

# I Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie.

## 1. Wärmekraftwerke

### 1.1 Woher beziehen wir unsere Elektrizität?

Wann wird die Elektrizität erzeugt, die wir gerade verbrauchen ?

Die Elektrizität, die wir für Maschinen, Geräte, Beleuchtung usw. benötigen, muss genau in dem Zeitpunkt erzeugt werden, in dem wir sie verbrauchen. Elektrische Energie lässt sich nicht so ohne weiteres speichern. Wir beziehen unsere elektrische Energie aus Großkraftwerken.

### 1.2 Wie funktioniert ein Elektrizitätswerk ?

Das Kernstück eines jeden Elektrizitätswerkes ist der Generator. Dieser wird durch mechanische Energie angetrieben und liefert elektrische Energie. Der Generator wandelt mechanische Energie in elektrische Energie um.

Versuch: Einfaches Generatormodell zusammenbauen und damit experimentieren.

### 1.3 Grundsätzliches Funktionsprinzip.

#### **Das Wärmekraftwerk:**

Der größte Teil der in der heutigen Zeit benötigten elektrischen Energie wird durch Wärmekraftwerke erzeugt.

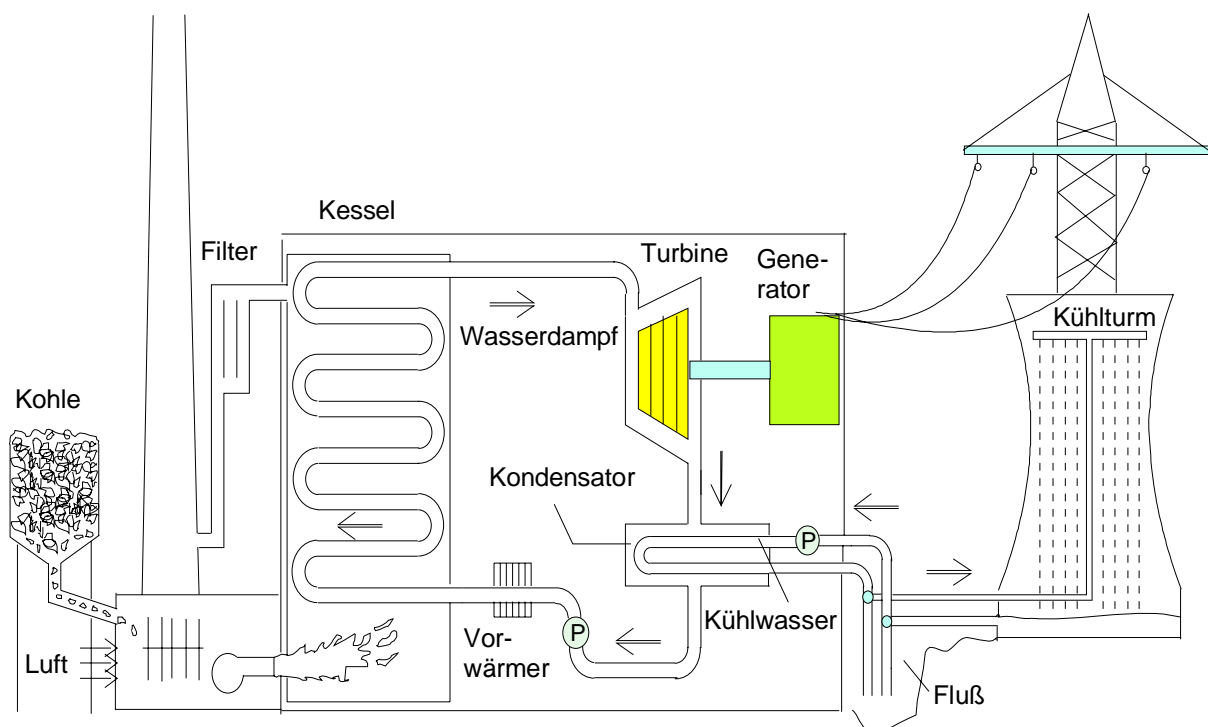
Durch fossile oder Kernbrennstoffe wird im Kessel Dampf von hohem Druck und hoher Temperatur erzeugt. Dieser Dampf treibt eine Turbine an.

