

Energieerzeugung für die Welt von morgen

Physikalische Gesichtspunkte an ausgewählten Beispielen



Gliederung

- Energieerhaltungssatz
- Kernenergie
 - Spaltungsenergie
 - Theoretisches Konzept
 - Praktische Anwendung
 - Problemerkläuterung an Beispielen
 - Fusionsenergie
 - Theoretisches Konzept
 - Problemerkläuterung bei praktischer Anwendung
- Grüne Energie von Heute
 - Photovoltaik
 - Photovoltaischer Effekt
 - Wind- und Wasserkraft
 - Induktion
 - Biomasse und Geothermie
- Geplante Energieerzeugungsanlagen
 - Photovoltaikzellen mit Graphenbeschichtung
 - Desertec



Energieerhaltungssatz

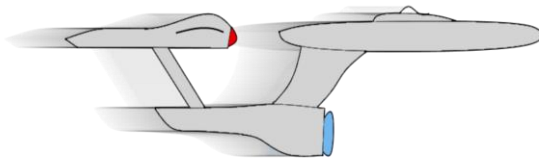
Energieerhaltungssatz

In einem abgeschlossenen System ist die Summe aller Energiemengen konstant.

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Kinetische Energie

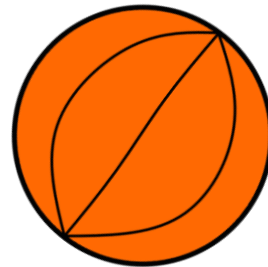
Bewegungsenergie:
Energie von Materie im
Bewegungszustand



$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

Potentielle Energie

Lageenergie:
Fähigkeit von Materie
aufgrund ihrer Lage
Energie abzusondern




$$E_{th} = \frac{3}{2} \cdot k_B \cdot N \cdot T$$

Thermische Energie

Wärmeenergie:
Die thermische Energie
eines Körpers ist die
Summe der kinetischen
Energien aller seiner
Teilchen.



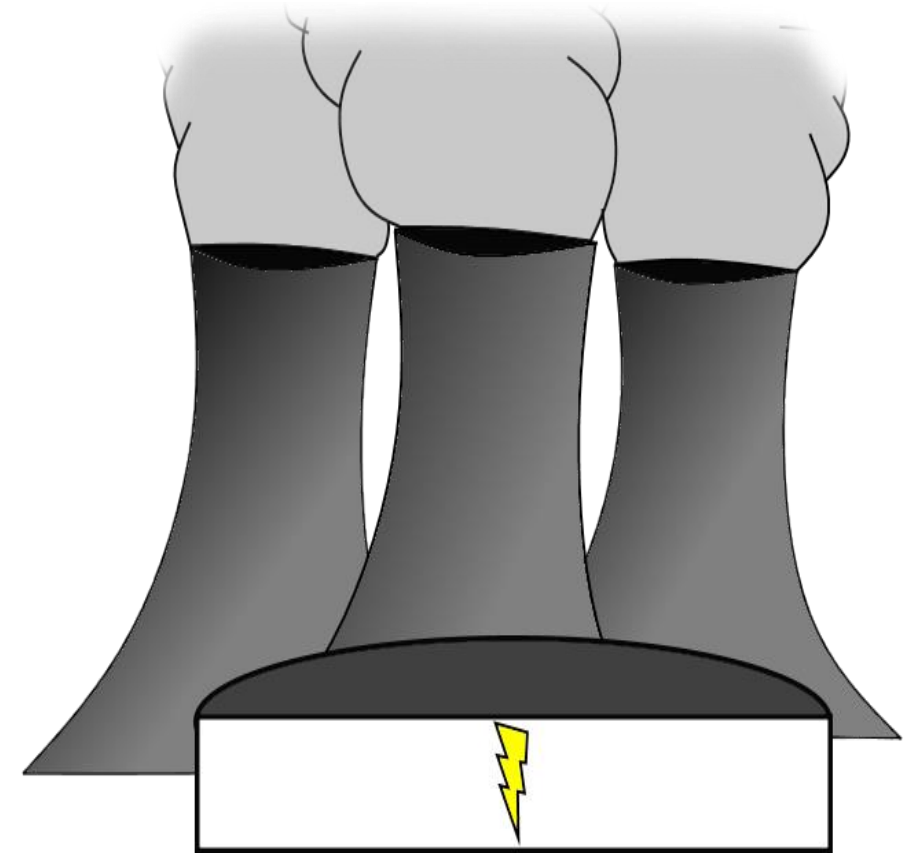

$$\Delta E = 0$$



Kernenergie

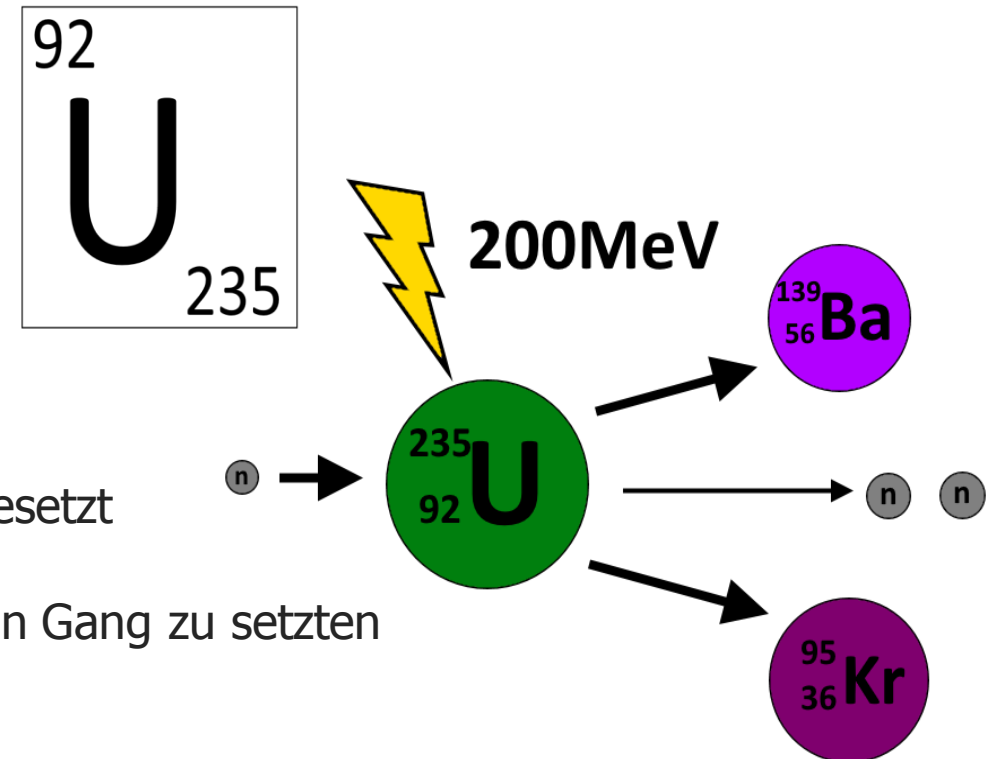
Spaltungsenergie

- Freisetzung von Bindungsenergie von Atomen
- Einsteins Formel $E = m \cdot c^2$
- Die Bindungsenergie ist die Differenz aus Masse der Einzelteile (Neutronen, Protonen, Elektronen) und der Masse des Atoms (mal c^2)
- Stand Dezember 2015:
 - In 31 Ländern 441 Atomkraftwerke
 - Bruttoleistung: 409 GWe
 - Ca. 12% der globalen Stromerzeugung



