

Joachim Kind

Photovoltaikanlage und Blockheizkraftwerk

Steuern, Technik und Umsetzung

15. aktualisierte Auflage



Joachim Kind

Photovoltaikanlage und Blockheizkraftwerk

Steuern, Technik und Umsetzung

15. aktualisierte Auflage





© 2021 by Akademische Arbeitsgemeinschaft
Verlagsgesellschaft mbH
Postfach 10 01 61 · 68001 Mannheim
Telefon 0621/8626262
info@akademische.de
www.akademische.de

Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Alle Angaben wurden nach genauen Recherchen sorgfältig verfasst; eine Haftung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben ist jedoch ausgeschlossen.

Zum Zwecke der besseren Lesbarkeit verwenden wir allgemein die grammatisch männliche Form. Selbstverständlich meinen wir aber bei Personenbezeichnungen immer alle Menschen unabhängig von ihrer jeweiligen geschlechtlichen Identität.

Alternative Streitbeilegung (Online-Streitbeilegung und Verbraucherschlichtungsstelle)

Die Europäische Kommission hat eine Plattform zur Online-Streitbeilegung eingerichtet, die unter folgendem Link abgerufen werden kann: www.ec.europa.eu/consumers/odr. Wolters Kluwer ist nicht bereit und nicht verpflichtet, an Streitbeilegungsverfahren vor einer Verbraucherschlichtungsstelle teilzunehmen.

Inhaltsübersicht

1 Vorwort

2 Allgemeine Informationen

2.1 Einleitung

2.2 Erneuerbare Energien und sich aufbrauchende Energien

2.2.1 Welche Energieformen stehen zur Verfügung?

2.2.2 Die erneuerbaren Energien

3 Nutzung im privaten Bereich

3.1 Solarenergie

3.1.1 Photovoltaik

3.1.2 Solarthermie

3.1.3 Rechnet sich die Investition in eine Neuanlage überhaupt noch?

3.1.4 Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung

3.1.5 Das sollten Betreiber bestehender Anlagen unbedingt wissen

3.2 Kraft-Wärme-Kopplung

4 Gesetzliche Rahmenbedingungen

4.1 Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

4.1.1 Ausgeförderte Anlagen (§ 21 EEG)

4.1.2 Ausschreibungen

4.1.3 Vergütung für Strom aus Photovoltaikanlagen (§ 48 EEG)

4.1.4 Geplanter Zubau (§ 49 EEG)

4.1.5 Photovoltaikanlagen auf Nichtwohngebäuden (§ 48 Abs. 3 EEG)

4.1.6 Definition der Inbetriebnahme (§ 3 Abs. 30 EEG)

4.1.7 Einspeisemanagement (§ 14 EEG)

4.1.8 Technische Vorgaben (§ 9 EEG)

4.1.9 50,2-Hz-Problematik

4.1.10 Marktprämie (§ 20 EEG)

4.1.11 EEG-Umlage für den Eigenverbrauch (§ 61 EEG)

4.1.12 Mieterstromförderung (§ 21 EEG)

- 4.1.13 Vergütung für die Einspeisung aus Biomasseanlagen (§ 42–44 EEG)
- 4.2 Kraft-Wärme-Kopplung
 - 4.2.1 Energiesteuergesetz und Kraft-Wärme-Kopplung mit fossilen Brennstoffen
 - 4.2.2 Vergütung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
 - 4.2.3 Richtlinie zur Förderung von KWK-Anlagen
- 4.3 Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- 4.4 Checkliste: Das sollten Sie beachten

5 Steuern und Gewinnermittlung

- 5.1 Fragebogen des Finanzamts zur steuerlichen Erfassung
 - 5.1.1 Was Sie zunächst wissen sollten
 - 5.1.2 Angaben zur Festsetzung der Vorauszahlungen (Einkommensteuer, Gewerbesteuer)
 - 5.1.3 Angaben zur Umsatzsteuer
 - 5.1.4 Schrift- und Zahlungsverkehr
- 5.2 Einkommensteuer
 - 5.2.1 Die Photovoltaikanlage in Ihrer Steuererklärung
 - 5.2.2 Was Sie bei Verlusten beachten müssen
 - 5.2.3 Betriebseinnahmen und Betriebsausgaben
 - 5.2.4 So ermitteln Sie Ihren Gewinn (als Kleinunternehmer)
 - 5.2.5 Besonderheiten bei Blockheizkraftwerken
 - 5.2.6 Förderung energetischer Maßnahmen nach § 35c EStG
- 5.3 Umsatzsteuer
 - 5.3.1 Unternehmer sind umsatzsteuerpflichtig
 - 5.3.2 Vorsteuerabzug: Nur bei ordnungsgemäßer Rechnung oder Gutschrift
 - 5.3.3 Vorsteuerabzug: Nur bei Zuordnung zum Unternehmensvermögen
 - 5.3.4 Welche Leistungen sind im Zusammenhang mit einer Photovoltaikanlage vorsteuerabzugsberechtigt?
 - 5.3.5 Vorsteuer für das Gebäude
 - 5.3.6 Kleinunternehmer-Regelung
 - 5.3.7 Umsatzsteuer-Voranmeldungen
 - 5.3.8 Umsatzsteuer-Jahreserklärung
 - 5.3.9 Besonderheiten bei Blockheizkraftwerken
- 5.4 Eigenverbrauch bei Einkommen- und Umsatzsteuer
 - 5.4.1 Ermittlung des Eigenverbrauchs

