



ulmer



Agrarwirtschaft

# GRUNDSTUFE LANDWIRT

6., aktualisierte Auflage

**Tabelle 1.4: Beispiele organischer Säuren**

Säure	Beispiel
Buttersäure $C_3H_7COOH$	Butter, verdorbene Silage
Ölsäure $C_{17}H_{33}COOH$	Olivenöl, Margarine
Linolsäure $C_{17}H_{31}COOH$	Maiskeimöl
Linolensäure $C_{17}H_{29}COOH$	Leinöl
Palmitinsäure $C_{15}H_{31}COOH$	in allen Nahrungsfetten
Stearinsäure $C_{17}H_{35}COOH$	

**Beispiele:** Essigsäure ( $CH_3COOH$ ) ist eine stechend riechende Säure und entsteht durch Oxidation des Äthylalkohols unter Einwirkung von Essigsäure-Bakterien (im Silierungsprozess unerwünscht).

Propionsäure ( $CH_3CH_2COOH$ ) dient zur Konservierung von Nahrungs- und Futtermitteln; Propionsäure-Bakterien sind im Pansen und Darm der Wiederkäuer vorhanden und beeinflussen die Fettbildung.

Milchsäure ( $CH_3CHOHCOOH$ ) entsteht beim Gär- und Silierungsprozess durch anaerobe Milchsäure-Bakterien. Milchsäure konserviert Nahrungs- und Futtermittel und macht sie schmackhaft.

Buttersäure ( $C_3H_7COOH$ ) entsteht beim Gärvorgang unter Mitwirkung der Buttersäure-Bakterien; sehr unangenehmer Geruch (im Silierungsprozess unerwünscht).

**Fettsäuren** sind langkettige Säuren, die die Fetteigenschaften bestimmen. Fettsäuren sind zu Ketten aneinandergereihte C-Atome, die mit H-Atomen verbunden sind. Sie werden nach Kettenlänge und Bindungsformen unterschieden und beeinflussen die Eigenschaften der Fette. Neben der Buttersäure gehören die Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure und Linolsäure zu den bekanntesten Arten.

**Aminosäuren** sind die Bausteine für das Eiweiß. Sie enthalten neben der COOH-Gruppe auch die stickstoffhaltige Aminogruppe ( $NH_2$ ) und unterscheiden sich im Säurerest voneinander. Einige Aminosäuren kann der Körper selbst aufbauen, andere sind essenziell, d.h. sie sind lebensnotwendig, können aber vom Körper nicht gebildet werden und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden.

**Beispiele** für wichtige Aminosäuren: Valin, Leucin, Lysin, Cystein, Methionin, Arginin.

### 1.1.7.4 Kohlenhydrate

**Kohlenhydrate** sind Verbindungen, die neben Kohlenstoff noch Wasserstoff und Sauerstoff enthalten. Dabei handelt es sich um die *Einfachzucker* ( $C_6H_{12}O_6$ ) Traubenzucker, Fruchtzucker und Schleimzucker, um die *Doppelzucker* ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) Rohr- oder Rübenzucker, Milhzucker, Malzzucker und um die *Vielfachzucker* ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> Stärke, Cellulose (Rohfaser), Pektin und Glykogen, die sehr verzweigt aufgebaut sind.

Kohlenhydrate sind wichtige Nährstoffe in der menschlichen und tierischen Ernährung.

© Agentur Walter

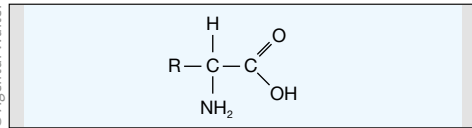
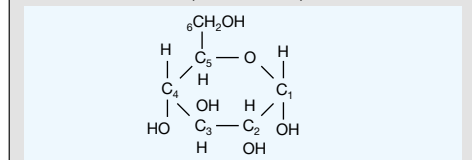


Abb. 1.27 Bau einer Aminosäure. H-Atome sind durch die Aminogruppe  $NH_2$  ersetzt.

