

verbraucherzentrale



Energieberatung

verbraucherzentrale

Niedersachsen

PHOTOVOLTAIK FÜR PRIVATHAUSHALTE

Eine Information für Verbraucherinnen und Verbraucher

Strom mit Sonnenenergie selbst erzeugen – das ist inzwischen auf vielen Dächern, Balkonen und vereinzelt sogar an Hausfassaden Alltag in Niedersachsen.

Die Anpassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Juli 2022 hat zu einer Erhöhung der Vergütungssätze für eingespeisten Strom geführt, was den Ausbau von Photovoltaikanlagen weiter vorantreibt. Gleichzeitig haben sich die Systempreise für Photovoltaikanlagen im Jahr 2023 deutlich reduziert, was sie für Privathaushalte noch attraktiver macht. Haushalte, die einen signifikanten Anteil des erzeugten Stroms selbst nutzen, können die höheren Strombezugskosten einsparen und profitieren somit von einer besonders vorteilhaften Ausgangslage für die Installation einer eigenen Anlage.

Mit den gestiegenen Einspeisevergütungen wird es zudem lukrativ, Photovoltaikanlagen größer zu dimensionieren, als es bei einer Auslegung auf maximalen Eigenverbrauch der Fall wäre. Eine interessante Option stellt hierbei die sogenannte Splitanlage dar. Auf derselben Dachfläche lässt sich eine zusätzliche Anlage errichten, die ausschließlich für die Einspeisung des Stroms konzipiert ist und von zusätzlich höheren Vergütungssätzen profitiert.

Die Wahl des passenden Modells einer neuen PV-Anlage ist abhängig von der verfügbaren Fläche und dem möglichen Eigenverbrauchsanteil. Gründliche Vorbereitung und Planung sind essenziell, um eine zu-

verlässige Stromerzeugung zu sichern, die Unabhängigkeit von Strompreisänderungen zu steigern und einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Diese Broschüre gibt eine Übersicht über die wichtigsten Punkte, die bei Planung und Kauf einer PV-Anlage auf dem eigenen Dach bedacht werden sollten.

INHALT

- Standortbedingungen und Ertrag
- Eigenverbrauch oder Volleinspeisung?
- Komponenten einer Photovoltaikanlage
- Montage, Blitz- und Brandschutz, Inbetriebnahme
- Vergleich von Angeboten
- Garantien, Recht und Verträge
- Nach der Inbetriebnahme: Einweisung, Kontrolle und Wartung
- Versicherung und Steuern
- Informations-Adressen



STANDORT- BEDINGUNGEN UND ERTRAG

Eine Photovoltaik-Anlage ist auf fast jedem Dach möglich und sinnvoll. Eine stabile asbestfreie Dacheindeckung ist unbedingte Voraussetzung. Die Ausrichtung der in Frage kommenden Fläche und die Sonneneinstrahlung entscheidet über den Ertrag und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

In Niedersachsen liegt der jährliche Anlagenenertrag im Durchschnitt bei 850 bis 1.000 kWh pro 1 Kilowatt peak installierter Leistung.

i In Kilowatt peak [kWp] wird die elektrische Leistung (Nennleistung) einer PV-Anlage angegeben. Sie gibt die maximale Leistung unter Standard-Test-Bedingungen an und ermöglicht einen Vergleich der Module.

Nachmittag am höchsten. Besteht zu diesen Zeiten ein erhöhter Strombedarf im Haushalt, kann dies einen guten Effekt auf den Eigenverbrauchsanteil haben. Ob der niedrigere Solarstromertrag pro Jahr durch den positiven Effekt der Eigennutzung ausgeglichen werden kann, ist individuell zu prüfen. Für die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage sind aber schon lange nicht mehr die höchsten Erträge ausschlaggebend. Entscheidend ist wann und wie der erzeugte Strom genutzt wird. Wird nur der „normale“ Haushaltsstrom damit abgedeckt oder auch eine Wärmepumpe oder ein E-Fahrzeug? Gibt es einen Stromspeicher? Wann wird der Strom genutzt? Viele individuelle Aspekte beeinflussen die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaik-Anlage. Zudem ändert sich das Leben und die Umstände laufend.

Eine Photovoltaik-Anlage bietet aber vor allem eine sichere Stromerzeugung und mehr Unabhängigkeit von Strompreisänderungen. Der Ertrag vom eigenen Dach hat einen stabilen Preis. Und nicht zuletzt ist eine Photovoltaik-Anlage ein sinnvoller und guter Beitrag zum Klimaschutz.

••••• AUSRICHTUNG

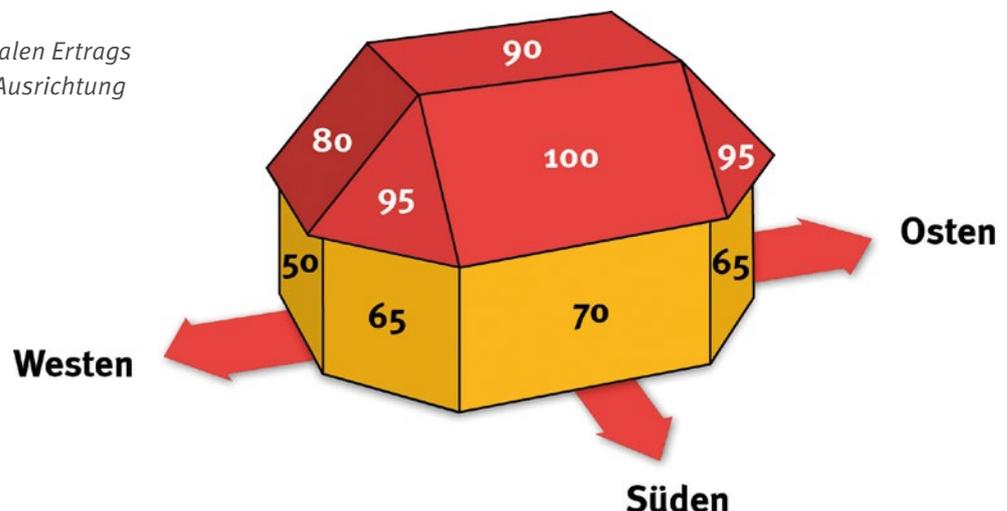
Optimal für einen hohen Ertrag ist die Südausrichtung. Abweichende Ausrichtungen nach Südost und Südwest haben aber nur minimal geringere Erträge.

Bei Dachflächen mit einer Ausrichtung nach Osten und Westen ist mit einer Ertragsminderung um 10 bis 20 Prozent zu rechnen. Werden die Photovoltaikmodule bei solchen Ausrichtungen auf beiden Dachflächen installiert, sind die Solarerträge am Vor- und am

••••• DACHNEIGUNG

Sowohl auf Schrägdächern als auch auf Flachdächern können Anlagen installiert werden. Die Dachneigung bei Schrägdächern liegt im Idealfall bei 30°, abweichende Neigungen von weniger als 25° und mehr als 50° können den Ertrag um bis zu zehn Prozent verringern. Bei einer senkrechten Installation an der Fassade kann der Ertrag sogar bis zu 50 Prozent geringer ausfallen. Auf Flachdächern werden die Module meist aufgeständert installiert oder flach geneigt nach Ost und West, so dass auch hier ein guter Solarertrag zu erzielen ist.

Prozentsatz des optimalen Ertrags bei unterschiedlicher Ausrichtung und Neigung.



4 | Standortbedingungen und Ertrag

VERSCHATTUNGSEINFLÜSSE

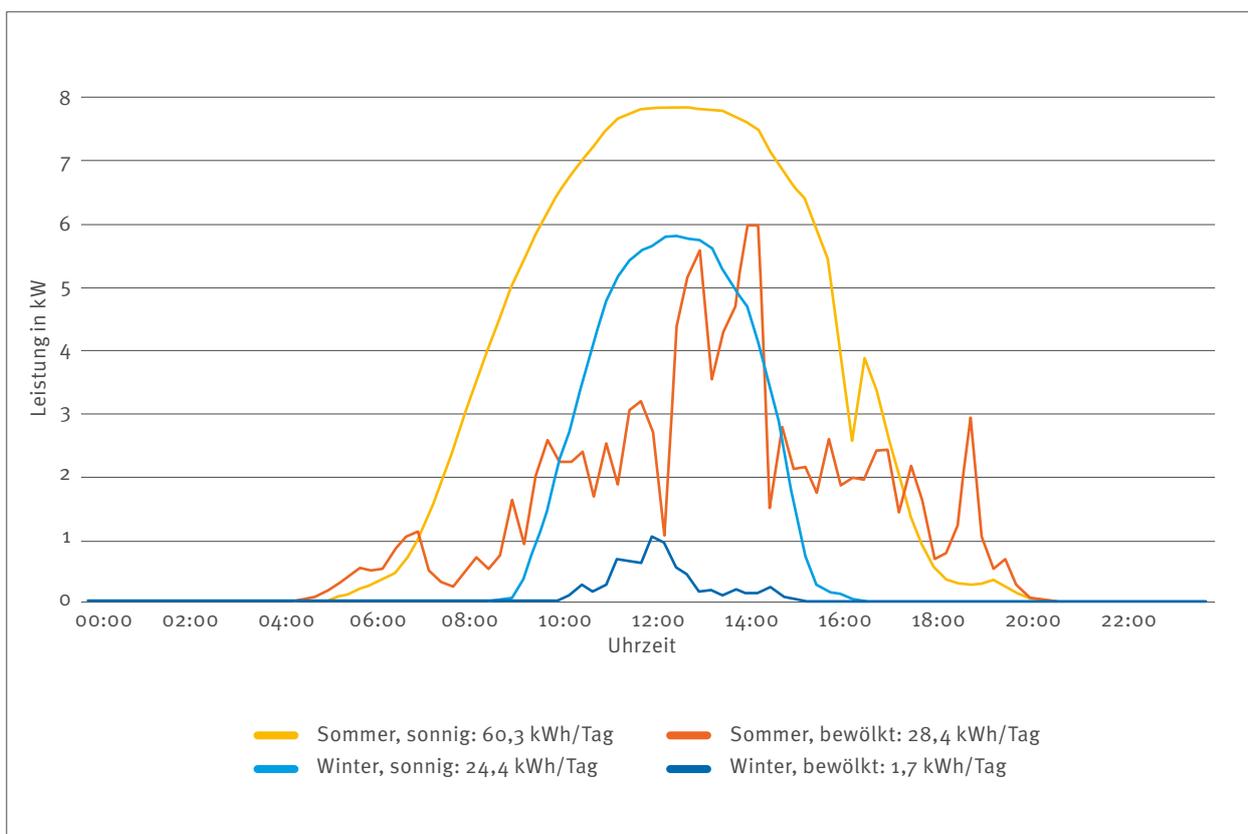
Die Sonne sollte möglichst ungehindert auf das Dach strahlen. Ganzjährige Verschattungen durch benachbarte Bauten oder Bäume können Ertragsminderungen von drei bis zehn Prozent verursachen. Auch schmale Schatten, beispielsweise von Leitungen oder Antennen, können eine starke Leistungsminderung zur Folge haben, da die Solarzellen innerhalb der Module in Reihe geschaltet sind. So bestimmt das schwächste Glied die Gesamtleistung. Der Einfluss der Verschattung ist bei der genauen Planung (eventuell mit einer Verschattungsanalyse) zu prüfen und bei der Modulbelegung auf dem Dach, Verschattung und Wechselrichterwahl zu beachten. Die Solarindustrie hat für derlei Anforderungen technische Varianten mit so genannten Optimierern entwickelt, so dass der negative Effekt kompensiert werden kann. Wenn möglich, versetzen Sie Antennen und andere Dachaufbauten. Von Gauben und Erkern sollte eine Modulbreite Abstand gehalten werden.

