Privater Strom aus der Sonne

Leitfaden zur Photovoltaik

für Bürgerinnen und Bürger

der Verbandsgemeinde Pellenz



Mit aktuellen Förderbedingungen
Stand Januar 2005

Impressum

Herausgeber:

Verbandsgemeinde Pellenz
Breits Str.40
56626 Andernach

Ansprechpartner:
Dipl. Ing. Frank Heuft
Tel.: (02632/299-55
E-Mail: bauabteilung@pellenz.de

Konzeptionierung:

Institut für angewandtes
Stoffstrommanagement (IfaS)
Umwelt-Campus Birkenfeld (FH Trier)
Postfach 1380
55761 Birkenfeld
http://ifas.umwelt-campus.de

Ansprechpartner / Autor:
Roland Cornelius (Dipl. Wirt. Ing. FH)
Tel.: (0 67 82) 17-1608
E-Mail: r.cornelius@umwelt-campus.de

Gefördert durch

Landeszentrale für Umweltaufklärung
Kaiser-Friedrich-Straße 1
55116 Mainz
www.umdenken.de

Bildnachweis
Fotos und Abbildungen: IfaS und VG Weilerbach, S. 23 oben links: Schüco International KG
Titelfoto: Photovoltaik- und Solarthermie-Anlage Familie Degen, Weilerbach

Vermerk
Aktualitätsstand: Januar 2005, vorbehaltlich gesetzlicher Änderungen.
Für die in der Broschüre zur Verfügung gestellten Informationen und daraus abgeleiteten Handlungen wird keine Haftung übernommen.
Die presserechtliche Verantwortlichkeit liegt bei der herausgebenden Institution

Das vorliegende Dokument basiert auf folgender Quelle:

„Privater Strom aus der Sonne – Leitfaden zur Photovoltaik für Bürgerinnen und Bürger des Landes Rheinland-Pfalz“:
Herausgeber: Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
Autor: Cornelius, Roland
Erscheinungsort: Birkenfeld, Mainz (2005)

Copyright © 2005 Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

1. landesweite Auflage
Version 1.2

Das Werk ist Urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Ausgenommen hiervon ist die Verwendung und Vervielfältigung zu nicht-kommerziellen Zwecken durch öffentliche Einrichtungen und Gebietskörperschaften des Landes Rheinland-Pfalz. Eine Vorlage hierzu ist unter www.umdenken.de erhältlich.

Vorwort

In den Medien wird regelmäßig über die Ursachen und Folgen des Klimawandels berichtet.

Die Stärke und Häufigkeit von schwersten Unwettern nehmen weltweit zu. Im Angesicht dieser Problematik muß die Minimierung des CO2 Ausstoßes Ziel des Handelns sein, dem auch wir verpflichtet sind.

Dies kann durch Energieeinsparungen, Effizienzsteigerungen und Einsatz von erneuerbaren Energieträgern erreicht werden. Insbesondere sollen fossile Energieträger durch regenerative Energieträger ersetzt werden mit dem Ziel, CO2-Emissionen zu senken.

Photovoltaik (PV) ist eine der Möglichkeiten, die Energie- bzw. Stromversorgung durch regenerative Energieträger zu sichern. Durch die Einführung und Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetztes (EEG) mit garantierten Einspeisevergütungen für den Solarstrom in Verbindung mit zinsgünstigen Darlehen der KfW Förderbank wurden die Voraussetzungen geschaffen, Solarstrom-Anlagen wirtschaftlich betreiben zu können.

Nachdem eine erste Auflage der PV-Broschüre eine sehr große Nachfrage hatte, wurde die Ihnen vorliegende Neuauflage seitens des Institutes für angewandtes Stromstoffmanagement (IfaS) erstellt und der Verbandsgemeinde Pellenz übergeben.

Der Leitfaden soll Interessenten einen schnellen Einstieg in die Thematik ermöglichen und praktische Hinweise zur konkreten Umsetzung vermitteln.

Klaus Bell

Bürgermeister

© IfaS 2005

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **3**

Inhaltsverzeichnis **4**

1 Aufbau und Funktionsweise einer Photovoltaikanlage **6**

1.1 Funktionsweise einer Solarzelle 6
1.2 Solarzellentypen 6
1.3 Aufbau einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage 7
1.4 Leistung von Photovoltaikanlagen 8
1.5 Garantielaufzeit 8

2 Installationsvoraussetzungen **9**

2.1 Ausrichtung der Photovoltaikanlage 9
2.2 Verschattung 10
2.3 Flächenbedarf / Leistung der Photovoltaikanlage 11
2.4 Dachstatik 11
2.5 Installationsort des Wechselrichters 11
2.6 Netzanschluss 12

3 Förderung und Finanzierung **13**

3.1 Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 13
3.1.1 Anschlusszwang und Abnahmepflicht durch den Netzbetreiber 13
3.1.2 Einspeisevergütung 14
3.2 KfW-Programm „Solarstrom Erzeugen“ 16
3.2.1 Kreditlaufzeit 16
3.2.2 Konditionen 17
3.2.3 Antragstellung 17
3.3 Weitere Förderprogramme 18

4 Wirtschaftliche Betrachtung **19**

4.1 Investitionskosten 19
4.2 Betriebskosten 20
4.3 Betriebsdauer 20
4.4 Erlöse aus dem Verkauf elektrischer Energie 20
4.5 Betriebswirtschaftliche Bewertung 21
4.6 Beispielrechnung 21

5 Steuerliche Behandlung durch das Finanzamt **25**

5.1 Umsatzsteuer 25
5.2 Einkommensteuer 26
5.3 Gewerbesteuer 26

© IfaS 2005

6 Bau und Installation 27
6.1 Baurechtliche Voraussetzungen 27
6.2 Lieferfristen 27
6.3 Finanzielle Voraussetzungen 27
6.4 Installationsdauer 27
6.5 Eigenleistungen 28
6.6 Blitzschutz 28
6.7 Montage und Gebäudeintegration 28
6.7.1 Dachmontage 28
6.7.2 Fassadenintegration („Energiefassaden“) 29
6.7.3 Flachdachaufstellung und freie Aufstellung 30
7 Abnahme, Betrieb und Wartung 32
7.1 Stromeinspeisevertrag 32
7.2 Ab- und Inbetriebnahme 32
7.3 Wartung und Betrieb 32
7.4 Rechnungsstellung 33
7.5 Versicherung der Photovoltaikanlage 33
7.5.1 Sachversicherung 34
7.5.2 Haftpflichtversicherung 34
8 Ökologische Bewertung 35
8.1 Energetische Bewertung 35
8.2 Reduktion der CO_2-Emissionen 36
8.3 Entsorgung / Recycling 36
9 Ablaufschema 37
10 Kontaktadressen 38
11 Abkürzungsverzeichnis 39

© IfaS 2005

1 Aufbau und Funktionsweise einer Photovoltaikanlage

Die Energie der Sonne bildet eine der Grundlagen für das Leben auf der Erde. In einem Jahr strahlt sie mehr als das 10.000-fache an Energie auf die Erde, als von der gesamten Weltbevölkerung verbraucht wird. Nahezu alle genutzten Energieformen sind direkt oder indirekt auf die Energie der Sonne zurückzuführen. Die Sonnenstrahlung zählt zu den so genannten regenerativen Energieträgern, d.h. zu den Energiequellen, die gemessen an menschlichen Maßstäben unerschöpflich und erneuerbar sind. Photovoltaikanlagen wandeln das Sonnenlicht in elektrische Energie um. Dadurch kann die Energie der Sonne direkt zur Erzeugung von elektrischem Strom genutzt werden.

In Deutschland werden außer in abgelegenen Regionen, z.B. auf Berghütten, fast ausschließlich netzgekoppelte Photovoltaikanlagen betrieben um von der gesetzlich festgelegten Vergütung zu profitieren. Diese sind mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden und speisen den produzierten Strom ein. Daher werden in diesem Leitfaden ausschließlich netzgekoppelte Solarstromanlagen behandelt.

Der Einsatz von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen auf Gebäuden ist ein Ansatz zu einer dezentralen Energieversorgung. Das heißt eine Verlagerung der Stromproduktion weg von zentralen Großkraftwerken hin zu den Verbrauchern. Bereits durch eine Photovoltaikanlage mit einer Nennleistung von 5 kW_p (Kilowatt peak) und einer Größe von ca. 50 m², kann in etwa der Strombedarf eines 4-köpfigen Haushaltes gedeckt werden. Eine Anlage dieser Größe kann in vielen Fällen auf der Fläche des Daches eines Einfamilienhauses untergebracht werden.

1.1 Funktionsweise einer Solarzelle

Eine Solarzelle besteht aus einer sehr dünnen Schicht eines Halbleitermetalls. In der Regel wird hierzu Silizium verwendet, das in der Form von Quarzsand als nahezu unbegrenzt vorhandenes Material zur Verfügung steht. Diese Schicht aus Silizium ist auf der Ober- und der Unterseite mit anderen Fremdelementen dotiert (durchsetzt). Dadurch entsteht eine positiv und eine negativ geladene Seite. Durch eine Wechselwirkung mit dem einstrahlenden Sonnenlicht fließt ein Strom zwischen den unterschiedlich geladenen Seiten.

Eine einzelne Solarzelle erreicht nur eine geringe Spannung von ca. 0,6 Volt. Die Stromstärke ist von der Größe der Zelle abhängig. Typische Solarzellen mit einer Größe von 10 x 10 cm erzeugen bis zu 3 A (Ampere) Strom. Somit hat eine einzelne Zelle eine Leistung von ca. 1,4 Wp (Watt peak) In einer 1 kW-Anlage sind somit ungefähr 670 Solarzellen verschaltet.

1.2 Solarzellentypen

Aus dem Silizium werden in aufwändigen Verfahrensschritten die stromproduzierenden Solarzellen hergestellt. Nach dem Produktionsverfahren werden diese in zwei Hauptgruppen unterteilt.

„Kristalline Zellen“ bestehen aus Siliziumkristallen und werden in zwei verschiedenen Ausführungen hergestellt: Monokristalline Zellen bestehen aus einem einzigen großen Kristall und erreichen einen Wirkungsgrad von 15 – 18 %. Polykristalline Zellen bestehen aus mehreren kleinen Siliziumkristallen. Sie erreichen ebenfalls einen hohen Wirkungsgrad von 13 – 15 %.

© IfaS 2005



Abbildung 1-1: Polykristalline Module (oben) und monokristalline Module (unten)

Bei „Dünnschicht-Zellen“, auch „amorphe Zellen“ genannt, werden auf ein Trägermaterial dünne Schichten eines photoaktiven Halbleiters aufgebracht. Hierbei handelt es sich meist um aufgedampftes, nicht kristallines Silizium. Diese Zellen haben gegenüber den kristallinen Zellen zwar geringere Herstellungskosten, aber auch einen wesentlich geringeren Wirkungsgrad von 6 – 8 %.

1.3 Aufbau einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage

Das Kernstück einer Photovoltaikanlage sind die aus Solarzellen bestehenden Solarmodule, die Sonnenenergie in Gleichstrom umwandeln. Um den produzierten Strom einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage jedoch in ein öffentliches Stromnetz einzuspeisen, wird er über Gleichstromleitungen zu einem oder mehreren Wechselrichtern geführt, die den Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umwandeln. Bevor der Strom jedoch ins das öffentliche Netz eingespeist wird, muss ein so genannter Einspeisezähler zwischengeschaltet werden. Anhand dieses Zählers wird die eingespeiste Strommenge gemessen, um somit die entsprechende Vergütung anschließend berechnen zu können.

Die Anordnung der einzelnen Solarmodule kann in Reihen- oder Parallelverschaltung erfolgen. Ob Reihen- oder Parallelverschaltung günstiger ist, hängt von verschiedenen Faktoren wie Größe der Anlage, mögliche Anordnung der Module auf dem Dach, Anzahl der Wechselrichter usw. ab. In der Regel werden die Module in Reihe verschaltet.

Der schematische Aufbau einer Photovoltaikanlage ist in Abbildung 1-2 dargestellt.

© IfaS 2005

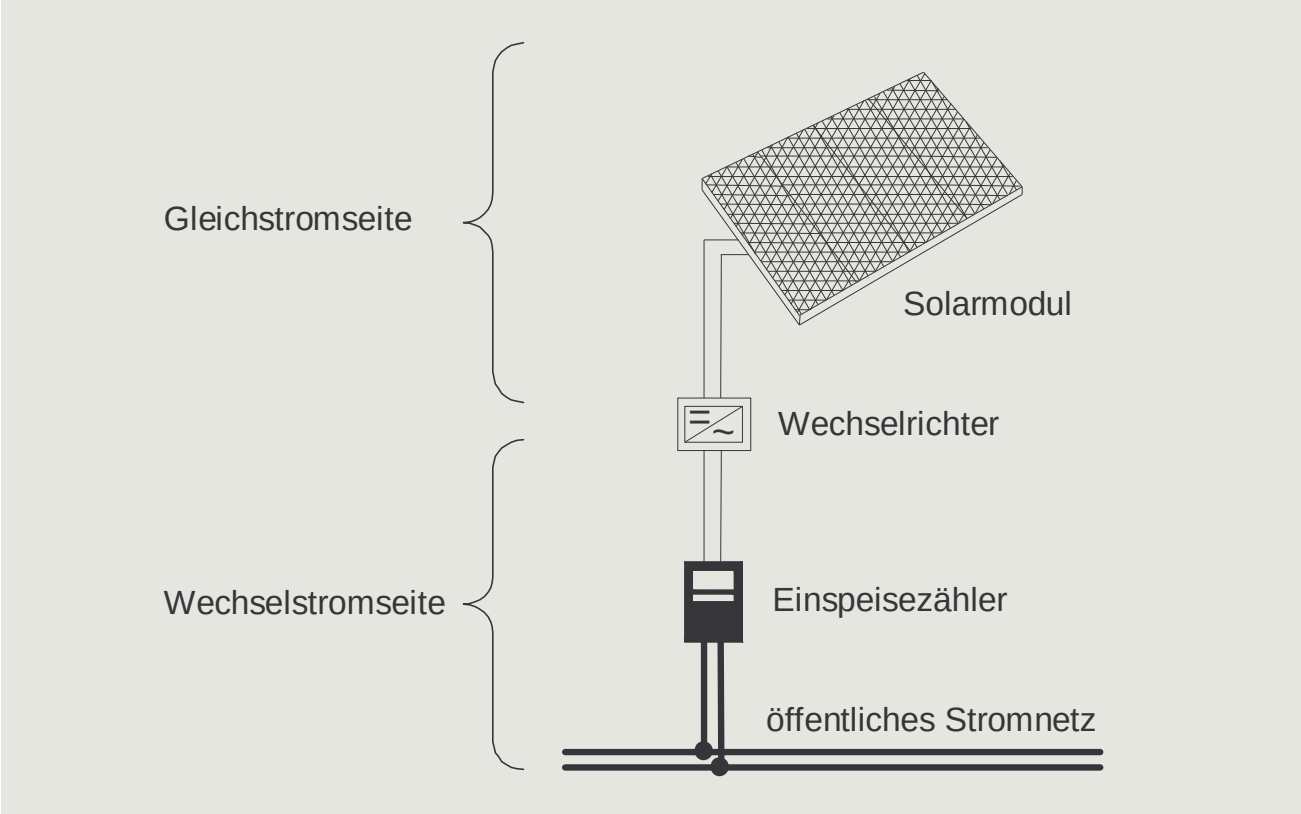

Abbildung 1-2: Schematische Darstellung einer Photovoltaikanlage

1.4 Leistung von Photovoltaikanlagen

Die Leistung von Photovoltaikanlagen ist abhängig von der Sonneneinstrahlung, und damit von der Jahreszeit, der Tageszeit, der Wetterlage, der Ausrichtung und dem Neigungswinkel der Module sowie deren Wirkungsgrad. Als Vergleichswert wird daher bei Photovoltaikanlagen immer die Spitzenleistung in der Einheit kW_p (Kilowatt peak) angegeben. Sie wird als Nennleistung der Solarstromanlage bezeichnet und ist definiert als die Leistungsabgabe eines Solarmoduls unter Laborbedingungen bei einer Bestrahlungsstärke von 1.000 Watt pro Quadratmeter und einer Temperatur von 25°C.

