

FAQ'S DER SOLARTECHNIK

TEIL 2 – PHOTOVOLTAIK

Während sich der erste Teil der FAQ-Serie (Heft 2/2012) mit typischen Fragestellungen zur Solarthermie beschäftigt hat, werden in diesem Heft Fragen aus dem Bereich Solarstrom beantwortet. Bei vielen Fragestellungen ist es so, dass die Antwort eigentlich „Es kommt darauf an!“ lauten müsste. Wenn wir hier doch an der einen oder anderen Stelle konkrete Zahlenwerte genannt haben, so sollen diese nur beispielhaft Größenordnungen aufzeigen, sie besitzen keinesfalls Allgemeingültigkeit.

1. *Wieviel Dachfläche muss für ein Kilowatt PV-Leistung zur Verfügung stehen?*

DGS: In Abhängigkeit von der verwendeten Technik bzw. den entsprechenden Modulwirkungsgraden ergibt sich ein Flächenbedarf auf einem Schrägdach von ca. 7–11 m² (mono-/polykristallin) bis zu 20 m² (Dünnschicht) pro Kilowatt installierte Leistung. Bei einer Flachdachsituation kann aufgrund der notwendigen Reihenabstände zur Vermeidung einer gegenseitigen Verschattung nur ca. 1/3 der Dachfläche als Modulfläche genutzt werden. Bild 1 verdeutlicht diese Zahlen. Neue Aufstellungsmöglichkeiten (flache Ost-West-Lösungen) erhöhen die nutzbare Fläche jedoch wieder.

2. *Mit welchem Ertrag kann ich pro installierter Leistung von einem Kilowatt rechnen?*

DGS: Je nach Standort (jährliche Globalstrahlungssumme) und Vor-Ort-Bedingungen (Ausrichtung, Neigung, Verschattungsfreiheit) kann bei günstiger Ausrichtung (Azimut: Südwest bis Südost, Neigung: 20 bis 60°) und verschattungsfreier Situation ein Ertrag erwartet

werden, der in Norddeutschland bei etwa 850 kWh/kWp, in Süddeutschland bei etwa 950 kWh/kWp liegt.

3. *Wie hoch ist üblicherweise der Anteil an Solarstrom, den ich selbst nutzen kann?*

DGS: Ein Eigenverbrauch an Solarstrom ist immer dann möglich, wenn eine Gleichzeitigkeit von Solarstromerzeugung und Betrieb von Elektrogeräten stattfindet. Ausnahme: Sonnenbatterien speichern Solarstrom unabhängig von der aktuellen Verbrauchssituation. In einem Einfamilienhaus mit berufstätigen Eigentümern beschränkt sich die Zeit, in der diese Gleichzeitigkeit vorliegt im Wesentlichen auf die Wochenenden. Wie hoch die Eigenverbrauchsquote von Solarstrom ist, hängt zusätzlich von der Größe der Solarstromanlage ab. Bei gleichem Verbrauch verringert sich diese Quote mit zunehmender Anlagengröße. Bei einer Solarstromanlage mit einer Leistung von ca. 4 kWp auf einem Einfamilienhaus kann von einer Eigenverbrauchsquote von durchschnittlich ca. 20–30% ausgegangen werden. Höhere Anteile können in gewerblichen Anwendungen erzielt werden, wenn z.B. in einer Tischlerei durchgängig der Maschinenpark in Betrieb ist.

4. *Ist eine Solarstromanlage noch wirtschaftlich, wenn ich nur auf einem Ost-/Westdach installieren kann?*

DGS: Bei einer Ost-/Westdach-Situation verringert sich die Jahressumme der Einstrahlung gegenüber einer Südausrichtung um ca. 20%. Entsprechend geringer fällt die Menge an produziertem Solarstrom aus. Dies bedeutet für die Wirtschaftlichkeit, dass sich der Amortisationszeitraum um ca. 20% verlängert.