Die Turbine liefert die mechanische Energie für den Generator, sie treibt diesen an. Der Generator wandelt mechanische Energie in elektrische Energie um.

#### **Der Kesselkreislauf.**

Der Dampf gibt den größten Teil seiner Energie in der Turbine ab. Er verlässt die

Turbine mit niedriger Temperatur und niedrigem Druck.. Der die Turbine verlassende Dampf muss in Form von Wasser wieder zurück in den Kessel gepumpt werden. Dazu ist es nötig, den Dampf zu Wasser zu kondensieren. Das geschieht im Kondensator. Die Kühlung erfolgt durch Kühlturm und Flusswasser.



In einem Kohlekraftwerk wird Kohle verbrannt. Dabei entstehen heiße Verbrennungsgase. Mit diesen verdampft man Wasser bei etwa 300 °C. Der so entstandene Dampf hat einen Druck von ca. 200 bar. Er wird bis auf 500 °C erhitzt. Den überhitzten Dampf leitet man der Turbine zu. Dort dehnt er sich aus und verrichtet an den Turbinenrädern Arbeit. Wärme geht in mechanische Energie über. Der Dampf kühlt sich dabei auf ca. 30 °C ab.

In einem zweiten Wasserkreislauf schlägt sich der Dampf im Kondensator als Wasser nieder, er kondensiert und gibt Kondensationswärme ab. Diese heizt einen Fluss oder die Luft im Kühlturm auf. Die anfallende Abwärme ist im Verhältnis zur Nutzarbeit sehr groß. Von 1 t Kohle werden nur 360 kg zum Erzeugen mechanischer Arbeit und elektrischer Energie verwertet, 640 kg heizen die Luft oder den Fluss auf.

#### 1.4 Der Wirkungsgrad.

Elektrische Energie wird mit einem schlechten Wirkungsgrad erzeugt.

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Energie}}{\text{zugeführte Energie}}$$

Große Wärmekraftwerke haben einen Wirkungsgrad von etwa 40 %. Das bedeutet, wenn 1000 kg Kohle verbrannt wird, entsteht aus etwa 400 kg Elektrizität, die restliche Energie ( 600 kg Kohle ) kann nicht genutzt werden. Diese Energie heizt die Umwelt auf.

Ein 540 MW Kraftwerk verbraucht in der Stunde etwa 120 t Kohle.

Für 1000 MW sind es etwa 240 t Kohle oder 140 t Öl oder 200000 m<sup>3</sup> Erdgas oder 4 kg Uran.

Es ist ökologisch nicht vertretbar, mit Elektrizität zu heizen.

### 1.5 Kernkraftwerk.

Statt mit Kohle, Gas oder Öl, kann der Dampf für die Turbinen auch durch Kernspaltung erzeugt werden. Da bei der Kernspaltung das Kühlwasser stark radioaktiv wird, muss ein zweiter Kühlkreislauf eingebaut werden.

Kernkraftwerke sind von der Technologie sehr aufwendig. Sie benötigen einen sehr hohen Sicherheitsstandard. Größere Störungen darf es nicht geben, sie wären ökologisch nicht vertretbar. Das Entsorgungsproblem der abgebrannten Kernbrennstoffe ist bis heute noch nicht gelöst.

### 1.6 Dieselmotorkraftwerk.

In einem Dieselmotorkraftwerk wird der Generator durch große Dieselmotoren angetrieben. Hier ist der Wirkungsgrad noch schlechter, ca. 30 %

Der Wirkungsgrad kann durch Wärmekraftkopplung vergrößert werden. Dabei wird ein großer Teil der Abwärme zu Heizzwecken genutzt.

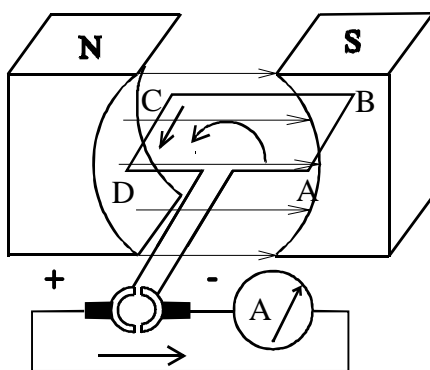
## 2. Elemente der Energieerzeugung und Übertragung