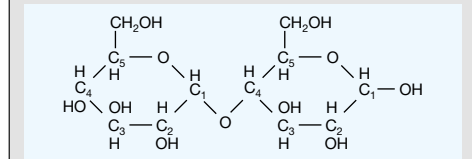
© Agentur Walter

**Einfachzucker**  $C_6H_{12}O_6$   
einzelne Bausteine (z.B. Glucose)



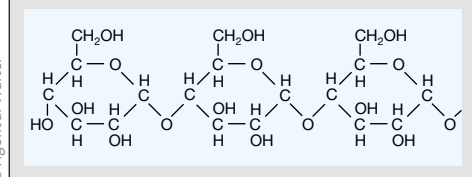
© Agentur Walter

**Doppelzucker**  $C_{12}H_{22}O_{11}$   
2 Bausteine miteinander verbunden (z.B. Maltose)



© Agentur Walter

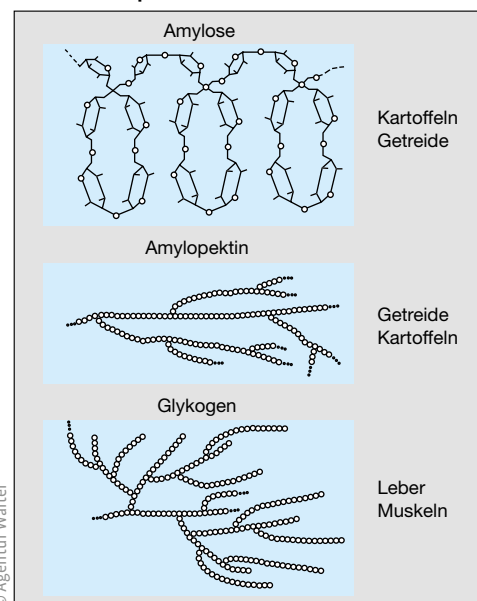
**Vielfachzucker** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>  
5–5000 Bausteine miteinander verbunden



© Agentur Walter

Abb. 1.28 Übersicht über die Zucker.

Abb. 1.29 **Beispiele** für Vielfachzucker.



© Agentur Walter

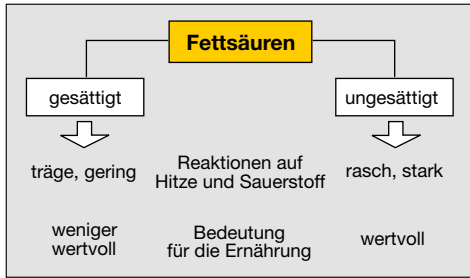


Abb. 1.30 Fettsäuren beeinflussen die Fettqualität.

© Agentur Walter

### 1.1.7.5 Fette

**Fette** sind Verbindungen (Ester) von Fettsäuren und Alkoholen. Der für die Fettbildung wichtigste Alkohol ist das Glycerin. Man unterscheidet feste Fette von flüssigen Fetten (Öle). Fette sind wichtige Nährstoffe für die menschliche und tierische Ernährung und beeinflussen die Qualität und den Geschmack von Fleisch.

### 1.1.7.6 Eiweiß

**Eiweiß** ist eine organische stickstoffhaltige Verbindung aus C, O, H, N (P, S), die einen wesentlichen Bestandteil aller pflanzlichen und tierischen Zellen sowie deren Inhaltsstoffe bildet.

*Protein* besteht nur aus eiweißartigen Stoffen (Aminosäuren), *Proteide* enthalten auch andere, nicht-eiweißartige Stoffe, z. B. Mineralstoffe oder Spurenelemente. Zu den Proteiden gehören beispielsweise die Enzyme.

*Amide* sind die Eiweißvorstufen oder Zwischenprodukte und spielen in der Tier- und Pflanzenernährung als sog. stickstoffhaltige Verbindungen oder als Stickstoffverbindung eine große Rolle.

