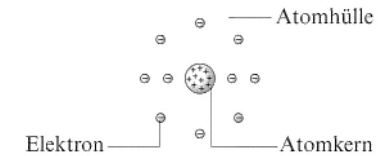


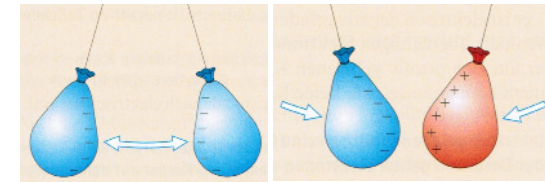
ELEKTROSTATIK

Wichtige Grundlagen und Phänomene

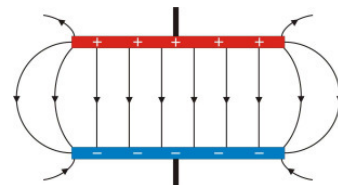
- Elektrisch geladene Teilchen sind Bestandteil aller Körper (**Kern-Hülle-Modell** des Atoms).



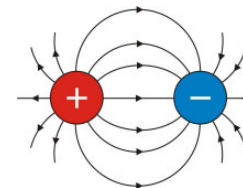
- Durch Reiben und **Ladungstrennung** entstehen geladene Körper.
- Gleichnamig geladene Körper stoßen sich ab. Ungleichnamig geladene Körper ziehen sich an.



- Der Raumbereich, in dem eine Kraftwirkung auf eine Ladung nachweisbar ist, heißt **elektrisches Feld**.
- Elektrische Felder können mit Hilfe von Feldlinien (experimentell: Bärlappsporen) veranschaulicht werden.
- Feldlinien kreuzen sich nie.
- Je dichter die Feldlinien gezeichnet sind, umso stärker ist dort das jeweilige Feld (die Kraftwirkung).
- Die Richtung der Feldlinien eines elektrischen Feldes entspricht der Krafrichtung auf eine positive Probeladung.
- Bei elektrischen Feldlinienbildern entspringen die Feldlinien an den positiven Ladungen und sie enden an negativen Ladungen.
- Beispiele einfacher Feldlinienbilder:



Plattenkondensator



unterschiedliche Punktladungen

- Das elektrische Feld im Inneren eines Plattenkondensators ist **homogen** (überall gleich groß und gleich gerichtet).

MAGNETISMUS

Wichtige Grundlagen und Phänomene

- Jeder Magnet besitzt (mindestens) zwei Pole: einen **Nord-** und einen **Südpol**.

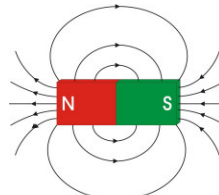


Gleichnamige Pole stoßen sich ab.

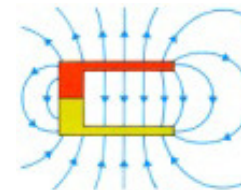


Ungleichnamige Pole ziehen sich an.

- Der Raumbereich, in dem eine Kraftwirkung auf einen ferromagnetischen Stoff nachweisbar ist, heißt **magnetisches Feld**.
- Magnetische Felder können mit Hilfe von Feldlinien (experimentell: Eisenfeilspäne) veranschaulicht werden.
- Die Richtung der Feldlinien eines magnetischen Feldes entspricht der Krafrichtung auf den Nordpol eines Magneten.
- Feldlinien kreuzen sich nie.
- Je dichter die Feldlinien gezeichnet sind, umso stärker ist dort das jeweilige Feld (die Kraftwirkung).
- Beispiele einfacher Feldlinienbilder von Permanentmagneten:



Stabmagnet

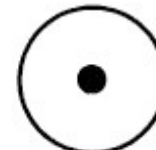


Hufeisenmagnet

- Das Magnetfeld im Inneren (zwischen den Polen) eines Hufeisenmagneten ist **homogen** (überall gleich groß und gleich gerichtet).
- Ein **Elektromagnet** besteht aus einer stromdurchflossenen Drahtspule mit einem Eisenkern. Beim Elektromagnet lässt sich die magnetische Wirkung ein- und ausschalten.
- Um bei einem von oben gezeichneten elektrischen Leiter zu kennzeichnen, in welcher Richtung (technisch: $+ \rightarrow -$) er von Strom durchflossen wird, gelten folgende Symbole:

