

Mechanik als Wissenschaft

Wissenschaft; Forschung; Bildung

Geisteswissen- schaften	<u>Naturwissen- schaften</u>	<u>Ingenieurwis- sensschaften</u>	<u>Strukturwissen- schaften</u>	Wirtschaftswis- sensschaf- ten, Ökonomie
Sprachwissen- schaften Philosophie Pädagogik Soziologie	<u>Physik</u> <u>Chemie</u> Biologie	<u>Elektrotechnik Ma- schinenbau</u> Geo- logie Verfahrenstechnik Technische Che- mie	<u>Mathematik</u> <u>Informatik</u>	Volkswirtschaft Betriebswirt- schaft
	<u>Mechanik</u>	<u>Elektrizitätslehre</u>	Optik	Atomphysik Kernphysik

1. Einteilung nach Art der Bewegung

1.1 Statik

Untersuchung von Systemen im Gleichgewicht. Die Körper ruhen oder bewegen sich mit konstanter Geschwindigkeit

1.2 Kinematik

Untersuchung und Berechnungen der Bewegung von Körpern, ohne die Ursachen der Bewegungen zu beachten.

1.3 Kinetik

Untersuchung und Berechnungen der Bewegung von Körpern unter dem Einfluß von Kräften.

2. Einteilung nach der Art der Körper

2.1 Mechanik der festen Körper

Feste Körper besitzen ein festes Volumen und eine feste Gestalt

2.1.1 Starre Körper

Starre Körper verändern ihre Form nicht unter Krafteinwirkung.

2.1.2 Elastische Körper

Elastische Körper verändern ihre Gestalt unter Einwirkung einer Kraft, nehmen aber ihre ursprüngliche Gestalt wieder ein, wenn die Einwirkung aufhört.

2.1.3 Plastische Körper

Plastische Körper verändern ihre Gestalt nach Einwirkung einer Kraft und behalten die veränderte Gestalt nach Beendigung der Krafteinwirkung.

2.2 Mechanik der flüssigen Körper

Flüssige Körper haben ein bestimmtes Volumen, aber keine bestimmte Gestalt.

2.3 Mechanik der gasförmigen Körper

Gasförmige Körper haben weder eine bestimmte Gestalt noch ein bestimmtes Volumen.

Physikalische Größen

Physikalische Größen haben die Eigenschaft, daß sie direkt oder indirekt **meßbar** sind und eindeutig **definiert** sein müssen. Es gibt Größen, die nur durch ihren Betrag bestimmt sind, z. B. die Masse und die Zeit. Diese nennt man **skalare Größen**. Außerdem gibt es solche, die durch Betrag und Richtung festgelegt sind, wie z. B. die Kraft und die Geschwindigkeit. Diese nennt man **vektorielle Größen**, sie werden mit Pfeilen graphisch dargestellt.

Physikalische Gesetze und **Definitionen** von physikalischen Größen werden durch mathematische Gleichungen beschrieben. Man sagt auch, daß die Mathematik die Sprache der Physik ist. Die physikalischen Gesetze werden meist in Form von Funktionsgleichungen dargestellt und mit Hilfe von Graphen verdeutlicht. Die physikalischen Größen werden im allgemeinen durch Buchstaben abgekürzt.

z. B.: $E = mc^2$, $s = 1/2 at^2 + v_0t + s_0$, $l = l_0 \sin(\omega t)$, $N = N_0 e^{-\lambda t}$, $T = 2\pi\sqrt{l/g}$

Jede physikalische Größe ist das Produkt aus **Zahlenwert** und **Einheit**:

$$\text{Physikalische Größe} = \text{Zahl} \cdot \text{Einheit}$$

z. B.:

$$m = 9 \text{ kg}$$

Die **Zahl** schreibt man auch durch geschweiften Klammern der physikalischen Größe:

$$\{m\} = 9,$$

die Einheit in eckigen Klammern: $[m] = 1 \text{ kg}$.

Die **Einheiten** sind grundsätzlich frei wählbar. Es hat sich aber als sehr vorteilhaft erwiesen, Größen international zu vereinheitlichen. Dazu hat man sich auf **7 Basiseinheiten** geeinigt (siehe Tabelle).

Alle anderen Größen werden von diesen **Basisgrößen** abgeleitet. Abgeleitete Einheiten sind z. B. 1N für die Einheit der Kraft. $1\text{N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. Das Einheitensystem, das nur die Basiseinheiten und davon abgeleitete Einheiten benutzt, nennt man **SI-System**.

Bei sehr großen oder sehr kleinen Größen werden Vorsatzzeichen vor das eigentliche Größenzeichen gesetzt. Dabei ist zu beachten daß nur ein **Vorsatzzeichen** verwendet werden.