Bei in Kleinanlagen derzeit üblichen Amortisationszeiten von ca. 14 Jahren (siehe FAQ Nr. 10) hätte sich eine Solarstromanlage auf einem Ost-/Westdach nach ca. 17 Jahren refinanziert. Wenn die Investition als wirtschaftlich gilt, wenn eine Refinanzierung innerhalb von 20 Jahren erfolgt, wären solche Anlagen als wirtschaftlich einzustufen.

5. *Mit welchen Betriebs- und Wartungskosten muss ich rechnen?*

DGS: Eine Solarstromanlage ist im Wesentlichen wartungsfrei. Bei großen Anlagen sind Wartungsverträge jedoch sinnvoll und werden oft auch z.B. von Banken oder Versicherungen gefordert. Womit jedoch in den meisten Fällen gerechnet werden muss, ist der zumindest teilweise Ausfall des Wechselrichters. Da hier nach der Fehlerstatistik etwa alle 10 Jahre eine mehr oder weniger umfangreiche Reparatur/ein Austausch zu erwarten ist, fallen Kosten an, die in etwa mit 1% der Investitionskosten pro Jahr abgegolten sind. Ist zusätzlich eine Versicherung vorgesehen, erhöht sich dieser Kostenanteil um ca. 0,5%.

6. *Welche Lebenserwartung hat eine Photovoltaikanlage?*

DGS: Es wird oft davon ausgegangen, dass Solarstrommodule im Laufe der Jahre etwas an Effizienz verlieren (ca. 0,25–0,5% Leistungsminderung pro Jahr bei kristallinen Modulen), es kann jedoch aufgrund der Langzeiterfahrungen mit der Lebenserwartung einer Solarstromanlage von mind. 30 bis 40 Jahren gerechnet werden.

7. *Wie effizient ist eine Photovoltaikanlage?*

DGS: Die Effizienz einer Solarstromanlage wird zum einen bestimmt durch die Effizienz bzw. Wirkungsgrade der Einzelkomponenten Solarmodule, Kabel, Wechselrichter, andererseits wirken sich auch Einstrahlung und Modultemperatur auf die Effizienz aus. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Solarstromanlagen, die mit einer kristallinen Technik (mono- oder polykristalline Module) ausgerüstet sind, über das Jahr gesehen eine Effizienz von 8–9% besitzen. Dies bedeutet, dass bei einer Jahressumme der Einstrahlung auf die Modulebene von 1.000 kWh/m² ca. 85 kWh/m² Solarstrom erzeugt werden. Dies führt bei einem Flächenbedarf von 10 m² pro kWp installierte Leistung zu einer Ausbeute von ca. 850 kWh/kWp.

Solarzellenmaterial	Modulwirkungsgrad	Benötigte Modulfläche für 1 kWp
Silizium-Hochleistungszellen (rückseitenkontaktiert, HIT)	16–18%	5–6 m ²
Monokristallines Silizium	11–16%	6–9 m ²
Polykristallines Silizium	10–15%	7–10 m ²
Dünnschicht: Kupfer-Indium-Diselenid (CIS)	6–11%	9–17 m ²
Cadmiumtellurid (CdTe)	6–11%	9–17 m ²
Mikromorphes Silizium	7–12%	8,5–15 m ²
Amorphes Silizium	4–7%	15–26 m ²

