



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# RES-SKILL

Umschulung von Beschäftigten der  
Kohleindustrie für den Sektor der  
erneuerbaren Energien

## O3-T2: RES-SKILL Lerneinheit 1 PV-System Installateur FAQ

May 2022



Projekt-Akronym: RES-SKILL

Projektname: Umschulung von Beschäftigten der Kohleindustrie für den Sektor der erneuerbaren Energien

Projekt-Code: 2020-1-EL01-KA202-079114

#### Dokument Geschichte

Version	Date	Changes	Type of change	Delivered by
1.0	05.01.2022	Initial Document		RENAC
1.1	07.07.2022	Initial Document	Corrections	RENAC
1.2	07.07.2022	Initial Document	DE Translation	RENAC

Informationen zum Dokument	O3: RES-SKILL Lerneinheiten
Name der Dokumenten-ID:	Bericht, der sich an Berufsbildungsanbieter und Arbeitgeber des EE-Sektors richtet und die Grundlagen für einen aktuellen Kurs über EE-relevante Fähigkeiten für Kohlearbeiter legt.
Titel des Dokuments:	RES-SKILL Lerneinheiten
Art der Ausgabe:	Intellektueller Output 3
Datum der Lieferung:	05.01.2022
Art der Tätigkeit:	
Leiter der Aktivität:	RENAC
Verbreitungsgrad:	Vertraulich

#### Haftungsausschluss

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

Dieses Dokument ist Eigentum des RES-SKILL Konsortiums. Projektmaterial, das im Rahmen der Projektmanagement- und Implementierungsaktivitäten entwickelt wurde, darf ohne vorherige schriftliche Zustimmung des RES-SKILL-Konsortiums in keiner Form und mit keinen Mitteln kopiert oder verbreitet werden.



## Inhalt

Inhalt	iii
Einführung	1
Über dieses Dokument	1
Zielsetzung	1
Häufig gestellte Fragen (FAQ) für Installateure von PV-Anlagen	1
Referenzen	7



## Einführung

### Über dieses Dokument

Dieses Dokument beinhaltet eine Auswahl häufig gestellter Fragen mit entsprechenden Antworten zum Thema Photovoltaik (PV). Es ist Teil des Pakets für die Umschulung von Kohlearbeitern. In Anbetracht der festgestellten Qualifikationslücken zwischen Kohlearbeitern und Arbeitern in der PV-Branche werden alle wesentlichen Themen zur Schließung von Wissenslücken behandelt, jedoch nicht erschöpfend, da dies in einem Text dieses Umfangs nicht möglich ist. Außerdem ist es wichtig zu beachten, dass die hier gegebenen Informationen kritisch zu interpretieren sind. Während die meisten Informationen für Ihren Standort/Ihre Situation relevant sein werden, treffen einige möglicherweise nicht oder nur teilweise zu.

### Zielsetzung

Die Lerneinheit 1, die für Installateure von PV-Anlagen konzipiert ist, soll ihnen die Grundlagen der PV-Technologie vermitteln. Dies ist ein Hilfsdokument, das den Lernenden Antworten auf einige häufig gestellte Fragen gibt.

## Häufig gestellte Fragen (FAQ) für Installateure von PV-Anlagen

### 1. Werden alle Photonen, die auf die Oberfläche des Halbleiters treffen, absorbiert?

Antwort: Nein: Nein, sie werden nicht alle absorbiert. Einige werden absorbiert, während andere reflektiert werden.

### 2. Unter welchen Standard-Testbedingungen werden Solarzellen getestet?

Antwort: 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C und AM 1,5

### 3. Können die Leistungsabgabe an einem beliebigen Punkt der IV-Kurve und die auf die Zelle einfallende Leistung bei der Berechnung des Wirkungsgrads einer Solarzelle berücksichtigt werden?

Antwort: Nein: **Nein, ist es nicht**

### 4. Wie werden die Paneele installiert?

**Die Installation eines PV-Solarsystems geht in der Regel schnell und problemlos vonstatten, mit minimalen Unterbrechungen für die Unternehmen.**

### 5. Wie verteilt sich der Strom im Gebäude?

Solarmodule erzeugen eine Art von Elektrizität, die als Gleichstrom (DC) bezeichnet wird. Wir können Gleichstrom jedoch nicht direkt nutzen und verwenden stattdessen Wechselstrom oder "Alternating Current". Um den Strom in die gewünschte Form umzuwandeln, wird ein zusätzliches Gerät, ein so genannter Wechselrichter, verwendet.