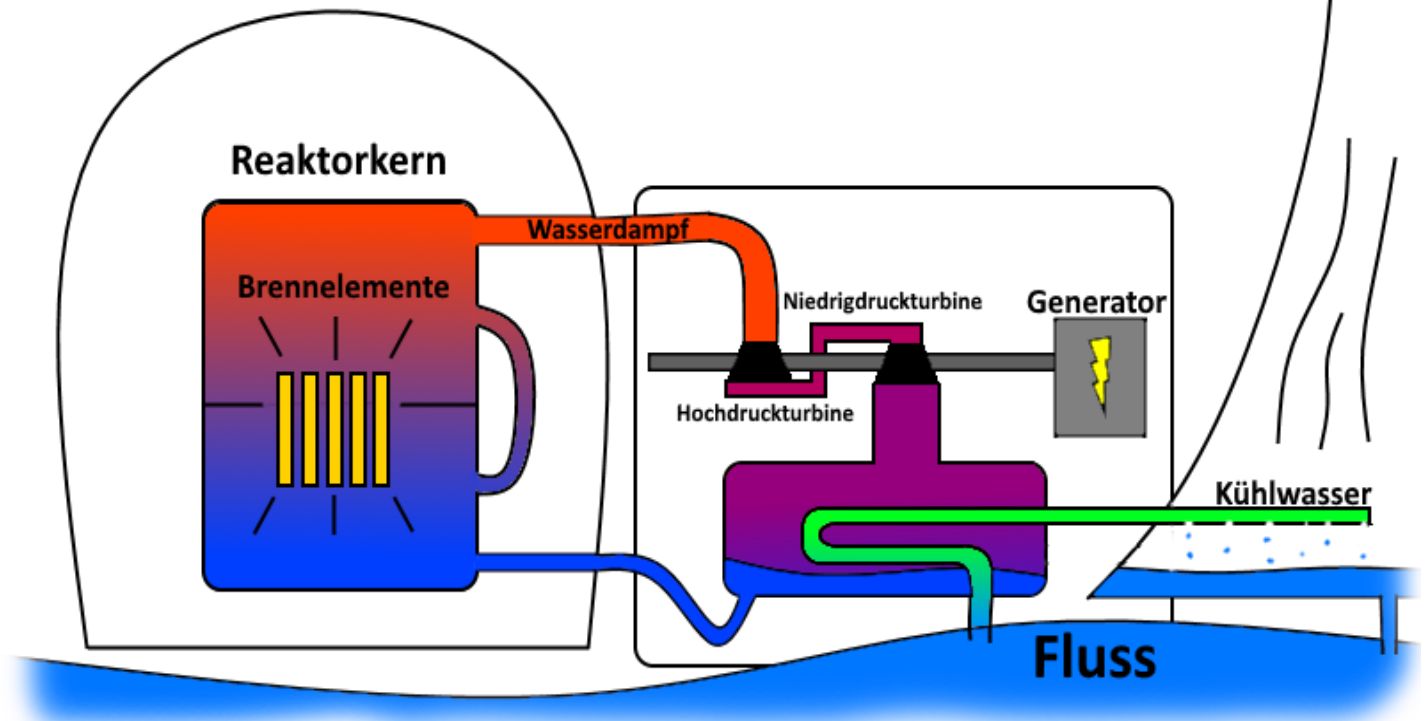
Theoretisches Konzept

- Man schießt ein Neutron auf schwere Nuklide
 - Es entsteht Uran-236 (instabil)
 - Kern zerfällt in zwei bis drei Bruchstücke
 - Hoch angeregte mittelschwere Kerne
 - Aus den Bruchstücken werden Neutronen freigesetzt
 - Deren Energie genügt um eine Kettenreaktion in Gang zu setzten



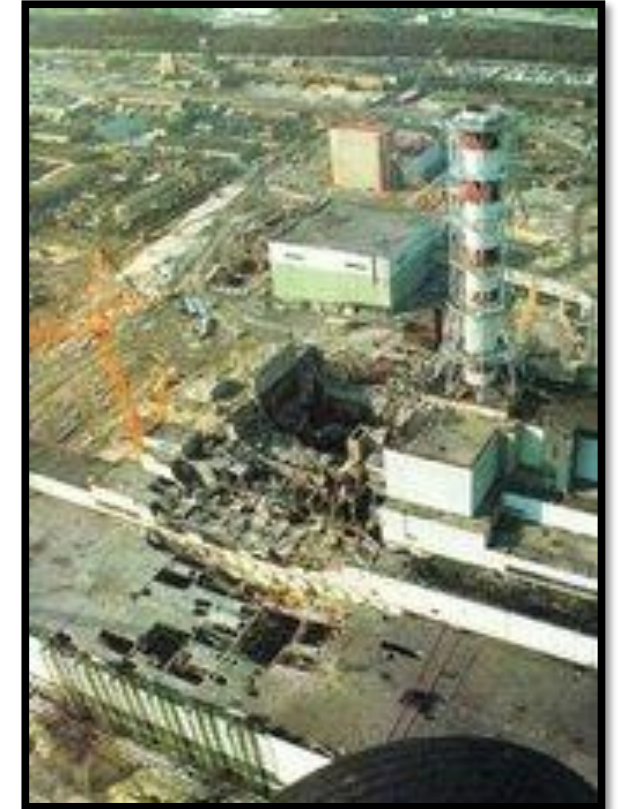
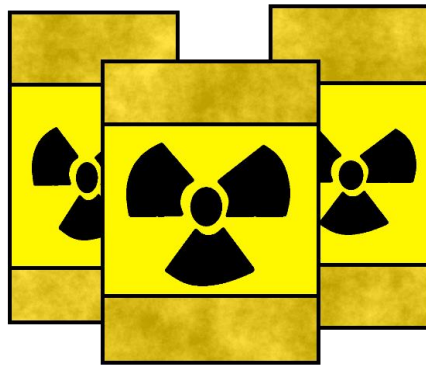
Praktische Anwendung