Physikalische Gleichungen.

Physikalische Gleichungen sollten **immer** als **Größengleichungen** geschrieben werden. Diese Gleichungen sind richtig **unabhängig** von der gewählten Einheit. Früher wurden noch häufig sogenannte Zahlenwertgleichungen verwandt, die nur richtig sind, wenn die Größen in einer bestimmten Einheit angegeben wird.

Größe	Einheit	Name	Zeichen
Länge		das Meter	m
Masse		das Kilogramm	kg
Zeit		die Sekunde	s
Elektr. Stromstärke		das Ampere	A
Temperatur		Kelvin	K
Lichtstärke		die Candela	cd
Stoffmenge		das Mol	mol

Basisgrößen und deren Einheiten im SI-Systems

Vorsätze	Vorsatzzeichen	Faktor	Vorsätze	Vorsatzzeichen	Faktor
Deci	d	10^{-1}	Deka	da	10^1
Zenti	c	10^{-2}	Hekto	h	10^2
Milli	m	10^{-3}	Kilo	k	10^3
Mikro	μ	10^{-6}	Mega	M	10^6
Nano	n	10^{-9}	Giga	G	10^9
Pico	p	10^{-12}	Tera	T	10^{12}
Femto	f	10^{-15}	Peta	P	10^{15}
Atto	a	10^{-18}	Exa	H	10^{18}

Die Definitionen der Basiseinheiten durch die Generalkonferenz für Maß und Gewicht.

Meter

Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von $(1/299\,792\,458)$ Sekunden durchläuft.

Kilogramm

Das Kilogramm ist die Einheit der Masse; es ist gleich der Masse des Internationalen Kilogrammprototyps.

Sekunde

Die Sekunde ist das 9 192 631 770fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids ^{133}Cs entsprechenden Strahlung.

Ampere

Das Ampere ist die Stärke eines konstanten elektrischen Stromes, der, durch zwei parallele, geradlinige, unendlich lange und im Vakuum im Abstand von einem Meter voneinander angeordnete Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern je einem Meter Leiterlänge die Kraft $2 \cdot 10^{-7}$ Newton hervorrufen würde.

Kelvin

Das Kelvin, die Einheit der thermodynamischen Temperatur, ist der 273,16te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunktes des Wassers.