Der Wechselrichter überwacht ständig den aus dem nationalen Stromnetz importierten Strom und ändert dann den von den Solarmodulen erzeugten Gleichstrom so, dass er perfekt mit dem nutzbaren Strom übereinstimmt. Ein einziges Wechselstromkabel wird direkt zu Ihrer Verbrauchereinheit (Sicherungskasten/Schalttafel) zu einem einzigen Leistungsschalter geführt.

## **6. Wie kann ich meinen PV-Solarstrom nutzen?**

Nach der Umwandlung in Wechselstrom durch den Wechselrichter wird der von der PV-Solaranlage erzeugte Strom automatisch für die Beleuchtung und die elektrischen Geräte in Ihrem Gebäude verwendet. Überschüssiger Strom wird automatisch über das nationale Stromnetz an Ihren Versorger zurückverkauft.

## **7. Wie wirken sich die Wolken auf die Erzeugung aus?**

PV-Solaranlagen arbeiten mit dem Licht der Sonne und nicht mit der Wärme. Das bedeutet, dass die Anlage immer dann Strom erzeugt, wenn Sonnenlicht vorhanden ist, auch wenn der Tag kühl und bewölkt scheint. Obwohl die Anlage also das ganze Jahr über Strom produziert, schwankt die Leistung saisonal, wobei in den hellen Sommermonaten, wenn mehr direktes Sonnenlicht zur Verfügung steht, der meiste Strom erzeugt wird.

## **8. Woher weiß ich, ob eine PV-Solaranlage für Unternehmen geeignet ist?**

PV-Solarmodule eignen sich sowohl für städtische als auch für ländliche Standorte und lassen sich an fast jedes Gebäude anpassen, das ausreichend Licht erhält. In der Regel werden PV-Solarmodule auf einem Schrägdach montiert, sie können aber auch auf einem Flachdach oder auf dem Boden angebracht werden.

## **9. Wie hoch ist die Vergütung für PV-Strom?**

Im Laufe eines Jahres können Sie mit einer Photovoltaikanlage Geld sparen, indem Sie Ihre Stromrechnung senken. Neben der Einsparung von Geld kann die Anlage auch Geld verdienen, was vom aktuellen Tarif abhängt.

## **10. Wie wird man bezahlt?**

Das Verfahren für die Zahlung des Einspeisetarifs ist sehr einfach. Informieren Sie den Stromversorger, dass Sie eine PV-Anlage installieren, und er wird Ihnen einige Formulare zum Ausfüllen zusenden.

## **11. Was ist die Einspeisevergütungsregelung?**

Die Einspeisevergütungsregelung ist eine von der Regierung unterstützte Initiative, die Haushalte und Unternehmen dazu ermutigt, ihren eigenen Strom aus erneuerbaren oder kohlenstoffarmen Quellen zu erzeugen, z. B. mit Hilfe von Solaranlagen.

Im Rahmen dieser Regelung sind die großen Energieversorger verpflichtet, Strom von Personen abzunehmen, die ihren eigenen Strom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugen, und dies zu garantieren:

- **Eine Mindestvergütung für den gesamten vom System erzeugten Strom**
- **Gesonderte Zahlungen für ins Netz exportierten Strom**





## **12. Wie kann ich das nationale Netz informieren?**

Das nationale Netz wird über den Verteilungsnetzbeauftragten über Ihre Anlage informiert.

## **13. Was ist ein Solarpark?**

Ein Solarpark ist eine große Anordnung von Solarmodulen, die auf Feldern oder anderen großen Flächen installiert sind und den gesamten erzeugten Strom in das Stromnetz einspeisen. Manchmal werden sie auch als Solarpark oder Freiflächensolaranlage bezeichnet. In einem Solarpark werden die Solarmodule auf etwa 3 m hohen Montagesystemen installiert, die wie Zaunpfähle in den Boden eingelassen sind. Reihen dieser Montagesysteme sind ein typisches Merkmal eines Solarparks.