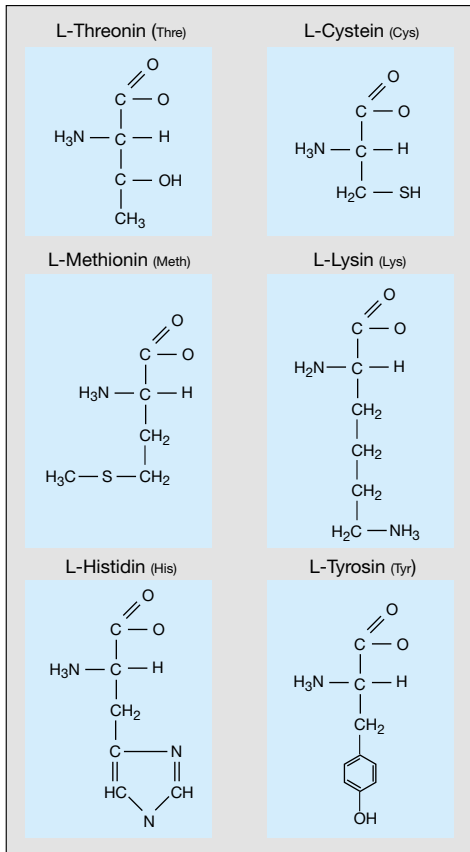


Abb. 1.31 Beispiele für einige wichtige Aminosäuren.

© Agentur Walter

**Tabelle 1.5: Übersicht über Eiweißarten und deren Vorkommen**

Eiweißart	Vorkommen, Beispiele
Albumine	Fleisch, Blut, Eier, Fisch, Hülsenfrüchte, Kartoffeln
Globuline	Fleisch, Blut, Fisch
Klebereiweiß	Getreide/Mehl, Backwaren,
Kollagen	»Knochenleim« Gelatine, Aleuronschicht, Fleisch (Bindegewebsanteil)
Keratine	Haare und Nägel
Elastine	Sehnen und Bänder

**Aufgaben:**

1. Zeigen Sie anhand von Beispielen den Unterschied zwischen organischer und anorganischer Chemie auf.
2. Erklären Sie, weshalb Äthylen explosiv ist.
3. Welche Bedeutung haben Aminosäuren?
4. Welche zwei Stoffgruppen sind für Aminosäuren charakteristisch?
5. Erklären Sie den chemischen Aufbau der Fette.
6. Zeigen Sie den Unterschied zwischen Protein und Proteid auf.
7. Erklären und begründen Sie die Bedeutung der Kohlenhydrate.

# 1.2 Physikalische Grundbegriffe

## 1.2.1 Mechanik der festen Körper

### 1.2.1.1 Eigenschaften

Neben den chemischen Grundbegriffen können auch viele physikalische Vorgänge und die Eigenschaften der Körper mit dem Teilchenmodell der Materie erklärt werden. Darunter versteht man die Vorstellung, dass jeder Stoff aus unendlich vielen kleinsten Bausteinen (Teilchen), zusammengesetzt ist, z.B. Atome, Atomgruppen, Elemente oder Moleküle.

**Kohäsion** – In festen Körpern halten starke Bindungskräfte – die sog. Kohäsionskräfte – die Teilchen zusammen. Die Reichweite dieser Bindungskräfte beträgt nur etwa 1 Tausendstel Millimeter (= 1  $\mu\text{m}$ ). In festen Körpern können die Teilchen um ihre Ruhelage schwingen. Diese Schwingbewegungen nehmen zu, je wärmer der Stoff ist und werden mit abnehmender Temperatur schwächer.

Somit bestimmen die Kohäsionskräfte wichtige Eigenschaften eines festen Körpers, nämlich seine Festigkeit, seine Härte und seine Elastizität. Dies gilt für anorganische Materialien im technischen Bereich ebenso wie für organische Materialien z.B. Knochen, Holzgewebe.

**Festigkeit** – Je nach Krafteinwirkung unterscheidet man die Zugfestigkeit (Dehnung), Druckfestigkeit, Drehungsfestigkeit und Scherfestigkeit (z.B. wichtig bei Abscherschrauben am Pflugkörper).