### 2.1 Der Generator.

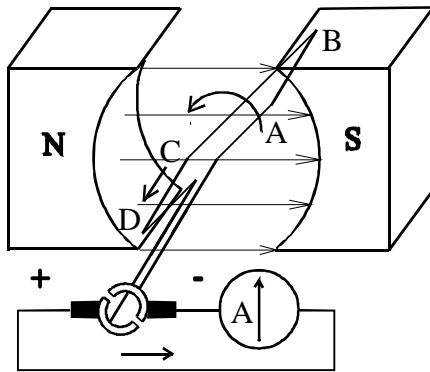
Wird eine Leiterschleife (Spule) in einem Magnetfeld gedreht, so entsteht an ihren Enden eine Induktionsspannung. Die Richtung der Spannung ist davon abhängig, ob sich das Magnetfeld in der Spule vergrößert oder verringert.

Der Verlauf der Spannung folgt der Form einer Sinuskurve. Es entsteht Wechselstrom. Durch einen Kommutator kann die Wechselspannung auf mechanischem Wege gleichgerichtet werden.

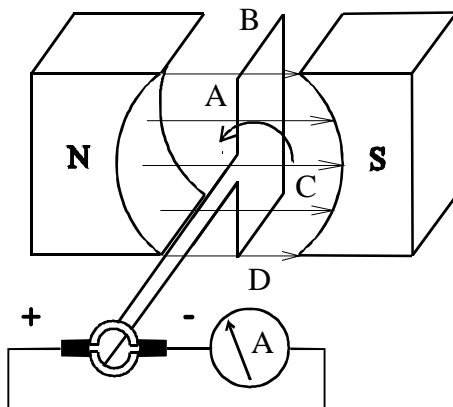
Entstehung der Spannung in einer Leiterschleife, die in einem Magnetfeld gedreht wird. Mechanische Gleichrichtung der Wechselspannung durch einen unterbrochenen Schleifring (Kommutator)



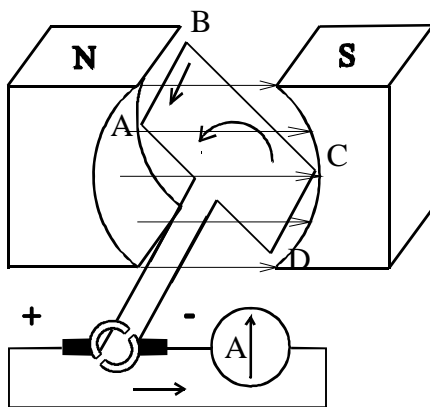
In dieser Stellung der Leiterschleife bewegen sich die Leiterstücke **AB** und **CD** für einen kurzen Augenblick senkrecht zu den Feldlinien. Die induzierte Spannung hat ihren größten Wert. In den Leiterstücken **AD** und **BC** wirkt die **Lorenzkraft** nicht in Richtung des Leitungsdrahtes, sondern quer dazu. **Lorenzkraft:** Ist die Kraft, die ein magnetisches Feld auf die Elektronen in einem Draht ausübt, der senkrecht zu den Feldlinien eines magnetischen Feldes bewegt wird.



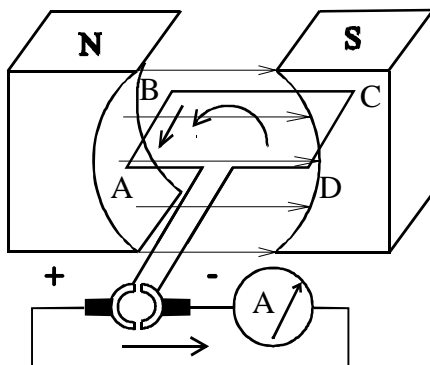
Während sich die Leiterschleife weiterdreht, bewegen sich die Leiterstücke **AB** und **CD** in immer kleiner werdenden Winkeln, also schräg, zu den Feldlinien. Da die Lorentzkraft damit geringer wird, verteilen sich die Elektronen zunehmend wieder im Leiter; das heißt, die Spannung am Kommutator sinkt.



Beim durchlaufen dieser Stellung bewegt sich die Leiterschleife mit ihren Stücken **AB** und **CD** für einen Augenblick parallel zu den Feldlinien. Die Folge ist, dass jetzt keine Lorentzkraft an den Elektronen angreift. An den Kommutatoranschlüssen ist keine Spannung mehr vorhanden.