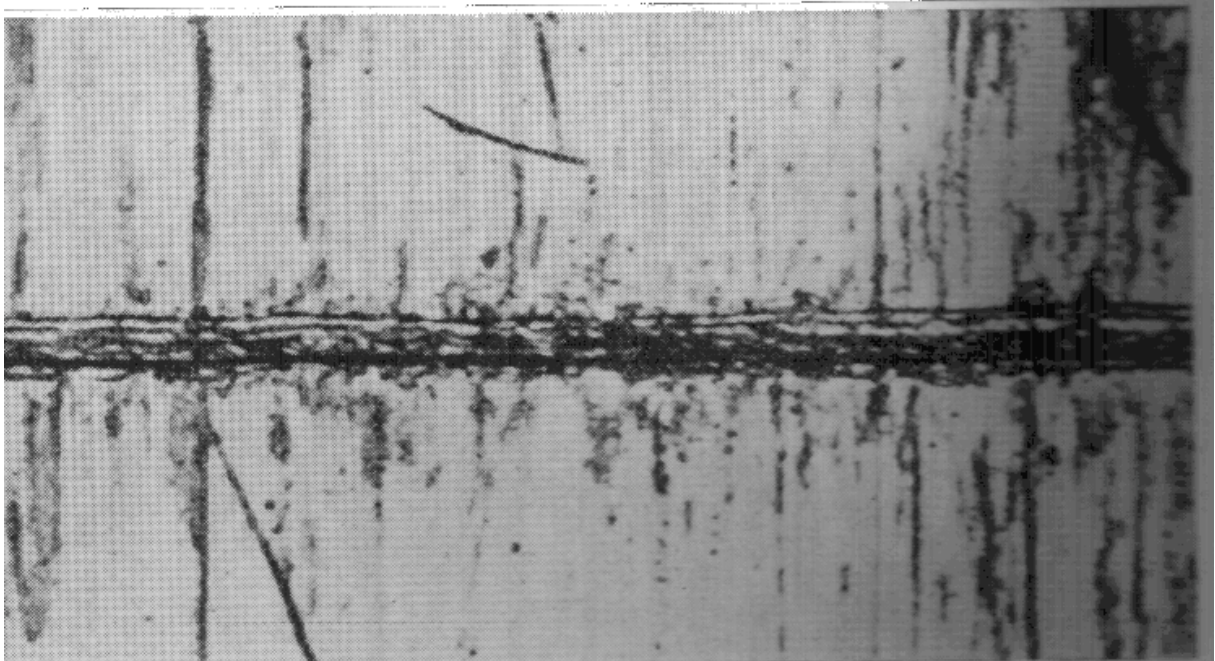
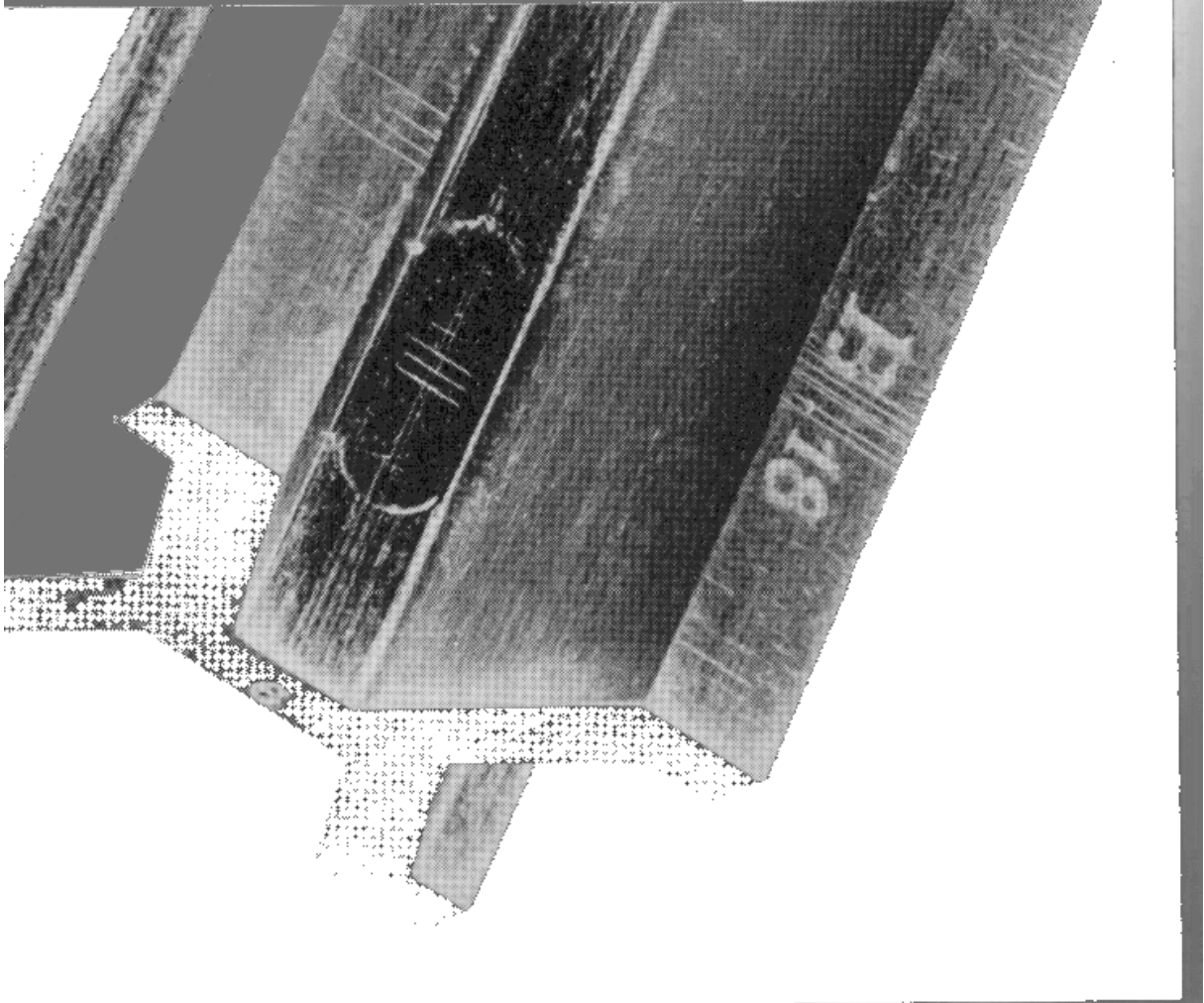
Mol

Das Mol ist die Stoffmenge eines Systems, das aus ebensoviel Einzelteilchen besteht, wie Atome in 0,012 Kilogramm des Kohlenstoffnuklids ^{12}C enthalten sind. Bei Benutzung des Mol müssen die Einzelteilchen spezifiziert sein und können Atome, Moleküle, Ionen, Elektronen sowie andere Teilchen oder Gruppen solcher Teilchen genau angegebener Zusammensetzung sein.