In Rheinland-Pfalz ist pro Jahr mit einem Energieertrag von 750 bis 900 kWh pro kW_p installierter Leistung zu rechnen.

1.5 Garantielaufzeit

Vom Hersteller wird auf die Solarmodule oft eine Leistungsgarantie gegeben. Diese beläuft sich auf eine bestimmte Mindestleistung von ca. 80 % der angegebenen Nennleistung für einen Zeitraum von 20 bis 25 Jahren. Insofern besteht bezüglich der Module vom Hersteller eine garantierte Ertragssicherheit. Bei einer Photovoltaikanlage mit einer Nennleistung von beispielsweise 5 kW_p und einer garantierten Leistung von 80 % ergibt sich eine Garantieleistung von 4 kW_p.

Für eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist daher diese Leistungsminderung von 20 % auf die Garantiedauer von 20 Jahren zu verteilen. Es wird in der Regel zur Berechnung ein linearer Leistungsabfall angenommen. Daraus ergibt sich ein kalkulierter Rückgang der prognostizierten Stromerträge um jährlich ein Prozent.

© IfaS 2005

2 Installationsvoraussetzungen

Die wichtigste Voraussetzung für die Installation einer Photovoltaikanlage ist die Verfügbarkeit einer geeignet ausgerichteten und unverschatteten Fläche. Dies können Dach- oder Freiflächen sein. In der Regel sind dies Dachflächen, die sich im günstigsten Fall im Eigentum des Betreibers befinden. Gegebenenfalls können die geeigneten Dachflächen auch gepachtet werden. Die Standorte der Wechselrichter und Zähler sollten leicht zugänglich sein, um Betrieb und Leistung der Anlage einfach kontrollieren zu können.

2.1 Ausrichtung der Photovoltaikanlage

Die Sonneneinstrahlung und somit der Ertrag hängen sehr stark von der Ausrichtung der Solarstromanlage zur Sonne und dem Neigungswinkel der Photovoltaikmodule ab. Die Dachfläche sollte idealerweise mit einem Neigungswinkel von 30° nach Süden hin ausgerichtet sein. Bei Abweichungen von der optimalen Ausrichtung vermindert sich der Stromertrag, die Einbußen bei solchen Abweichungen sind allerdings in weiten Bereichen (ca. Südost bis Südwest) gering. Eine genaue Betrachtung kann mittels einer so genannten Einstrahlungsscheibe durchgeführt werden (siehe Abbildung 2-1). Sie gibt in Abhängigkeit von Ausrichtung und Neigungswinkel die zu erwartende Leistungsstärke der Photovoltaikanlage in Prozent der vom Hersteller angegeben Nennleistung (kW_p) an. Die dadurch ermittelte Leistung stellt die Grundlage zur Berechnung des Stromertrages dar.

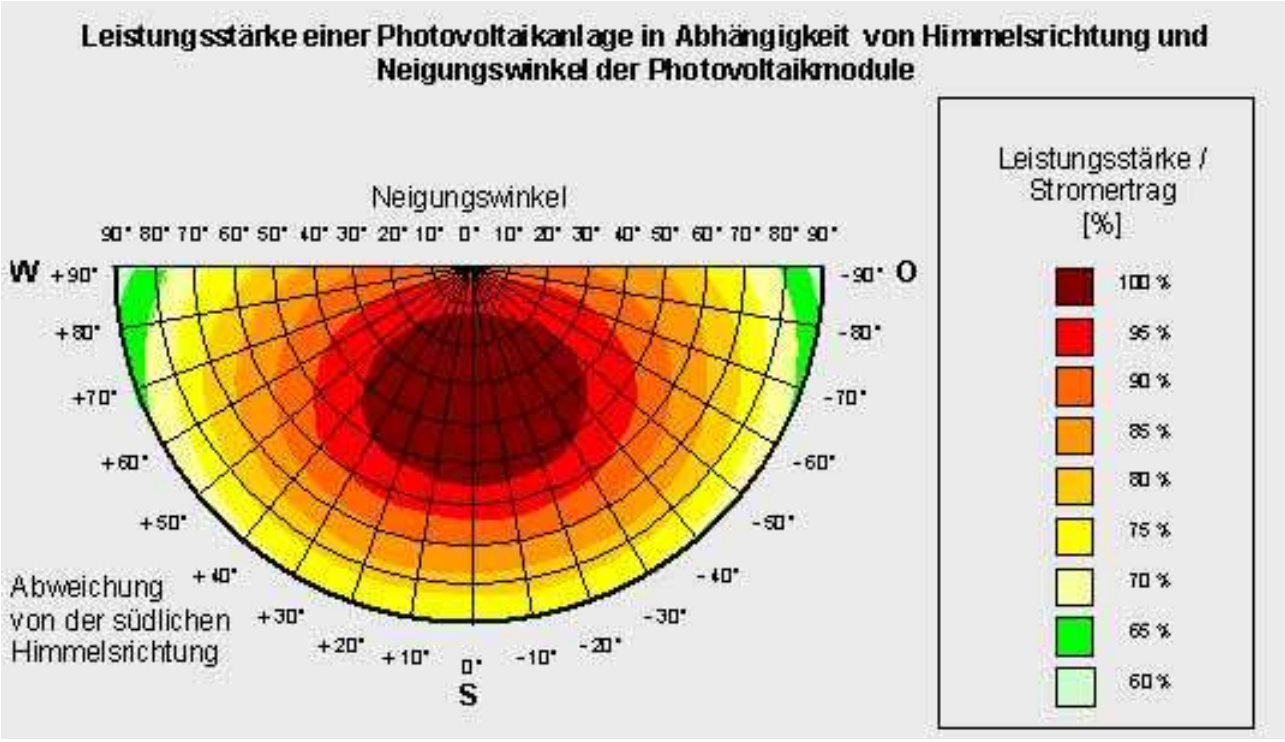

Abbildung 2-1: Einstrahlungsscheibe zur Ermittlung des Stromertrags

Eigene Darstellung in Anlehnung an: Einstrahlungsscheibe aus Photon Spezial 2003

© IfaS 2005

2.2 Verschattung

Es gibt verschiedene Arten von Verschattungen auf Solaranlagen. Zeitweise Verschattungen durch Laub, Schnee, Staub und ähnliches werden in der Regel durch die Selbstreinigung der Module (mit dem abfließenden Regenwasser) beseitigt. Die Selbstreinigung ist stark vom Aufstellwinkel abhängig. Da diese Verschattungen nur zeitweise und oft in ertragsarmen Zeiten (z.B. Schnee) erfolgen, sind sie meist nicht weiter problematisch.

Von großer Bedeutung hingegen sind standortbedingte Verschattungen zum Beispiel durch Bäume, andere Gebäude oder Gebäudeteile, wie Schornsteine, Antennenanlagen, Dachständer, Dachgauben oder anderen Dachaufbauten. Diese Verschattungen können möglicherweise zu erheblichen Ertragseinbußen führen. Selbst Teilverschattungen wirken sich meistens überproportional aus. So kann die Verschattung einer kleinen Fläche, zum Beispiel durch eine Stromleitung über dem Dach, die Leistung eines ganzen Moduls oder der ganzen Anlage deutlich reduzieren. Daher ist möglichst ein unverschatteter Standort zu wählen bzw. verschattete Flächen sind auszusparen. Bei Installation auf einem Flachdach ist zu beachten, dass hintereinander aufgestellte Solarmodule ebenfalls Schatten werfen. (siehe Kapitel 6.7.3)

Eine Abschätzung der Verschattung durch umliegende Gebäude oder Bäume kann mit Hilfe eines Sonnenbahnindikators erfolgen. Der Sonnenbahnindikator ist ein Gerät, das mit Hilfe einer Linse ein 180° Bild der Umgebung auf ein Sonnenbahndiagramm projiziert, welches vor der Linse auf einer Folie abgebildet ist. Gebäude, Bäume oder andere Verschattungsobjekte, sowie die Horizontlinie, welche die eingezeichneten Sonnenbahnen überragen, verschatten zu dem dargestellten Zeitpunkt den Standort, an dem sich der Betrachter mit dem Sonnenbahnindikator befindet. Somit ist es auch für den Laien gut möglich die Verschattungen und die Eignung eines Standortes für die Errichtung von Photovoltaikanlagen abzuschätzen (siehe Abbildung 2-2).

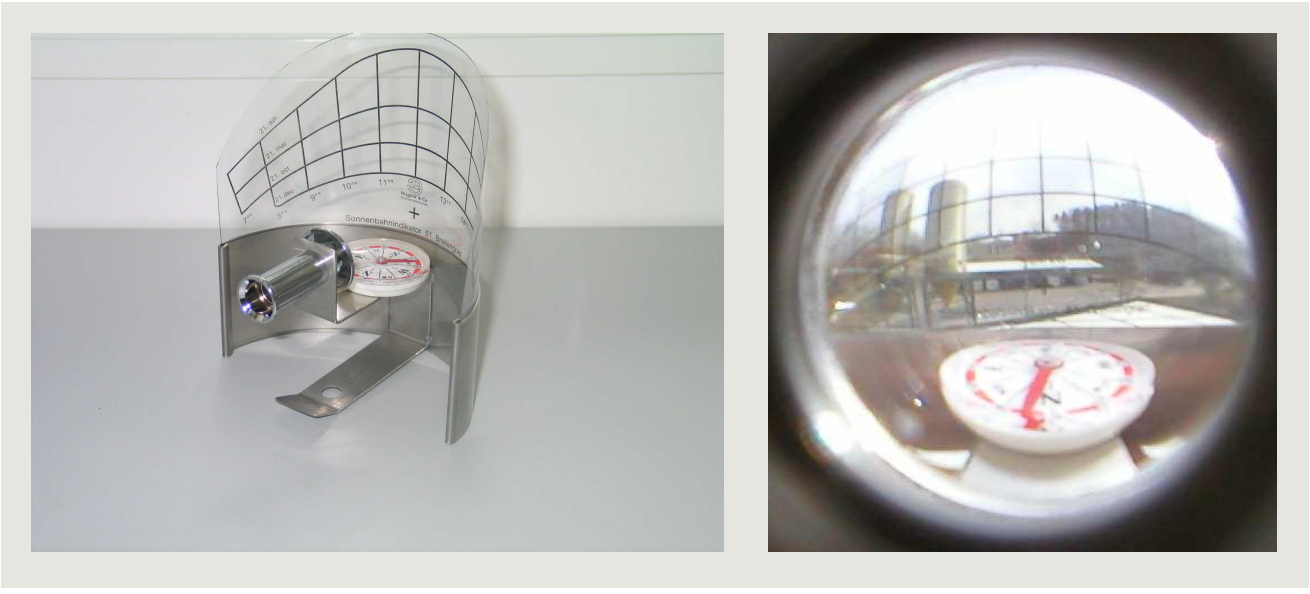

Abbildung 2-2: Sonnenbahnindikator (links) und Blick durch den Sonnenbahnindikator (rechts)

© IfaS 2005

2.3 Flächenbedarf / Leistung der Photovoltaikanlage

Der Flächenbedarf und die Anlagenleistung hängen sehr stark voneinander ab. Bei kristallinen Solarzellen werden pro kW_p ca. 9 bis 10 m² Dachfläche benötigt. Bei der Verwendung amorpher Zellen muss mit der doppelten Fläche (ca. 20 $m²/kW_p$) gerechnet werden, da dieser Zellentyp nur etwa die Hälfte des Wirkungsgrades von kristallinen Zellen erzielt (siehe Kapitel 1.2). Für die Montage der Anlage wird zu den Dachrändern ein Abstand von ca. 1 Meter eingeplant.

Bei der Flachdachmontage sind die Module aufgrund der besseren Ausnutzung der Sonneneinstrahlung aufzuständern. Eine durch die Aufständerung mögliche Verschattung hintereinanderstehender Module erfordert einen ausreichenden Abstand zwischen den Modulen. Als Faustregel gilt das Verhältnis Modul- zu Grundfläche von 1 zu 3. Auf 3 m² Grundfläche kann also 1 m² Modulfläche errichtet werden. Dadurch ist der Flächenbedarf für eine Anlage mit gleicher Nennleistung bei der Installation auf einem Flachdach gegenüber einem Schrägdach erheblich größer (siehe hierzu auch Kapitel 6.7.3).

Die Dimensionierung der Photovoltaikanlage richtet sich nach der vorhandenen Dachfläche, den Finanzierungsmöglichkeiten und der Strommenge, die erzeugt werden soll. Im Normalfall wird der Strom jedoch nicht selbst genutzt, sondern aufgrund der gesetzlich festgelegten Vergütung in das Stromnetz eingespeist. Daher gehen die meisten Anlagenkäufer von der nutzbaren Dachfläche aus und nehmen diese als Planungsgrundlage für die Anlagengröße.