ERTRAGSSCHWANKUNGEN

Der Stromertrag der Anlage schwankt mit der Sonneneinstrahlung und den Jahreszeiten. Schließlich ist er abhängig von Umwelteinflüssen wie Verschattung, reflektierendem Licht und dem Verschmutzungsgrad der Module.

EIGENVERBRAUCH ODER VOLLEINSPEISUNG?

Der erzeugte Solarstrom kann vollständig ins öffentliche Netz eingespeist (Volleinspeisung) oder teilweise direkt im Haus genutzt werden (Eigenverbrauch), so dass nur der Überschuss an Solarstrom ins Netz fließt (Überschusseinspeisung).



Ertragsschwankungen in Abhängigkeit von Tageszeit, Jahreszeit und Witterung am Beispiel einer PV-Anlage mit 10 kWp und Südausrichtung

Seit der Neuregelung des EEG im Juli 2022 unterscheidet sich der Vergütungssatz für den ins Netz eingespeisten Strom für Volleinspeise- und Eigenverbrauchs-Anlagen. Bei größeren Dächern sind auch Kombinationen aus zwei Anlagen denkbar: Eine auf Eigenverbrauch optimierte Anlage und eine zweite Anlage zur Volleinspeisung. Damit wird eine viel bessere Ausnutzung der gesamten Dachfläche möglich.

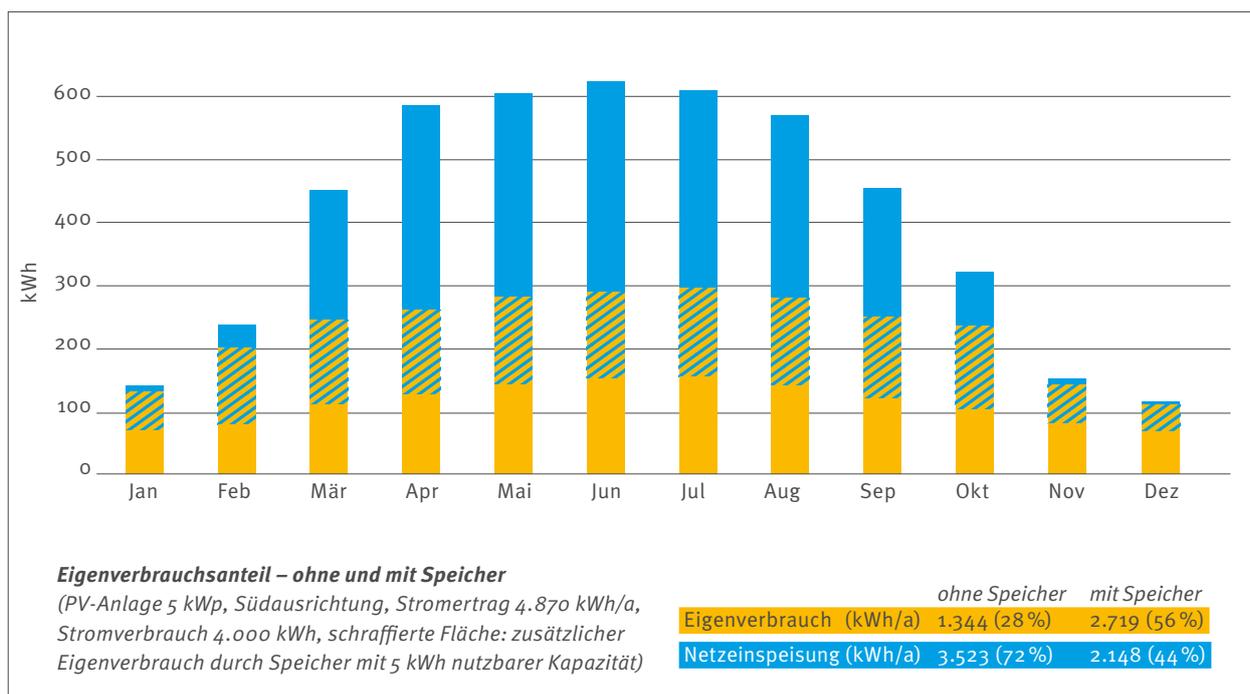
EIGENVERBRAUCH MIT ÜBERSCHUSSEINSPEISUNG

Jede Kilowattstunde Strom vom eigenen Dach, die direkt im Haus verbraucht wird, muss nicht gekauft werden. Dies verringert die Stromrechnung und macht unabhängiger von Strompreisänderungen. Es lohnt sich daher, einen möglichst großen Teil des Solarstroms selbst zu nutzen.

Die erzeugte Solarstrommenge wird in den seltensten Fällen genau mit dem momentanen Bedarf im Haushalt übereinstimmen. Daher ist eine hundertprozentige Deckung des eigenen Stromverbrauchs kaum möglich. Um einen möglichst hohen Eigenverbrauchsanteil zu erreichen, orientiert man sich bei der Planung der PV-Anlage am Stromverbrauch des Haushalts und dessen zeitlicher Verteilung (Lastgang). Als Faustformel für eine gute Eigenverbrauchsanlage kann man pro 1.000 kWh Haushaltsstromverbrauch ca. 2 kWp Photovoltaik

rechnen. Damit kann in der Regel ein Eigenverbrauch von 20–30% erreicht werden. Der Einsatz einer Wärmepumpe oder eines E-Fahrzeugs verbessert in der Regel den Eigenverbrauch. In diesen Fällen ist aber auch oft eine größere PV-Anlage sinnvoll. Die Grafik zeigt den möglichen Eigenverbrauch in einem Beispiel-Haushalt mit einem Stromverbrauch von 4.000 kWh und einer PV-Anlage mit 5 kWp. Je kWp PV-Anlage wird ein Ertrag von 950 kWh pro Jahr angenommen. Das ist ein guter durchschnittlicher Ertrag bei einer Südausrichtung.

Den Eigenverbrauchsanteil können Sie in einem gewissen Rahmen selbst direkt beeinflussen. Elektrische Geräte wie Wasch- und Spülmaschine sollten z.B. möglichst zu Sonnenzeiten laufen. Solche Geräte lassen sich oft zeitlich programmieren. So können sie bequem direkt den Sonnenstrom vom eigenen Dach viel besser nutzen. Ist die PV-Anlage mit einem Wechselrichter mit Energiemanagementeigenschaften ausgestattet, können einzelne Verbraucher im Haus automatisch zu Zeiten mit ausreichend Solarstrom betrieben werden. Bei günstigen Randbedingungen (Stromverbrauch, Geräteausstattung, Verschaltung) lässt sich der Eigenverbrauch so auf bequeme Weise steigern. Eine Wärmepumpe oder ein E-Auto können ebenfalls einen positiven Effekt auf den Eigenverbrauch haben. Auch wenn diese aktuell noch nicht zu Ihrem Haushalt gehören, sollten Sie eine zukünftige Nutzung des Stroms vom eigenen Dach für Wärme und Mobilität mitbedenken.



6 | Eigenverbrauch oder Volleinspeisung?

Batteriespeicher – ja oder nein?

Mit Hilfe von Batteriespeichern kann man den Eigenverbrauch im Haus deutlich erhöhen, indem man den gespeicherten Strom nachts sowie in den Morgen- und Abendstunden nutzt, wenn die PV-Anlage nur wenig oder keinen Ertrag liefert.

Der Kauf eines Speichersystems bedarf einer gründlichen Vorbereitung, um den passenden Speicher auszuwählen und das System gut auszulegen. Hierzu ist es zunächst sinnvoll, den eigenen tages- und möglichst auch jahreszeitlichen Verlauf des Haushaltsstromverbrauchs genauer zu betrachten. Wird der Stromzähler täglich morgens und abends abgelesen, erhält man wichtige Angaben zu den Tages- und Nachtverbräuchen im Haushalt. Eine Aufstellung der individuellen Geräteausstattung und Betrachtung der gewöhnlichen Nutzung, sind weitere Aspekte. Auf dieser Basis kann ein Planer oder der Installateur besser entscheiden, über welche nutzbare Kapazität und Entladeleistung der Speicher verfügen sollte. In Abhängigkeit vom Nutzerprofil, der PV-Anlagenleistung und dem Stromverbrauch sind Speichergößen von zwei bis zehn Kilowattstunden Speicherkapazität zu empfehlen.