## **14. Wie sieht es mit der Rückzahlung aus?**

Obwohl sich die Investition eines Haushalts im Durchschnitt in 5 bis 8 Jahren amortisiert, haben wir bei unserem Standard-Flaggschiffsystem mit 4 kW eine Amortisationszeit von weniger als 5 Jahren festgestellt. Die Einspeisevergütung gilt garantiert für 20 Jahre, so dass sich Ihre Investition auch in Zukunft auszahlen wird.

## **15. Solaranlagen werden mit der Zeit immer billiger, oder?**

Leider gibt es Anzeichen dafür, dass die Preise steigen werden. Wie ein aktueller Presseartikel zeigt, steigen die Kosten für Energie, Ressourcen, Materialien und Produktion weltweit.

Es ist wahrscheinlich, dass Solarmodule nie billiger sein werden als jetzt, aber niemand kann das mit Sicherheit vorhersagen. Wir bei Ecocute haben verschiedene Lieferverträge mit verschiedenen Herstellern abgeschlossen, die die Preise für die absehbare Zukunft sichern. Wir haben auch die Preise für Solarsysteme gesenkt, aber unser Engagement, den bestmöglichen Service zu bieten, wird immer größer, aber niemals kleiner werden.

## **16. Funktionieren Sonnenkollektoren auch an bewölkten Tagen?**

Die kurze Antwort lautet "ja". Solarmodule funktionieren, indem sie die Photonen des Sonnenlichts in Elektronen (Strom) umwandeln. Die Photonen sind in der Lage, durch dünne bis mittelstarke Wolken hindurch zu dringen, so dass sie auch an bewölkten Tagen noch Ihre Module erreichen und Strom erzeugen können.

Wenn der Himmel jedoch stark bewölkt ist, funktionieren die Paneele nicht, da nur eine sehr begrenzte Anzahl von Photonen durchgelassen werden kann.

## **17. Erzeugen die Wechselrichter erhebliche Oberschwingungen, die empfindliche, an das Stromnetz angeschlossene Geräte beeinträchtigen könnten?**

Alle Wechselrichter werden vor Inbetriebnahme geprüft und zugelassen, um sicherzustellen, dass sie die technischen Spezifikationen für die Netzqualität in Bezug auf Oberschwingungen, Flicker, Gleichstromeinspeisung usw. erfüllen. Die meisten namhaften netzgekoppelten Wechselrichter entsprechen der EN61000 (elektromagnetische Verträglichkeit).



Darüber hinaus würde PowerGrid bei PV-Anlagen von mehr als 1 MW ac die Überwachung der Netzqualität an den 22-kV-Einspeisungen 7 Tage vor und 7 Tage nach der Inbetriebnahme der PV-Anlage verlangen. Damit wird der Einfluss der PV-Anlage auf die Netzoberschwingungen aufgezeichnet.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen verursachen PV-Anlagen keine nennenswerten Oberschwingungen, die den Betrieb der Verbraucher im Gebäude beeinträchtigen.

### **18. Werden die Sonnenkollektoren die Anwohner blenden?**

Solarmodule sind so konstruiert, dass sie Licht absorbieren, anstatt es zu reflektieren. Dies wird durch eine Antireflexionsbeschichtung auf dem oberen Glas der Solarmodule erreicht. Der durchschnittliche Reflexionsgrad von Solarmodulen beträgt nur etwa 5 bis 6 %, während das BCA einen maximalen Reflexionsgrad von 20 % vorschreibt.

Für Solarprojekte in der Nähe von Flughäfen müssen der CAAS und der RSAF Simulationsstudien zur Blendungsanalyse zur vorherigen Genehmigung vorgelegt werden. In den meisten Fällen sind nur geringfügige Änderungen der Anordnung und des Neigungswinkels erforderlich, um die Anforderungen von CAAS und RSAF zu erfüllen.

### **19. Was bedeutet Kilowatt-Peak (kW<sub>P</sub>)**

Watt-Peak oder Wp ist die Gleichstrom-Kennzeichnung von Solarmodulen.