2.4 Dachstatik

Aus bautechnischer Sicht muss das Dach für entsprechende Traglasten ausgelegt sein. Das Gewicht der Solarmodule beträgt im Durchschnitt ca. 25 kg/m² und überschreitet damit nicht die in der Regel einkalkulierte Sicherheit, von 15 % der Gesamtlast, des Daches. Im Einzelfall sollte diese Anforderung jedoch überprüft werden.

2.5 Installationsort des Wechselrichters

Der Wechselrichter sollte, wenn möglich, in der Nähe des Zählerschranks installiert werden. Es ist auf eine ausreichende Belüftung zu achten, da beim Betrieb des Wechselrichters eine leichte Erwärmung auftritt.

Die Montage kann unter geeigneten Umgebungsbedingungen auch in der Nähe der Solarmodule erfolgen. Dieser Standort bietet sich vor allem bei langen Wegen zwischen den Modulen und dem Einspeisezähler an. Durch die kürzere Verkabelung auf der Gleichstromseite können der Montageaufwand auf der Gleichstromseite und die Leitungsverluste sowie die Installationskosten gesenkt werden.

Für die Wahl des Standortes ist zu beachten, dass die vom Hersteller geforderten Umgebungsbedingungen, im Wesentlichen Feuchtigkeit und Temperatur, einzuhalten sind.

Der Anschluss des Wechselrichters und die Installationen auf der Wechselstromseite, zwischen dem Wechselrichter und dem Einspeisezähler, sind von einem Fachbetrieb auszuführen.

© IfaS 2005

2.6 Netzanschluss

Bei einer netzgekoppelten Anlage ist die Photovoltaikanlage mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden. Dieser Verknüpfungspunkt wird auch Netzeinspeisepunkt genannt. Der erzeugte Strom wird über einen separaten Zähler in das Netz eingespeist. Der Zählerschrank muss entsprechend den TAB (Technischen Anschlussbedingungen) des zuständigen Energieversorgungsunternehmens ausgeführt und installiert werden. In ihm sind neben dem Einspeisezähler alle vom Energieversorgungsunternehmen geforderten Schalt- und Schutzeinrichtungen integriert.

Die Lage des Netzeinspeisepunktes wird mit dem Energieversorger abgestimmt. Hierzu sieht das überarbeitete EEG in der Fassung vom 21. Juli 2004, eine neue Regelung vor, die fast alle Photovoltaikanlagen auf Wohngebäuden betrifft. Für Anlagen mit einer Leistung von insgesamt bis zu 30 Kilowatt, die sich auf einem Grundstück mit bereits bestehendem Netzanschluss befinden, definiert § 13 EEG den bestehenden Verknüpfungspunkt des Grundstücks mit dem Netz (Hausanschluss) als günstigsten Verknüpfungspunkt. Weißt der Netzbetreiber den Anlagen einen anderen Verknüpfungspunkt zu, ist er verpflichtet, die daraus resultierenden Mehrkosten zu tragen. Dementsprechend kann der Netzbetreiber für Anlagen mit einer Nennleistung bis zu 30 kW_p keine Gebühren für eine Netzverträglichkeitsberechnung in Rechnung stellen. Dadurch sind für Anlagen dieser Größenordnung die Netzanschlusskosten bis zum Hausanschluss begrenzt.

Die notwendigen Kosten für Netzanschluss, einschließlich der Messeinrichtungen (Einspeisezähler) trägt der Anlagenbetreiber. Der Betreiber der Photovoltaikanlage kann den Einspeisezähler vom Energieversorgungsunternehmen mieten. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass er einen eigenen, geeichten Zähler einbauen lässt. Der Netzanschluss wird vom Netzbetreiber bzw. einem von ihm zugelassenen Elektroinstallateur durchgeführt.

© IfaS 2005

3 Förderung und Finanzierung

Infolge einer verstärkten Förderung von Photovoltaikanlagen ist in der Solarbranche ein starker Aufschwung und Ausbau zu verzeichnen. Dadurch können Solarmodule heute industriell effektiver und vor allem kostengünstiger hergestellt werden.

Zu dieser rasanten Entwicklung des Photovoltaikmarktes trugen vor allem das im April 2000 in Kraft getretene Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien, auch Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) genannt, und das sehr erfolgreiche „100.000-Dächer-Programm“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) bei. Das „100.000-Dächer-Programm“ ist jedoch im Sommer 2003 nach Erreichen des Programmziels von 300 Megawatt neu installierter Photovoltaik-Leistung ausgelaufen. Dies führte zu einer Neuordnung der Finanzierungs- und Fördermaßnahmen von Photovoltaikanlagen.

Zum Ausgleich der ausgelaufenen Förderung wurden die im Erneuerbare-Energien-Gesetz garantierten Mindesteinspeisevergütungen für Strom aus Photovoltaikanlagen mit Wirkung ab dem 01.01.2004 erhöht. Weiterhin können auch Kredite bei der KfW beantragt werden. Trotz der schlechteren Finanzierungskonditionen dieser Kredite ergibt sich aufgrund der erhöhten Einspeisevergütung ab dem 01.01.2004 für Solarstromanlagen eine verbesserte Wirtschaftlichkeit, die für Investoren einen verstärkten Anreiz bietet.

Als spezielles Programm zur Finanzierung von Photovoltaikanlagen wurde ab dem 01. Januar 2005 von der KfW das Kredit-Programm „Solarstrom Erzeugen“ aufgelegt. Durch dieses KfW-Programm können alle Arten von Photovoltaikanlagen finanziert werden. Hierdurch wird das „CO_2-Minderungsprogramm“, welches bisher eine Finanzierung von Photovoltaikanlagen ausschließlich auf Wohngebäuden förderte, abgelöst. Die Zinskonditionen des neuen Programms „Solarstrom Erzeugen“ liegen im Bereich des bisherigen „CO_2-Minderungsprogramms“, wodurch weiterhin eine Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen gegeben ist.

3.1 Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bildet die Basis für eine ökologisch und volkswirtschaftlich langfristig günstigere Energieversorgung in Deutschland. Die Änderung des Gesetzes vom 22.12.2003 stand ganz im Zeichen der Photovoltaik. Durch dieses so genannte Photovoltaikvorschaltgesetz wurde die Anpassung der Einspeisevergütungen für Sonnenstrom von der Überarbeitung des gesamten Erneuerbaren-Energien-Gesetzes abgekoppelt und mit Wirksamkeit zum 01.01.2004 vorgezogen. Diese Vorgaben wurden in die überarbeitete Fassung des EEG vom 21.07.2004 übernommen.

Die Errichtung und der Betrieb von Photovoltaikanlagen werden durch das EEG stark gefördert. Diese Förderung basiert auf dem Anschlusszwang und der Abnahme- und Vergütungspflicht durch den Betreiber des öffentlichen Stromnetzes. Die einzelnen Regelungen des EEG werden in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

3.1.1 Anschlusszwang und Abnahmepflicht durch den Netzbetreiber

Die Energieversorgungsunternehmen sind gemäß § 4 EEG verpflichtet, Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien (zum Beispiel Photovoltaikanlagen) an das eigene Netz anzuschließen und den gesamten angebotenen Strom aus diesen Anlagen vorrangig abzunehmen.

© IfaS 2005

Dieser Anschlusszwang besteht auch dann, wenn die Abnahme des Stroms erst durch einen wirtschaftlich zumutbaren Ausbau des Netzes möglich wird. In diesem Fall ist der Netzbetreiber auf Verlangen des Einspeisewilligen zum Netzausbau verpflichtet. Die Umsetzung dieser Regelung ist in der Praxis jedoch schwer zu realisieren, da keine eindeutige Auslegung für den Begriff des „wirtschaftlich zumutbaren Ausbaus des Netzes“ existiert. Jedoch bestehen bei der Größenordnung von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen auf Gebäuden in der Regel keine Anschlussprobleme. Bis zu einer Größenordnung von 30 kW_p können gemäß § 13 EEG dem Betreiber der Photovoltaikanlage keine Mehrkosten in Rechnung gestellt werden. (siehe Kapitel 2.6).

Gemäß § 3 EEG ist der nächstgelegene Netzbetreiber zum Anschluss der Photovoltaikanlage verpflichtet. Dies ist für den Anlagenbetreiber ein großer Vorteil, da die Frage der Zuständigkeit eindeutig geklärt ist und kein Käufer für den produzierten Strom gesucht werden muss.

3.1.2 Einspeisevergütung

Gemäß § 5 EEG in Verbindung mit § 11 EEG ist der Netzbetreiber neben dem Anschlusszwang dazu verpflichtet, den angebotenen Strom aus Photovoltaikanlagen mit einer gesetzlich garantierten Mindestvergütung zu vergüten. Die Dauer dieser garantierten Vergütung beträgt gemäß § 12 EEG Abs. 3 20 Jahre, plus die restlichen Monate des Inbetriebnahmejahres. Die Höhe der Vergütungssätze nach § 11 EEG ist abhängig von dem Standort der Photovoltaikanlage. Dabei wird zwischen Freiflächenanlagen und Photovoltaikanlagen an oder auf Gebäuden unterschieden.

Die Mindestvergütungssätze für Strom aus Photovoltaikanlagen sind im EEG gemäß § 11 EEG für das Basisjahr 2004 festgelegt. Für Photovoltaikanlagen, die im Jahr 2004 in Betrieb genommen wurden, beträgt diese mindestens 45,7 Cent pro kWh. Dieser Satz gilt für Freiflächenanlagen jeder Größe, soweit sie den Bestimmungen § 11 EEG Abs. 3 entsprechen. Für Anlagen die ausschließlich an oder auf einem Gebäude angebracht sind, erhöht sich die Vergütung je nach Leistung um bis zu 11,7 Cent pro kWh bei Inbetriebnahme 2004. Photovoltaikanlagen auf Gebäuden mit einer Leistung von bis zu 30 kW_p werden also in der Summe mit 57,4 Cent pro kWh vergütet. Photovoltaikanlagen auf Gebäuden zwischen 30 kW_p und 100 kW_p erhalten für den Teil der Anlage über 30 kW_p 54,6 Cent pro kWh. Photovoltaikanlagen auf Gebäuden größer 100 kW_p erhalten für den Anteil über 100 kW_p 54,0 Cent pro kWh. Entsprechend der Publikation des Bundesumweltministeriums „Mindestvergütungssätze nach dem neuen Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) vom 21. Juli 2004“ (BMZ / Z III, Stand Juli 2004) wird bei Photovoltaikanlagen mit einer Nennleistung über 30 kW_p der durchschnittliche Vergütungssatz anteilig berechnet. Als Beispiel ist in Tabelle 3-3 die Berechnung für eine Photovoltaikanlage mit einer Nennleistung von 150 kW_p dargestellt.

Wenn die Anlage nicht auf dem Dach oder als Dach des Gebäudes angebracht ist, jedoch einen wesentlichen Bestandteil des Gebäudes darstellt (z.B. Fassadenanlagen sowie aktive oder passive Verschattungselemente), erhöht sich die Grundvergütung um weitere 5,0 Cent pro kWh.

Der vergleichsweise hohe Vergütungssatz gegenüber anderen vom EEG erfassten Erneuerbaren Energien ist dadurch gerechtfertigt, dass die betreffenden Technologien relativ jung sind und die erforderliche Marktdynamik erst langsam in Gang kommt. Durch den Impuls dieser Vergütungssätze entsteht eine Förderung der industriellen und gewerblichen Mobilisierung der Techniken zur Umwandlung solarer Strahlungsenergie in ihren verschiedenen Anwendungen. Es wird jedoch erwartet, dass die durch das EEG

© IfaS 2005

ausgelöste Nachfrage und die einsetzende Massenproduktion in Zukunft voraussichtlich zu weiter sinkenden Produktions- und damit auch Stromgestehungskosten führen. Daher sinken für neue Photovoltaikanlagen, die ab 2005 installiert werden, die Vergütungssätze. Dies ist im EEG durch eine Degression der Einspeisevergütungen gemäß § 11 EEG Abs. 5 vorgesehen. Ab dem 01. Januar 2005 werden die Vergütungssätze für Neuanlagen mit jedem Jahr der späteren Inbetriebnahme um 5 % gesenkt. Dabei wird der Betrag der Vergütung auf zwei Nachkommastellen gerundet. Der Zuschlag für Fassadenanlagen ist von der Degression nicht erfasst und bleibt unverändert bei 5,0 Ct/kWh. Auch bei Anlagen die von der Degression betroffen sind gilt, dass die im Jahr der Inbetriebnahme aktuelle Einspeisevergütung für die Dauer von 20 Jahren plus die restlichen Monate des Inbetriebnahmejahres festgeschrieben ist. Für Anlagen die nicht an oder auf einem Gebäude installiert sind (Freiflächenanlagen) wird dieser Degressionssatz ab dem 01. Januar 2006 auf 6,5 Prozent erhöht. Die Entwicklung der Einspeisevergütung im Zeitraum von 2004 bis 2010 ist für Photovoltaikanlagen mit einer Nennleistung bis 30 kW_p in Tabelle 3-1 dargestellt.

Für Photovoltaikanlagen aller Leistungsklassen die im Jahr 2005 in Betrieb genommen werden ist eine Übersicht in Tabelle 3-2 dargestellt. Die Berechnung der Durchschnittsvergütung für Photovoltaikanlagen auf Gebäuden mit einer Nennleistung über 30 kW_p ist in Tabelle 3-3 dargestellt.

