeckt, so wirkt das, als würde

man einen Gartenschlauch abknicken. Der ganze Zellen- und Modulstrang fiele dann aus und würde keinen Strom mehr liefern. Um das zu verhindern, führen im Modul eingebaute Bypassdioden die volle Leistung des restlichen Strangs um die betroffenen Solarzellen herum.

Auch die Wechselrichter sind heute mit Optimierungen hinsichtlich Verschattung ausgestattet und können Ertragsverluste minimieren. Außerdem kann der Einsatz von Modulwechselrichtern im Einzelfall helfen, auf besonders stark verschatteten Dachflächen trotzdem gute Erträge zu erreichen.

→ TIPP Leistungsoptimierer

Anbieter werben seit einiger Zeit für sogenannte Leistungsoptimierer, eine kleine Elektronik, die am Modul oder im Strang Verluste reduzieren soll. Doch diese Geräte verbrauchen selbst Energie, sind nicht ganz billig und können die Module komplett lahmlegen, wenn sie defekt sind. Je nach Anbieter können solche Leistungsoptimierer entweder für alle Solarmodule einer Anlage eingesetzt werden oder nur für einzelne Module, die besonders von Schatten betroffen sind.

Dächer von Dritten nutzen

Nicht jeder Dacheigentümer kann oder will eine Photovoltaikanlage bauen. Und nicht jeder, der eine Solarstromanlage bauen möchte, verfügt selbst über ein geeignetes Dach. Manchmal hat ein Betreiber auch schon alle eigenen Dachflächen belegt und möchte weiter investieren. Die Lösung in diesen Fällen: Mieten Sie für Ihre Solarstromanlage ein fremdes Dach. Viele Kommunen stellen die Dächer öffentlicher Gebäude für größere Bürgersolarkraftwerke zur Verfügung. Betreibergesellschaften mieten zudem Dächer von großen Gewerbegebäuden.

Auch Wohneigentümergeinschaften können ihr Dach zur Verfügung stellen. Einige der Eigentümer können sich zusammenschließen und gemeinsam eine Photovoltaikanlage darauf errichten.

Einige Anbieter auf dem Photovoltaikmarkt werben mit einer Anlagenmiete (→ Seite 146). Dabei bekommen Sie eine Photovoltaikanlage auf Ihr Dach, müssen diese jedoch nicht kaufen, sondern mieten sie über einen langen Zeitraum. Die verbaute Anlagentechnik bleibt dabei Eigentum des Anbieters, der zur Nutzung ebenfalls eine „fremde“, nämlich Ihre, Dachfläche nutzt.

Die Miete einer Photovoltaikanlage wird oft mit hohen Einsparungen bei den Stromkosten angepriesen. Es macht aber oft Sinn, das im Detail zu betrachten. Dazu bietet die

Verbraucherzentrale einen ausführlichen Online-Text. Darin werden unter anderem Risiken und Pflichten der Anbieter, aber auch Kennwerte zur Rentabilität aufgeführt: www.verbraucherzentrale.nrw/node/71086

Dachnutzungsvertrag abschließen

Bei der Nutzung von fremden Dächern ist es sehr wichtig, alle Fragen von vornherein in einem juristisch einwandfreien Mietvertrag zu klären. In der Praxis, so Juristen, sei das leider oft nicht der Fall. Die Vereinbarungen müssen im Hinblick auf mögliche Streitfälle hieb- und stichfest sein, schließlich kann innerhalb der üblichen 20 bis 30 Jahre Betriebszeit der Photovoltaikanlage der Eigentümer des Dachs oder der Solaranlage wechseln. Der jeweilige Anlagenbetreiber kann das Dach jedoch nicht so einfach wechseln.

Bei der Nutzung fremder Dächer steht und fällt die Investitionssicherheit für den Anlagenbauer mit der Rechtssicherheit bezüglich der Dachnutzung. Deshalb sollte ein Mustervertrag von einem Juristen, der sich mit Photovoltaik auskennt, durchgesehen und an den individuellen Fall angepasst werden. Einfach ein Vertragsmuster aus dem Internet zu nutzen, kann nicht empfohlen werden.

Rechtlich handelt es sich bei der Standortnutzung immer um „Miete“, auch wenn oft die Begriffe „Gestattung“, „Nutzung“ oder „Pacht“ verwendet werden. Laut Bürgerli-

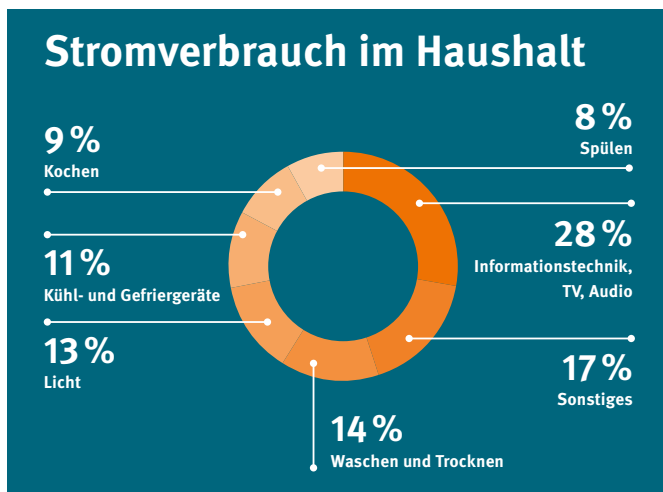


Abb. 7: Statistischer Durchschnitt der Verwendung von Strom in Privathaushalten.