- Kernreaktor Hauptstück des Kraftwerkes:
 - Brennelemente mit Uran-235
- Wasserkreislauf:
 - Primärkreislauf
 - Sekundärkreislauf
 - Kühlkreislauf
- Elektrischer Strom aus Turbinen:
aufsteigender Wasserdampf treibt Generator an



Problemerläuterung an Beispielen

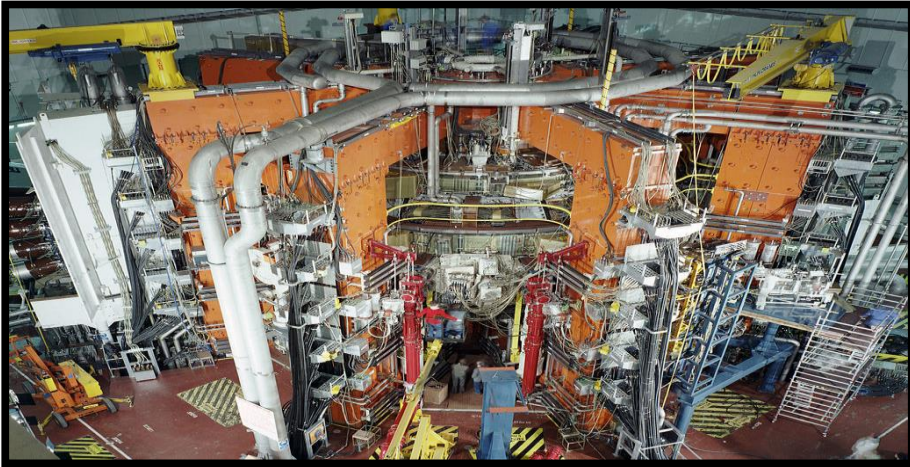
- Kernschmelze:
 - Energiedichte im Kernreaktor extrem hoch->Ausfall der Kühlung: Reaktorkern schmilzt und zerstört sich selbst
 - Kann zum unkontrollierten Austritt von Radioaktivität führen
- Lager und Endlagerung
 - Spaltprodukte (Krypton, Jod, Plutonium...) und entstandene Transurane höchst radioaktiv und einige sehr lange



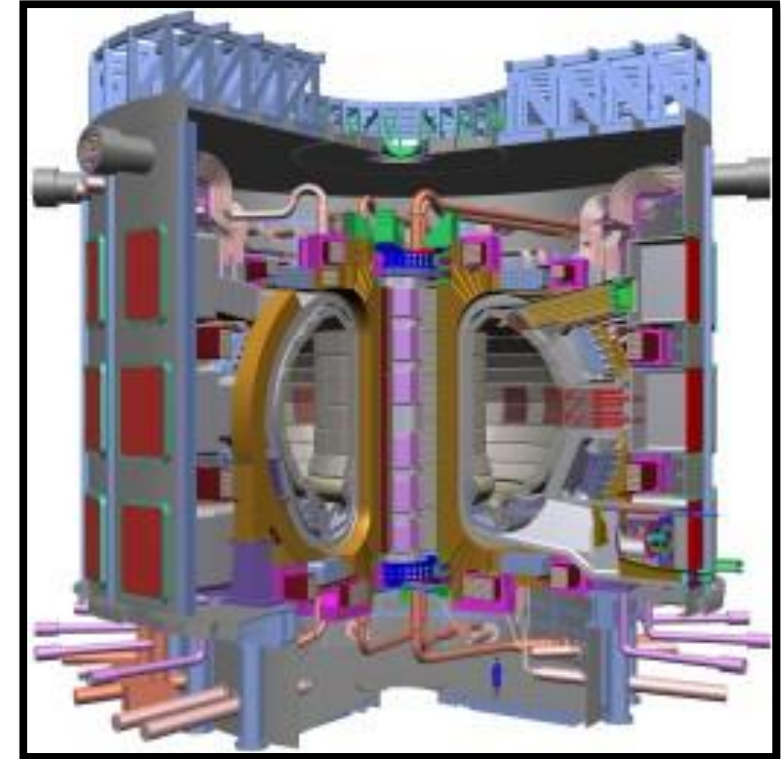
Tschernobyl

Fusionsenergie

- Fusion zweier Kerne:
 - Hoher Druck
 - Enormer Hitze
- Nutzung der Energie zur Gewinnung elektrischen Stroms