Tabelle 3-1: Entwicklung der Einspeisevergütung von 2004 bis 2010 für Photovoltaikanlagen mit einer Leistung bis zu 30 kW_p

Inbetriebnahmejahr der Anlage	Freiflächenanlagen		Dachanlagen (bspw. bis 30 kWp)		Fassadenanlagen (bspw. bis 30 Wp)	
	Degression	Vergütung	Degression	Vergütung	Zuschlag	Vergütung
2004	0,0%	**45,70 Ct/kWh**	0,0%	**57,40 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**62,40 Ct/kWh**
2005	5,0%	**43,42 Ct/kWh**	5,0%	**54,53 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**59,53 Ct/kWh**
2006	6,5%	**40,60 Ct/kWh**	5,0%	**51,80 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**56,80 Ct/kWh**
2007	6,5%	**37,96 Ct/kWh**	5,0%	**49,21 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**54,21 Ct/kWh**
2008	6,5%	**35,49 Ct/kWh**	5,0%	**46,75 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**51,75 Ct/kWh**
2009	6,5%	**33,18 Ct/kWh**	5,0%	**44,41 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**49,41 Ct/kWh**
2010	6,5%	**31,02 Ct/kWh**	5,0%	**42,19 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**47,19 Ct/kWh**

Tabelle 3-2: Übersicht über die Einspeisevergütungen (Inbetriebnahme 2005)

	Leistungsbereich bis 30 kW		über 30 kW bis 100 kW		über 100 kW	
	Zuschlag	gesamte Vergütung	Zuschlag	gesamte Vergütung	Zuschlag	gesamte Vergütung
Mindestvergütung für alle PV-Anlagen	-	**43,42 Ct/kWh**	-	**43,42 Ct/kWh**	-	**43,42 Ct/kWh**
Grundvergütung für PV-Anlagen an oder auf Gebäuden	11,11 Ct/kWh	**54,53 Ct/kWh**	8,45 Ct/kWh	**51,87 Ct/kWh**	7,88 Ct/kWh	**51,30 Ct/kWh**
zusätzl. Zuschlag für PV-Fassadenanlagen	5,00 Ct/kWh	**59,53 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**56,87 Ct/kWh**	5,00 Ct/kWh	**56,30 Ct/kWh**

© IfaS 2005

Tabelle 3-3: Berechnung der durchschnittlichen Vergütung bei Anlagen größer 30 kW_p am Beispiel einer 150-kW-Anlage (Inbetriebnahme 2005)

Mindestvergütung für den Leistungsanteil bis einschließlich 30 kW_p (entsprechend einem Leistungsanteil von 20 Prozent)	54,53 Ct/kWh
Mindestvergütung für den Leistungsanteil ab 30 kW_p bis einschließlich 100 kW_p (entsprechend einem Leistungsanteil von 46,7 Prozent)	51,87 Ct/kWh
Mindestvergütung für den Leistungsanteil ab 100 kW_p bis einschließlich 150 kW_p (entsprechend einem Leistungsanteil von 33,3 Prozent)	51,30 Ct/kWh
⇒ **Durchschnittliche Grundvergütung:** 0,2 * 54,53 + 0,467 * 51,87 + 0,333 * 51,30 = **52,21 Ct/kWh**	

3.2 KfW-Programm „Solarstrom Erzeugen“

Im Rahmen des von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) aufgelegten Kreditprogramms „Solarstrom Erzeugen“ wird der Erwerb, die Errichtung, die Erweiterung von Photovoltaikanlagen sowie der Erwerb eines Anteils an einer Photovoltaikanlage im Rahmen einer GbR (Gesellschaft des bürgerlichen Rechts) zu zinsgünstigen Konditionen finanziert und gefördert.

Antragsberechtigt sind alle Investoren in „kleinere“ Photovoltaikanlagen. Das bedeutet, dass im Rahmen dieses Programms Photovoltaikanlagen bis zu einem Darlehensvolumen von 50.000 € gefördert werden. Dadurch werden die zur Verfügung stehenden Mittel breit gestreut. Daher ist dieses Programm ideal für private Investoren die auf und an ihren Gebäuden Photovoltaikanlagen installieren und selbst betreiben wollen. Diese Zielgruppe kann so in einem Programm ideal gebündelt und weitgehend unabhängig von gewerblichen Investoren betreut werden. Gewerbliche Investoren von Anlagen mit einem größeren Darlehensbedarf werden aus anderen Förderprogrammen (KfW-Umweltprogramm bzw. ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm) gefördert.

Die Förderung erfolgt in Form eines langfristigen und zinsgünstigen Darlehens zur Deckung der Investitionskosten.

3.2.1 Kreditlaufzeit

Die Kreditlaufzeit beträgt maximal 20 Jahre, bei mindestens einem und höchstens drei tilgungsfreien Anlaufjahren.

Für Photovoltaikanlagen bietet sich eine Finanzierung über die durch das EEG und vom Hersteller garantierte Laufzeit von 20 Jahren an.

Bei einer geringeren Laufzeit, von beispielsweise 10 Jahren, kann es durch die höheren Tilgungsbelastungen zu Liquiditätslücken in diesem Zeitraum kommen.

Es ist nach den individuellen Rahmenbedingungen eine Kreditlaufzeit zu wählen, die einerseits eine möglichst geringe Zinsbelastung verursacht, aber bei der andererseits keine Liquiditätslücken entstehen. Eine entsprechende Liquiditätsreserve ist zu berücksichtigen.

© IfaS 2005

3.2.2 Konditionen

Die Zinssätze liegen unterhalb des Kapitalmarktniveaus, sind aber auch den Schwankungen des Kapitalmarkts unterworfen. Der Zinssatz wird bei der Zusage wahlweise für die ersten fünf oder zehn Jahre festgeschrieben. Um eine bessere Kalkulationsbasis zu erreichen ist eine Zinsbindungsfrist von 10 Jahren zu empfehlen. Dies bedeutet, dass bei einer Kreditlaufzeit bis zu 10 Jahren der Zinssatz über die komplette Laufzeit festgeschrieben ist. Bei einer Kreditlaufzeit über 10 Jahren gilt diese Zinsfestschreibung nur für die Dauer von 10 Jahren. Danach wird der Zinssatz an das Marktniveau angepasst. Die Darlehenssumme kann bis zu 100 Prozent der Investitionskosten betragen. Der Kredithöchstbetrag beträgt 50.000 €. Die Auszahlung des Darlehens beträgt 96 Prozent. Dieses Disagio (Abschlag) von 4 Prozent fließt in die Berechnung des Effektivzinssatzes ein, wodurch eine signifikante Erhöhung des Effektivsatzes gegenüber dem Nominalzinssatz bedingt ist. Der Effektivzinssatz ist der Gesamtpreis eines Kredits und setzt sich aus Nominalzinssatz und Nebenkosten zusammen. Er wird in Prozent pro Jahr (% p.a.) angegeben und macht Angebote von verschiedenen Kreditinstituten vergleichbar.

Ein Disagio von 4 Prozent bedeutet in diesem Fall auch, dass eine Eigenkapital- oder eine zusätzliche Fremdfinanzierung von 4 Prozent erfolgen muss.

Die aktuell gültigen Konditionen der Finanzierungsprogramme können auf der Internetseite der KfW (www.kfw-foerderbank.de) abgerufen werden (siehe auch Kontaktadresse in Kapitel 10).

3.2.3 Antragstellung

Der Kreditantrag muss grundsätzlich vor Beginn des Vorhabens (z.B. Abschluss eines Kaufvertrages) gestellt werden. Wurde bereits ein Auftrag vergeben oder mit dem Bau der Anlage begonnen ist daher eine Förderung durch die KfW ausgeschlossen. Planungs- und Energieberatungsdienstleistungen gelten nicht als Vorhabensbeginn.

Die Beantragung des KfW-Kredits erfolgt über ein beliebiges Kreditinstitut, im Normalfall über die Hausbank des Antragstellers. Zu beachten ist, dass kein Anspruch auf die Gewährung des Kredits besteht. Nähere Einzelheiten, z.B. über entsprechende Sicherheiten, sind bei den Kreditinstituten zu erfragen.

Die Bearbeitung durch die KfW erfolgt in der Regel zügig. Im Juni 2004 betrug die Bearbeitungszeit für Kredite im Rahmen des CO_2-Minderungsprogramms von der Antragstellung bis zur Zusage durch die KfW etwa vier Wochen. In Ausnahmefällen konnten sie sich jedoch auch über mehrere Monate erstrecken. Erfahrungswerte für das neue Programm „Solarstrom Erzeugen“ liegen noch nicht vor.

Antragsberechtigt sind alle Träger von Investitionen zur Errichtung, Erweiterung oder den Erwerb von „kleineren“ Photovoltaikanlagen, deren Anlagen den Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes unterliegen, außer Investoren, die direkt der Kommunalaufsicht unterstehen.

© IfaS 2005

3.3 Weitere Förderprogramme

Für die Nutzung von Photovoltaikanlagen mit einem größeren Investitionsvolumen sind andere Programme von besonderer Bedeutung.

Gewerbetreibende werden durch das KfW-Programm „Solarstrom Erzeugen“ nur bedingt gefördert. Hier sind besonders das KfW-Umweltprogramm und das ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm der KfW Mittelstandsbank für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft hervorzuheben.

Kommunale Antragsteller sowie gemeinnützige Investoren die eine kommunale Aufgabe übernehmen können die Errichtung einer Photovoltaikanlage über das KfW-Infrastrukturprogramm finanzieren.

Weiterhin können Kommunen das Programm „Sonne in der Schule“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf Schulgebäuden in Anspruch nehmen.

Landwirten bietet dass Land Rheinland-Pfalz über das „Agrarinvestitionsförderprogramm“ eine zusätzliche Fördermöglichkeit. Photovoltaikanlagen werden in diesem Programm durch Zuschüsse mit bis zu 10 Prozent gefördert. Der Antrag hierzu ist beim zuständigen „Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum“ (DLR) zu stellen. Informationen hierzu sind ebenfalls bei der Landwirtschaftkammer erhältlich.

Nähere Informationen zu den genannten und weiteren Förderprogrammen erhalten Sie direkt bei der KfW Förderbank oder bei den Kontaktadressen unter Kapitel 10.

© IfaS 2005

4 Wirtschaftliche Betrachtung

Photovoltaikanlagen werden heute als Investitionsgüter betrachtet. Nur noch selten wird eine Solarstromanlage aus reinem Umweltschutzgedanken errichtet. Als Grundlage für die Investitionsentscheidung wird daher der finanzielle Aufwand dem individuellen Nutzen gegenübergestellt. Daher ist die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage von zentraler Bedeutung. Diese kann im Vorfeld durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung abgeschätzt werden.

Zur Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsberechnung sind viele Faktoren zu berücksichtigen. Eine Übersicht ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Folgend werden die wichtigsten Einflussfaktoren und ihre Wirkung beschrieben. Der Leser ist somit in der Lage, seine Kosten und Erträge für den konkreten Fall selbst zu ermitteln und zu optimieren.

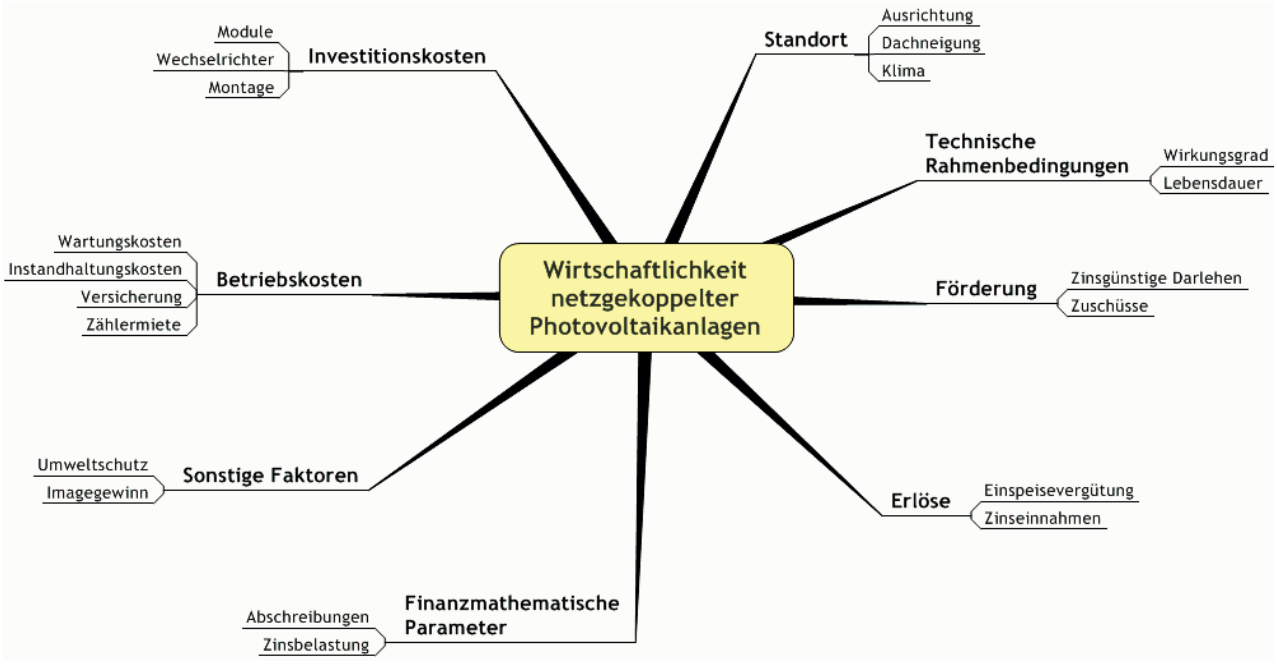

Abbildung 4-1: Einflussparameter auf die Wirtschaftlichkeit netzgekoppelter Photovoltaikanlagen

Eigene Darstellung in Anlehnung an: Photovoltaik – Ein Leitfaden für Anwender, TÜV-Verlag 2000

4.1 Investitionskosten

Über die Wirtschaftlichkeit von Solarstromanlagen wird bereits beim Kauf entschieden. Zum Vergleich verschiedener Photovoltaikanlagen werden die spezifischen Investitionskosten der Anlagen herangezogen. Hierzu werden Investitionskosten für das komplette System in Bezug zur Nennleistung der Anlage gesetzt. Das Ergebnis zeigt, wie viel Euro die Installation von einem kW_p kostet. Je günstiger die spezifischen Investitionskosten (d. h. je günstiger die Anlage bei gleicher Leistungsfähigkeit erworben und installiert werden kann), desto wirtschaftlicher kann die Anlage betrieben werden. Den Großteil der Investitionskosten bilden die Modulkosten mit einem Anteil zwischen 60 % und 80 %.

Die Investitionskosten sind abhängig von der Abnahmemenge bzw. Größe der Anlage, den speziellen Produkteigenschaften (besonders dem Wirkungsgrad vgl. Kapitel 1.2), dem Montageaufwand und den Preisvorgaben des Anbieters / Herstellers. Dementsprechend gibt es zwischen den Angeboten teils große

© IfaS 2005

Schwankungen. Die spezifischen Investitionskosten für „schlüsselfertige“ Solarstromanlagen bewegten sich im Frühjahr 2004 für das Gros der Angebote zwischen 4.650 €/kW_p und 6.500 €/kW_p brutto. Das entspricht Nettopreisen (ohne MwSt) von ca. 4.000 €/kW_p bis 5.600 €/kW_p. Eine schlüsselfertige 2 kW_p-Anlage auf einem Schrägdach kostete nach Angaben der Zeitschrift Photon 2/2004 durchschnittlich 11.775 € brutto (= 10.150 € netto).

Eine Prognose über die kurzfristige Preisentwicklung kann aufgrund der großen Nachfrage im Frühjahr und Sommer 2004 nicht gegeben werden. Langfristig werden auch aufgrund ausgebauter Produktionskapazitäten jedoch weiterhin sinkende Preise für Solarstromanlagen erwartet.