- 5.4.2 Eigenverbrauch bei der Einkommensteuer
- 5.4.3 Eigenverbrauch bei der Umsatzsteuer
- 5.5 Gewinnermittlung und Umsatzsteuer 2020:
Berechnungsbeispiele
 - 5.5.1 Ermittlung der Umsatzsteuer 2020 (ohne Kleinunternehmer-Regelung und ohne Eigenverbrauch)
 - 5.5.2 Ermittlung des Gewinns 2020 (ohne Kleinunternehmer-Regelung)
 - 5.5.3 Steuerformulare 2020
 - 5.5.4 Gewinn und Umsatzsteuer 2020 bei teilweisem Eigenverbrauch
- 5.6 Gewerbesteuer
- 5.7 Grunderwerbsteuer

6 Das sollten Sie zur Technik wissen

- 6.1 Photovoltaik
 - 6.1.1 Allgemeine Funktion einer Photovoltaikanlage
 - 6.1.2 Bestandsanalyse: Eignet sich mein Haus für eine Photovoltaikanlage?
 - 6.1.3 Strahlungsangebot der Sonne
 - 6.1.4 Komponenten einer Photovoltaikanlage
 - 6.1.5 Stromspeicher – die Technologie der Zukunft?
 - 6.1.6 Virtuelle Stromspeicher – die »Solar-Cloud«
 - 6.1.7 E-Mobilität und Photovoltaik
 - 6.1.8 Allgemeine Ertragsvorhersage
- 6.2 Kraft-Wärme-Kopplung
 - 6.2.1 Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung
 - 6.2.2 Wo können BHKW sinnvoll eingesetzt werden?
 - 6.2.3 Einspeisung oder Selbstverbrauch: Was ist sinnvoller?
 - 6.2.4 Beispielsrechnung für eine BHKW-Anlage

7 Planung und Ausführung

- 7.1 Checkliste: Woran müssen Sie denken?
- 7.2 Welcher Typ sind Sie?
 - 7.2.1 Der Selbstbauer
 - 7.2.2 Ausführung mithilfe eines Fachhandwerkers
 - 7.2.3 Ausführung mithilfe eines Fachplaners
- 7.3 Genehmigungen und Formalitäten
 - 7.3.1 Netzbetreiber
 - 7.3.2 Inbetriebnahme

- 7.3.3 Clearingstelle
- 7.3.4 Anmeldung und Einspeisevertrag
- 7.3.5 Meldung der Anlage im Marktstammdatenregister
- 7.3.6 Schornsteinfeger
- 7.3.7 Baugenehmigung
- 7.3.8 Versicherungen
- 7.4 Gefahren durch Photovoltaikanlagen
 - 7.4.1 Brand
 - 7.4.2 Einsturz

8 Glossar

9 Anhang

- 9.1 Anlage 1: Nützliche Adressen
- 9.2 Anlage 2: Gesetzes- und Verordnungstexte im Internet
- 9.3 Anlage 3: Maße und Einheiten

Photovoltaikanlage und Blockheizkraftwerk: Steuer, Förderprogramme und Technik

1 Vorwort

»Ich würde mein Geld auf die Sonne und die Solartechnik setzen. Was für eine Energiequelle! Ich hoffe, wir müssen nicht erst die Erschöpfung von Erdöl und Kohle abwarten, bevor wir das angehen.« Bereits vor 90 Jahren war Thomas Edison schon klar, dass Strom durch die begrenzt verfügbaren Ressourcen ein endliches Gut sein kann. Daher ist es heute umso wichtiger die erneuerbaren Energiequellen, wie das Sonnenlicht, zu nutzen, um unsere Stromversorgung zu sichern und vor allem um unseren Planeten zu schützen.

Bei der Nutzung von Solarenergie, insbesondere durch eine Photovoltaikanlage oder eine Kraft-Wärme-Kopplung, gibt es so viele Dinge zu beachten, dass man schnell den Überblick verlieren kann. Neben Fragen zu technischen Voraussetzungen stellt man sich in jedem Fall die Frage, ob sich die kostspielige Anschaffung einer solchen Anlage überhaupt noch lohnt. Hierauf gibt es keine allgemeingültige Antwort, denn diese ist neben der individuellen Nutzung, den gesetzlichen Rahmenbedingungen unter anderem auch von den technischen Voraussetzungen abhängig.

Nachdem die wirtschaftlichen und vertraglichen Grundlagen geklärt sind, stehen neben der Anmeldung beim Marktstammdatenregister und der physischen Installation auf Ihrem Hausdach die ungeliebten steuerlichen Themen an. Hierbei gilt es im ersten Schritt zu beachten, dass durch die Inbetriebnahme einer Photovoltaikanlage eine gewerbliche Tätigkeit im steuerlichen Sinne ausgeübt wird. Diese Tätigkeit ist bei dem zuständigen Finanzamt anzuzeigen, wodurch dieses eine Ermittlung von etwaigen Einkommen- und/oder Umsatzsteuervorauszahlungen vornimmt. Ob und welche Steuern jedoch überhaupt zu leisten sind, basiert auf der Motivation eine

Photovoltaikanlage zu betreiben. So liegen bei einer Gewinnerzielungsabsicht alle Voraussetzungen für eine Einkommensteuer- und Umsatzsteuerpflicht vor, wohingegen eine Absicht zur Erzielung von Einnahmen nur eine Umsatzsteuerpflicht auslösen.

