



ENERGIE

ENERGIETRÄGER



Primärenergie /
Energieträger



Sekundärenergie

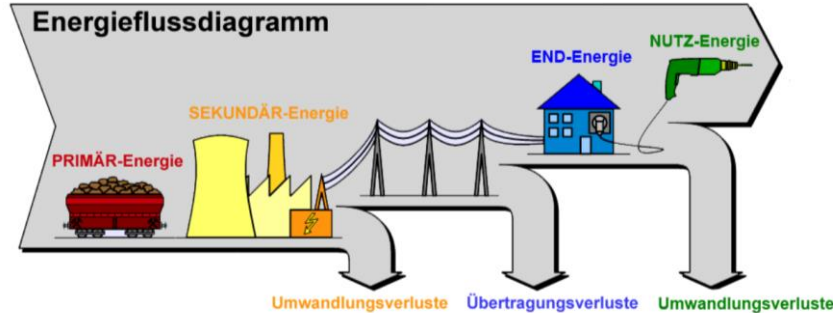


Endenergie



Nutzenergie

ENERGIETRÄGER: PRIMÄRENERGIE



- ursprünglich vorkommende Energieform bzw. Energiequelle
- Energie von noch nicht weiterverarbeitenden Energieträgern
- Materie oder Masse
- physikalische Einheit: kg

natürliche Vorkommen:
Steinkohle, Braunkohle,
Erdöl, Wasser, Wind,
Kernbrennstoffe,
Solarstrahlung

Aufbereitung /
Umwandlung

Sekundärenergie

ENERGIETRÄGER – NATÜRLICH VORKOMMENDE MATERIALIEN



natürlicher Energieträger - Sonne



nukleare Energieträger – natürlich vorkommende
Schwermetalle

- Uran
- Thorium



fossile Energieträger – ursprünglich organische
Materialien

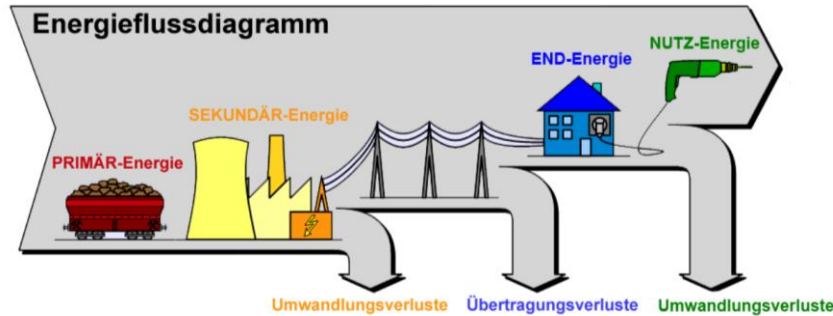
- Steinkohle
- Braunkohle
- Torf
- Erdgas
- Erdöl



regenerative Energieträger

- Mais
- Miscanthus
- Geothermie
- Gezeitenkraft

ENERGIETRÄGER: SEKUNDÄRENERGIE



- nach dem Umwandlungsprozess entstandene Energieform – kann vom Verbraucher genutzt werden
- physikalische Einheit: Nm, J

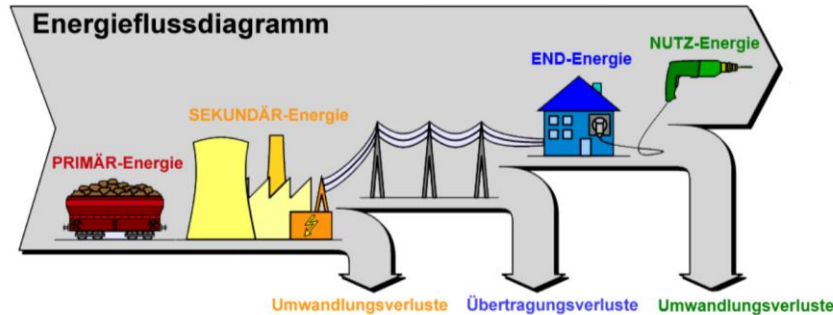
natürliche
Vorkommen:
Steinkohle,
Braunkohle,
Erdöl, Wasser,
Wind,
Kernbrennstoffe,
Solarstrahlung

Strom
Gas
Heizöl
Kraftstoff
Brikett
Biogas

Transport

Endenergie

ENERGIETRÄGER: ENDENERGIE



- steht dem Verbraucher nach Abzug von Transportverlusten zur Verfügung
- physikalische Einheit: Nm, J

natürliche
Vorkommen:
Steinkohle,
Braunkohle,
Erdöl, Wasser,
Wind,
Kernbrennstoffe,
Solarstrahlung

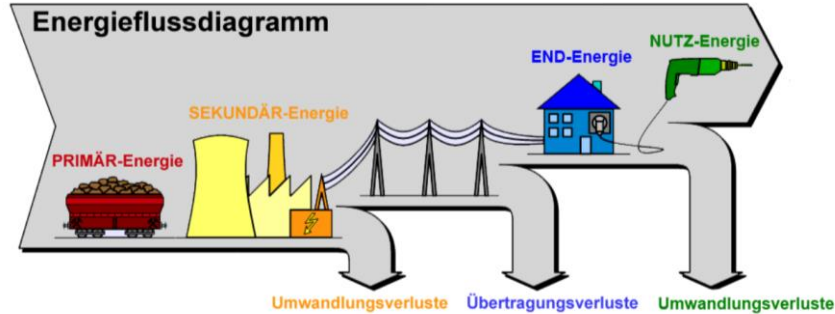
Strom
Gas
Heizöl
Kraftstoff
Brikett
Biogas

Heizöl im Tank
Strom in der Steckdose

Umwandlung

Nutzenergie

ENERGIETRÄGER: NUTZENERGIE



- zur Verfügung stehende Energie nach Umwandlung durch Verbraucher
- Befriedigung von Bedürfnissen
- physikalische Einheit: Nm, J

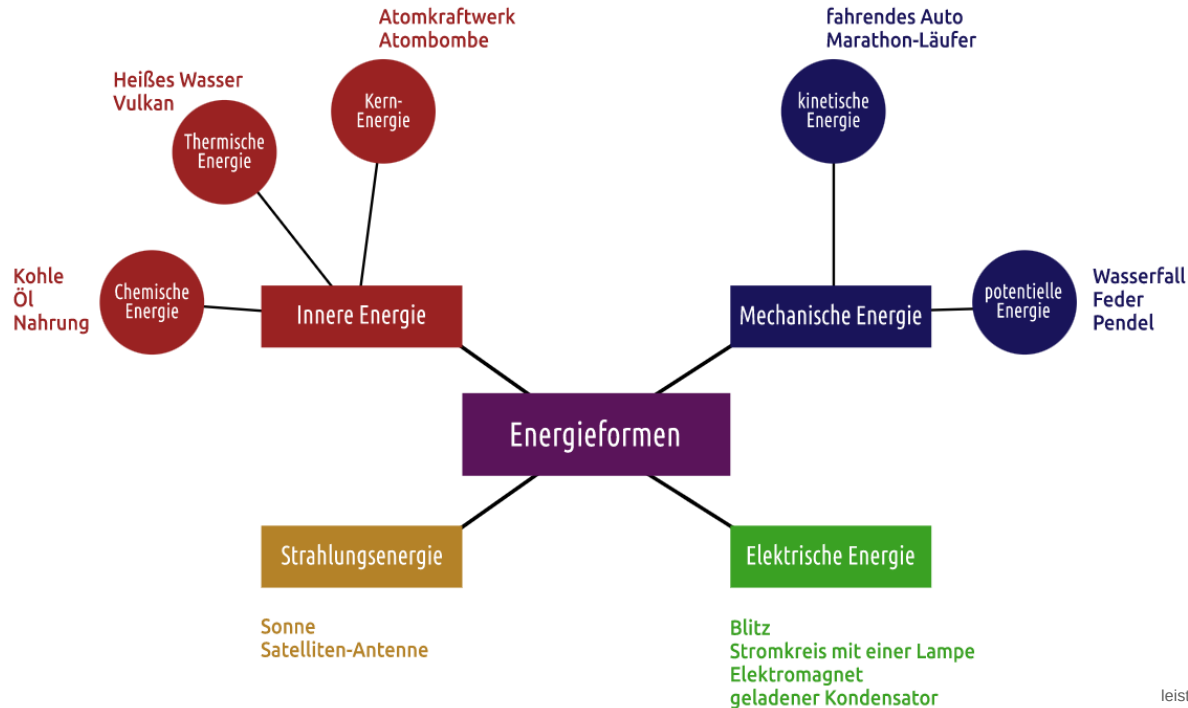
natürliche
Vorkommen:
Steinkohle,
Braunkohle,
Erdöl, Wasser,
Wind,
Kernbrennstoffe,
Solarstrahlung