4.2 Betriebskosten

Bei Photovoltaikanlagen entfällt im Gegensatz zu konventionellen Kraftwerken ein Brennstoffkreislauf und somit die Brennstoffkosten.

Darüber hinaus gibt es keine mechanisch oder thermisch stark beanspruchten Teile, die eine regelmäßige Überwachung oder häufige Instandhaltungsarbeiten erfordern. Da die Module sich in der Regel auch selbst durch den Regen reinigen, beschränkt sich die Wartung im Wesentlichen auf Kontrolltätigkeiten. Dennoch sollte entsprechend dem Vorsichtsprinzip eine kleine Rücklage für den eventuellen Ersatz defekter Teile gebildet werden. Besonders ist hier der Austausch des Wechselrichters zu berücksichtigen, da die Erfahrung zeigt, dass hier die Lebenserwartung bei ca. 10 Jahren liegt und somit mit einem Wechselrichteraustausch zu rechnen ist.

Weiterhin sind in den Betriebskosten auch die Versicherungsbeiträge entsprechend Kapitel 7.5 zu berücksichtigen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass nur relativ geringe Betriebskosten während des Betriebes einer Solarstromanlage anfallen.

4.3 Betriebsdauer

Um entsprechende Aussagen zur Wirtschaftlichkeit treffen zu können, müssen für die voraussichtliche Dauer des Anlagenbetriebes die anfallenden Kosten und Erlöse gegenübergestellt werden. Bei heute üblichen Garantiezeiten für Solarmodule von 20 bis 25 Jahren und garantierten festen Einspeisevergütungen gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz über die Dauer von 20 Jahren, plus das Inbetriebnahmejahr, ist mindestens von einer 20-jährigen Dauer des Anlagenbetriebes auszugehen. Die tatsächliche Lebensdauer der Anlage (30 bis 40 Jahre) wird wahrscheinlich diesen Zeitraum überschreiten.

4.4 Erlöse aus dem Verkauf elektrischer Energie

Die Erlöse aus dem Stromverkauf lassen sich durch die garantierten Mindestvergütungen nach § 11 EEG (siehe Tabelle 3-2 und Tabelle 3-1) und der prognostizierten Einstrahlung sehr gut kalkulieren.

Die Einspeisevergütungen werden in der Regel jährlich abgerechnet, können aber in kürzeren Intervallen (z. B. vierteljährlich) in Rechnung gestellt werden, so dass die Einnahmen zeitnah erfolgen.

© IfaS 2005

4.5 Betriebswirtschaftliche Bewertung

Zur Beurteilung einer Investition ist eine Aussage über die Vorteilhaftigkeit dieser Investition notwendig.

Als Bewertungskriterien können die Kosten, der Gewinn (Differenz zwischen Erlösen und Kosten), die Rentabilität (Verhältnis zwischen Gewinn und durchschnittlich gebundenem Kapital) sowie die Amortisationszeit (Zeitspanne, in der die Überschüsse den Kapitaleinsatz der Investition erwirtschaftet haben) dienen. Diese vier Faktoren betrachten die Investition jedoch nur unter statischen Bedingungen. Das bedeutet, sie beziehen sich nur auf ein Betriebsjahr, berücksichtigen keine gegenseitigen Abhängigkeiten und keine Auswirkungen von Geldwertveränderungen (Inflation). Aus diesem Grund sind sie nur bedingt für eine Investitionsentscheidung geeignet.

Eine Investitionsentscheidung sollte daher auf Basis dynamischer Investitionsrechnungen erfolgen, die den zeitlichen Anfall von Kosten und Erlösen über die gesamte Betriebsdauer betrachten. Hierzu berücksichtigen sie einen Kalkulationszinssatz, der zum Beispiel an internen Renditeerwartungen oder externen Faktoren (wie Fremdkapitalzinsen oder Inflationsrate) orientiert ist, da für einen Anlagenbetreiber ein Euro heute einen größeren Wert darstellt, als zu einem späteren Zeitpunkt.

Geeignete Bewertungskriterien sind hierbei der interne Zinsfuß sowie die Annuitätenmethode.

Der interne Zinsfuß ist das Ergebnis der internen Zinsfußmethode. Er entspricht der Rendite einer Investition und somit dem Zinssatz, mit dem das eingesetzte Kapital wächst. Der Interne Zinsfuß stellt eine gute Basis zum Vergleich der Rendite mit anderen Anlageformen dar. Er ist zu vergleichen mit dem Zins, den der Betreiber bei der Anlage des gleichen Betrages auf ein Sparbuch für den gleichen Zeitraum erhält.

Bei der Gewinnannuität einer Investition handelt es sich um den Betrag, den die Investition jährlich über den Kalkulationszinsfuß (z. B. Inflationsrate) hinaus erwirtschaftet.

Für einen Vergleich ist jedoch der interne Zinsfuß am Besten geeignet, da sich dieser mit den Renditen alternativer Anlageformen (z.B. Geldanlage bei der Bank) vergleichen lässt. Eine solche Renditeberechnung wird oft von den Anbietern bei der Angebotsabgabe mit erstellt.

4.6 Beispielrechnung

In Tabelle 4-1 ist beispielhaft eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine Photovoltaikanlage auf einem Wohngebäude mit einer Nennleistung von 3,5 kW_p dargestellt.

Die Einteilung der Betriebsdauer erfolgt entsprechend der Einteilung nach dem EEG in das Jahr der Installation (Inst.-Jahr), und die darauf folgenden 20 Betriebsjahre.

Die Kalkulation erfolgte ohne die Berücksichtigung der Mehrwertsteuer, also auf Basis von Nettopreisen, da sie für einen Gewerbebetrieb nur einen durchlaufenden Posten darstellt. Der Betrieb einer Photovoltaikanlage stellt aus steuerrechtlichen Gesichtspunkte ein Gewerbe dar, auch wenn keine Gewerbeanmeldung durchgeführt wird (vergleiche hierzu Kapitel 5.2 Einkommensteuer).

Als spezifische Investitionskosten für eine schlüsselfertige Photovoltaikanlage wurden 4.600 € pro kW_p angenommen. Dies ergibt für die angenommene 3,5 kW-Anlage ein Gesamtinvestitionsvolumen von 16.100 €, ohne Mehrwertsteuer.

© IfaS 2005

Es erfolgte eine Finanzierung über das Programm „Solarstrom Erzeugen“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau zu den Konditionen vom 01. Januar 2005. Diese entsprechen bei einer Laufzeit von 20 Jahren und einer zehnjährigen Zinsbindung einem Nominalzinssatz von 3,45 % p.a. und einer Auszahlung von 96 %. Daraus ergibt sich ein Effektivzins von 4,05 % p.a.

Als Datum der Inbetriebnahme wurde der 01. Januar 2005 gewählt. Somit liegt der Berechnung die Einspeisevergütung für das Jahr 2005 von 54,53 Ct/kWh zugrunde. Bei einem abweichenden Termin ist eine Anpassung des Jahresertrages im Installationsjahr und ggf. der Einspeisevergütung (bei einem anderen Installationsjahr als 2005) zu berücksichtigen (siehe auch Tabelle 3-1).

Als Grundlage zur Ermittlung der Einspeisevergütungen wurde ein Standort mit einem Brutto-Jahresstromertrag von 850 kWh pro Jahr und kW_p angenommen.

Die Ertragsminderungen aufgrund des Leistungsverlustes der Anlage über die Betriebszeit wurden mit einer jährlichen Degression von einem Prozent berücksichtigt. Als Grundlage wurde hier eine Leistungsgarantie von 80 % angenommen. Der Verlust von 20% der Leistung wird demnach auf 20 Jahre verteilt.

Als Kalkulationsgrundlage für die Kosten, die einer Inflation unterliegen, dient das Installationsjahr. Ab dem ersten Betriebsjahr wurden für die Versicherungskosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten eine Inflationsrate von 2,0 % zugrunde gelegt.

Die genauen Angaben zu den Ausgangsdaten sind dem oberen Teil der Tabelle 4-1 zu entnehmen.

Die Erstellung der Wirtschaftlichkeitsprognose erfolgte in vier Teilbereichen:

1 Einnahmen - Ausgaben
2 Gewinn- und Verlustrechnung (vor Steuern)
3 Liquiditätsrechnung
4 Rendite (der Einlage) vor Steuern

Unter dem Punkt Einnahmen - Ausgaben Pos. (1) erfolgt die Berechnung des Einnahmeüberschusses (Pos. 1.3). Er entspricht der Differenz zwischen allen Einnahmen (Pos. 1.1) und Ausgaben (Pos. 1.2), jedoch ohne Abschreibung (Pos. 2.1) und Tilgung (Pos. 3.1).

Die Ermittlung der Gewinn- und Verlustrechnung (Pos. 2) als Basis zur Berechnung der Steuern (siehe Kapitel 5) erfolgt unter Berücksichtigung der Abschreibungen (siehe Kapitel 5.2). Hier wurde eine degressive Abschreibung über die Nutzungsdauer von 20 Jahren zugrunde gelegt. Da hier jedoch keine konkreten Tilgungszahlungen zugrunde liegen, stellt diese Berechnung nicht den tatsächlichen Zahlungsverlauf dar, sondern ist nur die Grundlage zur Ermittlung der Forderungen oder Verbindlichkeiten gegenüber den Finanzbehörden.

Die Ermittlung des tatsächlichen Zahlungsverlaufs erfolgt in der Liquiditätsrechnung (Pos. 3) unter Berücksichtigung der Darlehenstilgung (Pos. 3.1) für das KfW-Programm „Solarstrom Erzeugen“. In dieser Betrachtung stellt der Barüberschuss (Pos. 3.3) den erwirtschafteten Überschuss im laufenden Betriebsjahr dar. Auszahlungen an den Anlagenbetreiber sind unter dem Punkt Ausschüttungen (Pos. 3.2) aufgeführt. Sie erfolgen jedoch erst dann, wenn sie die Rückstellungen für den Wechselrichter im 10. Betriebsjahr (1.850 €) plus eine allgemeine Liquiditätsreserve für unvorhergesehene Zahlungen (250 €), also insgesamt 2.100 €, übersteigen. Ab dem 11. Betriebsjahr müssen sie nur noch die allgemeine Reserve von 250 € übersteigen.

© IfaS 2005

Die Summe der jährlichen Überschüsse abzüglich der Ausschüttungen wird in der kumulierten Liquiditätsreserve (Pos. 3.4) dargestellt.

Die Renditeberechnung vor Steuern (Pos. 4) erfolgt auf Basis der Ausschüttungen. Die Summe der Ausschüttungen (Pos. 2.1) über 20 Jahre ergibt den Kapitalrückfluss (Pos. 4.1) innerhalb der Gesamtlaufzeit an den Betreiber. Um eine Relation zum eingesetzten Kapital aufzuzeigen wird neben dem absoluten Betrag in Euro (2.271 €) auch der Prozentsatz (352,62 %) bezogen auf das Eigenkapital (644 €) angeben. Dies bedeutet, dass das eingezahlte Eigenkapital 3,5-fach zurückgezahlt wird.

Zur Ermittlung des Gewinns über die gesamte Laufzeit (Pos. 4.2) wird vom Kapitalrückfluss (Pos. 4.1) das eingesetzte Eigenkapital (644 €) abgezogen. Somit erhält man in diesem Fall einen Gewinn von 1.627 € über die Gesamtlaufzeit.

Eine gute Grundlage zur Investitionsentscheidung bildet der interne Zinsfuß (Pos. 4.3). Er gibt an wie sich das Kapital über die Laufzeit verzinst. Als Berechnungsgrundlage dienen hierzu die zeitlichen Verläufe der Ausschüttungen und die Investitionskosten. In dem gegebenen Beispiel beträgt der interne Zinsfuß, also die Rendite 7,53 % p.a..

© IfaS 2005

Tabelle 4-1: Beispielhafte Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine 3,5 kW_p Photovoltaikanlage

Ausgangsdaten

Allgemeine Daten	
Aufstellfläche	Dach
Jahr	2005
Monat	Jan
Inflation	2,00%

Investition	
Anlagekosten (schlüsselfertig)	
Anlagengröße:	3,5 kWp
Spezifische Kosten pro kWp	4.600,00 € (netto)
Gesamtkosten Photovoltaikanlage	16.100,00 € (netto)

Finanzierung	
Eigenkapital	644,00 €
KfW-Programm - "Solarstrom Erzeugen"	
Zinssatz (nom.) (Stand 12.08.2004)	3,45% p.a.
Laufzeit	20 Jahre
Zinsbindung	10 Jahre
Zinssatz Restlaufzeit	5,00% p.a.
Auszahlung	96,00%
Tilgungsfreie Jahre	2 Jahre
Kontokorrentkredit	
Sollzinssatz (nom.)	12,00%

Einnahmen	
Brutto - Jahresstromertrag pro kWp	850 kWh/a
jährliche Ertragsminderung	1% p.a.
Einspeisevergütung (netto)	0,5453 € /kWh
Habenszins für Liquiditätsreserve	2,00%

Ausgaben	
Betriebs- und Verwaltungskosten	
Versicherung	129,00 € pro Jahr
Betriebsführung / Zählermiete	30,00 € pro Jahr
Wechselrichteraustausch	
Gesamtkosten Wechselrichteraustausch	1.850,00 €

Liquiditätsreseve	
Liquiditätsreserve zu Beginn	0,00 €
maximale Liquidätsreserve	250,00 €