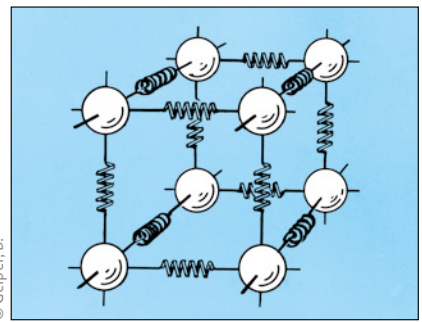
**Härte** – Die Härte eines Materials ist z.B. für das Eindringen fremder Körper in die Oberfläche von Bedeutung.

**Elastizität** – Sie bestimmt z.B. die Bruchfestigkeit der Körper. Die Teilchen sitzen auch in festen Körpern nicht unverrückbar fest. Vielmehr kann eine von außen auf den Körper einwirkende Kraft die betroffenen Teilchen aus ihrer Ruhelage drängen. Dadurch können die Nachbarpartikel verschoben werden mit der Folge einer Formveränderung des Körpers.

Bei *plastischen* Stoffen bleibt die Formänderung bestehen. Bei *elastischen* Körpern kehren die Teilchen wieder in ihre Gleichgewichtslage zurück, sobald die Krafteinwirkung beendet ist. **Beispiele** für elastische Körper sind Federn.

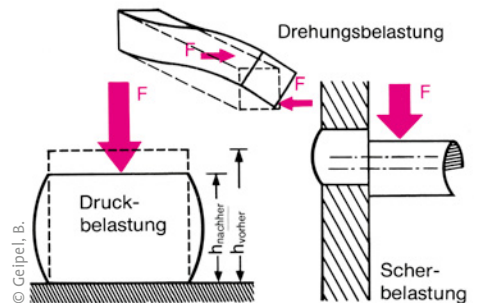
Freilich besteht das Rückformvermögen nicht unbegrenzt. Bei *Überdehnung* werden die Teilchen so weit von ihrer ursprünglichen Position verdrängt, dass sie nicht mehr in die Gleichgewichtslage zurückkehren können. Dabei kann es natürlich auch zum Bruch von Materialien kommen. Aufgrund der geringen Reichweite der Kohäsionskräfte können Bruchstücke meist nicht einfach durch Zusammenpressen (dauerhaft haltbar) zusammengefügt werden.

Von *Materialermüdung* ist die Rede, wenn die Kohäsionskräfte nachlassen. Deshalb müssen z.B. die Tragseile von Seilbahnen oder Kränen regelmäßig gewechselt werden.



© Geipel, B.

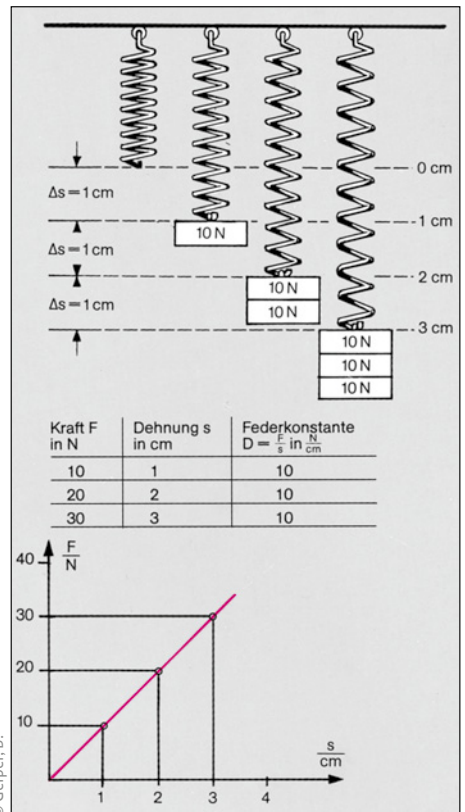
Abb. 1.32 Modell eines festen Körpers: Die Bindekräfte sind als Spiralfedern dargestellt.