Strom
Gas
Heizöl
Kraftstoff
Brikett
Biogas

Heizöl im
Tank
Strom in der
Steckdose

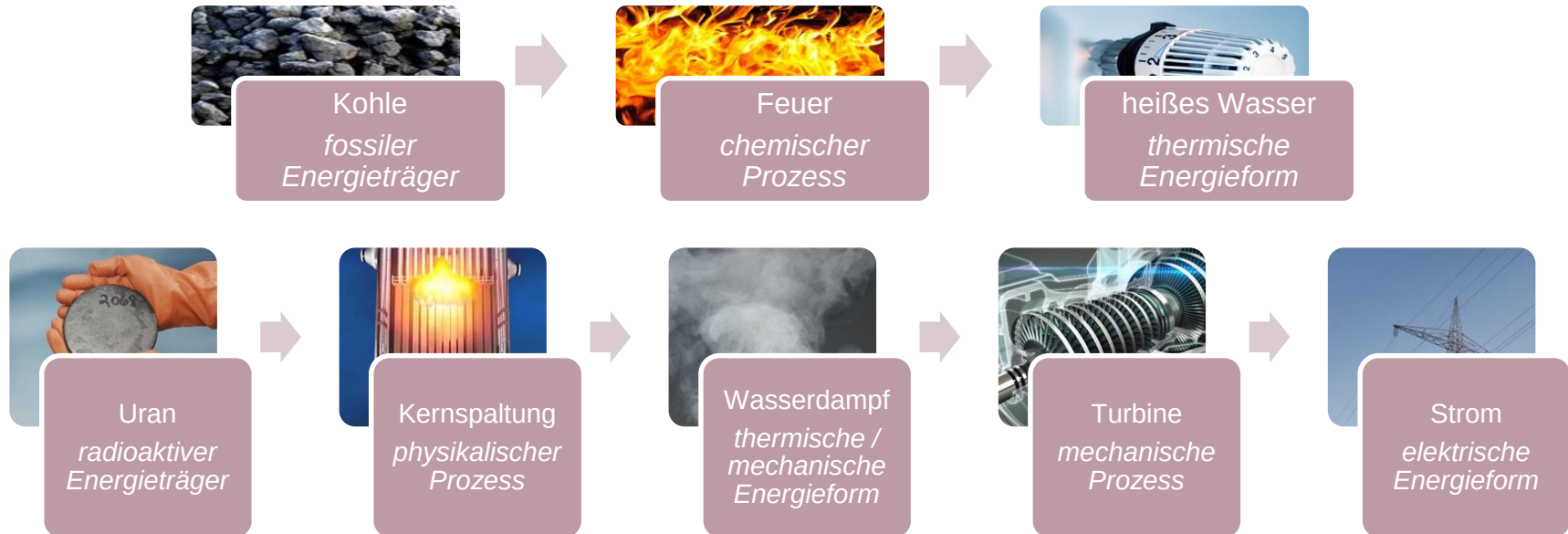
Wärme,
Kälte,
Licht,
mechanische Arbeit,
Schallwellen

ENERGIEFORMEN



ENERGIETRÄGER UND ENERGIEFORMEN

Energieträger sind Materialien. Durch einen chemischen oder physikalischen Prozess entsteht eine Energieform, die sich technisch nutzen lässt. Diese Energieform lässt sich wandeln.

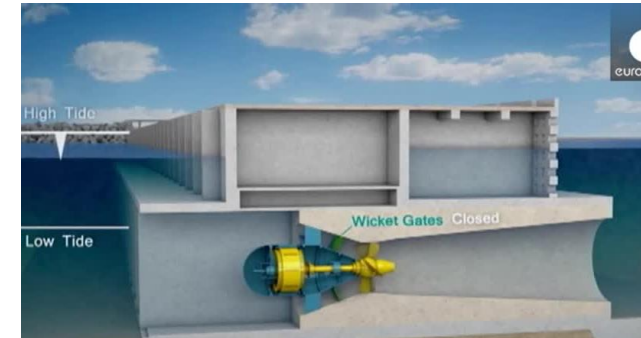


NATÜRLICH VORHANDENE ENERGIEFORMEN

Neben den Energieträgern, die erst durch einen chemischen oder physikalischen Prozess thermische Energieform erzeugen, gibt es natürlich vorhandene Energieformen, die sich technisch nutzen lassen. Der Prozess der Energiewandlung hat vorher stattgefunden. Diese Energieformen sind dadurch entstanden, dass an anderen Stellen Energieträger wirken, beispielsweise die Kernfusion (physikalischer Prozess) auf der Sonne.

Dazu zählen:

- Windenergie
- Wasserkraft
- Sonnenenergie (Wärme und Licht)
- Gezeiten (Tidenhub)



ENERGIEDICHTE

Energieträger weisen eine Energiedichte auf.

Die Energiedichte ist die Verteilung von Energie E auf eine bestimmte Größe X .

Am häufigsten wird sie verwendet als Maß für Energie pro

- Raumvolumen eines Stoffes $\rightarrow \text{J/m}^3$ (kWh/kg)
- pro Masse eines Stoffes $\rightarrow \text{J/kg}$ (kWh/m³)

$$\omega = \frac{dE}{dX}$$



fossile Energieträger



regenerative Energieträger

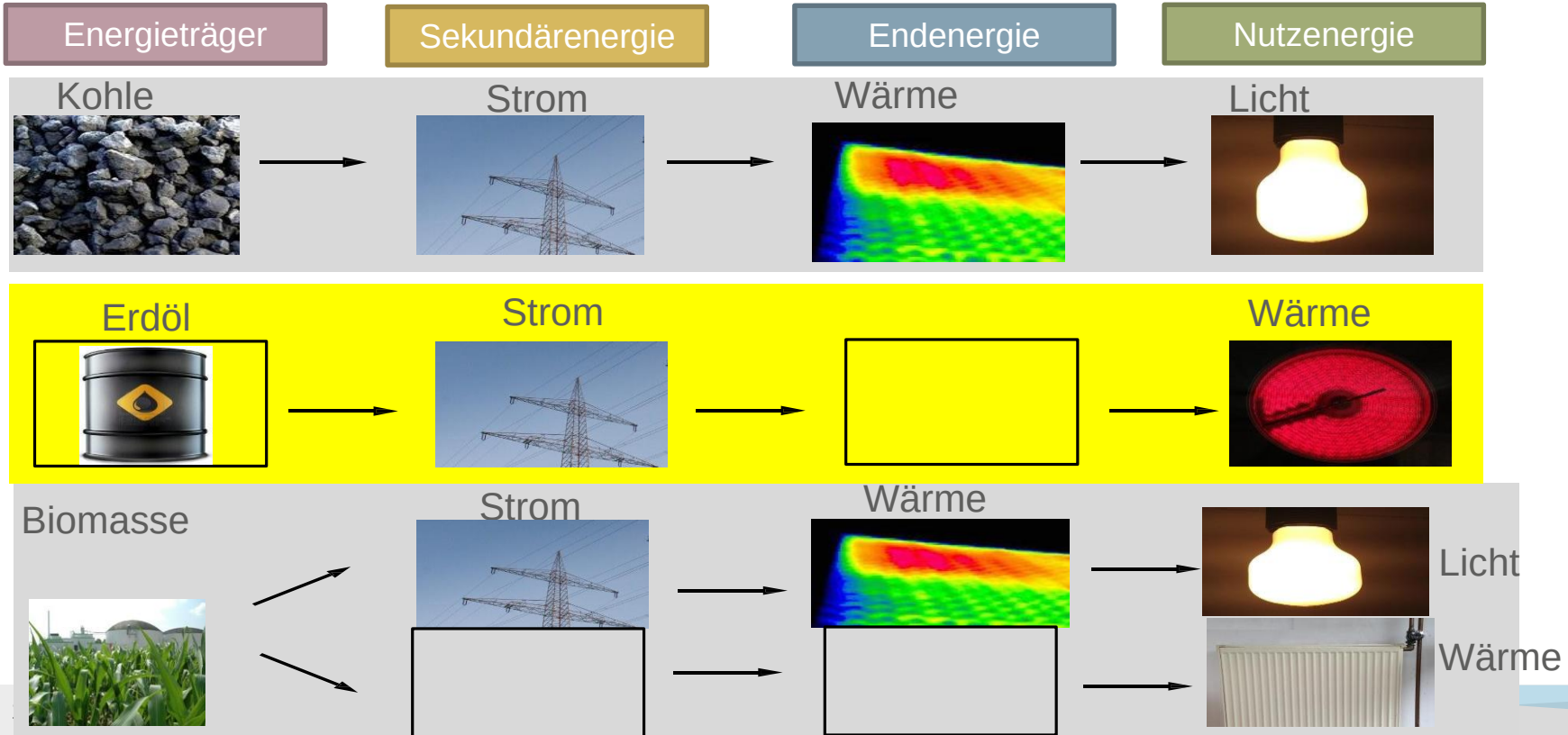
WANDLUNG VON ENERGIE

Beispiele für die Wandlung von Energieformen

Glühlampe:	Elektrische Energie	→	Strahlungs- und therm. Energie
Gasheizung:	Chemische Energie	→	Thermische Energie
Kohlekraftwerk:	Chemische Energie	→	Thermische und elektr. Energie

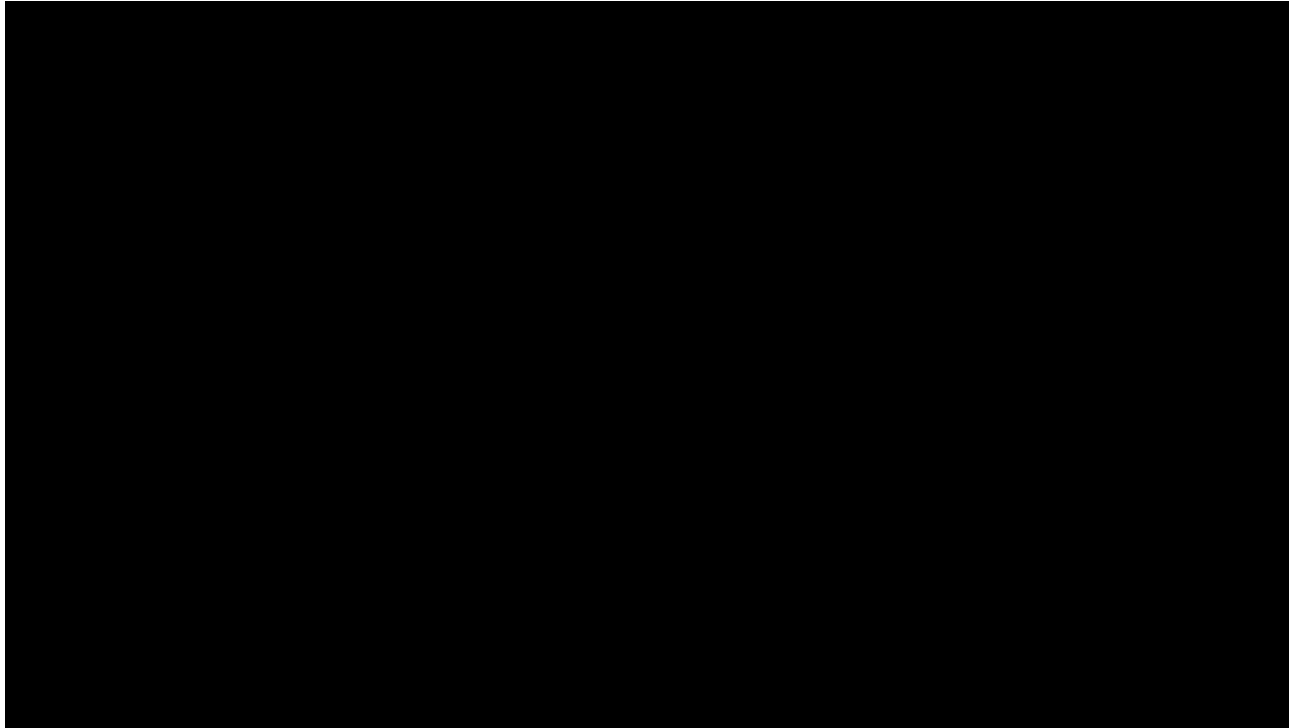
Die Wandlung von Energie ist grundsätzlich mit Verlusten verbunden, wobei Energie nicht verloren gehen kann. Die Verluste stehen nur nicht mehr nutzbar zu Verfügung. Beispielsweise erzeugt ein Elektromotor nicht nur mechanische Leistung, sondern gibt auch Wärme an die Umgebung ab.

BEISPIELE FÜR PROZESSE DER ENERGIEWANDLUNG





ENERGIEWANDEL MIT EINER DAMPFMASCHINE



<https://youtu.be/AnvQYJwd6jE>,
Zugriff am 16.05.2022

DAMPFMASCHINE

Stationäre Antriebe



Lokomotiven



Lokomobile



Dampfschiffe



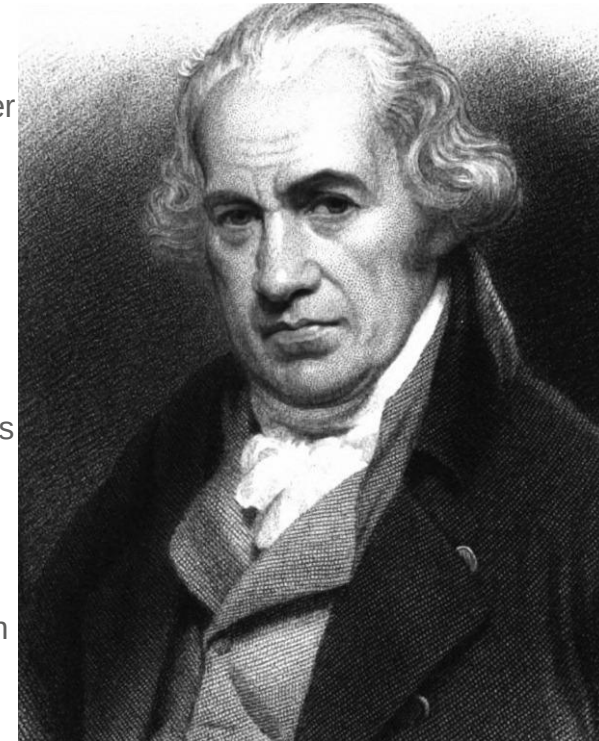
JAMES WATT

James Watt wurde 1736 in Schottland geboren. Er lässt sich zum Instrumentenbauer ausbilden und erhält die Möglichkeit, auf dem Gelände der Universität Glasgow eine Werkstatt zu eröffnen. Er wird von der Universität beauftragt, ein Labormodell der Newcomen Dampfmaschine zu verbessern.

James Watt entwickelt das Konzept eines getrennten Dampfkondensators, um das ständige Abkühlen und Wiederaufheizen des Zylinders zu verhindern. James Watt lernt Matthew Boulton kennen und sie gründen das Unternehmen Boulton & Watt.

James Watt steigert den Wirkungsgrad der Dampfmaschine durch die Einführung des doppelten Arbeitshubs, bei dem auch der Kolbenrücklauf durch Dampfdruck erfolgt. Er verbessert die Dampfmaschine durch die Entwicklung des Fliehkraftreglers, die Drosselung der Dampfzufuhr zur Drehzahlsteuerung, und die Fernsteuerung der Drossel durch den Maschinenführer.

Die neue Technik führt zur Industrialisierung in Großbritannien. Aus den Heimwerkern werden Fabrikarbeiter. James Watt stirbt 1819 bei Birmingham. Die physikalische Einheit für Leistung (W) ist nach ihm benannt.



JAMES WATT UND DIE DAMPFMASCHINE



FUNKTIONSPRINZIP DAMPFMASCHINE

Abb. 1 Wirkungsweise einer Dampfmaschine

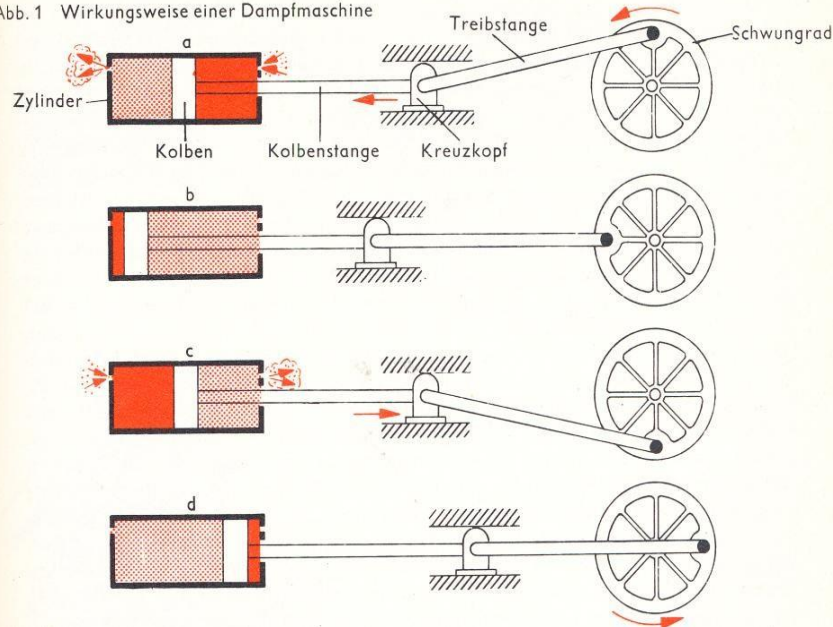


Abb. 2 Wirkungsweise eines Flachschiebers

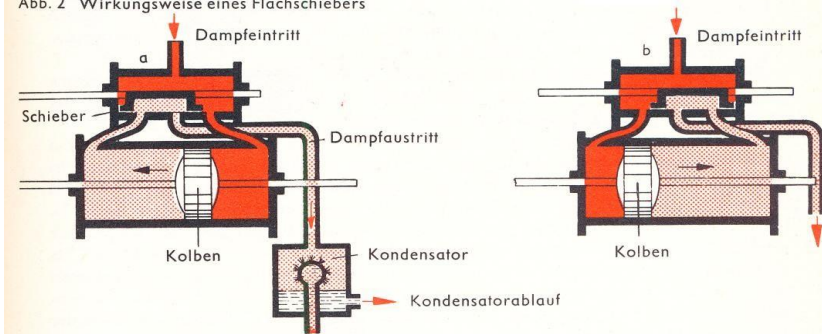
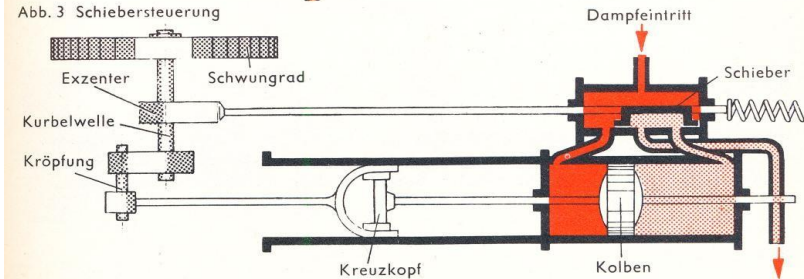


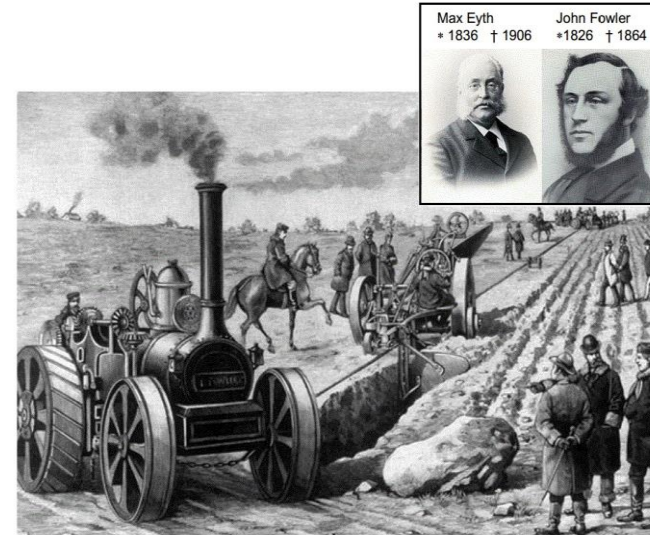
Abb. 3 Schiebersteuerung



DAMPFMASCHINEN IN DER LANDTECHNIK



Dampftraktor mit
Scheibenpflug

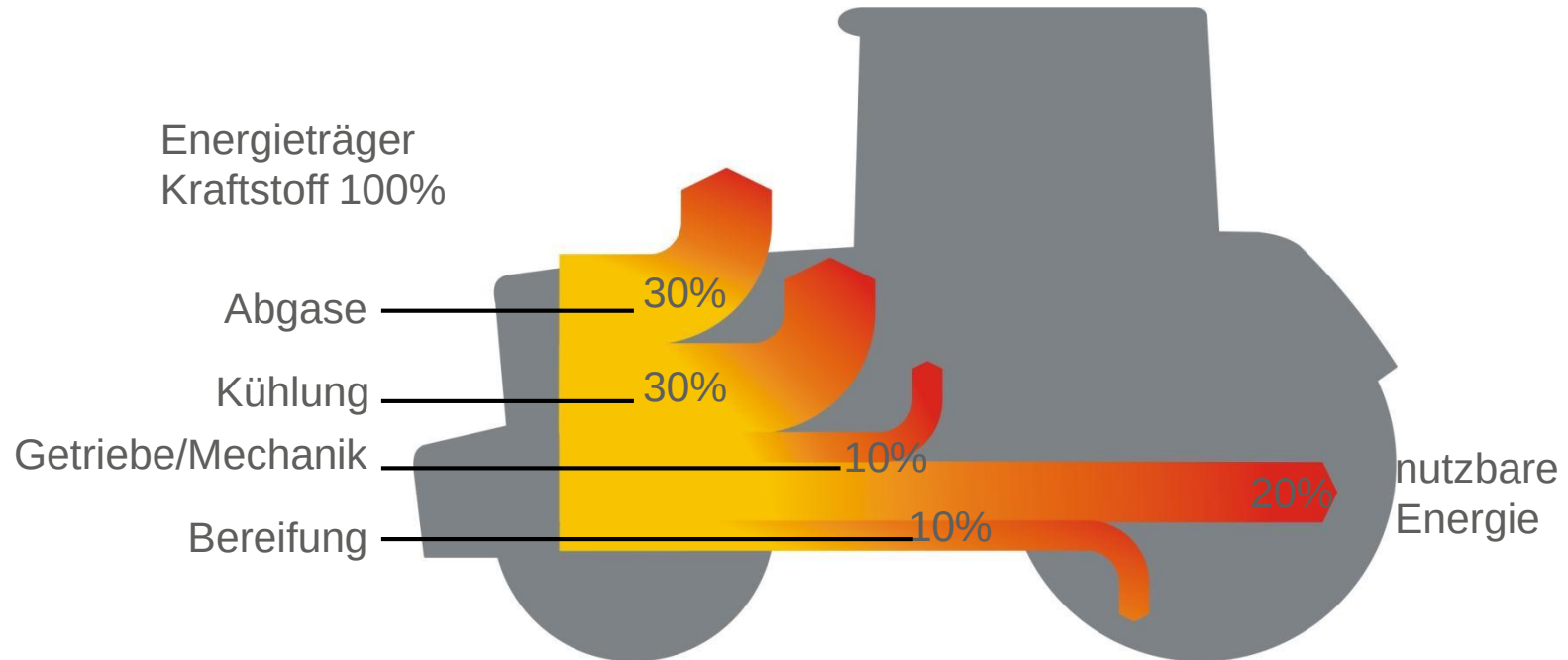


Lokomobil mit
Pflug

DAMPFPFLÜGEN

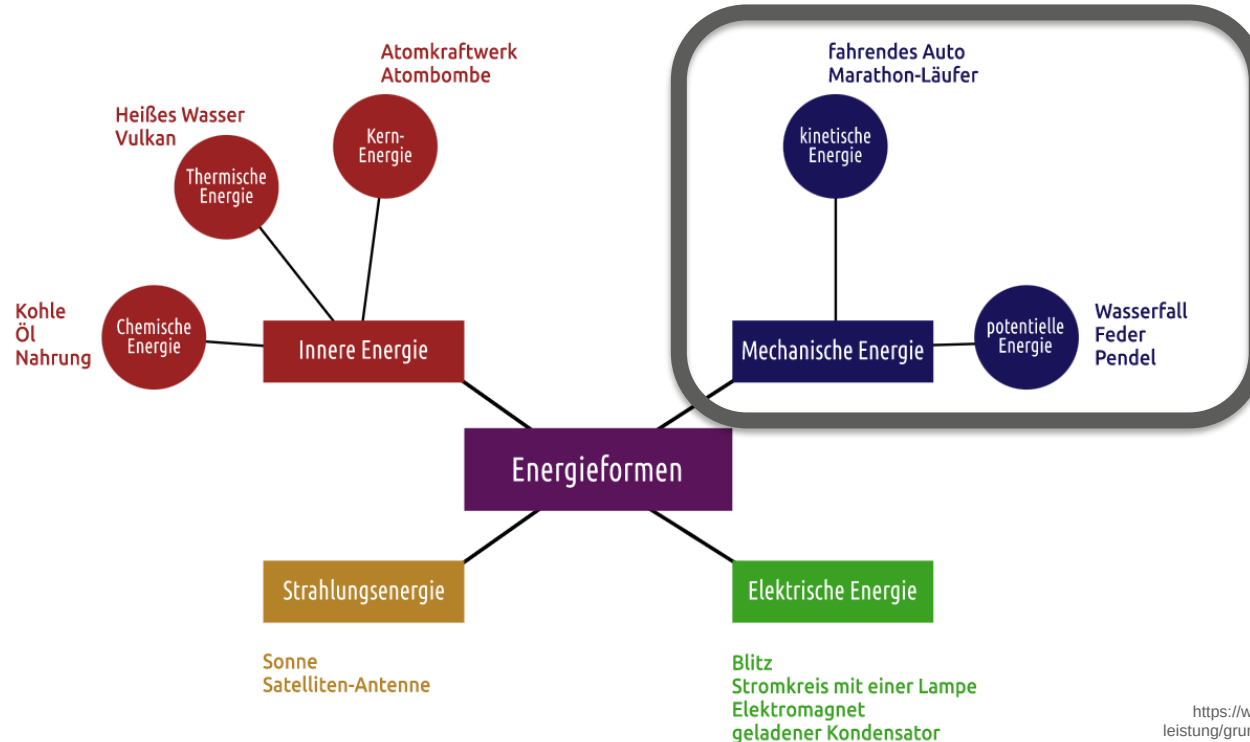


ENERGIEBILANZ AM TRAKTOR



für die Aufteilung wurden grobe Richtwerte angenommen, die aus den verschiedensten Quellen stammen

ENERGIEFORMEN



WAS IST ENERGIE?

- Formelzeichen E
- Einheit Joule (J)
- verschiedenen Formen
 - potentielle Energie
 - kinetische Energie
 - Spannenergie
 - elektrische Energie
 - chemische Energie
 - thermische Energie
- Begriffsbedeutung in der Mechanik: Stärke bestimmter Wirkungen
- wird benötigt, um Vorgänge ablaufen zu lassen → „Treibstoff“

Ein Körper oder ein System besitzt Energie, wenn er oder es direkt oder indirekt in der Lage ist, einen anderen Körper oder sich selbst

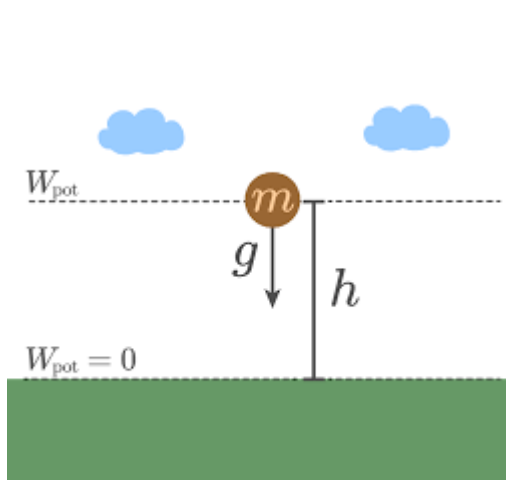
- zu verformen
- zu erwärmen
- schneller zu machen

können ineinander umgewandelt werden

POTENTIELLE ENERGIE - LAGEENERGIE

- Lageenergie – Körper befindet sich oberhalb des Erdbodens
- $1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ kg} \times \text{m}^2 / \text{s}^2$

→ Der Körper besitzt eine potentielle Energie von 1 J, wenn sich der Körper mit einer Masse 0,1 kg an einem Ort mit dem Ortsfaktor 10 N/kg in einer Höhe von 1 m über dem Erdboden befindet.



$$E_{\text{pot}}(\text{J}) = m(\text{kg}) \times g\left(\frac{\text{N}}{\text{kg}}\right) \times h(\text{m})$$

E_{pot} = potentielle Energie (J)
 m = Masse (kg)
 g = Ortsfaktor (N/kg)
 h = Höhe (m)



F_G

KINETISCHE ENERGIE - BEWEGUNGSENERGIE

- Körper bewegt sich, somit besitzt er Energie → Zustand sich bewegendender Objekte
- Möglichkeit, dass der Körper mechanisch arbeitet
- kann in andere Energieformen umgewandelt oder auf andere Objekte übertragen werden
- Entstehung: Umwandlung von anderen Energieformen
- Geschwindigkeit ist ein Anzeichen für die Stärke von kinetischer Energie

$$E_{kin}(J) = \frac{1}{2} \times m(kg) \times v\left(\frac{m}{s}\right)^2$$

E_{kin} = kinetische Energie (J)

m = Masse (kg)

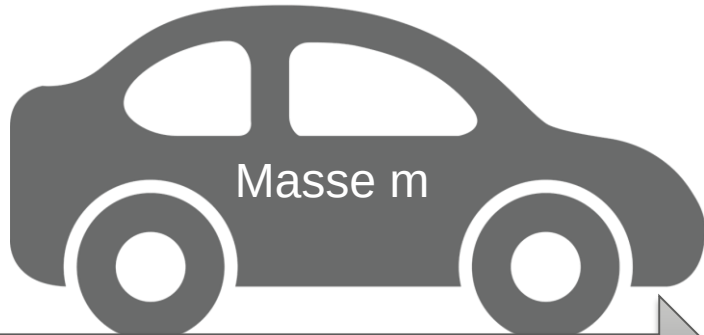
v = Geschwindigkeit (m/s)

Translationsenergie



KINETISCHE ENERGIE - TRANSLATIONSENERGIE

$$E_{kin}(J) = \frac{1}{2} \times m(kg) \times v^2\left(\frac{m}{s}\right)$$



Geschwindigkeit v

Beschleunigungsarbeit
durch Verbrennung
100 km/h bei 1000 kg
 $E_{kin} = 386 \text{ kJ}$

Abbremsen =
Energiefreisetzung:
Reibung, Wärmung,
Verformung
100 km/h bei 1000 kg
 $E_{kin} = 386 \text{ kJ}$

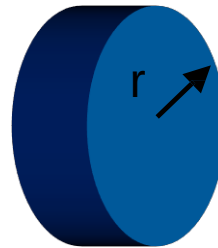
KINETISCHE ENERGIE - BEWEGUNGSENERGIE

- Körper bewegt sich, somit besitzt er Energie → Zustand sich bewegendes Objekte
- Möglichkeit, dass der Körper mechanisch arbeitet
- kann in andere Energieformen umgewandelt oder auf andere Objekte übertragen werden
- Entstehung: Umwandlung von anderen Energieformen

$$E_{rot}(J) = \frac{1}{2} \times I \times \omega^2$$

E_{rot} = Rotationsenergie (J)
 I = Trägheitsmoment (kg x m²)
 ω = Winkelgeschwindigkeit

Rotationsenergie



Trägheitsmoment einer Scheibe

$$I = \frac{1}{2} \times m \times r^2$$

I = Trägheitsmoment (kg x m²)
 m = Masse (kg)
 r = Radius (m)

SPANNENERGIE

- die Energie, die ein Körper aufgrund seiner Spannung besitzt
- „elastische Energie“
- je größer die Federkonstante, desto größer die Spannenergie
- je größer die Längenänderung, desto größer die Spannenergie

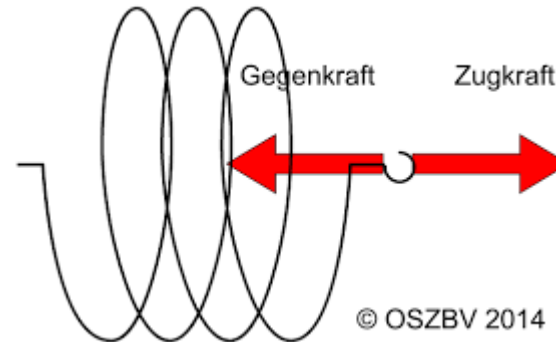


$$E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \times D \times s^2$$

E_{Spann} = Spannenergie (J)

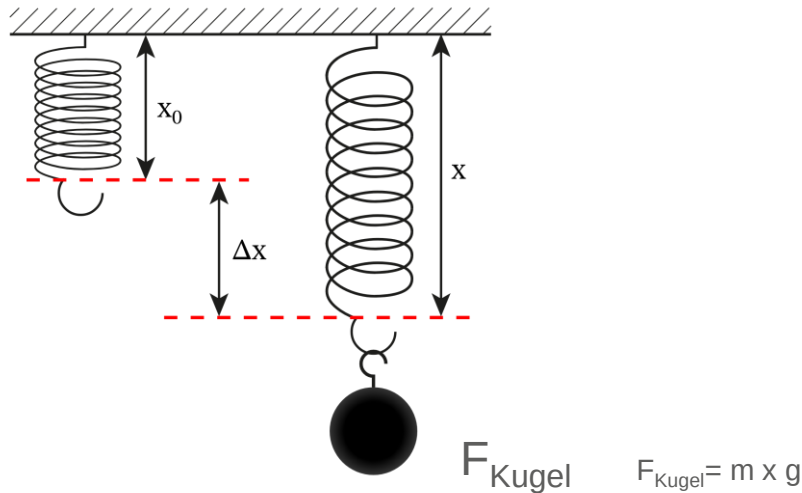
D = Federkonstante

s = Federweg (Längenänderung)



SPANNENERGIE – FEDERKONSTANTE D / HOOKESCHE GESETZ

- Quotient aus Kraftzunahme und Längenzunahme ist konstant
- Zusammenhang wird durch das Hookesche Gesetz beschrieben



Hookesche Gesetz

Wirkung einer Kraft auf elastische Körper

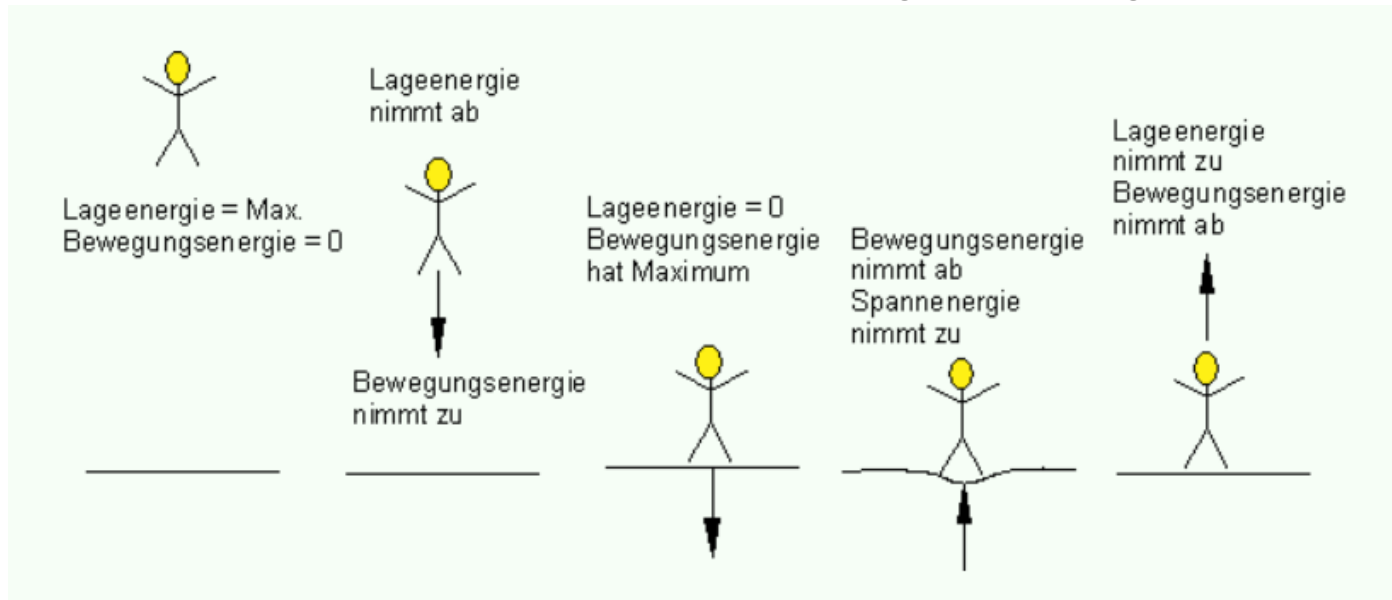
$$D = \frac{\text{Kraftänderung}}{\text{Längenänderung}} = \frac{F - F_0}{x - x_0} = \frac{\Delta F}{\Delta x}$$

verkürzte Form:

$$F = D \times x$$

ENERGIEERHALTUNGSSATZ

In einem abgeschlossenen System kann die Gesamtenergie, die sich aus unterschiedlichen Energieformen zusammensetzt, weder vermehrt noch vermindert werden. Energie kann nur umgewandelt werden.

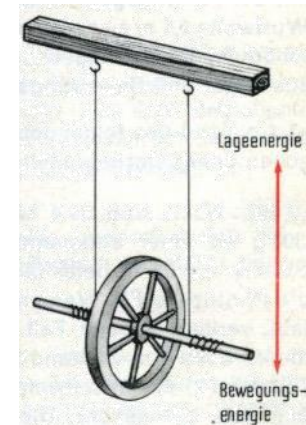


<https://www.lehrer.uni-karlsruhe.de/~za1880/Phys8c/ZusammenEnergie2%20001.jpg>

ENERGIEERHALTUNGSSATZ

In einem abgeschlossenen System kann die Gesamtenergie, die sich aus unterschiedlichen Energieformen zusammensetzt, weder vermehrt noch vermindert werden. Energie kann nur umgewandelt werden.

$$E_{rot} + E_{pot} + E_{kin} = const.$$



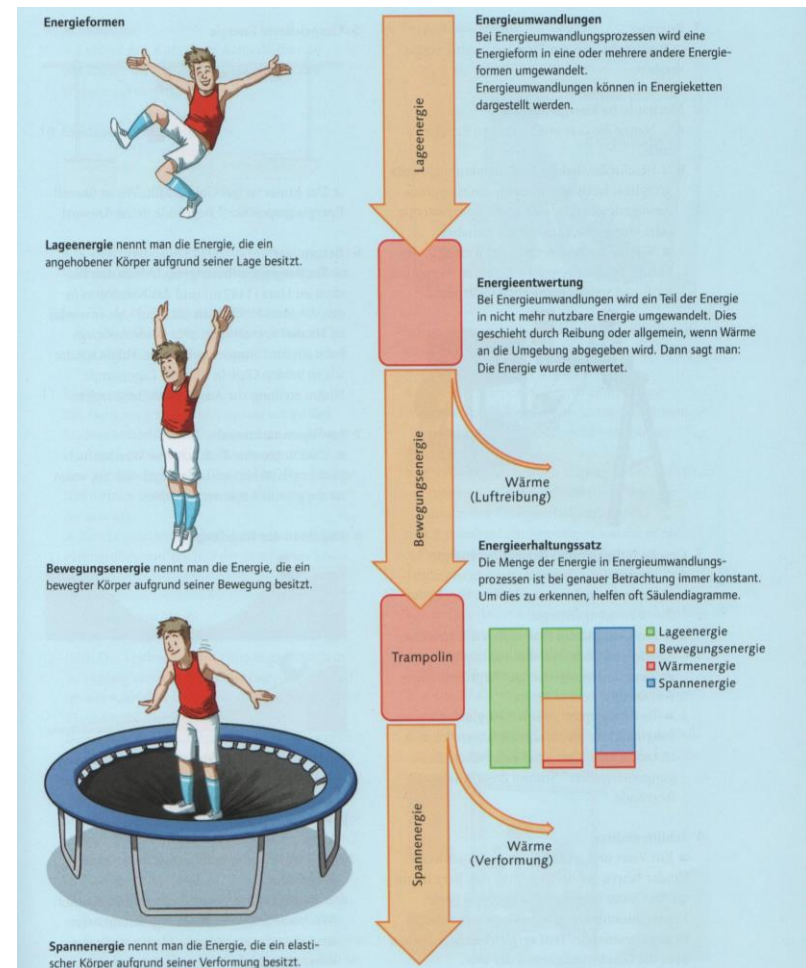
Maxwellsches
Rad

ENERGIEERHALTUNG

Beim Energietransport,
bei der Energieübertragung oder
bei der Energieumwandlung
geht keine Energie verloren und kommt keine Energie hinzu!

→ Wärmeenergie → wenn ein Körper langsamer wird, gibt er
Wärme an einen anderen Körper ab.

→ Energieentwertung: ein anderer Körper nimmt innere Energie zu



ENERGIEERHALTUNG

1. Hauptsatz der Thermodynamik

Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik ist eine besondere Form des Energieerhaltungssatzes der Mechanik. Er sagt aus, dass Energien ineinander umwandelbar sind, aber nicht gebildet, bzw. vernichtet werden können.

2. Hauptsatz der Thermodynamik

Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik macht eine Aussage über die Richtung der Energieübertragung bei Vorgängen. Wärme geht niemals von selbst von einem Körper niedriger Temperatur zu einem Körper höherer Temperatur über.





ENERGIE - AUFGABE

Ein Stein mit einer Masse von 10 kg fällt in einen Brunnen. Nach exakt 4s berührt der Stein die Wasseroberfläche.

Wie tief ist der Brunnen?

$h =$ m

Welche Geschwindigkeit hat der Stein beim Aufprall auf die Wasseroberfläche?

$v =$ m/s

ENERGIE - AUFGABE

Ein Stein mit einer Masse von 10 kg fällt in einen Brunnen. Nach exakt 4s berührt der Stein die Wasseroberfläche.

Welche potenzielle Energie hatte der Stein bezüglich der Wasseroberfläche?

$E_{\text{pot}} =$	kJ
--------------------	-------------

Welche kinetische Energie hatte der Stein beim Aufprall auf die Wasseroberfläche?

$E_{\text{kin}} =$	kJ
--------------------	-------------



ARBEIT

ARBEIT BEI MECHANISCHEN VORGÄNGEN

Mechanische Arbeit wird verrichtet, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt oder verformt wird.

- beschreibt einen Vorgang oder Prozess aus der Mechanik
- physikalische Arbeit entspricht genau der zugefügten oder entnommenen Energiemenge → Energietransfer
- Prozessgröße W , Einheit J oder Nm
- berechnet oder aus einem Kraft-Weg-Diagramm ermittelbar

Arbeit und Drehmoment haben beide die Einheit [Nm]. Arbeit ist ein skalare Größe, Drehmoment ein Vektorprodukt. Arbeit und Drehmoment lassen sich nicht ineinander umrechnen.

$$W = F \times s$$

W = Arbeit (J, Nm)

F = Kraft

s = Weg (m)

Reibarbeit

Hubarbeit

Dehnungsarbeit

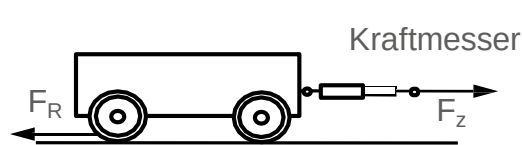
Beschleunigungsarbeit

REIBARBEIT

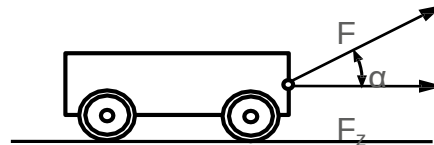
- Reibungskräfte wirken auf einen bewegten Körper → Bewegung wird gehemmt
- Umwandlung von mechanischer Energie in thermische Energie

$$W_R = F_R \times s$$

W_R = Reibungsarbeit (Nm)
 F_R = Reibungskraft (N)
 s = Wegstrecke (m)



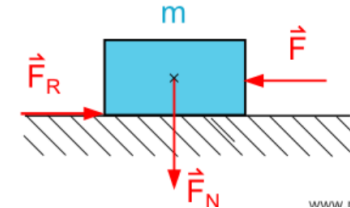
Arbeit einer Zugkraft



Projektion der Kraft auf die
Bewegungsrichtung

$$F_R = F_N \times \mu$$

F_R = Reibungskraft (N)
 F_N = Normalkraft (N); ($m \times g$)
 μ = Reibungszahl (dimensionslos)



HUBARBEIT

- durch eine Kraft wird ein Körper gehoben
- gegen die Erdanziehungskraft Kraft aufwenden → rechtwinklig zur Erdoberfläche

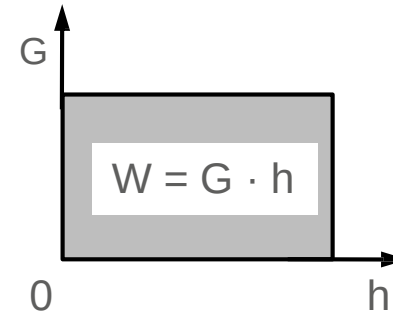
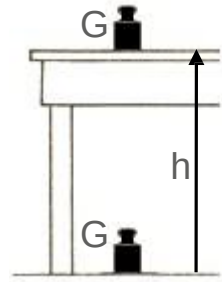
$$W_H = m \times g \times h = G \times h$$

W_H = Hubarbeit (Nm)

m = Masse (kg)

g = Erdbeschleunigung (Erde $9,81 \text{ m/s}^2$)

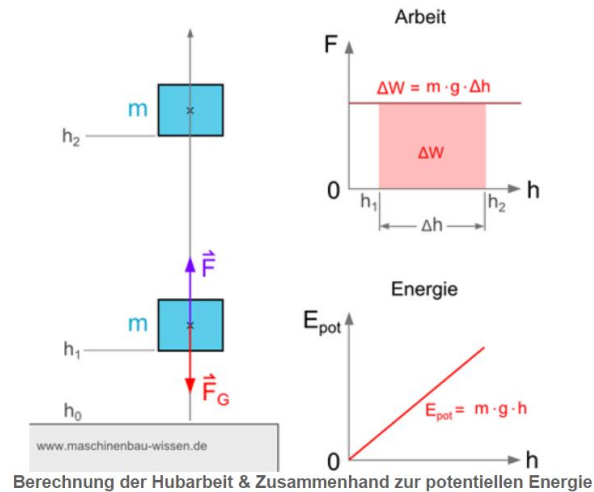
h = Hubweg (m)



Arbeitsdiagramm für konstante Kraft

HUBARBEIT

- durch eine Kraft wird ein Körper gehoben
- gegen die Erdanziehungskraft Kraft aufwenden → rechtwinklig zur Erdoberfläche



$$W_H = m \times g \times h = F_G \times h$$

W_H = Hubarbeit (Nm)

m = Masse (kg)

g = Erdbeschleunigung (Erde $9,81 \text{ m/s}^2$)

h = Hubweg (m)

$$W_H = \Delta E_{pot}$$

DEHNUNGSARBEIT / VERFORMUNGSARBEIT

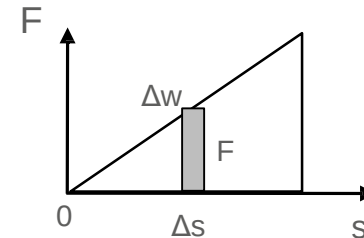
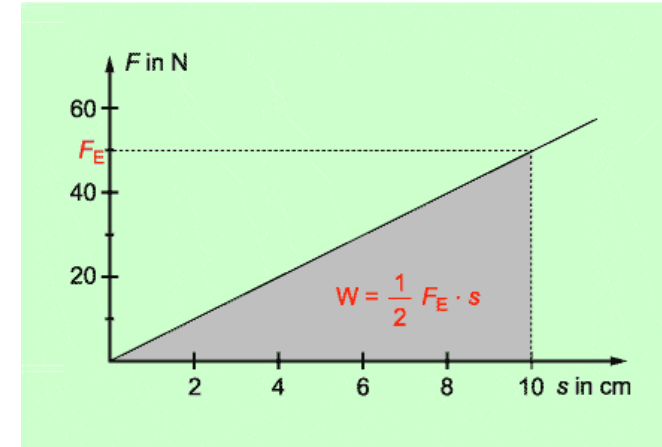
- eine auf einen Körper wirkende Kraft verursacht eine Formänderung
- Dehnungsarbeit einer elastischen Feder
- Federspannarbeit

$$W = \frac{1}{2} \times F_E \times s$$

$$F_E = D \times s$$

$$W = \frac{1}{2} \times D \times s^2$$

Die zur Dehnung notwendige Kraft ist proportional zum Federweg. In diesem Fall ist der Mittelwert vom Endwert der Spannkraft F anzusetzen.



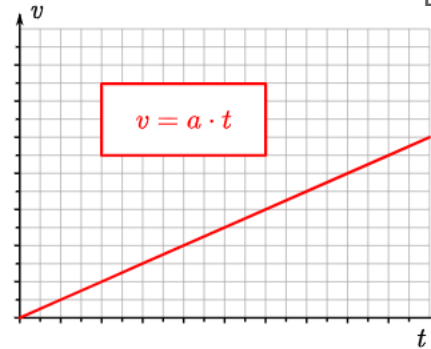
BESCHLEUNIGUNGSARBEIT

- Körper wird durch eine Kraft beschleunigt
- Kraft ist konstant
- Kraft wirkt in Richtung des Weges

$$W_B = F \times s$$
$$F = m \times a$$
$$W_B = m \times a \times s$$

W_B = Beschleunigungsarbeit
 F = beschleunigende Kraft
 m = Masse (kg)
 a = Beschleunigung des Körpers

Zeit–Geschwindigkeit-Gesetz der gleichmäßig beschleunigte Bewegung

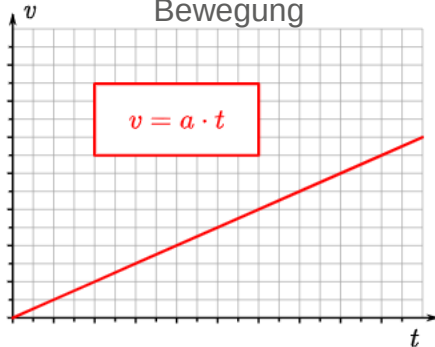


$$a = \frac{v}{t}$$

a = Beschleunigung des Körpers
 v = Geschwindigkeit (m/s)
 t = Zeit (s)

BESCHLEUNIGUNGSARBEIT

Zeit–Geschwindigkeit-Gesetz der
gleichmäßig beschleunigten
Bewegung



$$a = \frac{v}{t}$$

a = Beschleunigung des Körpers

v = Geschwindigkeit (m/s)

t = Zeit (s)

Definition der gleichmäßig beschleunigten Bewegung

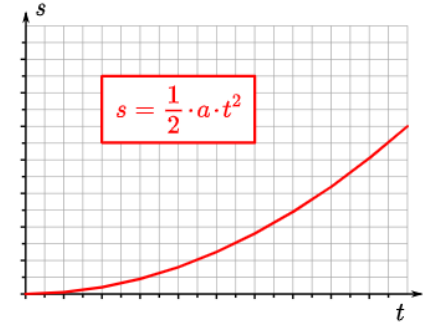
Eine Bewegung heißt gleichmäßig
beschleunigt, wenn die
Beschleunigung einen konstanten Wert
hat $\rightarrow a = \text{konstant}$

$$W_B = m \times a \times s$$

$$W_B = m \times \frac{v}{t} \times \frac{1}{2} \times \frac{v}{t} \times t^2$$

$$W_B = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Zeit-Ort-Gesetz der gleichmäßig
beschleunigten Bewegung





LEISTUNG

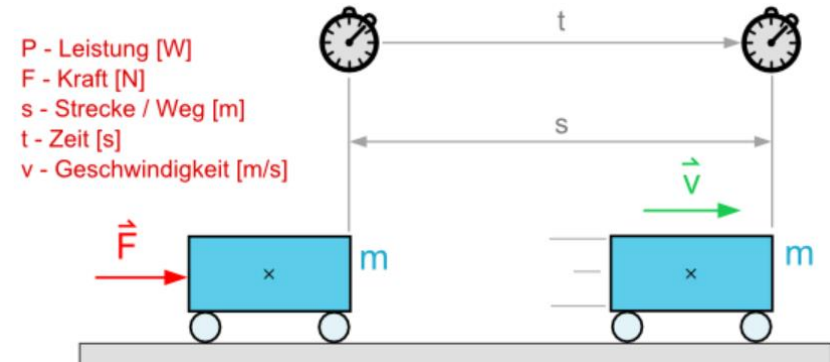
LEISTUNG

- Zur Bewertung von Leistung kommt es darauf an, innerhalb welcher Zeit eine bestimmte Arbeit verrichtet wird.
- Leistung ist Arbeit pro Zeit
- Symbol P
- Einheit: $1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ Watt (W)}$

$$\text{Leistung} = \frac{\text{verrichtete Arbeit}}{\text{dafür benötigte Zeit}}$$
$$P(W) = \frac{W}{t}$$

Leistung bei geradliniger Bewegung

$$P = \frac{F \times s}{\Delta t} \rightarrow P = F \times v$$



LEISTUNG

- Zur Bewertung von Leistung kommt es darauf an, innerhalb welcher Zeit eine bestimmte Arbeit verrichtet wird.
- Leistung ist Arbeit pro Zeit
- Symbol P
- Einheit: $1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ Watt (W)}$

$$\text{Leistung} = \frac{\text{verrichtete Arbeit}}{\text{dafür benötigte Zeit}}$$
$$P(W) = \frac{W}{t}$$

Leistung bei rotierender Bewegung

$$P = M \times \omega \rightarrow P = F \times r \times \omega$$

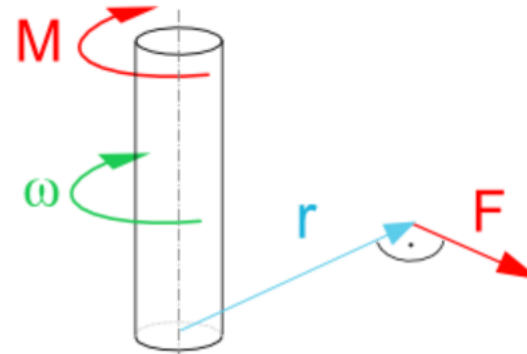
P = Leistung (W)

M = Drehmoment (Nm)

ω = Winkelgeschwindigkeit (s^{-1})

F = Kraft (N)

r = Radius (m)



PFERDESTÄRKE

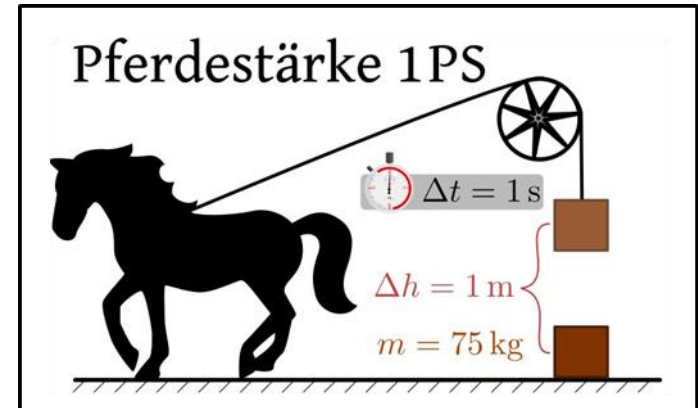
Die Pferdestärke ist die veraltete, jedoch im Alltag noch häufig verwendete Einheit der Leistung. Sie wird allerdings fast nur noch in Verbindung mit Fahrzeugen (Verbrennungsmotoren) gebraucht, wobei i.d.R. beide Werte für die Leistung kW und PS angegeben werden. Für Elektromotoren und Hydraulikmotoren wird ausschließlich nur die Einheit kW verwendet.

