

# Mechanik

Lehrgang  
**Gruppenführung**

---

## Inhalt:

<b>1. Einleitung</b> .....	3
<b>2. Grundbegriffe</b> .....	3
<b>2.1 Basisgrößen und Basiseinheiten</b> .....	3
<b>2.2 Kräfte</b> .....	4
2.2.1 Gewichtskraft .....	4
2.2.2 Zusammensetzen von Kräften .....	5
<b>2.3 Masse</b> .....	6
<b>2.4 Reibung</b> .....	6
<b>2.5 Drehmoment und Hebelwirkung</b> .....	7
<b>2.6 Schwerpunkt</b> .....	8
<b>2.7 physikalische Arbeit</b> .....	9
<b>2.8 schiefe Ebene</b> .....	9
<b>2.9 Hebelgesetz</b> .....	11
2.9.1 einarmiger Hebel .....	12
2.9.2 zweiarmiger Hebel .....	12
2.9.3 Beispielberechnungen zum Hebel .....	14
<b>2.10 Rollen</b> .....	15
2.10.1 feste Rolle .....	15
2.10.2 lose Rolle .....	16
2.10.3 Flaschenzug .....	17
<b>3. Anschlagen von Lasten</b> .....	18
<b>4. Vielfache und Teile von Einheiten</b> .....	18
<b>5. Energie</b> .....	19
<b>5.1 Leistung</b> .....	19
<b>5.2 Wirkungsgrad</b> .....	19
<b>6. Quellenangaben</b> .....	20

# 1. Einleitung

Die Mechanik ist ein Teilgebiet der Physik. Innerhalb der Mechanik befasst man sich in der Hauptsache mit der Bewegung von Körpern und mit Kräften und deren Wirkungen. In dieser Unterlage soll im Wesentlichen auf die Kräfte und deren Wirkungen eingegangen werden.

Das Gebiet der Mechanik lässt sich in Teilgebiete gliedern:

**Statik:** Körper befinden sich im Gleichgewicht, d.h. die auf den Körper wirkenden Kräfte heben sich gegenseitig auf.

**Dynamik:** Auf den Körper wirkende Kräfte heben sich nicht auf. Der Körper befindet sich nicht mehr im Gleichgewicht. Als Folge dessen setzt er sich in Bewegung oder verformt sich.

Bei Einsätzen der Feuerwehr kommen die Gesetze der Mechanik zur Anwendung. Insbesondere ist das im Bereich der Technischen Hilfeleistung der Fall. Grundwissen über die Gesetzmäßigkeiten der Mechanik ist daher insbesondere wichtig für:

- Einschätzen der Wirkungsweise von Kräften auf einen Körper
- Lasten heben, bewegen, stützen oder sichern können
- Einsatzgrenzen von Geräten einschätzen können
- Kräftersparnis und ergonomisches Arbeiten

## 2. Grundbegriffe

### 2.1 Basisgrößen und Basiseinheiten

Physikalische Größen sind naturwissenschaftliche Fachbegriffe, die man mengenmäßig erfassen kann. Sie werden durch einen Zahlenwert und eine Einheit gekennzeichnet. Der Zahlenwert beschreibt um wievielfach größer die physikalische Größe als die Einheit ist. Beispielsweise hat ein Behälter das Volumen von  $5\text{m}^3$ . Damit ist die Einheit  $1\text{m}^3$  und der Zahlenwert 5, d.h. das Volumen des Behälters beträgt das 5-fache der Grundeinheit. Damit ist die physikalische Größe genau beschrieben.

Die physikalischen Basisgrößen, d.h. physikalische Größen, auf die nahezu alle physikalischen Vorgänge zurückgeführt werden können, sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

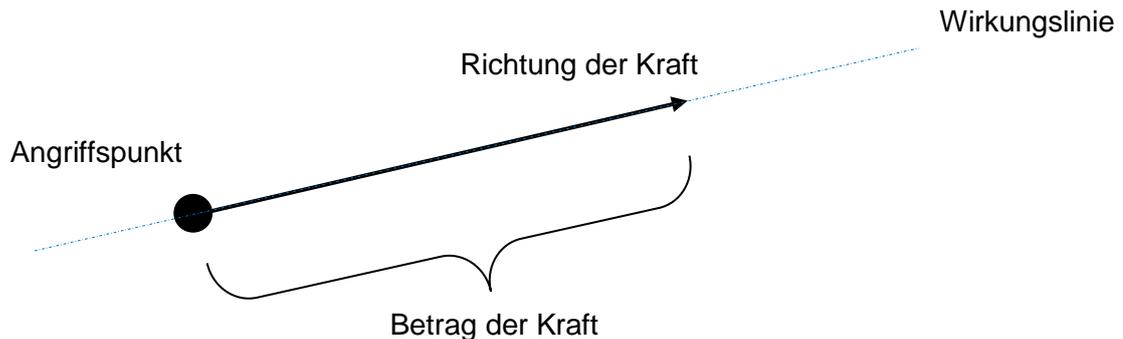
Basisgröße	Basiseinheit	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
elektrische Stromstärke	Ampere	A
thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Die Basisgrößen entstammen dem SI-System (Système international d'unités). Per Übereinkunft wurden diese Basisgrößen festgelegt.