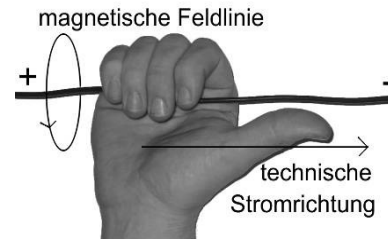


Strom in Zeichenebene (Blatt) hinein



Strom aus Zeichenebene (Blatt) heraus

- „Rechte-Faust-Regel“ zur Bestimmung der Richtung des magnetischen Feldes eines geraden stromdurchflossenen Leiters

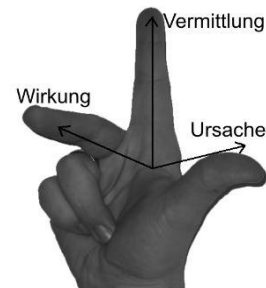


- Feldlinienbild einer stromdurchflossenen Spule
- Das Magnetfeld im Inneren einer stromdurchflossenen Spule ist **homogen** (überall gleich groß und gleich gerichtet).
- Magnetische Feldlinienbilder von elektrischen Strömen besitzen keine Quellen („Anfänge“) und Senken („Enden“) von Feldlinien.

KRÄFTE AUF BEWEGTE LADUNGEN IN ELEKTRISCHEN UND MAGNETISCHEN FELDERN

Wichtige Grundlagen und Phänomene

- Erklärung der Magnetisierung von ferromagnetischen Stoffen durch das Modell der Elementarmagnete.
- Auf bewegte Ladungen wirkt in einem Magnetfeld eine Kraft (**Lorentzkraft**). Diese wirkt senkrecht zum Magnetfeld und senkrecht zur Bewegungsrichtung der Ladungen. Ihre Richtung ergibt sich aus der **Drei-Finger-Regel (UVW-Regel)**.

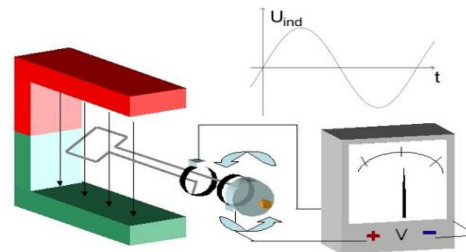


- Kenntnis einer Möglichkeit zur Erzeugung eines Elektronenstrahls und seiner Ablenkung in elektrischen und magnetischen Feldern (z. B. Fadenstrahlrohr).
- Kenntnis von Anwendungsmöglichkeiten der Lorentzkraft bzw. der magnetischen Wirkung des elektrischen Stroms:
 - Elektromotor
 - Röhrenbildschirm
 - Oszilloskop
 - Lautsprecher

ELEKTROMAGNETISCHE INDUKTION

Wichtige Grundlagen und Phänomene

- Ändert sich das Magnetfeld, das eine Leiterschleife durchsetzt, dann entsteht zwischen den Enden dieser Schleife eine **Induktionsspannung**.
- Induktionsspannungen können erzeugt werden durch
 - Bewegung des Magnetfelds
 - Bewegung der Leiterschleife
 - Änderung der Stärke des Magnetfeldes (z. B. Stromstärkeänderung bei einem Elektromagneten)
- Die Höhe der erzeugten Induktionsspannung ist abhängig von der
 - Schnelligkeit der Magnetfeldänderung
 - Größe der Magnetfeldänderung
- Mit Hilfe eines Generators kann mechanische in elektrische Energie umgewandelt werden.



- **Lenzsche Regel**

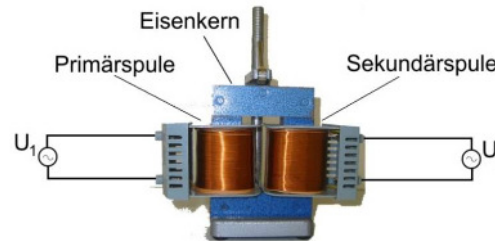
Ein Induktionsstrom ist immer so gerichtet, dass er der Ursache seiner Entstehung entgegenwirkt.

