

## 1. Was ist die Solarkonstante?

=> Die Solarkonstante ist der Mittelwert der spezifischen Ausstrahlung der Sonne, der außerhalb der Erdatmosphäre gemessen wird. Sie beträgt etwa 1367 Watt pro Quadratmeter. Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

- 1.[Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: 1 | Zeilen: 4-6]: Der Mittelwert, der Mittelwert ist die Solarkonstante  $E_0$  1367 Watt pro Quadratmeter und je nach Literatur haben wir dann noch eine gewisse Schwankung drin und das stellt die extraterrestrische Strahlung dar.
- 2.[Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: 2 | Zeilen: 15-16]: Der Mittelwert, der Mittelwert ist die Solarkonstante
- 3.[Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: 4 | Zeilen: 5-6]: Die Solarkonstante, da werde ich gleich noch mal darauf zurückkommen. Ihnen das auch noch mal deutlich machen, wie man auf diesen Wert kommt und wofür wir sie nutzen.

## 2. Welche Effekte reduzieren die Sonnenstrahlung in der Atmosphäre auf dem Weg zur Erdoberfläche?

Oder: Welche Reduktionsarten für die Solarstrahlung gibt es?

=> Die Sonnenstrahlung wird auf ihrem Weg zur Erdoberfläche durch verschiedene Effekte in der Atmosphäre reduziert. Diese Effekte umfassen Absorption, Reflexion und Streuung.

Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 7-11]: Wir haben verschiedene Reduktionsarten, von denen wir sprechen. Wir haben einmal die allgemeine Absorption durch verschiedene Gasteilchen in der Atmosphäre. Dann haben wir weiter Reflexion, ich hatte es genannt, an den Wolken. Wir haben aber auch Streuungen, also das ist hier mal mit den kleinen Pfeilen in dem Bild links dargestellt. Streuungen einmal an molekularen Bestandteilen der Luft, das wird vor allem dann der Rayleigh-Streuung zugeschrieben.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 11-14]: Und dann haben wir aber auch Streuungen an Staubteilchen oder Luftverunreinigungen, also kleinen Teilchen, wenn wir eher so bei Aerosolen und dann auch schon größeren Staubpartikeln. Und das wird eher in die Mie-Streuung zugeordnet.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 19-21]: Und das sind eben die Reduktionsarten, die dazu führen, im unteren Bild noch mal dargestellt, dass aus dem roten Idealen Verlauf der Strahlungsleistung, dann das wird, was wir mit diesen Einbuchtungen, vor allem wegen dem Wasserdampfsehen, hier blau dargestellt in diesem Bereich.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 25-29]: Immerhin. Wie messen wir denn das Ganze jetzt? Und da haben wir

- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 8-11]: Es wird einiges absorbiert und reflektiert in der Erdatmosphäre. Hier einmal der Weg dargestellt, der Sonnenstrahlung von der Sonnenkugel kommend oben von uns ausgesehen nach links weg, die 77 Wp<sup>2</sup>. Die werden an Wolken weitestgehend reflektiert.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 11-13]: Also Bildung spielt eine wichtige Rolle für den Grad der Reflektion der Strahlung in der Atmosphäre. Und auf der anderen Seite sehen wir die 67 Wp<sup>2</sup>, die mehr oder weniger absorbiert werden. Da komme ich gleich

### 3. Was ist die Deklination?

=> Die Deklination ist der Winkel, in dem die Rotationsachse der Erde gegenüber der Umlaufbahn zur Sonne gekippt ist.

Liste der relevanten Informationen:

- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: 1 | Zeilen: 11-13] : Das heißt, die Deklination, das ist dieser Winkel, in dem Fall von 23,47, also 5 Grad hier dargestellt, ist das Entscheidende.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: 2 | Zeilen: 1-3] : Ja, das zu diesem Thema und jetzt möchte ich mit Ihnen mal über das Thema reden, warum haben wir denn jetzt zu den unterschiedlichen Jahreszeiten solche unterschiedlichen Einstrahlung und das führt uns auf das Thema Deklination.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: 2 | Zeilen: 3-5] : Ja, Deklination. Deklination ist der Winkel, in dem die Rotationsachse der Erde gekippt ist gegenüber der Umlaufbahn zur Sonne.

### 4. Wie hoch ist die mittlere jährliche Globalstrahlung in Deutschland?

=> Die mittlere jährliche Globalstrahlung in Deutschland liegt bei etwa 1000 Kilowattstunden pro Quadratmeter.

[Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 8-11] : Also in Deutschland sind wir ungefähr mal ganz grob gesprochen, eben waren das Kilowattstunden pro Tag durchschnittswerte und jetzt sind das Jahreswerte in dieser Tabelle, das sind Kilowattstunden pro Quadratmeter und ja und da liegen wir mit dem grünen Bereich so ungefähr bei 1000 Kilowattstunden pro Quadratmeter

### 5. Was berechnet der Algorithmus der DIN 5034?

=> Der Algorithmus der DIN 5034 berechnet die Sonnenposition und die Einstrahlung basierend auf geografischen Daten und zeitlichen Angaben.

Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-13] : Der Algorithmus entspricht dem Dienalgorithmus und berechnet die Sonnenhöhe und den Sonnenazimut basierend auf Längengrad, Breitengrad, Datum und Uhrzeit.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-13] : Als Eingangswerte benötigen wir insbesondere den Längengrad und den Breitengrad, sowie das Datum und die Uhrzeit.
- [Dokumentname: articles/transcription\_15.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 14-27] : Mit der DIN Formel kann man den Sonnenstand und die Einstrahlung berechnen, indem man die Uhrzeit sowie die Längen- und Breitengrade eingibt.

Die Berechnungen beziehen sich auf die Bestimmung der optimalen Ausrichtung und Neigung von Solarpaneelen basierend auf den berechneten Sonnenpositionen.

## 6. Welche Typen von Solarzellen gibt es?

Oder: Welche Zellarten gibt es in der Photovoltaik?

(poly/multi-, monokristallin, Dünnschicht mit CTS, amorph, Perowskit ...)

=> Zusammenfassung der wichtigsten Punkte: Es gibt verschiedene Typen von Solarzellen in der Photovoltaik, darunter Monokristalline, Polykristalline, Dünnschichtzellen, Farbstoffzellen und Polymer-Solarzellen.

Detaillierte Informationen aus den Dokumenten:

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-10]: Es gibt Monokristalline Solarzellen, die hauptsächlich mit dem Schruch-Halsg-Verfahren hergestellt werden, und Polykristalline Solarzellen, die vor allem im Gieß-Verfahren hergestellt werden.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 10-15]: Es gibt auch Dünnschichtzellen, die durch Aufdampfen von sehr dünnen Schichten auf ein Grundmaterial hergestellt werden.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-10]: Farbstoffzellen oder Polymer-Solarzellen nutzen Polymere, hauptsächlich Kohlenstoffverbindungen, anstelle von Silizium oder anderen Halbleitern.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-10]: Dünnschichtzellen haben eine andere Struktur und Wirkung auf das Licht, sodass sie in sehr dünnen Schichten hergestellt werden können.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-10]: Ein Beispiel für ein Dünnschichtmodul ist das Katmium-Tilurid-Modul, das von der Firma First Solar hergestellt wird.

## 7. Wie funktioniert der Photoeffekt?

=> Der photoelektrische Effekt beschreibt, wie ein Photon (Lichtteilchen) ein Elektron aus einem Atom herausschlagen kann, wodurch das Elektron frei wird und zur Verfügung steht. Es gibt den äußeren und den inneren Fotoeffekt. Der äußere Fotoeffekt ionisiert das Atom, während der innere Fotoeffekt das Elektron auf eine höhere Energieebene bewegt, wo es sich frei bewegen kann.

Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

1. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 11 - 15] : Der Fotoeffekt beschreibt, wie ein Lichtteilchen oder Lichtquant oder Photon genannt, ein Elektron aus dem Atom herausschlagen kann, im wahrsten Sinne des Wortes. Es also Freit für uns zur Verfügung steht danach.
2. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1 - 5] : Und was uns insbesondere interessiert, ist der photoelektrische Effekt. Man kann sagen, es gibt einmal einen Photoeffekt, indem wir in der Lage sind, Elektronen aus einem Atomverband zu lösen.
3. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 14 - 18] : In unserem Fall reden wir aber insbesondere vom inneren Fotoeffekt, und das bewirkt, dass das Elektron sich auf einen nicht höheren Energiezustand oder, wie wir es auch nennen, auf eine Leitungsbahn bewegt. Und diese Situation, diesen Fotoeffekt als solches, hat als erstes die Familie Becquerel herausgefunden, bereits im Jahr 1839.
4. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 18 - 22] : Im weiteren, einige Zeit später, 1873, hat der Ingenieur Herr Smith diesen inneren Fotoeffekt entdeckt. Er beobachtete nämlich, dass das Material Selen, Element Selen, bei Beleuchtung seinen elektrischen Widerstand verändert.
5. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 13 - 17] : Das Wort Photovoltaic kommt, wie Sie sehen, einmal aus dem griechischen Wort Phos oder Photos für Licht. Das andere, die hintere Endung des Wortes von dem Begriff Volta, der Herr Alessandro Volta war italienischer Physiker und ist bekannt für die galvanische Zelle.