Dieser Ratgeber unterstützt Sie bei allen Herausforderungen der Neuanschaffung und des Betriebs von Stromgewinnungsanlagen auf Basis von erneuerbaren Energien, insbesondere von Photovoltaikanlagen. Einen breiten Raum nehmen die steuerlichen Folgen bei Anschaffung und Betrieb von Photovoltaikanlagen ein. Wie ist der Betrieb einer Anlage einkommensteuerlich, umsatzsteuerlich, ggf. sogar gewerbesteuerlich zu behandeln? Viele konkrete Beispiele und aufschlussreiche Checklisten helfen Ihnen, den Durchblick in einem Dschungel voller Technik, Gesetze und Steuern zu behalten.

Ihre »Steuertipps«-Redaktion

2 Allgemeine Informationen

2.1 Einleitung

Seit dem **UN-Klimabericht 2007** sind sich die Wissenschaftler einig, dass Kohlendioxid, neben anderen Gasen, maßgeblich am Treibhauseffekt beteiligt ist. Wichtige Meilensteine in den Bestrebungen, den Ausstoß an Treibhausgasen zu verringern, wurden jedoch bereits 1997 in dem allseits bekannten Kyoto-Protokoll der Vereinten Nationen festgelegt.

Dazu muss man wissen, dass bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Öl, Gas oder Kohle immer **Kohlendioxid (CO₂)** freigesetzt wird – egal ob dies zu Zwecken der Gebäudebeheizung im privaten Bereich oder zur Stromerzeugung in einem Kraftwerk geschieht.

Da fossile Energieträger Kohlenwasserstoffverbindungen sind, in denen das Kohlendioxid chemisch gebunden ist, lässt sich deren Freisetzung bei der Verbrennung nicht verhindern. Das Ziel muss also sein, den

Verbrauch der fossilen Energieträger durch modernste Anlagentechnik und eine hoch wärmedämmende Gebäudehülle zu reduzieren oder sie mithilfe **erneuerbarer Energien** zu ersetzen.

Verschiedene **staatliche Förderprogramme** sollen mithilfe von finanziellen Anreizen die Bereitschaft stärken, in neue Technologien oder Sanierungen zu investieren.

Aber auch eine **Verschärfung der Gesetze** soll einen gewissen Handlungsdruck erzeugen. Die Energiepolitik der Europäischen Union zwingt die Mitgliedsstaaten durch die Umsetzung der EU-Verordnungen in nationale Gesetze dazu. Ein Beispiel dafür ist die Einführung des Verkaufsverbots für konventionelle Glühlampen. Seit 2009 sind diese Glühlampen sukzessive aus unseren Läden verschwunden. Seit September 2012 ist der Verkauf von Glühlampen mit mehr als zehn Watt verboten.

Durch die Einführung des **Energieausweises** für Alt- und Neubauten im Jahr 2008, der Informationen über den energetischen Zustand eines Gebäudes liefert, sollte ebenfalls Handlungsdruck erzeugt werden. Schlechte Ergebnisse im Energieausweis wirken sich negativ auf die Vermietung und den Verkauf von Immobilien aus.

Starke Auswirkungen haben auch die regelmäßigen Verschärfungen der Regelwerke zur Energieeffizienz, wie die Energieeinsparverordnung (ENEV), das Erneuerbare-Energien-Wärmegezet (EEWärmeG) und das Energieeinsparungsgesetz (EnEG). Zuletzt wurden die vorgenannten Regelwerke zusammengeführt und vereinheitlicht zum sogenannten Gebäudeenergiegesetz (GeG). Dieses trat zum 1.11.2020 in Kraft.

Um ihre Klimaziele zu erreichen, hat die Bundesregierung seit Januar 2021 eine CO₂-Abgabe eingeführt. Pro Tonne verursachtes CO₂ müssen die Unternehmen 25,- € zahlen. Dieser Preis wird in den kommenden Jahren schrittweise steigen, bis er 2025 einen Wert von 55,- € erreicht hat. Dies hat selbstverständlich höhere Preise für Güter und Dienstleistungen zur Folge. Ziel ist es, eine Lenkungswirkung in Richtung Senkung der CO₂-Emissionen zu erreichen.

Da die Höhe der Kfz-Steuer bereits abhängig vom CO₂-Ausstoß eines Fahrzeuges ist, liegt der Gedanke nahe, dass zukünftig auch die Einführung einer CO₂-Steuer für Gebäude beschlossen werden könnte.

Da der Energieausweis den spezifischen CO₂-Ausstoß dokumentiert, wäre er das ideale Werkzeug dazu. Im Hinblick darauf empfiehlt es sich, bereits jetzt auf CO₂-senkende Maßnahmen zu setzen.

Leider hat die mangelnde Weitsichtigkeit in der Energiepolitik in der Vergangenheit der Photovoltaikbranche großen Schaden zugefügt. Die hohen Einspeisevergütungen der vergangenen Jahre hatten einen wahren Boom in den Jahren 2010 bis 2012 zur Folge. Die langfristige Verpflichtung der Vergütungszahlungen an die Anlagenbetreiber führte wiederum zu hohen Umlagezahlungen (EEG-Umlage), die von allen Stromkunden getragen werden mussten.

