

Solarthermie und Photovoltaik – Energien mit Zukunft

- Übersicht zu den Materialien aus der Mediothek einschließlich der Vorgaben für den CC-Verweis
- Alle pdf-Materialdateien im Format doc bearbeitbar in einer Datei gepackt

Text:

- Leitfaden: **Leitfaden zum Medienpaket**

Dieser Leitfaden richtet sich an die Lehrkraft. Es werden alle Medien des Pakets vorgestellt. Der Leitfaden informiert zudem didaktisch-methodisch. Es werden Einsatzmöglichkeiten der einzelnen Medien vorgestellt.

„Leitfaden zum Medienpaket „Solarthermie und Photovoltaik““ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/101244>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Texte nach dem Alphabet geordnet:

- Schüleranleitung: A1 Experiment: **Elektrischer Strom aus Solarzellen**

Ausführliche Anweisungen und Fragen für Schülerinnen und Schüler zur Durchführung

„A1 Elektrischer Strom aus Solarzellen (Schüleranleitung)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/104984>), © Siemens Stiftung 2015, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Lehreranleitung: A1 Experiment: **Elektrischer Strom aus Solarzellen**

Inhaltliche Hintergrundinformationen und praktische Hinweise zur Durchführung

„A1 Elektrischer Strom aus Solarzellen (Lehreranleitung)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/104979>), © Siemens Stiftung 2015, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Lösungsblatt: A1 Experiment: **Elektrischer Strom aus Solarzellen**

„A1 Elektrischer Strom aus Solarzellen (Lösung)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/105138>), © Siemens Stiftung 2015, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Schüleranleitung: A5 Experiment: **Eigenschaften von Solarzellen**

Ausführliche Anweisungen und Fragen für Schülerinnen und Schüler zur Durchführung

„A5 Eigenschaften von Solarzellen (Schüleranleitung)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/104988>), © Siemens Stiftung 2015, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Lehreranleitung: A5 Experiment: **Eigenschaften von Solarzellen**

Inhaltliche Hintergrundinformationen und praktische Hinweise zur Durchführung

„A5 Eigenschaften von Solarzellen (Lehreranleitung)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/104983>), © Siemens Stiftung 2015, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Lösungsblatt: A5 Experiment: **Eigenschaften von Solarzellen**

„A5 Eigenschaften von Solarzellen (Lösung)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/105239>), © Siemens Stiftung 2015, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Leitfaden: **Energieumwandlung**

Energie-„Gewinnung“ ist Energieumwandlung. Die technisch wichtigsten Energiewandler, wie z. B. Turbine oder Brennstoffzelle, werden hier im Überblick dargestellt. Das Maß für deren Güte bei der Energieumwandlung ist der Wirkungsgrad.

„Energieumwandlung“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100139>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Sachinformation: **Gleichstrom für die Fernübertragung** - Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung, kurz HGÜ, ist eine auf moderner Hochleistungselektronik basierende Methode, um Strom über weite Strecken verlustarm zu transportieren. Damit ist man nicht mehr auf Wechselstromübertragung angewiesen. Die Vorzüge der HGÜ-Technologie werden hier erklärt und ihre geschichtliche Entwicklung wird aufgezeigt. Zusätzlich erhält man Basisinformationen zur Technik der HGÜ und der

Solarthermie und Photovoltaik – Energien mit Zukunft

verwendeten Elektronik, insbesondere der der Thyristoren.

„Gleichstrom für die Fernübertragung (HGÜ)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100225>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Leitfaden: **Regenerative Energien**

Die Technologien für eine Energieversorgung mit regenerativen Energieträgern werden im Überblick vorgestellt und die Bedeutung von Energiespeichern wird in diesem Zusammenhang erläutert. Der Leitfaden kann auch an die Schülerinnen und Schüler zur Vertiefung ausgeteilt werden.

„Regenerative Energien“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100432>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Linkliste: **Regenerative Energien**

Viele interessante Links zum Thema „Regenerative Energien“.