## 2.2 Kräfte

Eine Kraft charakterisiert sich im Wesentlichen durch 2 Eigenschaften, ihre Größe (Betrag), sowie ihre Richtung.

Erkannt werden kann eine Kraft nur an Ihrer Wirkung. Dabei ist die Wirkung einer Kraft abhängig von ihrem Betrag, ihrer Richtung und letztlich Ihrem Angriffspunkt.



Körper können Ihren Bewegungszustand nie von allein ändern. Hierfür ist eine äußere Einwirkung notwendig. Die Änderung des Bewegungszustandes wird durch eine Beschleunigung hervorgerufen, dessen Ursache eine einwirkende Kraft ist.

Aus diesem Zusammenhang kann man der Begriff „Kraft“ bestimmen:

$$\text{Kraft} = \text{Masse} \cdot \text{Beschleunigung}$$

$$F = m \cdot a$$

Dieser Zusammenhang wird als Newtonsches Grundgesetz benannt.

Kräfte werden in der Einheit Newton [N] dargestellt. Ein Newton ist die Kraft, die einem Körper mit der Masse von 1 kg eine Beschleunigung von 1 m/s<sup>2</sup> erteilt.

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

### 2.2.1 Gewichtskraft

Körper werden auf der Erde durch die Anziehungskraft der Erde angezogen. Daher wirken diese Körper mit einer bestimmten Kraft auf den Untergrund oder ziehen an einer Aufhängung.

In diesem Fall ist die verursachende Beschleunigung die Erdbeschleunigung mit 9,81 m/s<sup>2</sup>.

In einfachen Betrachtungen kann dieser Wert als 10 m/s<sup>2</sup> angenommen werden.

In diesem Fall gilt der Zusammenhang:

$$\text{Gewichtskraft} = \text{Masse} \cdot \text{Erdbeschleunigung}$$

$$F_G = m \cdot g$$

Dies bedeutet, ein Körper mit einer Masse von 1 kg erzeugt eine Gewichtskraft von 10 N.

## 2.2.2 Zusammensetzen von Kräften

Wirken auf einen Körper zwei Kräfte, setzen sich diese beiden Komponenten zu einer resultierenden Kraft zusammen.

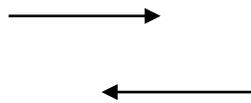
Die resultierende Kraft kann zeichnerisch ermittelt werden.

Folgende Fälle sind möglich:

- a) Zwei Kräfte wirken in die gleiche Richtung



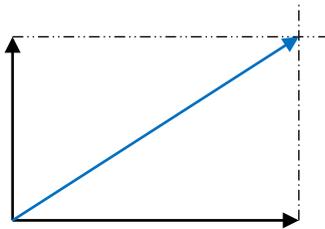
- b) Zwei Kräfte wirken in entgegengesetzter Richtung



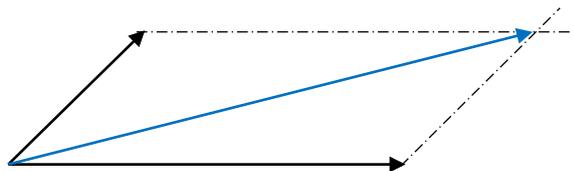
Sind beide Kräfte gleich, so heben sie sich auf.  
Ansonsten gilt:

$$F_{ges} = F_1 - F_2$$

- c) Zwei Kräfte wirken im rechten Winkel zueinander



- d) Zwei Kräfte wirken in beliebiger Richtung zueinander



Um die zeichnerische Lösung zu bekommen, müssen Kräfte maßstabsgetreu gezeichnet werden.

Weiterhin kann man sich hierbei zunutze machen, dass Kräfte auf Ihrer Wirkungslinie frei verschiebbar sind. Außerdem kann man Kräfte auch parallel verschieben.