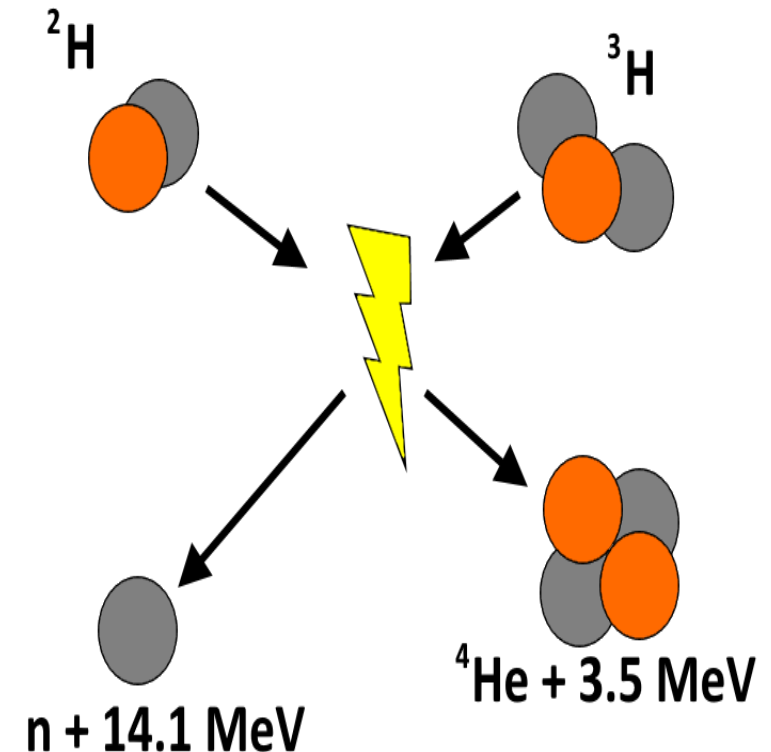
Joint European Torus



International Thermonuclear
Experimental Reactor

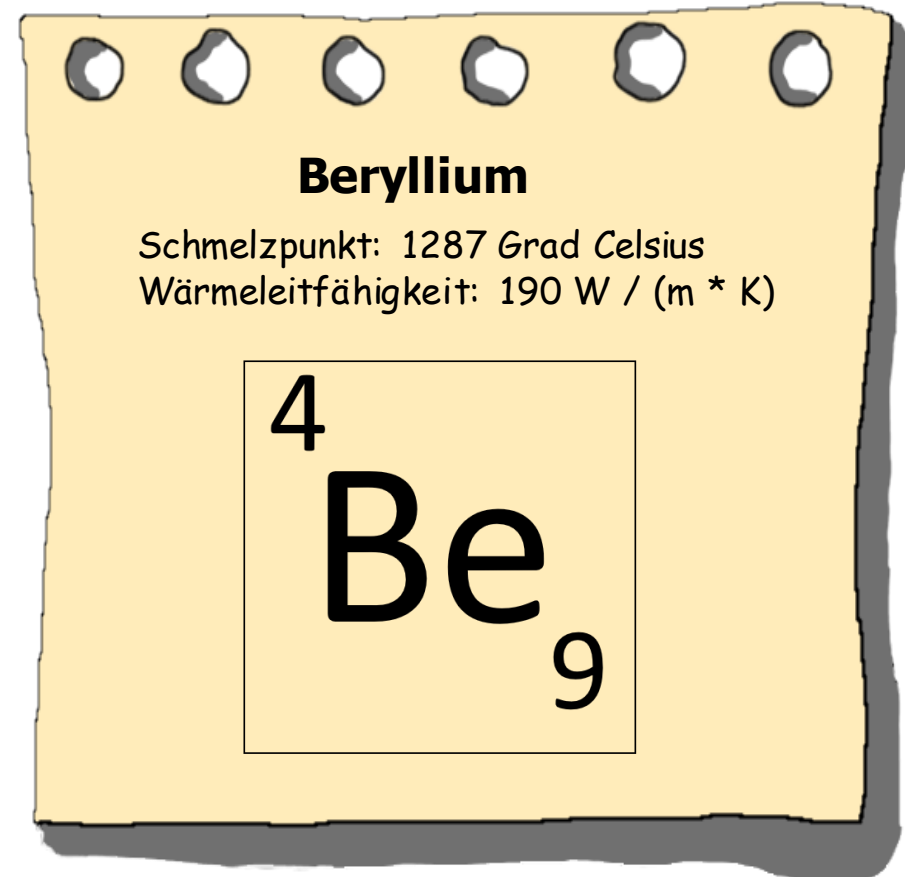
Theoretisches Konzept

- Verschmilzt schweren und überschweren Wasserstoff zu zwei Heliumkernen
- Tokamakprinzip:
 - Deuterium und Tritium in Vakuum um einen Magnetkern wird zu einer hochenergetischen Partikelsuppe (Plasma)
 - Heliumpartikel bleiben teilweise im Plasma
 - Neutronen entkommen Magnetfeld & treffen auf umgebende Metallwand
 - Sie geben kinetische Energie in Form von Wärme ab
 - Umwandlung in Elektrizität wie im KKW



Problemläuterung bei praktischer Anwendung

- Das Plasma muss für eine Fusion auf ca. 150 Mio. Grad erhitzt, in der Anlage gehalten und verdichtet werden
 - Supraleitende Spulen als magnetische Behälter
 - Mikrowellenstrahler auf Anregungsfrequenz vom Plasma
- Blankets zur Energieaufnahme
 - 440 Stück, 1m*1,5m groß, 50cm dick, Gewicht 4,6t. Material: Kupfer, Stahl austauschbare Oberfläche Beryllium
- Vakuum und Abfuhr Reaktionsprodukt He durch Kryopumpen
 - Aktivkohle auf 4K gekühlt

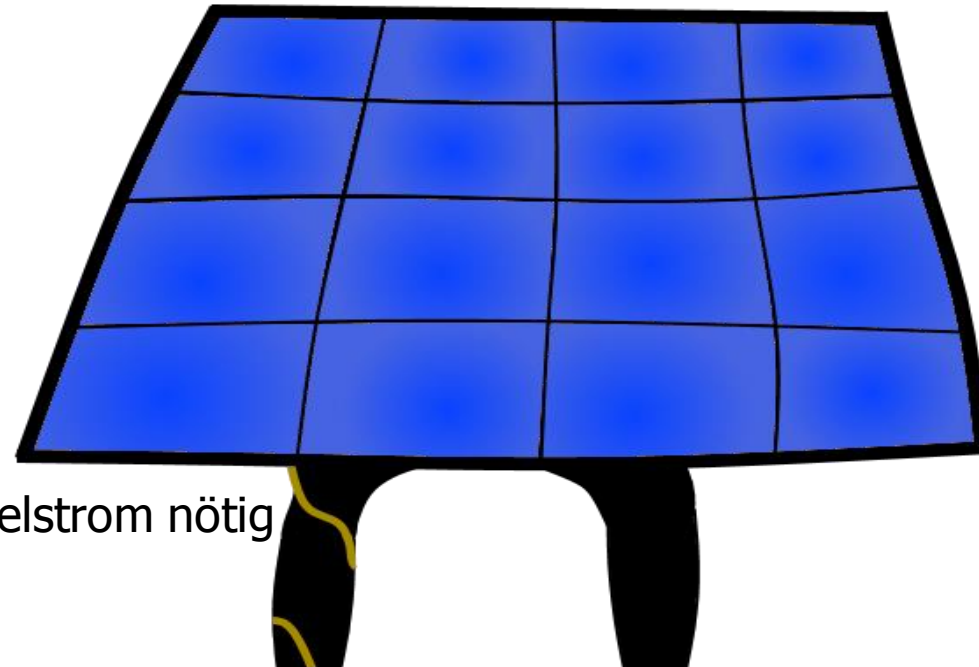
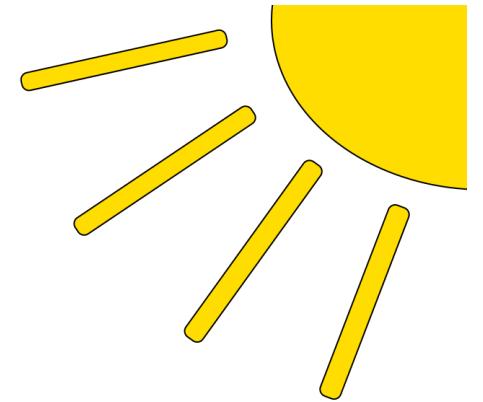