„Regenerative Energien (Linkliste)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100353>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Schüleranleitung: Experiment: **So funktioniert der Stirlingmotor**

Der Stirlingmotor ist für den Schulunterricht das ideale Modell einer Wärmekraftmaschine: Er arbeitet mit einem geschlossenen Arbeitsmittelkreislauf, der Kreisprozess ist also gut nachvollziehbar. Er läuft relativ langsam und ist von außen beobachtbar. Dies gilt insbesondere für Modelle, die mit Arbeitskolben und Zylinder aus Glas Einblick ins Innenleben gewähren. Durch Beobachtung sollen die Schüler anhand der in der Anleitung gegebenen Beschreibung die Funktion und Arbeitsschritte des Stirlingmotors verifizieren.

„So funktioniert der Stirlingmotor“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100536>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Lehrerinfo, Handreichung: Experiment: **So funktioniert der Stirlingmotor**

Diese Handreichung liefert alle Informationen, die die Lehrkraft zur Vorbereitung und Durchführung des Experiments benötigt. Es werden alle Materialien aufgelistet. Zusätzlich gibt es Tipps zur Durchführung und Sicherheitshinweise.

„So funktioniert der Stirlingmotor (Lehrerinfo)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/106827>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Lösungsblatt: Experiment: **So funktioniert der Stirlingmotor**

„So funktioniert der Stirlingmotor (Lösung)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/101242>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Sachinformation: **Strom aus Licht und Plastik**

Die Funktionsweise von organischen Solarzellen wird erklärt und mögliche Anwendungen werden aufgezeigt. Solarzellen kann man auch aus organischem Material (kohlenstoffhaltige Materialien ähnlich Kunststoffen) herstellen, nicht nur aus Silizium. Solche „organischen“ Solarzellen können auf flexiblen Folien verarbeitet werden und damit mobile Geräte mit Strom versorgen. Hinweise und Ideen: Die Schülerinnen und Schüler entwerfen ein Szenario für Anwendungsmöglichkeiten. Im Rahmen des Physikunterrichts können die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu den Siliziumsolarzellen erarbeitet werden.

„Strom aus Licht und Plastik“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100566>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Video:

- **So funktioniert der Stirlingmotor (58 s, ohne Ton)**

Der Stirlingmotor in Betrieb sowie der Start- und Anhaltevorgang.

„So funktioniert der Stirlingmotor“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100535>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Solarthermie und Photovoltaik – Energien mit Zukunft

Bilder:

- Grafik: Anteil der Energieträger am weltweiten Strommix von 2005 bis 2040

Das Diagramm zeigt, dass die regenerativen Energien ab ca. 2040 auch weltweit den größten Anteil an der Stromerzeugung haben werden.

Es wird deutlich, dass auch in Zukunft die fossilen Energieträger, insbesondere die Kohle, und die dafür entwickelten Kraftwerkstechnologien eine zentrale Rolle bei der Energieversorgung spielen werden. Diese Rolle wird aber zunehmend kleiner.

Hinweise und Ideen:

In Deutschland sowie in einigen anderen Ländern soll laut Prognosen der Anteil der regenerativen Energien an der Stromerzeugung wesentlich schneller steigen als am gesamten Primärenergieverbrauch. In Deutschland z. B. soll der Anteil in 2040 bei Strom bereits über 65 % liegen. Weltweit liegen die Prognosen sowohl bei Strom als auch beim Gesamtprimärenergieverbrauch (also Strom + Verkehr + Wärmeerzeugung) allerdings gleichauf bei gut 30 %. Wie kann man diesen Unterschied erklären?

„Anteil der Energieträger am weltweiten Strommix von 2005 bis 2040“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100681>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Foto: Brennstoffzelle für Experimente

„Brennstoffzelle für Experimente“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/108877>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Foto: Dish-Stirling-Anlage

Ein sog. Euro-Dish-Stirling-Kraftwerk in Südfrankreich. Es hat bei 17 m Durchmesser eine Leistung von 50 kW.