© Geipel, B.

Abb. 1.33 Belastungsarten fester Körper und ihre Wirkung.

Abb. 1.34 Das Gesetz von HOOKE zeigt, dass die Dehnung einer Feder im Elastizitätsbereich proportional der wirkenden Kraft ist.



© Geipel, B.

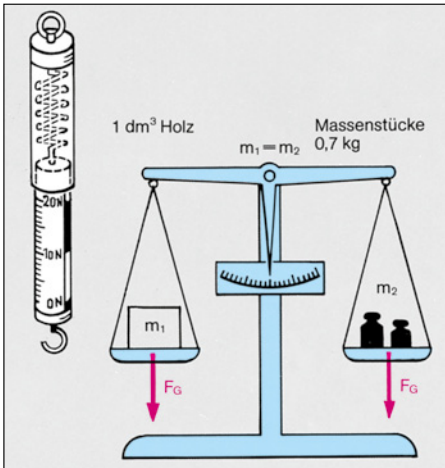


Abb. 1.35 Federwaage: Ein Messgerät für Kräfte (links); Massenvergleich mit der Balkenwaage (rechts).

© Geipel, B.

ROBERT HOOKE (englischer Physiker, 1635 – 1703) hat die Gesetzmäßigkeiten bei der Elastizität von Federn erforscht und in folgender Formel ausgedrückt:

$$\text{Federkonstante} = \text{Kraft} : \text{Dehnung}$$

$$D = F : \epsilon$$

Die Kraft  $F$  wird gemessen in Newton (N), die Dehnungsstrecke  $\epsilon$  (griechischer Buchstabe Epsilon) in Metern (m). Mithilfe von Federdehnungen können gemäß dem HOOKE'schen Gesetz Kräfte gemessen werden. Als Messgeräte verwendet man Federwaagen.

### 1.2.1.2 Masse

Die Menge von Teilchen, aus der ein Stoff besteht, nennt man **Masse**, die in Kilogramm (kg) gemessen wird. Im Internationalen Einheitensystem (SI-Einheiten) wurde als *Basiseinheit* für 1 kg die Masse des Ur-Kilogramms (eines in der Nähe von Paris aufbewahrten Platin-Iridium-Körpers) festgelegt. Zur Massenbestimmung der Körper werden Massenvergleiche mit Waagen und geeichten Massenstücken durchgeführt.

Die Masse eines Körpers ist nicht gleichbedeutend mit seinem **Gewicht**. Während die Masse stets gleich bleibt, kann sich unter bestimmten Bedingungen das Gewicht verändern (z. B. Zustand der Schwerelosigkeit). Am Normort Paris wird die Masse 1 kg zur Erde hin mit der Kraft 9,81 N angezogen.

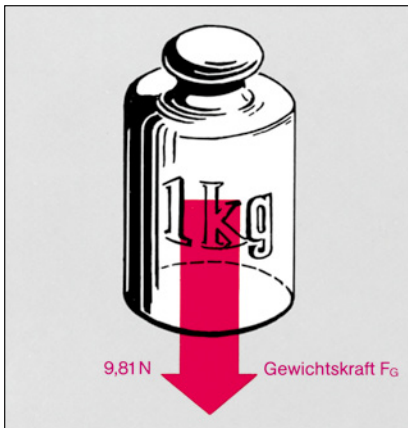


Abb. 1.36 Die Masse 1 kg besitzt ein Gewicht von  $\approx 10$  N, d. h. sie wird von der Erde mit der Beschleunigung  $9,81 \frac{m}{s^2}$  zum Erdmittelpunkt hin beschleunigt.

© Geipel, B.