Candela

Die Candela ist die Lichtstärke in einer bestimmten Richtung einer Strahlungsquelle, die monochromatische Strahlung der Frequenz $540 \cdot 10^{12}$ Hertz aussendet und deren Strahlstärke in dieser Richtung $(1/683)$ Watt durch Steradian beträgt.

Das Urmeter



3.1.2 Masse und Dichte

Die Masse eines Körpers

Jede Masse hat zwei Eigenschaften, sie ist schwer und träge.

Schwer bedeutet, daß sich alle Massen anziehen. Das hat nicht mit elektrischer Aufladung oder magnetischen Kräften zu tun. Alle Körper üben eine Kraft F an. γ ist dabei die sog. Gravitationskonstante:

$$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

$$F = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Auf der Erdoberfläche vereinfacht sich diese Formel zu: $F = m \cdot g$, $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ heißt auch Erdbeschleunigung, weil alle sich auf der Erdoberfläche befindenden Körper im freien Fall mit dieser Beschleunigung beschleunigt werden. Die Gravitationskraft zeigt in Richtung Erdmittelpunkt.

Die Trägheit eines Körpers wird beim Beschleunigen bzw. beim Abbremsen (negative Beschleunigung) bemerkt. Jeder Körper widersetzt sich einer Bewegungsänderung. Die Trägheit eines Körpers hängt von seiner Masse m ab.

Die träge und die schwere Masse sind äquivalent, in unserem Maßsystem setzen wir sie gleich.

$$m^t = m^s$$

Wie in der nebenstehenden Abbildung veranschaulicht, ist es für die Masse m in einem abgeschlossenen Raum prinzipiell nicht möglich, festzustellen, ob die Kraft $F = m \cdot g$ von der Erdanziehung kommt oder von der Beschleunigung einer Rakete in einem weit von allen Massen entfernten Punkt.

Die vorigen Überlegungen gehen eigentlich von der sog. Ruhemasse aus. Massen sind aber nicht konstant, sondern von der Geschwindigkeit abhängig nach folgender Formel:

v bedeutet dabei die Geschwindigkeit der Masse und c die Lichtgeschwindigkeit. Für Geschwindigkeiten, die makroskopische Körper auf der Erde erlangen, ist die Massenänderung zu vernachlässigen. z.B. beträgt das Verhältnis

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

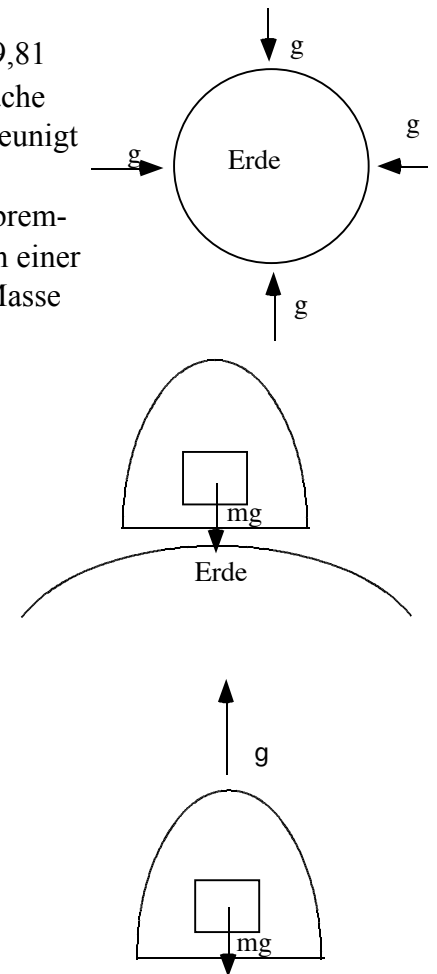
von m zu m_0 bei zweifacher Schallgeschwindigkeit ($v \approx 2380 \text{ km/h}$) $m/m_0 = 1,000000000024$. Auch bei 10 % der Lichtgeschwindigkeit beträgt das Verhältnis erst 1,005.

Bei Elektronen, die bis auf 99% der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden können, verändert sich das Verhältnis sich aber schon auf den Faktor 7, sie sind dann also siebenmal so schwer wie im Ruhezustand.

Die Dichte.

Die Dichte eines Stoffes nennt man das Verhältnis von Masse zu Volumen. Diese Formel gilt allerdings nur für homogene Körper, die Dichte muß also überall gleich groß sein. Für nicht homogene Körper muß man Teilmassen Δm und Teilvolumen ΔV wählen, für die der Körper homogen ist. Diese Forderung kann natürlich nur für genügend große Körper gelten. Im atomaren Bereich gilt dieses Modell nicht mehr.