chem Gesetzbuch (BGB) kann ein Mietvertrag maximal über 30 Jahre geschlossen werden. Die Laufzeit des Nutzungsvertrags für die Photovoltaikanlage sollte sich mindestens über die Laufzeit der EEG-Vergütung erstrecken, also 20 Jahre plus Inbetriebnahmejahr, Verlängerungsoptionen sind möglich. Neben der Laufzeit sind die zentralen Punkte der Vereinbarung die Mietzahlung, die Sicherung des Eigentums und die Eintragung einer Grunddienstbarkeit ins Grundbuch.

→ **TIPP** Auf Dachzustand achten

Grundsätzlich sollten nur Dächer gemietet werden, die neu, saniert oder fachlich geprüft und in einwandfreiem Zustand sind, sodass in den nächsten 20 bis 30 Jahren mit keinen alterungsbedingten Reparaturen zu rechnen ist. Flachdächer sind diesbezüglich besonders heikel, weshalb von solchen Dä-

chern im Zweifel eher abzuraten ist. Zumindest sollte ein Montage- und Verkabelungssystem gewählt werden, das den Ab- und Aufbau schnell und einfach ermöglicht und das beim Flachdach nur aufs Dach aufgesetzt wird, ohne die Dachhaut zu verletzen.

Mietzahlung

Die Vergütung für den Dacheigentümer bemisst sich nach den Quadratmetern genutzter Dachfläche, der installierten Photovoltaikleistung oder anteilig am Ertrag. Die Zahlung kann im Voraus (abgezinst) oder jährlich erfolgen. Für den Betreiber ist die jährliche Zahlung einer ertragsabhängigen Mietzahlung am besten, denn dann ist auch der Dacheigentümer selbst daran interessiert, dass die Anlage optimal läuft.

Stichwortverzeichnis



A

Abschreibung 138
 Abstandsflächen 55
 AC-Speicher 77
 Anbietersuche 160
 Angebote 117, 161
 Anlagenleistung 23
 Anmeldung der Photovoltaikanlage 175
 Anschaffungskosten 25
 Anschlusstechnik 91
 Arbeitssicherheit 173
 Autarkiegrad 26, 42, 43

B

Batteriespeicher 18, 23, 26, 45, 70, 167

- Flexibilität 127
- Förderkredite 130
- Kleinspeicher 78
- Lithium-Ionen-Speicher 75
- Montage 78
- Recycling 225
- solares Laden 103
- Standort 78

 Bauabzugsteuer 143
 Baugenehmigung 54, 89
 Baurecht 54
 Bebauungsplan 55, 182
 Begrenzung Einspeiseleistung 114
 Betriebskosten 25, 74, 131
 Betriebsüberwachung. → *Siehe Funktionskontrolle*
 Blitzeinschlag 108
 Blitzschutz 92
 Börsenpreise 126
 Brandschutz 55, 78

- Brandwand 84

 Bundesnetzagentur 176

C

Carport-Überdachung 36, 88, 104
 Clearingstelle EEG KWKG 203

D

Dachintegration 87
 Dachneigung 34, 83
 Dachnutzungsvertrag 39
 Dachzustand 37, 40, 83
 DC-Speicher 76
 Denkmalschutz 56, 183
 Dimmung 114
 Direktvermarktung 112, 126
 Dokumentation 174
 Doppelglasmodul 213

E

EEG. → *Erneuerbare-Energien-Gesetz*
 EEG-Umlage 150
 EEG-Vergütung 122, 176
 Eigenverbrauch 72, 98, 201
 Eigenverbrauchsanlage 42
 Eigenverbrauchsanteil 26
 Eigenversorgung 134
 Einkommensteuer 138
 Einspeisevergütung 122, 134, 148
 Einspeisung 96

- Überschusseinspeisung 97
- Volleinspeisung 96

 Elektroauto 29, 44, 99

- bidirektional 104

 Energieberater 131
 Energiebilanz 41
 Energiemanagementsystem 29, 200
 Energierücklaufzeit 224
 Energieverbrauch 41
 Energiewende 28

Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) 114
 Entgelte (Steuerbox) 114, 132
 Entsorgung. → *Recycling*
 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 122, 175
 Ersatzstrom 79, 82
 Europäischer Wirkungsgrad 66

F

Finanzierung 120
 – Eigenmittel 120
 – Fremdmittel 121
 Flachdach 38, 55
 Flexibilität Stromspeicher 127
 Förderkredite 127
 Funktionskontrolle 107, 189
 – Fernüberwachung 189