### 1.2.1.3 Dichte

Massenvergleiche zeigen, dass die Stoffmenge in Körpern unterschiedlich dicht zusammengefügt sein kann. So besitzt z. B. ein  $1 m^3$  Heu – lose oder gepresst – eine andere Masse als  $1 m^3$  Getreidekörner. Diese Eigenschaft wird als **Dichte** ( $\rho$ , griechischer Buchstabe Rho) bezeichnet. Sie stellt das Verhältnis (Quotient) von der Masse zum Volumen eines Körpers dar und errechnet sich aus

$$\text{Dichte} = \text{Masse} : \text{Volumen}$$

$$\rho = m : V$$

gemessen in  $kg/dm^3$  oder  $t/m^3$  oder  $g/cm^3$ , häufig auch in  $kg/m^3$ .

Tabelle 1.6: Dichte von landw. Gütern

Ackerbohnen	0,75–0,85 kg/l
Brauereitreiber, feucht	0,90 kg/l
Düngkalk	1,26 kg/l
Futterkalk	1,50–1,80 kg/l
Gerste (Brau)	0,68–0,72 kg/l
Grassamen	0,16 kg/l
Hafer	0,50 kg/l
Holzhackgut, trocken	0,54–0,60 kg/l
Mais, grobkörnig	0,75–0,80 kg/l
Raps	0,56–0,60 kg/l
Sojaschrot	0,50–0,55 kg/l
Weizen, weich	0,73–0,78 kg/l
Weizenschrot, grob	0,50–0,52 kg/l

Durch Umstellen der Formel erhält man:  $m = V \times \rho$ . Die Dichte ist eine kennzeichnende Größe eines Stoffes (Materialkonstante). Bei landwirtschaftlichen Gütern ist stets zu beachten, ob die Dichte von lose aufgeschütteten oder gepressten Materialien angegeben ist.



#### Aufgabe:

Berechnen Sie den Vorrat an Grassilage, wenn der voll gefüllte, runde Gärfutterbehälter 3,00 m Durchmesser und 6,8 m Höhe misst? Die Dichte von Grassilage wird im Allgemeinen mit etwa  $600 kg/m^3$  angegeben.

### 1.2.1.4 Kräfte

Im physikalischen Sinn bewirken **Kräfte** Formänderungen starrer Körper oder verursachen die Beschleunigung frei beweglicher Körper. Nur Körper, auf die keine Kräfte einwirken, beharren im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig, geradlinigen Bewegung. Die Einheit der Kraft ( $F$  von engl. force) wird ermittelt durch die Wirkung der Schwerkraft (Anziehungskraft der Erde), durch die die Masse 1 kg die Gewichtskraft  $9,81 \text{ kgm/s}^2 = 9,81 \text{ Newton (N)}$ , annähernd 10 N erhält. Die Maßeinheit Newton wurde nach dem englischen Naturforscher ISAAC NEWTON (1643 – 1727) benannt.

Kraft = Masse  $\times$  Beschleunigung  

$$F = m \times a$$
 gemessen in  $\text{kgm/s}^2 = 9,81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$ .

Die Geschwindigkeit eines frei fallenden Körpers vergrößert sich aufgrund der Schwerkraft in jeder Sekunde, in der er fällt, um 9,81 m/s. Demnach beträgt seine Geschwindigkeitsänderung ca. 10 m/s in jeder Sekunde, in der er fällt.

Obwohl es sich – physikalisch gesehen – um zwei völlig unterschiedliche Begriffe handelt, wird in der Praxis umgangssprachlich in der Regel nicht zwischen Gewichtskraft (N) und Masse (kg) unterschieden.

Wenn sich ein **Körper im Ruhezustand** befindet, wirken auf ihn stets paarweise auftretende Kräfte ein, weil zu jeder Kraft eine gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft existiert. Da ihn die an ihm angreifenden Kräfte nicht bewegen, müssen sämtliche Kräfte in seinem Schwerpunkt angreifen, der sich infolge dessen von sich aus nicht verlagern kann.

Eine Kugel befindet sich deshalb im **stabilen Gleichgewichtszustand**, wenn ihr Schwerpunkt die tiefste mögliche Lage auf der Unterstützungsfläche erreicht hat. Wenn die Entfernung des Schwerpunktes von der Unterstützungsfläche (Auflagefläche) gleich bleibt, herrscht ein **indifferentes Gleichgewichtszustand**, der z. B. beim Auswuchten von Rädern und Achsen angestrebt wird. Eine Verlagerung des Schwerpunktes bringt die Kugel in eine **labile Gleichgewichtslage**.