Die physikalisch richtige Einheit ist kg/m^3 . Üblich sind allerdings eher die Einheiten g/cm^3 für feste und flüssige Körper.



$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V}$$

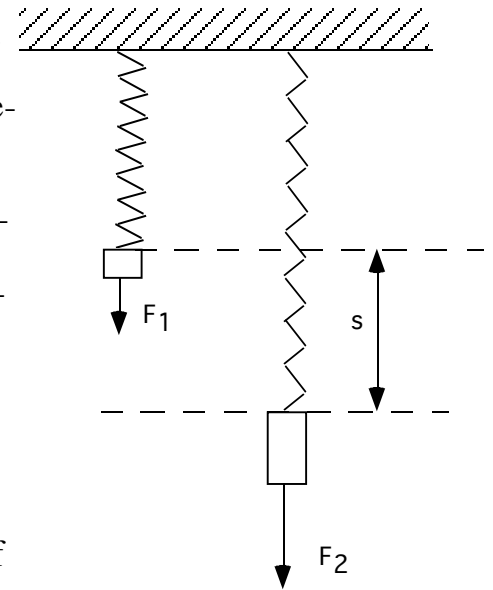
4.1 Die Kraft

Kräfte im physikalischen Sinne zeigen sich dadurch, daß Körper **verformt** oder in ihrem **Bewegungszustand verändert** werden, d. h. sie verändern ihre Geschwindigkeit. Kräfte sind nur durch ihre **Wirkungen** erkennbar.

Verformungen von Körpern zeigen sich am deutlichsten bei Federn. Die Kraft, die auf eine Feder wirkt, ist in gewissen Grenzen proportional zu ihrer Auslenkung. $\mathbf{F} = \mathbf{D} \cdot \mathbf{s}$

D nennt sich dabei die Federkonstante, der lineare Bereich wird auch Hookscher Bereich genannt nach dem englischen Physiker Hooke (1635-1703). Das Gesetz auch häufig nicht ganz zutreffend Hooksches Gesetz genannt.

Die Bewegungsänderungen von Massenpunkten auf Grund von Krafteinwirkungen werden mit dem

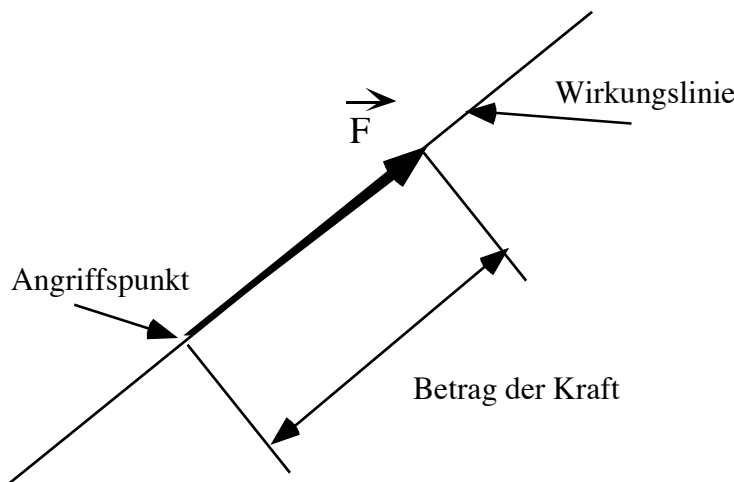


Gesetz

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

beschrieben. \vec{a} ist dabei die Beschleunigung, d.h. die Änderung der Geschwindigkeit eines Körpers

Die Kraft ist ein **Vektor**. Ihre Wirkung ist abhängig von der Richtung, der Größe und ihrem Angriffspunkt. Die Linie, in der Kräfte wirken, nennt man die Wirkungslinie einer Kraft. Kräfte, die auf einen starren Körper wir-



ken, sind sog. linienflüchtige Vektoren, sie sind entlang ihrer Wirkungslinie verschiebbar. Für die Rechnung mit Kräften gelten die Gesetze der Vektoralgebra, Kräfte müssen also vektoriell addiert werden und können entsprechend in Komponenten aufgeteilt werden. Wenn mehrerer Kräfte an einem Angriffspunkt angreifen, so haben sie dieselbe Wirkung wie eine **resultierende Kraft** und umgekehrt.

Die **Einheit** der Kraft ergibt sich aus der Formel $F = m \cdot a$,

$$[F] = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ N}$$

(Newton 1643-1727)