Ein hoher Eigenverbrauch mit wirtschaftlich positivem Ergebnis wird grundsätzlich nur möglich sein, wenn die Stromspeicherkapazität und die Be- und Entladeleistung der Batterien gut auf die Leistung der PV-Anlage sowie den Haushaltsstrombedarf abgestimmt ist.

Die Anschaffung eines Speichersystems eignet sich vor allem für Neuinstallationen und für die Nachrüstung von PV-Anlagen, die seit dem Jahr 2011 in Betrieb sind, da für diese Anlagen die gesetzlich geregelte Einspeisevergütung nach dem EEG deutlich unter den aktuellen Strombezugskosten liegt. Daher ist jede selbst genutzte Kilowattstunde Solarstrom über die Stromkostensparnis höher »vergütet« als es nach den Regelungen des EEG der Fall ist.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb muss die Differenz zwischen Strompreis und Einspeisevergütung ausreichen, um die Kosten des Speichers zu decken. Dies ist im Einzelfall zu prüfen. Unterstützung dabei bietet die Energieberatung der Verbraucherzentrale Niedersachsen.

Neben der Erhöhung des Eigenverbrauchs kann ein Speicher durch entsprechendes Lademanagement auch zu einer Entlastung der Netze beitragen, indem die Leistungsspitzen der PV-Anlagen am Mittag ab-

gefangen werden. Weitere netzdienliche Leistungen, wie die Nutzung eines Teils der Speicherkapazität für die Bereitstellung von Regelenergie, könnten zukünftig auch weitere Erlöspotentiale für PV-Anlagen bringen. Einige Speichersysteme können eine Versorgung bei Stromausfall für eine gewisse Zeit sicherstellen. (…☞ Speichersysteme)

i Ein Einfamilienhaus mit einer installierten PV-Anlagenleistung von einem Kilowatt pro 1.000 Kilowattstunden Strombedarf kann sowohl einen Eigenverbrauchsanteil¹ als auch einen Autarkiegrad² von durchschnittlich etwa 30 Prozent erzielen. Wird zusätzlich eine nutzbare Speicherkapazität von einer Kilowattstunde pro 1.000 Kilowattstunden Strombedarf installiert, lässt sich der Eigenverbrauchsanteil auf 60 Prozent und der Autarkiegrad auf etwa 55 Prozent steigern.

¹ Eigenverbrauchsanteil gibt an, welcher Anteil des erzeugten Solarstroms direkt im Haus verbraucht wird.

² Autarkiegrad gibt an, welcher Anteil am gesamten Strombedarf durch den selbst erzeugten Strom gedeckt wird – entweder durch den Direktverbrauch des erzeugten Stroms oder durch Entladung aus dem Stromspeicher.

i Die Speicherkapazität sollte ca. 1 kWh pro 1.000 kWh Strombedarf betragen. Eine größere Kapazität kann sich auf Dauer auf die Leistungsfähigkeit des Speichers und die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage mit Speichersystem ungünstig auswirken. Hingegen kann es sinnvoll und wirtschaftlich sein, die PV-Anlage größer als 1 kWp pro 1.000 kWh Stromverbrauch zu dimensionieren, soweit genügend Dachfläche vorhanden ist. Damit leistet man einen weiteren Beitrag zur Energiewende.

VOLLEINSPEISUNG

Die höheren Vergütungen für die Volleinspeisung sollen eine vollständige Ausnutzung der Dachflächen attraktiv machen. Insbesondere für PV-Anlagen, bei denen eine Eigenversorgung nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist, wird hier eine Alternative geschaffen, das volle Potential der eigenen Dachfläche für die Energiewende einzusetzen. Die Inanspruchnahme der Volleinspeisevergütung sollte immer dann geprüft werden, wenn große Dachflächen und gleichzeitig nur ein geringer Stromverbrauch vorhanden sind. Liegt der zu erwartende Eigenverbrauch deutlich unter 20% des produzierten Stroms, ist in der Regel die Volleinspeisung wirtschaftlicher. Ein späterer Wechsel ins Eigenverbrauchs-Modell ist durch Ummeldung beim Netzbetreiber zu jedem neuen Kalenderjahr möglich. Bei Volleinspeiseanlagen sind Batteriespeicher nicht sinnvoll. Bei einem großen Dach kann es aber auch sinnvoll sein, die Fläche für zwei Anlagen aufzuteilen. Einen Teil kann man für den Eigenverbrauch nutzen und den anderen Teil für die Volleinspeisung. Auch so kann das gesamte Dach optimal genutzt werden.

Die Beratung der Verbraucherzentrale unterstützt Sie bei der Auswahl von Anlagengröße und Vergütungsmodell.

ANLAGENGRÖSSE UND -KOSTEN

Für die Installation von rund einem Kilowatt peak (1 kWp) Anlagenleistung werden bei Einsatz kristalliner Module etwa vier bis sechs Quadratmeter Fläche benötigt. Für die Wahl der richtigen Anlagengröße und Vergütungsart sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen:

- Je größer die Anlage desto geringer sind die Kosten je erzeugter Kilowattstunde Strom, da der Preis je 1 kWp installierte Leistung mit steigender Anlagengröße sinkt.
- Je größer die Anlage, desto höher ist der Autarkiegrad, d.h. der Anteil des Gesamtstromverbrauchs, der durch die PV-Anlage gedeckt wird. Gleichzeitig ist der Eigenverbrauchsanteil, d.h. der Anteil des produzierten Stroms, der selbst verbraucht werden kann, geringer.
- Je größer der Eigenverbrauchsanteil und je höher die (zukünftigen) Strompreise desto eher lohnt sich eine Anlage für den Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung.

Der aktuelle Vergütungssatz für Anlagen mit Eigenverbrauch liegt bei 8,11 ct/kWh¹ und damit in der Regel niedriger als die durch Kauf und Betrieb der Anlage entstehenden Kosten je kWh produziertem Strom. Solche Anlagen lohnen sich dadurch, dass die selbstverbrauchte Menge Strom nicht mehr aus dem Netz zugekauft werden muss und dadurch je kWh je nach Stromtarif 20–40 ct eingespart werden können. Der Strom aus Volleinspeiseanlagen wird mit 12,9 ct/kWh¹ vergütet. Diese Anlagen sind wirtschaftlich, wenn die Stromerzeugungskosten je kWh niedriger als 12,9 ct liegen.

Im Einzelfall wird künftig eine sorgfältige Abwägung nötig sein, um sich zwischen Volleinspeisung und Eigennutzung des solar erzeugten Stroms zu entscheiden. Ist ausreichend Dachfläche vorhanden, kann es sinnvoll und wirtschaftlich sein, die PV-Anlage bis 10 kWp oder größer zu dimensionieren. Insbesondere mit Blick auf die Anschaffung eines Elektroautos oder einer Wärmepumpe sollte die Anlage gleich zu Beginn richtig ausgelegt werden. Erhöht sich dadurch später der Stromverbrauch, kann immer noch von der Volleinspeisung in den Eigenverbrauch gewechselt werden. Aus ökologischer Sicht ist es unerheblich, ob der gesamte Strom ins Netz eingespeist oder teilweise selbst verbraucht wird, da in beiden Fällen die gleiche Menge konventionell erzeugter Strom ersetzt wird.

Kosten

Die Systempreise für Photovoltaikanlagen haben sich im Jahr 2023 deutlich reduziert und liegen für Anlagen bis 10 Kilowatt Leistung derzeit bei etwa 1.100 bis 2.000 Euro pro kWp (ohne Mehrwertsteuer). Muss die Elektroinstallation am Zählerkasten erneuert werden, können noch circa 2.000 bis 3.500 Euro zum Gesamtbetrag hinzukommen. Wir empfehlen unbedingt mehrere Angebote einzuholen.

Bei Speichersystemen auf Lithiumbasis liegen die Kosten aktuell zwischen 500 und 1.200 Euro pro nutzbarer Kilowattstunde Speicherkapazität (netto, inklusive Installation). In vielen Fällen kann ein Speichersystem heute wirtschaftlich eingesetzt werden.

¹ Anlagen bis 10 kWp

EEG UND FÖRDERUNG

Einspeisevergütung

Jede ins öffentliche Netz eingespeiste Kilowattstunde wird nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet. Es gilt für zwanzig Jahre der zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme aktuelle Vergütungssatz. Die Höhe der Vergütung richtet sich nach der Anlagengröße und dem Datum der Inbetriebnahme. Aktuell beträgt die Einspeisevergütung für Anlagen bis 10 kWp Nennleistung 8,11 ct/kWh für Anlagen mit Eigenverbrauch und 12,9 ct/kWh bei Volleinspeisung. Größere Anlagen erhalten für den Leistungsanteil über 10 kWp (bis 40 kWp) 7,03 ct/kWh bei Eigenverbrauch und 10,8 ct/kWh bei Volleinspeisung. Die Vergütungssätze werden seit dem 1.2.2024 für neu in Betrieb genommene Anlagen, halbjährlich um 1 % gesenkt.

Um die höhere Einspeisevergütung für die Volleinspeisung zu erhalten, muss der Anlagenbetreiber dem Netzbetreiber bis zum 1. Dezember des vorangegangenen Kalenderjahres bzw. vor der Inbetriebnahme der Solaranlage mitteilen, dass er den gesamten Strom in diesem Zeitraum in das Netz einspeist.