Die heftigen Kurskorrekturen in den Jahren 2013 und 2014 dieser überaus großzügigen Förderpolitik hatten dann wiederum einen massiven Einbruch der Zahl an installierten Anlagen zur Folge. Der Zubau im ersten Halbjahr 2014 war um 45 % geringer als der in 2013. Insolvenzen bei vielen Unternehmen quer durch die Branche waren leider das Resultat.

Durch die stark gesunkenen Einspeisevergütungen für den Strom aus Photovoltaikanlagen liegt der **Fokus** noch stärker als zuvor auf dem **Eigenverbrauch** des produzierten Stroms (auch **Direktverbrauch** genannt). Bei den derzeitigen hohen Strompreisen und den relativ geringen Einspeisevergütungen lassen sich nur noch so wirtschaftliche Anlagen errichten. In diesem Zusammenhang wird auch die Entwicklung intelligenter und bezahlbarer **Stromspeicher** in Zukunft eine wichtige Rolle spielen.

Beherzigt man diese Planungsgrundsätze, kann die Anschaffung einer Photovoltaikanlage immer noch eine lohnende Sache sein. Unter dem ökologischen Aspekt ist sie dies ohnehin.

2.2 Erneuerbare Energien und sich aufbrauchende Energien

2.2.1 Welche Energieformen stehen zur Verfügung?

Unter Primärenergie versteht man die unmittelbar aus natürlichen Quellen gewonnene Energie. **Erneuerbare Energien**, auch **regenerative Energien** genannt, sind ständig und unbegrenzt verfügbar, geografisch aber in unterschiedlicher Stärke vorhanden. Im

Gegensatz zu den erneuerbaren Energien sind die sich **aufbrauchenden Energien** nicht unbegrenzt verfügbar. Fossile Energieträger wie Öl, Gas und Kohle sind sich aufbrauchende Energien. Uran zählt ebenfalls zu den sich aufbrauchenden Energien, ist aber nicht fossiler Herkunft. Mit beiden Energieformen, den erneuerbaren Energien und den sich aufbrauchenden Energien, kann gleichermaßen die **Sekundärenergie Elektrizität** gewonnen werden.

Charakteristisch für die Sekundärenergie ist, dass sie nur über einen mit Verlusten behafteten Prozess aus der Primärenergie gewonnen werden kann. Der **Wirkungsgrad** ist bei den Technologien, die erneuerbare Energien nutzen, vergleichsweise gering. Gemeint ist das Verhältnis von eingesetzter Energie zur nutzbaren Energie. Der Wirkungsgrad eines Photovoltaikmoduls, das Sonnenlicht in Strom umwandelt, beträgt beispielsweise nur ca. 10 bis 15 %. Der Wirkungsgrad eines konventionellen Kraftwerkes, das als Brennstoff Kohle oder Uran benutzt, beträgt ca. 30 %.

Im Vergleich zum Wirkungsgrad eines Photovoltaikmoduls ist dieser zwar wesentlich höher, jedoch muss der in einem Kraftwerk genutzte Brennstoff erst einmal mit hohem Kostenaufwand gewonnen und aufbereitet werden. Das Photovoltaikmodul nutzt dagegen die kostenlos zur Verfügung stehende Strahlungsenergie der Sonne.

Die **kostenlosen erneuerbaren Energiequellen** wie Sonne, Wind, Geothermie und Wasserkraft haben somit einen deutlichen Vorteil gegenüber den fossilen Energieträgern. Ein Anstieg der allgemeinen Energiepreise bereitet dem Betreiber einer solchen Anlage keine Sorgen.

2.2.2 Die erneuerbaren Energien

Zu den erneuerbaren Energiequellen zählen Wasserkraft, Windenergie, solare Strahlung, Erdwärme und Biomasse. Die Nutzungsformen sind vielfältig. Die Nutzung im privaten Bereich beschränkt sich in erster Linie auf die Energieträger Sonne, Erdwärme und Biomasse.

2.2.2.1 Solare Strahlungsenergie

Die Nutzung der Sonnenenergie mithilfe der Photovoltaik hat in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Im Jahr 2000 betrug der

Anteil der Photovoltaik an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 0,18 %, im Jahr 2009 bereits 6,86 % und 2019 noch 19,13 % (Quelle: BMWi, Oktober 2020). Das Zahlenwerk finden Sie unter

www.erneuerbare-energien.de

Aufgrund der bis zum Jahr 2012 sehr positiven politischen Rahmenbedingungen ist diese Entwicklung äußerst erfolgreich verlaufen. Inwieweit die nun zum Teil vorgenommenen drastischen Senkungen der Einspeisevergütung in den Jahren 2013 und 2014 diese Entwicklung beeinflussen werden, wird die Zukunft zeigen. Zumindest belegen die Zahlen, dass sich die Zuwachskurve der Photovoltaik an der Stromerzeugung durch erneuerbaren Energien seit 2015 stark abgeflacht hat.