Die Bezeichnung Pferdestärke wurde von James Watt eingeführt. James Watt (* 1736, † 1819) war ein englischer Erfinder, er entwickelte die Dampfmaschine und führte sie einer industriellen Nutzung zu.

Definition der Pferdestärke:

Ein Pferd, das ein Gewicht von 75 kg in 1 Sekunde um 1m anhebt, leistet 1 PS.

- $1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}$
- $1 \text{ PS} = 0,735 \text{ kW}$



Quelle: Wikipedia / Sgbeer

LEISTUNGSGEWICHT

Das Leistungsgewicht ist der Quotient aus der Masse und der Leistung eines Antriebssystems.

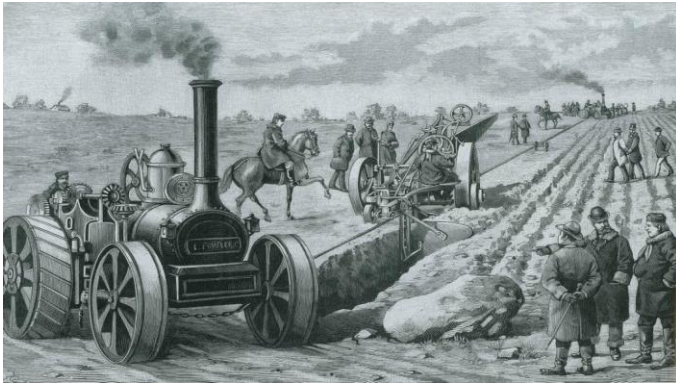
Bei der eingesetzten Masse gibt es verschiedene Arten der Bezugsgrößen. Beim Vergleich von verschiedenen Antriebssystemen wie beispielsweise Hydraulikmotor und Elektromotor wird nur das reine Motorgewicht berücksichtigt.

Bei Fahrzeugen wie beispielsweise Traktoren wird das gesamte Fahrzeug berücksichtigt.

$$M_L\left(\frac{kg}{kW}\right) = \frac{m}{P}$$

- Masse-Leistungs-Verhältnis
- Antriebe: geringes Leistungsgewicht → kleinere Masse oder höhere Leistung → höhere Beschleunigung
- Gegenwirkung zu hinderlichen Naturkräften: Massenträgheit, Schwerkraft oder Trägheitsmoment

VERGLEICH DER LEISTUNGSGEWICHTE



www.paleotropolis.de

Leistung: $P = 150 \text{ PS} / 110 \text{ kW}$

Eigengewicht: $m = 20 \text{ t}$

Leistungsgewicht : $M_L = 133 \text{ kg} / \text{PS}$
 $M_L = 181 \text{ kg} / \text{kW}$



www.Fendt.com

Leistung: $P = 300 \text{ PS} / 220 \text{ kW}$

Eigengewicht: $m = 10 \text{ t}$

Leistungsgewicht : $M_L = 33 \text{ kg} / \text{PS}$
 $M_L = 46 \text{ kg} / \text{kW}$

AUFGABE LEISTUNG

Der Motor eines Traktors verfügt bei einer Motordrehzahl von $n_M = 1800 \text{ } 1/\text{min}$ über eine Leistung von 150 kW.

1. Wie groß ist das Drehmoment M_M an der Kurbelwelle des Motors?

gegeben: $n_M =$ gesucht: $M_M = ?$
 $P =$

$M_M =$ kNm

2. Wie groß ist das Drehmoment M_A an der Antriebsachse, wenn die Drehzahl des Rades $n_R = 60 \text{ } 1/\text{min}$ beträgt?

gegeben: $M_M =$ gesucht: $M_A = ?$
 $n_M =$ $i = ?$
 $n_R =$

$M_A =$ kNm

AUFGABE LEISTUNG

3. Wie groß ist die an dem Antriebsrädern auftretende Zugkraft F_Z ?

Der Raddurchmesser

beträgt $r_S = 0,9 \text{ m}$

gegeben: $M_A =$

$r_S =$

gesucht: $F_Z = ?$

$F_Z =$ kN

4. Mit welcher maximalen Arbeitsgeschwindigkeit v_F kann der Schlepper ($m_S = 10 \text{ t}$) einen Güllewagen ($m_G = 25 \text{ t}$) über eine ebene Straße ziehen?

Der Rollwiderstandskoeffizient beträgt $c_R = \frac{f}{r_S}, \frac{f}{r_G}$ mit der Reibungszahl $f = 0,022 \text{ m}$.

Die Raddurchmesser betragen

Schlepper $r_S = 0,9 \text{ m}$

Güllewagen $r_G = 0,7 \text{ m}$

gegeben: $m_S =$

$m_G =$

$r_S =$

$r_G =$

$f =$

gesucht: $v_F = ?$



AUFGABE LEISTUNG

4. Mit welcher maximalen Arbeitsgeschwindigkeit v_F kann der Schlepper ($m_S = 10t$) einen Güllewagen ($m_G = 25t$) über eine ebene Straße ziehen?

Der Rollwiderstandskoeffizient beträgt $c_R = \frac{f}{r_S}, \frac{f}{r_G}$ mit der Reibungszahl $f = 0,022$ m.

Die Raddurchmesser betragen

Schlepper $r_S = 0,9$ m

Güllewagen $r_G = 0,7$ m

gegeben: $m_S =$ $r_S =$ gesucht: $v_F = ?$
 $m_G =$ $r_G =$
 $f =$

$v_F =$ km/h



AUFGABE LEISTUNG

5. Wie groß ist die Beschleunigung ?

gegeben: $m_S =$ gesucht: $a_1 = ?$
 $m_G =$

$a_1 =$ m/s^2

6. Wie groß war die Zeit t_1 für die Beschleunigungsphase?

gegeben: $a_1 =$ gesucht: $t_1 = ?$
 $v_F =$

$t_1 =$ s

7. Welche Strecke wurde in dieser Zeit zurückgelegt?



AUFGABE LEISTUNG

6. Wie groß war die Zeit t_1 für die Beschleunigungsphase?

gegeben: $a_1 =$ gesucht: $t_1 = ?$
 $v_F =$

$t_1 =$ s

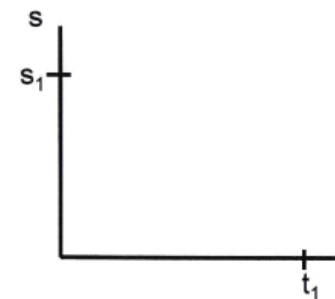
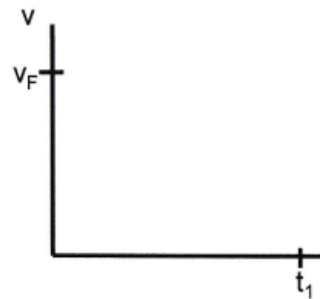
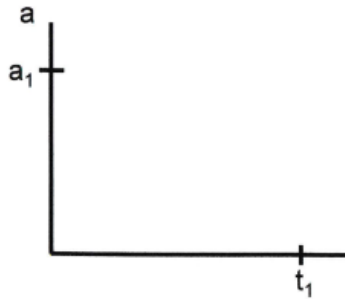
7. Welche Strecke wurde in dieser Zeit zurückgelegt?

gegeben: $t_1 =$ gesucht: $s_1 = ?$
 $a_1 =$
 $v_F =$

$s_1 =$ m

AUFGABE LEISTUNG

8. Zeichnen Sie die Bewegungsverhältnisse in die Zeit – Diagramme ein.



LEISTUNGSÜBERTRAGUNG MIT DER GELENKWELLE



Mit Zapfwelle und Gelenkwelle kann beispielsweise eine maximale Leistung von 100kW übertragen werden.

$$P\left(\frac{Nm}{s}\right) = M \times \omega = M \times 2\pi n \rightarrow M(Nm) = \frac{P}{2\pi n}$$

2 Möglichkeiten von Zapfwellendrehzahl → Welches Drehmoment ergibt sich?

1)

2)

Gibt es Vorteile einer höheren Zapfwellendrehzahl?