Wirtschaftlichkeitsprognose

		Inst.-Jahr 2005	1. Jahr 2006	2. Jahr 2007	3. Jahr 2008	4. Jahr 2009	5. Jahr 2010	6. Jahr 2011	7. Jahr 2012	8. Jahr 2013	9. Jahr 2014	10. Jahr 2015	11. Jahr 2016	12. Jahr 2017	13. Jahr 2018	14. Jahr 2019	15. Jahr 2020	16. Jahr 2021	17. Jahr 2022	18. Jahr 2023	19. Jahr 2024	20. Jahr 2025
1	**Einnahmen - Ausgaben**																					
1.1	**Einnahmen**																					
	Einspeisevergütung	1.622 €	1.606 €	1.590 €	1.574 €	1.558 €	1.543 €	1.527 €	1.512 €	1.497 €	1.482 €	1.467 €	1.452 €	1.438 €	1.424 €	1.409 €	1.395 €	1.381 €	1.367 €	1.354 €	1.340 €	1.327 €
	Zinseinnahmen (Liquiditätsreserve)	10 €	28 €	38 €	38 €	39 €	40 €	41 €	43 €	43 €	43 €	5 €	4 €	4 €	4 €	5 €	6 €	6 €	6 €	7 €	7 €	10 €
	Gesamteinnahmen	**1.632 €**	**1.634 €**	**1.628 €**	**1.612 €**	**1.597 €**	**1.583 €**	**1.569 €**	**1.555 €**	**1.540 €**	**1.525 €**	**1.472 €**	**1.457 €**	**1.442 €**	**1.428 €**	**1.415 €**	**1.401 €**	**1.388 €**	**1.374 €**	**1.360 €**	**1.347 €**	**1.337 €**
1.2	**Ausgaben**																					
	Versicherungen	129 €	132 €	134 €	137 €	140 €	142 €	145 €	148 €	151 €	154 €	157 €	160 €	164 €	167 €	170 €	174 €	177 €	181 €	184 €	188 €	192 €
	Betriebsführung / Zählermiete	30 €	31 €	31 €	32 €	32 €	33 €	34 €	34 €	35 €	36 €	37 €	37 €	38 €	39 €	40 €	40 €	41 €	42 €	43 €	44 €	45 €
	Wechselrichteraustausch	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1.850 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
	Zinsen Kontokorrentkonto	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
	Zinsen kfW-"Solarstrom Erzeugen"	555 €	555 €	548 €	517 €	486 €	455 €	424 €	393 €	363 €	332 €	436 €	391 €	347 €	302 €	257 €	212 €	168 €	123 €	78 €	34 €	0 €
	Gesamtausgaben	**714 €**	**718 €**	**713 €**	**686 €**	**658 €**	**631 €**	**603 €**	**576 €**	**549 €**	**522 €**	**2.480 €**	**589 €**	**548 €**	**508 €**	**467 €**	**426 €**	**386 €**	**346 €**	**305 €**	**265 €**	**236 €**
1.3	**Einnahmenüberschuss**	**918 €**	**917 €**	**915 €**	**927 €**	**939 €**	**952 €**	**965 €**	**979 €**	**991 €**	**1.004 €**	**-1.008 €**	**868 €**	**894 €**	**920 €**	**948 €**	**975 €**	**1.002 €**	**1.028 €**	**1.055 €**	**1.082 €**	**1.101 €**
2	**Gewinn und Verlustrechnung (vor Steuern)**																					
2.1	**Abschreibungen**	**1.642 €**	**1.481 €**	**1.336 €**	**1.206 €**	**1.089 €**	**983 €**	**888 €**	**802 €**	**725 €**	**656 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**594 €**	**0 €**
2.2	**Gewinn & Verlust** (vor Steuern)	**-724 €**	**-564 €**	**-422 €**	**-279 €**	**-149 €**	**-31 €**	**77 €**	**176 €**	**266 €**	**348 €**	**-1.601 €**	**274 €**	**300 €**	**327 €**	**354 €**	**381 €**	**408 €**	**435 €**	**462 €**	**488 €**	**1.101 €**
3	**Liquiditätsrechnung**																					
3.1	**Darlehenstilgung**																					
	Tilgung CO2-Minderungsprogramm	0 €	0 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	894 €	0 €
3.2	**Ausschüttung**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**45 €**	**97 €**	**109 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**80 €**	**107 €**	**134 €**	**161 €**	**187 €**	**1.351 €**
3.3	**Barüberschuss**	**918 €**	**917 €**	**20 €**	**32 €**	**45 €**	**58 €**	**71 €**	**39 €**	**0 €**	**0 €**	**-1.902 €**	**-27 €**	**-1 €**	**26 €**	**53 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**-250 €**
3.4	**Kumulierte Liquiditätsrserve**	**918 €**	**1.835 €**	**1.855 €**	**1.887 €**	**1.932 €**	**1.990 €**	**2.061 €**	**2.100 €**	**2.100 €**	**2.100 €**	**198 €**	**171 €**	**171 €**	**196 €**	**250 €**	**250 €**	**250 €**	**250 €**	**250 €**	**250 €**	**0 €**

4	**Rendite (der Einlage) vor Steuern**		
4.1	**Kapitalrückfluss**	**2.271 €**	**352,62%** auf das eingesetzte Kapital
4.2	**kummulierter Gewinn**	**1.627 €**	
4.3	**Interner Zinsfuß:**	**7,53%**	

© IfaS 2005

5 Steuerliche Behandlung durch das Finanzamt

Bei der Errichtung und dem Betrieb einer Solaranlage sollte sich der Anlagenbetreiber mit der Umsatz-, Einkommens- und Gewerbesteuer beschäftigen. Diese drei Steuern stehen jedoch miteinander nicht in Verbindung, sie sind voneinander losgelöst zu betrachten.

5.1 Umsatzsteuer

In der Regel wollen Betreiber von Photovoltaikanlagen umsatzsteuerpflichtig werden, um insbesondere die beim Kauf der Anlage gezahlte Umsatzsteuer vom Finanzamt zurück erstattet zu bekommen. Hierdurch verringern sich die Anschaffungskosten (bei gleichen Einnahmen), denn in diesem Fall wird der Vertrag mit dem Energieversorgungsunternehmen als gewerblicher Stromlieferungsvertrag geschlossen. Der Energieversorger zahlt dann zusätzlich zur Einspeisevergütung 16 % Umsatzsteuer. Der Anlagenbetreiber führt die Umsatzsteuer wiederum an das Finanzamt ab.

Für den Vorsteuerabzug (Rückvergütung der für die Photovoltaikanlage gezahlten Mehrwertsteuer durch das Finanzamt) sind die Herstellungs-/Anschaffungskosten der Anlage maßgebend. Hierzu gehören die belegmäßig nachgewiesenen Aufwendungen im direkten Bereich der Anlage (z.B. Anschaffungskosten, Transportkosten, Installationskosten, Abnahmekosten, Kosten für Dacheindeckungen), nicht jedoch Eigenleistungen (§ 14 UStG). Wenn die Anlage im Rahmen eines Neubaus errichtet wird, empfiehlt sich eine gesonderte Rechnungsstellung für die Bauteile der PV-Anlage. Von diesen Aufwendungen erstattet das Finanzamt die Mehrwertsteuer als Vorsteuer zurück. Die Vorsteuer wird nach Inbetriebnahme der Anlage aufgrund von Umsatzsteuervoranmeldungen ausgezahlt oder verrechnet, sofern die Steuerkonten der Betreffenden ausgeglichen sind. Voraussetzung für die Rückerstattung ist allerdings, dass eine Unternehmereigenschaft des Anlagenbetreibers vorliegt. Nach der Umsatzsteuerrichtlinie 2000 Nr. 24 liegt diese vor, wenn elektrischer Strom an einen Dritten verkauft wird. Dies ist bei netzgekoppelten Anlagen gegeben die den erzeugten Strom ins öffentliche Netz einspeisen und diese Stromeinspeisung vom Energieversorgungsunternehmen nach dem EEG vergütet wird (Einnahmeerzielungsabsicht).

Nach aktuellem Gesetzesstand sind die umsatzteuerpflichtigen Betreiber in den ersten beiden Jahren verpflichtet, monatlich eine Umsatzsteuervoranmeldung abzugeben. Zu beachten ist ferner, dass auch in Monaten ohne Einspeisung eine Meldung („Nullmeldung“) erforderlich ist. Ab dem dritten Jahr kann das Finanzamt im Normalfall auf die Abgabe einer monatlichen Umsatzsteuervoranmeldung verzichten, wenn die Umsatzsteuerzahllast unter 512 € liegt. Diese Grenze würde bei einer Anlagengröße von ca. 8 kW_p erreicht werden. In diesem Fall erfolgt ab dem dritten Jahr nur noch einmal jährlich die Jahressteuererklärung, die bis zum 31. Mai des nächsten Jahres beim Finanzamt abzugeben ist. Eine Befreiung von der Umsatzsteuer ist für Kleinunternehmer mit einem Jahresumsatz unter 16.617 € gemäß § 19 Abs. 1 Umsatzsteuergesetz (UStG) möglich. Dies hätte jedoch zur Folge, dass die mit den Herstellungs-/Anschaffungskosten gezahlte Umsatzsteuer vom Finanzamt nicht als Vorsteuer rückerstattet wird. An die Entscheidung, als Kleinunternehmer behandelt zu werden, ist der Unternehmer für 5 Jahre gebunden. Ob und wann es sinnvoll ist, einen solchen Optionswechsel vorzunehmen, sollte mit einem Angehörigen der steuerberatenden Berufe (z. B.: Steuerberater) geklärt werden. In der Regel wird vom Finanzamt auch der Vertrag mit dem EVU angefordert, aus dem unter anderem der Rhythmus der Einspeisevergütungen ersichtlich ist.

© IfaS 2005

5.2 Einkommensteuer

Einkommensteuer zahlen Privatpersonen, die Einkünfte erzielen, welche unter das Einkommensteuergesetz fallen. Juristische Personen zahlen Körperschaftssteuer.

Durch den Betrieb einer Photovoltaikanlage werden Einkünfte aus gewerblicher Tätigkeit erzielt (§ 15 EStG), die in der Einkommensteuererklärung anzugeben sind. Aus der Gegenüberstellung der Einnahmen und Ausgaben wird der Gewinn ermittelt. Die Vorsteuer stellt im Regelfall zum Zeitpunkt der Zahlung Betriebsausgaben und zum Zeitpunkt der Rückerstattung Betriebseinnahmen dar.

Die Abschreibung der Herstellungs-/Anschaffungskosten, auch Absetzung für Abnutzung (AfA) genannt, für Photovoltaikanlagen wird laut AfA-Tabelle der Finanzbehörden auf 20 Jahre verteilt. Wahlweise ist eine lineare oder degressive Abschreibung möglich. Bei einer linearen Abschreibung ergeben sich über die Nutzungsdauer gleich hohe Abschreibungsraten. Die degressive Abschreibung berücksichtigt zum Beispiel eine höhere Abnutzung und Wertminderung in den Anfangsjahren, durch höhere Abschreibungen zu Beginn der Nutzungsdauer die im Zeitverlauf niedriger werden.

Beispielsweise ergeben sich für eine Anlage mit Herstellungskosten von 20.000 € bei linearer Abschreibung gleich bleibende jährliche Abschreibungsraten von 1.000 €. Die Abschreibungen sind bei der Gewinnermittlung als Betriebsausgaben zu behandeln. Im Einzelfall sind weitere Fragen mit dem zuständigen Bearbeiter des Finanzamtes oder mit einem Steuerberater zu besprechen.

Die Einkommensteuer richtet sich nach den persönlichen Einkommensverhältnissen des oder der Betreiber. Werden die Einnahmen aus dem Betrieb der Photovoltaikanlage im Sinne des Einkommensteuergesetzes angesehen, wird der Gewinn, als Einkünfte aus gewerblicher Tätigkeit, mit den anderen Einkommensarten zusammengezählt und besteuert. Entsteht ein Verlust, mindert dies das gesamte persönliche Einkommen und somit die Einkommensteuer.

Aus steuerrechtlicher Sicht ist der Betrieb einer Photovoltaikanlage jedoch als Gewerbe anzusehen, auch wenn in Rheinland-Pfalz davon auszugehen ist, dass die vergütete Einspeisung von Solarstrom ins örtliche Stromnetz nicht als Gewerbe im Sinne der Gewerbeordnung (GewO) einzustufen ist. Insofern ist die Anzeige eines Gewerbes gemäß § 14 GewO beim Gewerbeamt nicht erforderlich. Aus diesem Grunde ist beim zuständigen Finanzamt ein Antrag zur Aufnahme einer gewerblichen Tätigkeit zu stellen. Das Finanzamt sendet dann einen Fragebogen zur gewerblichen Anmeldung zu. Wichtig hierbei ist, dass die Anlagenbetreiber nach außen so auftreten, wie das Hauseigentum, auf dem die Anlage installiert ist, geregelt ist. Das bedeutet, dass sich Eheleute im Regelfall gemeinsam als Betreiber (Unternehmergemeinschaft) anmelden.

Die Jahressteuererklärung ist bis zum 31. Mai des nächsten Jahres beim Finanzamt abzugeben.

5.3 Gewerbesteuer

Die Gewerbesteuer ist für die meisten Betreiber von Solaranlagen nicht relevant. Sie ist erst fällig, wenn der Gewinn aus einer gewerblichen Tätigkeit mehr als 24.500 € pro Jahr beträgt. Dies ist bei der Größenordnung von Photovoltaikanlagen an Wohngebäuden im Regelfall nicht gegeben.

© IfaS 2005

6 Bau und Installation

Der Bau der Photovoltaikanlage kann von Fachbetrieben oder mit Hilfe von Eigenleistungen durchgeführt werden. Die Montage und Verkabelung der Module eignen sich gut für die Erbringung von Eigenleistungen. Den Anschluss des Wechselrichters und die Elektroinstallationen auf der Wechselstromseite soll ein Fachbetrieb übernehmen. Der Netzanschluss an das öffentliche Versorgungsnetz erfolgt durch den Netzbetreiber.



Abbildung 6-1: Montage einer Photovoltaikanlage

6.1 Baurechtliche Voraussetzungen

Für den Bau einer Photovoltaikanlage auf einem bestehenden Gebäude ist in der Regel keine Baugenehmigung erforderlich. Jedoch ist vorab, zum Beispiel bei der Gemeindeverwaltung, zu prüfen, inwiefern örtliche Bauvorschriften, Vorschriften des Denkmalschutzes oder sonstige Bestimmungen dem Bau der Photovoltaikanlage entgegenstehen könnten.

6.2 Lieferfristen

Im Zusammenhang mit dem Bauablauf und der Terminplanung sind die Lieferfristen für die Solarmodule zu beachten, da es bei großer Nachfrage, wie zum Beispiel im Frühjahr 2004, zu Lieferengpässen kommen kann.

6.3 Finanzielle Voraussetzungen

Die Baumaßnahme sollte erst begonnen werden, wenn die finanziellen Voraussetzungen geschaffen sind, insbesondere eine Kreditgenehmigung der KfW vorliegt und die Finanzierung über die gesamte Betriebsdauer abgedeckt ist (siehe auch Kapitel 3).