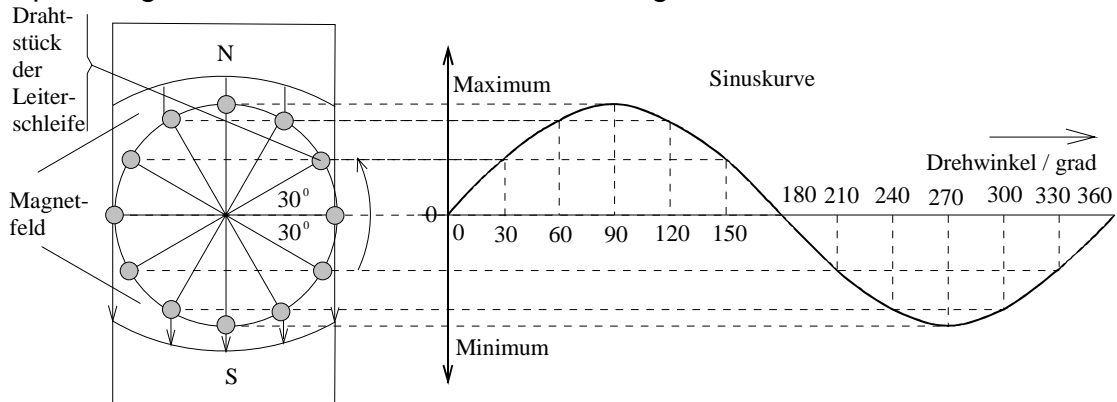


Dreht sich die Leiterschleife weiter, so wechselt der jeweilige Kommutatorring zur gegenüberliegenden Bürste. Die Lorentzkraft nimmt immer mehr zu, da sich die Leiterstücke **AB** und **CD** in wieder größer werdenden Winkeln schräg zu den Feldlinien bewegen. Damit wird erneut eine Elektronenverschiebung in Richtung des Drahtes bewirkt. Da die Kommutatorringe zur jeweils gegenüberliegenden Bürste gewechselt haben, bleibt die Polarität der Spannung erhalten.

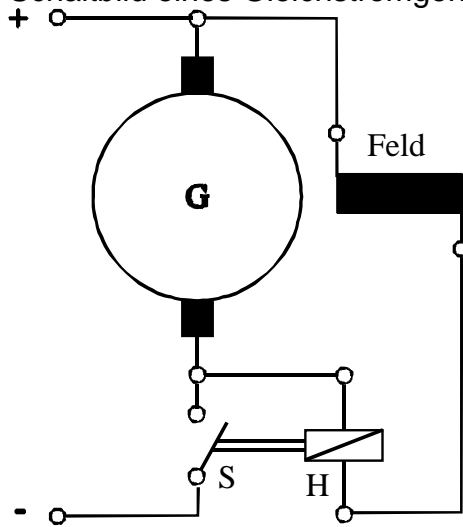


Beim durchlaufen dieser Stellung bewegen sich die Leiterstücke **AB** und **CD** wieder senkrecht zum Magnetfeld. Dabei erreicht die Lorentzkraft erneut ein Maximum. Verglichen mit der Ausgangsstellung wirkt sie jetzt aber in entgegengesetzter Richtung auf die Leitungselektronen. Die Spannung an den Anschlüssen erreicht wiederum einen Höchstwert. Sie ist wegen des Wechsels der Kommutatorhalbringe an den Bürsten genauso gepolt wie in der Ausgangsstellung.

### Spannungsverlauf bei einer vollen Umdrehung der Leiterschleife



### Schaltbild eines Gleichstromgenerators mit Selbsterregung.



Der Generator läuft an. Das Eisen in der Feldspule enthält einen geringen Restmagnetismus. Dadurch wird im Generator eine geringe Spannung erzeugt, die Strom durch die Feldwicklung treibt. Dadurch vergrößert sich das Magnetfeld in der Erregerspule. Im Generator steigt die Spannung und somit auch der Feldstrom. Der Generator erzeugt also sein eigenes Magnetfeld. Hat das Magnetfeld den für den Generatorbetrieb erforderlichen Wert erreicht, so spricht der Magnetschalter **H** an und schließt den Kontakt **S**. Jetzt liefert der Generator Spannung ins Verbrauchernetz.