

Was ist Energie?

18.5.2021 Impulsvortrag Stammtisch FDP Kreisverband

Dr.-Ing. Heinz-Jürgen Althoff
Maschinenbau, Vertiefung Wärmetechnik

Von nischit kommt nischit

Was ist Energie überhaupt? Ein Beschreibungsversuch

- **Im Universum gibt es nur Masse und Energie. Sie können weder erzeugt noch vernichtet werden.** Sie werden nur in andere Formen umgewandelt.
0. und 1. Hauptsatz der Thermodynamik, verknüpft durch $E=mc^2$
- Energie ist das, was auf die Masse einwirkt. **Ohne Energie passiert nichts.** Jede Veränderung wird ausschließlich von unterschiedlichen Energieniveaus angetrieben. **Energetische Unterschiede verändern.**
- Energie „trachtet“ immer nach einem Ausgleich, sie „fließt“ immer vom höheren Niveau zum Niedrigeren.
2. Hauptsatz der Thermodynamik, Stichwort: „Entropietod“ durch vollständigen Ausgleich

Energieformen:

- Potentiell
- Kinetisch
- Elektromagnetisch
- Strahlung
- **Wärme/Temperatur**
- Aggregatzustand
- Chemisch (molekular)
- „Atomenergie“

Stausee, Uhrfeder, Mensch auf Leiter

Schwung: Fahrendes Auto, Schwungrad, Planeten

Elektronen in Batterie, Kondensator, Spule

Licht, Wärmestrahlung (in Photonen, „Quanten“)

Materie: Gas, Flüssigkeiten, feste Stoffe
(=Kinetische Energie auf Atomebene)

Festkörper, Flüssigkeit, Gas: „**Latente Wärme**“

Alle chemischen Verbindungen

Alle Atomkerne

Energieumwandlung:

Energie kann in jede beliebige andere Form umgewandelt werden

Aus thermodynamischer Sicht sind alle Umwandlungsprozesse in beide Richtungen möglich.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| • Potentiell <-> kinetisch | Freier Fall, Federkraft |
| • Kinetisch <-> elektrisch | Kräfte, Magnetismus |
| • Potentiell <-> elektrisch | Kräfte, Magnetismus |
| • Chemisch <-> Elektrisch | Brennstoffzelle, Elektrolyse |
| • Wärme <-> Aggregatzustand | Umwandlung Eis, Wasser, Dampf
(bei gleicher Temperatur) |
| • Chemisch <-> Wärme | Verbrennung, (Photo-) Synthese |
| • Strahlung <-> Wärme | Absorption, Abstrahlung, Reflektion |
| • Wärme <-> Wärme | Wärmeleitung in Festkörpern, Konvektion (bewegte
Gase, Flüssigkeiten) |
| • Atom <-> Wärme | Kernspaltung/-fusion |
| • Kinetisch <-> Wärme | Reibung (Festkörper, Flüssigkeiten, Gase, Elektronen) |

Verluste

= (Umwandlung in) **Energie, die nicht weiter nutzbar ist** (kein Unterschied vorhanden)

Beispiel Wärme:

- Unter 1000 °C nicht für Stahlschmelze nutzbar
- unter 100°C nicht für Dampferzeugung/Stromerzeugung nutzbar
- unter 70°C nicht für Heizkörper nutzbar
- unter 40°C nicht für Fußbodenheizung nutzbar
- manche chemischen Umwandlungen benötigen für Zwischenschritte kurzzeitig noch höhere Energie/Wärme als die eigentliche Energiedifferenz -> Anzünden, Katalysator

Es ist sinnvoll, die Wärme in hintereinandergeschalteten Prozessen weiter zu verwenden

- Fernwärme anstatt Kühlturm
- Blockheizkraftwerk anstatt Kühler
- Abwärmenutzung der Waschmaschine für Heizung

Verbrennung

- **Sauerstoff ist sehr reaktiv**, verbindet sich gerne mit anderen Stoffen, wobei **Wärme** freigesetzt wird. (Auch beim Rosten von Eisen wird Wärme freigesetzt!) Wasserstoff H_2 , Sauerstoff O_2 , **Kohlenstoff C**:
- $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O + \text{Wärme}$
- **$C + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{Wärme}$**
- Das geht natürlich nach demselben Muster auch mit komplexeren Stoffen:
- Die **Kohlenwasserstoffe** sind eine [Stoffgruppe chemischer Verbindungen](#), die nur aus [Kohlenstoff](#) und [Wasserstoff](#) bestehen
- **Benzin** ist ein komplexes Gemisch von etwa 150^[1] verschiedenen [Kohlenwasserstoffen](#)
- **Diesel** ist ein Gemisch aus verschiedenen [Kohlenwasserstoffen](#)

Was bedeutet das alles?

- **Energie ist** auf der Erde nahezu **unbegrenzt verfügbar** und man wird sie nicht los.
- **Alle Umwandlungsprozesse sind in beide Richtungen möglich**
- Beispiel Verbrennung: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Wärme}$
 - Das geht auch rückwärts!
 $\text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Wärme} \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{O}_2$
- **Alle Energieformen können technisch problemlos erzeugt werden.** “Power to X”, Diesel, Erdgas aus Licht, Wärme oder Strom sind eine reine **Kostenfrage!**

Überleitung CO₂-“Bepreisung“

- **CO₂ entsteht bei der Verbrennung von C in Kohle, Öl, Gas, ...**
(und z. B. bei der Zementherstellung, „Kalk brennen“)
 - Es kommt darauf an, woher das **C** kommt!
 - CO₂ aus fossilen Brennstoffen und Kalk ist **klimaschädlich**
 - CO₂ aus Brennstoffen mit C aus der Luft ist **klimaneutral**
 - C-Verbindungen dauerhaft Endlagern ist **klimaverbessernd**
- **Steuerungselemente für CO₂-Umsetzung müssen alle drei Varianten berücksichtigen!**