## 2.3 Masse

Die Begrifflichkeit „Masse eines Körpers“ wird häufig mit dem Begriff „Gewicht eines Körpers“ verwechselt. Unter physikalischem Gesichtspunkt gesehen, sind diese beiden Begriffe jedoch nicht vergleichbar.

Bei der Masse handelt es sich zunächst erst einmal um die Eigenschaft eines Körpers. So beträgt die Masse eines Sacks mit Kartoffeln 10 kg.

Durch die einwirkende Erdbeschleunigung jedoch ergibt sich eine Gewichtskraft, mit der dieser Sack auf den Untergrund wirkt, auf dem er abgestellt wurde. Die Gewichtskraft in diesem Beispiel errechnet sich folgendermaßen:

$$F_G = m \cdot g = 10 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 100 \text{ N} \left( \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

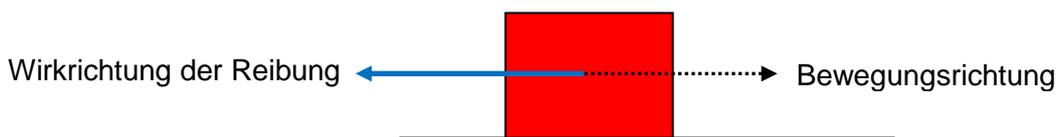
Aus dieser Berechnung heraus würde der Sack mit einer Gewichtskraft von 100 N auf den Untergrund wirken. Möchte man nun das „Gewicht“ des Sacks beschreiben, meint man eigentlich die Gewichtskraft, die hier übertragen wird. Da allgemein ein Gewicht in kg ausgedrückt wird, muss die Einheit Newton wieder in kg zurück gerechnet werden. Dabei ergeben sich 10 kg.

$$1 \text{ N} \approx 0,1 \text{ kg} (100 \text{ g})$$

*Die Masse eines Körpers bleibt gleich, unberücksichtigt welche Beschleunigung auf ihn wirkt. Das Gewicht eines Körpers ist jedoch abhängig von der einwirkenden Beschleunigung.*

## 2.4 Reibung

Man spricht von Reibung, wenn die Bewegung zweier Körper gegeneinander gehemmt wird. Die Kraft der Reibung ist der Richtung der Bewegung entgegen gerichtet.



Man unterscheidet 3 Arten der Reibung:

- Haftreibung (muss überwunden werden um einen Körper aus der Ruhe in Bewegung zu versetzen)
- Gleitreibung (herrscht vor, wenn ein Körper nach Überwindung der Haftreibung in Bewegung versetzt worden ist)
- Rollreibung (rollt ein Körper auf einer Oberfläche, so herrscht diese Reibungsart nach Überwindung der Haftreibung vor)

Die Reibung ist abhängig von der Beschaffenheit der beiden aufeinanderliegenden Oberflächen und dem Betrag der Reibungskraft. Außerdem muss hier noch die senkrecht auf die Unterlage wirkende Kraft (Gewichtskraft) berücksichtigt werden.

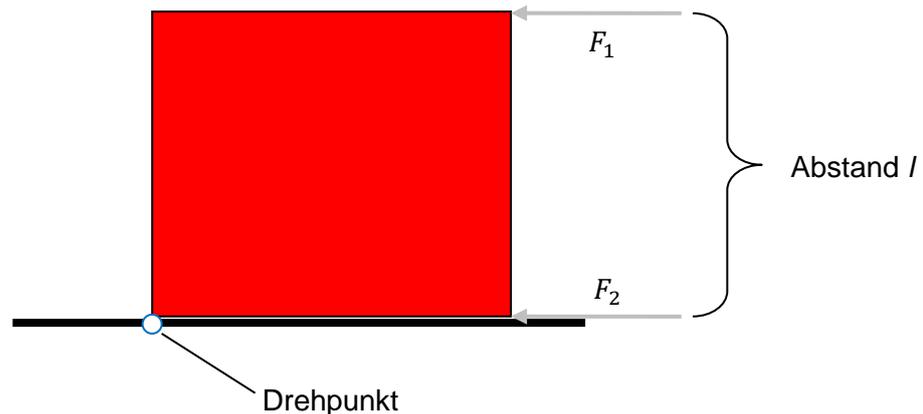
Für den Betrag der Reibungskraft ist der Reibungswiderstand zwischen den Körpern ausschlaggebend, der durch eine Reibungszahl ( $\mu$ ) ausgedrückt wird.

$$\text{Reibungskraft} = \text{Reibungszahl} \cdot \text{Gewichtskraft}$$

$$F_R = \mu \cdot F_G$$

## 2.5 Drehmoment und Hebelwirkung

Die Wirkung einer Kraft hängt von ihrem Angriffspunkt ab. Je nachdem ob eine Kraft auf gleicher Ebene mit dem Drehpunkt oder oberhalb angreift, kann der Körper sich verschieben oder kippen (Reibung dabei nicht berücksichtigt).