Es handelt sich dabei um die Nennspitzenleistung (Gleichstrom) unter Standardtestbedingungen (allgemein als STC bekannt) von 1000 W/m<sup>2</sup> Bestrahlungsstärke, einer Zelltemperatur von 25 Grad Celsius und einer Luftmasse von 1,5. Eine Sonneneinstrahlung von 1000 W/m<sup>2</sup> tritt etwa zur Mittagszeit auf, so dass die Bestrahlungsstärke meist unter 1000 W/m<sup>2</sup> liegt und die Nettoleistung des Solarmoduls daher unter den STC-Wert fällt.

Außerdem kann die Zelltemperatur an einem heißen Tag auf bis zu 65 °C ansteigen, wodurch die Leistung des Solarmoduls ebenfalls unter den STC-Wert fällt.

Die auf dem Typenschild angegebene Nennleistung bei STC ist der Idealzustand, und im tatsächlichen Betrieb wird die Nettoleistung reduziert sein. Die meisten etablierten Systemintegratoren sollten diese Abstriche bei der Berechnung des geschätzten Energieertrags der PV-Anlage berücksichtigt haben.

1 kW<sub>P</sub> = 1000 Wp. Wenn ein Solarmodul eine Leistung von 350 Wp hat, ist ein System mit 100 Solarmodulen = 100 x 350 = 35.000 Wp = 35 kW<sub>P</sub>.

### **20. Was ist der Füllfaktor und welche Bedeutung hat er?**

Der Kurzschlussstrom und die Leerlaufspannung sind der maximale Strom bzw. die maximale Spannung einer Solarzelle. Bei diesen beiden Betriebspunkten ist die Leistung der Solarzelle jedoch gleich Null. Der "Füllfaktor (FF) ist ein Parameter, der in Verbindung mit Voc und Isc die maximale Leistung einer Solarzelle bestimmt. Der FF ist definiert als das Verhältnis zwischen der maximalen Leistung der Solarzelle und dem Produkt aus Voc und Isc. Grafisch gesehen ist der FF die Fläche des größten Rechtecks, das in die IV-Kurve passt, wie unten dargestellt:



Beispiele für FF verschiedener Solarmodule:

Solar Frontier CIS - 64,9%

Stion 150W CIGS - 68.2%

SolarWorld 325W Mono - 74.8%

Trina 315W Polt - 76,9%

Sunpower 327W - 76,5%

Panasonic 245W HTI - 79 %.

Kristalline Module haben in der Regel eine höhere FF und die Leistungskurven fallen vor und nach dem Punkt maximaler Leistung steil ab.

Dünnschichtsolarzellen (CIGS) haben in der Regel eine geringere FF, wie das Diagramm rechts zeigt, aber die Leistungskurven sind vor und nach dem Punkt maximaler Leistung weniger steil. Dies erklärt, warum Dünnschichtmodule eine geringere Fehlanpassung aufweisen und daher weniger anfällig für einen starken Leistungsabfall aufgrund von Teilabschattung sind.

## **21. Wie werden auf Dächern installierte Solarmodule vor Blitzschlag geschützt?**

Solarmodule, einschließlich der Befestigungsstrukturen, sollten mit dem Blitzschutzsystem des Gebäudes verbunden werden. Dies wird als Potenzialausgleich bezeichnet. Es sollte sichergestellt werden, dass alle Metallteile der gesamten Solaranlage und -struktur elektrisch durchgängig und effektiv mit dem Blitzschutzsystem des Gebäudes verbunden sind.

## **22. Was sind die Wartungsvorschriften für eine PV-Solaranlage?**

PV-Systeme erfordern nur sehr wenig Wartung. Es reicht aus, die Paneele je nach Umgebungsbedingungen ein- oder zweimal im Jahr zu reinigen und die elektrischen Anschlüsse und die Montagekonstruktionen zu überprüfen. Die meisten Systeme verfügen über eine Online-Überwachung, die die aktuelle Leistung des Systems anzeigt und im Falle einer Störung oder eines Leistungsdefizits Warnungen ausgibt.