Die aktuellen Vergütungssätze sind auf der Internetseite der Bundesnetzagentur veröffentlicht unter: www.bundesnetzagentur.de/eeg-v

Weitere wichtige Regelungen im EEG:

- Alle Daten für die Abrechnung der Einspeisevergütung des Vorjahres sind dem Netzbetreiber bis zum 28. Februar eines Jahres zu übermitteln. Der Anspruch auf Einspeisevergütung entfällt, solange diese Mitteilungspflicht nicht erfüllt wird.
- Allgemein besteht die Möglichkeit, den erzeugten Strom an Dritte zu veräußern. Hierbei müssen jedoch sehr viele technische und rechtliche Voraussetzungen geklärt und erfüllt werden. Geeignete Ansprechpartner hierzu sind Fachunternehmen, Rechtsanwälte und Steuerberater.

Investitionsförderung

Die Bundesregierung fördert die Installation von PV-Anlagen und Batteriespeichern derzeit über das Angebot eines zinsvergünstigten Darlehens der KfW-Bank (Förderprodukt Nr. 270 »Erneuerbare Energien – Standard«). Die Beantragung erfolgt über Ihre Hausbank.

Informationen zu den Fördervoraussetzungen hält die KfW auf ihrer Internetseite bereit: www.kfw.de/270

Einen bundes- oder landesweiten Zuschuss für den Kauf einer PV-Anlage gibt es aktuell nicht. Mit der Senkung der Umsatzsteuer auf Null Prozent beim Kauf von PV-Anlagen bis 30 kWp wurde die Anschaffung von Anlagen jedoch deutlich günstiger gemacht (siehe Kapitel Steuern). Einzelne Kommunen fördern die Anschaffung von Batteriespeichern und PV-Anlagen mit Zuschüssen. Ein Anruf oder eine Internetrecherche bei der zuständigen Verwaltung ist hier zu empfehlen.

KOMPONENTEN EINER PHOTOVOLTAIKANLAGE

Die wesentlichen Komponenten einer Photovoltaikanlage sind der Solargenerator (Module), das Montagesystem, der Wechselrichter und ggf. das Speichersystem.

MODULE

Der Solargenerator besteht aus elektrisch verschalteten PV-Modulen, die wiederum jeweils aus mehreren miteinander verbundenen Solarzellen aufgebaut sind. In der Solarzelle findet die Umwandlung des Sonnenlichts in Solarstrom statt. Auf dem Markt vorhandene Modultypen unterscheiden sich vor allem in den eingesetzten Halbleitermaterialien der Solarzellen oder spezieller Technologien. Am weitesten verbreitet ist die kristalline Siliziumsolarzelle. Andere Halbleitermaterialien sind das amorphe Silizium (a-Si), Kupfer und Indium, Gallium und Selen oder Schwefel (CIS, CIGS) sowie Cadmiumtellurid (CdTe). Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über Modultypen und ihre Wirkungsgrade.

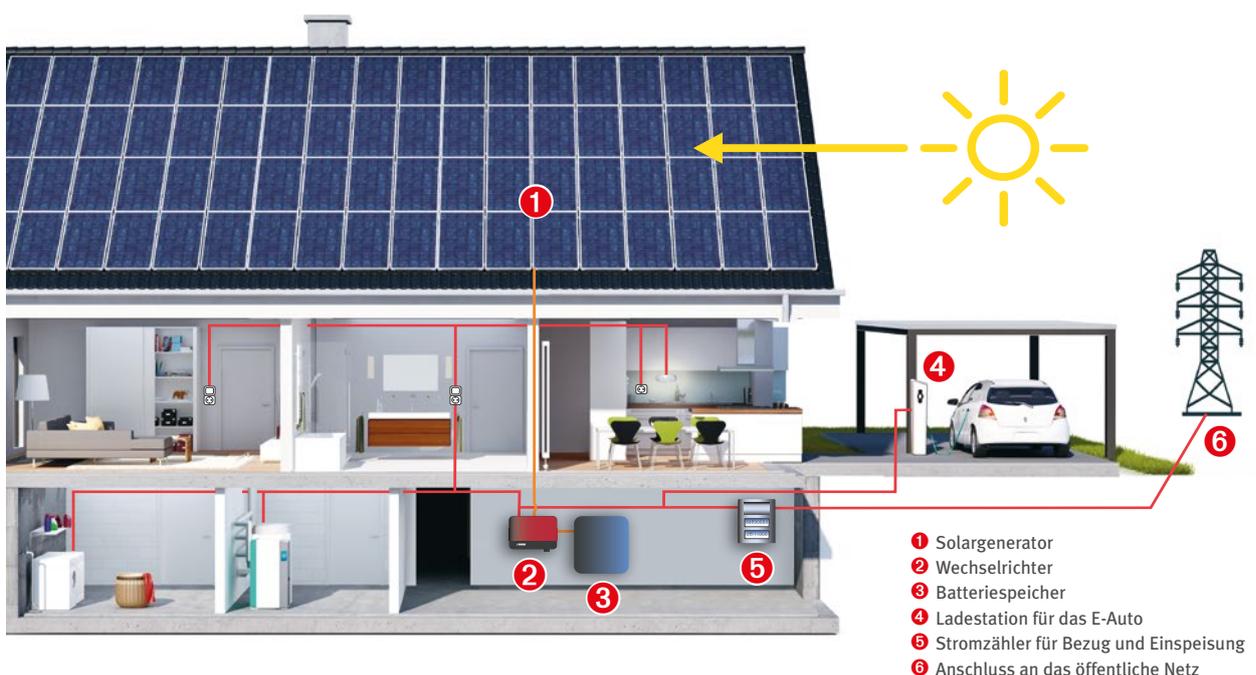
Modultypen differenziert nach Zellart	Wirkungsgrad
Kristalline Module (Marktanteil 85 %) ...❖ monokristalline Siliziumzellen ...❖ polykristalline Siliziumzellen	bis 23 % bis 20 %
Dünnschichtmodule	bis 18 %
Hybridzellen Kombination aus kristallinem und amorphem Silizium	bis 25 %

Die elektrische Leistung eines Solarmoduls nimmt mit steigender Temperatur ab. Daher ist bei Konstruktionen mit einer schlechteren Hinterlüftung der Module und somit sich leichter bildendem Wärmestau mit geringeren Erträgen zu rechnen. Der Temperaturkoeffizient wird für die elektrischen Kennwerte (Strom, Spannung, Leistung) ermittelt und gibt an, um wieviel Prozent die Modulleistung abnimmt, wenn sich die Modultemperatur um ein Grad erhöht. Typischerweise liegt er bei höchstens $-0,5$ Prozent pro Grad. Je näher der Leistungskoeffizient bei Null liegt, umso geringer wirkt sich eine Temperaturerhöhung aus. Gute Werte liegen bei $-0,4$ Prozent und darunter.

Der Modulwirkungsgrad gibt das prozentuale Verhältnis von elektrischer Leistungsabgabe eines Moduls zur Leistung des eingestrahnten Lichts unter Standard-Testbedingungen an. Er hängt wesentlich von den Zelltypen, den sonstigen eingesetzten Materialien (z. B. in der Reflexionsschicht) und der Bauweise (z. B. bei der Zellverschaltung) ab.

Die Leistungstoleranz und der Temperaturkoeffizient beschreiben weitere Eigenschaften von Modulen. Die Leistungstoleranz schwankt herstellungsbedingt und bezeichnet die mögliche Abweichung von der Nennleistung des Solarmoduls. Üblich sind heute nur noch positive Abweichungen von bis zu etwa drei Prozent.

Sonder- und Spezialmodule sind Solardachziegel oder transparente Glasmodule zur Fassadenintegration. Es gibt auch farbige Module (z.B. für den Einsatz bei denkmalgeschützten Dächern) oder teiltransparente Glas-Glas-Module (z.B. einsetzbar für Terrassenüberdachungen oder als Verschattung für Südfenster). Standardmodule gibt es mit und ohne Rahmen zur Aufdachmontage oder Dachintegration. Bei gerahmten Modulen kann es bei flacher Neigung zu Ertragseinbußen und Modulschäden kommen, da sich dann Wasser und Schmutz in der Rahmenkante sammeln kann. Bei flachen Dachneigungen sind deshalb rahmenlose Module vorteilhaft; von diesen kann das Regenwasser besser ablaufen.



10 | Komponenten einer Photovoltaikanlage

Auch die Stabilität der Module selbst variiert. Die Belastbarkeit des Moduls wird von Dicke und Qualität des Glases sowie der Rückseitenausführung bestimmt. Glas statt Folie auf der Modulrückseite erhöht den Schutz und kann die Lebensdauer positiv beeinflussen.

Die Entscheidung für einen bestimmten Modultyp hängt in erster Linie von Preis und Wirkungsgrad ab. Wer viel Platz und gute Lichtverhältnisse hat, kann eine größere Fläche von Modulen mit einem niedrigeren Wirkungsgrad zu einem günstigeren Preis verbauen. Bei Dachflächen, wie sie im Wohngebäudebereich typisch sind, kommen vor allem die kristallinen Module zum Einsatz.

WECHSELRICHTER

Der Wechselrichter wandelt den von den Modulen erzeugten Gleichstrom (DC: Direct Current) in gewöhnlichen Wechselstrom (AC: Alternating Current) um, der im Haushalt genutzt oder ins Netz eingespeist werden kann. Weiterhin erfüllt der Wechselrichter Funktionen, die für die Überwachung und Sicherheit der Anlage wichtig sind.

Die Leistung von Solargenerator und Wechselrichter müssen aufeinander abgestimmt sein, damit die Anlage optimal arbeitet. Die Leistung, die der Wechselrichter langfristig aufnehmen kann (= Nennleistung DC), sollte bei einer Anlage mit optimaler Ausrichtung nicht unter der Leistung des Solargenerators liegen. Andernfalls gehen bei hoher Einstrahlung Stromerträge verloren. Bei Anlagen, die ihre Spitzenleistung aufgrund der Standortbedingungen nie erreichen können, wie es etwa auch bei nach Osten oder Westen ausgerichteten Anlagen der Fall ist, muss die Leistung des Wechselrichters besonders sorgfältig an die Solarleistung angepasst werden.