6.4 Installationsdauer

Die Installationsdauer für eine Photovoltaikanlage in der Größenordnung bis 5 kW_p beträgt 2 bis 3 Tage. Nachdem die Montagevorrichtung auf dem Dach angebracht wurde, werden die Module montiert, verkabelt und an den Wechselrichter angeschlossen. Danach erfolgt der Anschluss an das elektrische Versorgungsnetz. Nach Montage des Einspeisezählers und Abnahme durch das Energieversorgungsunternehmen (EVU) geht die Photovoltaikanlage an das Stromnetz. Die Abnahme durch das EVU ist auch gleichzusetzen mit der offiziellen Inbetriebnahme, nach deren Zeitpunkt sich, je nach Inbetriebnahmejahr, die Einspeisevergütung berechnet.

© IfaS 2005

6.5 Eigenleistungen

Die Montage der Halterungen und Module kann gegebenenfalls in Eigenleistung erbracht werden. Hierdurch sind erhebliche Einsparungen bei den Investitionskosten möglich. Es sollte jedoch mit dem Anbieter im Vorfeld besprochen werden, ob Eigenleistungen erbracht werden können und welche Einsparungen sich dadurch ergeben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Eigenleistungen nicht nach § 14 UStG nicht vorsteuerabzugsberechtigt sind (siehe Kapitel 5.1).

Oft sind bei der Montage auch Einsparungen durch Synergieeffekte mit anderen Sanierungsmaßnahmen zu erzielen. Zum Beispiel könnte ein Gerüst von anderen Baumaßnahmen (z.B. Malerarbeiten an der Außenfassade) genutzt werden.

6.6 Blitzschutz

Aufgrund des hohen Wertes der PV-Anlage ist es sinnvoll, sie vor Schäden durch Blitzschlag zu schützen. Ziel ist die Begrenzung von Folgeschäden bei direktem Einschlag in den PV-Generator und eine Begrenzung von Überspannungen im Gleichstromkreis. Ein Schutz vor direktem Einschlag im Sinne von Blitzschutzanlagen gemäß DIN VDE 0185 ist im Normalfall nicht anzustreben. Dennoch kann bei exponierten Lagen die Errichtung einer Blitzschutzanlage empfehlenswert sein.

6.7 Montage und Gebäudeintegration

Die Integration der Photovoltaikanlage in die Gebäudehülle ist von den Wünschen und den Gegebenheiten des Anlagenbetreibers abhängig. Insbesondere spielen Dachart und Dacheindeckung eine wichtige Rolle.

6.7.1 Dachmontage

Die zurzeit gebräuchlichste Form der Montage von Photovoltaikanlagen stellt eine nachträgliche Auf-Dach-Montage dar (siehe Abbildung 6-2 links). Hierbei erfolgt die Anbringung der Solarmodule mit entsprechenden Halterungen oberhalb der Dacheindeckung. Der Markt bietet hierzu unterschiedliche Lösungen an.

Auf Basis von Versuchen durch den TÜV Rheinland wird in der Regel ein Auflagepunkt (siehe Abbildung 6-2 links) pro zwei Quadratmeter Modulfläche empfohlen. Die Montagesysteme sollten eine nachträgliche Demontage einzelner Module im Falle eines Defektes mit geringem Aufwand erlauben.

Bei einer Montage auf älteren Dächern ist deren Restlebensdauer zu prüfen, damit die PV-Anlage während ihrer angestrebten Betriebsdauer von mindesten 20 bis 25 Jahren nicht wegen einer Neueindeckung abgebaut werden muss. Bei einer Ziegeleindeckung wird mit einer Lebensdauer von 50 Jahren gerechnet, dementsprechend ergibt sich ein Richtwert für das maximale Alter der bestehenden Dacheindeckung von ca. 25 Jahren. Entscheidend ist jedoch der aktuelle Dachzustand.

Je nach Gegebenheit kann auch eine Integration der Photovoltaikmodule in die Dachhaut (Einbau eines Solarmodulfeldes an Stelle einer Dacheindeckung) sinnvoll sein. Eine so genannte In-Dach-Montage kann besonders bei Neubauten oder bei einer geplanten Neueindeckung des Hauses eine elegante Lösung darstellen und zu insgesamt geringeren Investitionskosten führen. Eine besondere Art bilden hier die von verschiedenen Herstellern angebotenen „Photovoltaik-Ziegeln“. Diese sind jedoch (noch) sehr teuer. In der

© IfaS 2005

Regel erfolgt eine kostengünstigere In-Dach-Montage, bei der die PV-Module eine Ziegeleindeckung ersetzt (siehe Abbildung 6-2 rechts).

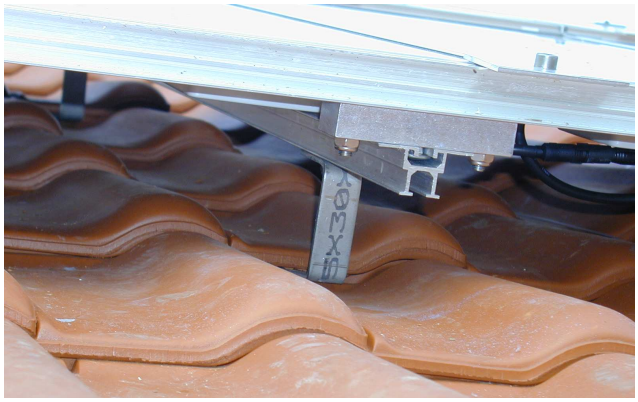



Abbildung 6-2: Auf-Dach-Montage (links) und In-Dach-Montage (rechts)

6.7.2 Fassadenintegration („Energiefassaden“)

Neben der Errichtung einer Photovoltaikanlage auf dem Dach können Sonnenstromanlagen auch an einem Gebäude angebracht werden. Dabei handelt es sich um die so genannte Fassadenintegration.

Gebäudefassaden erfüllen mehrere Funktionen. Sie bieten Schutz gegen Wettereinflüsse wie Feuchtigkeit, Regen, Schnee, Eis und Hagel. Sie verhindern eine schnelle Auskühlung und Überhitzung der Innenräume, übernehmen eine Regelung des einfallenden Lichts, bieten Schutz gegen Lärm, Schmutz und Staub und verringern eine mechanische und chemische Beschädigung. Dabei sind besonders die Wartungsfreiheit und Langlebigkeit sowie die Gestaltungsmöglichkeit in Form, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit wichtig.

Photovoltaikmodule in einer so genannten Glas/Glas-Konstruktion erfüllen viele dieser Eigenschaften. Um auch die isolierenden Eigenschaften erfüllen zu können, muss das Modul mit Isolierglas ausgestattet sein. Beim Einbau von Photovoltaikmodulen in Fassaden gelten die bei Glasfassaden üblichen Vorschriften (zum Beispiel: Bauvorschriften, Grenzabstände).

Die Fassadenintegration von Photovoltaikanlagen bietet sich vor allem bei großflächigen Büro- und Industriegebäuden sowie bei Mehrfamilienhäusern an. Aufgrund des steilen Winkels von meist 90° ist die Sonneneinstrahlung im Sommer sehr gering. Dies wirkt sich besonders im Sommer aufgrund des hohen Sonnenstandes aus. Hin gegen wird im Winter der flachere Sonnenstand besser genutzt. Insgesamt bedeutet es jedoch eine geringere Energieausbeute. Die höhere Einspeisevergütung gleicht die Ertragseinbußen gegenüber einer Dachmontage in idealer Ausrichtung nur teilweise aus. Daher steht hier meist der architektonische Gesichtspunkt im Vordergrund.

© IfaS 2005



Abbildung 6-3: Solarfassade am Umwelt-Campus Birkenfeld

6.7.3 Flachdachaufstellung und freie Aufstellung

Bei der Flachdachmontage und bei einer freien Aufstellung gelten im Wesentlichen ähnliche Regeln, da in beiden Fällen für die wirtschaftliche Nutzung der Sonnenenergie im Normalfall eine Aufständerung erforderlich ist.

Durch eine fehlerhafte Aufständerung kann eine gegenseitige Verschattung der Modulreihen erfolgen. Daher ist zwischen den Modulen unbedingt ein Abstand einzuhalten, der mindestens das 3,75-fache der Höhe des aufgeständerten Moduls betragen sollte (siehe Abbildung 6-4).

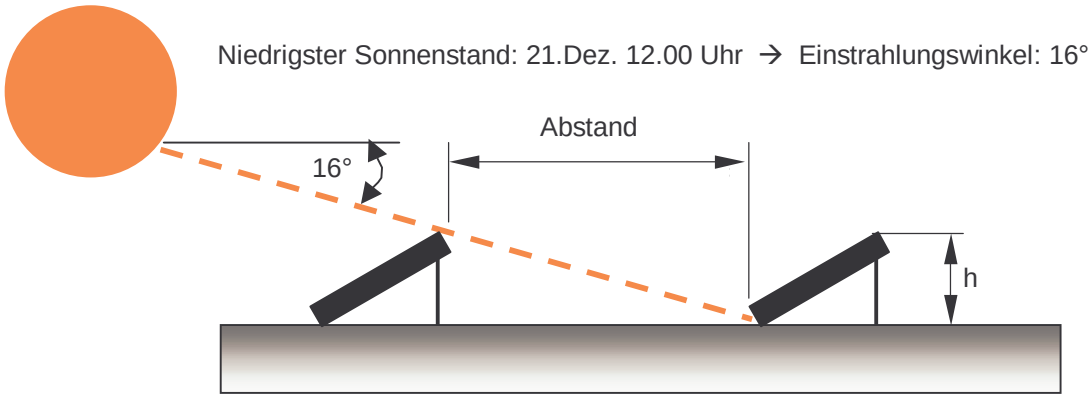

Abbildung 6-4: Abstand der Modulreihen bei Flachdachmontage

© IfaS 2005

Die Photovoltaikanlagen auf Flachdächern werden in der Regel mit einer Unterkonstruktion nach dem Schwerkraftprinzip errichtet, um eine Verletzung der Dachhaut zu vermeiden. Hierzu werden oft Wannen oder Sockel verwendet, die die Photovoltaikmodule durch ihr Eigengewicht auf dem Dach fixieren.

Die Dachfläche sollte ausreichend groß und nicht zu stark zergliedert sein (z.B. durch Kamine, Dachaufbauten oder ähnliches), so dass die erforderliche Kollektor- oder Modulfläche ohne Verschattung der Elemente in möglichst großen Feldern angeordnet werden kann.



Abbildung 6-5: Flachdachmontage von Photovoltaikmodulen auf der Regionalschule Weilerbach

© IfaS 2005

7 Abnahme, Betrieb und Wartung

Nach der Installation der Solarmodule und der Abnahme der Anlage erfolgt der Anschluss an das Stromnetz sowie die Inbetriebnahme.

7.1 Stromeinspeisevertrag

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt verschiedene Pflichten der Netzbetreiber und Anlagenbetreiber, so auch, dass für den Strom die Einspeisevergütung vom Netzbetreiber an den Anlagenbetreiber zu zahlen ist. Nicht geregelt ist jedoch, ob ein Stromeinspeisevertrag abzuschließen ist. Dennoch wird in der Regel ein solcher Vertrag abgeschlossen. In diesem Vertrag können Fragen, die durch das EEG nicht geregelt sind, zwischen den Parteinen geklärt werden. Klärungsbedürftige Fragen können vor allem im Zusammenhang mit der Stromlieferung über den technischen Anschluss, die Zahlungsmodalitäten und die Haftung entstehen.

Der Abschluss eines solchen Vertrages ist für beide Seiten empfehlenswert, da so eine größere Rechtssicherheit entsteht.

7.2 Ab- und Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme der Solarstromanlage muss eine Erstprüfung nach DIN VDE 0100 T 610 durch eine Elektrofachkraft durchgeführt werden.

Die Abnahme der Anlage muss durch einen eingetragenen Elektroinstallateur vorgenommen werden. Erst danach kann die Anlage in Betrieb gehen, d.h. Strom ins Netz einspeisen. Hierzu ist vom Elektroinstallateur ein Inbetriebnahmeprotokoll zu erstellen und an das zuständige Energieversorgungsunternehmen weiterzuleiten. Das Inbetriebnahmeprotokoll dient als Nachweis, dass die Photovoltaikanlage funktionsfähig und betriebssicher ist. Nach Vorlage des Protokolls und dem Setzen des Einspeisezählers durch das Energieversorgungsunternehmen kann die Photovoltaikanlage in Betrieb genommen werden.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die installierten Geräte bestimmte Anforderungen erfüllen müssen und dies durch Zertifikate nachzuweisen ist. Die Hersteller dieser Geräte müssen diese Zertifikate, z.B. „Konformitätserklärung für den Parallelbetrieb im Niederspannungsnetz“, beim Kauf mitliefern.

7.3 Wartung und Betrieb

Da die Photovoltaikanlage fast keine mechanischen Teile besitzt, kann sie als sehr wartungsarm bezeichnet werden. Die Wartungsarbeiten beschränken sich im wesentlichen auf die Kontrolle der Betriebsbereitschaft der Anlage, um eventuell auftretende Störungen schnell beheben zu können. Aus diesem Grund sollte ein leichter Zugang zu den installierten Wechselrichtern bzw. zum Einspeisezähler vorhanden sein.

Eine Reinigung der Solarmodule ist in der Regel nicht erforderlich, da die Module durch den Regen ausreichend gereinigt werden. Bei hartnäckigeren, größeren Verschmutzungen (Laub, Vogelkot oder sonstiges) ist deren gesonderte Beseitigung jedoch empfehlenswert, insbesondere wenn dadurch eine Abschattung auf den Modulen und damit Ertragseinbußen entstehen.

© IfaS 2005

Während des laufenden Betriebes ist im eigenen Interesse eine monatliche Erfassung der Zählerstände zur Hochrechnung und Kontrolle Anlage sinnvoll.

Diese geringen Wartungsmaßnahmen durch den Anlagenbetreiber tragen zu einem sicheren Betrieb der Anlage ohne längere Ausfallzeiten bei. Viele Kontrollarbeiten können im Vorübergehen erledigt werden und dienen darüber hinaus der eigenen Information. Als Anhaltspunkt für Wartungsarbeiten durch den Anlagenbetreiber kann Tabelle 7-1 dienen.

Die Lebensdauer der Wechselrichter beträgt durchschnittlich 10 Jahre. Es ist davon auszugehen, dass die Wechselrichter im Laufe des Anlagenbetriebs (20 Jahre) einmal ausgewechselt werden müssen. Aus diesem Grund wird in der Wirtschaftlichkeitsberechnung eine Rücklage für einen Wechselrichteraustausch einkalkuliert.