Quelle: DGS Leitfaden Photovoltaische Anlagen

Bild 1: Flächenbedarf von 1 kWp unterschiedlicher Techniken

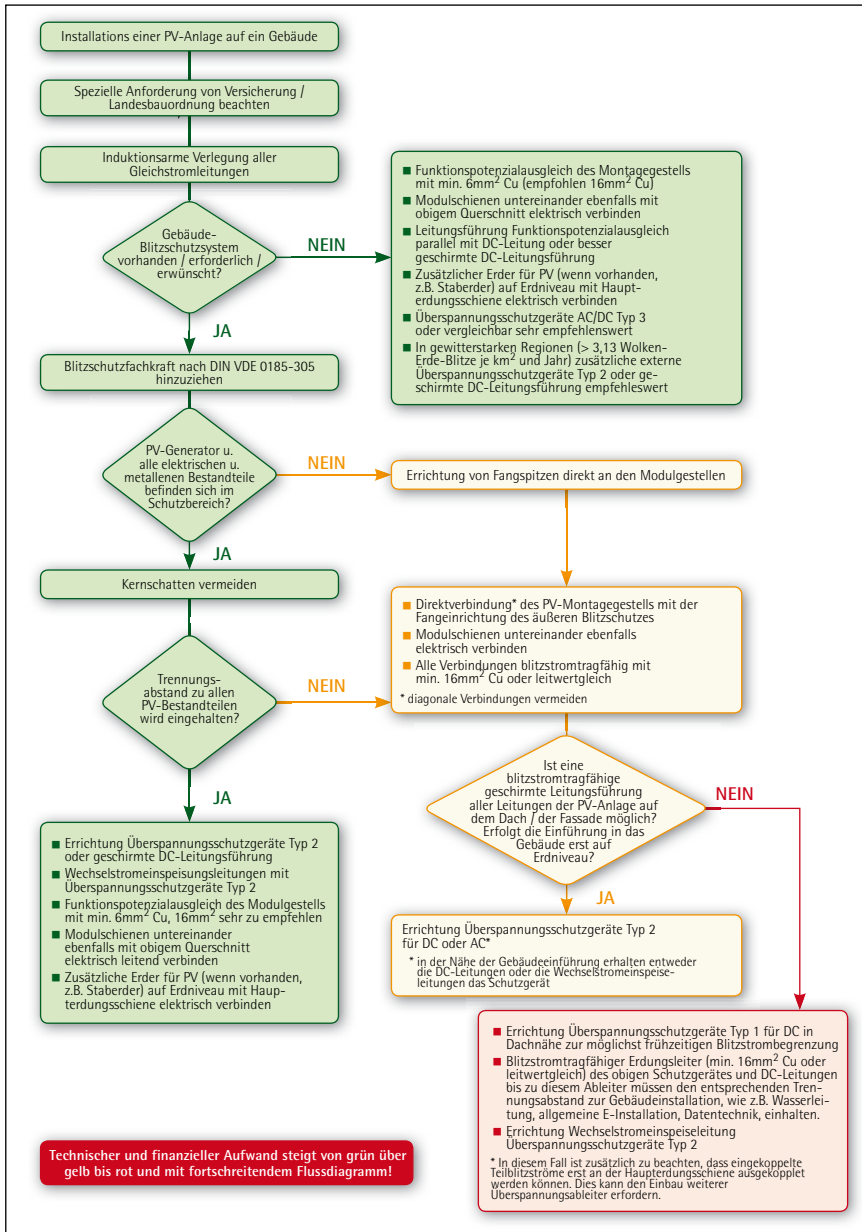


Bild 2: Planungskriterien für den Potenzialausgleich und den Blitzschutz einer PV-Anlage

8. *Muss eine PV-Anlage mit einem Blitzschutz versehen werden?*

DGS: grundsätzlich führen Solarstromanlagen zu keiner Erhöhung des Blitzschutzrisikos eines Gebäudes. Aus diesem Grunde ist ein zusätzlicher Blitzschutz auf einem Dach, auf dem keine Blitzschutzanlage existiert, eine Ermessensfrage. Auf Gebäuden mit Blitzschutzanlage ist eine Einbindung in den meisten Fällen erforderlich. Worauf es in beiden Fällen im Einzelnen noch ankommt, ist dem Bild 2 zu entnehmen.