Die Nennleistung AC gibt an, wie viel Wechselstrom permanent in das Netz eingespeist werden kann. Die Umwandlung in Wechselstrom geschieht, wie bei allen Energieumwandlungen, nicht ohne Verluste. Deshalb ist die DC-Leistung am Eingang eines Wechselrichters größer als der AC-Wert am Ausgang. Photovoltaikanlagen arbeiten wegen der tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Sonneneinstrahlung meist im Teillastbereich. Deshalb sollten Wechselrichter bereits ab einer Auslastung von zehn Prozent der Nennleistung des Solargenerators hohe Wirkungsgrade von über 90% erreichen.

Zum Vergleich sollte nicht der maximale Wirkungsgrad herangezogen werden, sondern der Europäische Wirkungsgrad, der die unterschiedliche Sonneneinstrahlung im Jahresverlauf und die damit verbundenen Schwankungen im Leistungsbereich der Wechselrichter berücksichtigt und einen durchschnittlichen Wirkungsgrad bei mitteleuropäischen Einstrahlungsverhältnissen wiedergibt. Sehr gute Wechselrichter können mittlere Wirkungsgrade von über 96% erreichen.

Der Wirkungsgrad des Wechselrichters hängt auch von der Temperatur und damit vom Standort ab. Räume, die sich im Sommer stark erhitzen sind wenig geeignet. Beste Umgebungsbedingungen sind eine gleichbleibend kühle Temperatur und niedrige Luftfeuchtigkeit sowie eine staubfreie Umgebung. Der Wechselrichter sollte gut zugänglich angebracht sein, um eine regelmäßige Kontrolle zu erleichtern. Beachten Sie auch, dass bei manchen Modellen störende Betriebsgeräusche auftreten können.

Beim Einsatz von Batteriespeichern werden häufig sogenannte **Hybrid-Wechselrichter** eingesetzt. An diesen Wechselrichter-Typ können Batteriespeicher direkt gleichstromseitig angeschlossen werden, so dass ein zusätzlicher Batteriewechselrichter nicht nötig ist (...❖ Speichersysteme). Auch wenn vorerst kein Speicher installiert werden soll, kann durch die Wahl eines Hybridwechselrichters eine spätere Nachrüstung deutlich vereinfacht werden. Einige Hersteller bieten Systeme an, in denen Hybridwechselrichter und Speicher in einem Gehäuse vereint sind.

TIPP Zur Überwachung der Leistungsfähigkeit sollte der Wechselrichter mit einer Anzeige ausgestattet sein, an der man die Betriebsdaten ablesen kann. Gegen Aufpreis gibt es PC-Schnittstellen zur ausführlichen Auswertung und Einrichtungen zur Fernabfrage.

Große Anlage? Einspeisemanagement

Um bei einer möglichen Netzüberlastung den Zufluss an Strom abregeln zu können, müssen Photovoltaikanlagen ab 25 kWp so ausgestattet sein, dass der Netzbetreiber bei Netzüberlastung die Stromeinspeisung am Wechselrichter mit einem sogenannten Funkrundsteuerempfänger (fern-)regeln kann. Die Kosten dafür trägt der Anlagenbetreiber.

Achten Sie bei einer entsprechend großen Anlage darauf, dass die erforderliche Technik bereits im Angebot enthalten ist.

SPEICHERSYSTEME

Batterien werden immer mit Gleichstrom ge- bzw. entladen. Das Speichersystem besteht daher immer aus der eigentlichen Batterie und einem Wechselrichter, der den zwischengespeicherten Strom wieder in Wechselstrom umwandelt. Bei einem speziell dafür ausgelegten Solarwechselrichter (Hybrid-Wechselrichter) wird der Batteriespeicher auf der Gleichstromseite (DC-Kopplung) der PV-Anlage angeschlossen. Alternativ kann der Anschluss hinter dem Solarwechselrichter auf der Wechselstromseite (AC-Kopplung) erfolgen. Bei der AC-Kopplung ist zusätzlich noch ein Batteriewechselrichter erforderlich, welcher den bereits zu Wechselstrom umgewandelten Solarstrom (Gleichstrom) zur Speicherung nochmals in Gleichstrom umwandelt. AC-Systeme haben daher höhere Umwandlungsverluste. Sie eignen sich besonders für die einfache Nachrüstung, da sie sehr flexibel auf die vorhandenen Wechselrichter der PV-Anlage ausgelegt werden können. DC-Systeme benötigen nur einen Hybrid-Wechselrichter, haben einen geringeren Platzbedarf und sind etwas effizienter als die AC-gekoppelten Systeme.

Im Wechselrichter integriert ist ein Batterieladeregler, der Be- und Entladung steuert. Das Lademanagement erfolgt bei vielen Speichern auf der Grundlage von Wetterdaten und dem prognostizierten Stromverbrauch. Statt den Speicher direkt morgens vollständig zu laden, kann an einem sonnigen Tag die Beladung über den Tag verteilt erfolgen. Dies kann sich positiv auf



Lithium-Speichersystem

die Lebensdauer auswirken und entlastet das Stromnetz, da so die Einspeisespitzen zur Mittagszeit etwas reduziert werden. Eine Anzeige, die den Ladungszustand des Speichers und die Tages- oder Wochenverläufe zum Beispiel über eine App ausgeben kann, ist ein komfortables Instrument zur Überwachung der Speicherfunktion und der erreichten Eigenverbrauchsquote.

i Die beschriebenen Umwandlungsverluste und der Eigenverbrauch des Speichers, zum Beispiel für die Ladeelektronik, führen zu einem Mehrverbrauch, der bei 200 kWh pro Jahr liegen kann. Bei der Speicherauswahl sollten die Angaben zur Leistung verschiedener Speicher im Leerlauf miteinander verglichen werden. Durch die Auswahl eines Speichers mit geringer Leistung im Leerlauf werden Stand-by-Verluste niedrig gehalten.

Notstromfähigkeit

Einige Speichersysteme werden – in der Regel gegen einen Aufpreis von 1.000 bis 2.000 € – mit einer Notstromfunktion angeboten, die den Haushalt im Falle eines Stromausfalls mit dem gespeicherten Strom versorgen kann. Je nach System wird nur die Notfallversorgung auf einer Phase oder die komplette Versorgung des Hausnetzes auf allen drei Phasen ermöglicht. Die Notstromversorgung ist begrenzt auf die gespeicherte Strommenge und ggf. die Nachladung aus der PV-Anlage. Das Nachladen während eines Stromausfalls ist jedoch nicht bei allen Systemen möglich. Insbesondere im Winter ist möglicherweise die erzeugte Strommenge gar nicht ausreichend, um den normalen Verbrauch zu decken. Stromausfälle sind in Deutschland eher selten. Im Schnitt waren 2021 Stromverbraucher in Deutschland nur 12,7 Minuten vom Netz getrennt. (<https://de.statista.com/infografik/28630/versorgungsunterbrechung-je-stromverbraucher-in-deutschland/>) Überlegen Sie genau, ob eine Notstromfunktion für Sie nötig und sinnvoll ist.

Eigenschaften, Vorzüge und Schwächen der Batterietypen

Das aktuell für den Einsatz in Privathaushalten bestehende Speicherangebot konzentriert sich auf Speichersysteme mit Lithium-Ionen-Batterien. Blei-Batterien sind zwar auch noch auf dem Markt verfügbar, allerdings finden sie im Wohngebäudebereich keine große Anwendung und sind hier technisch den Lithium-Ionen-Speichern unterlegen. Lithium-Speicher sollten insbesondere die Anforderungen des »Sicherheitsleitfadens Li-Ionen-Hausspeicher« erfüllen. Die Einhaltung sollte über ein entsprechendes Produktzertifikat vom Hersteller nachgewiesen werden. Nähere Informationen zum Sicherheitsleitfaden gibt es auf den Internetseiten des Bundesverband der Solarwirtschaft: www.solarwirtschaft.de oder des Bundesverband Energiespeicher: www.bves.de.

Lithium-Ionen-Batterien

Typen

- Lithium-Eisen-Nanophosphat (LiFePO_4 , besonders hohe Zyklenfestigkeit, viele Hersteller).

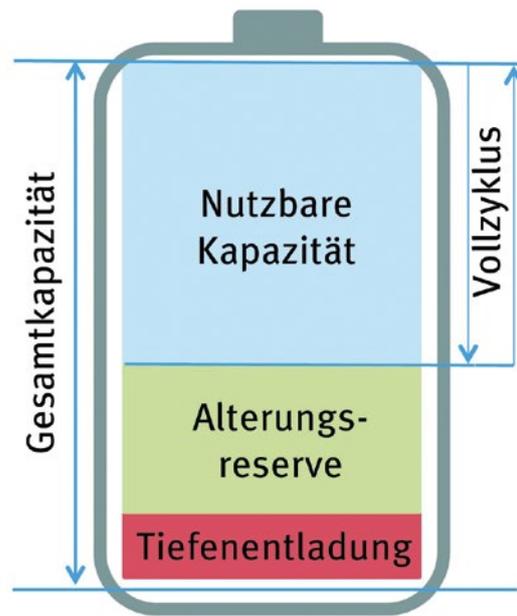
Nur wenige Hersteller:

- Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Akku (Li-NMC),
- Lithium-Mangan-Oxid (LiMn_2O_4),
- Lithium-Titanat-Oxid (LTO – $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)

Eigenschaften

- **Vollzyklen: 4.000 bis 15.000**
- **Entladetiefe 80 bis 90 Prozent.**
- **Bewährte Qualität. Hohe Zyklenzahl, fast vollständige Entladung möglich.**
- **Höhere Erstinvestition, wenig Langzeiterfahrung bezüglich Haltbarkeit.**

Eine wichtige Herstellerangabe ist die maximale Entladetiefe sowie die nutzbare Batteriekapazität². Außerdem wird eine Zyklenzahl (Anzahl der Be- und Entladungen) angegeben, nach welcher die Kapazität der Batterie auf 80 Prozent der Gesamtkapazität gesunken ist. Die Zyklenzahl sinkt mit steigender Umgebungstemperatur. Es werden am Aufstellort Raumtemperaturen von maximal 20°C bis 25°C empfohlen. Ein Durchschnittshaushalt benötigt im Jahr rund 250 Zyklen. Bei Lithiumbatterien wird meist die kalendarische Alterung das Ende der Lebensdauer bestimmen, bevor die mögliche Zyklenzahl von 4.000 bis 15.000 Be- und Entladungen erreicht wird. Es wird heute bei Lithium-Heimspeichern von einer Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren ausgegangen.