Da in den folgenden Kapiteln sehr ausführlich auf das Thema Photovoltaik eingegangen wird, sei an dieser Stelle nur Folgendes erwähnt: Bei der Nutzung der solaren Strahlungsenergie handelt es sich um eine sehr umweltverträgliche Technik, deren »Brennstoff« völlig kostenlos und überall auf der Erde zur Verfügung steht.

2.2.2.2 Biomasse (nachwachsende Rohstoffe)

Von zunehmender Bedeutung wird in Zukunft sicherlich die Nutzung der Biomasse sein. Die **Verbreitung** der Biomassenutzung hat in den letzten Jahren sehr **stark zugenommen**. In diesem Zusammenhang sei insbesondere der Brennstoff **Holz** in Form von Holzhackschnitzeln, Pellets oder Scheiten erwähnt. Holz ist ein Brennstoff, der in Deutschland in großer Menge zur Verfügung steht und bei einer weiterhin nachhaltigen Forstwirtschaft auch künftig zur Verfügung stehen wird. Natürlich hat auch hier die starke Nachfrage den Preis ansteigen lassen. Zwei Faktoren spielen jedoch für die künftige Bedeutung von Holz als Energieträger eine wichtige Rolle:

- Der Preis des Holzes bleibt unberührt von weltpolitischen Ereignissen
- Der Preis bewegt sich dauerhaft unter dem Preisniveau von Öl und Gas. Andernfalls kann sich die ansonsten teurere Technik der Pellet- oder Holzhackschnitzelkessel gegenüber den

herkömmlichen Öl- oder Gasheizkesseln nicht dauerhaft am Heiztechnikmarkt behaupten.

In Bezug auf die eingangs erwähnte Kohlendioxid Diskussion hat der Brennstoff **Holz** eine Sonderstellung. Bei der Verfeuerung von Holz spricht man von der **CO₂-neutralen Verbrennung**. Das bedeutet: Es wird genau die Menge an Kohlendioxid freigegeben, die während des Wachstums aufgenommen wurde. Der Brennstoff Holz ist also unter dem Aspekt der CO₂-Emissionen als sehr positiv zu betrachten.

3 Nutzung im privaten Bereich

Einführung

Die Nutzung der **solaren Energie** zur Stromerzeugung macht zweifelsohne im **privaten Bereich** den größten Anteil an der Nutzung erneuerbarer Energien aus. Hier liegt deshalb der **Schwerpunkt** der folgenden Seiten.

Darüber hinaus wird die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung mit fossilen Brennstoffen wie Heizöl und Gas sowie mit Biomasse behandelt.

Eine Nutzung von Wind und Wasserkraft oder Deponie-, Klär- und Grubengas spielt im privaten Bereich eine eher untergeordnete Rolle und wird hier deshalb nicht weiter vertieft.

3.1 Solarenergie

Zunächst soll der Unterschied zwischen den Begriffen Photovoltaik und Solarthermie geklärt werden.

3.1.1 Photovoltaik

Unter Photovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie. Die Umwandlung beruht auf einem physikalischen Effekt, der völlig lautlos und ohne Emissionen abläuft. Für Technikinteressierte erklären wir die genauere Funktionsweise im Kapitel »[Das sollten Sie zur Technik wissen](#)«.

Der erzeugte Strom kann dann an das öffentliche Netz abgegeben werden, man spricht hier von **netzgekoppelten Anlagen**. Wird der Strom vorrangig direkt im Gebäude verbraucht und nur der Überschuss eingespeist, spricht man von **netzgekoppelten Anlagen mit Überschusseinspeisung**. Diese Anlagen werden mittlerweile auch mit Batteriespeichern angeboten, um den Anteil der Überschusseinspeisung zu reduzieren und den **Eigenverbrauch** (auch **Direktverbrauch** genannt) zu erhöhen.

Wird der Strom für die Versorgung von Ferienhäusern, Gartenhäusern oder sonstigen Einrichtungen dagegen ausschließlich selbst verbraucht, spricht man von **netzunabhängigen Anlagen** oder **Inselanlagen**.

3.1.2 Solarthermie

Unter Solarthermie versteht man die Nutzung der Sonnenenergie zur **Erwärmung von Wasser**. Das funktioniert so: Ein **Solarkollektor** gibt über einen geschlossenen Kreislauf, der mit einem Wasser-Glykol-Gemisch gefüllt ist, seine eingefangene Wärme über einen Wärmetauscher an das häusliche Trinkwasser oder an das angeschlossene Heizungssystem ab.

Der Solarkollektor besteht aus einem kastenförmigen Gehäuse mit einer speziellen Solarverglasung, die stark lichtdurchlässig ist. Im Kollektor befindet sich ein schwarz beschichteter Absorber aus gut wärmeleitendem Blech. Im Absorberblech sind dünne Rohre angebracht, die vom Wasser-Glykol-Gemisch durchströmt werden und die aufgenommene Wärme über eine Rohrleitung zum Solarspeicher im Keller transportieren. Dort wird die Wärme über einen Wärmetauscher an das Trink- und/oder Heizungswasser abgegeben.

Bekannt sind auch die sogenannten **Vakuümrohrenkollektoren**, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten. Hier wird mithilfe eines künstlich erzeugten Vakuums der Wärmeverlust des Absorbers an die Umgebung minimiert. Die Energieausbeute ist etwas höher als bei den Flachkollektoren, allerdings ist der Preis sehr hoch.