## 8. Welche Bänder gibt es im Bändermodell?

=> Im Bändermodell gibt es zwei Hauptbänder: das Valenzband und das Leitungsband. Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 3-7]: In dem Bändermodell bewegen sich Elektronen auf einzelnen Bändern oder Bahnen. Diese Bänder sind in unterschiedlichen Stufen und das äußerste Band, das vorliegt für einen Atom, in dem die Elektronen sich bewegen, das ist das Valenzband. Und darüber hinaus ist es

möglich, dass Elektronen auf eine nicht höhere Bahn zu bringen in bestimmten Atomstrukturen, in eine frei bewegliche Bahn, dem Leitungsband.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-6]: Das heißt, was wir hier vorfinden in unserem Bändermodell ist einmal das Valenzband und das Leitungsband. Und wie schon beschrieben, das oberste mit elektronengefüllte Energieband wird als Valenzband bezeichnet, deren Elektronen, die sogenannten Valenz-Elektronen, zur chemischen Bindung beitragen. Das nächste höhere Band kann entweder leer sein oder ist bereits teilweise gefüllt bzw. es vermischt sich und heißt Leitungsband.

## 9. Was ist eine Dotierung?

=> Zusammenfassung: Eine Dotierung ist der Einbau von Fremdatomen in ein Material, um dessen elektrische Eigenschaften zu verändern. Es gibt zwei Hauptarten der Dotierung: P-Dotierung und N-Dotierung.

Detaillierte Informationen:

1.[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 19-23]: Die P-Dotierung bezeichnet den Einbau von Atomen mit drei Valenz-Elektronen, meist Bor, in Silicium. Die Fremdatome heißen Akzeptoren. Da im Silicium-Kristallgitter ein Elektron fehlt, spricht man von Löchern oder Leerstellen.

2.[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 23-27]: Die N-Dotierung bezeichnet den Einbau von Atomen mit fünf Valenz-Elektronen, meist Phosphor, in Silicium. Die Fremdatome heißen Donatoren. Das fünfte Elektron bleibt ohne Paarbindung im Kristallgitter.

3.[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 14-18]: Die Dotierung bedeutet, dass wir in der Lage sind, einzelne Fremdatome in das Material hineindiffundieren zu lassen und auf diese Weise in die Kristallstruktur einzubauen. Diese Fremdatome verursachen eine Störung im Kristallgitter, was zu Leerstellen führt.

## 10. Wie wird Reinstsilizium hergestellt?

=> Die Herstellung von Reinstsilizium erfolgt durch verschiedene Verfahren, die im Wesentlichen in zwei Hauptwege unterteilt werden können: die Kristallisation und den Silanprozess. Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

### 1.Kristallisation:

- [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-11]: Das hochreine Silicium, das häufig als Granulat vorliegt, wird erhitzt und geschmolzen. Durch gezielte Kühlung oder Erwärmung bestimmter Stellen wird erreicht, dass die Kristalle in eine bestimmte Richtung wachsen.

- [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-11]: Dieses Verfahren ähnelt der Eisbildung an einer Fensterscheibe, wo Kristalle von unten nach oben wachsen.

## 2.Silanprozess:

- [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-11]: Das Silicium wird mit HCl (Salzsäure) verbunden, um Trichlorsilan zu erzeugen, das dann in einer Dampf-Ausscheidung, dem Chemical Vapor Deposition (CVD), bei etwa 1000 Grad Celsius in hochreines Silicium umgewandelt wird.
- [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-9]: Das Trichlorsilan wird in einem wassergekühlten Mantel eingeleitet, wo es sich an einer Siliciumsele anlagert und bei hohen Temperaturen in hochreines Silicium umgewandelt wird.