² *Kapazität: Kenngröße für die gespeicherte Ladung in Kilowattstunden [kWh]. Es wird unterschieden zwischen der maximalen Nennkapazität und der nutzbaren Kapazität für eine maximale Lebensdauer der Batterie.*

MESSTECHNIK

Die Erfassung von Netzeinspeisung, Eigenverbrauch und Solarertrag kann unterschiedlich erfolgen. Für den Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung wird der Messstellenbetreiber, der seit 2017 nicht mehr identisch mit dem Netzbetreiber sein muss, den vorhandenen Haushaltsstromzähler durch einen digitalen Zweirichtungszähler ersetzen. Dieser erfasst sowohl den Strombezug aus dem Netz als auch den eingespeisten Strom.

Bei Volleinspeisung ist zusätzlich zum vorhandenen Bezugszähler für den Haushaltsstrom ein weiterer geeichter Zweirichtungszähler für die Erfassung der Einspeisung erforderlich.

Für Anlagen mit mehr als 7 kWp ist ein sogenanntes Intelligentes Messsystem (Smart Meter) Pflicht. Auch für kleinere Anlagen können Netzbetreiber den Einbau bestimmen. Dies kann je nach Anlagengröße zu jährlichen Zählerkosten von bis zu 100 Euro führen. Gesetzlich sind für intelligente Messsysteme Preisobergrenzen festgelegt, die von der Menge des verbrauchten Stroms beziehungsweise von der Leistung der PV-Anlage abhängen.

Die Ausführungen sind grundsätzlich mit dem Messstellenbetreiber bzw. Netzbetreiber abzustimmen. Bei größeren PV-Anlagen und der Kombination mehrerer Anlagen kann unter Umständen zusätzlich ein separater Erzeugungszähler notwendig sein. Bei kleinen Anlagen reicht zur Kontrolle die Messung und Anzeige des Wechselrichters aus.

MONTAGE, BLITZ- UND BRANDSCHUTZ, INBETRIEBNAHME

Vom TÜV geprüfte Montagesysteme gewährleisten die Qualität bei fachgerechter Montage. Gegebenenfalls muss diese überprüft werden, besonders bei einer selbst durchgeführten Installation. Wichtig ist vor allem die Begutachtung des Dachstuhls und der Eindeckung. Statik und Stabilität müssen auch bei Wind und Schneelasten für das Zusatzgewicht der Solarmodule geeignet sein. Anzahl und Ort der Befestigungspunkte müssen angemessen gewählt werden.

Eine Montage auf Asbestzementdächern ist grundsätzlich verboten; hier muss zunächst fachgerecht saniert werden. Nähere Auskünfte hierzu geben die Abfallberatungen der Stadt- und Kreisverwaltungen.

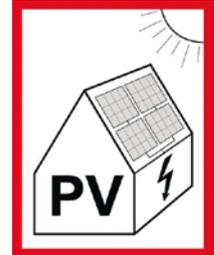
Ein besonderer **Blitzschutz** ist für Photovoltaikanlagen nicht notwendig. Bei vorhandener Blitzschutzanlage sollten die Module jedoch mit einem Mindestabstand von 50 cm zum Blitzableiter und anderen Metallgegenständen angebracht werden. Zum Schutz der vorhandenen Hauselektrik ist der Einbau eines sogenannten Überspannungsableiters im zentralen Anschlusskasten (Sicherungskasten) erforderlich. Dieser verhindert Spannungsspitzen und damit verbundene Schäden, sollte der Blitz in der Umgebung ihres Gebäudes einschlagen.

Fachgerecht installierte und gewartete Photovoltaikanlagen bedeuten keine erhöhte Brandgefahr. Im Fall eines Brandes wird die PV-Anlage mit dem vorgeschriebenen DC-Freischalter getrennt und der Wechselstromkreis abgeschaltet.

Die wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen zum **Brandschutz** sind die fach- und brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von

PV-Anlagen. Zur Kennzeichnung und Dokumentation ist ein Hinweisschild am Hausanschlusskasten anzubringen. Weiterhin ist ein Übersichtsplan, aus dem die Lage der spannungsführenden Leitungen oder der Freischalteinrichtungen hervorgeht, in der Hausverteilung bzw. am PV-Einspeisepunkt aufzubewahren.

Weitergehende Informationen zum Thema brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung finden Sie im Internet: www.pv-brandsicherheit.de



Die **Inbetriebnahme** einer PV-Anlage darf nur von einer Elektrofachkraft vorgenommen werden. Unbedingt erforderlich ist ein Protokoll über die Inbetriebnahmeprüfung durch den Fachbetrieb. Es dokumentiert die Funktionstüchtigkeit der Anlage und hat somit haftungsrechtliche Bedeutung.

Eine Einweisung in alle wichtigen Funktionen der Anlage muss in jedem Fall durch den Installateur erfolgen. Neben der mündlichen Einweisung muss der Fachbetrieb eine vollständige schriftliche Anlagendokumentation übergeben. Diese wird für spätere Wartungs- oder Reparaturarbeiten benötigt und muss den Mindestanforderungen nach DIN EN 62446 genügen. Die Dokumentation hat insbesondere alle bautechnischen Nachweise über die Standsicherheit der Anlage, Hinweise zu Betrieb und Wartung, als auch Angaben über die brandschutzgerechte Installation und Kennzeichnung zu enthalten.

Der Zentralverband der Deutschen Elektro und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH) hat für diesen Zweck ein PV-Anlagenprotokoll und auch ein PV-Speicherprotokoll entwickelt. Darin wird vom Handwerksbetrieb dokumentiert, dass die Anlage nach dem Stand der Technik geplant und installiert wurde und bei der Übergabe ordentlich funktioniert.

VERGLEICH VON ANGEBOTEN

Marktübersichten und Testberichte im Internet geben einen ersten Überblick über die verfügbare Technik. Das letztendliche Angebot erstellt in der Regel der Elektrofachbetrieb, der die Anlage installieren soll.

14 | Vergleich von Angeboten

Es sollten mindestens drei Angebote bei verschiedenen Fachbetrieben eingeholt werden. Laden Sie die Anbieter dafür zu je einem Vor-Ort-Termin ein, damit Sie ein detailliertes Angebot mit einer für Sie passenden Anlagenauslegung erhalten. Der Preis ist jedoch nicht das wichtigste Vergleichskriterium – vor allem sollten Sie die Angebote auf Vollständigkeit prüfen. Alle Teile, von den Modulen bis zum Montagezubehör, sollten mit genauer Typenbezeichnung und Herstellerangaben im Angebot benannt sein. Sie sollten sich unbedingt aufstellen lassen, was etwa bei der Montage enthalten ist und was nicht. Eine fehlende Beschreibung kann im Nachhinein zusätzliche Kosten verursachen oder zur Installation minderwertiger Teile führen.

Der TÜV Rheinland führt im Internet eine Zertifikatsdatenbank geprüfter Module und Montagesysteme: www.certipedia.com.

Marktübersichten mit weiteren umfangreichen Informationen zu Batteriespeichersystemen gibt es unter folgenden Internetadressen:

- **C.A.R.M.E.N. – Marktübersicht:**
<https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/>
- **Pv magazine – Marktübersicht:**
<https://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/batteriespeicher/>
- **HTW Berlin – Stromspeicher-Inspektion:**
<https://solar.htw-berlin.de/themen/stromspeicher-inspektion/>

Bauteil	Empfehlenswerte Angaben im Angebot
Module	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Stückpreis, Nennleistung, Zelltyp, Schutzklasse, CE-Richtlinien, Produktgarantie, Datenblatt
Wechselrichter	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Stückpreis, Nennleistung und max. Leistung AC/DC, Netzüberwachung (VDE 0126), Europäischer Wirkungsgrad, Produktgarantie, Gehäuseschutzart, Datenblatt, Angabe der Einspeisung: ein- oder drei-phasig
Montagesystem	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Gesamtpreis, Ausführung: einlagig oder Kreuzverbund, Dacheindeckung (z. B. Pfanneneindeckung), Dachhaken: Anzahl, Material, Materialstärke, Korrosionsbeständigkeit, Gestell- und Bauwerksstatik
Kabel und Steckverbinder	Hersteller, Typenbezeichnung, Querschnitt, Gesamtpreis
Speichersystem	Hersteller, exakte Typenbezeichnung, Gesamtpreis. AC-Kopplung oder DC-Kopplung. Zelltyp, nutzbare Speicherkapazität, technisches Datenblatt (Lade-/Entladeleistung, max. Entladetiefe, Zyklenzahl, kalendarische Lebensdauer, Lade- u. Entladewirkungsgrad). Garantien: Zeitwertersatzgarantie.
Sonstiges	Ertragsüberwachungssystem, Blitzschutz, Zählerschrank und Einspeisezähler.
Montage/ Installation	Befestigung und Verkabelung der Module, Aufbau Unterkonstruktion, Montage Wechselrichter, Verlegung der Kabel, Verschaltung der Komponenten, ggf. Einbauten in Zählerschrank, Wand- oder Deckendurchführungen von Kabeln, Sicherung
Service	Abwicklung Netzanschlussprüfung mit Netzbetreiber, Funktionsnachweis, Anlagendokumentation, Abnahme (inkl. Protokoll), Einweisung des Kunden, Ertragsprognose.
Preis, Konditionen, Formalien	Gesamtpreis netto/brutto, Zahlungsbedingungen, Liefertermin, Dauer der Installation, Termin der Betriebsbereitschaft, Verbindlichkeitsfrist, Sondervereinbarungen, Einschränkungen, Angebotsnummer, vollständige Adresse von Anbieter und Kunde

Prüfen Sie, ob die Angaben aus der Tabelle aus Ihren Angebotsunterlagen hervorgehen. Hilfe bei der Analyse von Angeboten erhalten Sie in der Energieberatung der Verbraucherzentrale.