G

Garantie 74, 198
 Gebäudeorientierung. → *Siehe Ausrichtung der Solarmodule*
 Gebäudeversicherung 186
 Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung 202
 Genehmigungspflicht 55
 Gestaltungssatzung 55
 Gewährleistung 198
 Gewerbeanmeldung 137
 Glas-Glas-Modul. → *Siehe Doppelglasmodul*
 Gleichstrom 90
 Globalstrahlung 32

H

Haftpflichtversicherung 185
 Hagelschlag 197
 Heizstab 106
 Hochwasser 197

I

IHK-Pflicht 204
 iMSys 111, 132
 Inbetriebnahme 173
 Inbetriebnahmejahr 123
 Inselanlage 149
 Inselbetrieb 80
 Installation der Photovoltaikanlage 170

J

Jahresertrag 23, 60

K

Kabel 90
 Kaufvertrag 164
 Kilowatt, Kilowatt peak 23
 Kilowattstunde 23
 Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) 121, 128

L

Ladestation 100
 – bidirektionales Laden 104
 – Förderkredite 130
 – Ladeleistung 100
 Leistungsoptimierer 38, 68, 119
 Leitungsführung 53, 91, 94

M

Mangel 164
 Marderverbiss 90, 196
 Marktstammdatenregister 139, 176
 Meßstellenbetreiber/Meßstellenbetrieb 112, 132
 Mieten von Dachflächen 39
 Mieten von Photovoltaikanlagen 146
 Mindestabstand 83
 Module. → *Solarmodule*
 Modulwechselrichter 69

Montage der Photovoltaikanlage 170
 Montagekosten 119
 Montagesystem 167
 MPP (Maximum Power Point) 64

N

Nachrüstung 177
 Nachrüstung im Bestand 54
 Netzanschluss 57, 96
 Neubau 50
 Notstrom 18, 79, 80
 Nulleinspeiseanlage 149

O

Ökologischer Rucksack 224
 Online-Solarrechner 71, 103

P

Pflichten des Bauherrn 171
 Planung der Photovoltaikanlage 157
 Preisindex 118
 Privilegierung Steckersolar 207, 216
 Probleme im Betrieb 193
 Produktionsfehler 197

R

Rechtsfragen 203
 Recycling 226
 Reinigung 194
 Rentner 204
 Reparatur 192

S

Schadensfall 199
 Schuko-Steckdose 212
 Selbstmontage 172
 Sicherheit 90, 193
 Smart Meter 110

Solarkabel. → *Siehe Kabel*
 Solarkataster 33, 144
 Solarmodule 15, 59, 61, 165
 – Ausrichtung 34, 82
 – bifazial 62
 – Dachausrichtung 51
 – Doppelglasmodule 62
 – Hochleistungsmodule 119, 156
 – Montage 82, 85, 165, 170
 – Flachdachmontage 88
 – Indachmontage 87
 – Recycling 226
 – Verschmutzung 194

Solarpflicht 46, 179

Solarstrahlung. → *Siehe Sonneneinstrahlung*

Solarstrom gemeinsam nutzen 178

Solarthermie 16, 46

Solarzelle 15, 61

- Dünnschicht-Solarzelle 62
- monokristalline 61

Sonneneinstrahlung 16, 34, 48

Sonnenwärme. → *Siehe Solarthermie*

Statik 57

Steckersolar 161, 207

- Ertrag 215
- Förderung 214
- Kosten 212
- Montage 210
- Rechtliche Aspekte 216

Steuerbare Verbraucher 114

Steuerbarkeit PV-Anlage 114

Steuerbox 111

Steuerrecht 137

- Bauabzugsteuer 143
- Einkommensteuer 141
- Einkommensteuerbefreiung 138, 139, 194, 224
- Lohnsteuerhilfeverein 143

- Online-Tools zum Kalkulieren 144
- Selbstständige 142
- Umsatzsteuer 139, 141

Strahlungswert 33

String-Wechselrichter 67

Stromausfall 65, 79

Strombörsenpreis 126

Stromlieferung an andere 201

Stromlieferung an Dritte 98

Stromsteuer 150

Stromtarife 202

Stromverbrauch 156

Stromzähler 110

- Bezugszähler 113
- Einspeisezähler 113
- Erzeugungszähler 112
- Zweirichtungszähler 213

Systemtechnik 65, 69, 168

T

Temperaturkoeffizient 59

U

Üzo-Anlagen 145, 151

Überspannung 195

Überspannungsschutz 92

Überwachungstechnik 108

Umsatzsteuersatz 139

Umweltschutz 72, 221

Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) 82

V

Verbot von Photovoltaikanlagen 182

Vergütung ohne Vertrag 203

Verkauf des Hauses oder der Anlage 204

Verschattung 38, 45, 49, 84

Versicherung 132, 185

Versorgungsreihenfolge 200

Vertrag 164

Vögel 196

Volleinspeiseanlage 120

Volleinspeisung 98

Vollversorgung 47

W

Wallbox. → *Siehe Ladestation*

Wärmepumpe 28, 106, 150

Wartung 132, 192

Wechselrichter 65, 119, 166

- Montage 89
- Wirkungsgrad 166

Windlast 83

Wintergarten 36, 88

Wirkungsgrad 59, 61

Z

Zuschüsse 121, 127