Kleinere Solarkraftwerke besitzen einen runden Hohlspiegel („dish“ = Teller), in dessen Brennpunkt sich der Arbeitszylinder eines Stirlingmotors befindet. Auf die Welle eines Stirlingmotors ist direkt der Generator aufgesetzt. (Alternative: Verwendet man einen Permanentmagneten als Kolben, kann die Stromerzeugung als Lineargenerator direkt in den Stirlingmotor integriert werden). Dish-Stirling-Kraftwerke werden z. B. in sonnenreichen Gegenden ohne Stromnetz zum teilweisen Ersatz von Dieselgeneratoren eingesetzt. Bei entsprechend großen Batteriespeichern kann auf Dieselgeneratoren verzichtet werden.

„Dish-Stirling-Anlage“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/108879>), © Björn Appel, Username Warden, lizenziert unter CC BY-SA 3.0 (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode.de>)

- Grafik: Energiequellen für elektrischen Strom

Schemagrafik: Übersicht über die Umwandlungspfade von verschiedenen Energiequellen hin zu elektrischem Strom.

Um die in nuklearen, regenerativen und fossilen Energieträgern enthaltenen Energieformen für den Menschen nutzbar zu machen, müssen sie in eine andere Energieform umgewandelt werden, z. B. in elektrische Energie („Strom“). Von den hier gezeigten Energieträgern ist bei Kernenergie, nachwachsenden und fossilen Brennstoffen sowie Geo- und Solarthermie eine direkte Umwandlung in elektrische Energie nicht möglich. Daher müssen mehrere Umwandschritte hintereinandergeschaltet werden. Die beiden letzten Schritte sind die Umwandlung von thermischer in mechanische Energie in der Turbine und die Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie im Generator.

Wasser- und Windkraft können direkt einen Generator antreiben und Photovoltaik erzeugt direkt elektrische Energie.

„Energiequellen für elektrischen Strom“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100123>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Solarthermie und Photovoltaik – Energien mit Zukunft

- Grafik: **Energieträger regenerativ**

Abbildung der regenerativen Energieträger Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme und Biomasse mit je einer exemplarischen Kraftwerkslösung.

Das Schaubild kann als Einstieg in das Thema regenerative Energien und gleichzeitig als Ausgangspunkt für eine Auseinandersetzung mit Energiequellen, Energieumwandlern sowie Umwelt und Ökologie dienen. Regenerative Energien sind nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich, da sie sich sozusagen von selbst erneuern. Sie stellen aufgrund ihrer deutlich geringeren Werte bei der Kohlendioxidemission eine Alternative zu fossilen Energieträgern dar. Jeder regenerative Energieträger wird mit einer spezifischen Nutzung in Kraftwerken kombiniert dargestellt: Energieträger Sonne und Solarthermieanlage, Energieträger Wind und Windrad, Energieträger Wasser und Flusskraftwerk, Energieträger Erdwärme und Geothermiekraftwerk, Energieträger Biomasse und Biomassekraftwerk.

„Energieträger regenerativ“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100135>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Grafik: **Fakten zur Sonnenenergie**

Schematische Darstellung des Energieflusses von der Sonne zur Erde: Wie viel Energie produziert die Sonne und wie viel davon kommt auf der Erdoberfläche an?

Die Sonne ist der Hauptenergielieferant der Erde, sie liefert etwa 99,98 % des gesamten Energiebeitrags zum Erdklima. Welch großes Potenzial in der technischen Nutzung der Sonnenenergie als Energiequelle steckt, wird dadurch deutlich, dass der derzeitige Weltenergieverbrauch nur 0,006 % der eingestrahelten Sonnenenergie beträgt. Die Grafik gibt einen Überblick über die von der Sonne abgestrahlten und auf der Erde ankommenden Energiemengen. Zu beachten ist, dass die von der Sonne eingestrahlte Energie letztlich zu 100 % wieder von der Erde zurück in den Weltraum abgestrahlt wird. Die Energiebilanz der Erde ist in allen Ebenen von der Erdoberfläche bis zum Weltraum ausgeglichen.

Doch Achtung: Ein minimaler Bruchteil der eingestrahelten Energie wird durch die Photosynthese (ca. 0,1 %) oder durch menschliche Aktivitäten (ca. 0,005 %) gespeichert und verbleibt längerfristig auf der Erde.