Grüne Energie

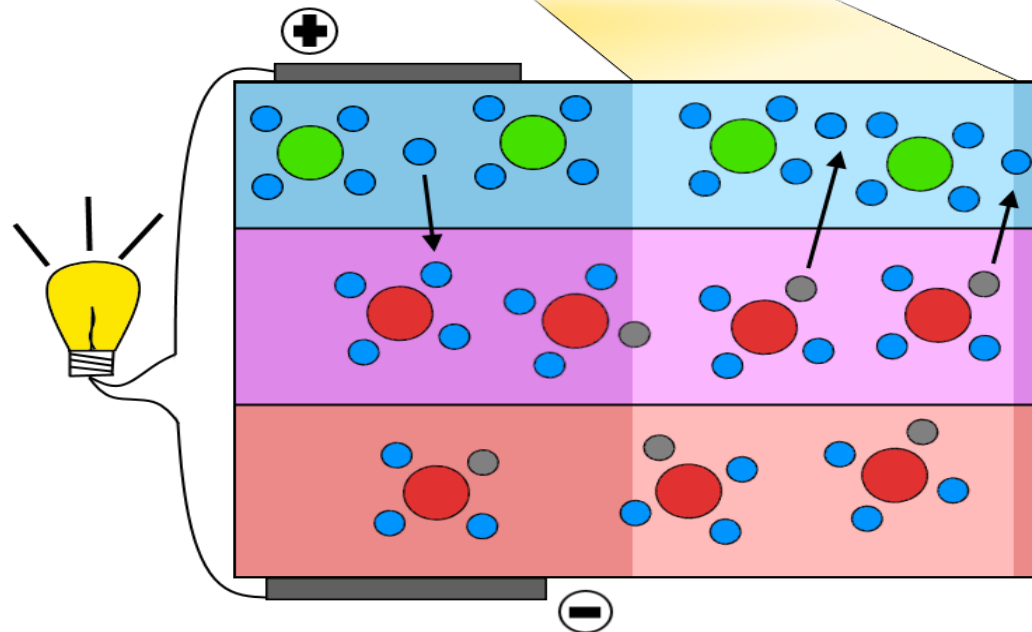
Photovoltaik

- Gewinn von Strom durch Sonnenlicht mittels Solarzellen
- Photovoltaischer Effekt:
 - Sorgt für Spannungserzeugung
- Solarzellen:
 - Bestehend aus zwei Halbleitern
 - Siliziumbasis
- Erzeugt Gleichstrom, Umwandlung zu Wechselstrom nötig



Photovoltaischer Effekt

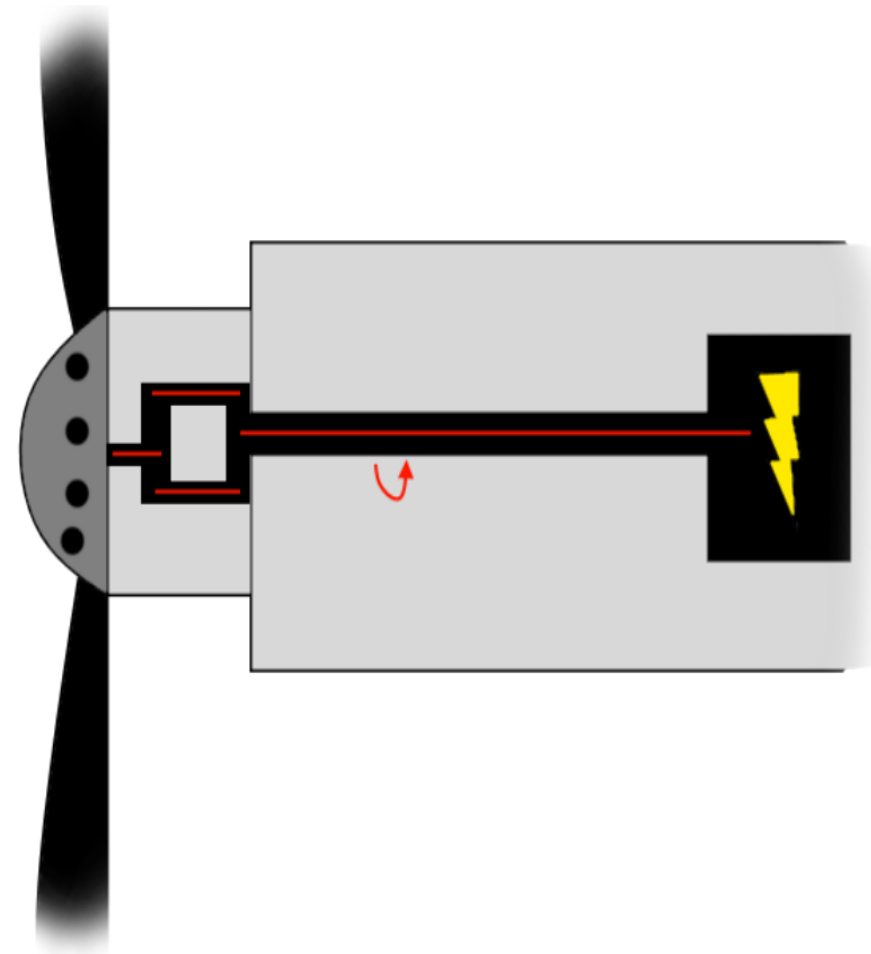
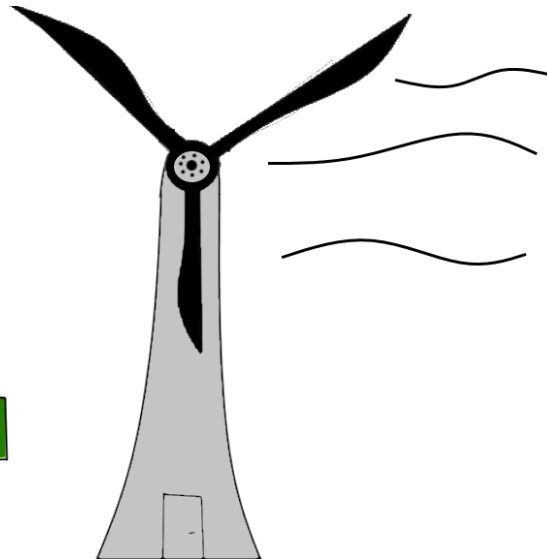
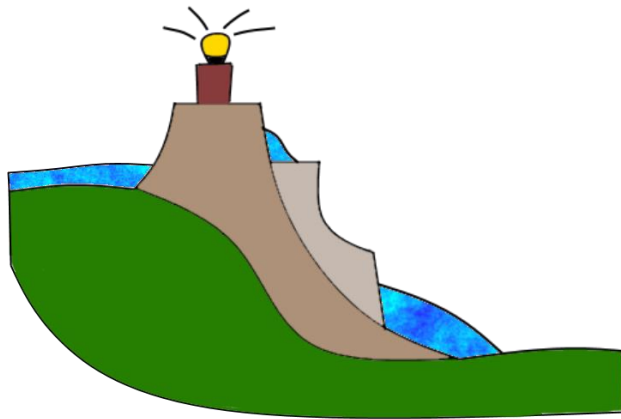
- **N-Schicht:**
n-dotiertes Siliziums
(Bor)
- **Grenzschicht:**
Bildung von Elektronen-
Loch-Paaren
- **P-Schicht:**
P-dotiertes Silizium
(Phosphor)