## 3.CZ-Zieh-Verfahren (Czochralski-Verfahren):

- [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1-11]: Ein weiteres Verfahren ist das CZ-Zieh-Verfahren, bei dem ein Keimling in flüssiges Silicium getaucht und unter Rotation langsam herausgezogen wird. Dies ermöglicht die Bildung eines einzigen Kristalls ohne störende Korngrenzen.

Diese Verfahren ermöglichen die Herstellung von Reinstsilizium, das sowohl in der Photovoltaik-Industrie als auch in der Chip-Industrie verwendet wird.

## 11. Welche Verluste entstehen in der Solarzelle?

=> **Zusammenfassung der wichtigsten Punkte:** In einer Solarzelle entstehen verschiedene Arten von Verlusten, die den Wirkungsgrad beeinträchtigen. Dazu gehören Re-Kombinationsverluste, Verluste in der Raumladungszone, elektrische Verluste, Reflexion und Abschattung durch Frontkontakte, sowie die Unfähigkeit von Silizium, infrarotes Licht aufzunehmen. Weitere Verluste können bei der Herstellung des Moduls entstehen, und teilverschattete Zellen können als Verbraucher betrieben werden, was zu einer Verlustleistung führt.

### Detaillierte Informationen:

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 9-13]: Wir haben dann Re-Kombinationen, also Verluste in der Solarzelle selbst mit etwa 14 Prozent. Wir haben das Problem in der Raumladungszone mit 9 Prozent, schlagen hier Verluste zu Buche.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 13-15]: und schließlich haben wir noch typische elektrische Verluste, die wir später noch behandeln werden. Die liegen in der Charakteristik der Kennlinie, also wie wird im Grunde genommen, dann auf unterschiedliche Einstrahlung reagiert und so reduziert sich das auf unsere 18 Prozent.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 2-3]: dass das Silizium nicht in der Lage ist, eher infrarotes Licht aufzunehmen.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 3-5]: Die überschüssige Seite habe ich Ihnen auch hier dargestellt, schon mit der Folie, in den Folien vorher.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 16-18]: Das Modul hat immer geringere Wirkungsgrade, ungefähr 2-3% als die Einzelzellen, die darin verbaut sind.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 11-12]: Aber hieran wird gearbeitet, dass man immer höher kommt und es ist interessant mal zu sehen, wie wir das dann mal vielleicht in der Zukunft landen mit dem Wirkungsgrad.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 20-22]: Mit anderen Worten, wir haben jetzt hier also 2,5% Punkte Verluste von der Einzelzelle betrachtet auf das gesamte Modul.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 19-20]: Und die roten Darstellungen sind weitere Verluste beim Fertigen des Moduls oder Einflüsse, die dadurch entstehen, aber auch zugewinne Grün dargestellt, sodass wir letztendlich auf einen Modul Wirkungsgrad in diesem Beispiel von 15,5% kommen, knapp.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 10-12]: Aber auf dem Weg runter auf die 18 Prozent sind natürlich noch so Verluste zu berücksichtigen, wie Reflexion und Abschattung, durch Frontkontakte.

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 5-8]: Und dadurch wirkt sie wie eine Diode, die ihrerseits dann entsprechend eine Verlustleistung erzeugt.

## 12. Wie ist ein Photovoltaik-Modul aufgebaut?

=> Ein Photovoltaik-Modul besteht aus mehreren Zellen, die in einem Modul zusammengefasst sind. Diese Module können unterschiedlich aufgebaut sein, beispielsweise als monokristalline Module oder Dünnschichtmodule. Die Zellen sind mit Leiterbahnen versehen und können je nach Verfahrenstechnik unterschiedliche Eigenschaften und Strukturen aufweisen.

Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

1. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: 1 | Zeilen: 14-20] : Ein Photovoltaik-Modul besteht aus mehreren Zellen, die in einem Modul zusammengefasst sind. Diese Module können in großen Anlagen verwendet werden, wie zum Beispiel im Solarpark Groß Döln bei Templin.
2. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: 3 | Zeilen: 1-8] : Ein typisches Modul kann 60 Zellen enthalten, die monokristallin sind. Die Zellen haben viele Leiterbahnen und können unterschiedliche Verfahrenstechniken aufweisen.
3. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: 3 | Zeilen: 8-12] : Ein weiterer Typ ist das Dünnschichtmodul, beispielsweise ein Cadmium-Tellurid-Modul, das von der Firma First Solar hergestellt wird.
4. [Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: 1 | Zeilen: 11-16] : Ein Photovoltaikmodul wird durch ein Symbol dargestellt, das ein Rechteck mit einem verkehrt herum stehenden Dreieck darin zeigt.



5. [Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: 4 | Zeilen: 1-6] : Der Begriff Photovoltaik setzt sich aus dem griechischen Wort "Phos" oder "Photos" für Licht und dem Namen des italienischen Physikers Alessandro Volta zusammen, der für die galvanische Zelle bekannt ist.

13. Was passiert in einem Solarmodul bei einer Teilverschattung?

=> Bei einer Teilverschattung in einem Solarmodul kommt es zu einer Verschiebung des Maximum Power Points (MPP), und es können bestimmte Zellen oder Module ausfallen oder überbrückt werden. Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1 - 11] : Bei einer Teilverschattung, wie hier an der achten Zelle dargestellt, kommt es zu einer Verschiebung des gesamten Systems.

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1 - 11] : Ein teilverschattetes Modul wird rot dargestellt, und es kommt zu einer Verschiebung des Maximum Power Points (MPP) von MPP1 zu einem anderen Punkt.

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1 - 11] : Bei einer hohen Abschattung entsteht ein Doppelhöcker in der Leistung, was eine Herausforderung für den Wechselrichter darstellt.

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1 - 11] : Bei einer Teilverschattung, wie zum Beispiel der zweiten Zelle, würden die beiden Spalten überbrückt werden, weil die Spannung anfällt und die Diode öffnet.

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 1 - 11] : Dünnschichtmodule zeigen ein anderes Verhalten bei Teilverschattung im Vergleich zu herkömmlichen Solarmodulen.

14. Wozu dient eine Bypassdiode?

=> Eine Bypassdiode dient dazu, bei Teilverschattung von Solarzellen einen Stromfluss zu ermöglichen und Hotspots zu vermeiden.

Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 16-28] : Eine Bypassdiode wird verwendet, um bei Teilverschattung von Solarzellen den Stromfluss zu ermöglichen. Wenn eine Zelle verschattet wird, z.B. durch ein Laubblatt, schaltet die Bypassdiode durch und leitet den Strom durch, sodass die restlichen Zellen normal weiterarbeiten können.

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 31-39] : Die Bypassdiode verhindert Hotspots, indem sie den Strom umleitet und somit die



verschatteten Zellen überbrückt. Dies ermöglicht es den nicht verschatteten Zellen, weiterhin Energie zu generieren.

[Dokumentname: articles/transcription\_8.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 38-47] : Die Bypassdiode hat eine Schaltspannung von 0,7 Volt. Wenn diese Spannung erreicht wird, schaltet die Diode durch und leitet den Strom um die verschatteten Zellen herum.

[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 11-19] : Eine Diode ist ein elektrisches Bauelement, das den Stromfluss in eine Richtung ermöglicht und in die andere Richtung sperrt. Dieser Effekt wird in der Photovoltaik genutzt, um Energie zu generieren und Schaltungen zu steuern.

15. Wie hoch ist die Energierücklaufzeit (Energy Payback Time) von Pv-Hausdach-Anlagen?

=> Die Energierücklaufzeit (Energy Payback Time) von PV-Hausdach-Anlagen beträgt etwa 1,3 Jahre für Multikristallin-Siliziumzellen mit einem Wirkungsgrad von 17 Prozent. Früher lag diese Zeit bei etwa drei Jahren.

Hier sind die relevanten Informationen aus den Dokumenten:

1.[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 5-10] : "Die Energierücklaufzeit. Und das ist eine Darstellung, die nochmal deutlich macht, dass wir heute bei Multikristallin, Siliziumzellen, hier steht Future, das ist aber der heutige Fall, bei 17 Prozent Wirkungsgrad liegen und wir brauchen ungefähr 1,3 Jahre, bis der komplette Energiebedarf für die Herstellung wieder zurückgezahlt worden ist, wenn Sie so wollen."

2.[Dokumentname: articles/transcription\_14.txt | Absatz: N/A | Zeilen: 11-13] : "Früher war das mal anders, früher waren die, Sie sehen das hier bei 2004, war das auch noch höher, aber da ist es bei knapp drei Jahren"