## **23. Wie hoch ist das Leistungsverhältnis?**

Die Performance Ratio ist ein Maß dafür, wie gut eine PV-Anlage bei einer bestimmten Anlagenkapazität Energie erzeugt. Sie ist das Verhältnis zwischen der tatsächlich erzeugten Energie und der idealen Energie, die von der Anlage erzeugt werden könnte. Die Formel lautet:

Leistungsverhältnis = Tatsächliche Energie / (Systemkapazität x Bestrahlung)

## **24. Was ist Bestrahlung?**

Die Einstrahlung ist das Maß für die Energie des Sonnenlichts über einen bestimmten Zeitraum. So beträgt beispielsweise die typische durchschnittliche tägliche Einstrahlung in Singapur etwa 4,38 kWh/m<sup>2</sup>. Dies entspricht einer Spitzenintensität von 1000 W/m<sup>2</sup> oder 1 kW/m<sup>2</sup> für eine Dauer von 4,38 Stunden oder einfach 4,38 Spitzensonnenstunden (PSH).





Die jährliche Sonneneinstrahlung in Singapur liegt zwischen 1580 und 1620 kWh/m<sup>2</sup>. Dies entspricht 4,32 bis 4,44 kWh/m<sup>2</sup> pro Tag.

## **25. Was ist Bestrahlungsstärke?**

Die Bestrahlungsstärke ist ein Maß für die momentane Intensität des Sonnenlichts in W/m<sup>2</sup>. Der Spitzenwert der Bestrahlungsstärke wird zur Mittagszeit um etwa 13 Uhr erreicht. An einem sonnigen Tag beträgt die Spitzenbestrahlungsstärke etwa 1000 bis 1200 W/m<sup>2</sup>.

## **26. Was ist der Unterschied zwischen Zell- und Modulwirkungsgrad?**

Der Zellenwirkungsgrad bezieht sich auf den Umwandlungswirkungsgrad der Ausgangsleistung einer Zelle (typischerweise 125 x 125 mm), während sich der Modulwirkungsgrad auf den Umwandlungswirkungsgrad eines gesamten Moduls (typischerweise 60 Zellen oder 72 Zellen) bezieht.

Aufgrund des Abstands zwischen den Zellen und dem Modulrahmen ist der Wirkungsgrad der Module geringer als der der Zellen.

## **27. Was ist die Definition des Wirkungsgrads von Solarmodulen?**

Der Wirkungsgrad von Solarmodulen bezieht sich auf die Effizienz der Umwandlung von Sonnenlicht in Strom. Er ist definiert als das Verhältnis der vom Solarmodul abgegebenen Gleichstromleistung zur Eingangsleistung (Bestrahlungsstärke) der Sonne.

Der Wirkungsgrad hängt vom Spektrum und der Intensität des einfallenden Sonnenlichts sowie von der Temperatur der Solarzelle ab. Die Standardtestbedingungen zur Messung des Wirkungsgrads sind eine Bestrahlungsstärke von 1000 W/m<sup>2</sup>, eine Luftmasse von 1,5 und eine Zelltemperatur von 25 °C.

Ein Solarmodul mit einem Wirkungsgrad von 17 % bedeutet, dass 17 % der Sonnenlichtintensität (Bestrahlungsstärke) von 1000 W/m<sup>2</sup> in Gleichstrom umgewandelt werden. Folglich ist die Gleichstromleistung = 17% x 1000 = 170 W/m<sup>2</sup>. Wenn das Solarmodul eine Größe von 2 x 1 m = 2 m<sup>2</sup> hat, ist seine Nenn-Gleichstromleistung = 170 x 2 = 340 Wp.

## **28. Wie hoch ist die typische Garantie für ein PV-Solarmodul?**

Solarmodule haben in der Regel eine Produktgarantie von 10 Jahren und eine Leistungsgarantie von bis zu 25 oder sogar 30 Jahren. Die Leistungsgarantie kann stufenweise oder linear sein. Bei einer stufenweisen Garantie werden in der Regel 90 % der Ausgangsleistung für die ersten 10 Jahre und 80 % für die nächsten 15 Jahre garantiert. Bei einer linearen Leistungsgarantie liegen die typischen Werte bei 2,5 bis 3 % Leistungsabfall im ersten Jahr und nicht mehr als 0,7 % Leistungsabfall pro Jahr von Jahr 2 bis 25.



## Referenzen

<https://www.metartec.com/solar-pv-faqs>

[https://www.seai.ie/publications/FAQs\\_on\\_Solar\\_PV.pdf](https://www.seai.ie/publications/FAQs_on_Solar_PV.pdf)

<https://www.eco-cute.co.uk/solar-pv-faq/>

<http://solargy.com.sg/new/index.php?route=information/faq>