- Bei Energiezuführung durch Sonnenlicht auf Grenzschicht:
 - Elektronen wandern in die n-Schicht
 - Löcher wandern in die p-Schicht
 - Entstehung von ca. 0,5 Volt Spannung

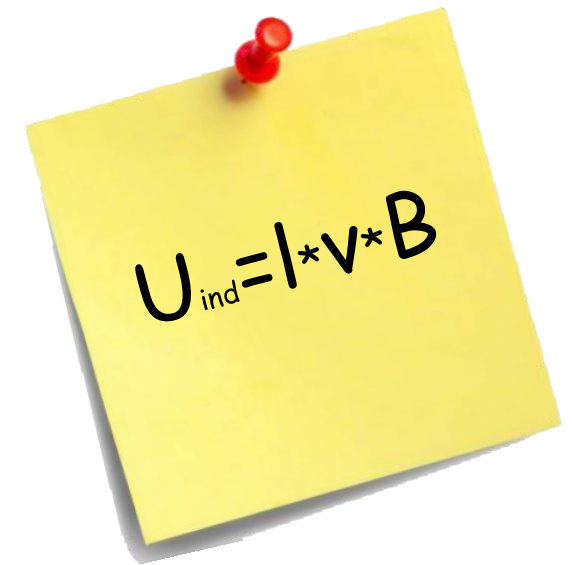
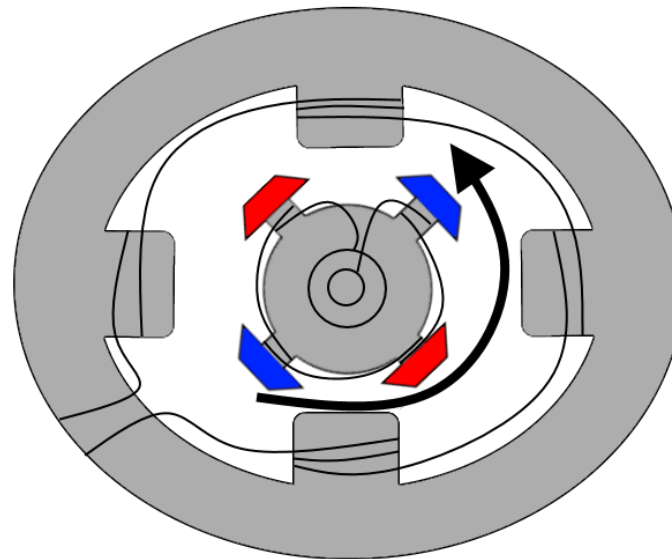
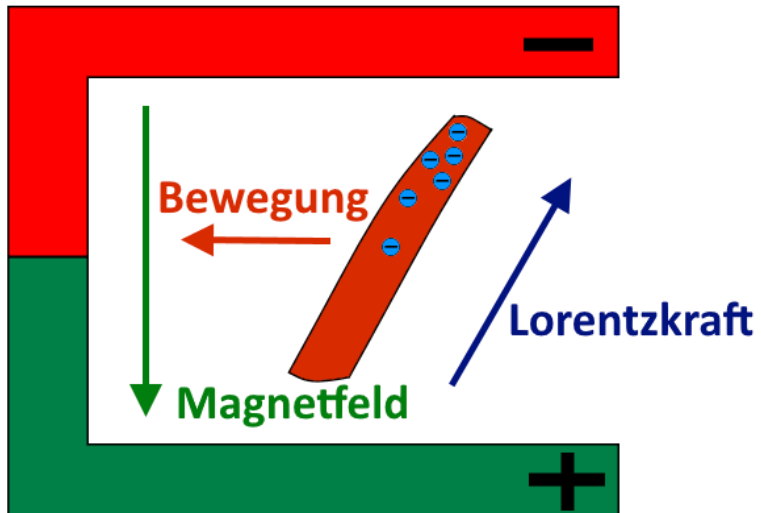
Wind- und Wasserkraft

- Grundidee: Propeller/Schiffsschrauben nur umgekehrt
 - Medium bewegt Rotorblätter um einen Rotor
 - Rotor verbunden mit Hauptwelle
 - Hauptwelle betreibt Generator
 - Generator wandelt Rotationsenergie in Elektrizität um