Liegt der Schwerpunkt eines Körpers außerhalb seiner Unterstützungsfläche, verliert der Körper seine **Standfestigkeit**; er gerät in Bewegung, er fällt.

Die auf einen Körper einwirkenden Kräfte kann man zeichnerisch mit **Kraftpfeilen** darstellen. Dabei bedeutet

- ▶ die Lage des Pfeils → die Richtung der Kraftwirkung,
- ▶ der Anfangspunkt des Pfeils → den Angriffspunkt der Kraft am Körper, also am Schwerpunkt eines Körpers, in dem man sich die Masse des Körpers vereinigt denken kann.
- ▶ die Länge des Pfeils → die Größe der Kraft, entsprechend eines für die Darstellung gewählten Maßstabs, z. B. 10 N = 1 cm.

In der organischen (z. B. Getreidehalm, Knochen) und anorganischen (Steine, Werkzeuge, Technik) Natur hat man es ständig mit Kräften und deren Übertragung zu tun. Greifen z. B. zwei oder mehrere Kräfte in der *gleichen Wirkungslinie* an, so ist die Sum-

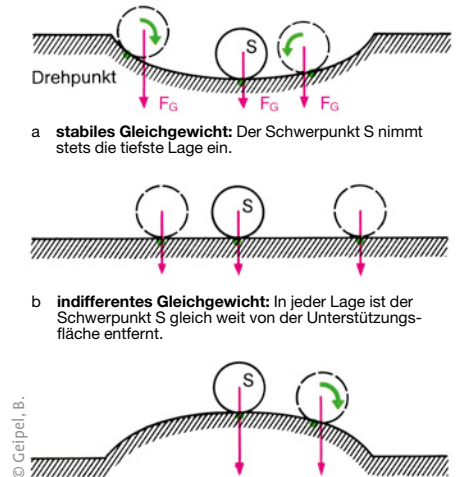


Abb. 1.37 Die verschiedenen Arten des Gleichgewichts.

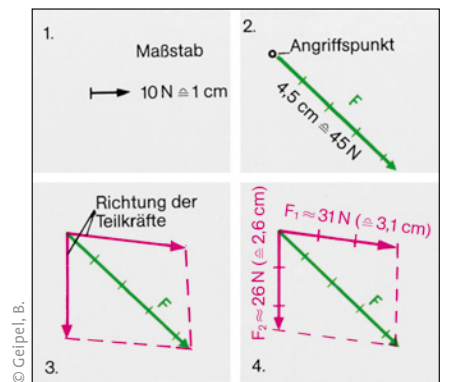


Abb. 1.38 Zeichnerisches Zerlegen einer Kraft  $F$  mithilfe des Kräfte-Parallelogramms.

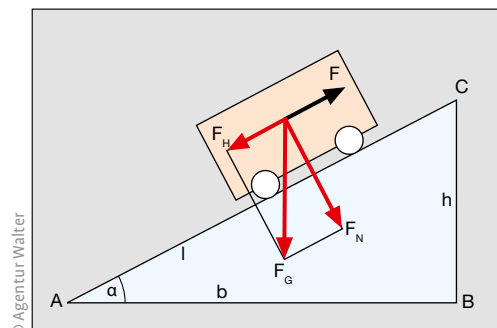


Abb. 1.39 Kräfte an der schiefen Ebene.  
 $F_G = \text{Gewichtskraft des Körpers} = \text{Masse} \cdot \text{Erdbeschleunigung} = m \cdot g$   
 $F_H = \text{Hangabtriebskraft} = \text{Kraft, welche das Objekt nach unten rutschen lässt} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$   
 $F_N = \text{Normalkraft} = \text{Kraft, welche das Objekt auf den Berg drückt} = m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$