Tabelle 7-1: Wartungscheckliste

Quelle: DGS, Photovoltaische Anlagen – Leitfaden

Intervall	Zu prüfendes Bauteil	Wartungstätigkeit
täglich	Wechselrichter	• In Betrieb oder Fehlermeldung?
monatlich	Ertragskontrolle	• Regelmäßige Erfassung der Zählerstände
	Generatorfläche	• Auf Verschmutzung prüfen und evtl. beseitigen
halbjährlich	Generatoranschlusskasten	• Auf eingedrungene Insekten u. Feuchtigkeit prüfen • Soweit möglich Sicherung prüfen
	Überspannungsableiter	• Nach Gewittern Sichtfenster prüfen
	Kabel	• Auf Schmorstellen, Isolationsbruch, Kabelfraß durch Tiere und sonstige Schäden achten • Verbindungsstellen kontrollieren

7.4 Rechnungsstellung

Während des Betriebs sollte ein regelmäßiger Zahlungseingang beim Anlagenbetreiber gewährleistet sein. Damit die Einnahmen zeitnah fließen, sollte die Rechnungsstellung an das Energieversorgungsunternehmen beispielsweise vierteljährlich erfolgen. Der Anlagenbetreiber stellt dem Netzbetreiber die Einspeisevergütung (z.B. 57,40 Ct/kWh) zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 16 Prozent in Rechnung (57,40 Ct/kWh + 9,18 Ct/kWh = 66,58 Ct/kWh).

7.5 Versicherung der Photovoltaikanlage

Da die Photovoltaikanlage einen hohen wirtschaftlichen bzw. finanziellen Wert hat, sollte sie versichert werden. Bei den zu versichernden Risiken kann man grundsätzlich zwischen einem durch Außenwirkung entstehenden Eigentumsschaden und einem durch den Betrieb der Anlage entstehenden Fremdschaden unterscheiden. Der Eigentumsschaden kann durch eine Sachversicherung, der Fremdschaden durch eine Haftpflichtversicherung abgesichert werden.

© IfaS 2005

7.5.1 Sachversicherung

Für den Anlagenbetreiber ist es sehr wichtig, sich gegen einen finanziellen Verlust durch Schäden an der Photovoltaikanlage abzusichern. Diese können durch Umwelteinflüsse, Vandalismus, Diebstahl, Konstruktionsmängel und Bedienungsfehler entstehen. Im Rahmen einer Wohngebäudeversicherung ist es möglich, die Gefahren durch Sturm, Hagel, Feuer, Wasser und Blitz abzudecken. Die Anlage sollte im Regelfall in die Gebäudeversicherung mit aufgenommen werden (dies ist mit der Versicherungsgesellschaft abzustimmen). Ist dies nicht möglich, wäre eine zusätzliche Solar-Versicherung für Photovoltaikanlagen sinnvoll.

7.5.2 Haftpflichtversicherung

Für Schadensersatzforderungen Dritter aus entstehenden Fremdschäden ist eine Betriebshaftpflichtversicherung abzuschließen. Solche Schäden könnten durch vom Dach herabfallende Module oder durch Störungen im Stromnetz, die von der Photovoltaikanlage verursacht werden, entstehen. Jedoch treten solche Schäden nur in sehr seltenen Fällen auf.

Ist der Betreiber der Photovoltaikanlage auch Eigentümer des Gebäudes, kann die Photovoltaikanlage in die bestehende Gebäudehaftpflichtversicherung einbezogen werden (dies ist ebenso mit der Versicherungsgesellschaft abzustimmen). Besteht eine solche Versicherung nicht, so kann er die Risiken durch eine eigenständige Police abdecken.

Der Versicherungsschutz sollte schon während der Bauphase bestehen.

© IfaS 2005

8 Ökologische Bewertung

Durch den Einsatz des regenerativen Energieträgers Sonnenenergie werden keine fossilen Energieressourcen in Anspruch genommen, die einen klimaschädlichen CO_2-Ausstoß verursachen. Dadurch können wertvolle Energieträger für nachfolgende Generationen bewahrt werden. Photovoltaikanlagen verbrauchen im Betrieb keine Brennstoffe und setzen daher auch keine schädlichen Stoffe frei.

Im folgenden werden die ökologischen Aspekte in Bezug auf den Energieaufwand bei der Herstellung, den umgesetzten Stoffströmen und den Möglichkeiten des Recyclings der Module dargestellt.

8.1 Energetische Bewertung

Ein wichtiges Kriterium zur energetischen Bewertung stellt der „kumulierte Energieaufwand“ dar. Er bilanziert alle energetischen Aufwendungen über die Lebensdauer einer Anlage von der Herstellung über die Nutzung bis zur Entsorgung der Anlage.

Setzt man den kumulierten Energieaufwand ins Verhältnis mit der Nettoenergieerzeugung der Photovoltaikanlage über die gesamte Laufzeit, erhält man den sogenannten „Erntefaktor“. Er gibt an, wie oft die Photovoltaikanlage im Laufe ihrer Lebenszeit die Energie produziert, die zu ihrer Herstellung und für ihren Betrieb nötig ist. Während ihrer geschätzten Lebensdauer von 25 bis 30 Jahren produzieren Photovoltaikanlagen, je nach Zelltyp, ein Vielfaches der in sie eingebrachten Energie (siehe Tabelle 8-1).

Als „energetische Amortisationszeit“ bezeichnet man die Betriebsdauer, die eine Solaranlage braucht, um den kumulierten Energiebedarf abzudecken. Auch hier besteht eine Schwankung je nach Zelltyp.

In Tabelle 8-1 ist auf Basis einer Studie der TU Berlin eine Übersicht über den Erntefaktor und die Amortisationszeit für die einzelnen Zellarten dargestellt. Die Schwankungen sind bedingt durch die Zelleigenschaften, den Nutzungsgrad sowie den standortbedingten Energieertrag. Ein konkretes Beispiel je Zellentyp ist in Abbildung 8-1 dargestellt.

Tabelle 8-1: Energetische Bewertung von PV-Anlagen, Quelle: Studie TU Berlin

	Erntefaktor	Amortisationszeit
Amorphes Silizium	8,6 - 21,0	17 - 41 Monate
Polykristallines Silizium	6,2 - 14,0	25 - 57 Monate
Monokristallines Silizium	4,8 - 7,4	48 - 75 Monate

© IfaS 2005

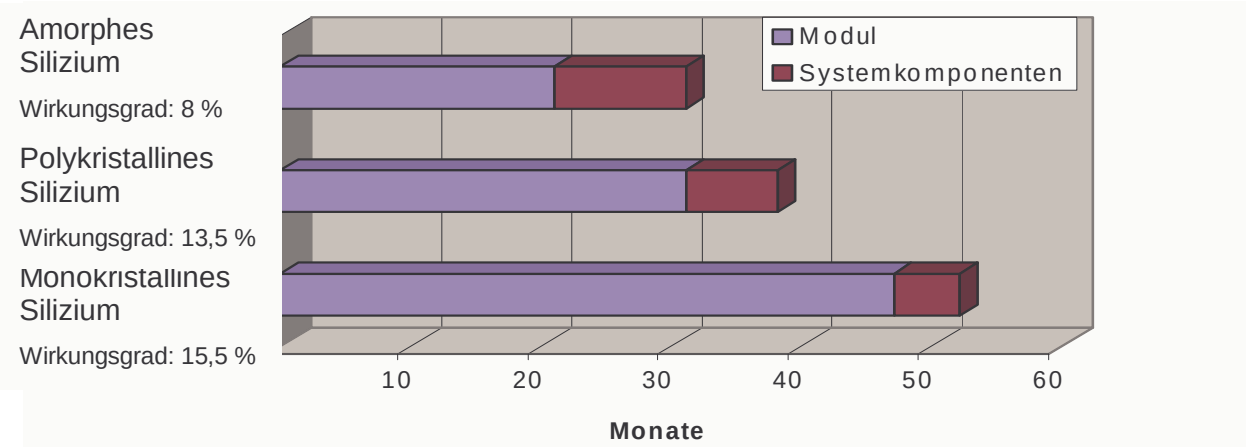

Abbildung 8-1: Energetische Amortisationszeit netzgekoppelter Photovoltaikanlagen

Eigene Darstellung in Anlehnung an: Photovoltaik – Ein Leitfaden für Anwender, TÜV-Verlag 2000

8.2 Reduktion der CO_2-Emissionen

Der heutige Energiemix besteht vorrangig aus fossilen und atomaren Brennstoffen, deren Verfügbarkeit jedoch in bereits absehbarer Zeit ausgeschöpft sein wird. Darüber hinaus sind die spürbaren Folgen dieser Energieversorgung massive negative Auswirkungen auf unser Klima durch den Treibhauseffekt.

Daher ist ein weiterer wichtiger Aspekt die Verminderung der CO_2-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien. Beim Betrieb einer Photovoltaikanlage wird kein CO_2 ausgestoßen, wie dies beim Einsatz von konventionellen Energieträgern (Erdgas, Öl, Kohle) der Fall ist. Damit wird ein Beitrag zur Minderung des Treibhauseffektes in der Erdatmosphäre (Klimaschutz) geleistet.

Zur Zeit deckt die Solarstromerzeugung zwar nur einen sehr geringen Teil des Stromverbrauchs in Deutschland, der Photovoltaikbereich weist aber starke Wachstumsraten pro Jahr auf. Selbst führende Mineralölkonzerne wie Shell und BP investieren deshalb schon heute in die Nutzung erneuerbarer Energien, wie zum Beispiel Photovoltaik.

8.3 Entsorgung / Recycling

Solarzellen bestehen aus ungiftigem Silizium, dem zweithäufigsten Element der Erdoberfläche. Eine spezielle Entsorgung der Solarmodule ist deshalb nicht erforderlich.

Die Solarmodule wurden bisher in Kleinmengen als Altglas oder Bauschutt entsorgt. Aus Sicht des Umweltschutzes ist diese Art der Entsorgung jedoch fraglich, da ein Recycling heute schon sinnvoll und kostendeckend möglich ist, wenn die intakten Siliziumzellen aus den Solarmodulen zurückgewonnen werden. Das geschieht beispielsweise über eine thermische Verbundtrennung und einen chemischen Aufbereitungsprozess.

Diese Recyclingverfahren werden bereits von mehreren Herstellern mit einem möglichst hohem Wertschöpfungsniveau betrieben. So können im Vergleich zur Neuproduktion einer Siliziumzelle bei der Wiederverwertung bis zu 50 % der sonst benötigten Primärenergie eingespart werden. Bei der Aufbereitung von Siliziumsolarzellen werden keine umweltgefährdenden Stoffe freigesetzt.

© IfaS 2005

9 Ablaufschema

1. Planungsphase

Auswahl einer geeigneten Dachfläche
- max. Installationsfläche
- voraussichtliche Ertragsleistung pro kWp

Ermittlung der Anlagengröße
- gewünschte Leistung der Anlage
- ungefähre Höhe der Investitionen
- erforderliche Dachfläche

Erbringung von Eigenleistungen (wenn möglich)
- Selbstmontage der Aufständerung und Einbau der Module

Anforderung von Angeboten bei Fachfirmen
- mehrere vergleichbare Angebote
- Konkretisierung der notwendigen Investitionskosten

Kontaktaufnahme mit dem zuständigen Energieversorgungsunternehmen

2. Finanzierungsphase

Erstellung eines Finanzierungskonzeptes und Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Fremdkapitaleinsatz (KfW-Kredit)
- Eigenkapitaleinsatz (einmalig oder regelmäßig)
- Vorgespräche mit Steuerberater
- voraussichtlicher Ertrag
- Zeitpunkt der Amortisation

Beantragung des KfW-Kredits

Bewilligung und Auszahlung des Kredits

3. Bauphase

Auftragsvergabe
- voraussichtlicher Liefertermin
- voraussichtliche Inbetriebnahme

Lieferung und Installation
- Terminabstimmung mit Liefertermin
- Montage der Anlage
- Ausstellung der Abnahmebescheinigung durch eingetragenen Elektroinstallateur

Abnahme und Inbetriebnahme der Anlage
- Terminabsprache für Liefertermin und Installation
- Vorlage der Zertifikate der technischen Bauteile
- Vorlage der Abnahmebescheinigung
- Abnahme durch das zuständige Energieversorgungsunternehmen
- Anschluss der Anlage ans öffentliche Netz

4. Betriebsphase

Anzeige der Aufnahme einer gewerblichen Tätigkeit beim Finanzamt
- Beantwortung des Fragebogens zur gewerblichen Anmeldung beim Finanzamt
- Monatliche Umsatzsteuervoranmeldung (nur in den ersten 2 Jahren, dann jährlich)

Abschluss eines Einspeisevertrages
- Regelmäßige (z.B. vierteljährliche) Abrechnung mit dem Energieversorgungsunternehmen

Abschluss einer Versicherung für die PV-Anlage
Regelmäßige Betriebskontrolle der Anlage

© IfaS 2005

10 Kontaktadressen

Weitere Informationen erhalten Sie bei:

Telefonhotline und Internetpräsenz:

Deutsche Energieagentur (dena) Energiehotline (kostenlos)	www.thema-energie.de Tel.: 8000 736 734 (24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr)
BINE Informationsdienst Förderhotline:	http://www.energiefoerderung.info/ Tel.: 0 228 / 9 23 79-14 (wochentags von 9 - 12 Uhr)
Kreditanstalt für Wiederaufbau Informationshotline:	www.kfw-foerderbank.de Tel.: 0 18 01/ 33 55 77 (wochentags 07:30 - 18:30 Uhr)

Internetseiten:

Landeszentrale für Umweltaufklärung Rheinland-Pfalz	www.umdenken.de
Der interaktive Solartechnik-Berater	www.solartechnikberater.de
Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz	www.umdenken.de/sonstiges/solar/solar.html
Solarenergie-Förderverein e.V.	www.sfv.de
Der internationale Solarserver	www.solarinfo.de
Energieagentur NRW	www.ea-nrw.de
Bundesverband Solarindustrie e.V., (BSi)	www.solarenergie-nutzen.de
Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft e.V., (UVS)	

© IfaS 2005

11 Abkürzungsverzeichnis

AfA	Absetzung für Abnutzung (Abschreibung)
CO_2	Kohlendioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EStG	Einkommensteuergesetz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GewO	Gewerbeordnung
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	Kilowatt-Stunden (Maßeinheit für die Stromproduktion oder Stromverbrauch
kW_p	Kilowatt peak (Maßeinheit für die Spitzenleistung / Nennleistung)
MwSt	Mehrwertsteuer
PV	Photovoltaik
TAB	Technische Anschlussbedingungen des Netzbetreibers
UStG	Umsatzsteuergesetz

© IfaS 2005


IfaS
Institut
für
angewandtes
Stoffstrommanagement


um denken
Landeszentrale für Umweltaufklärung
Rheinland-Pfalz