Induktion

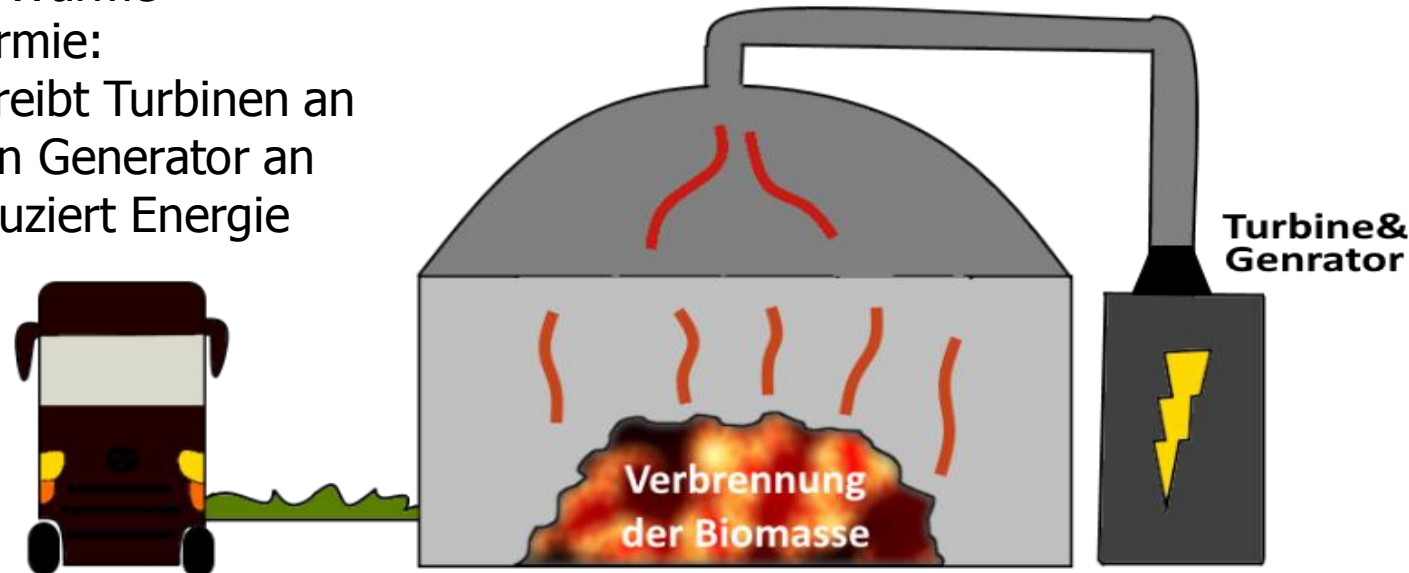
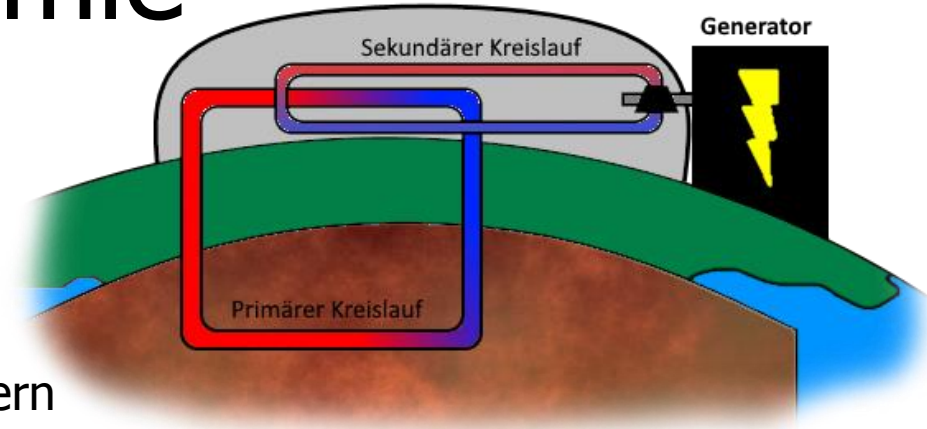
- Umwandlung von mechanischer Energie zur elektronischer Energie
- Induktion: Erzeugung einer elektrischen Spannung durch Veränderung eines Magnetfeldes um einen Leiter
- Lorentzkraft:



- Magnetfeld im Generator rotiert -> In Spulen bewegen sich Elektronen
- Spannungsaufbau

Biomasse und Geothermie

- Biomasse:
 - Verbrennung von Biomasse
 - Erzeugung von Wärme
- Geothermie:
 - Wasserkreislauf zwischen Kraftwerk und Erdinnern
 - Erzeugung von Wärme
- Biomasse & Geothermie:
 - Wärmedampf treibt Turbinen an
 - Turbinen treiben Generator an
 - Generator produziert Energie

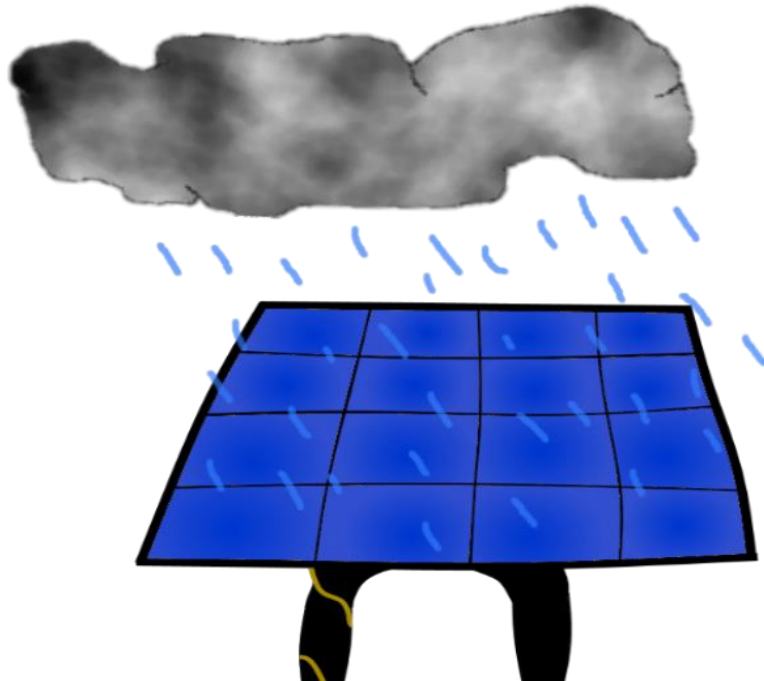




Gep plante Energieerzeugungsanlagen

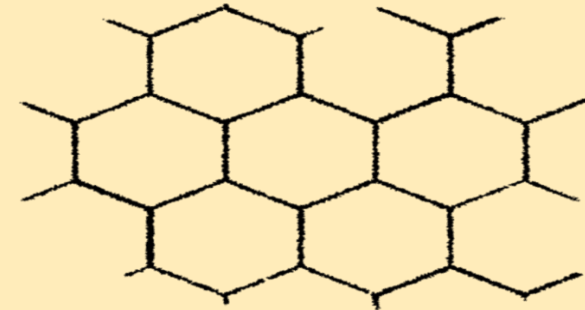
Regenzellen

- Photovoltaikzellen mit Graphenbeschichtung
- Erzeugung von Spannung durch Aufprall der Tropfen
- Positive Ionen binden sich an Graphen
- Entstehung von Spannung