„Fakten zur Sonnenenergie“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100160>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Grafik: **Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)**

Um Strom als Hochspannungs-Gleichstrom übertragen zu können, muss er sowohl transformiert als auch gleichgerichtet werden. Nach der Übertragung wird er mit Stromrichter wieder zu Wechselstrom gewandelt. Als Gleich- und Wechselrichter verwendet man Thyristoren. Die Fotos zeigen in der Starkstromtechnik verwendete Transformatoren und Thyristoren.

Mit der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) lassen sich Strecken über Land (Freileitungen) ab ca. 1.000 km Länge und unter Wasser (Seekabel) ab ca. 60 km wirtschaftlicher überbrücken als mit Wechselstrom. Gleichstrom hat gegenüber dem Wechselstrom den Vorteil, dass er keine Wirbelströme verursacht und somit den vollen Leitungsquerschnitt nutzt. Aufgrund des niedrigeren Widerstands bei gleichem Querschnitt sind die Wärmeverluste geringer.

Übrigens: Leistungsverluste sind bei Wechselspannung unter Wasser deshalb höher als in der Luft oder in der Erde, weil bei Tiefseekabeln keine Ausgleichselemente (Spulen, Kondensatoren) gegen induktive und kapazitive Verluste eingesetzt werden können.

„Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100238>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Solarthermie und Photovoltaik – Energien mit Zukunft

- Foto: **Organische Solarzelle**

Organische Solarzellen sind nicht nur flexibel, sondern auch besonders kostengünstig in der Herstellung. Allerdings ist ihre Lebensdauer noch recht beschränkt. Deshalb werden sie derzeit vor allem in Kleidungsstücken wie Jacken integriert, z. B. um Smartphones u. ä. zu laden. Man geht hier davon aus, dass die Lebenszeit des Kleidungsstücks geringer ist als die der Solarzellen.

„Organische Solarzelle“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/108880>), © von Kuebi = Armin Kübelbeck (Eigenes Werk) [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)], via Wikimedia Commons, bearbeitet (Ausschnitt) durch Siemens Stiftung, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Grafik: **Power to Gas**

Durch die Umwandlung von überschüssigem Wind- und Solarstrom in Wasserstoff oder sogar Methan (Power to Gas) kann das bestehende Erdgasnetz zur Verteilung und Speicherung genutzt werden.

Überschüssiger Strom kann zur Elektrolyse (elektrochemische Zersetzung) von Wasser (H₂O) zu Wasserstoffgas (H₂) und Sauerstoffgas (O₂) genutzt werden. Das Wasserstoffgas wird dann unter Druck oder verflüssigt in Tanks gelagert. Bei Strombedarf wird der Wasserstoff durch Verbrennung über Brennstoffzellen, Gasturbinen, Diesel- oder Stirlingmotoren wieder zu Strom zurückgewandelt. Alternativ kann Wasserstoffgas auch bis zu ca. 5 % bis 10 % ins Erdgasnetz eingespeist werden. Wächst der Anteil an regenerativem Strom, wird aus H₂ und CO₂ durch mehrstufige katalytische Reaktionen Methan (CH₄ = „Erdgas“) gewonnen und ins Gasnetz eingespeist. Die dafür nötige Chemie und Technologie ist altbewährt, wurde doch bereits in Deutschland im 2. Weltkrieg auf ähnliche Weise synthetisches Benzin hergestellt. Mit dem Erdgasnetz und den bereits in großem Maßstab vorhandenen Erdgasspeichern (bis zu 4 Monaten Kapazität) besteht bereits eine sehr leistungsfähige und flächendeckende Verteilungs- und Speicherinfrastruktur. Auch die bereits vorhandenen Gasturbinenkraftwerke könnten nun rein regenerativ weiter betrieben werden. Die Wasserstoff- bzw. Methanherzeugung und die Stromerzeugung durch Gasturbinen können an beliebigen Stellen im Stromnetz erfolgen. D. h. auch das Stromnetz muss nicht so stark ausgebaut werden.