- Das in der Regel von Lenz formulierte Prinzip kann in der Praxis z. B. bei einer Wirbelstrombremse angewendet werden.

DER TRANSFORMATOR

Wichtige Grundlagen und Phänomene

- Ein Transformator besteht aus einer Primär- und einer Sekundärspule mit einem gemeinsamen Eisenkern.



- Ein Wechselstrom in der Primärspule ruft ein magnetisches Wechselfeld hervor, das seinerseits in der Sekundärspule eine Wechselspannung induziert.
- Für einen Transformator, bei dem die Primärspule $n_{\text{primär}}$ und die Sekundärspule $n_{\text{sekundär}}$ Windungen besitzt gilt
 - im Idealfall: $\frac{n_{\text{primär}}}{n_{\text{sekundär}}} = \frac{U_{\text{primär}}}{U_{\text{sekundär}}} = \frac{I_{\text{sekundär}}}{I_{\text{primär}}}$
 - im Realfall: $\eta = \frac{P_{\text{abgegeben}}}{P_{\text{aufgebracht}}} = \frac{P_{\text{sekundär}}}{P_{\text{primär}}} \Rightarrow \eta \cdot \frac{I_{\text{primär}}}{I_{\text{sekundär}}} = \frac{U_{\text{sekundär}}}{U_{\text{primär}}}$
- Da der Energieverlust beim Transport elektrischer Energie überwiegend durch die Wärmewirkung des elektrischen Stroms entsteht, muss dieser möglichst gering gehalten werden. Um trotzdem große Energiemengen transportieren zu können, wird die Spannung mit einem Transformator hinauftransformiert (Hochspannungsleitungen).

KINEMATIK – Beschreibung von Bewegungen

Physikalische Größen

Größe	Begriffserläuterung	Formelzeichen	Einheit
Weg, Strecke		s	1 m (<i>Meter</i>)
Zeit		t	1 s (<i>Sekunde</i>)
Geschwindigkeit	Verhältnis von zurückgelegter Strecke zur dazu benötigten Zeit (<i>Durchschnittsgeschwindigkeit</i>)	v	$1 \frac{m}{s}$ (<i>Meter pro Sekunde</i>)
Beschleunigung	Geschwindigkeitsänderung pro Zeiteinheit (<i>Durchschnittsbeschleunigung</i>)	a	$1 \frac{m}{s^2}$
Kraft	Um die Bewegung eines Körpers zu ändern, muss eine Kraft wirken.	F	1 N (<i>Newton</i>)
Masse	Ortsunabhängige Eigenschaft eines Körpers	m	1 kg (<i>Kilogramm</i>)

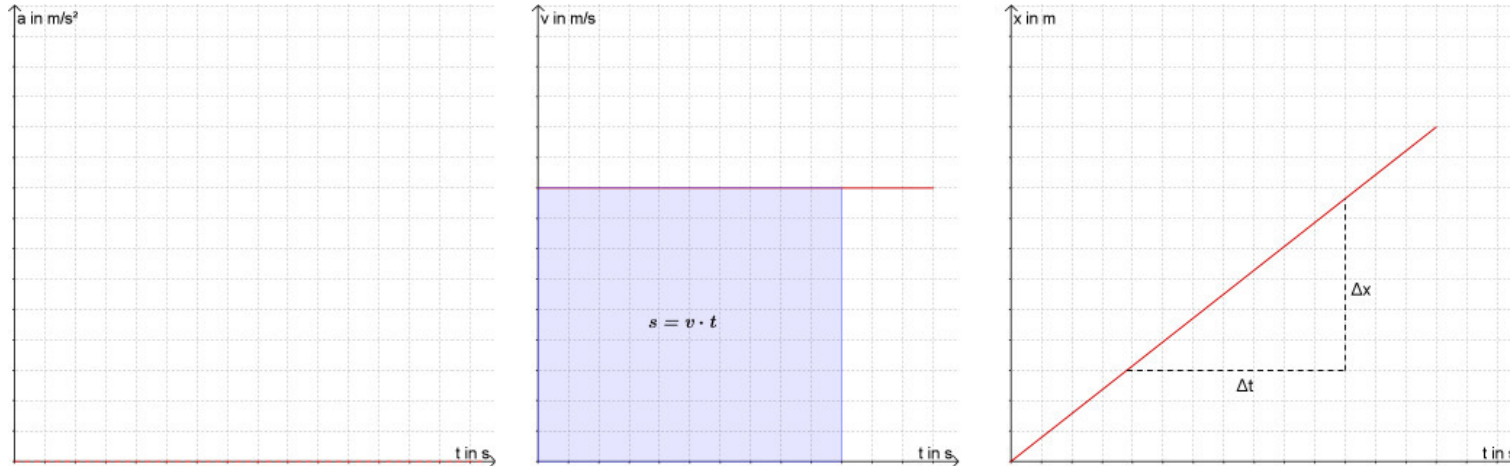
Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen

Größen	Formelzusammenhang	In Worten
Strecke, Zeit, Geschwindigkeit	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	Die (Durchschnitts-)Geschwindigkeit gibt an, welche Strecke in einer bestimmten Zeit zurückgelegt wird ($\Delta s = s_{Ende} - s_{Anfang}$; $\Delta t = t_{Ende} - t_{Anfang}$).
Geschwindigkeit, Zeit, Beschleunigung	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	Die durchschnittliche Beschleunigung gibt an, welche Geschwindigkeitsänderung in einer bestimmten Zeit erreicht wird ($\Delta v = v_{Ende} - v_{Anfang}$; $\Delta t = t_{Ende} - t_{Anfang}$).

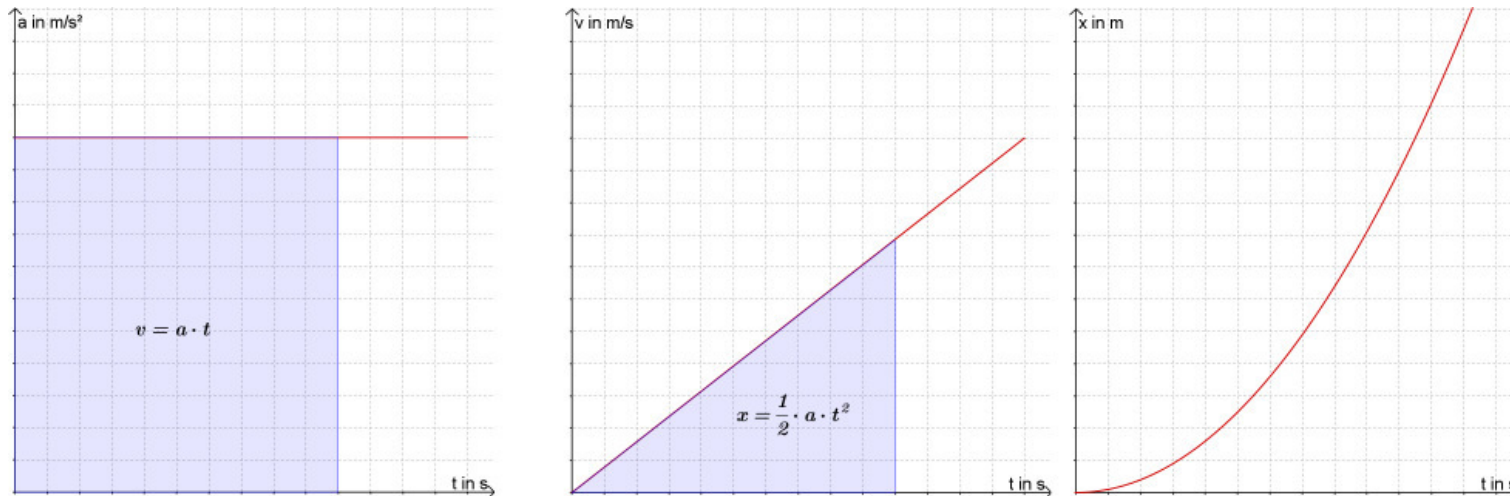
Kraft, Masse, Beschleunigung	$F = m \cdot a$	Je höher die beschleunigte Masse, umso größer die notwendige Kraft. Je größer die Beschleunigung, die eine Masse erfährt, umso höher ist die nötige Kraft.
Gewichtskraft, Masse	$F_G = m \cdot g$	Die ortsabhängige Gewichtskraft ist gleich dem Produkt der ortsunabhängigen Masse und dem Ortsfaktor ($g_{Erde} = 9,81 \frac{N}{kg}$)
<i>Bewegungsgleichungen für eine geradlinige gleichförmige Bewegung</i>		
$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t$	$v(t) = v_0 = const.$	$a(t) = 0$
<p>v_0 ist die Anfangsgeschwindigkeit, die sich während des gesamten Bewegungsvorgangs nicht ändert; x_0 ist die Entfernung des Startpunktes vom Ursprung (Nullpunkt) des Bezugssystems</p>		
<i>Bewegungsgleichungen für eine geradlinige gleichförmig (konstant) beschleunigte Bewegung</i>		
$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	$v(t) = v_0 + a \cdot t$	$a(t) = a = const.$
<p>a ist die Beschleunigung, deren Wert sich während des gesamten Bewegungsvorgangs nicht ändert; v_0 ist die Anfangsgeschwindigkeit, die der Körper zu Beginn des Bewegungsvorgangs besitzt; x_0 ist die Entfernung des Startpunktes vom Ursprung (Nullpunkt) des Bezugssystems</p>		