Graphen

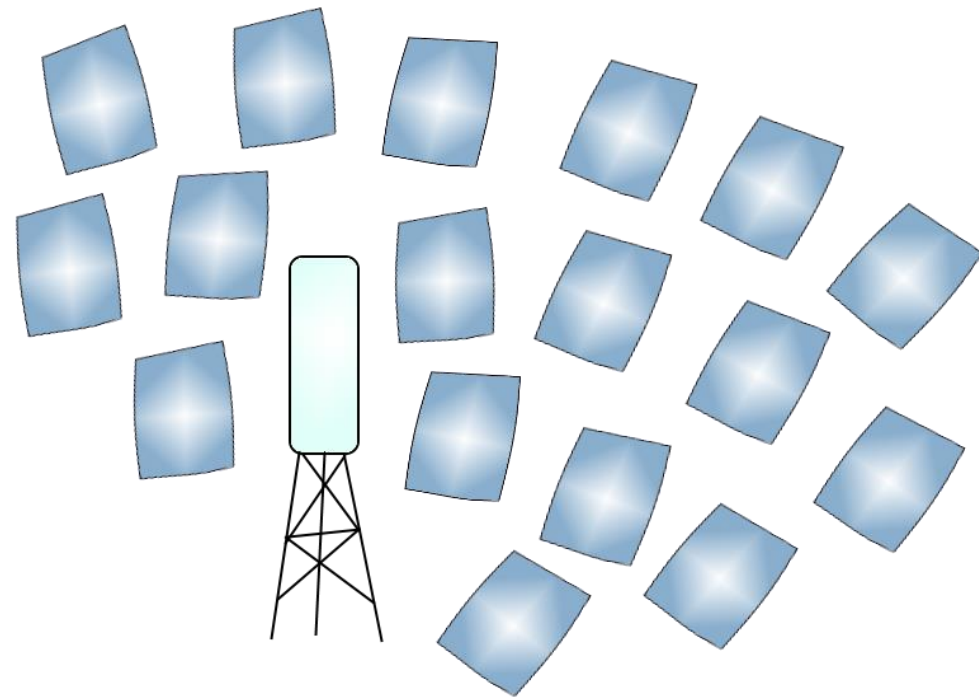
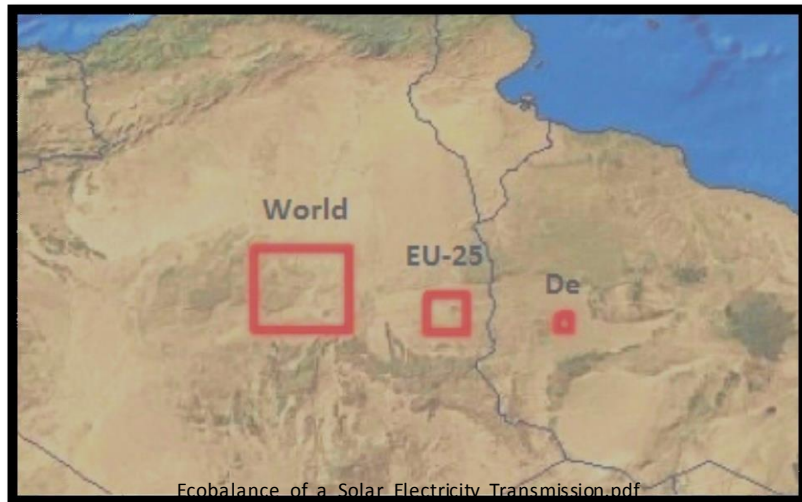
- Sechseckige 2D Kohlenstoffverbindungen
- Kristallstruktur
- Isolation von Schichten ist schwer
- Bessere Leitungsfähigkeit durch Form
- Besitz von vielen Delokalisierten Elektronen



Desertec




- Konzept zur Erzeugung von Ökostrom an optimalen Standorten
- Desertec Foundation:
 - Gegründet am 20. September 2009
 - Entstanden aus dem TREC-Netzwerk
 - Gründung der Dii GmbH
- Bau von Solaranlagen Weltweit
- Keine Verwirklichung des Projekts in Sicht



Quellen (Internet)

- <https://www.welt.de/wissenschaft/article155375567/Ein-Solarkraftwerk-in-36-000-Kilometern-Hoehe.html>
- <http://www.solarserver.de/solar-magazin/nachrichten/archiv-2016/2016/kw14/photovoltaik-forschung-graphen-schicht-soll-solarzellen-bei-regenwetter-strom-entlocken.html>
- <http://www.weltderphysik.de/gebiet/stoffe/graphen/ueberblick-graphen/>
- <http://www.weltderphysik.de/index.php?id=154>
- <http://www.spektrum.de/lexikon/physik/photovoltaischer-effekt/11235>
- http://www.e-genius.at/fileadmin/user_upload/photovoltaik_grundlagen/photovoltaischer_effekt.html
- <http://de.wikihow.com/Ein-Solarpanel-selber-bauen>
- <https://www.wind-energie.de/infocenter/technik/anlagenkonzepte/konzepte-mit-synchrongenerator-permanent-und-fremderregt>
- <http://de.f-alpha.net/physik/halbleiterphysik/photovoltaischer-effekt/los-gehts/experiment-4-photovoltaischer-effekt/>
- <http://energieinitiative.org/so-funktioniert-ein-windkraftwerk-erneuerbare-energie-aus-wind/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=3X6cujCgRrk>
- <http://www.nachhaltigleben.ch/themen/erneuerbare-energie/windkraft/kleinwindkraftanlage/windgenerator-funktionsweise-und-technik-der-windkraft-478>
- <http://www.nachhaltigleben.ch/themen/erneuerbare-energie/windkraft/kleinwindkraftanlage/windgenerator-funktionsweise-und-technik-der-windkraft-478/2>
- <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/generator>
- <http://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-induktion>
- <http://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-induktion/magnetischer-fluss-induktionsgesetz>
- <http://projects.getit.de/rwevirtuellekraftwerke/info=functionality/826681>
- <http://energieinitiative.org/so-funktioniert-ein-geothermie-kraftwerk/>
- <http://www.desertec.org/desertec-atlas>
- <http://www.solaranlage.eu/photovoltaik/technik-komponenten/funktionsweise-der-photovoltaikanlage>
- <https://www.youtube.com/watch?v=HH4NJs8sOCY>
- <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik-abitur/artikel/generatoren>
- https://www.youtube.com/watch?v=P_uZmbNWwDM
- <https://www.youtube.com/watch?v=snM3g4zWeNw>
- <https://ita.org>
- [Http://swr.de](http://swr.de)
- <https://org.de>
- <http://www.joergmaeder.ch/themen--Energiewende--atommuell-a>



Quellen (Andere)

- Serie Welt 2050 Teil 2 Teure Energie- von Matthias Urbach
- Eine kurze Geschichte der Zeit- Stephen Hawking
- Umdenken! Clevere Lösungen für die Energiezukunft- Christian Synwoldt
- Relativitätstheorie, Quanten, Atom und Kernphysik- Mentor Verlag
- Sichere Energie im 21. Jahrhundert- Jürgen Petermann
- Faktensammlung Energie- Dirk Hölzer



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit