



Alles über Solarenergie ○ Energetische Zukunft?



Während **Erdöl** oder **Kohle** auf der Erde vielleicht in **60 Jahren** verbraucht sein könnten, machen wir uns sicher noch viel länger Gedanken darüber, wie man Energie erzeugen kann, ohne auf wertvolle Ressourcen der Erde zurückgreifen zu müssen und ohne unsere Umwelt zu zerstören. Was liegt da näher, als sich die Energie der Sonne nutzbar zu machen. Die Sonne entstand vor etwa 5 Milliarden Jahren und man nimmt an, dass sie noch weitere 5 Milliarden Jahre leuchtet.

Alles über Solarenergie ○ Einige regenerative Energiequellen

Solarenergie

Sonnenstrahlung

Geothermie

Erdwärme

Windkraft

Luftströmung

Bioenergie

Biomasse

Wasserkraft

Wasser, Gezeiten

Alles über Solarenergie ○ Energie und CO₂

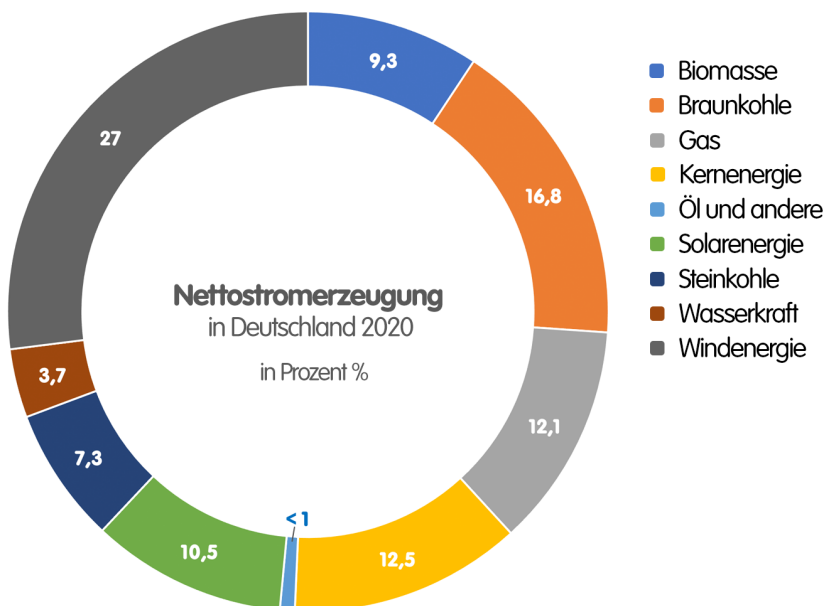
Sonnenenergie produziert im Prinzip **kein schädliches Kohlenstoffdioxid** [CO₂], das neben anderen als schädliches Treibhausgas den Klimawandel sowie gelöst in Wasser die Versauerung der Böden, Gewässer bzw. Meere mitverursacht.

Kohlenstoffdioxid-Emission in Gramm CO₂ pro Kilowattstunde erzeugter Energie inkl. Vorkette

Braun- kohle	Stein- kohle	Mineralöl	Erdgas	Atom- energie	Solar- energie	Wind bzw. Wasser
1.175	931	859	518	32	27	24

Quelle: ffe.de, 2009; co2-emissionen-vergleichen.de, 2016

Alles über Solarenergie ○ Energiequellenanteile



Erstmals erreichte der Anteil erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung [d.h. ohne Eigenverbrauch der Stromerzeuger] in Deutschland 2020 mit 50,5% mehr als die Hälfte.

Quelle: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/news/2020/nettostromerzeugung-in-deutschland-2021-erneuerbare-energien-erstmals-ueber-50-prozent.html>

Erneuerbare Energien lieferten 2020 **247,01 Terawattstunden** Energie.



Alles über Solarenergie ○ Künftige Energiequellen

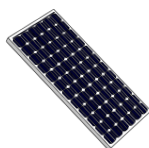
Erste Ansätze zur Nutzung der Sonnenenergie gab es schließlich bereits in der Antike. Wasserstoff, Brennstoff- und Solarzellen haben dabei sicher beste Zukunftschancen. Ergänzung findet dies durch Wasserkraft, geothermische sowie Aufwindkraftwerke, Windkraft, Energiegewinnung aus Biomasse [Bioabfällen] und anderes mehr. Wobei die beste Methode immer noch die ist: **Energie einsparen**.

Alles über Solarenergie ○ Einsatz der Solarenergie

Die Energie der Sonne setzt man grundsätzlich ein in Form von ...

Solarzellen

Erzeugung von elektrischer Energie



Fotovoltaik

Sonnenkollektoren

Erzeugung von Wärmeenergie



Solarthermie

Alles über Solarenergie ○ Fotovoltaikanlagen Fakten

- **Anzahl** der **Fotovoltaik-Anlagen** in Deutschland [2019]: **1,7 Millionen**
- **Leistung** insgesamt [2019]: **49,5 Gigawatt**
- **Stromerzeugung** insgesamt [2019]: **46,5 Milliarden Kilowattstunden** (=46,5 TWh)
Quelle: <https://strom-report.de/photovoltaik/>
- **Wirkungsgrad** [je nach Solarzellentyp] zwischen wenigen Prozent **bis über 40%** [im Durchschnitt rund 20%] (Vergleich: Kohlekraftwerk etwa 38%, Fotosynthese nur 2%)
- nutzbare **Leistung** bis zu **2,5 kWh** je Quadratmeter Solarzellen pro Jahr [in unseren Breiten etwa nur 1 kWh]

Alles über Solarenergie ○ Vorteile der Solarenergie

Die Sonne ist Quelle und dank der Fotosynthese in den Pflanzen auch Grundlage allen Lebens auf der Erde. Ihre ungeheure Energie kann sich der Mensch angesichts allmählich zu Ende gehender fossiler Energieträger zu Nutze machen. Probleme wie Treibhauseffekt oder Umweltverschmutzung erfordern neue, umweltschonende Energiequellen. Dazu zählen auch die Fotovoltaik, die Elektroenergiegewinnung mittels **Solarzellen**, sowie die Solarthermie, also die Wärmeengewinnung mit Sonnenenergie in **Sonnenkollektoren**.

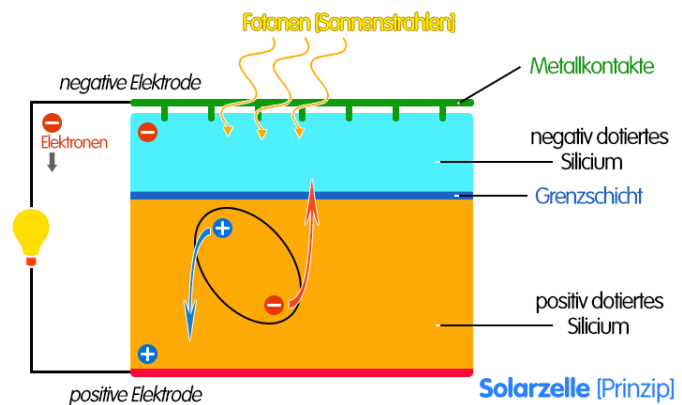


Alles über Fotovoltaik ○ Arbeitsweise von Fotovoltaik-Anlagen

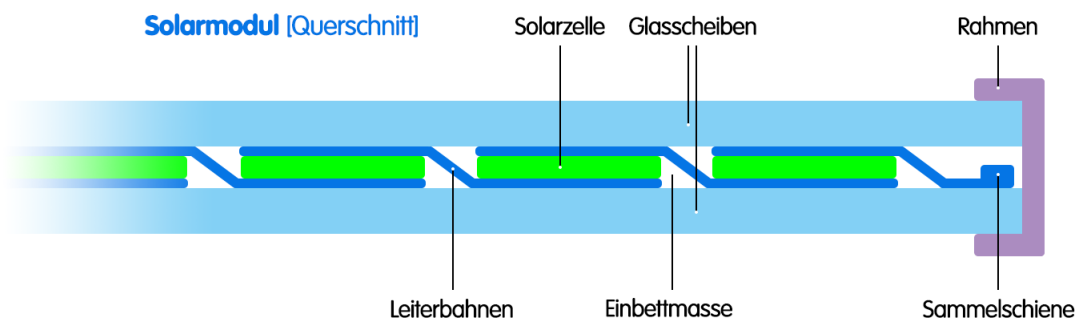
Fotovoltaik-Elemente sind **Halbleiterfotoelemente**, die z.B. aus dünnen Scheiben von **Siliciumkristallen** bestehen, welche gezielt mit **Fremdatomen** versetzt [**dotiert**] sind und **Sonnenenergie** direkt in **elektrische Energie** umwandeln. *Bau und Arbeitsweise...*

- **negative Dotierung** → z.B. **Bor-Atome** als Fremdatome nutzen zum Binden in das Kristall fremde Elektronen und sind daher negativ geladen [negativ dotiertes n-Silicium]
- **positive Dotierung** → dadurch entstehen positiv geladene **Elektronenlöcher**, die wieder von anderen Elektronen gefüllt werden – die Löcher wandern sozusagen [positiv dotiertes p-Silicium]
- **Größe** → monokristalline Solarzellen haben einen Durchmesser von bis zu 10 cm [ausreichend z.B. für den Betrieb eines Taschenrechners]

- **Stromfluss** → Durch Auftreffen von Sonnenstrahlen [Photonen] lösen sich negativ geladene Elektronen aus der Silicium-Schicht; sie fließen auf eine Seite der Zelle, die sich negativ auflädt; auf der anderen Seite überwiegen dadurch positive Ladungen. Verbindet man beide Seiten, so fließt ein Strom, der z.B. eine LED zum Leuchten bringt oder einen kleinen Motor antreibt.



- **Effektivität** → Für eine nennenswerte Leistung muss man aber viele Solarzellen leitend verbinden. Der Wirkungsgrad liegt je nach Typ zwischen wenigen bis über 40 Prozent [im Durchschnitt rund 20%; Kohlekraftwerk etwa 38%; Photosynthese in Pflanzen nur 2%].



Alles über Fotovoltaik ○ Vor- und Nachteile von Solarzellen

VORTEILE	NACHTEILE
umweltfreundlich Silicium-Abfälle aus der Chip-Herstellung einsetzbar dezentral erzeugte Energie direkt am Verbrauchsort [kaum Transport nötig]	lichtabhängig kann Energie nicht speichern [man benötigt zum Speichern zusätzlich einen Akkumulator] Herstellung von Silicium erfordert viel Energie hohe Herstellungskosten große Fläche für ausreichend Strom nötig



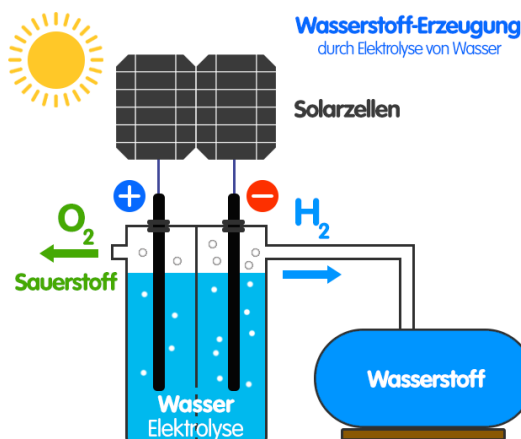
Alles über Fotovoltaik ○ Einsatzgebiete der Fotovoltaik

Erzeugung von elektrischem Strom in elektrischen Geräten [Solarlampen und -radios, Uhren, Taschenrechner, etc.], Solarfahrzeuge, Messstationen, Parkscheinautomaten, Solarhäuser [z.B. Selbstversorgung von Einfamilienhäusern mit Elektroenergie z.B. durch Fassaden und Dächer mit Solarzellen], Weidezäune, für Weltraumsonden und Raumschiffe ...

Alles über Fotovoltaik ○ Wasserstofferzeugung mittels Solarenergie

Natürlich lässt sich Sonnenenergie auch dazu nutzen, um per **Elektrolyse** aus ganz normalem Wasser den Energieträger **Wasserstoff** herzustellen, der dann wieder zu Wasser verbrannt wird. Alternativ sind auch die wesentlich effektiveren Brennstoffzellen eine mögliche zukünftige Hauptenergiequelle.

Mit Hilfe von Solarzellen kann man elektrische Energie in chemische Energie umwandeln, indem **Wasser** in **Wasserstoff** (H_2) und **Sauerstoff** (O_2) zerlegt wird. Dadurch wird es möglich, Sonnenenergie zu stofflich speichern, da Wasserstoff ein umweltfreundlicher Energieträger ist. Denn bei seiner Verbrennung entsteht lediglich Wasserdampf.



Wasserstoff eignet sich als Energieträger, indem er wieder zu Wasser verbrannt wird [dabei bilden sich keine Treibhausgas wie CO_2]; außerdem u.a. **Einsatz** in Kraftfahrzeugen mit Wasserstoffbetankung, als **Energiespeicher**-Möglichkeit in großen Wasserstofftanks, Umwandlung des Wasserstoffs per Verbrennung in Elektroenergie möglich [umweltfreundliches Aufladen von Elektroautos].

Wasserstoff als Energiespeicher. Ungenutzte Sonnenenergie kann man in speicherbaren Wasserstoff umwandeln, der bei Bedarf wieder verbraucht werden kann – eine Alternative zur Speicherung von Strom in Akkus.

Die Wasserstofferzeugung mit Hilfe der Solarenergie bringt ...

VORTEILE	NACHTEILE
Wasser ist in den Meeren ausreichend vorhanden zudem entsteht beim Verbrennen wieder Wasser [Kreislauffekt] Umweltfreundlichkeit	Wasserstoff muss in Druckgasbehältern aufbewahrt werden [Material- und Energieeinsatz nötig], wenn er effektiv gespeichert werden soll Wasserstoff ist brennbar und damit im Gemisch mit Luft explosiv [erfordert Umgangsschutzmaßnahmen]



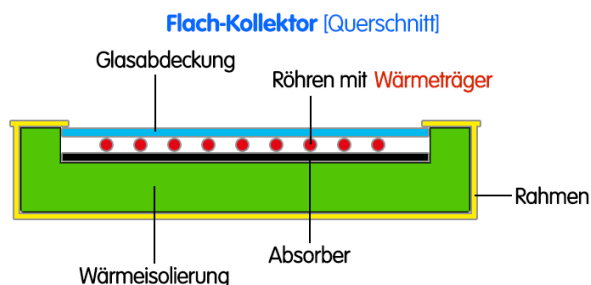
Alles über Solarthermie ○ Nutzung der Solarthermie

Wärmeerzeugung mittels Sonnenenergie. Durch Sonnenwärme wird in einem Röhrensystem eine Wärmeträger-Flüssigkeit erwärmt, die sich mittels Pumpe bewegt. Durch Wärmeübertragung erwärmt man Wasser. Solarthermie nutzt man z.B. für die Warmwasserbereitung und für Heizungen [Wohnhäuser, Schwimmbäder etc.], für solare Trocknungsanlagen usw.

Alles über Solarthermie ○ Arbeitsweise des Flachkollektors

Im **Flach-Kollektor** lenkt man die Sonnenwärme auf eine absorbierende Fläche [dunkel beschichteter Absorber], die dann einen Wärmeträger in den dünnen Röhren aufwärmt.

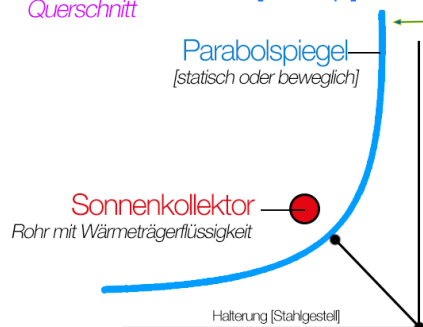
Wärmeträger ist ein Wasser-Propylenglykol-Gemisch [60:40]. Dieses kann besser Wärme aufnehmen als Wasser allein [Siedetemperatur steigt auf 150°C] und schützt außerdem vor dem Einfrieren bei Frost. Die Anlagen arbeiten meist bei 80°C.



Alles über Solarthermie ○ weitere Kollektoren

- **Vakuurröhren-Kollektoren** → zwischen den Röhren befindet sich ein Vakuum, dadurch gibt es viel weniger Wärmeverluste; Wärmeträger ist ein Wasser-Glykol-Gemisch
- **Parabolrinnen-Kollektoren** → lange Rinnen von Parabolspiegeln lenken Sonnenwärme auf Röhren, in der sich die Wärmeträgerflüssigkeit befindet [Strahlenbündelung in einer Linie; Wärmeträger sind Öle [da hier eine Aufheizung auf bis zu 500°C erfolgt]

Parabolrinnenkraftwerk [Prinzip]



Alles über Solarenergie ○ Sonnenenergie für Afrika

Nur 78% der Menschheit verfügen über **Elektrizität** [d.h. mindestens 1,5 Milliarden nicht]. In einigen Regionen gibt es noch arge Defizite; z.B. hat in Indien nur die Hälfte der ländlichen Bevölkerung Zugang zu Elektroenergie. Und in Äthiopien haben ca. 83% der Bevölkerung keinen elektrischen Strom. Und zum Kochen verwenden Menschen oft Holz, dessen Vorräte ebenso begrenzt sind.