GARANTIEN, RECHT UND VERTRÄGE

GARANTIEN

Die Gewährleistungsfrist ist gesetzlich vorgeschrieben: sie beträgt bei Auf-Dach-Anlagen zwei Jahre, bei In-Dach-Anlagen fünf Jahre. Während dieser Fristen muss der Installateur für den einwandfreien Betrieb der Photovoltaikanlage einstehen und gegebenenfalls Nachbesserungen vornehmen oder die Anlage austauschen.

Nahezu alle Hersteller geben eine Leistungsgarantie. Eine Leistungsgarantie sichert eine festgelegte Leistung für Laufzeiten von 10 bis 25 Jahren zu. Da die Module herstellungsbedingt Leistungstoleranzen aufweisen, ist es wichtig zu prüfen, welche Leistung für jeweils welchen Zeitraum garantiert wird. Hersteller von Solarstrom-Modulen geben immer häufiger Produktgarantien, die über die zweijährige gesetzliche Gewährleistung hinausgehen. Eine Garantie bis zu zehn Jahren oder eine garantierte Modulleistung bis zu 30 Jahren sind keine Seltenheit mehr.

Da ein Batteriespeicher auf eine lange Laufzeit ausgelegt ist, sind auch hier umfassende Garantien

 Da Garantiefälle bei den Modulen eher in den ersten Jahren vorkommen, ist es wichtig, auf geringe Leistungstoleranzen und gute Ersatzleistungen des Herstellers im Garantiefall zu achten und nicht nur auf lange Laufzeiten.

Neben dem Solargenerator stellt der Wechselrichter die am meisten beanspruchte Anlagenkomponente dar, die eine in der Regel kürzere Lebensdauer als die Module auf dem Dach aufweist. Daher sollten Garantieleistungen und Service (Wartung, Austausch defekter Teile) unbedingt vor dem Kauf geklärt sein. Standardgarantien liegen meist bei fünf Jahren, Garantieverlängerungen bis zu zehn Jahren sind teilweise gegen Aufpreis zu haben und durchaus empfehlenswert.

unabdingbar. Diese werden auf eine kalendarische, also in Jahren gemessene Lebensdauer gewährt und/oder auf eine Mindestzahl an Vollzyklen der Be- und Entladung. Welche der beiden Größen eher erreicht ist, hängt vom Nutzungsverhalten ab. In den meisten Fällen ist es die kalendarische Angabe.

Wichtig: Entscheidend ist nicht die vom Hersteller geschätzte, sondern die von ihm garantierte Lebensdauer! Empfehlenswert ist eine Garantie für mindestens zehn Jahre auf die Batterie.

 Garantien werden – im Gegensatz zu gesetzlichen Gewährleistungsrechten – von Herstellern freiwillig eingeräumt. Deren genaue Bedingungen können die Unternehmen weitestgehend selbst festlegen. Beim Kauf sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass eine schriftliche Garantieurkunde ausgehändigt wird, in der die exakten Garantiebedingungen zu finden sind, wie etwa Angaben zum Garantiegeber sowie zur Dauer und zum Inhalt der Garantie.

RECHT UND VERTRÄGE

Baugenehmigung: Laut § 60 der Niedersächsischen Bauordnung sind Solarenergieanlagen und Solarkollektoren, die in, an oder auf Dach- oder Außenwandflächen von Gebäuden, die keine Hochhäuser sind, genehmigungsfrei. Wer eine Solaranlage an der Grenze zum Nachbarn bauen möchte, muss weitere Regelungen und örtliche Bauvorschriften beachten. Ist das Dach nicht für die Installation geeignet (z.B. Reetdach), kann man nach der jüngsten EEG-Novelle auch eine Anlage im Garten bauen und Einspeisevergütung erhalten. Vor dem Bau ist allerdings in der Regel die Zustimmung des örtlichen Bauamtes erforderlich.

Meldung bei der Bundesnetzagentur im Marktstammdatenregister: Alle Photovoltaikanlagen und Batteriespeicher sind der Bundesnetzagentur zu melden. Netzbetreiber sind nur gegenüber gemeldeten Anlagenbetreibern verpflichtet, die Einspeisevergütung in vollem Umfang zu zahlen. Die Meldung muss innerhalb eines Monats nach Inbetriebnahme unter www.marktstammdatenregister.de erfolgen. Dort finden Sie auch umfangreiche Informationen zu den gesetzlichen Regelungen und den benötigten Daten für die Registrierung.

Einspeisevertrag: Nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist der Stromnetzbetreiber verpflichtet, den Strom von PV-Anlagen abzunehmen. Die meisten Netzbetreiber schlagen den Abschluss eines Einspeisevertrags vor.

Was Sie wissen sollten, falls Sie von Ihrem Netzbetreiber einen Einspeisevertrag vorgelegt bekommen: Der Abschluss eines Einspeisevertrages kann nicht erzwungen werden. Die Einspeisung muss ab dem Datum des Anschlusses der Anlage an das Netz und deren Inbetriebnahme zu den gesetzlich geregelten Bedingungen vorgenommen werden.

Mit einem Einspeisevertrag können Sie aber Rechtsklarheit schaffen und etwaige zukünftige Streitpunkte mit dem Netzbetreiber vermeiden. Der Vertragstext unterliegt grundsätzlich der Vertragsfreiheit, allerdings mit der Maßgabe, dass die gesetzlich vorbestimmten Elemente des EEG nicht verändert werden dürfen oder auf sie verzichtet werden kann. Was die Dauer des Einspeiseverhältnisses (20 Jahre plus das Jahr der Inbetriebnahme) und die Einspeisevergütung angeht, sind die gesetzlichen Vorgaben bindend. Wichtigster Punkt im Einspeisevertrag ist regelmäßig eine Vereinbarung über Haftungsobergrenzen im Schadensfall, der für beide Seiten fair formuliert werden sollte.

NACH DER INBETRIEBNAHME: EINWEISUNG, KONTROLLE UND WARTUNG

Als künftiger Betreiber einer PV-Anlage mit Speicher sollte man unbedingt auf eine gründliche Einweisung in die Funktionsweise und Kontrolle der Anlage sowie in die Wartungsanforderungen des Herstellers bestehen. Klären Sie bereits bei Auftragsvergabe, ob und wie eine Unterstützung und Wartung durch den installierenden Elektrofachbetrieb erfolgen kann.

Gut geplante und installierte Anlagen sind in der Regel wartungsarm. Nach einem Jahr sollte aber eine erste Betriebskontrolle durch den Fachbetrieb erfolgen. Diese umfasst eine Kontrolle der Schutzeinrich-



tungen und sämtlicher Anlagenteile, die durch Witterungseinflüsse oder Tiere beschädigt werden können. Dachdurchdringungen, Abdichtungen und das Montagesystem sind ebenfalls zu kontrollieren. Für Batteriespeicher geben Hersteller Wartungsintervalle von ein bis zwei Jahren vor. Weitere Wartungsintervalle sollten je nach örtlichen Gegebenheiten und Anlagengröße mit dem Fachbetrieb festgelegt werden.

Keine Solaranlage ist vor Betriebsausfällen gefeit. Schatten, Schmutz oder Montagefehler können zur Ertragsminderung führen. Daher hier einige Hinweise auf mögliche Störungsursachen und ihre Behebung.

- Wenn trotz Sonnenschein zu wenig oder kein Strom erzeugt und eingespeist wird, ist das ein erster Hinweis dafür, dass mit der Anlage etwas nicht stimmt. Einfachste und wichtigste Kontrollmöglichkeit ist daher das monatliche Ablesen des Einspeisezählers und der Vergleich des abgelesenen Werts mit der Prognose aus den Planungsunterlagen.
- Empfindlichstes Bauteil der Anlage ist der Wechselrichter. Fast alle Geräte haben ein Display, auf dem Status- und Fehlermeldungen angezeigt werden. Rufen Sie das Funktionsprotokoll in regelmäßigen Abständen ab. Werden häufige Abschaltungen protokolliert oder treten Unklarheiten bei der Auswertung des Protokolls auf, sollte der Installateur hinzugezogen werden.
- Sicherungen können herauspringen. Sollte dies regelmäßig passieren, muss der Installateur hinzugezogen werden.
- Von Zeit zu Zeit sollte der Betriebsbeginn der Anlage morgens geprüft werden. Beginnt die Netzeinspeisung erst eine Stunde nach Sonnenaufgang, gibt es

zwei mögliche Ursachen: Der Wechselrichter passt mit seiner Leistung und seiner Eingangsspannung nicht zu den Modulen, oder er ist falsch eingestellt.