Bei Einwirkung der Kraft  $F_2$  würde der Körper entlang der Wirkungslinie der Kraft verschoben werden, während die Einwirkung der Kraft  $F_1$  ein Kippen des Körpers über den benannten Drehpunkt zur Folge hätte.

Die unterschiedliche Wirkungsweise der Kräfte hängt von der Verschiebung der Kraft um den Abstand  $l$  ab. Diese Verschiebung wirkt wie ein Hebel.

Im Drehpunkt wird in diesem Fall ein Drehmoment erzeugt. Dieses Drehmoment ergibt sich durch die einwirkende Kraft  $F_2$  und den Hebel (Abstand  $l$ ).

Drehmoment = angreifende Kraft · Hebelarm

$$M = F \cdot l$$

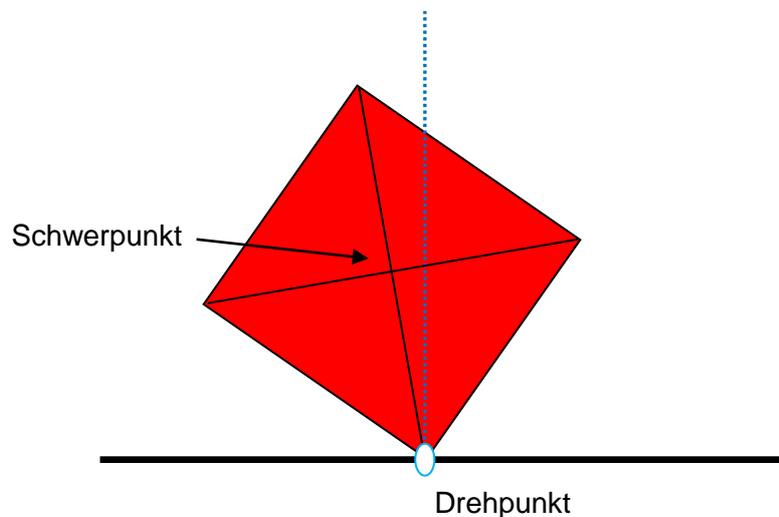
Das Drehmoment wird in der Einheit Nm angegeben.

$$M = F [N] \cdot l [m] = [Nm]$$

## 2.6 Schwerpunkt

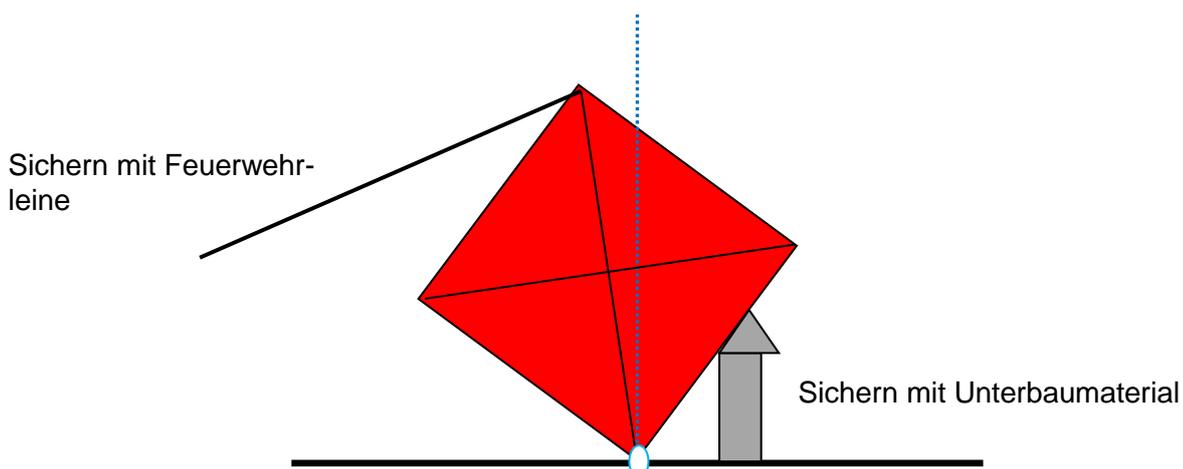
Der Schwerpunkt eines symmetrischen Körpers befindet sich im Kreuzungspunkt seiner Diagonalen. Die Bestimmung des Schwerpunktes kann dazu dienen, eine Beurteilung über die Kipprichtung eines Körpers zu treffen.