H O L Z M U S S P L A N T A G E N W E I C H E N .

Seit 1960 wurden z.B. in der Elfenbeinküste etwa 80% des Baumbestandes abgeholzt (laut FAO jährlich 3,9 Mio. ha Wald in ganz Afrika). Das meiste davon als Brennholz, um kochen zu können, aber auch durch die Zunahme der Plantagenwirtschaft (statt kleinbäuerlicher Produktion – siehe Kakaohunger der westlichen Schokoladenkonzerne). Ginge es so weiter, wäre das Land in 20-25 Jahren nur noch Wüste. Verschwinden die Bäume, dann verschwinden aber auch Blätter und Früchte und somit die menschliche Nahrungsgrundlage. Zudem hat sich die Bevölkerung in dieser Region seit 1960 etwa vervierfacht. Diese Menschen brauchen also auch so viel mehr Energie und Heizmaterial.

Quelle: <https://www.dw.com/de/korruption-palmöl-tropenholz-logging-ghana-kakao/>



H O L Z A L S H E I Z M A T E R I A L .

Die Nutzung von **Brennholz** zum Heizen und Kochen hat viele **Folgen**. Einige davon sind ...

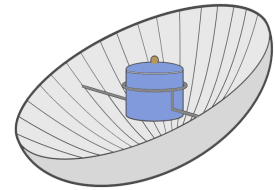
- Kinder gehen nicht zur Schule, da sie Brennholz suchen müssen
- 1/3 des Einkommens geht für Feuerholz drauf oder man muss 4 Stunden täglich Holz suchen
- Lungenerkrankungen, entzündete Augen u.ä.
- Abholzung heißt auch Artensterben
- Begünstigung der Wüstenbildung
- Fördern des Treibhauseffekts und des Klimawandels
- ... *etc.*

L Ö S U N G S A N S Ä T Z E .

In Afrika liefert die Sonne pro Quadratkilometer 300 Gigawatt, oft ungenutzt [selbst für Europa wäre das eine energetische Zukunft, auch wenn dafür lange Kabel nötig sind]. Solarzellen sind meist vergleichsweise teuer. Beispielsweise kann man die Solarenergie mit Solarkochern, Solarlampen, Solarwasserspeichern, Solarkühlschränken, Solarpumpen, Solar-Akkus, "Tankstellen" für Elektrofahrzeuge usw. zu Nutze machen.

Alles über Solarenergie ○ Solarkocher und Solaröfen

Beim Solarkocher findet ein meist runder **Parabolspiegel** [konkav-konvex* gekrümmte, spiegelnde Fläche] Anwendung, in dessen Brennpunkt eine Halterung angebracht ist, in der z.B. ein Topf eingehangen werden kann, um Wasser oder Speisen zu erwärmen. Sie lassen sich meist nach der Sonne ausrichten [praktische Modelle aus deutscher Produktion siehe auch unter sun-and-ice.de]. Eine ideale Methode z.B. für Dörfer in Afrika ohne Stromanschluss.



Bildquelle: gosunstove.com

*konkav-konvex →

Aber auch immer mehr **Solarmodule** sieht man auf manchen Hütten Afrikas – auch dadurch sinkt der menschenverursachte CO₂-Ausstoß. So sind die Menschen unabhängig von der zentralen Stromversorgung, die in vielen Entwicklungsländern meist sowieso problematisch ist oder gar nicht existiert. Leider können sich viele Menschen solche Module aber nicht leisten. Hier ist die Hilfe der reichen Industrieländer gefragt und nötig, da sie an der Ausbeutung des Kontinents (z.B. Bodenschätze, Plantagenprodukte, billige Arbeitskräfte) maßgeblich beteiligt sind.

Quellen: wikipedia.de, bhp.de, taz.de, dw.com, strom-report.de, umweltbundesamt.de