Aufrechterhaltung der Energieversorgung im Betrieb

IHK Akademie
München und Oberbayern

Letzte Aktualisierung: 04.02.2019

Energie

Energie ist die Fähigkeit eines physikalischen Systems, Arbeit zu verrichten.

Energie ist gespeicherte Arbeit

Aus diesem Grunde wird die Energie wie die Arbeit mit der gleichen Einheit gemessen, in

Joule (J), Nm

Alte Einheit Kalorie (cal.) 1 cal. = 4,19 J

Alle Energieformen sind ineinander umwandelbar.

In einem geschlossenen System bleibt die Gesamtenergie konstant (Energieerhaltungssatz).

Ein Lastenkran wird von einem Dieselmotor zum Heben sehr schwerer Lasten angetrieben. Der Wirkungsgrad der Motors beträgt 30 Prozent und der Gesamtwirkungsgrad des „restlichen Kranes“ beträgt 75 Prozent.

Der Tank des Dieselmotors ist mit 8 kg Diesel befüllt.

Welches Masse kann der Kran in eine Höhe von 30 Meter mit dieser Tankfüllung heben.

Welche Arbeit kann mit der gespeicherten Energie verrichtet werden?

Welche abgegebene Leistung hat der Kran wenn er diese Arbeit in 20 Minuten durchführt?

Energie

Energie = Arbeit = E = W = Kraft * Weg = m * g * h

$E_{ab} = E_{zu} * \mu_{(gesamt)} = 42.000.000\ J * 0{,}3 * 0{,}75 = 9.450.000\ J$

$$m = \frac{E}{h * g} = \frac{9.450.000\ \frac{J}{kg} * 8\ kg}{30\ m * 9{,}81\ m/s} = 256.880\ kg$$

Leistung = Arbeit / Zeit

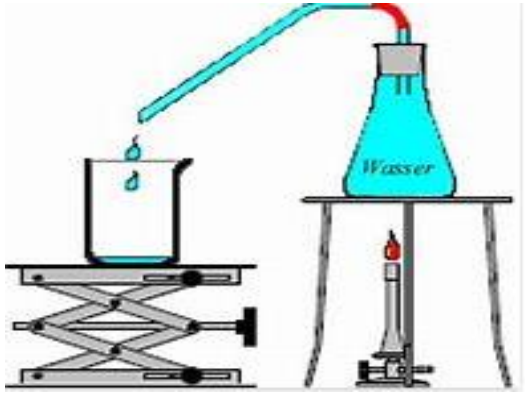
P = W / t

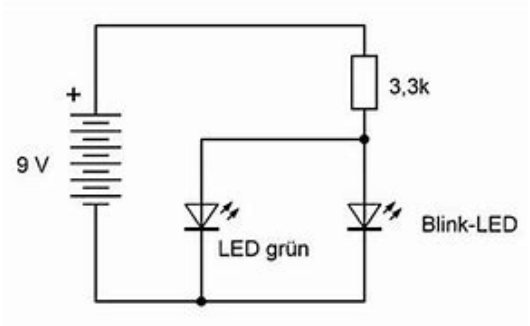
P = 9.450.000 J / 1.200 s

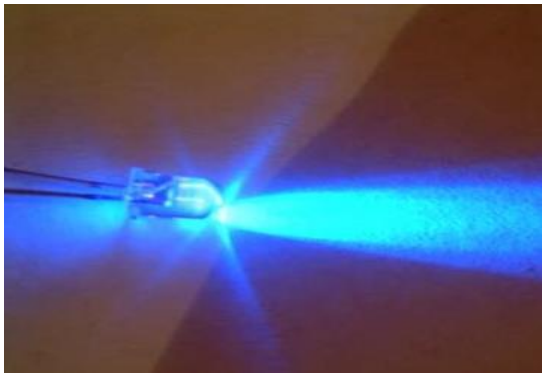
P = 7.875 W = 7,88 kW (= 10.7 PS)

Energie

Energie ist erforderlich, um einen Körper zu beschleunigen, um einen Körper zu deformieren, um eine Substanz zu erwärmen, ein Gas zusammenzudrücken, elektrischen Strom fließen zu lassen oder elektromagnetische Wellen abzustrahlen.





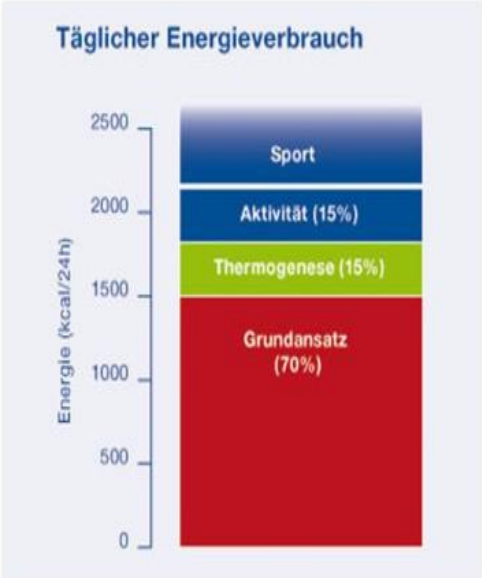


Energie

Auch der Mensch benötigt Energie um zu überleben.

Der **Energieverbrauch** des **Menschen** besteht aus dem:

- **Grundumsatz** (Energieverbrauch für die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen in Ruhe),
- der **Thermogenese** (Energieverbrauch durch zusätzliche Wärmebildung)
- Energieverbrauch durch **körperliche Aktivität** (Alltagsaktivität + Sport)



Energie

Energie hat unterschiedliche Erscheinungsformen:

- Mechanische Energie
  - Lageenergie — $E = m * g * h$ — $g = 9{,}81 m/s^2$
  - Bewegungsenergie — $E = ½ * m * v^2$
- Wärmeenergie — $E = m * c * \Delta T$ — $c = 4{,}19$ kJ/kg
- Chemische Energie — E (Benzin) = 42.000 kJ / kg
- Kernenergie — $E = m * c^2$

Geschichte der Energieversorgung

Mit Beginn der Nutzung des Feuers in der Menschheitsgeschichte erfolgte die Energieversorgung durch gemeinschaftliches Sammeln von Holz als damals alleinigem Energieträger.

Mit der Bildung von Siedlungen, Städten und industriellen Ballungszentren gewann der Handel und die Versorgung mit Energieträgern wie Holz, Kohle und später auch Erdöl, Erdgas und elektrischer Energie immer größere Bedeutung.

In industriell hoch entwickelten Ländern haben sich seit dem 19. Jahrhundert Unternehmen mit der Bereitstellung von technisch bequem nutzbarer und wirtschaftlich hervorragend kontrollierbarer Energie für den allgemeinen Verbrauch beschäftigt.

Hierbei steht die preiswerte und zuverlässige Erzeugung elektrischer Energie sowie die Übertragung an die einzelnen Verbraucher im Vordergrund. Weiterhin ist die Beschaffung, der Transport und die Verwandlung von Brennmaterial zu Heizzwecken ein wichtiger Wirtschaftszweig.

Von der Primärenergie zur Nutzenergie

Primärenergie:

Eine gefällter Baum stellt die **Primärenergie** dar (Holz als Energieträger)

Sekundärenergie:

Durch das Zersägen des Baumes in kleinere Holzteile (Holzscheite) wird die vorhandene Primärenergie in **Sekundärenergie** umgewandelt.

Für diesen Vorgang wird Energie aufgewendet (Elektrischer Strom für die Säge ist zum Beispiel erforderlich). Daher ist die Sekundärenergie geringer als die Primärenergie.

Nutzenergie:

Nunmehr wird die Sekundärenergie in Form von Holzscheiten zum Kunden transportiert. Die für den Kunden wiederum nutzbare Energie (sobald das Holz bei ihm angekommen ist, wird nunmehr als **Nutzenergie** bezeichnet.

Da für den Transport wiederum Energie erforderlich ist (Treibstoffkosten) ist die Nutzenergie geringer als die Sekundärenergie bzw. die Primärenergie.

Von der Primärenergie zur Nutzenergie

- Als **Primärenergie** bezeichnet man in der Energiewirtschaft die Energie, die mit den ursprünglich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht. Etwa als Brennstoff (z.B. Kohle oder Erdgas), aber auch Energieträger wie Sonne, Wind oder Kernbrennstoffe. Die Gewinnung der **Primärenergie** erfolgt auf verschiedene Arten. Fossile Primärenergie wird zum Beispiel durch Förderung der fossilen Energieträger gewonnen (Erdölförderungen).

- **Sekundärenergie** ist die Energie, in die Primärenergie aus Gründen der Zweckmäßigkeit umgewandelt wird. Sekundärenergie ist leichter zu transportieren, zu verteilen, zu lagern und besser in für den Menschen zu nutzende Energie umzuwandeln. Die betreffenden Energieträger nennt man Sekundärenergieträger. So werden z. B. aus den Primärenergieträgern Steinkohle und Braunkohle die Sekundärenergieträger Briketts, Koks und Stadtgas hergestellt.

- **Nutzenergie** ist diejenige Energie, die vom Menschen für die unterschiedlichsten Zwecke unmittelbar genutzt wird, z. B. zum Heizen oder Kochen, für die Beleuchtung oder zum Betrieb von Maschinen

Energieversorgung

Mit **Energieversorgung** wird in Wirtschaft und Technik die Belieferung von Verbrauchern mit Nutzenergie bezeichnet.

Die dabei verwendeten Energieformen und -träger sind:

- leitungsgebundene Energieträger wie elektrischer Strom
- flüssige oder gasförmige Energieträger wie Erdgas und Fernwärme
- andererseits feste Energieträger wie Kohle, Koks oder Holz.

Die wichtigste Energiequelle: die Sonne

Die wichtigste Energiequelle „für unsere Erde“ ist die Kernfusion, die in der Sonne stattfindet und deren Energie als elektromagnetische Strahlung auf der Erde eintrifft.

Durch Umwandlungsprozesse entstehen aus dieser Sonneneinstrahlung andere Energieformen wie

- Biomasse,
- Windenergie,
- Wasserenergie (Flusskraftwerke)
- und langfristig auch fossile Brennstoffe (Öl, Gas und Kohle)

Die Nutzung der erneuerbaren Energien beruht direkt oder indirekt überwiegend auf dieser Sonneneinstrahlung.

Die **Sonne** ist der Stern im Zentrum des Sonnensystems.

Sie enthält 99,86 % der gesamten Masse des Sonnensystems und hat einen Durchmesser von 1,4 Millionen Kilometern, dem 109-fachen der Erde.

Die thermonuklear gespeiste Strahlung der an der Oberfläche 6.000 °C heißen Plasmakugel ist Grundvoraussetzung für die Entstehung und Entwicklung des Lebens auf der Erde.

Die Sonne – die wichtigste Energiequelle

Die Sonnenenergie beruht auf folgenden Prozess der Kernfusion. Diese geschieht bei einem Druck von 250.000.000.000 bar und 15.000.000 Grad Celsius. Ohne diese beiden Parameter würde die Kernfusion nicht ablaufen.

Bei der Kernfusion werden jeweils vier Protonen, die Atomkerne des Wasserstoffs, in einen Heliumkern ^4He umgewandelt werden.

Bei diesem Prozess werden etwa 0,73 % der Masse in Energie umgewandelt. Dieser Wert wird als Massendefekt bezeichnet.

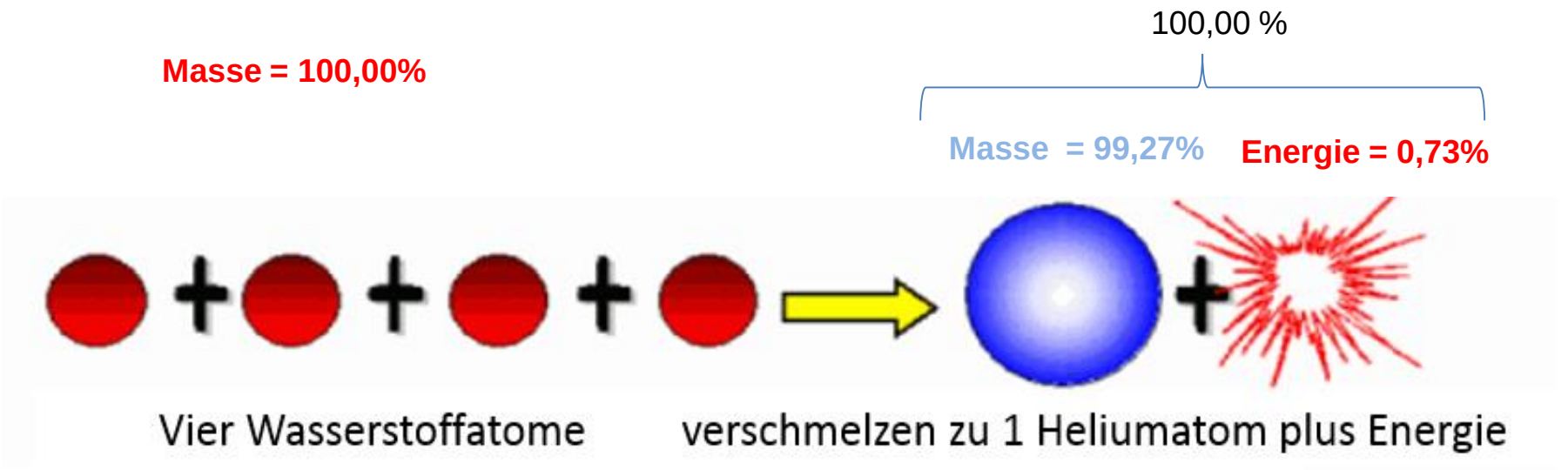
Die aus der Massendifferenz erzeugte Energie ergibt sich aus der einsteinschen Beziehung

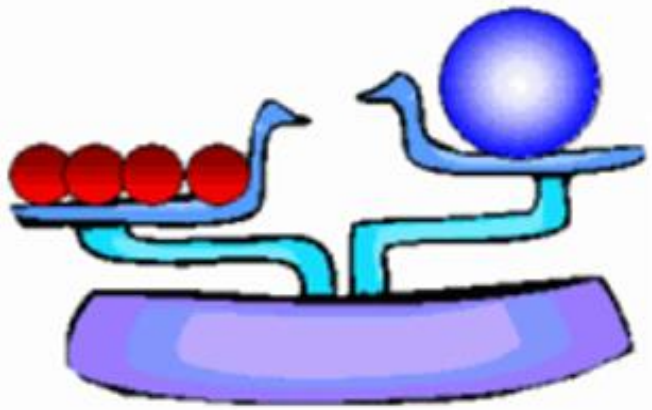
$$E = mc^2.$$

Sie resultiert aus der Kernbindungsenergie der Nukleonen, der Kernbausteine die dabei frei wird.

c entspricht Lichtgeschwindigkeit (299.792.458 m/s).

Die Sonne – die wichtigste Energiequelle





Die vier Bausteine Wasserstoff haben mehr Masse (100 %) als das des daraus entstehenden Heliums (99,27%). Die Differenz wird als Energie abgegeben.

Die Sonne – die wichtigste Energiequelle

Bei der Kernfusion von 1 kg Wasserstoff wird somit folgende Energie erzeugt:

Der Massendefekt beträgt 0,73 % oder 0,0073 kg.

Durch die Anwendung der Formel:

$E = mc^2$

$E = 0{,}0073\ kg * (299.792.458\ m/s)^2$

E = 656.000.000.000.000 J oder 956.000.000.000 kJ oder 956.000.00 MJ

Durch die Verbrennung von einem kg Benzin kann die Energie von 42 MJ gewonnen werden.

Um die gleiche Energie zu gewinnen wie durch die Kernfusion von 1 kg Wasserstoff in Helium müssten somit circa 16.000.000 to Benzin verbrannt werden. Die entspricht ungefähr einem Becken mit 1000 m mal 1000 m und 20 m tief mit Benzin gefüllt.

In jeder Sekunden werden im Sonneninneren 564 Millionen Tonnen Wasserstoff zu 560 Millionen Tonnen Helium fusioniert. Die "fehlenden" vier Millionen Tonnen werden als Energie abgestrahlt, bringen unsere Sonne also zum Leuchten und erwärmen die Erde.

Die Sonne – die wichtigste Energiequelle

Die Sonne erzeugt durch die in ihrem Inneren ablaufende Kernfusion eine Leistung von ca. Die Sonne erzeugt durch die in ihrem Inneren ablaufende Kernfusion eine Leistung von circa 38.000.000.000.000.000.000 Megawatt (MW).

Die Sonne hat somit eine Energieabstrahlung, die pro Sekunde das **20.000 fache** des Primärenergieverbrauchs (1.900.000.000.000.000 MW) seit Beginn der Industrialisierung ausmacht.

Die Sonnenstrahlung wird zum einen durch die Erdatmosphäre gedämpft (Reflexion der Strahlung) und zum anderen durch Reflexion und Absorption an Wolken, Aerosolen und Gasen erheblich reduziert.

Durch diese Faktoren kann im Jahresdurchschnitt in Deutschland durch die Sonneneinstrahlung

100 Watt je Quadratmeter

genutzt werden.