- Hat sich die Beschattung der Anlage geändert, kann dies erhebliche Auswirkungen auf den Ertrag haben. Dazu gehören neue Dachaufbauten beim Nachbarn wie Satellitenschüsseln oder in die Höhe geschossene Bäume. Prüfen Sie deshalb hin und wieder die Sonneneinstrahlung auf Ihr Dach.
- Solarmodule mit einer Neigung von mindestens 15 Grad werden durch Regen und Schnee in der Regel ausreichend gesäubert. Flach installierte Paneele müssen dagegen nach einigen Jahren durch ein spezialisiertes Unternehmen gereinigt werden. Die Kosten lassen sich reduzieren, wenn sich mehrere Anlagenbetreiber zusammenschließen und gemeinsam ein Unternehmen engagieren.
- Trotz Sicherheitsglas ist ein Glasbruch nicht völlig ausgeschlossen. Kontrollieren Sie hin und wieder die Module auf Glasbruch. Bei eindringender Feuchtigkeit verfärben sich die Module vor allem im Randbereich.
- Auch hochwertiges Kabelmaterial kann mürbe werden. Nicht optimal befestigte Kabel und Steckkontakte können sich lösen und bei Wind am Gehäuse scheuern. Besonders nach stürmischen Wetterlagen sollte eine Sichtkontrolle von Kabeln und Steckkontakten erfolgen.

Im Zweifel sollte immer der Installateur hinzugezogen werden, um selbst verursachten Schaden zu vermeiden. Eine vollständige Anlagendokumentation erleichtert die Fehlersuche.



VERSICHERUNG UND STEUERN

••••• VERSICHERUNG

Photovoltaikanlagen können über eine bestehende Wohngebäudeversicherung mitversichert sein, sofern sie nicht in den Versicherungsbedingungen ausdrücklich ausgeschlossen sind. Je nach Versicherer ist optional eine Mitversicherung bei kleineren Anlagen gegen Mehrbeitrag möglich. Dieser Schutz kann je nach Tarif unterschiedlich ausgestaltet sein. Der Versicherer ersetzt in der Regel Schäden durch Brand, Blitzschlag, Explosion, Feuer, Leitungswasser, Sturm und Hagel.

Wurde zusätzlich eine Elementarschadenversicherung als Ergänzung zur Wohngebäudeversicherung abgeschlossen, ist die Anlage auch gegen Schäden durch Überschwemmung, Schneedruck, Lawinen, Erdbeben, Erdsenkung und Erdbeben versichert.

Sofern es sich um eine größere Anlage handelt und dementsprechend umfassenderer Schutz gewünscht ist, sollte eine spezielle Photovoltaikversicherung abgeschlossen werden. Diese schützt auch bei Schäden durch Diebstahl, Vandalismus, Konstruktions- und Bedienungsfehler sowie bei weiteren technischen Schäden.

Weiterhin kann auch der durch einen Schaden bedingte Ertragsausfall mitversichert werden. Der Versicherer ersetzt im Schadensfall entgangene Stromverkaufserlöse für einen begrenzten Zeitraum.

Schließlich kann im Rahmen der Photovoltaikversicherung eine gesonderte Absicherung in Form einer Haftpflichtversicherung für Photovoltaikanlagenbetreiber Sinn machen. Diese ersetzt Schäden Dritter, für die der Betreiber der Anlage aufkommen muss und wehrt unberechtigte Ansprüche ab. In Betracht kommen Schäden durch Herabfallen von Teilen der Anlage oder Schäden durch Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.

Wer den Strom nicht nur für sich nutzt, sondern diesen auch in das öffentliche Netz einspeist, ist als Unternehmer anzusehen. In diesem Fall reicht eine bestehende Privathaftpflichtversicherung beziehungsweise Haus- und Grundbesitzerhaftpflicht nicht aus.

Aufgrund der Zunahme von Schäden infolge unsachgemäßer Montage hat die Versicherungswirtschaft einen Technischen Leitfaden zur Installation von Photovoltaikanlagen (VdS 3145) herausgegeben. Dieser sollte den Installationsbetrieben bekannt sein.

STEUERN

Die Bundesregierung hat die steuerliche Handhabung von PV-Anlagen deutlich vereinfacht. So ist es nun möglich, dass PV-Anlagen in der Größe wie sie üblicherweise auf Ein- und Zweifamilienhäusern installiert sind, ohne Finanzamt zu betreiben.

Einkommensteuer – entfällt

Mit dem Jahressteuergesetz 2022 wurde folgendes neu geregelt: Einnahmen von PV-Anlagen auf Einfamilienhäusern und Gewerbegebäuden mit einer Bruttonennleistung (laut Marktstammdatenregister) bis 30 Kilowatt (peak) sind von der Ertragssteuer (Einkommenssteuer) befreit. Diese Änderung betrifft sowohl bestehende, als auch neue Anlagen und gilt rückwirkend bereits ab dem 01. Januar 2022.

Auch Anlagen auf Gebäuden mit Mischnutzung sowie auf Mehrfamilienhäusern werden von der Ertragssteuer befreit, sofern die Anlage eine Leistung von 15 kWp pro Wohn- oder Gewerbeeinheit nicht übersteigt. Die Steuerbefreiung gilt dabei für Steuerpflichtige bzw. Mitunternehmenschaften, die PV-Anlagen bis zu einer maximalen Leistung von 100 kWp betreiben. Hier finden Sie den Gesetzestext **Jahressteuergesetz 2022 (JStG 2022)** ([bundesfinanzministerium.de](https://www.bundesfinanzministerium.de))

Umsatzsteuer – Keine Umsatzsteuer für den Kauf von Anlagen

Seit 1.1.2023 entfällt beim Kauf von Anlagen bis 30 kWp die Umsatzsteuer. So wird auf die Lieferung und die Installation von PV-Anlagen und notwendigem Zubehör sowie Speichern ein Nullsteuersatz angewendet. Formal handelt es sich also um keine Umsatzsteuerbefreiung beim Verkauf, sondern der Kunde erhält eine Rechnung zuzüglich 0 Prozent Umsatzsteuer. Hierdurch kann weiterhin die übliche Vorsteuererstattung in der gesamten Lieferkette beibehalten werden – erst in der Rechnung an den Endkunden wird

der Nullsteuersatz angewendet. In einem Schreiben vom 27.2.23 an die obersten Finanzbehörden der Länder hat das Bundesfinanzministerium verschiedene Detailfragen zum Nullsteuersatz erläutert.

Bundesfinanzministerium – Nullsteuersatz für Umsätze im Zusammenhang mit bestimmten Photovoltaikanlagen (§ 12 Absatz 3 Umsatzsteuergesetz (UStG)):
https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/BMF_Schreiben/Steuerarten/Umsatzsteuer/Umsatzsteuer-Anwendungserlass/2023-02-27-nullsteuersatz-fuer-umsaetze-im-zusammenhang-mit-bestimmten-photovoltaikanlagen.html

Für Betrieb der PV-Anlage Kleinunternehmerregelung wählen

Um auch beim Betrieb der Anlage von der Umsatzsteuer befreit zu sein, kann schon seit längerem die Kleinunternehmerregelung gewählt werden. Das ist möglich für Anlagen, mit denen weniger als 22.000 Euro Umsatz pro Jahr gemacht wird. Die Entscheidung für die Kleinunternehmerregelung muss dem Finanzamt gleich bei der Anmeldung der Anlage mitgeteilt werden.

TIPP Eine individuelle Beratung vor Anlagenkauf durch einen erfahrenen Steuerberater über die rechtlichen und steuerlichen Randbedingungen ist ratsam.



INFORMATIONSDRESSEN

- Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen: www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/strom/photovoltaik.php
- Verbraucherzentrale: www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie
www.verbraucherzentrale-energieberatung.de
- Bundesnetzagentur: www.bundesnetzagentur.de
- Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.: www.bee-ev.de
- Bundesverband Solarwirtschaft (BSW): www.solarwirtschaft.de
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.: www.dgs.de
- Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin (HTW): <https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner/>
- Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH): www.zveh.de

Tipp

Viele Landkreise in Niedersachsen bieten ein Solardachkataster an. Dieses Online-Tool kann eine gute Hilfestellung geben zur Beurteilung Ihres Daches in Bezug auf die Nutzung mit Solarenergie.

KOOPERATIONSPARTNER

Gemeinsam bieten die Verbraucherzentrale Niedersachsen und die Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen mit ihren örtlichen Partnern (regionale Agenturen und Landkreise) Photovoltaikberatungen an.

Die teilnehmenden Regionen und Kampagnenzeiträume finden Sie unter:

www.klimaschutz-niedersachsen.de/solarberatung

**Klimaschutz- und
Energieagentur
Niedersachsen**



Wir behalten uns alle Rechte vor, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung. Kein Teil dieses Merkblattes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Publikation darf ohne Genehmigung des Herausgebers auch nicht mit (Werbe-) Aufklebern o. ä. versehen werden. Die Verwendung des Merkblattes durch Dritte darf nicht zu absatzfördernden Maßnahmen geschehen oder den Eindruck der Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V. bzw. der Verbraucherzentrale Niedersachsen e.V. erwecken.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Verbraucherzentrale Niedersachsen e.V.
Energieberatung
Herrenstraße 14 , 30159 Hannover
Tel.: (0511) 911 96-0
info@vzniedersachsen.de

Mit freundlicher Genehmigung der
Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.
Seppel Glückert Passage 10, 55116 Mainz

Für den Inhalt verantwortlich: Ulrike von der Lüche,
Vorstand der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.

Text und Grafiken: Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz,
Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen
und Verbraucherzentrale Niedersachsen

Fotos: Titelbild: Uta Maria Schmidt; S. 2: Hans Weinreuter;
S. 9: AdobeStock/KB3, Grafik: Wolfgang Scheffler;
S. 11, 17: GEDEA-Ingelheim, FS Medien, Auel;
S. 16: AdobeStock/A. Hatmaker; S. 18: Wolfgang Scheffler

Gestaltung: alles mit Medien, Sprendlingen

Stand: 06/2024

© Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.

Terminvereinbarung kostenfrei unter: 0800 – 809 802 400
www.verbraucherzentrale-energieberatung.de
www.verbraucherzentrale-niedersachsen.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

verbraucherzentrale

Niedersachsen