9. *Wie sieht es mit dem Recycling von Solarmodulen aus?*

DGS: Ein Photovoltaikmodul kann zu 96% recycelt werden. Die weltweit erste Versuchsanlage zum Recycling von kristallinen Siliziumsolarzellen ging 2004 in Freiberg in Betrieb. Dort werden bei Temperaturen um 600°C die im Modul enthaltenen Kunststoffe verbrannt und zurück bleiben Glas, Metall, Füllstoff

und die Solarzelle. Das Glas und die Metallfraktion werden an entsprechende Recyclingbetriebe weitergegeben. Von der Solarzelle werden die Oberflächenschichten durch einen chemischen Reinigungsschritt (Ätzen) gelöst. Aus dem Silizium der Solarzelle können dann wieder neue Solarzellen hergestellt werden. Bemerkenswert ist, dass wesentlich weniger Energie aufgewendet werden muss, wenn man aus den alten Solarmodulen das Silizium recycelt, als wenn man es neu herstellt. Für einen qualitativ gleichwertigen Wafer aus Recycling-Silizium braucht man nur 30% der Energie im Vergleich zu einem neuen Wafer. Recycling ist also ökologisch sinnvoll, da die Energierücklaufzeit geringer wird, das heißt, ein recyceltes Modul spielt den Energieaufwand, den man zur Herstellung gebraucht hat schneller wieder ein als ein Solarmodul aus nicht recyceltem Silizium (siehe dazu auch Artikel „Nach-

haltige Recyclingkonzepte der Photovoltaikindustrie“ in Heft 2/2012).

10. *Ist eine Solarstromanlage unter den jetzt geplanten Rahmenbedingungen noch wirtschaftlich?*

DGS: Für Kleinanlagen bis 10 kWp ist eine Wirtschaftlichkeit (Amortisationszeit < 20 Jahre) nach wie vor gegeben, für größere PV-Anlagen trifft diese Aussage grundsätzlich nicht mehr zu. Beispiel: am Standort Hamburg wünscht sich der Eigentümer eines Einfamilienhauses eine 5 kWp-Anlage. Pro kWp ist mit einem jährlichen Ertrag von 850 kWh zu rechnen, dies ergibt 4.250 kWh/Jahr. Die Investitionskosten betragen 10.000 € inkl. Installation. Betriebs- und Wartungskosten liegen bei jährlich ca. 1% der Investitionskosten (s. FAQ Nr. 5). Es ist eine Einspeisevergütung von 0,195 €/kWh (Stand April 2012, neues EEG) zu erwarten. Mit der Annahme, dass 20% der erzeugten Solarstrommenge als Eigenverbrauch genutzt werden und damit jede solar erzeugte Kilowattstunde den Bezug einer kWh aus dem Netz einspart (0,21 €/kWh), kann folgende Mischkalkulation aufgestellt werden:

Amortisationszeit (statisch)	
Amortisationszeit (statisch) =	$\frac{\text{Investitionskosten}}{\text{jährliche Vergütung} + \text{jährliche Einsparung} - \text{jährliche Wartung}}$
	$= \frac{10.000\text{€}}{(4.250\text{kWh} \times 0,8 \times 0,195\text{€/kWh}) + (4.250\text{kWh} \times 0,2 \times 0,21\text{€/kWh}) - 100\text{€}}$
	$= \frac{10.000\text{€}}{(663\text{€} + 170\text{€} - 100\text{€})}$
	$= \frac{10.000\text{€}}{733\text{€}}$
Amortisationszeit (statisch) =	13,6 Jahre

Dieses Ergebnis verbessert sich mit steigenden Energiepreisen. Anmerkung: Finanzierungskosten sind nicht berücksichtigt.

Bei größeren Solarstromanlagen ist aufgrund der geringeren Einspeisevergütung und der häufig fehlenden Möglichkeit des Eigenverbrauchs die Wirtschaftlichkeit im Einzelfall zu prüfen. Hier unterscheiden sich auch – je von der Dachart und anderen technischen Randbedingungen – die Installationskosten deutlich. Abhängig von den Kosten und den Erträgen ergibt sich dann die objektspezifische Wirtschaftlichkeit.

ZUM AUTOR:

▶ *Dipl.-Met. Bernhard Weyres-Borchert*
DGS LV Hamburg/Schleswig-Holstein e.V.
weyres-borchert@dgs.de