„Power to Gas“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/108884>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Grafik: **Solarstrom fürs Netz**

Die Grafik stellt zwei Möglichkeiten der Stromerzeugung für das öffentliche Netz mittels Photovoltaik gegenüber: den dezentralen Einsatz im Privathaushalt und den zentralen Einsatz in einem Solarpark. In beiden Fällen muss der Strom für die Einspeisung ins öffentliche Versorgungsnetz in Wechselstrom umgewandelt werden. Hierfür setzt man Wechselrichter ein. Durch moderne Hochleistungselektronik wird es möglich, auch in großen Solarparks eine nahezu verlustfreie Umwandlung in Mittel- und Hochspannungen für das 36- bzw. 110-kV-Netz durchzuführen.

Übrigens: Ein Solarpanel hat eine Leistung von 30 – 350 Wp (Watt-peak = Leistung bei optimaler Sonneneinstrahlung).

„Solarstrom fürs Netz“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100545>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Foto: **Solarstromanlage auf Freifläche** („Solarfeld“, „Solarpark“)

Photovoltaikanlage auf einer Wiese

„Solarstromanlage auf Freifläche („Solarfeld“, „Solarpark““ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/106239>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Solarthermie und Photovoltaik – Energien mit Zukunft

- Grafik: **Solarthermische Kraftwerke – Prinzip**

Das physikalische Prinzip eines Parabolrinnenkraftwerks und einer Dish-Stirling-Anlage im Vergleich.

Parabolrinnenkraftwerk: Ein großes Sonnenkraftwerk, dessen Leistung vergleichbar mit Kohlekraftwerken ist. Lange Zeilen von Parabolspiegeln haben in ihrem Brennpunkt ein Absorberrohr, das mit einem Arbeitsmittel gefüllt ist. Über einen Wärmeaustauscher erzeugt das heiße Arbeitsmittel Dampf, mit dem sich dann große Dampfturbinen und Generatoren betreiben lassen.

Dish-Stirling-Anlage: Ein eher kleines Kraftwerk, dessen zentrales Element ein großer runder Hohlspiegel (Dish, Teller) ist. In seinem Brennpunkt befindet sich der Arbeitszylinder eines Stirlingmotors, der einen Generator antreibt. Das gegenwärtig leistungsfähigste Kraftwerk dieser Art ist der Euro-Dish-Stirling-Typ.

„Solarthermische Kraftwerke – Prinzip“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100547>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Foto: **Solarzellen auf Hausdach**

„Solarzellen auf Hausdach“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/107037>), © Siemens Stiftung 2015, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Diagramm: **Strahlungsenergie**

Formeln für die Strahlungsenergie elektromagnetischer Wellen und das Planck'sche Strahlungsgesetz.

Strahlungsenergie ist die Energie elektromagnetischer Wellen. Sie ist proportional zum Quadrat der Amplitude der elektrischen bzw. der magnetischen Feldstärke.

Elektromagnetische Wellen hoher Frequenz und damit Energie haben Teilchencharakter. Die Energie dieser Teilchen ist proportional zur Frequenz bzw. umgekehrt proportional zu ihrer Wellenlänge. Der Proportionalitätsfaktor ist das Planck'sche Wirkungsquantum h . Dass Strahlungsenergie quantisiert sein muss, fand Max Planck bei der Untersuchung der Strahlung schwarzer Körper. Er formulierte ein Strahlungsgesetz, das aber erst durch Einsteins Postulat von den Lichtquanten erklärt werden konnte.

Zahlenbeispiel für die Planck'sche Strahlungsformel:

Die Sonne hat eine Oberflächentemperatur von 5.800 K, die damit verbundene Strahlungsleistung ist nach der Planck'schen Strahlungsformel $3,85 \times 10^{23}$ kW. Davon trifft nur ein sehr kleiner Anteil auf die Erde (bei senkrechtem Strahlungseinfall $1,37$ kW/m²).

„Strahlungsenergie“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100564>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Foto: **Transformator im Ortsnetz**

Je länger der Stromübertragungsweg bei Wechselstrom ist, desto höher muss die Spannung sein, um die Übertragungsverluste zu minimieren. Bei zentraler Stromversorgung wird deshalb der Strom bei den Kraftwerken von ca. 30 kV bis auf z. B. 380 kV zur Fernübertragung hochtransformiert. Zur regionalen Verteilung wird er dann auf beispielsweise 60 kV oder 30 kV und zur lokalen Verteilung in die Haushalte auf 230 V heruntertransformiert.

„Transformator im Ortsnetz“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/108876>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Grafik: **Trassenbreite und Magnetfelder bei Hochspannungsleitungen**

Die notwendige Trassenbreite verschiedener Leitungstechniken für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) sowie die magnetische Feldstärke in Abhängigkeit von der Entfernung zur Leitung werden gezeigt.

Solarthermie und Photovoltaik – Energien mit Zukunft

Zerstörung der Landschaft und Gesundheitsgefährdung sind die Hauptargumente gegen den Bau neuer Stromleitungen. Die in Deutschland geplanten großen Nord-Süd-HGÜ-Leitungen werden z. T. als Erdkabel verlegt. Eine optimale Lösung, was Platzbedarf, Landschaftsbild sowie die Belastung durch elektromagnetische Felder betrifft. Allerdings sind die Kosten für Erdkabel 3mal bis 10mal höher als für Freileitungen.

„Trassenbreite und Magnetfelder bei Hochspannungsleitungen“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/108886>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

Interaktiv:

- Infomodul: **Energiespeicherung**

Zusammenfassende Darstellung der zurzeit technisch möglichen Energiespeicher.

„Energiespeicherung“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100130>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Simulation: **Photovoltaik – Grundprinzip**

Lichtquanten, die auf einen Halbleiter treffen, erzeugen durch den inneren Photoeffekt Leitungselektronen auf höherem Potenzial. Von dort können sie zur Nutzung über den äußeren Stromkreis abfließen. Dieser Effekt ist abhängig von der Energie der Photonen und dem Halbleitermaterial. Wie der Stromfluss in einer Photozelle abläuft, zeigt eine Animation. Erklärende Grafiken zum inneren Photoeffekt in einem Halbleiter und zum Energieschema der Solarzelle können eingebildet werden.

„Photovoltaik – Grundprinzip“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100412>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Infomodul mit Video: **Physik und Funktion des Stirlingmotors**

Der Stirlingmotor ist die einfachste Form der Wärmekraftmaschine und erleichtert so das Verständnis der Thermodynamik.

Der Stirlingmotor eignet sich besonders gut, das generelle Prinzip der Wärmekraftmaschine als technische Umsetzung eines thermodynamischen Kreisprozesses zu erklären. Die für einen Kreisprozess erforderlichen unterschiedlichen Temperaturniveaus sind beim Stirlingmotor ebenso klar ersichtlich wie die geschlossene Prozessführung. Ein Video zeigt einen Stirlingmotor in Betrieb. Der Aufbau und die Funktionsweise werden anhand von Schemazeichnungen erklärt. Aus dem p-V-Diagramm wird der ideale Wirkungsgrad abgeleitet und mit dem realen Wirkungsgrad verglichen. Das p-V-Diagramm des Stirling-Kreisprozesses trägt durch den Vergleich mit anderen Kreisprozessen (Otto, Diesel, Clausius-Rankine) dazu bei, andere Kolbenmaschinen (Ottomotor, Dieselmotor und Dampfmaschine) besser zu verstehen. Zum Schluss wird die Anwendung des Stirlingmotors, insbesondere bei der Nutzung regenerativer Energien, vorgestellt. Denn gerade in modernen Solarthermieranlagen wird der Stirlingmotor heute gerne zur Erzeugung von Strom eingesetzt.

„Physik und Funktion des Stirlingmotors“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100414>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)

- Infomodul mit Diagrammen: **Stromerzeugung weltweit**

Betrachtung der weltweiten Stromerzeugung unter folgenden Fragen: Welches Land erzeugt wie viel Strom? Mithilfe welcher Energieträger wird der Strom erzeugt? Wie sieht die Stromerzeugung in Zukunft aus?

„Stromerzeugung weltweit“ (<https://medienportal.siemens-stiftung.org/100570>), © Siemens Stiftung 2017, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 international (Lizenztext siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>)