Weitere wichtige Grundlagen und Phänomene

- Bewegungsvorgänge geradliniger Bewegungen können durch die jeweiligen $x(t)$ -, $v(t)$ - und $a(t)$ -Diagramme beschrieben werden
 - geradlinig gleichförmige Bewegungen:



- geradlinig gleichförmig (konstant) beschleunigte Bewegungen:

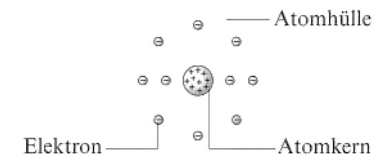


- Im $a(t)$ -Diagramm ist die Fläche unter dem Graphen ein Maß für die Geschwindigkeit.
- Im $v(t)$ -Diagramm ist die Fläche unter dem Graphen ein Maß für die zurückgelegte Strecke.
- Die Steigung des Graphen im $x(t)$ -Diagramm ist ein Maß für die Geschwindigkeit.
- Die Steigung des Graphen im $v(t)$ -Diagramm ein Maß für die Beschleunigung.
- Bewegungsabläufen mit konstanter Krafteinwirkung (z. B. schiefe Ebene, freier Fall ohne Reibung) lassen sich durch die obigen Bewegungsgleichungen unter Berücksichtigung des 2. Newtonschen Gesetzes $F = m \cdot a$ rechnerisch beschreiben.
- Zur Erläuterung des Bewegungsablaufs realer Bewegungsvorgänge müssen jeweils Kräftebilanzen für verschiedene Bewegungsphasen aufgestellt werden (z. B. realer Fallschirmspringer, beschleunigendes Auto mit Luftreibung)

ATOMPHYSIK

Wichtige Grundlagen und Phänomene

- **Modellvorstellung zum Aufbau der Materie**
 - Jeder Körper besteht aus Atomen.
 - Jedes Atom besteht aus einer negativ geladenen Hülle (Elektronen) und einem positiv geladenen Kern.
 - Der Atomkern besteht aus (positiv geladenen) Protonen und (ungeladenen) Neutronen und er besitzt fast die gesamte Masse des Atoms.
 - Die Summe aus Protonenzahl Z und Neutronenzahl N ergibt die Massenzahl A .
 - Symbolische Darstellung eines Elements X :



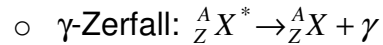
- Zur Abschätzung der Größe eines Atoms ist der Ölfleckversuch geeignet.
- Die historische Entwicklung der Vorstellung von Atomen wurde insbesondere durch Rutherfords Streuversuche und das daraus resultierende Atommodell von Bohr vorangetrieben.

- Mit Hilfe dieses Modells konnten die Ergebnisse der Experimente von Rutherford und anderer vor ihm erläutert werden. Allerdings konnte insbesondere die Stabilität von Atomen nicht damit begründet werden.
- Die Existenz diskreter Energiestufen bei Atomen führt zu einer Erläuterung für die Farbigkeit von Licht, das von verschiedenen Stoffen (ggf. nach geeigneter Anregung) ausgesendet wird.
- Licht besteht aus sogenannten Photonen, sie besitzen eine bestimmte Energiemenge. Diese können sie nur ganz oder gar nicht abgeben.
- Die Elektronen eines Atoms befinden sich auf bestimmten Energieniveaus. Um ein Elektron von einem niedrigen Energieniveau auf ein höheres zu bringen muss Energie von außen zugeführt werden (z. B. durch Photonen, deren Energie genau der Energiedifferenz der beiden Energieniveaus entspricht).
- Wechselt ein Elektron von einem höheren auf ein niedrigeres Energieniveaus, so wird Energie in Form von Photonen ausgesendet. Den Unterschied zweier Energieniveaus findet man im Spektrum als Linien, man bezeichnet dieses Spektrum auch als **Emissionsspektrum**. Das Spektrum ist diskret (d. h. nicht kontinuierlich).
- Zur Erzeugung von **Röntgenstrahlung** kann man z. B. stark beschleunigte Elektronen im Vakuum auf eine Metalloberfläche schießen. Durch die Stöße mit den Elektronen werden dann die Metallatome zur Emission von Röntgenphotonen angeregt.
- Bei der Röntgenstrahlung gibt es einen **charakteristischen** Anteil und einen **kontinuierlichen** Anteil (**Bremsstrahlung**). Die charakteristische Strahlung hängt vom Material ab, welches beschossen wird.

KERNPHYSIK

Wichtige Grundlagen und Phänomene

- Atomkerne können unter bestimmten Bedingungen in Teilkern zerfallen. Dabei können drei Strahlungsarten auftreten:
 - α -Zerfall: ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He$
 ${}^4_2 He$ -Kerne werden deshalb auch **α -Teilchen** genannt. Diese nur in wenigen Zentimetern nachweisbaren Teilchen werden durch ein Blatt Papier bereits weitgehend abgeschirmt.
 - β -Zerfall: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e^-$
 Hierbei entstehende Elektronen werden deshalb auch **β -Teilchen** genannt. Diese auch in einigen Dezimetern noch nachweisbaren Teilchen werden erst durch eine mehrere Millimeter dicke Aluminiumfolie weitgehend abgeschirmt.



Die auftretende **γ -Strahlung** ist energiereiche Strahlung. Diese mehrere Meter weit reichende Strahlung kann selbst durch dicke Bleischichten nur teilweise abgeschirmt werden.

- Radioaktive Strahlung hat eine ionisierende Wirkung, d. h. dass sie aus neutralen elektrisch geladene Atome erzeugen kann, z. B. durch das „Herausschlagen“ von Elektronen aus der Atomhülle.
- Als Nachweisgeräte für radioaktive Strahlung können eingesetzt werden
 - Ionisationskammer,
 - Geiger-Müller-Zählrohr
 - Nebelkammer
- Radioaktive Stoffe zerfallen im Laufe der Zeit. Hierbei wird innerhalb der **Halbwertszeit** $T_{1/2}$ jeweils die Hälfte der vorhandenen instabilen Atomkerne umwandelt. Welcher der einzelnen Kerne sich aber umwandelt, kann man nicht voraussagen.
- Für den Zerfall eines radioaktiven Stoffes gilt das **Zerfallsgesetz** $N(t) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$ ($N(t)$ ist die Anzahl der zum Zeitpunkt t noch vorhandenen unzerfallenen Atomkerne; N_0 ist die Anzahl der anfangs vorhandenen Atomkerne des radioaktiven Stoffes)
- Man unterscheidet zwei Arten von Kernreaktionen:
 - **Kernspaltung**: Durch Beschuss mit langsamen Neutronen können schwere Atomkerne in mittelschwere Atomkerne aufgespaltet werden. Dabei werden sekundäre Neutronen freigesetzt und es wird Energie abgegeben. Treffen diese sekundären Neutronen auf spaltbares Material, werden weitere Kernspaltungen hervorgerufen (*Kettenreaktion*).
 - **Kernfusion**: Bei der Verschmelzung leichter Atomkerne zu schwereren wird Energie freigesetzt.
- Die jeweils frei werdende Menge an Energie kann mit Einsteins bekanntester Formel $E = m \cdot c^2$ berechnet werden.