Bei diesen Systemen spricht der Fachmann von solarthermischen Anlagen zur Trinkwassererwärmung und/oder von Anlagen zur Heizungsunterstützung.

3.1.3 Rechnet sich die Investition in eine Neuanlage überhaupt noch?

Wie bereits eingangs erläutert lassen sich Anlagen mit einer reinen Volleinspeisung kaum noch wirtschaftlich realisieren. Wichtige Faktoren für die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage sind die Parameter Strombezugspreis, Höhe des Eigenverbrauchs und natürlich die Investitionskosten der Anlage selbst.

Zuerst sollte sich der zukünftige Anlagenbetreiber klarmachen, was er in puncto **Wirtschaftlichkeit** von seiner Photovoltaikanlage erwartet.

In den Medien ist oft die Rede von mehr oder weniger hohen **Renditen** bei Photovoltaikanlagen. Von einer Rendite spricht man grundsätzlich nur dann, wenn kein Eigenkapital eingesetzt wird, d.h., die Investitionskosten also durch einen **Kredit** finanziert werden. Formal ist die Rendite das Verhältnis von Auszahlungen zu Einzahlungen einer Kapitalanlage, meist auf ein Jahr bezogen.

Wird **Eigenkapital** eingesetzt, ist es interessant zu wissen, in welchem Zeitraum das eingesetzte Kapital durch die Erträge aus der Einspeisevergütung zurückgeflossen sein wird. Vereinfacht ausgedrückt stellt die **Amortisationszeit** das Verhältnis von eingesetztem Kapital zum erwirtschafteten Ertrag dar.

Im letzteren Fall, also dann, wenn Eigenkapital eingesetzt wird, ist bereits dann eine Wirtschaftlichkeit gegeben, wenn am Ende des Betrachtungszeitraumes ein positiver Betrag herauskommt. Für Photovoltaikanlagen beträgt der Betrachtungszeitraum üblicherweise 20 Jahre, also die Zeit der garantierten Einspeisevergütung.

Benötigt man beispielsweise 19 Jahre, um das eingesetzte Kapital durch die Erträge aus Einspeisevergütung und Reduzierung der Strombezugskosten zu refinanzieren und fährt lediglich im zwanzigsten Jahr einen Gewinn ein, ist die Investition trotzdem als wirtschaftlich zu bewerten. Neben dem erzielten ökologischen Gewinn ist davon auszugehen, dass die Photovoltaikanlage auch über das zwanzigste Jahr hinaus noch Erträge erzielen wird.

Zur Verdeutlichung der vorangegangenen Erläuterung ist am folgenden Beispiel mithilfe eines Simulationsprogrammes die Wirtschaftlichkeit

einer Photovoltaikanlage dargestellt worden:

Nachdem die örtlichen Gegebenheiten geklärt sind, sollten Sie auf jeden Fall eine Ertragsvorhersage mit einem **Photovoltaik-Simulationsprogramm** durchführen. Mit solch einer speziellen Software ist eine ganz individuelle Ertragsberechnung möglich.

Neben dem Standort, der über die Auswahl aus einer Städteliste erfolgt, werden der Azimut und der Neigungswinkel eingegeben. Bei den meisten Programmen können die speziellen Typen der Solarmodule und Wechselrichter ebenfalls aus einer Liste ausgewählt werden. Die Programme berechnen über die hinterlegten Wetterdaten der einzelnen Städte die Ertragsvorhersage in Kilowattstunden (kWh). Mithilfe der jeweiligen Einspeisevergütung kann der jährliche Ertrag dann in Euro und Cent berechnet werden.

Anhand eines realen Beispiels soll hier eine Ertragsvorhersage mittels eines **Simulationsprogramms** und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden.

Der jährliche Stromverbrauch einer Familie beträgt durchschnittlich 4.500 kWh. Anhand einer einfachen Verbrauchserfassung (Ablesen des Stromzählers) wurden folgende Daten erhoben:

Verbrauch in 24 Stunden:

Minimal 9,10 kWh

Maximal 16,80 kWh

Verbrauch in den Nachtstunden (23:00–6:00 Uhr):

Minimal 0,9 kWh

Maximal 1,8 kWh

Verbrauch in den Tagstunden (6:00–23:00 Uhr):

Minimal 7,6 kWh

Maximal 15,50 kWh

Die nutzbare Photovoltaikfläche besteht aus dem Dach einer großen Schleppgaube mit Pultdach: Abmessungen 8,0 m × 5,0 m, Neigung 20°, Ausrichtung Südwesten (240°).

Strombezugspreis: 25,6 Cent, einschl. MwSt. (Annahme: Steigerungsrate 2 % jährlich)

Wunsch des zukünftigen Anlagenbetreibers ist ein möglichst hoher Eigenverbrauch. Ein Kredit soll nicht in Anspruch genommen werden. Die Investition wird aus eigenen Mitteln finanziert.