Die Sonne – die wichtigste Energiequelle

Folgende wesentliche „Energieerzeuger“ können derzeit auf der Erde genutzt werden:

Sich verbrauchenden Energiequellen	Erneuerbare / regenerative Energiequellen	Energie aus der Atomtechnik
• Erdöl • Erdgas • Steinkohle • Braunkohle	• Windenergie • Wasserkraft • Biomasse • Sonnenenergie	

Von der Sonne erzeugt

Nicht von der Sonne erzeugt

- Geothermie
- Meeresenergie (Gezeiten)
- Kernspaltung
- Kernfusion (Zukunft) (auf der Erde)

Sich verbrauchende Energien

Kohle Erdöl Erdgas

Treibhausgas CO2 entsteht bei der Verbrennung

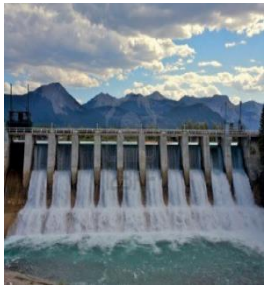
Uran

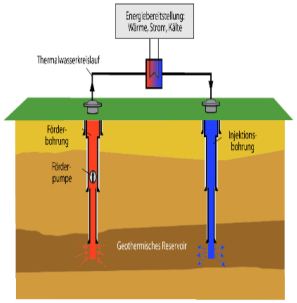
Tödliche Strahlung entsteht bei der Spaltung

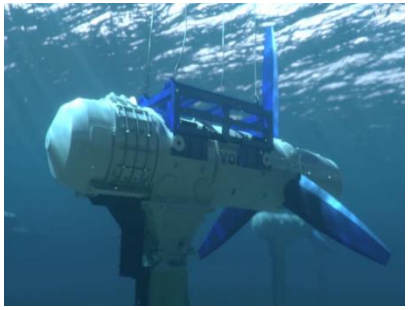
Erneuerbare Energien
sich ständig erneuernde Energien

Um die Umwelt für die Zukunft zu erhalten werden die erneuerbaren Energien weltweit ausgebaut. Die erneuerbaren Energie werden aus folgenden Quellen bezogen:

Windkraft Wasserkraft Solarenergie Biomasse Geothermie Gezeitenkraftwerk







Von der Sonne erzeugt

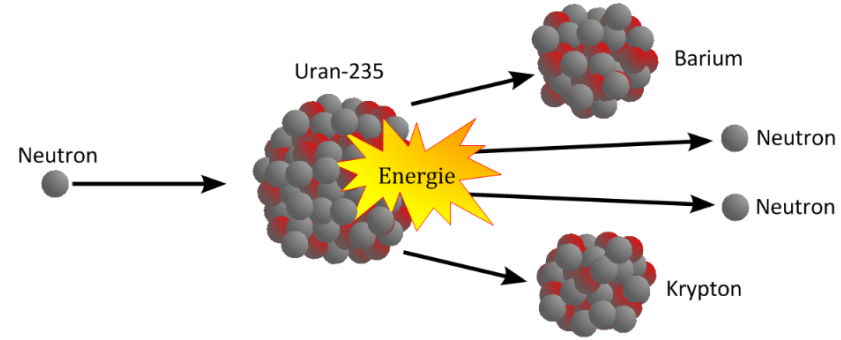
Radioaktive Zerfallprozesse im Erdinneren

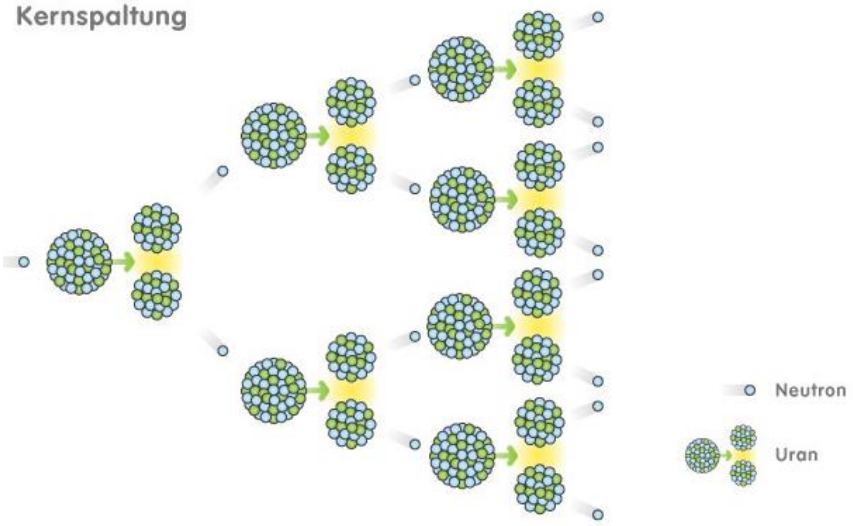
Ebbe und Flut Anziehungskraft des Mondes

Derzeit beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien in Deutschland circa 39 % bezogen auf den Stromverbrauch. (Stand 2017).

Kernenergie

Beschuss	Absorbtion	Zerfall
Ein langsames (thermisches) Neutron fliegt auf den Kern eines spaltfähigen Uranatoms zu.	Der Kern des Uran-Isotops fängt das Neutron ein und zerfällt kurz darauf.	Es wird viel Energie (200 Megaelektronenvolt) frei. Zwei leichtere Atome und zwei neue Neutronen entstehen.





Kernenergie

Bei der Kernenergie (Kernspaltung) - mit ihrem "Brennstoff" Uran – wird mittels eines kernphysikalischen Prozesses Wärme freigesetzt. Diese Technologie erzeugt im Betrieb keine Luftschadstoffe. Allerdings kommt es beispielsweise bei der Urangewinnung und anderen notwendigen Vorprozessen sehr wohl zur Freisetzung von Luftschadstoffen.

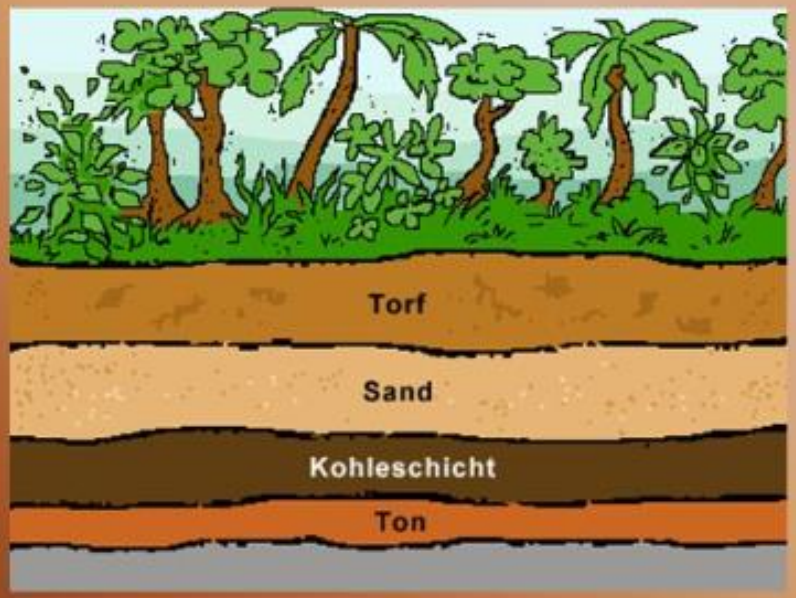
Bei der Spaltung von 1 Gramm Uran werden circa 80.000 MJ Energie frei.

Die Kernenergie wird auf Grund ihres Gefahrenpotentials im nationalen Konsens nicht sehr gerne genutzt. Unfälle auf Grund menschlichen oder technischen Versagens sowie Terroranschläge können katastrophale Auswirkungen auf den Menschen und seine Umwelt haben.

Dieses Gefahrenpotenzial besteht nicht nur während des Betriebes, sondern in einem gewissen Ausmaß auch noch für mehrere tausend Jahre nach Betriebsende (Problem der Lagerung der anfallenden radioaktiven Materialien). Österreich betreibt - wie die meisten Länder der Welt - keine Kernkraftwerke.

Sich verbrauchende Energie: Kohle

Entstehung von Kohle



- Die Steinkohle entstand vor ca. 280 - 345 Millionen Jahren
- Sie entstand durch Pflanzen, die in den Sumpf gefallen waren und so dem aeroben Zersetzungsprozess entzogen wurden
- Es entstand Torf
- Dann schoben sich mehrere Schichten Erde über den Torf, durch den Druck wurde das Wasser herausgepresst und so entstand im Laufe der Jahre Braunkohle
- Nachdem sich dann noch mehr Schichten darüber gebildet hatten und der Druck höher wurde, entstand aus der Braunkohle im Laufe der Zeit Steinkohle.

Sich verbrauchende Energie: Erdöl

Erdöl

Die moderne Industriegesellschaft ist ohne den fossilen Brennstoff Erdöl nicht mehr auszudenken. Bis ca. 1920 galt Erdöl als wichtigstes Leuchtmittel. Heutzutage wird das wertvolle und knappe Erdöl mit mehr als zwei Dritteln für die Stromerzeugung, Heizung und als Brennstoff für Autos verwendet.

Weniger ist bekannt, dass das Erdöl in beinahe jedem Haushalt, angefangen vom Fußboden bis hin zu den persönlichen CDs steckt.

Der bekannte Stoff PVC wird aus Erdöl gewonnen und steckt in beinahe jedem Fußboden, Fenster, – oder Türrahmen.

Das aus Erdöl gewonnene Polyurethan wird zur Schaumstoffherstellung verwendet und findet schließlich in beispielsweise unseren Matratzen seinen Nutzen.

Die ebenfalls bekannten Stoffe aus unseren Textilien wie etwa Polyamid kennen wir somit als Nylon. Somit sind auch in unseren Waschmitteln oder Weichspülern für die Waschmaschine diese Stoffe enthalten und finden ebenfalls seinen Ursprung im Erdöl.

Auch in pharmazeutischen Produkten wie Medikamenten oder auch Kosmetikprodukten ist Erdöl verarbeitet, bzw. deren Inhaltsstoffe.

Trotz der immer größer werdenden Knappheit an diesem fossilen Brennstoff, arbeiten die Industrien zu Herstellung unnötiger Produkte immer weiter auf Hochtouren.

Feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe

Diese Speicherform von Energie (Kohle, Öl und Erdgas) kann ohne größere Probleme gelagert werden.

Zwei große Nachteile dieser Energieform sind:

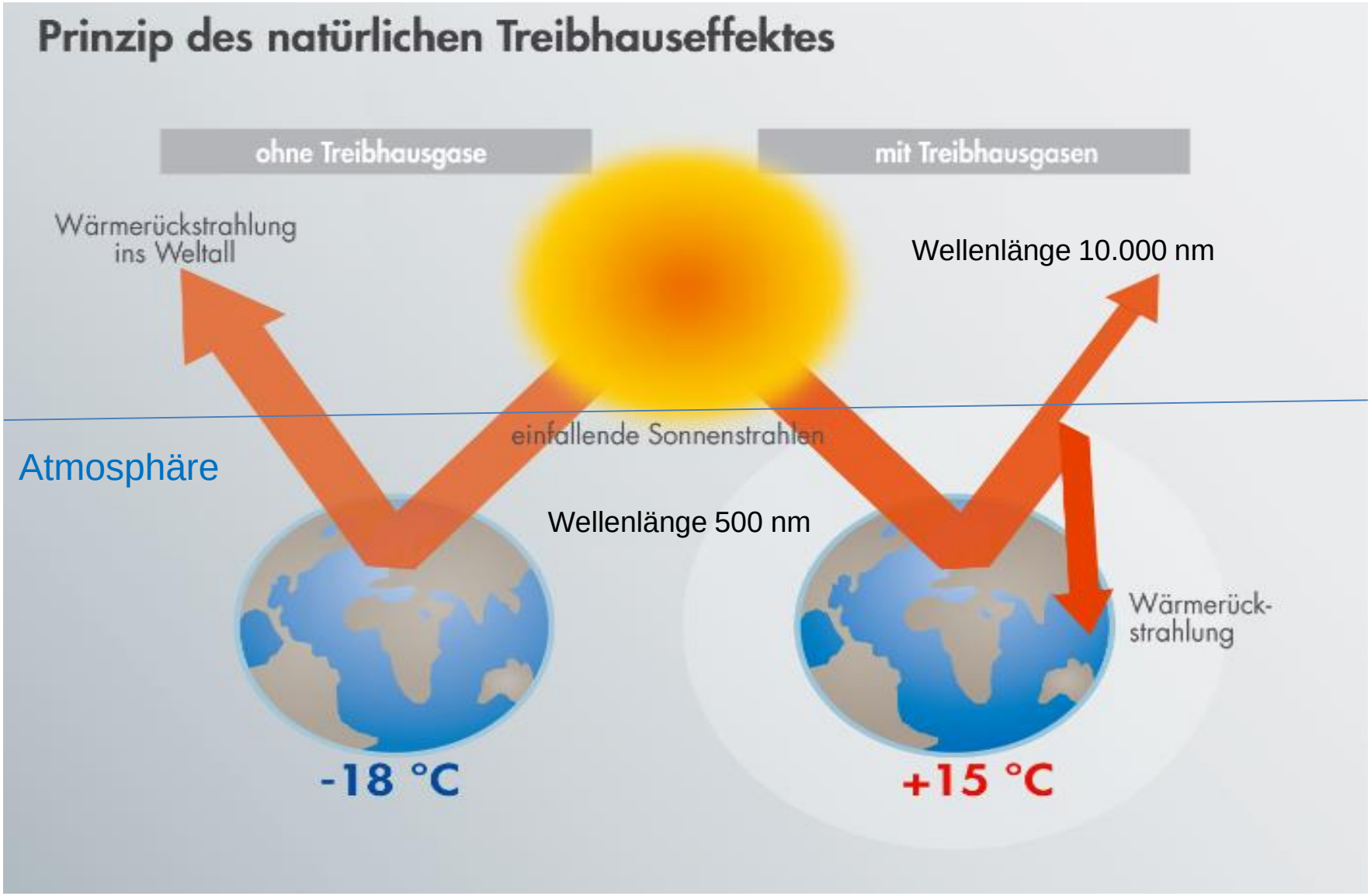
Der erste große Nachteil ist, dass diese Brennstoffe nach wie vor aus fossilen Quellen kommt. Das heißt, dass die Vorräte endlich sind.

Erdöl und Erdgas werden in den nächsten 50 bis 100 Jahren zur Neige gehen oder schon davor durch zunehmende Verknappung inakzeptabel teuer werden.

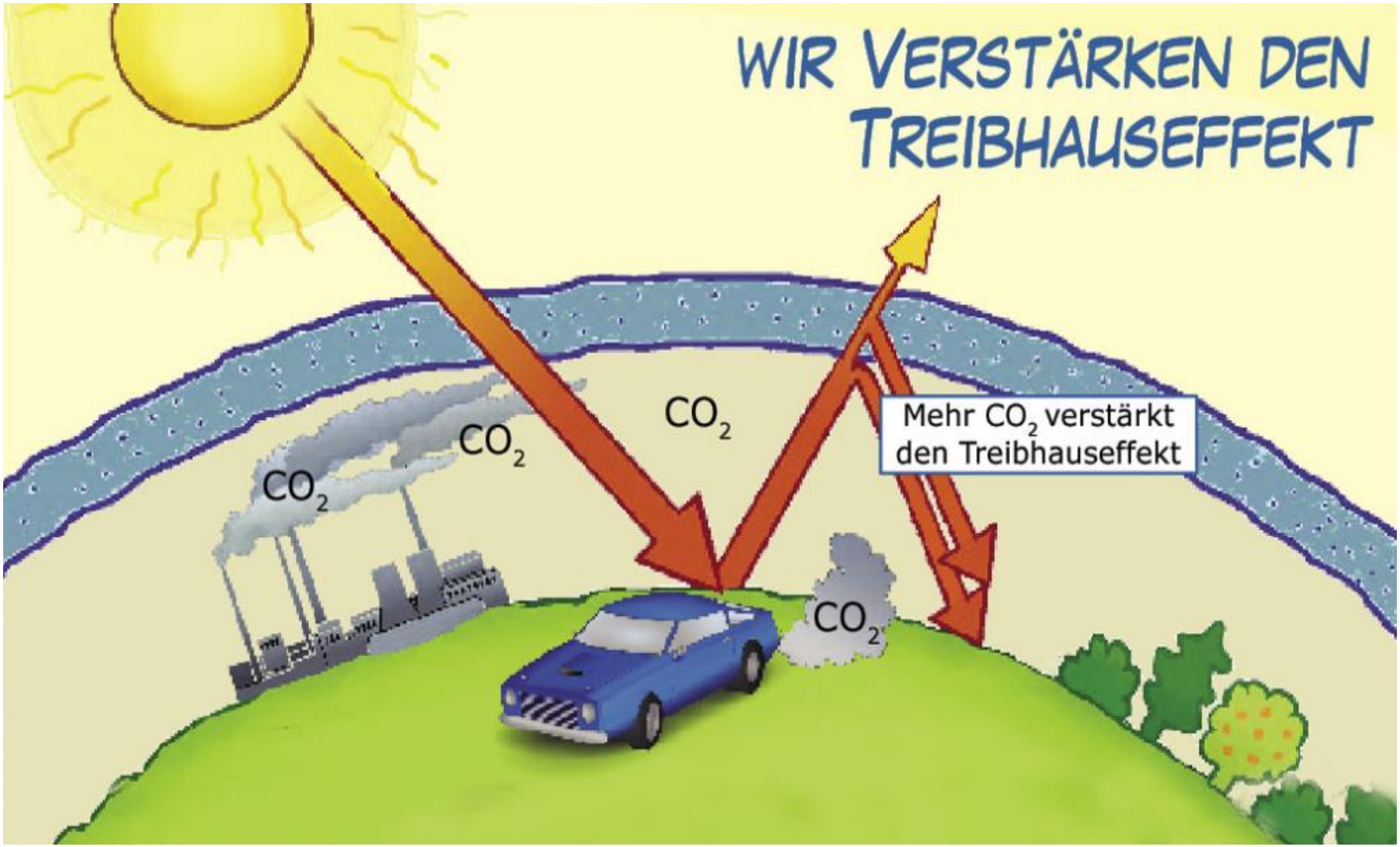
Nur Kohle ist nach heutigen Maßstäben noch für mehrere Generationen vorhanden.

