

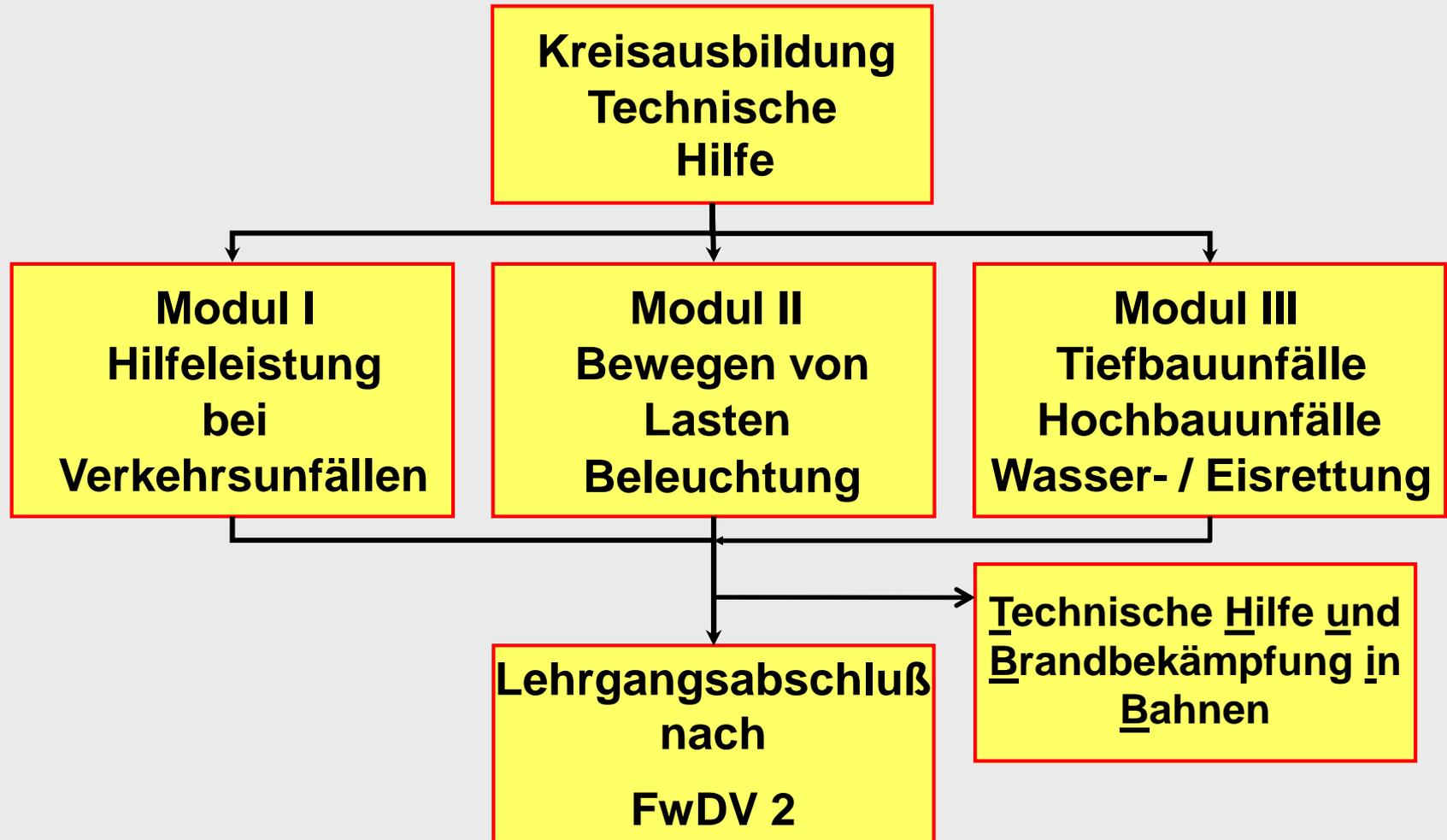


Technische Hilfe

**Für die Einsatzkräfte der Feuerwehr der
Kreis- und Stadtfeuerwehrverbände
des Landes Schleswig-Holstein**



Möglicher Aufbau des Lehrganges





Technische Hilfe

Modul 2

Physikalische Grundlagen

**Für die Einsatzkräfte der Feuerwehr der
Kreis- und Stadtfeuerwehrverbände
des Landes Schleswig-Holstein**



Lehrgangsinhalte des Modul 2.1

- In diesem Ausbildungsabschnitt werden die notwendigen physikalischen Grundlagen für die Technische Hilfe an verschiedenen Beispielen erklärt.



Grundeinheiten der Mechanik

- In der technischen Hilfe benötigen wir drei Grundgrößen. Diese sind:
 - Die Länge, mit dem Formelzeichen **S** für Strecke und der Einheit **m** für Meter.
 - Die Zeit, mit dem Formelzeichen **t** für Time und der Einheit **s** für Sekunde.
 - Die Masse, mit dem Formelzeichen **m** für Masse und der Einheit **kg** für Kilogramm.



Abgeleitete Größe: Die Kraft

■ Trägheit der Masse

- Sir Isaac Newton (engl. Physiker, Astronom und Mathematiker, 1643-1727) formulierte folgenden Satz: Ohne äußere Krafteinwirkung verharrt ein Körper im Zustand der Ruhe oder gleichförmigen Bewegung.
- Generell gilt: Masse ist träge.
- Wollen wir einen Körper aus der Ruhe heraus bewegen oder umgekehrt, so müssen wir eine Kraft aufbringen.

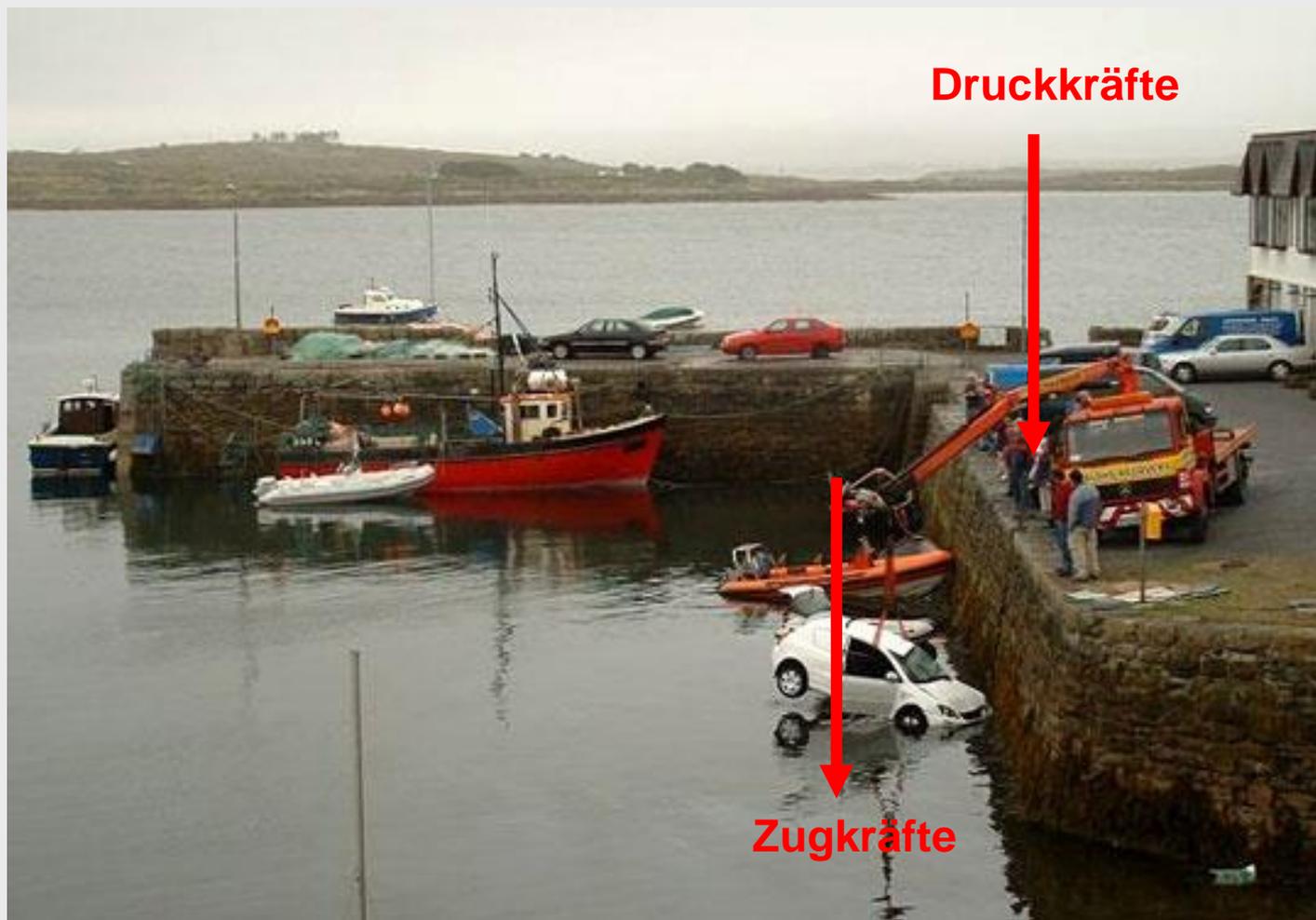


Wie wirken Kräfte? Ein Beispiel in Bildern !





Welche Kräfte treten hier auf ?





Warum müssen wir wissen, wie Kräfte wirken ?





Damit uns so etwas nicht passiert !





Und nun der zweite Versuch !





Berechnung der Kraft

- **Die Kraft ist eine vektorielle Größe.**

(Vektorielle Größe = mathemat. Größe, die als Strecke bestimmter Lage u. Richtung definiert ist)

Die Einheit der Kraft ist N für Newton. Ihr Betrag ergibt sich aus:

Kraft = Masse x Beschleunigung $F = m \times a$

Ihre Richtung ist die Richtung der Beschleunigung.

- **Wichtig:**

Vektorielle Größen können nicht einfach addiert werden.

Für das Rechnen mit vektoriellen Größen gelten besondere Gesetzmäßigkeiten.



Die Gewichtskraft

- Die wichtigste Kraft im Feuerwehrdienst ist die Gewichtskraft. Unter Gewichtskraft eines Körpers versteht man die auf ihn im Schwerfeld eines Himmelskörpers (bei uns die Erde) wirkende Schwerkraft.

Der Betrag der Gewichtskraft wird berechnet durch:

Gewichtskraft = Masse x Erdbeschleunigung $F_g = m \times g$

- Als Erdbeschleunigung wird in der Mechanik mit 9.81 m/s^2 gerechnet.
Im Feuerwehrdienst reicht es aus, wenn wir mit 10 m/s^2 rechnen.



Die Gewichtskraft

- Die Richtung der Gewichtskraft ist immer auf den Erdmittelpunkt gerichtet.
- Die Gewichtskraft müssen wir beim senkrechten Heben einer Last aufbringen.



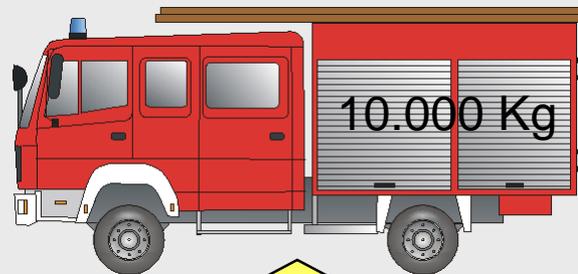
Beispiel Gewichtskraft

- Ein senkrecht anzuhebender LKW mit einer zulässigen Gesamtmasse von 10 t (10000 kg) erfordert eine Kraft von:

$$F = 10000 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 100.000 \text{ N} \text{ oder } F = 10 \text{ t} \times 10 \text{ m/s}^2 = 100 \text{ kN}$$

Ist das Gewicht in kg angegeben erhalten wir die Gewichtskraft in N.

Ist das Gewicht dagegen in t angegeben erhalten wir die Gewichtskraft in kN.



$$F = 100.000 \text{ N} = 100 \text{ kN}$$



Waagerechte Bewegung

- Soll eine Last jedoch nur waagerecht bewegt werden, so ist die erforderliche Kraft aus Gewichtskraft der Last und dem Reibungswiderstand zwischen Last und Standfläche zu berechnen.

Die Reibkraft ist immer parallel zur Berührungsfläche und der Bewegungsrichtung entgegengerichtet. Sie ist stets kleiner als die Kraft, mit der der Körper gegen die Unterlage gedrückt wird.

- Zugkraft = Reibungszahl x Gewichtskraft $F_z = \mu \times F_g$



Die Reibkraft

- Die Reibkraft ist unabhängig von der Größe der Berührungsfläche.
- Man unterscheidet drei Reibungsarten:
 - Die Haftreibung tritt auf, wenn ein Körper auf seiner Unterlage ruht und in Bewegung gesetzt werden soll.
 - Die Gleitreibung wirkt bei einer bereits bestehenden Bewegung. Sie ist erheblich kleiner als die Haftreibung.
 - Die Rollreibung tritt auf, wenn der Körper auf einer Unterlage rollt. Sie ist sehr viel kleiner als die Gleitreibung.



Die Reibkraft

- Bei Feuerwehreinsätzen erfolgt die Bewegung einer Last fast ausschließlich aus dem Stand.

Deshalb ist in erster Linie die Haftreibung von Bedeutung.

- Zur wesentlichen Verringerung der Reibung können Rollen eingesetzt werden.

Dann ist nur die Rollreibung zu überwinden.



Die Haftreibungszahl

		trocken	wenig fettig	ge- schmiert	mit Wasser
Bronze auf	Bronze	0,18		0,11	
	Grauguß	0,28		0,16	
	Stahl	0,19			
Grauguß auf	Eiche				0,65
	Grauguß		0,16	0,19	
Stahl auf	Eiche			0,11	0,65
	Eis	0,027			
	Grauguß	0,19			
	Stahl	0,15	0,13		
		trocken	naß schmierig	naß trocken	ver- eist
Luftreifen auf	Ackerböden	0,45	0,2		< 0,2
	Asphalt	0,55	0,2	0,3	< 0,2
	Beton	0,65	0,3	0,5	< 0,2
	Erdbweg	0,45	0,2		< 0,2
	Kopfstein	0,6	0,2	0,3	< 0,2
	Teerdecke	0,55	0,3	0,4	< 0,2
Kettenfa. auf	Ackerböden	0,8			



Beispiel Reibkraft

- Angenommen ein LKW mit einer zulässigen Gesamtmasse von 10.000 kg, dessen Bremsen aufgrund eines technischen Fehlers blockiert sind, muss auf einer Asphaltstraße fortbewegt werden.

Es ist folgende Zugkraft erforderlich:

$$F_g = 10.000 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 100.000 \text{ N}$$

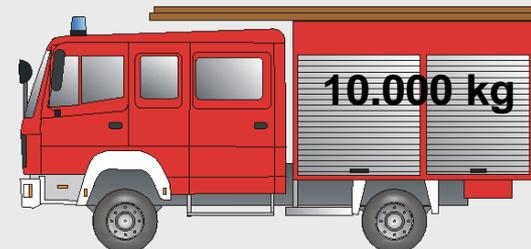
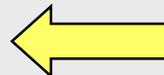
$$F_z = F_g \times \mu$$

μ aus Tabelle: Luftreifen auf Asphalt $\mu = 0,55$

$$F_z = 100.000 \text{ N} \times 0,55 = 55.000 \text{ N}$$

$$F_z = 100 \text{ kN} \times 0,55 = 55 \text{ kN}$$

$$F_z = 55.000 \text{ N} = 55 \text{ kN}$$



Hinweis:

In der Einsatzpraxis wird man diese ideale Berechnungsmöglichkeit sehr selten finden. Vielmehr hat man es sehr oft mit Fahrzeugen zu tun, die ins Erdreich eingesunken sind oder bis zu den Achsen im Schlamm stecken. In diesen Fällen ist eine Ermittlung der Reibungszahl aus Tabellen nicht möglich.



Mögliche Zugkräfte

- Genauso wichtig wie das Errechnen der erforderlichen Zugkräfte, ist die Kenntnis der Kraft, die ein Feuerwehrfahrzeug ohne Hilfsmittel (Radkeile) aufnehmen kann. Sie errechnet sich aus der Gewichtskraft des Fahrzeuges und der Haftreibung.
- Beispiel RW 1 und RW 2 auf Asphalt:
 - RW 1:
$$F_{\max} = 7.500 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,55 = 41.250 \text{ N} = 41,25 \text{ kN}$$
 - RW 2:
$$F_{\max} = 12.000 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,55 = 66.000 \text{ N} = 66,00 \text{ kN}$$



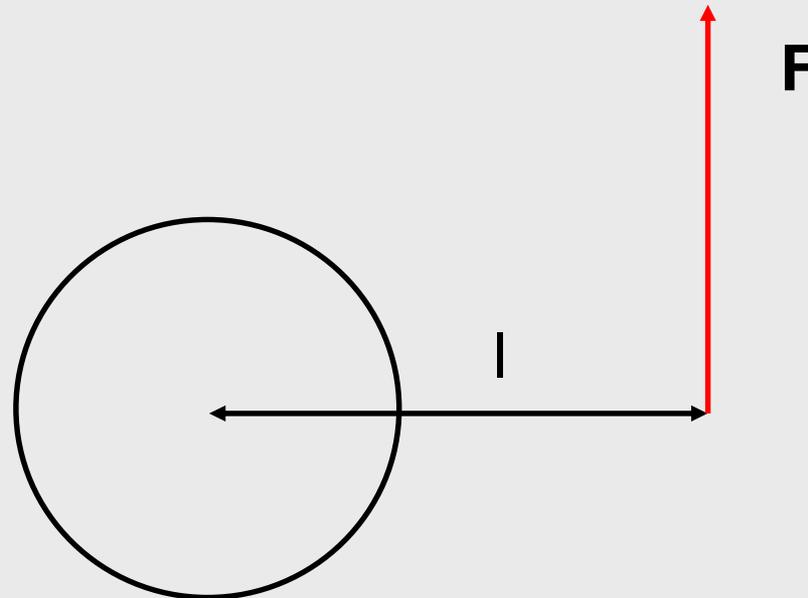
Abgeleitete Größe: Das Drehmoment

- Unter Drehmoment versteht man das Produkt aus einer Kraft und dem senkrechten Abstand vom Drehpunkt.

Die Einheit des Drehmomentes ist das Newtonmeter (Nm).

Es wird berechnet aus Kraft mal Hebelarm.

Formel: $M = F \times l$





Abgeleitete Größe: Die Spannung

- Den äußeren Kräften und Momenten an einem Körper halten im Inneren des Körpers entsprechende Reaktionskräfte das Gleichgewicht.

Diese Reaktionskräfte nennen wir Spannungen.

Die Größe der Spannung ist immer von der zu übertragenden Kraft abhängig.

Aber auch geometrische Eigenschaften spielen eine Rolle.

Es gibt dabei vier möglichen Spannungsformen :

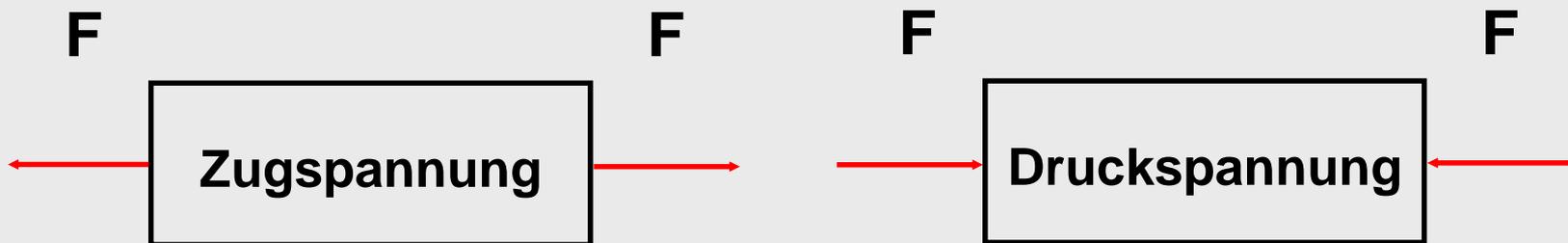


Abgeleitete Größe: Die Spannung

■ Zug- und Druckspannung

Bei ihr spielt die Größe des Querschnittes eine wichtige Rolle, denn es gilt:

Je größer der Querschnitt, desto kleiner (bei gleicher Kraft) die Spannung.

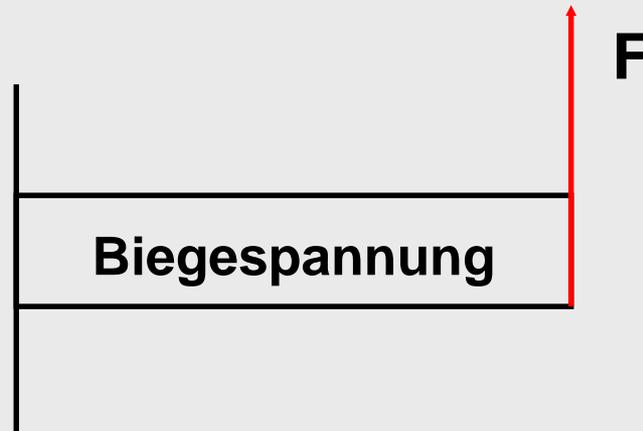




Abgeleitete Größe: Die Spannung

■ Biegespannung

Hier ist nicht allein die Größe des Querschnittes von Interesse, sondern insbesondere die Querschnittsform.





Abgeleitete Größe: Die Spannung

■ Torsionsspannung

Für sie gilt das gleiche wie für die Biegespannung.

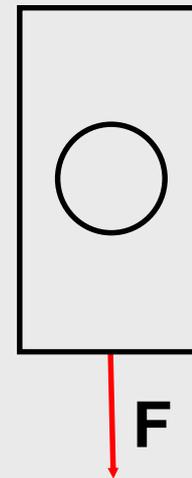
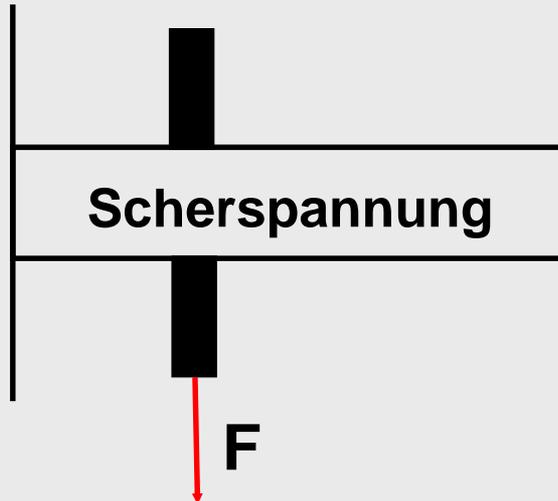




Abgeleitete Größe: Die Spannung

■ Scherspannung

Hier ist die Fläche der späteren Teilfuge von Bedeutung.





Abgeleitete Größe: Die mechanische Arbeit

- Wenn eine Kraft einen Körper auf einem bestimmten Weg verschiebt, so verrichtet sie am Körper Arbeit.
Unter der Arbeit W versteht man das Produkt aus Kraft mal Weg.

Arbeit = Kraft x Weg

Formel: $W = F \times S$

- An der Größe der Arbeit können Maschinen nichts ändern. Soll eine Kraft also verkleinert werden, so muss der Weg vergrößert werden.

Es gilt die goldene Regel der Mechanik:

Was an Kraft gespart wird, muss an Weg zugesetzt werden.



Abgeleitete Größe: Die mechanische Leistung

- Unter der Leistung P versteht man das Verhältnis der Arbeit zur Arbeitszeit.

Die Einheit der Leistung ist Watt (W).

Leistung = Arbeit/Zeit

Formel: $P = W / t$



Einfache mechanische Systeme

- Sie haben die Aufgabe bei bestimmten Arbeiten Größe und Richtung der erforderlichen Kraft zu verändern.

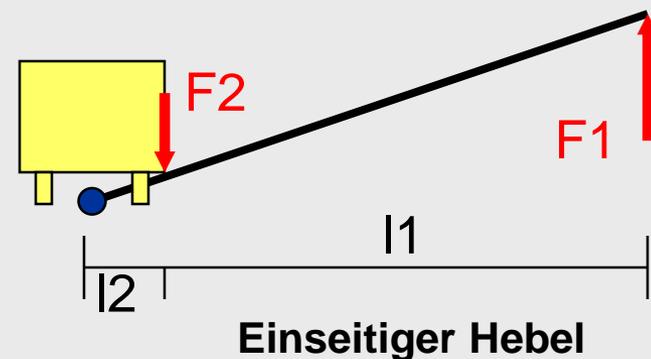
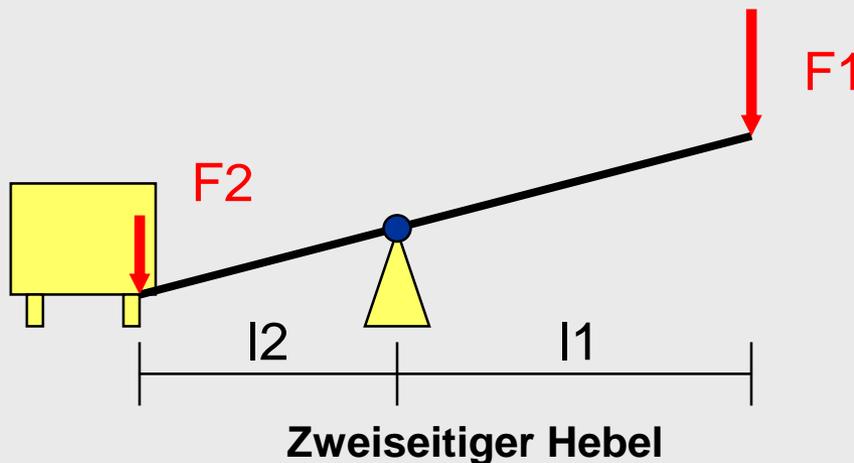
- Wir kennen:
 - Den Hebel
 - Die Rolle
 - Seilzüge



Der Hebel

- Unter einem Hebel versteht man einen starren, um eine Achse drehbaren Körper.
Bei einem einseitigen Hebel liegt der Drehpunkt am Ende, bei einem zweiseitigen Hebel zwischen den angreifenden Kräften.
- Es gilt das Hebelgesetz:

$$\text{Kraft} \times \text{Kraftarm} = \text{Last} \times \text{Lastarm} \quad F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$$





Die schiefe Ebene

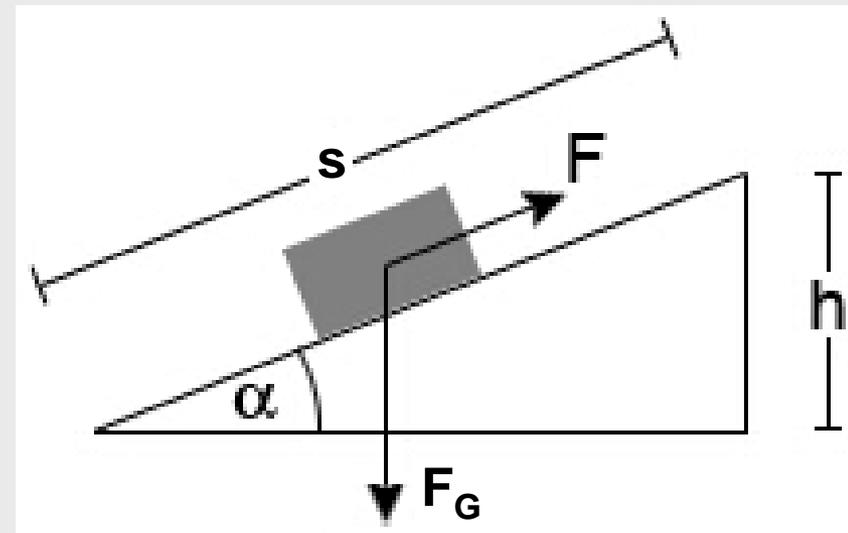
- Mit der schiefen Ebene können Körper auf eine bestimmte Höhe gezogen werden.

Die Arbeit ist gleich der Arbeit um den Körper direkt auf erforderliche Höhe zu heben.

Nur wird wie bei allen Hebeegeräten die über den Weg der Kraftaufwand niedrig gehalten.

Die kraft F wird umso kleiner, je länger der Weg s wird (Abhängigkeit vom Winkel der schiefen Ebene).

$$F \times s = F_G \times h$$





Kräfte an einer Rolle

- Die an der Rolle angreifenden Kräfte F_1 und F_2 , sind in jedem Fall gleich groß. Für den Fall, dass die beiden Seilkräfte parallel liegen, ist die Kraft:

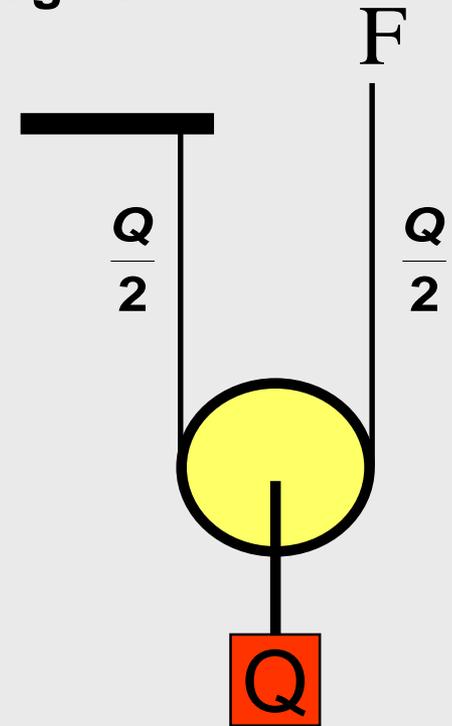
$$F_r = F_1 + F_2 .$$





Rollen

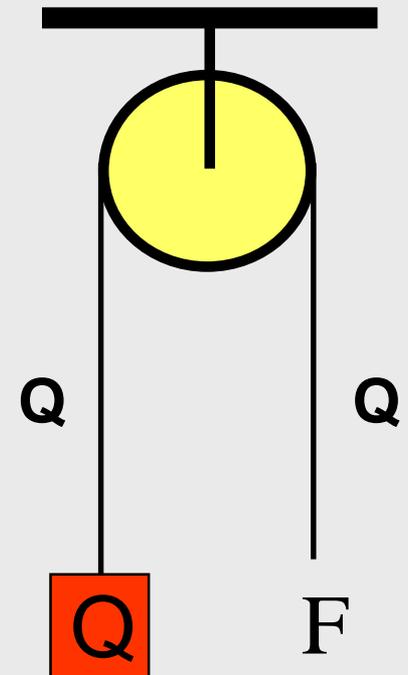
- Rollen werden als feste oder lose Rollen eingesetzt
- Lose Rolle
 - Die lose Rolle halbiert die aufzubringende Zugkraft.
 - Die Last hängt an zwei Strängen.





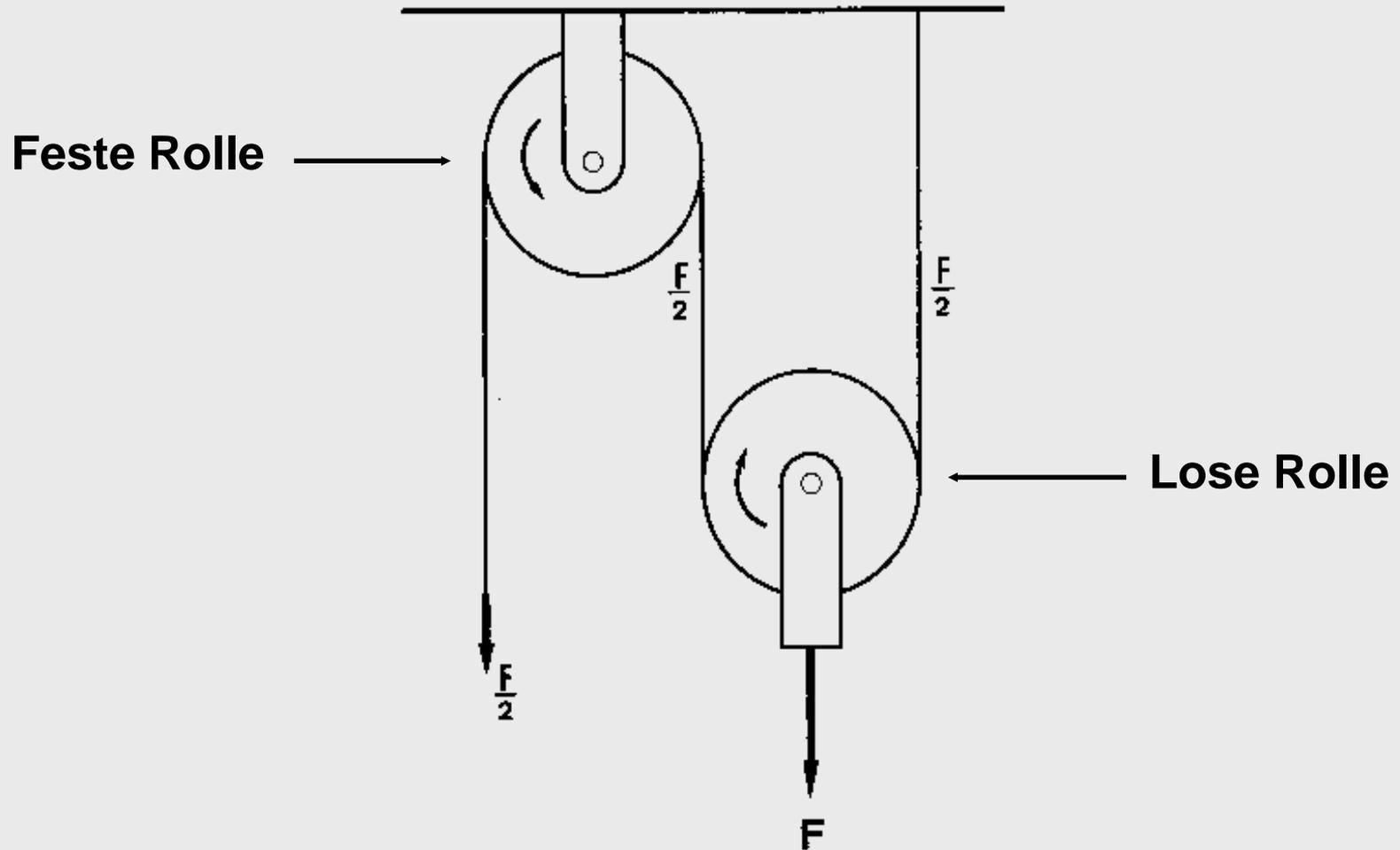
Rollen

- Rollen werden als feste oder lose Rollen eingesetzt
- Feste Rolle
 - Die feste Rolle ändert nur die Zugrichtung.
 - Die Last hängt an einem Strang.





Seilzugprinzip





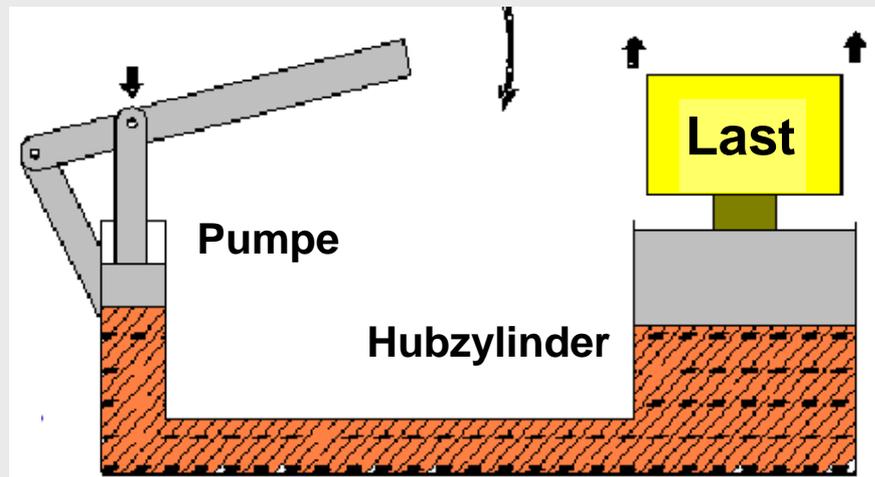
Hydrosystem

■ Grundform eines Hydrosystems

- Ein einfaches Schema zeigt das Prinzip eines Hydrosystems
- Wirkt eine bestimmte Kraft auf den linken Kolben, so erzeugen wir einen bestimmten Druck.
Dieser Druck ergibt sich aus:

Druck = Kraft x Kolbenfläche

Formel: $p = F \times A$





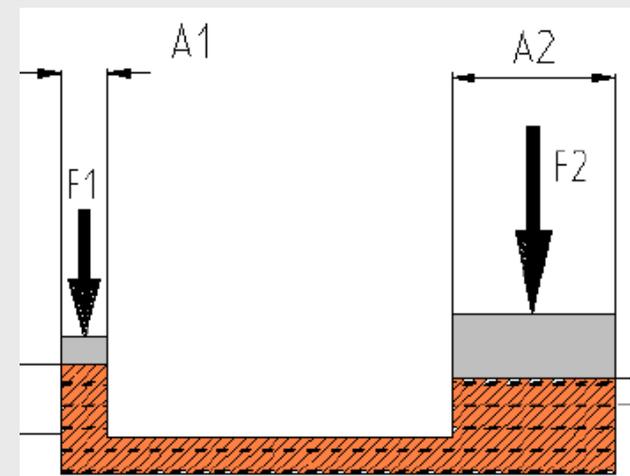
Kraftübersetzung Hydrosystem

- Da sich der Druck gleichmäßig nach allen Seiten fortpflanzt, spielt die Form der Anlage keine Rolle.

Um mit dem Druck, der durch eine äußere Krafteinwirkung entstanden ist, arbeiten zu können, nehmen wir folgendes System:

Wenn wir nun mit der Kraft F_1 auf die Fläche A_1 drücken, erzeugen wir den Druck.

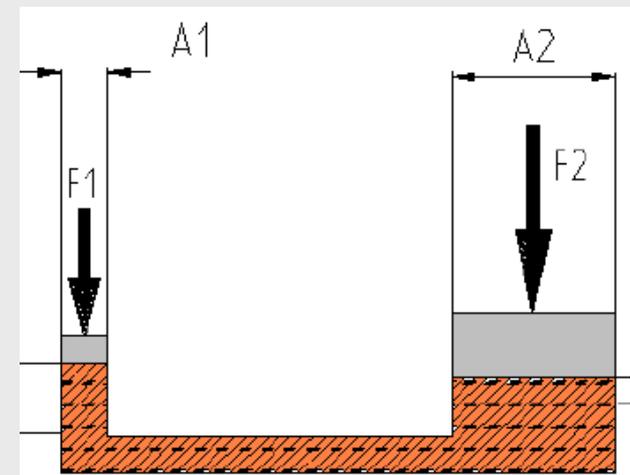
$$p = F_1 \times A_1$$





Kraftübersetzung Hydrosystem

- Die Einheit des Druckes ist Pascal (Pa).
Der Druck p wirkt an jeder Stelle des Systems.
Also auch an der Fläche A_2 .
Die erreichbare Kraft (die gleichbedeutend mit der Last ist) ermittelt sich aus: $F_2 = p \times A_2$
- Die Kräfte verhalten sich also zueinander wie die Flächen:
 $F_1 \times A_1 = F_2 \times A_2$
- Somit gilt:
je größer die Fläche A_2 ausgelegt wird,
desto größer ist auch die mögliche
Kraft F_2





Grundbegriffe Elektrizität

■ Die Stromstärke **I**

Sie ist die Basisgröße der Elektrizitätslehre und wird in Ampere (**A**) gemessen.

■ Die Spannung **U**

Sie ist die Ursache jedes elektrischen Stromes und wird in Volt (**V**) gemessen.

■ Der elektrische Widerstand **R**

Jeder Leiter und jede Maschine besitzt einen sogenannten elektrischen Widerstand. Er bestimmt die Stärke des Stromes, der bei einer bestimmten Spannung durch einen Stromkreis fließt. Der Widerstand wird in Ohm (**Ω**) gemessen.

Formel: $R = U \times I$ (Ohmsches Gesetz)



Grundbegriffe Elektrizität

■ Die Ladung

Bei vielen Nichtleitern kann durch Reibung die Oberfläche elektrisch geladen werden.

Entsteht hierdurch ein Elektronenmangel, sagen wir, der Körper ist positiv geladen.

Entsteht ein Elektronenüberschuss, sagen wir, der Körper ist negativ geladen.

Nun wissen wir aber, dass ein positiv und ein negativ geladener Körper eine Spannungsquelle bilden.

Es kann also ein Strom fließen, dies geschieht durch einen Funken.



Grundbegriffe Elektrizität

■ Die Ladung

Auftreten kann dieses z.B. beim Abpumpen einer Flüssigkeit aus einem Tank in einen anderen Behälter.

Bei diesem Vorgang kann es zu einer Funkenbildung aufgrund einer elektrischen Aufladung kommen.

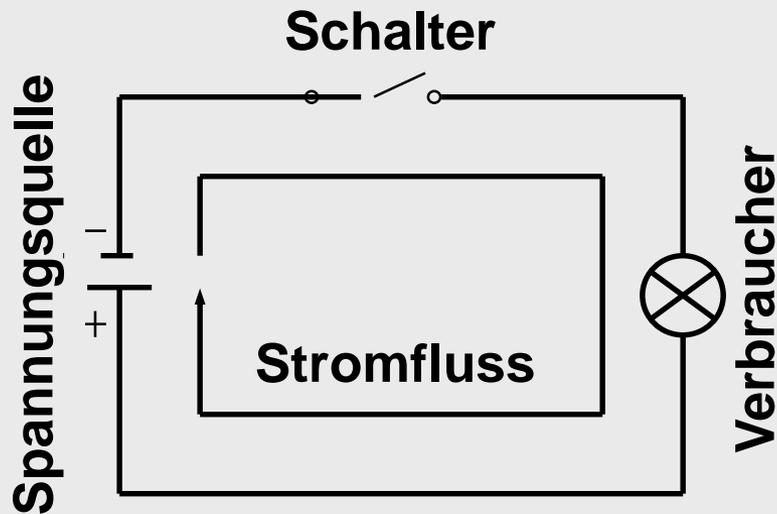
Damit dies nicht geschehen kann, müssen alle leitfähigen Teile in denen sich die Flüssigkeit beim Abpumpen befindet durch einen leitfähigen Draht verbunden werden.

Man spricht hierbei von einem Potentialausgleich.



Gleichstrom

- Die Spannung an der Spannungsquelle ändert ihren Wert während des Betriebes nicht.
Der Strom fließt vom Minuspol zum Pluspol.



Gleichstromkreis

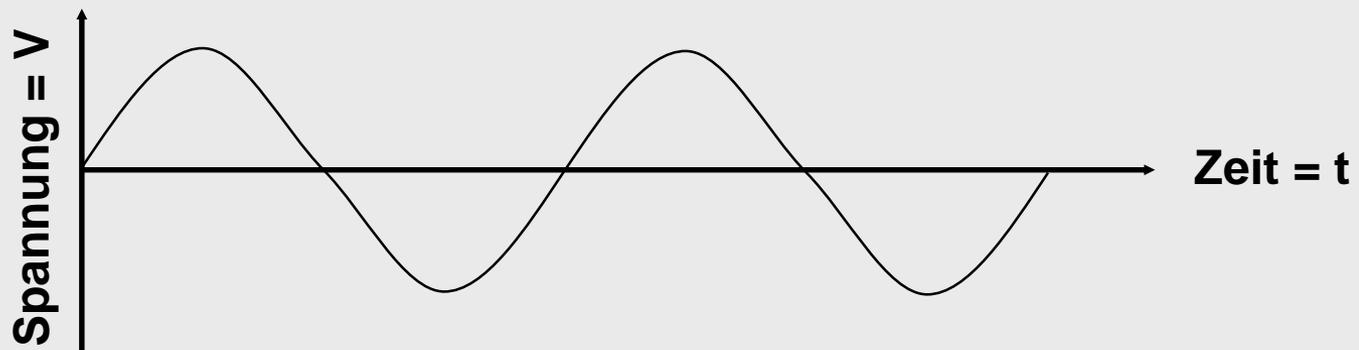


Spannungsdiagramm



Wechselstrom

- Er unterscheidet sich vom Gleichstrom vor allen dadurch, dass sich die Spannung und die Stromstärke an der Spannungsquelle periodisch ändern.
Die Häufigkeit dieser Änderung wird in Herz (Hz) angegeben und Frequenz genannt.
Die Grafik lässt erkennen, dass der Wert der Spannung sich mit der Zeit ändert.
Üblicherweise wechselt die Spannung 50 mal pro Sekunde.
Die Frequenz beträgt also 50Hz.





Drehstrom

- Beim Wechselstrom kennen wir nur zwei Leiter. Einen Spannungsführenden und den Nulleiter. Für den Drehstrom gibt es drei Spannungsführende- und einen Nulleiter. Die Spannungsspitzen der einzelnen Leiter sind zeitlich versetzt. Wir sprechen deshalb auch vom Dreiphasenstrom. Die bei der Feuerwehr üblichen und zugelassenen Generatoren liefern einen 230V Wechsel- und 400V Drehstrom.