Mittels eines Photovoltaik-Simulationsprogrammes wurde folgende Anlage konzipiert und für diese die Wirtschaftlichkeit berechnet:

» Beispiel

Einspeisekonzept: Netzeinspeisung mit Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung

Photovoltaikmodul:

Anzahl 9
Typ Monokristallin - 250 kWp
Leistungsgarantie 80 % nach 20 Jahren

Wechselrichter:

Anzahl 1
Eingangsspannungsbereich 200 bis 480 V
Europäischer Wirkungsgrad 95,2 %

Photovoltaikanlage:

Standort Trier (Rheinland-Pfalz)
Verschattung keine
Modulfläche 14,60 m²
Neigung 20°
Azimut 240°, Süd-West
Leistung 2,25 kWp
Inbetriebnahme 1.1.2021
Einspeisevergütung Bis 10 kW: 8,16 Cent/kWh
(fix für 20 Jahre, Jahr der Inbetriebnahme nicht mitgerechnet)

Investitionskosten der Anlage 4.500,- € netto

Berechnungsergebnisse (bezogen auf erstes Jahr):

Einstrahlungsenergie auf die Modulfläche	15.142 kWh
Einstrahlungsenergie abzüglich Reflexion	12.812 kWh
Erzeugte Energie	2.074 kWh
Vom Wechselrichter abgegebene Energie	2.067 kWh
Netzeinspeisung	577 kWh
Direktverbrauch	1.490 kWh (ca. 72 % von 2.067 kWh)
Spezifischer Jahresertrag	914 kWh/kWp
Einspeisevergütung im 1. Jahr	46,82 € (ab Januar)
Einsparung Strombezug im 1. Jahr	396,82 €
Nutzungsgrad Wechselrichter	92,5 %

Wirtschaftlichkeit nach Kapitalwert-Methode (Zahlungsfolgen werden abgezinst):

Betrachtungszeitraum	20 Jahre + Jahr der Inbetriebnahme
Kapitalzins (Umlaufrendite)	0,9 %
Investition	4.500,- €
Einspeisevergütung	805,52 € (für 20 Jahre + Jahr der Inbetriebnahme)

Einsparung Netzbezug	7.499,71 € (für 20 Jahre + Jahr der Inbetriebnahme)
Gesamtkapitalrendite	7,57 %
Amortisationszeit	10,8 Jahre

3.1.4 Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung

Zum besseren Verständnis der zuvor erwähnten Begriffe Eigenverbrauch und Überschusseinspeisung möchten wir diese ausführlich erläutern.

In Zeiten hoher Einspeisevergütungen wurde der gesamte solar erzeugte Strom in das öffentliche Netz eingespeist. Die Höhe der Einspeisevergütung lag damals weit über dem Bezugspreis des Stromes.

Das Credo war, möglichst viel Photovoltaik (PV)-Fläche mit möglichst viel Ertrag zu erzielen. Es wurden auch hauptsächlich Dachflächen mit Südausrichtung genutzt. Die Zählerinrichtung bestand nur aus einem Zweirichtungszähler, der sowohl den Bezugsstrom erfasste als auch die Menge des eingespeisten Stroms zählte.

Ob und wie viel Strom im Gebäude selbst benötigt wurde, spielte dabei keine Rolle. Der gesamte Strom wurde mit hohen Vergütungen, anfänglich ca. 50 Cent pro kWh, ins öffentliche Netz eingespeist.

Mittlerweile stellt sich die Situation anders dar: Die Einspeisevergütung ist stark gesunken, der Strompreis hingegen stark gestiegen. Strombezugpreise von bis zu 30 Cent pro kWh und Einspeisevergütungen von knapp über 8 Cent pro kWh erfordern eine andere Herangehensweise.

Der **Eigenverbrauch** (auch **Direktverbrauch** genannt) rückt nun in den Fokus. Es ist offensichtlich, dass die Reduzierung der Bezugsstrommenge viel schneller zu einer Wirtschaftlichkeit führt, als Einnahmen über das Einspeisen von Strom zu erzielen.

So steigere ich meinen Eigenverbrauch

Wie gelingt es mir, einen möglichst großen Teil meines solar erzeugten Stroms selbst zu verbrauchen?

Als Erstes muss man sich von dem Gedanken verabschieden, möglichst viel Photovoltaikfläche zu installieren. Das Verhältnis von produziertem Strom zur Verbrauchsmenge an Strom im selben Gebäude gilt es nun, zu beachten. Wenn Sie beispielsweise eine Photovoltaikanlage installieren, die im Jahr 20.000 kWh Strom produziert, in Ihrem Gebäude jedoch nur 4.000 kWh verbraucht werden, wird sich prozentual kein hoher Eigenverbrauch ergeben.

Erschwerend kommt noch hinzu, dass die 4.000 kWh nicht nur tagsüber verbraucht werden, sondern auch in den Abend- und Nachtstunden oder an Tagen mit geringer Sonneneinstrahlung. In diesen Zeiten müssten Sie also noch Strom zukaufen, vielleicht noch 1.500 oder 2.000 kWh.

Kurz gefasst bedeutet das: Die Größe der Photovoltaikanlage ist direkt abhängig vom **Stromverbrauch** im Gebäude. Erster Anhaltspunkt ist natürlich die Jahresstromrechnung, auf der die gesamte im Jahr verbrauchte Strommenge aufgeführt ist. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gibt hierfür folgende **Durchschnittswerte** an:

- Haushalt mit einer Person: 1.900 kWh
- Haushalt mit zwei Personen: 2.500 kWh
- Haushalt mit drei Personen: 3.050 kWh
- Haushalt mit vier Personen: 3.400 kWh
- Haushalt mit fünf Personen: 4.200 kWh

Erfolgt die Warmwasserbereitung elektrisch, erhöhen sich die Werte um durchschnittlich 25 %.

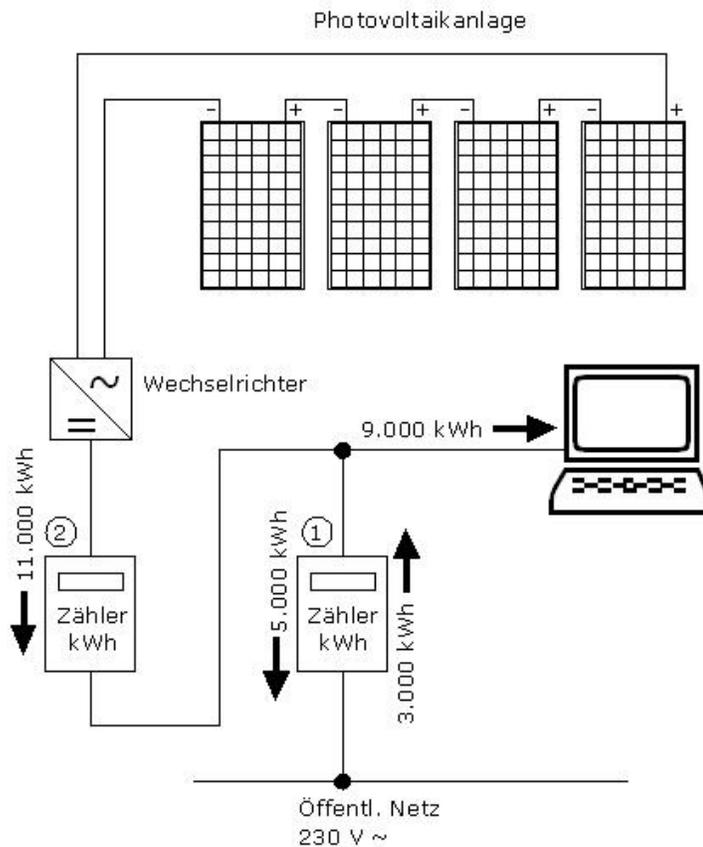
Leider sagen diese durchschnittlichen Werte oder auch Ihre speziellen Werte nichts darüber aus, zu welcher Tageszeit der Strom verbraucht wird. Für uns ist der Strom interessant, der tagsüber verbraucht wird, also dann, wenn unsere Photovoltaikanlage normalerweise Strom produziert. In diesem Zusammenhang wäre es sehr hilfreich, ein spezielles **Verbrauchsprofil** zu haben. In der Regel liegt dies nicht vor. Für typische Gebäude wie z.B. Ein- und Mehrfamilienhäuser gibt es durchschnittliche Verbrauchsprofile. Diese werden auch von speziellen

Softwareprogrammen verwendet, die man zur Dimensionierung von Photovoltaikanlagen benötigt.

Alternativ kann der Hauseigentümer auch **selbst ein Verbrauchsprofil erstellen**, indem er in möglichst kurzen Zeitabständen (1 Stunde) den Zählerstand am Stromzähler abliest. Wichtig dabei ist es, zum einen den Gesamtverbrauch in 24 Stunden zu messen und tagsüber möglichst viele 1-Stunden-Werte. Zum anderen ist der Verbrauch in den Nachtstunden interessant (z.B. von 23:00 Uhr bis 6:00 Uhr). Er gibt Aufschluss über den »Stand-by-Verbrauch« des Gebäudes. In dieser Zeit wird durch die Nutzer in der Regel aktiv kein Strom verbraucht. Diese Auswertung hilft dem Fachplaner, eine Photovoltaikanlage zu konzipieren, die möglichst wenig Strom einspeist und möglichst viel direkt im Gebäude verbraucht.

Natürlich kann der Nutzer dieses Verbrauchsprofil positiv beeinflussen, indem er verbrauchsintensive Geräte (Trockner, Waschmaschine o.Ä.) nur zu Zeiten in Betrieb nimmt, an denen die Photovoltaikanlage Strom produziert.

Wie der Aufbau einer **Zähleinrichtung mit Eigenverbrauchsmessung** aussehen kann, zeigt die folgende Grafik:



Legende zur obigen Grafik:

Gesamtstromverbrauch:	9.000 kWh
Erzeugter PV-Strom:	11.000 kWh, davon sind 9.900 kWh vergütungsfähig (= 90 %)
Eingespeister Überschuss:	5.000 kWh, der zu 100 % vergütet wird
Bezogener Strom:	3.000 kWh
Direktverbrauch:	$11.000 \text{ kWh} \cdot / \cdot 5.000 \text{ kWh} = 6.000 \text{ kWh}$

Über das aktive Zutun des Nutzers hinaus, bestimmte Geräte zu Zeiten der solaren Stromproduktion einzuschalten, kann der Eigenverbrauch mithilfe von **Stromspeichern** (Batterien) weiter erhöht werden. In Zeiten von Überproduktion kann diese in den Batterien zwischengespeichert werden und an »Schlechtwettertagen« oder in den Abend- und Nachtstunden verbraucht werden.

Leider sind diese Systeme noch sehr teuer bei recht geringer Speicherkapazität. Im Kapitel »[Das sollten Sie zur Technik wissen](#)« wird