Der zweite große Nachteil ist, dass durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe sowohl klimaverändernde Treibhausgase als auch lokal schädliche Luftschadstoffe entstehen.

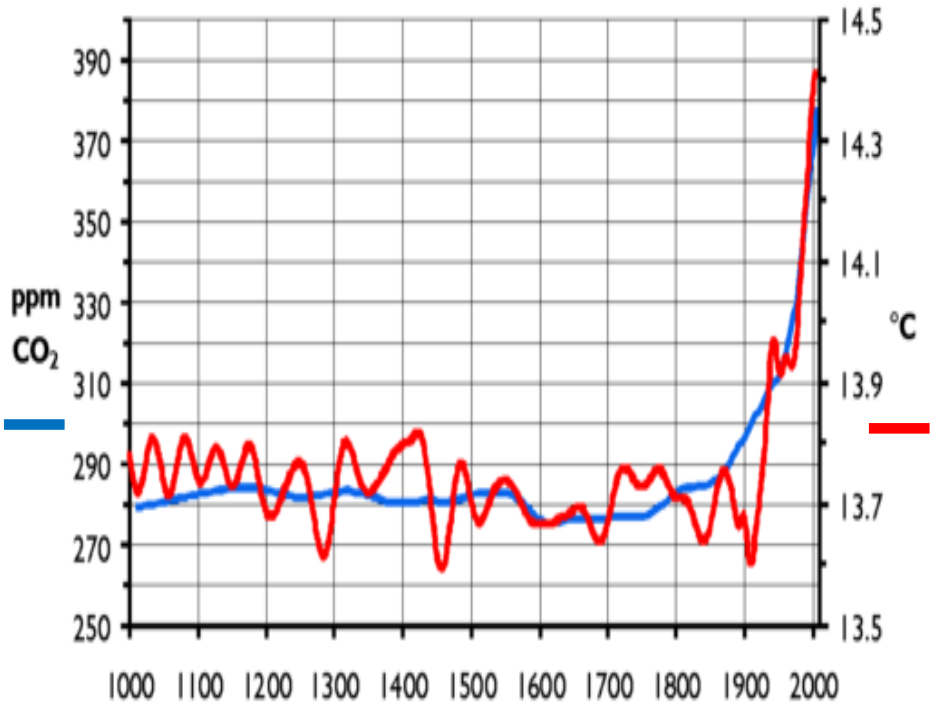
Treibhauseffekt



Treibhauseffekt

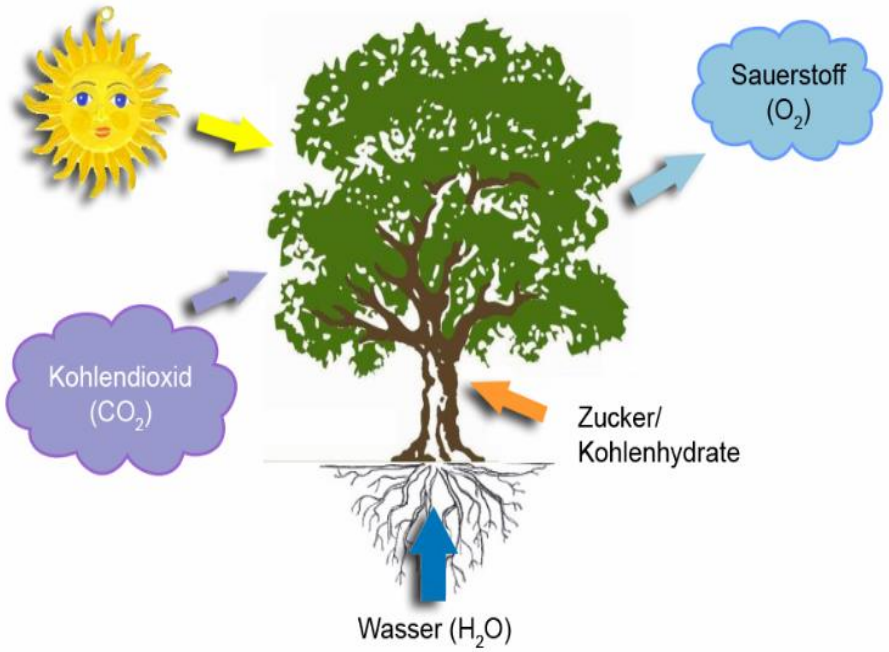


Treibhauseffekt



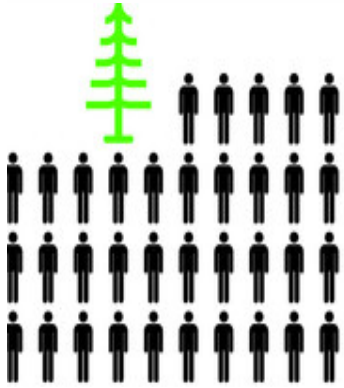
Treibhausgas	chem. Formel	Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt in °C	in %
Wasserdampf	H_2O	20,6	62,4
Kohlendioxid	CO_2	7,0	21,2
bodennahes Ozon	O_3	2,4	7,4
Distickstoffoxid	N_2O	1,4	4,0
Methan	CH_4	0,8	2,4
weitere		0,6	1,9
Summe		33,0	100,0

Treibhauseffekt Zusammenhang mit den Bäumen



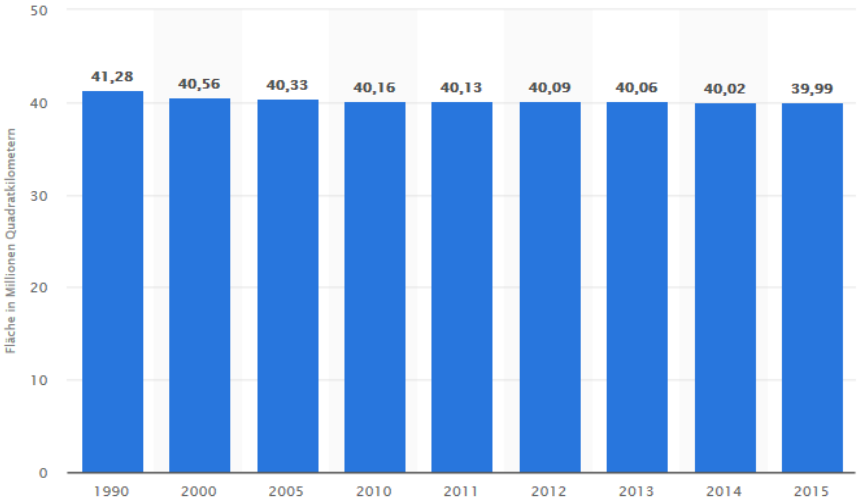
Aus Kohlendioxid und Wasser entsteht – durch Energiezufuhr (Licht; Chlorophyll) – Traubenzucker (Glucose) und Sauerstoff.

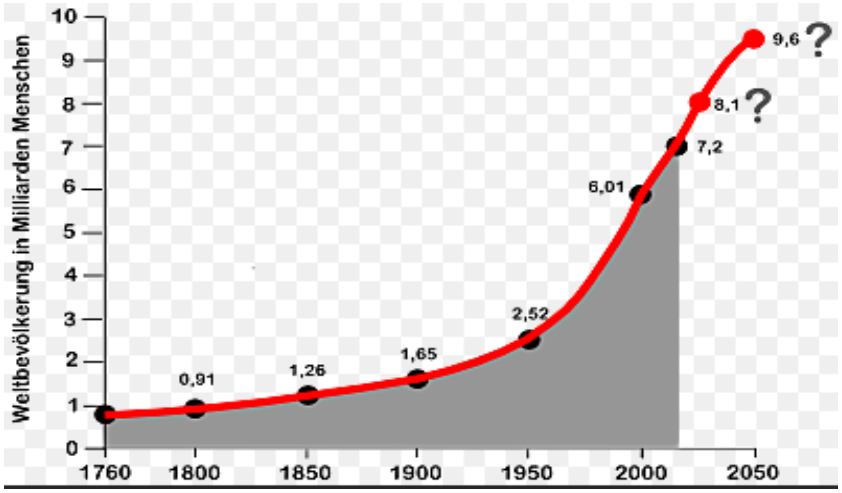
$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \xrightarrow{\text{Lichtenergie, Chlorophyll}} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$



Eine 20 Meter hohe Fichte gibt pro Tag rund 21.000 Liter Sauerstoff an die Umwelt ab. Das entspricht dem durchschnittlichen Sauerstoffbedarf von 35 Menschen pro Tag

Entwicklung der Waldfläche weltweit in den Jahren 1990 bis 2015 (in Millionen Quadratkilometern)



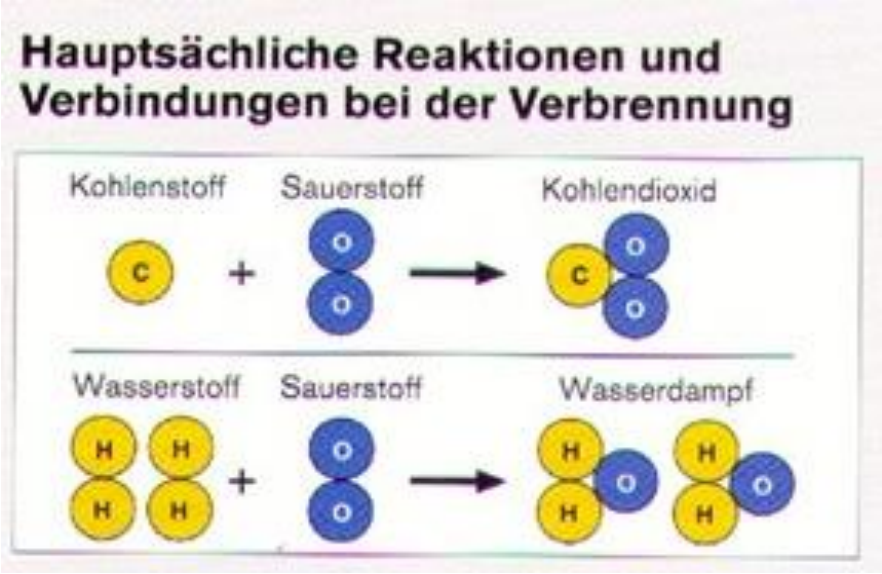


Feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe

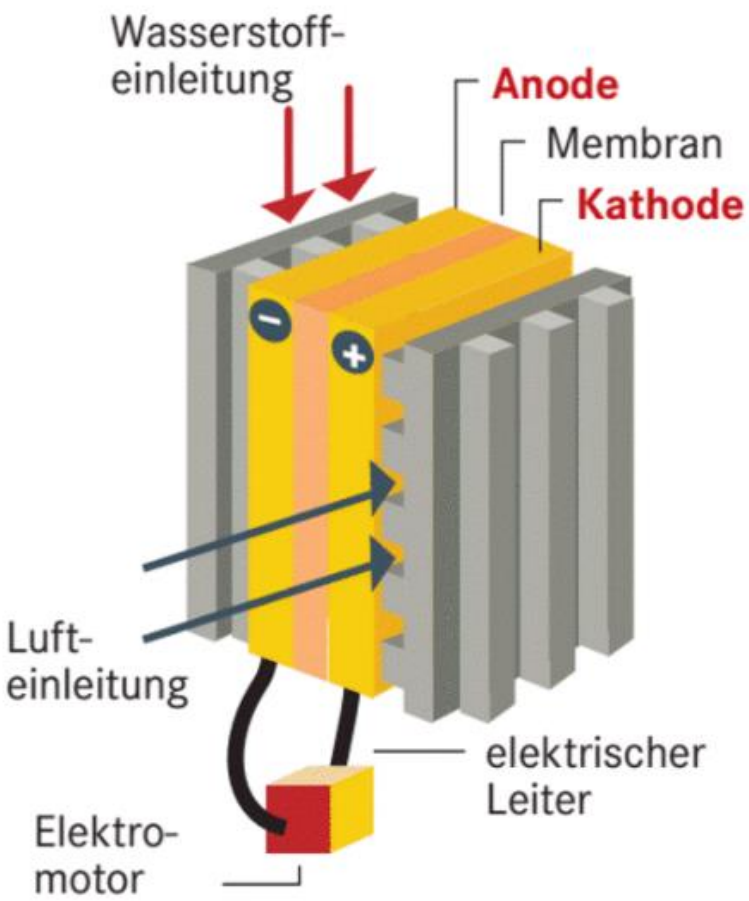
Die Effekte sind bereits so groß, dass man erste Anzeichen für eine anthropologisch (vom Menschen erzeugt) bedingte Klimaänderung beobachten kann.

Bei der Verbrennung entstehen bei allen organischen Brennstoffen Luftschadstoffe, egal ob sie aus erneuerbaren oder fossilen Quellen stammen, außer einem.

Der **einzige** Brennstoff, der eine Ausnahme darstellt, ist Wasserstoff. Bei seiner Verwendung als Brennstoff entsteht Wasserdampf und Energie.



Herstellung von Wasserstoff mit regenerativer Energie

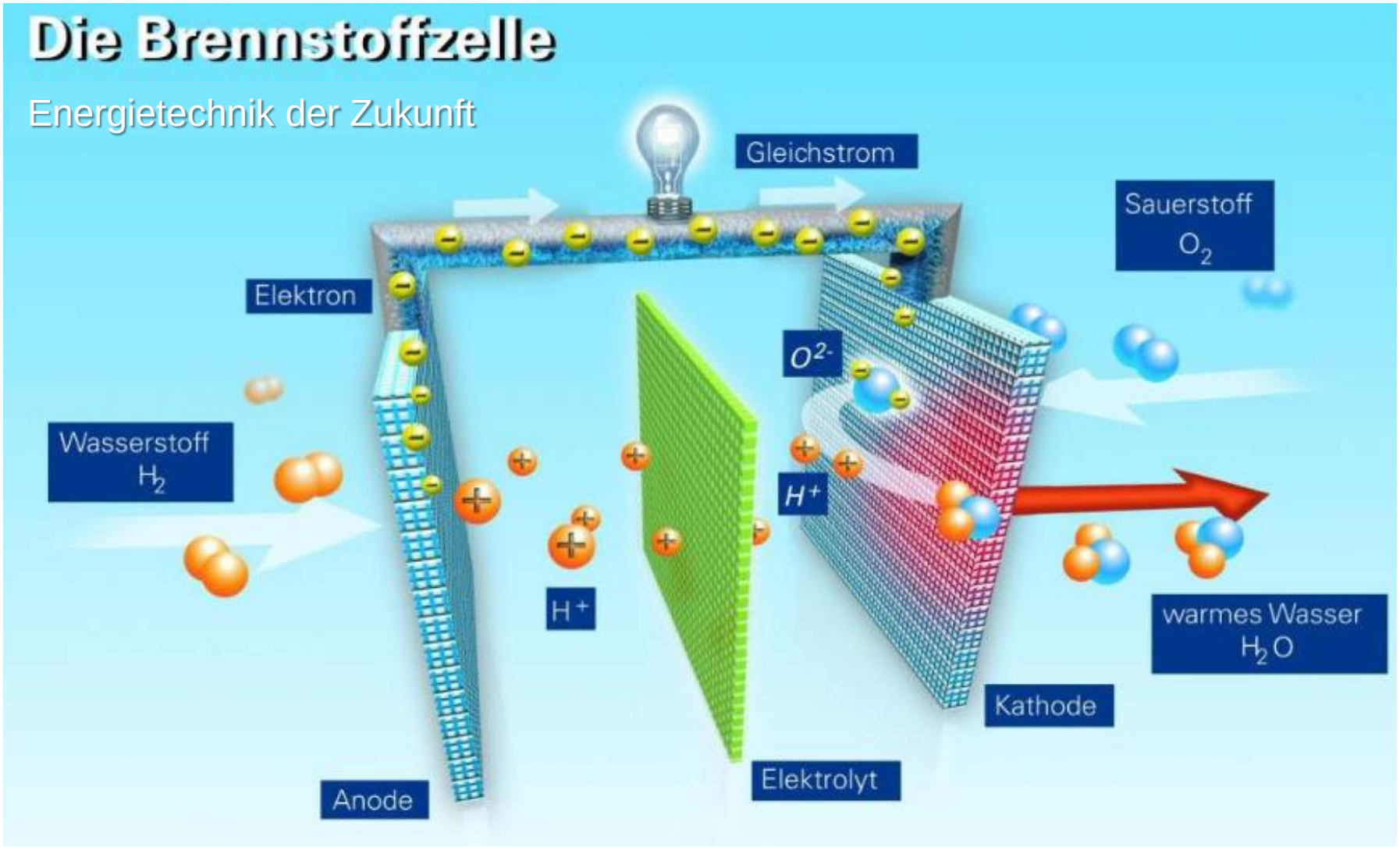


1. Der eingeleitete Wasserstoff zerfällt an der Anode in positiv geladene Protonen (H^+) und negativ geladene Elektronen (-).

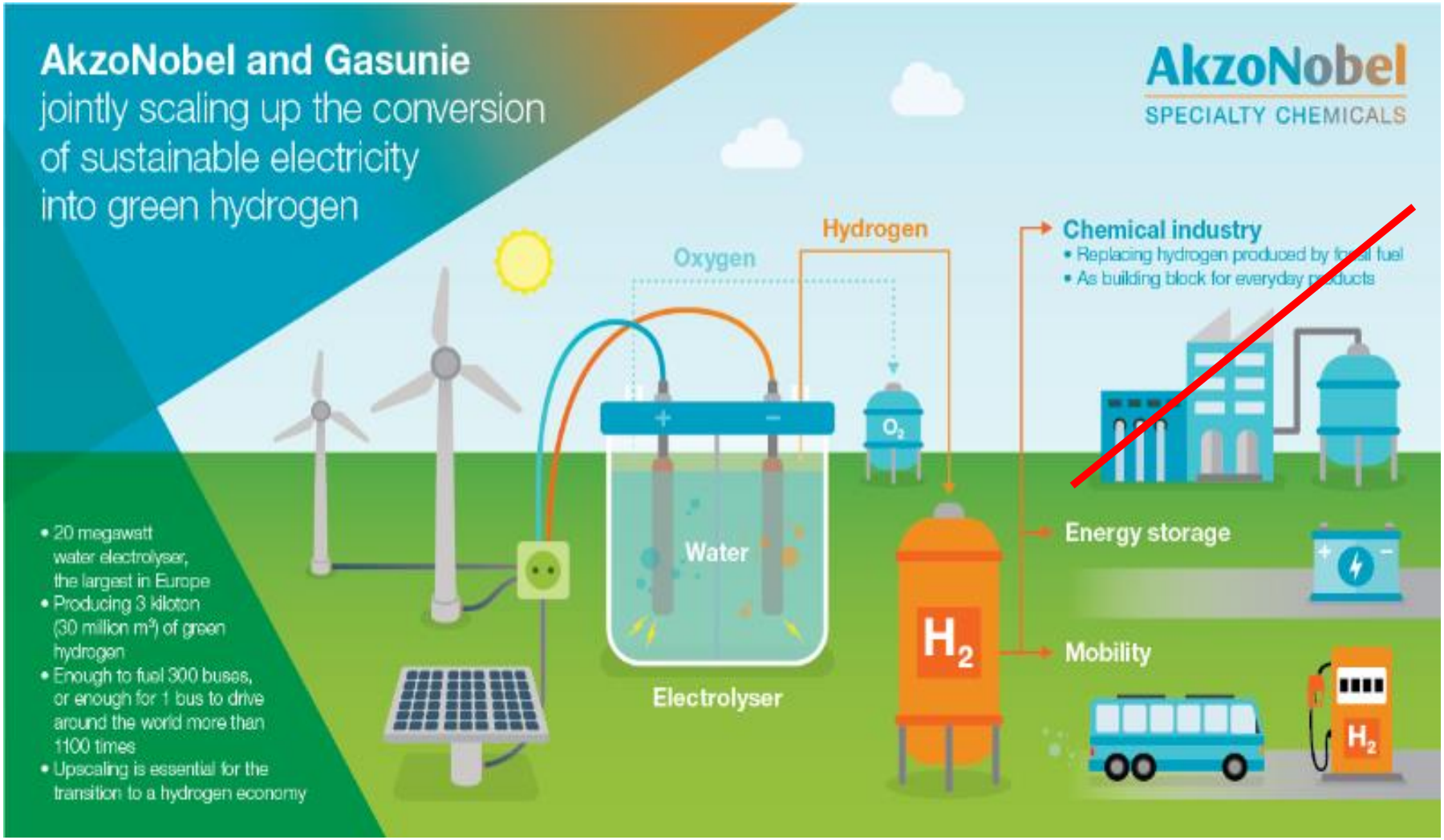
2. Die Protonen (H^+) wandern durch eine Membran zur Kathode, während die Elektronen, die sich nicht durch die Membran bewegen können, durch einen elektrischen Leiter als nutzbarer Strom dorthin gelangen. Mit diesem Strom kann z.B. ein Elektromotor betrieben werden.

3. An der Kathode reagieren die Wasserstoffprotonen (H^+) mit dem Sauerstoff( ) aus der Luft und den Elektronen (–) zu Wasserdampf, der als „Abgas“ entweicht.

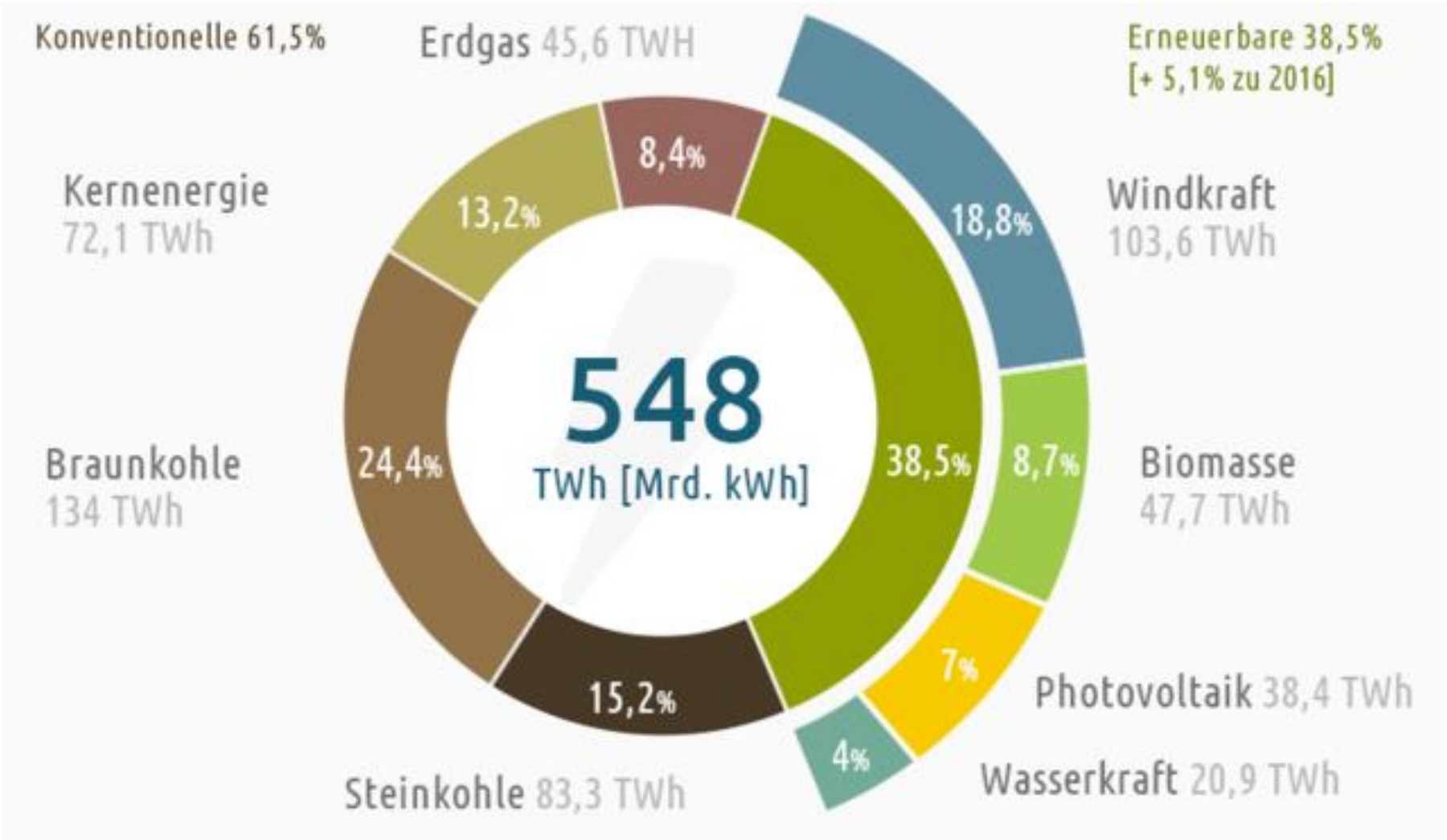
Dieser Prozess läuft kontinuierlich ab, solange ausreichend Wasserstoff und Sauerstoff an Anode und Kathode zur Verfügung stehen.


Die Brennstoffzelle
Energietechnik der Zukunft
Gleichstrom
Sauerstoff
O_2
Elektron
O^{2-}
Wasserstoff
H_2
H^+
H^+
warmes Wasser
H_2O
Kathode
Anode
Elektrolyt

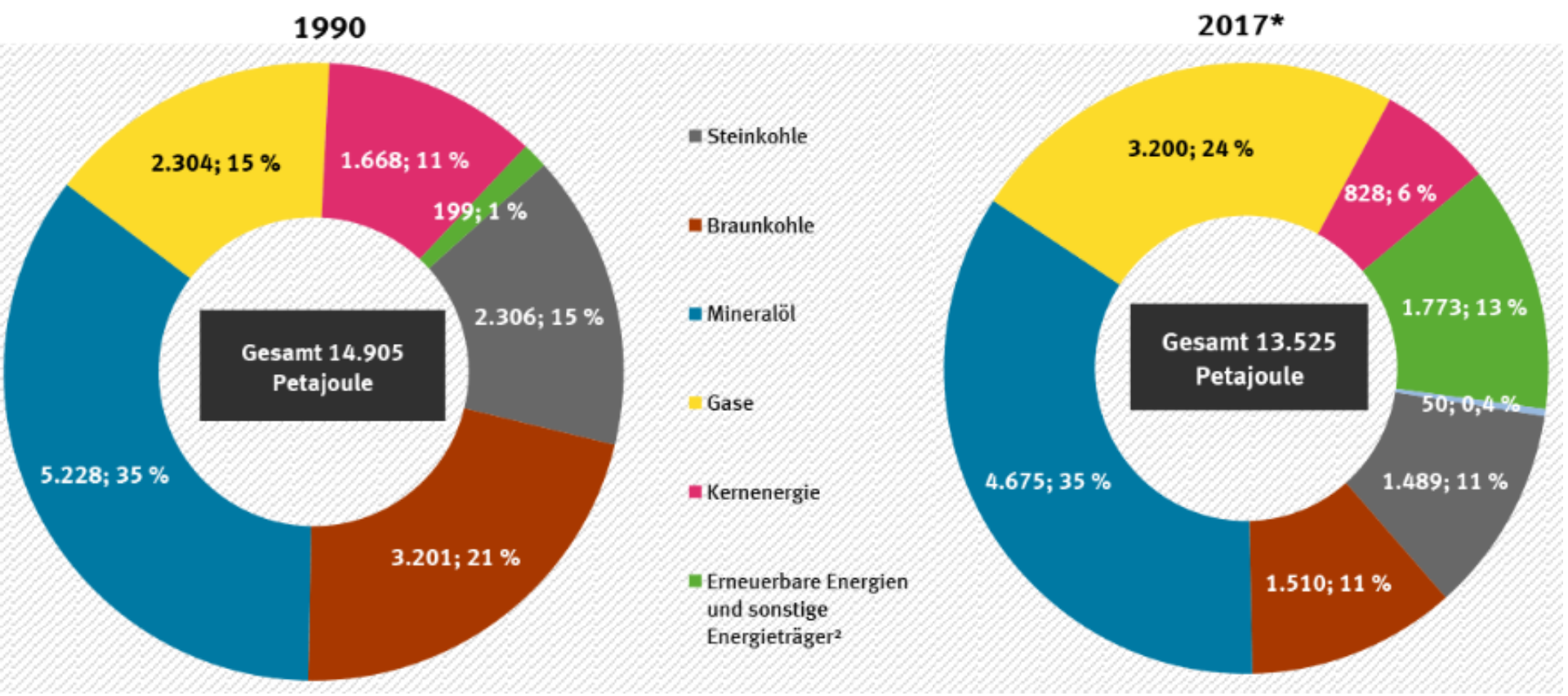
Herstellung von Wasserstoff mit regenerativer Energie



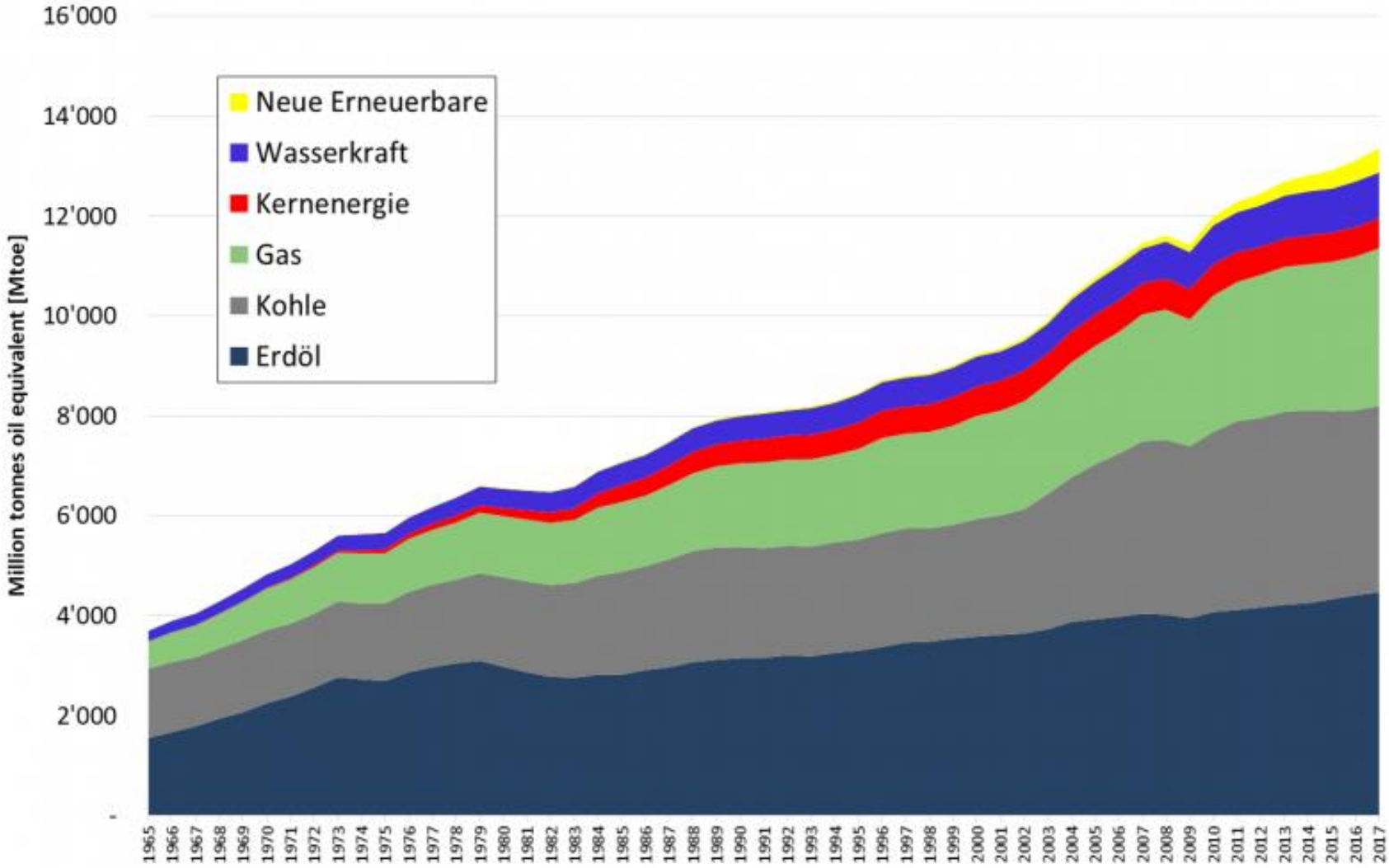
Energiemix in Deutschland 2017 bezogen auf Stromverbrauch



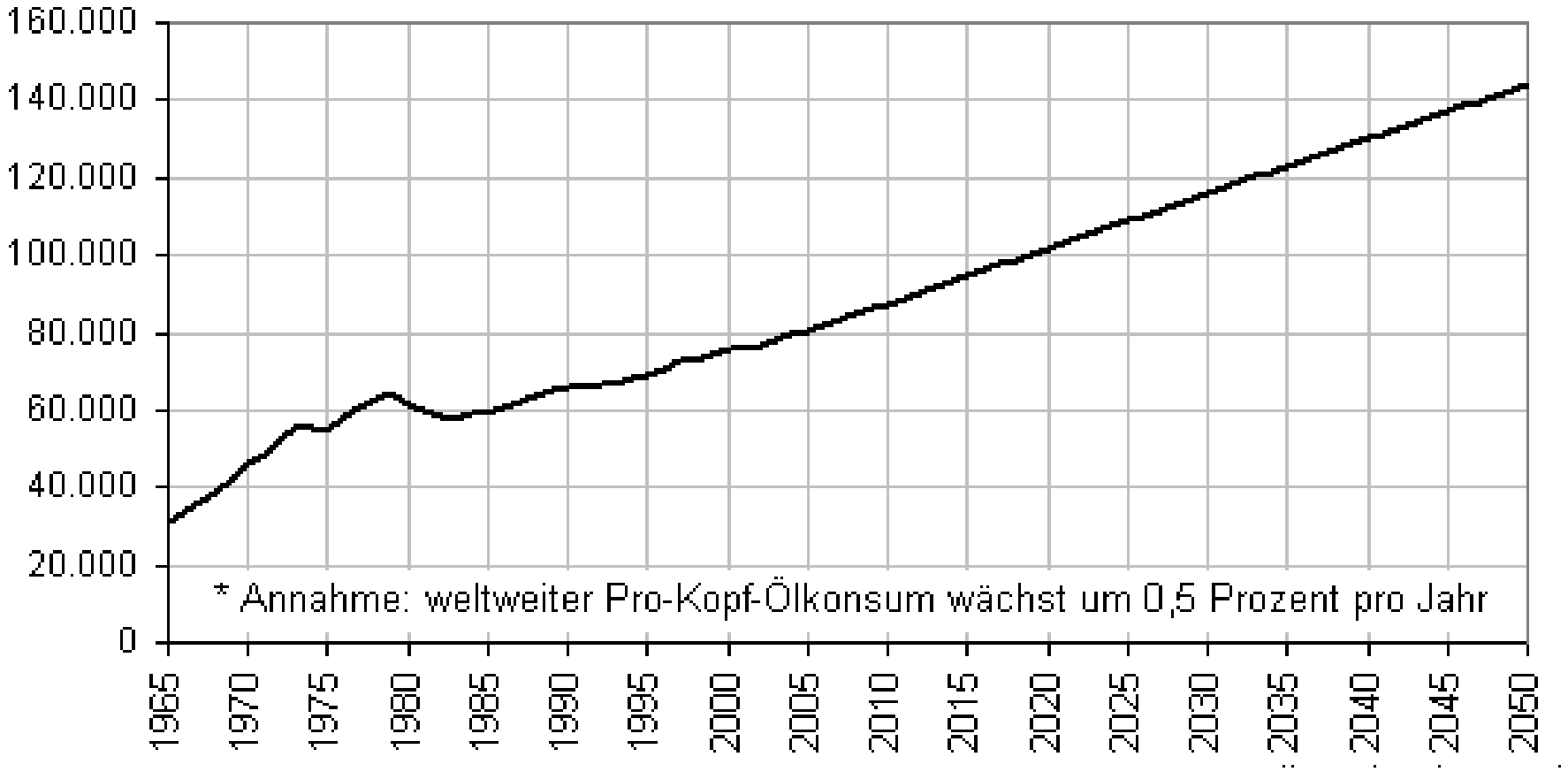
Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in der BRD



Primärenergieverbrauch nach Energieträgern weltweit



Ölverbrauch weltweit in 1000 Fass pro Tag



Braunkohleförderung weltweit

Weltförderung

Die folgende Tabelle zeigt die Weltförderung von Braunkohle.

Braunkohleförderung (in Millionen Tonnen)

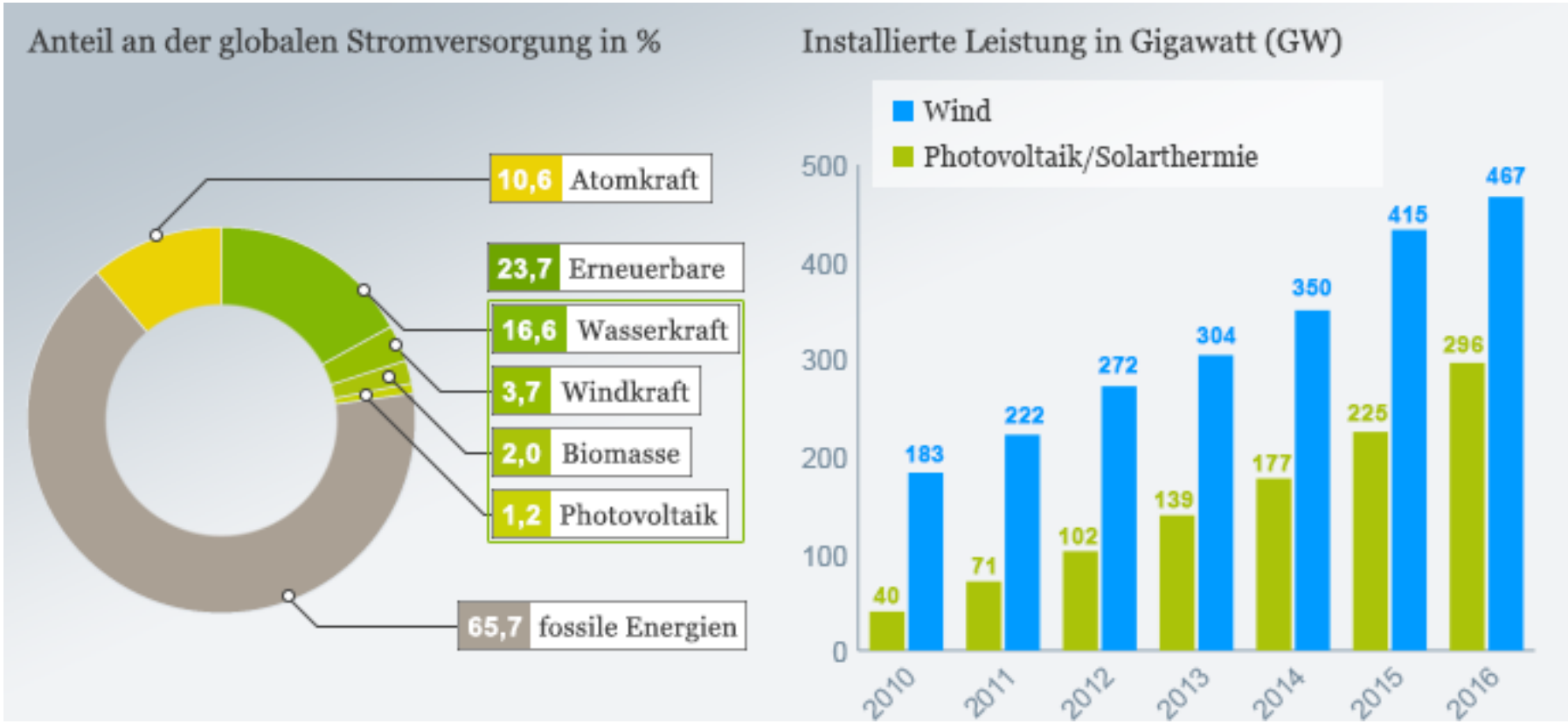
Jahr	Förderung
1980	890,2
1981	913,7
1982	948,6
1983	967,9
1984	1.018,3
1985	1.074,8
1986	1.097,0
1987	1.124,7
1988	1.145,8
1989	1.165,5

Jahr	Förderung
1990	1.107,6
1991	981,0
1992	968,0
1993	996,7
1994	952,3
1995	939,2
1996	941,7
1997	933,2
1998	914,1
1999	884,6

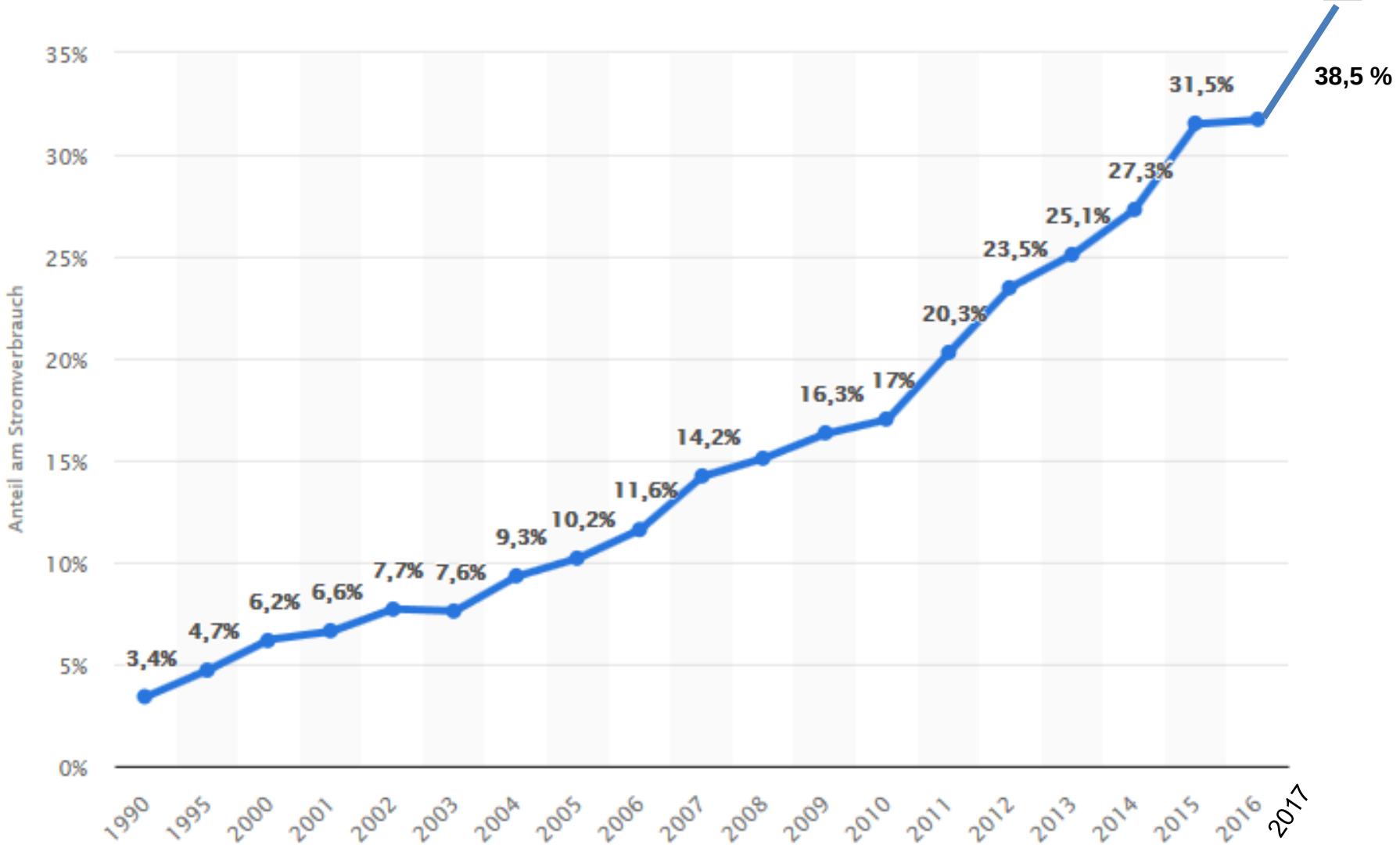
Jahr	Förderung
2000	903,0
2001	913,0
2002	916,4
2003	932,9
2004	934,1
2005	947,7
2006	966,8
2007	978,0
2008	1.025,4
2009	997,1

Jahr	Förderung
2010	1.008,0
2011	1.080,4
2012	1.101,5
2013	1.053,3
2014	1.025,2
2015	1.011,8
2016	990,2

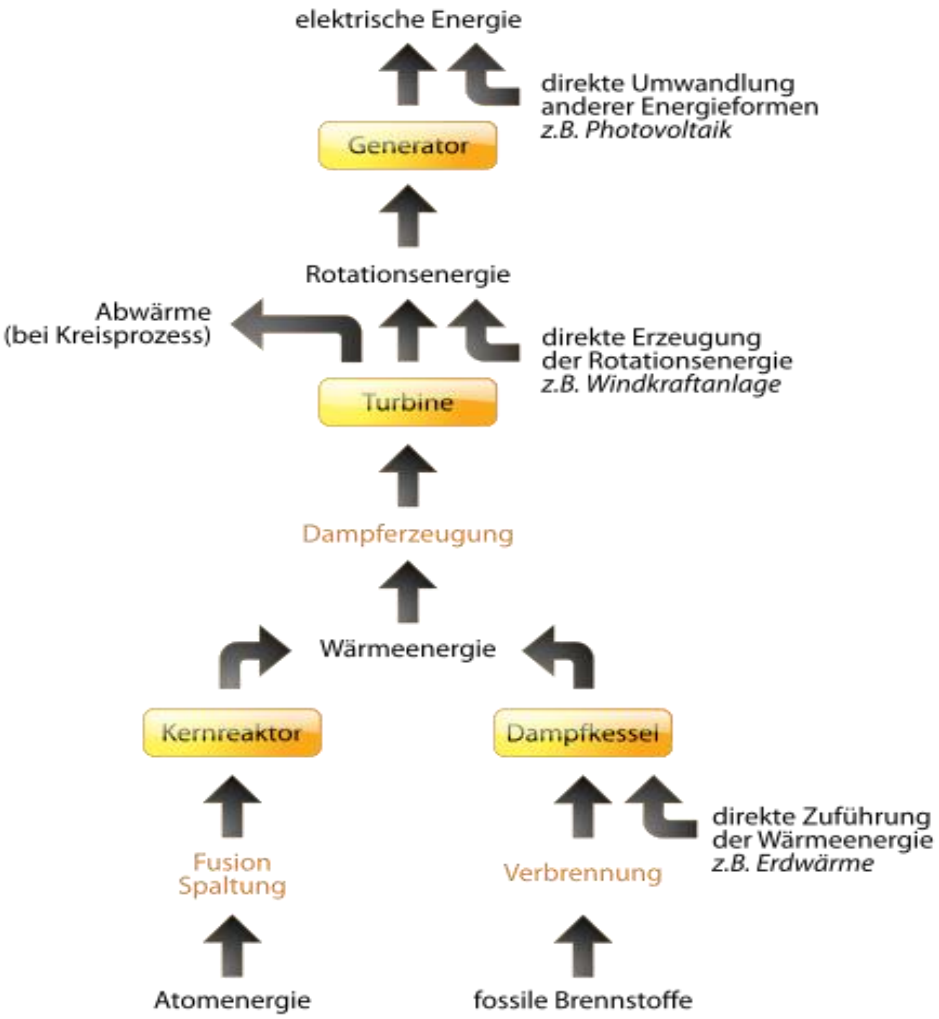
Energiemix weltweit bezogen auf den Stromverbrauch



Anteil der erneuerbaren Energie am gesamten Stromverbrauch in Deutschland



Energieumwandlung



Unter Energieumwandlung versteht man das Transformieren einer Energieart in eine andere.

Energiewandlungen unterliegen physikalischen Gesetzmäßigkeiten. So ist die Energie in abgeschlossenen Systemen eine Erhaltungsgröße, kann also weder erzeugt noch vernichtet werden (also nur umgewandelt)

Entscheidend beim technischen Einsatz ist der Wirkungsgrad der Wandlung, da bei realen Systemen nicht 100 % einer Energieform in eine andere überführt werden kann.

Es treten dort immer Verluste in andere Kanäle auf, meist in Form von nicht genutzter Wärme, also thermischer Energie.

Der elektrische Strom

Er macht sich gemäß dem amperschen Gesetz durch ein magnetisches Feld bemerkbar und führt meist zu einer Erwärmung des Leiters. In einem elektrischen Stromkreis fließt ein Strom, sobald zwischen den Anschlüssen der Quelle eine elektrische Spannung herrscht und eine leitende Verbindung besteht.

Strom lässt sich mit relativ geringen Verlusten in alle anderen Energieformen (Bewegung, Licht, etc.) umwandeln.

Jedoch kann er selbst nur unter erheblichen Verlusten hergestellt werden.

Ein Nachteil ist, dass sich elektrischer Strom als solcher nicht speichern lässt. Zur Speicherung muss er in eine anderen Energieform umgewandelt werden.

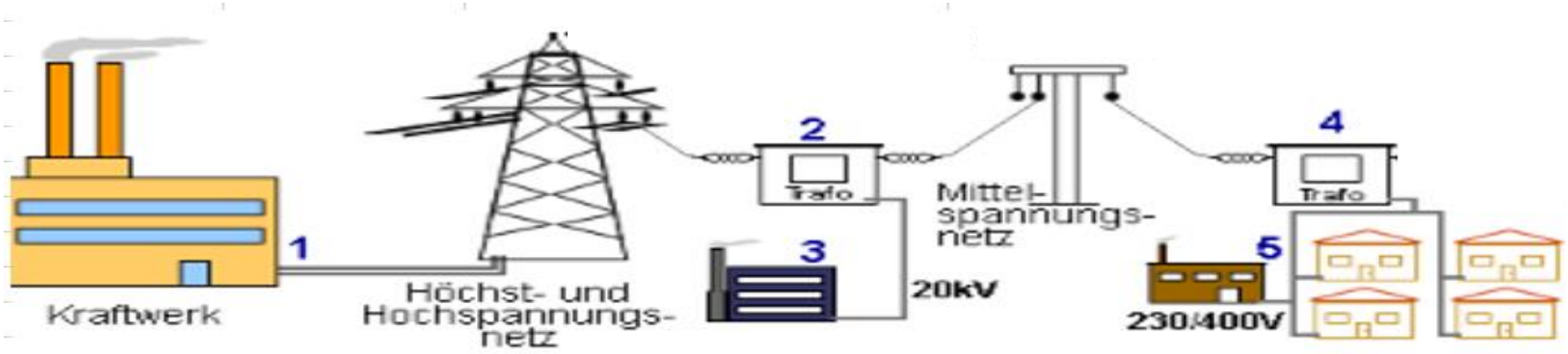
Batterie: chemische Energie
Speicherkraftwerk: potentielle Energie

Dieser Vorgang der Speicherung ist immer mit Verlusten verbunden.

Der Stromtransport

In der elektrischen Energietechnik ist begriffliche Unterteilungen in Höchstspannung, Hochspannung, Mittelspannung und Niederspannung üblich, wobei die Grenzen nicht einheitlich geregelt sind. Je **höher** die Wechselspannung, desto **verlustärmer** ist die elektrische Energieübertragung bei sonst gleichen Umgebungsbedingungen.

Die Übertragungsverluste betragen etwa 6 % je 100 km bei einer 110-kV-Leitung und lassen sich mit 800-kV-Höchstspannungsleitungen auf etwa 0,5 % je 100 km reduzieren.



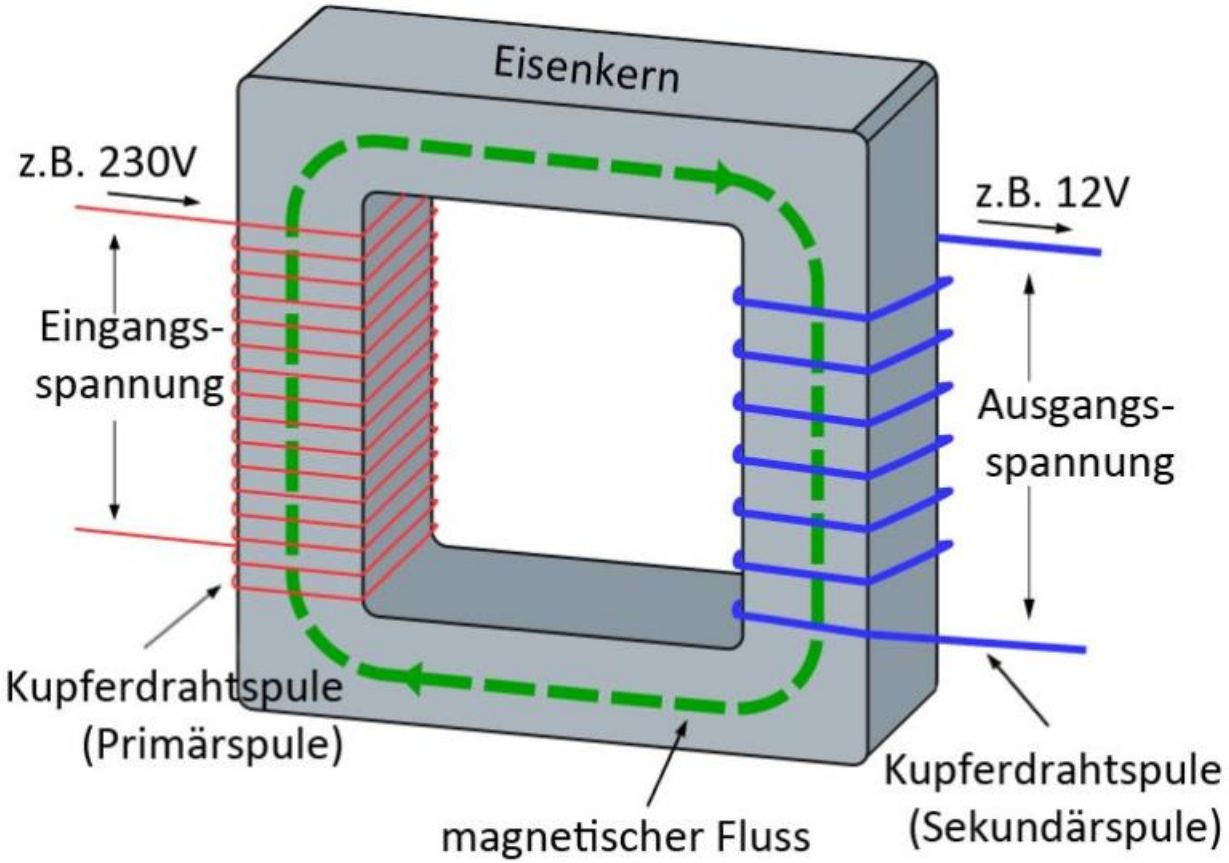
Höchstspannung
(220 kV bis 800 kV)
dient der Großraumversorgung, Verbundnetzen zum überregionalen Energieaustausch

Hochspannung
(50 kV bis 220 kV)
Dient der Versorgung kleinerer Städte und der Überlandversorgung

Mittelspannung
(3 kV bis 50 kV)
Dient der Versorgung einzelnen Stadtteile oder Industriebetrieben

Der Transformator

Um Strom von einer niedrigen Spannung zu einer hohen Spannung umzuwandeln benötigt man einen Transformator.



$$\frac{V1}{n1} = \frac{V2}{n2}$$

Das Pumpspeicherkraftwerk

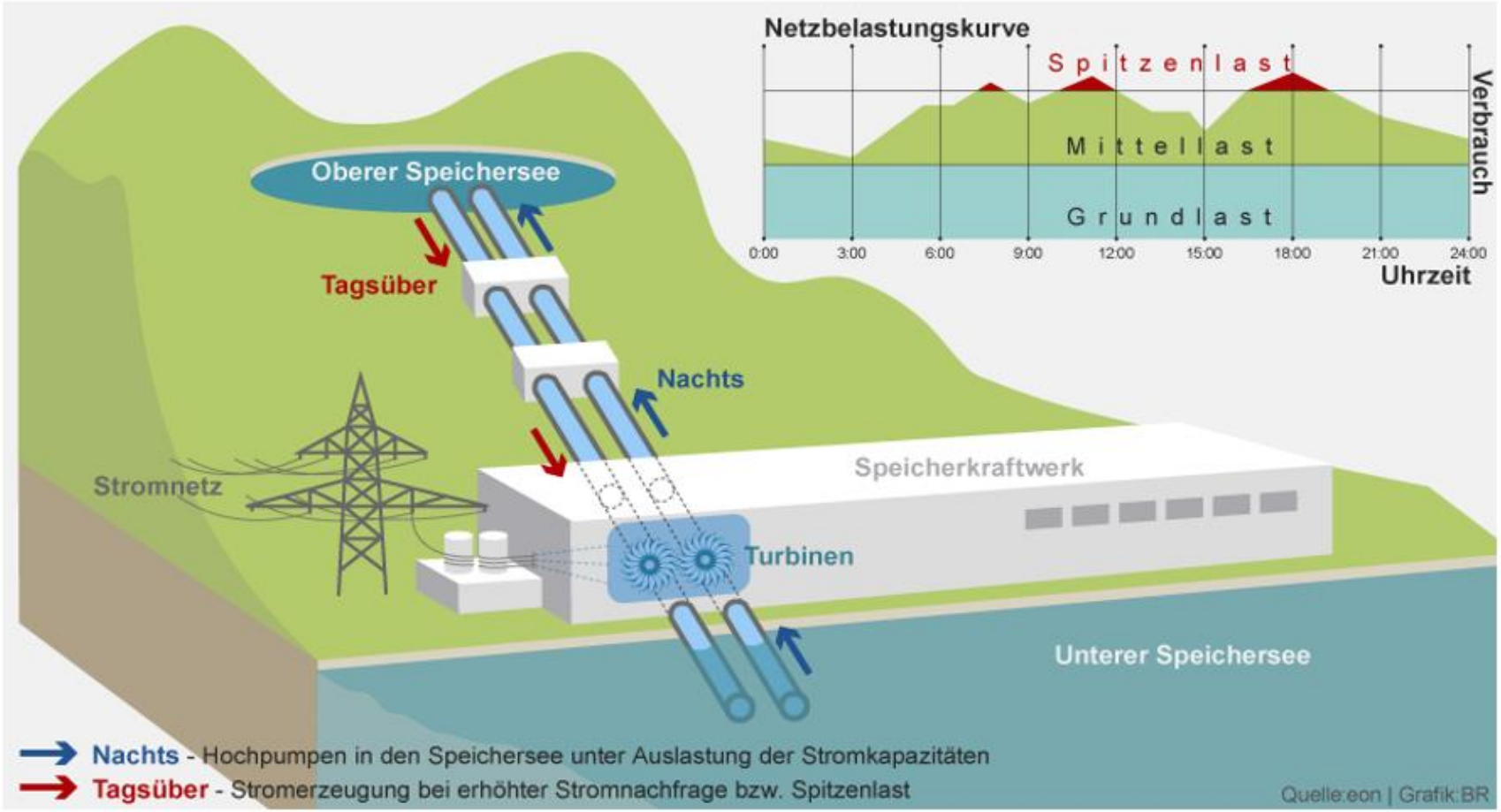
Ein **Pumpspeicherkraftwerk** ist eine besondere Form eines Speicherkraftwerkes und dient der Speicherung von elektrischer Energie durch Hinaufpumpen von Wasser in einen Speichersee.

Dieses Wasser lässt man später bei Bedarf wieder bergab fließen und erzeugt dabei mittels Turbinen und Generatoren wieder elektrischen Strom. Somit kann elektrische Energie als Lageenergie zwischengespeichert werden.

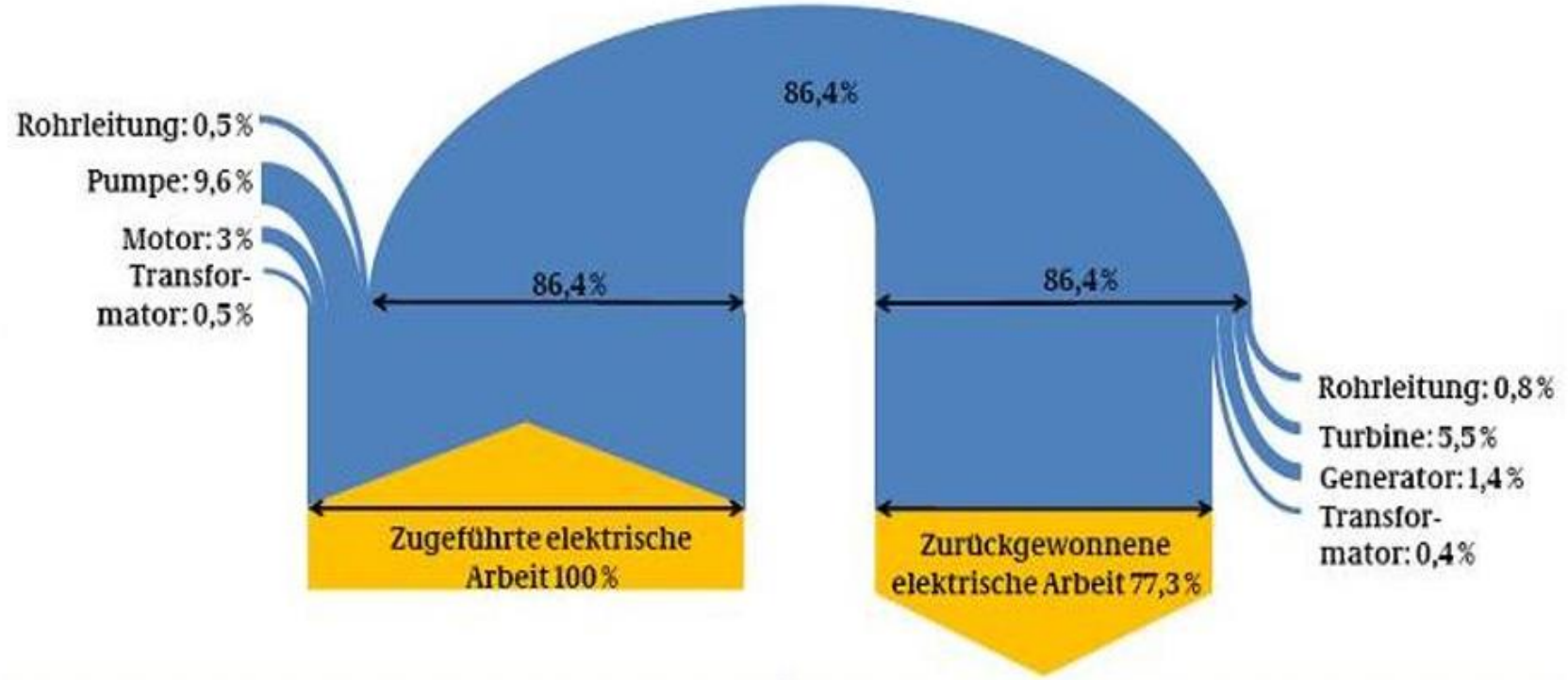
Die elektrische Energie wird also durch Umwandlung in potentielle Energie von Wasser gespeichert und nach Umwandlung dieser potentiellen Energie in elektrische Energie wieder ins Netz gespeist.

Die Leistung von Pumpspeicherkarftwerken liegt bei bis zu 100 Megawatt.

Das Pumpspeicherkraftwerk



Das Pumpspeicherkraftwerk



Der Wirkungsgrad eines Pumpspeicherkraftwerkes liegt bei circa 75 bis 80 Prozent.

Das Pumpspeicherkraftwerk (Aufgabe)

Ein Pumpspeicherkraftwerk fördert in sechs Stunden 50.000 m² Wasser in eine Höhe von 100 Meter.

Dafür werden 15.400 kWh Strom benötigt.

Beim Ablassen der 50.000 m² Wasser werden 11.200 kWh Strom durch die Turbinen erzeugt.

Berechnen Sie die gesamte Arbeit welche in den sechs Stunden durch die Pumpen erbracht wird.

Wie viele KWh entspricht die Arbeitsleistung?

Welche abgebende Leistung wird durch die Pumpen im Durchschnitt der fünf Stunden erzeugt?

Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad des Pumspeicherkraftwerks für diese beiden Vorgänge

Wie hoch ist der Wirkungsgrad beim Ablassen des Wassers?

Das Pumpspeicherkraftwerk (Aufgabe)

Ein Pumpspeicherkraftwerk fördert in sechs Stunden 50.000 m² Wasser in eine Höhe von 100 Meter.

Dafür werden 15.400 kWh Strom benötigt.

Beim Ablassen der 50.000 m² Wasser werden 11.200 kWh Strom durch die Turbinen erzeugt.

Berechnen Sie die gesamte Arbeit welche in den sechs Stunden durch die Pumpen erbracht wird.

$W = m * g * h = 50.000.000\ kg * 9{,}81\ m/s^2 * 100\ m = 49.050.000.000\ NM =$ **49.000.000 kJ**

Wie viele KWh entspricht die Arbeitsleistung?

1J = Ws
1kJ = 1 kWs
1kJ = 0,0002778 kWh
49.000.000 kJ = **13.611 kWh**

Welche abgebende Leistung wird durch die Pumpen im Durchschnitt der fünf Stunden erzeugt?

$P = W / t = 49.000.000\ KJ / 18.000\ s =$ **2.722 kW**

Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad des Pumspeicherkraftwerks für diese beiden Vorgänge

$\eta_{ges.} = P_A / P_{zu} = 11.200\ kWh / 15.400\ kWh = 0{,}727$

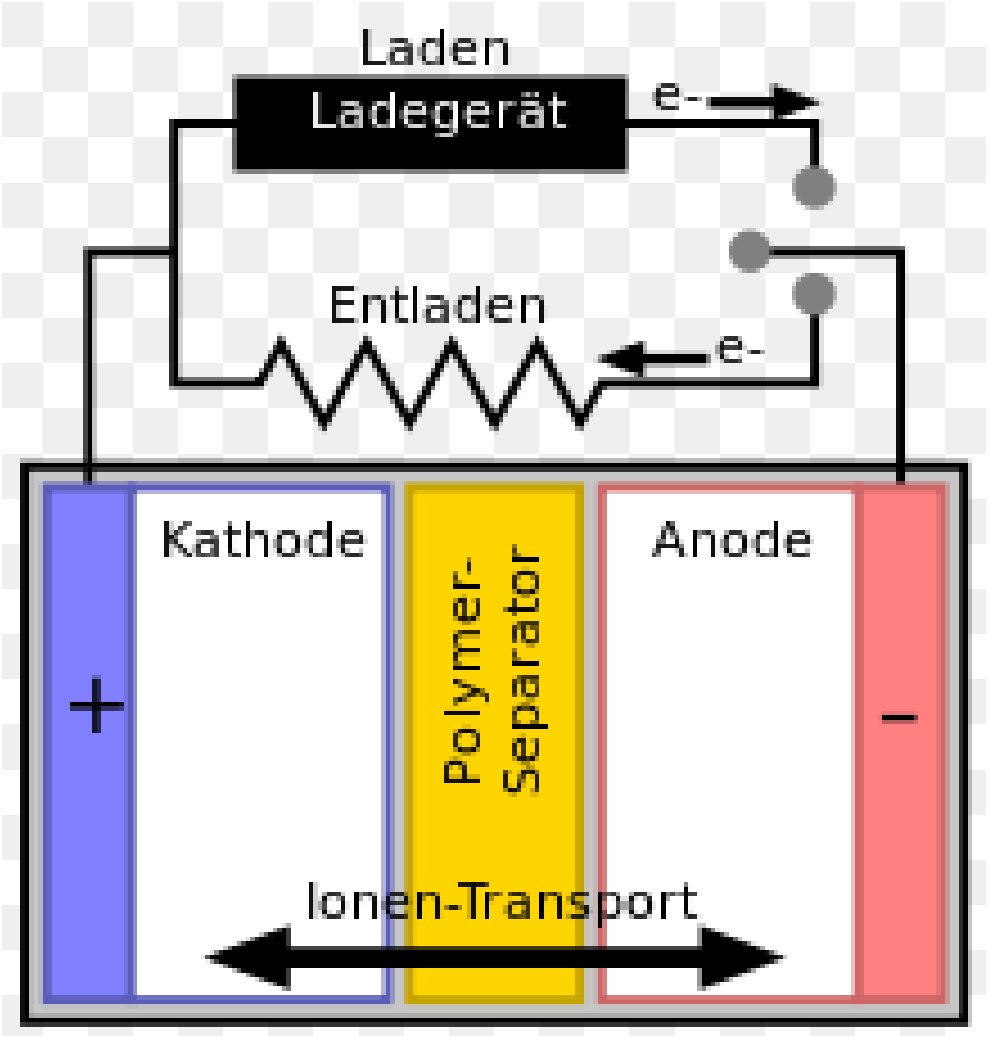
Wie hoch ist der Wirkungsgrad beim Ablassen des Wassers?

$\eta_{ges.} = \eta_{Pumpe} * \eta_{Turbine}$

$\eta_{Turbine} = \eta_{ges.} / \eta_{Pumpe} = 0{,}727 / 0{,}883 = 0{,}823$

$\eta_{Pumpe} = Wab / Wzu = 13.611\ kWh / 15.400\ kWh =$ **0,883**

Die Batterie



Ersatzstromversorgung

Ersatzstromversorgungsanlagen sichern beim Ausfall der Stromversorgung den weiteren Betrieb von wichtigen Verbrauchern. Das Ersatzstromaggregat besteht in der Regel aus einem kraftsstoffbetriebenen Motor als Antriebsmaschine und einem Generator als Stromerzeuger.

Gründe für den Einbau von Ersatzstromversorgern:

Forderung durch Gesetz oder Verordnungen
(z.B.: Krankenhäuser)

Keine zuverlässige permanente Stromversorgung vorhanden
(z.B.: Länder wie Indien, China)

Prozesse müssen zu 100 % über einen längeren Zeitraum gesichert ablaufen
(z.B.: Computerprogramme)

Anschluss an ein öffentliches Netz nur schwer möglich
(z.B.: auf hoher See)

USV – Anlagen sind sensible Verbraucher aufgeschaltet, die auch nur durch Spannungsabfälle im Sekundenbereich Probleme verursachen.

Der Strom wird dabei durch die USV – Anlage hindurchgeleitet.

In der USV befindet sich eine Batterie.

Sobald die Netzversorgung ausfällt liefert die USV – Anlage umgehend ohne Unterbrechung Strom. USV – Anlagen sind jedoch sehr kostenintensiv. Häufig werden solche Anlagen im Bereich von Rechenzentren eingesetzt.

Rechenzentrum

im Heimbereich

Bei der Ersatzstromversorgung wird bei einer Stromunterbrechung nach einem kurzen Zeitraum die verbrauchende Anlage weiter mit Strom weiter versorgt. Eine Unterbrechung ist jedoch gegeben.

Die Ersatzstromanlage kann sehr lange den Verbraucher mit Strom versorgen solange der Treibstoff für die Ersatzstromanlage vorhanden ist.

Im Gegensatz dazu liefert die USV – Anlage umgehend Strom da der Strom durch diese Anlage „hindurchläuft“. Es entsteht somit kein Abriss der elektrischen Stromversorgung.

Die USV kann jedoch nur endlich Strom liefern, sobald die Batterie entleert ist kann keine Stromlieferung mehr an den Verbraucher erfolgen.

Die USV ist im Vergleich zur Ersatzstromversorgung teurer in der Anschaffung wenn die zur Überbrückung gemessene Strommenge im Vergleich zu den Anschaffungskosten als Maßstab herangezogen wird.

Maßnahmen um Stromkosten zu sparen

Um Strom zu erzeugen werden in der Regel natürliche Ressourcen verbraucht. Daher ist die Einsparung von elektrischer Energie in jedem Unternehmen als Ziel verankert. Unternehmen werden im Rahmen der ISO 14001 zu diesem Thema zertifiziert.

Um elektrische Energie zu sparen bieten sich folgende Maßnahmen an:

- Information und Schulung der Mitarbeiter
- Keine elektrischen Verbraucher aus Standby
- Keine überdimensionierten elektrischen Anlagen (Motoren etc.)
- Keine elektrische Trocknung sondern Lufttrocknung
- Beleuchtungen mit Bewegungsmeldern

Wasser – das wichtigste Lebensmittel

Fast ¾ der Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt.

Das gesamte Wasservolumen der Erde beträgt circa 1.350 Mio. km³, davon sind:

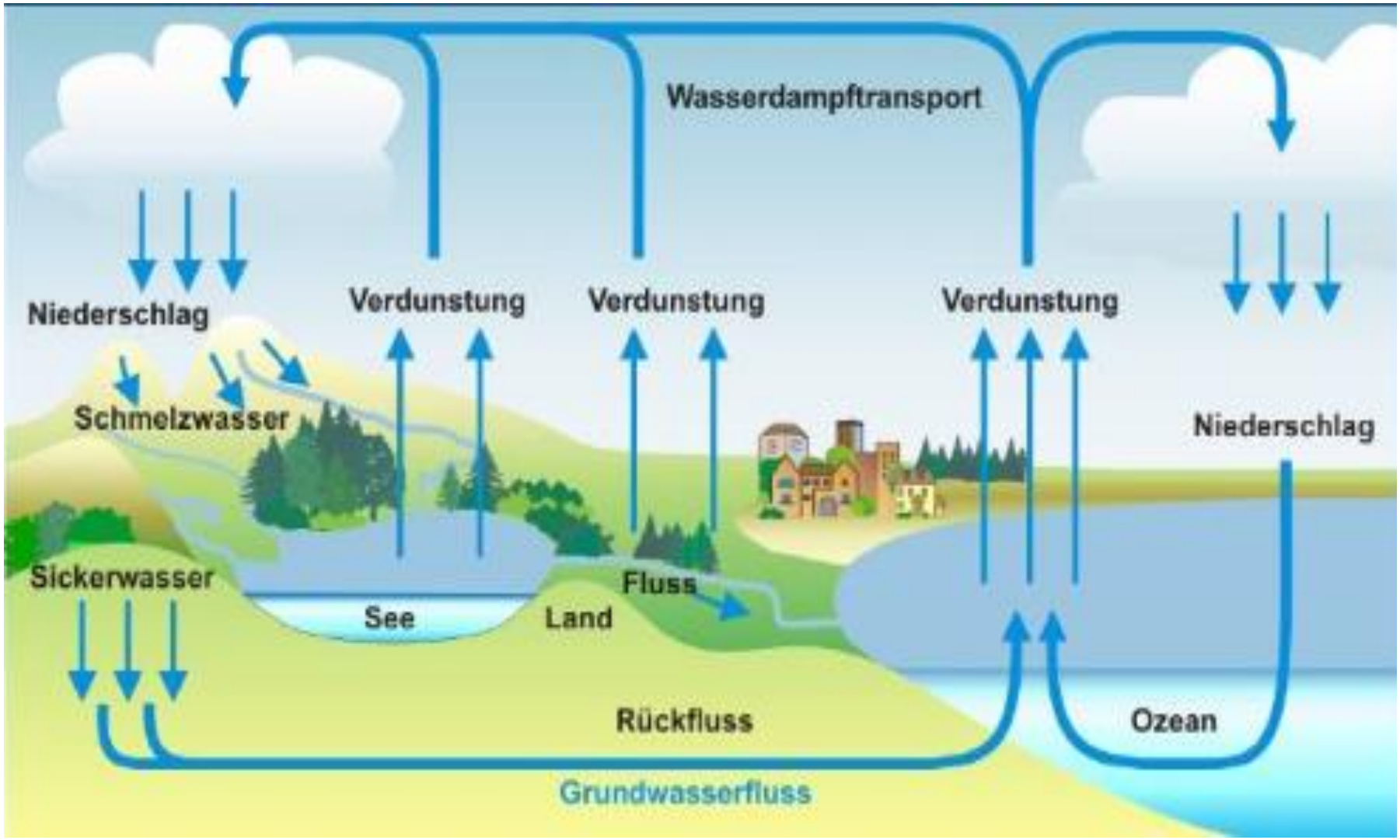
1.300 Mio. km³ Meerwasser (Salzwasser)
48 Mio. km³ Gletscher, Eis und Grundwasser (Süßwasser)
3,6 Mio. km³ Trinkwasser (nutzbares Süßwasser)

Das Trinkwasservolumen beträgt **nur 0,26 %** des Wasservolumens der Erde.

Das **Trinkwasser** in Deutschland stammt zu:

64 % aus dem Grundwasser
30 % aus dem Oberflächenwasser
7 % aus Quellwasser

Der natürliche Wasserkreislauf



Das Trinkwasser

Trinkwasser ist kostbar und nur begrenzt vorhanden.

2012 betrug der pro Kopf Verbrauch in Deutschland 127 Liter pro Tag.

Circa 75 Liter werden für die Toilettenspülung verwendet.
Circa 25 Liter werden für das Wäschewaschen verwendet.
Circa 15 Liter werden für die Körperpflege verwendet.
Circa 9 Liter werden für Putzen und Geschirrspülen verwendet.
Circa 3 Liter zum Kochen und Trinken.

(780 Mio. Menschen haben auf der Welt
keinen Zugang zu sauberen Trinkwasser.)

Das Trinkwasser

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel und kann durch nichts ersetzt werden. Die Anforderungen an das Trinkwasser sind in Deutschland gesetzlich geregelt.

Grundanforderungen an das Trinkwasser:

- Es darf keine gesundheitsschädlichen Eigenschaften haben.
- Es soll keimfrei sein.
- Es soll farblos, kühl, geruchlos und geschmacklich einwandfrei schmecken.
- Trinkwasser soll an den Übergabestellen in genügender Menge und mit ausreichendem Druck vorhanden sein.

Betriebswasser (oft auch als **Brauch-** oder als **Nutzwasser** bezeichnet) ist Wasser, das einer spezifischen technischen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder hauswirtschaftlichen Anwendung dient.

Betriebswasser ist anders als Trinkwasser nicht für den menschlichen Genuss vorgesehen.

Anforderungen an das Betriebswasser:

- Es soll mit der gewünschten Temperatur zur Verfügung stehen
- Es soll hygienisch einwandfrei sein (jedoch keine Trinkwasserqualität)
- Es soll betriebssicher und leicht zu „bedienen“ sein

Warmwasser

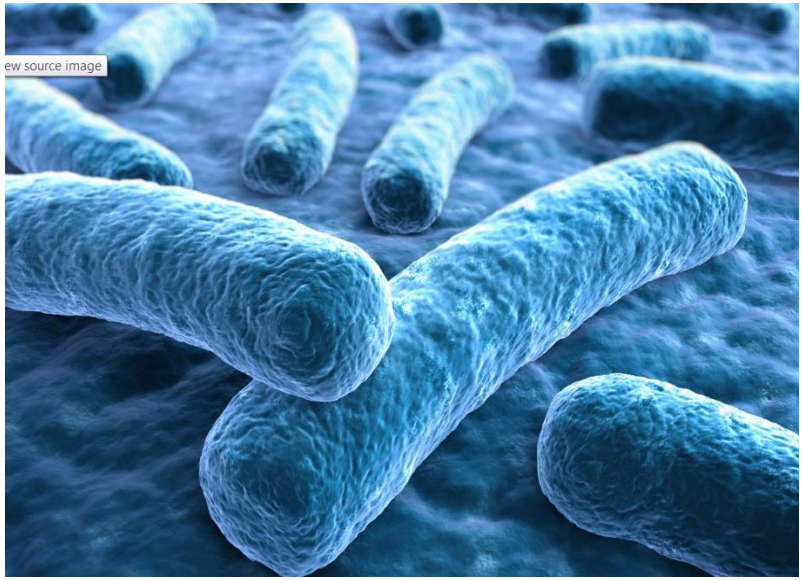
Von **Warmwasser** spricht man im Temperaturbereich von etwa 30 bis 60°C.

Warmwasser wird eingesetzt zum:

- Duschen / Waschen von Personen
- Reinigung von Materialien
- Vorbehandlung von zu lackierenden Teilen in Lackieranlagen

Das Bakterium Legionella pneumophilia wurde erstmals 1977 nachgewiesen, nachdem mehrere Teilnehmer eines Veteranenkongresses in Philadelphia (Amerikanische Legion) im Vorjahr an einer schweren Lungenentzündung erkrankten/verstarben – daher der Name Legionärskrankheit.

Die Legionärskrankheit wird durch verunreinigte Wassersysteme verbreitet und tritt weltweit auf.



Temperaturbereich	Wirkung auf die Vermehrungsrate
bis 20 °C	sehr langsame Vermehrung
ab 20 °C	Vermehrungsrate steigt
30 °C bis 45 °C	optimale Vermehrung
ab 50 °C	kaum noch Vermehrung
ab 55 °C	keine Vermehrung mehr möglich
ab 60 °C	Abtötung der Legionellen

Eine Übertragung von Legionellen ist prinzipiell durch Kontakt mit Leitungswasser möglich, wenn die Legionellen in die tiefen Lungenabschnitte gelangen.
Nicht jeder Kontakt mit legionellenhaltigem Wasser führt zu einer Gesundheits-gefährdung. Erst das Einatmen bakterienhaltigen Wassers z. B. beim Duschen, bei Klimaanlagen, durch Rasensprenger und in Whirlpools) kann zur Infektion führen.

Das Trinken von legionellenhaltigem Wasser ist für Personen mit intaktem Immunsystem keine Gesundheitsgefahr.

Eine Infektion mit Legionellen wird insbesondere mit folgenden technischen Systemen in Verbindung gebracht:

•Warmwasserversorgungen (z. B. in Wohnhäusern, Krankenhäusern, Heimen, Hotels),
•raumlufttechnische Anlagen (Klimaanlagen) und Luftbefeuchter
•Badebecken, insbesondere Warmsprudelbecken (Whirlpools)
•sonstige Anlagen, die Wasser zu Wassertröpfchen zerstäuben (beispielsweise Nebelerzeuger, Nebelbrunnen

Das Unternehmen / der Betrieb muss in der Regel nicht nur mit Wasser versorgt werden sondern das Wasser muss auch vom Betrieb entsorgt werden. In diesem Zusammenhang spricht man vom **Abwasser**.

Abwasser ist durch Gebrauch verunreinigtes Wasser, aber auch das von befestigten Flächen abfließende und gesammelte Niederschlagswasser.

Abwässer werden durch die Kanalisation gesammelt und transportiert und in Kläranlagen aufbereitet.

Maßnahmen um Wasser zu sparen

Da Wasser ein endliches Gut ist steht das Thema Einsparung von Wasser in der Regel in jedem Unternehmen als Ziel verankert. Unternehmen werden im Rahmen der ISO 14001 zu diesem Thema zertifiziert.

Um Wasser zu sparen bieten sich folgende Maßnahmen an:

- Information und Schulung der Mitarbeiter
- Aufbereitung von Abwasser zu Nutzwasser
- Auffangen von Regenwasser um dieser nach Aufbereitung als Nutzwasser zu verwenden
- Differenzierte Toilettenspülung
- Zeitlich begrenzte Duschen

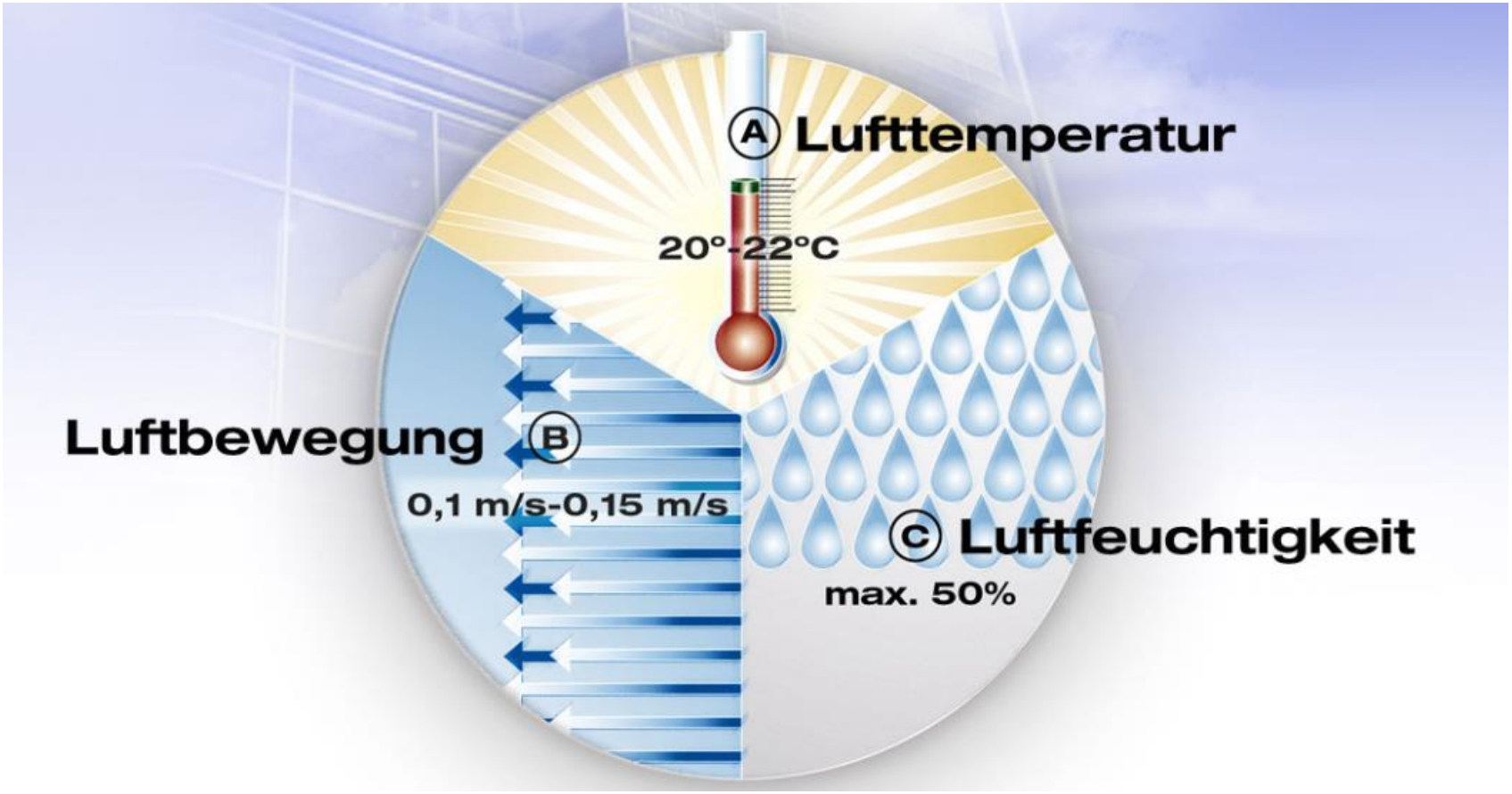
Die Raumluftversorgung

Die Lüftungs- bzw. Klimatechnik hat das Ziel, in den Räumen bzw. Gebäuden einen definierten lüftungs- bzw. klimatechnischen Zustand in Bezug auf:

- Temperatur
- Luftbewegung
- Luftfeuchtfeuchte
- und Reinheit

zu erhalten.

Optimale Bürotemperatur



Die Raumluftversorgung

Die erforderlichen Raumtemperaturen werden in der Arbeitsstättenverordnung mit Arbeitsstättenrichtlinien aus dem Jahr 2001 geregelt. Beispiele dafür sind:

Bei sitzenden Arbeiten, die leichte körperliche Arbeit beinhalten, muss die Raumtemperatur mindestens 20° C betragen.

Stehende Tätigkeiten mit mittlerer körperlicher Arbeit erfordern eine Raumtemperatur von über 17° Celsius

Die Raumluftversorgung

Nach Funktion und Wirkungsweise von lufttechnischen Anlagen wird unterschieden in:

Frei Lüftung:
Der Luftwechsel erfolgt nur durch Temperaturunterschiede oder Wind. Es erfolgt keine Luftaufbereitung

Einfache Lüftungsanlagen:
Es erfolgt ein zwangsweiser Luftwechsel durch Ventilatoren

Lüftungsanlagen mit zusätzlicher Luftbehandlung:
Heizen, Kühlen, Befeuchten, Trocknen

Klimaanlagen:
Wie Lüftungsanlagen mit zusätzlicher Luftbehandlung jedoch automatisch nach vorgegebenen Werten

Industrielle Absaugung:
Es erfolgt die Absaugung von Gasen, Rauch, Staub, Dämpfen und Spänen

Lufttechnische Sonderanlagen:
Reinluftanlagen, Klimaprüfräume

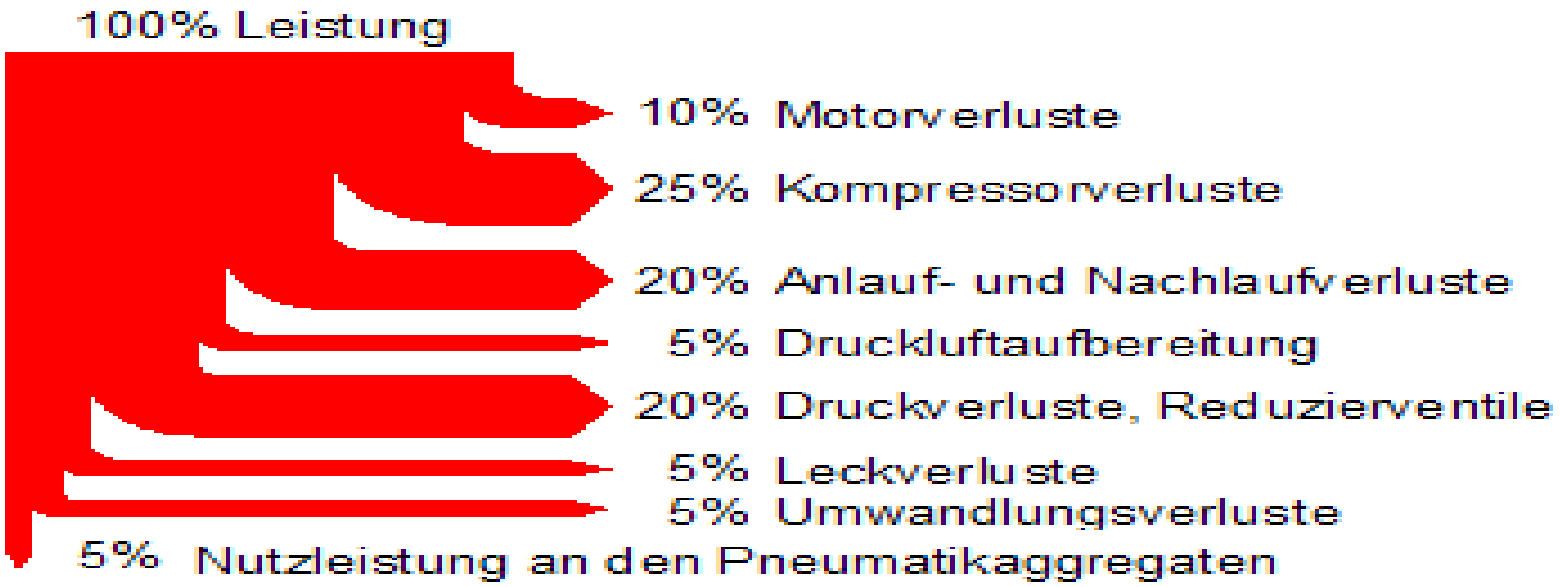
Druckluft, umgangssprachlich auch **Pressluft**, bezeichnet komprimierte Luft. Sie dient verschiedenen Zwecken:

- als Energieträger
  beispielsweise zum Betrieb von Druckluftbremsen bei Schienenfahrzeugen oder zum Antrieb von Maschinen unter Tage im Bergbau
- zur Signalübertragung (ähnlich dem elektrischen Strom) in explosionsgefährdenden Bereichen
- zur Reinigung
- als Atemgas
- zur Kühlung
  (Druckluft kühlt bei Entspannung ab und hat dann eine kühlende Wirkung)

Bei der Anwendung von Druckluft ist zu beachten:

Druckluft aus allen Arten von ölgeschmierten, verdichtenden Kompressoren enthält Öl, und ist deshalb ohne Aufbereitung / Filtration nicht für hochreine Anwendungen geeignet.

Obwohl Druckluft eine extrem treuere Energieform ist, wird sie wegen ihrer hohen Flexibilität und ihres breiten Anwendungfeldes sehr oft eingesetzt.



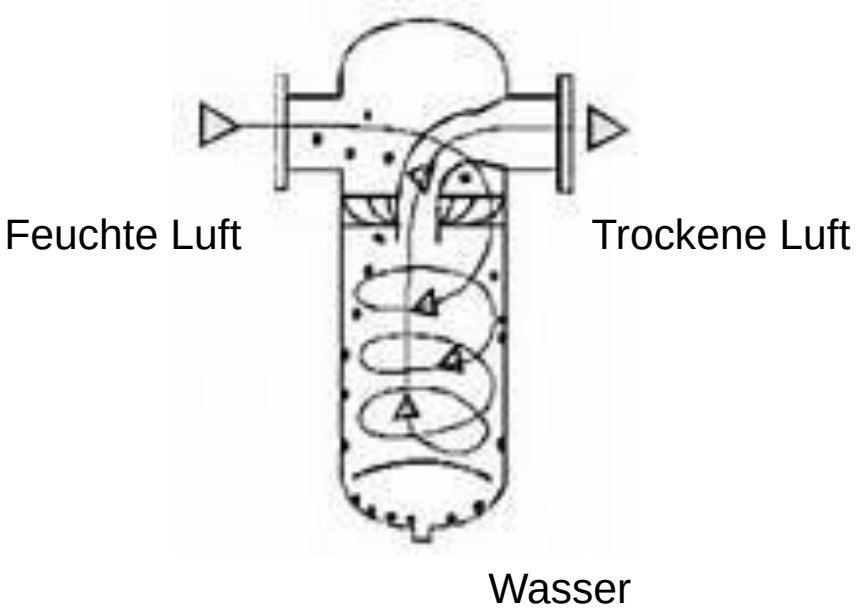
Das heißt, circa 95 Prozent der Energie „gehen verloren“ bevor diese an den gewünschten Pneumatikaggregaten wie Schrauber etc. „ankommt“.

Drucklufttrockung:

Bei der Ansaugung und Verdichtung der Luft wird die Feuchte der Luft erhöht, sodass die Luft mit Wasserdampf angereichert wird.

Dieses Wasser kann sich auf alle nachfolgenden Bauteile (wie Rohrleitungen) und den Endverbraucher negativ auswirken. Der größte Teil davon kann mit Hilfe von Kondensatabscheidern und Bindung durch Trockenmittel entfernt werden.

Die Lufttrocknung wird in der Regel (aus Kostengründen) nur in großen Druckluftsystemen eingesetzt.

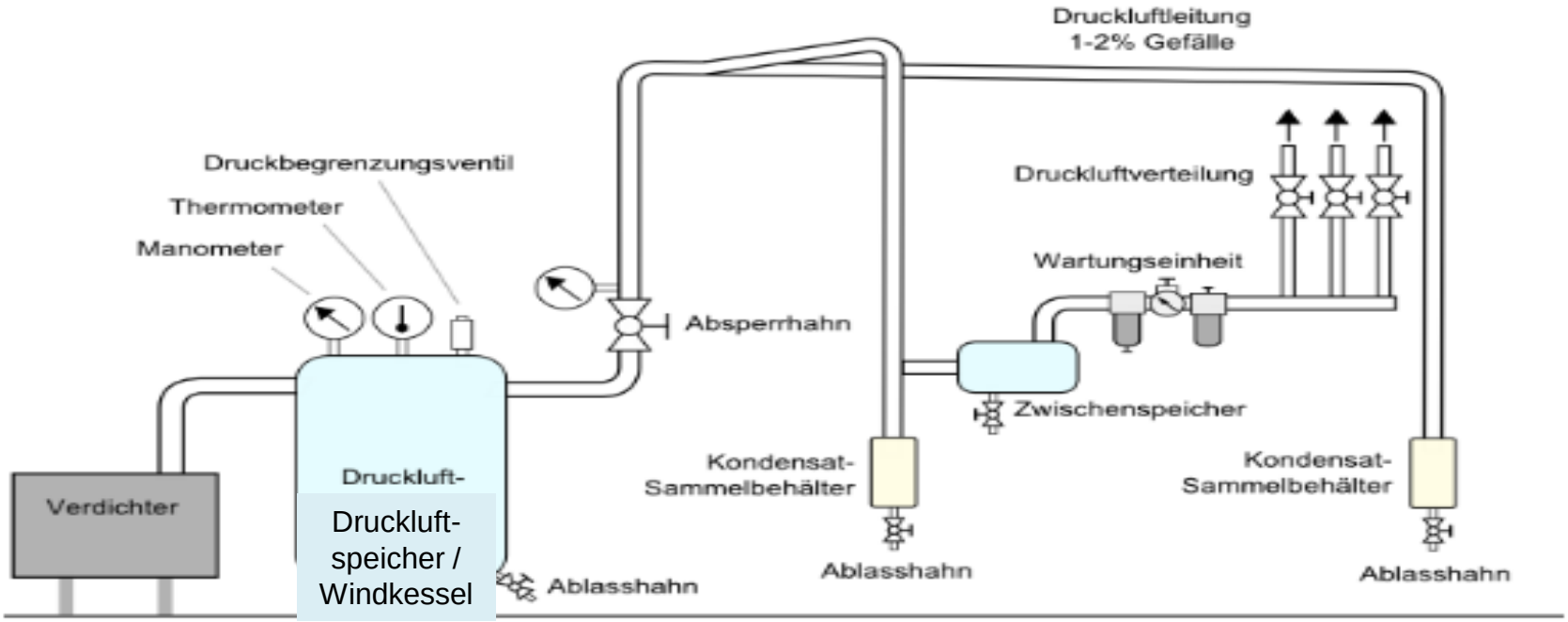


Die Druckluftversorgung – der Windkessel

Ein **Windkessel** ist ein Druckluftbehälter in (Pumpen-) und Druckluftanlagen, der zur Speicherung und zum Ausgleich von Druckschwankungen erforderlich ist und somit einen gleichmäßigen Betriebsdruck gewährleistet. Er wird vorzugsweise direkt nach dem Druckerzeuger eingebaut.

In Druckluftanlagen ist ein nützlicher Nebeneffekt eines Windkessels die Vorabscheidung von Kondensat aus der Druckluft, das bereits flüssig vorliegt oder durch die Abkühlung der Druckluft anfällt.

Das Druckluftversorgungssystem



Das System arbeitet ohne einen Lufttrockner. Wichtig ist das die Ablasshähne für die Feuchtigkeit am unteren Punkt liegen und die Druckluftleitungen ein Gefälle in Richtung Ablasshahn haben damit sich immer in Richtung Ablasshähne bewegt.

Verlegen von Druckluftleitungen

Beim Verlegen der Druckluftleitungen ist zu beachten, dass diese immer ein leichtes Gefälle in Richtung Wasserablasshahn haben. Damit wird gewährleistet, dass kein Wasser in den Leitungen „stehen bleibt“ und zu Rost oder sonstigen Beschädigungen in den Leitungen oder Stelleinheiten führt.

Die Druckluftleitungen sollten nie innerhalb der Wände geführt werden um Leckagen schnell erkennen und ggf. abdichten zu können.

Dabei sind folgende Parameter sind beim Dimensionieren der Querschnittsfläche von Druckluftleitungen zu berücksichtigen:

- Erforderliche Durchflussmenge
- Zulässiger Druckverlust
- Erforderlicher Betriebsdruck
- Anzahl der Drosselstellen

Vorteile der zentralen Druckluftversorgung:
(Die Druckluft wird an einer Stelle im Betrieb erzeugt und von da aus verteilt)

- Niedrigere Installations- und Energiekosten
- Geringer Platzbedarf
- Einfache Betriebsüberwachung
- Niedrigere Kosten für Wartungs- und Inspektionsarbeiten

Nachteile der zentralen Druckluftversorgung:

- Der Druck ist im gesamten System gleich (kein optimales Anpassen an den Verbraucher möglich)
- Der Ausfall eines Systemelementes (Kompressor) führt zum Komplettausfall des Druckluftsystems
- Hoher Druckverlust durch lange Leitungswege

Vorteile der dezentralen Druckluftversorgung:
(Die Druckluft wird an mehreren Stellen im Betrieb erzeugt, nahe den Verbrauchern)

- Optimale Anpassung des Kompressors an die jeweilige Betriebssituation bzw. dem Verbraucher
- Im Störfall nur bereichsweiser Ausfall der Versorgung gegeben und kann ggf. durch die anderen Drucklufterzeugungsstellen kompensiert werden
- Geringe Leitungsverluste durch geringe Leitungslängen

Nachteile der dezentralen Druckluftversorgung:

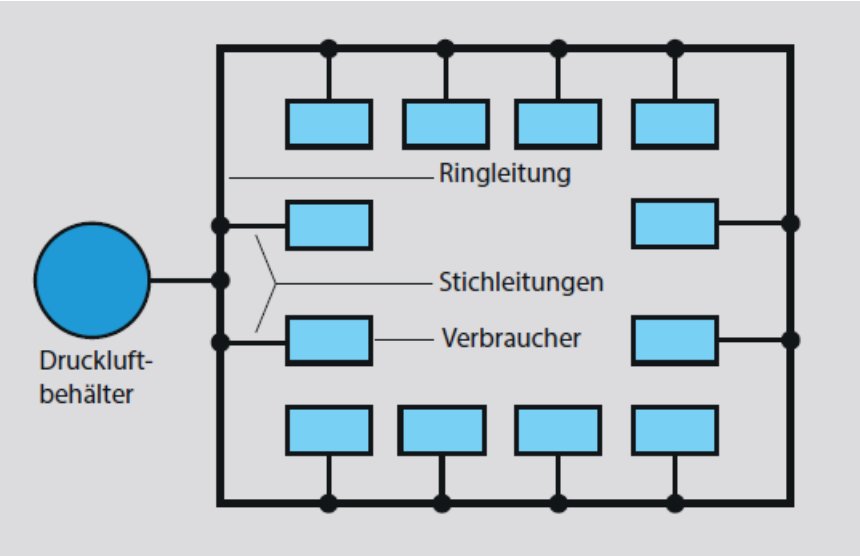
- Hohe Kosten für mehrere erforderliche Systemelemente (Kompressoren)
- Hoher Wartungsaufwand

Maßnahmen um Druckluft zu sparen

- Mitarbeiter schulen
- Dezentrale Drucklufterzeugung (kurze Leitungen)
- Keine überdimensionierten Kompressoren einsetzten
- Permanente Überprüfung des Leitungsnetzes auf Leckagen

Die Leckagesuchkamera Leak-shooter erfasst Druckluftleckagen mit einem Ultraschallsensor, das Messsignal wird farbig auf dem Bildschirm angezeigt und ist auch als Rauschen im Kopfhörer festzustellen.

Das Ringleitungssystem



Für die Art der Leitungsverlegung sind die betrieblichen Anforderungen maßgebend. Bevorzugt wird meist ein **Ringleitungssystem**.

Die einzelnen Entnahmestellen werden dann über Stichleitungen angeschlossen.

An den tiefsten Stellen des Verteilernetzes sollten Kondensatabscheider eingebaut werden, um Öl-, Wasser- und Schmutzreste abscheiden zu können.

Zentrale Gasversorgung:

Bei einer zentralen Gasversorgung werden die einzelnen Verbrauchsstellen eines Betriebes über ein Rohrleitungsnetz versorgt. Das Gas wird je nach Bedarf aus dem zentralen Gasspeicher

- einer Flaschenbatterie
- einer Flaschenbündelbatterie
- einer Tankanlage

über die Verteilerleitung den Entnahmestellen zugeführt.

Energieanlagen:

Bei den auf dem Betriebsgelände betriebenen Anlagen zur Verteilung und Anwendung von Gasen der öffentlichen Gasversorgung – fast ausnahmslos Erdgas – handelt es sich um Energieanlagen im Sinne des Energiewirtschaftgesetzes.

Für die Gasversorgung mit Industriegasen gibt es zwei Möglichkeiten:

Die Flaschen- und die Bündelversorgung:

Für Arbeitsgase (zum Schweißen) sind in vielen Fällen Flaschenbatterien oder Bündelbatterieanlagen die geeignete Gasversorgung.

Manuelle Umschaltvorrichtungen ermöglichen den unterbrechungsfreien Betrieb auch während des Flaschen- oder Bündelwechsels.

Flaschenbatterie

Bündelbatterieanlage

Energieanlagen bestehen aus:

- der Anschlussleitung an das Gasversorgungsunternehmen
- den Gasdruckregel- und messanlagen in der Übergabestation
- den erdverlegten und oberirdischen Gastransport- und Verteilungsleitungen des Werknetzes

Jede in Betrieb befindliche Gasanlage ist in gewissen wiederkehrenden Zeitabständen, unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse und Betriebserfahrungen zu prüfen.

Diese Überprüfungsarbeiten sind von Fachfirmen bzw. sachkundigen Mitarbeitern des Betriebs durchzuführen.