Die idealisierte Betrachtungsweise eines symmetrischen Körpers lässt Rückschlüsse auf das mögliche Kippverhalten von beispielsweise verunfallten PKWs zu.



Befindet sich der Schwerpunkt des Körpers, wie in der Skizze dargestellt, links der Senkrechten, kann der Körper zur linken Seite kippen. Sind Schwerpunkt und Senkrechte deckungsgleich befindet sich der Körper in Ruhe. Verlagert sich der Schwerpunkt auf die rechte Seite der Senkrechten, hätte dies ein Kippen nach Rechts zur Folge.

Um dieses Kippverhalten zu unterbinden müsste der Körper unterbaut werden. Um ein gleichzeitiges Kippen in die entgegengesetzte Richtung zu vermeiden ist hierzu eine weitere Sicherung notwendig. Das soll in der folgenden Skizze dargestellt werden.



## 2.7 physikalische Arbeit

Arbeit wird verrichtet, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt wird. Ist die einwirkende Kraft gleichbleibend, dann hängt die Arbeit von der einwirkenden Kraft und dem zurückgelegten Weg ab.

Man kann die physikalische Arbeit daher in folgendem Zusammenhang ausdrücken:

$$\text{Arbeit} = \text{Kraft} \cdot \text{Weg}$$

$$W = F \cdot s$$

Wird ein Körper gehoben, so wird ebenfalls Arbeit verrichtet. Man spricht hier von Hubarbeit. Hemmt die Reibung die Bewegung eines Körpers, so entsteht durch die hier einwirkende Kraft Reibungsarbeit. Beim spannen einer Feder entsteht Federspannarbeit.

Die Einheit der Arbeit ergibt sich aus der allgemeinen Formel als Newtonmeter [Nm]. Um eine Verwechslung mit dem Drehmoment vorzubeugen, wird die Einheit der Arbeit üblicherweise in Joule [J] angegeben.

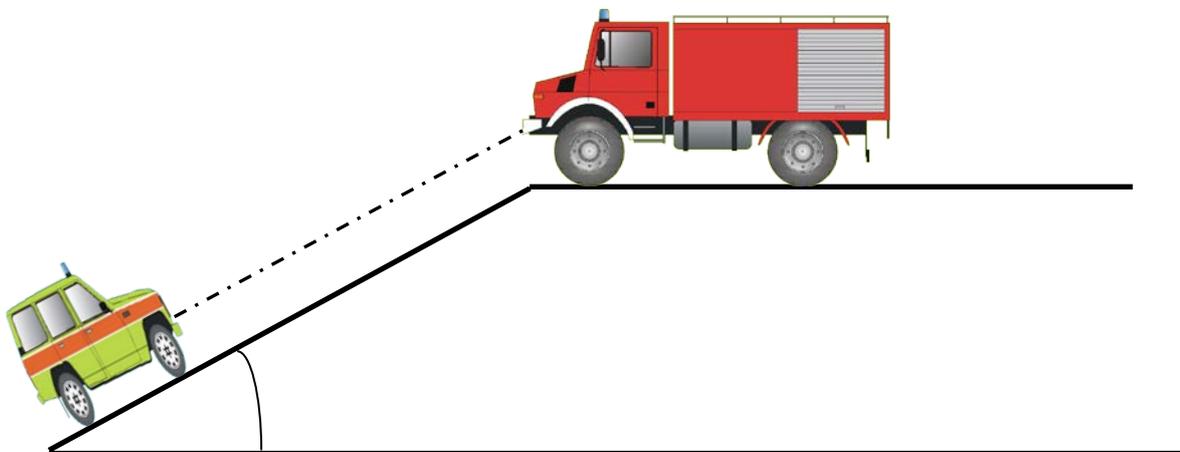
$$1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$$

## 2.8 schiefe Ebene

Die schiefe Ebene ist eine ebene Fläche, die gegen die Horizontale geneigt ist. Umgangssprachlich wird die schiefe Ebene oft als Hang, Schräge oder Neigung bezeichnet.

Mit der schiefen Ebene ist es möglich den Kraftaufwand zu verringern, der benötigt wird um einen Körper auf ein anderes Höhenniveau zu befördern. Die verrichtete Arbeit bleibt jedoch auch bei der schiefen Ebene gegenüber der horizontalen Höhenveränderung gleich.

Auch bei einer statischen Betrachtung (Körper befindet sich in Ruhe) tritt eine Verringerung der Kraft ein. Hierbei betrachtet man im Wesentlichen die Kräfte innerhalb einer Verbindung zweier Körper auf der schiefen Ebene (Haltekräfte).



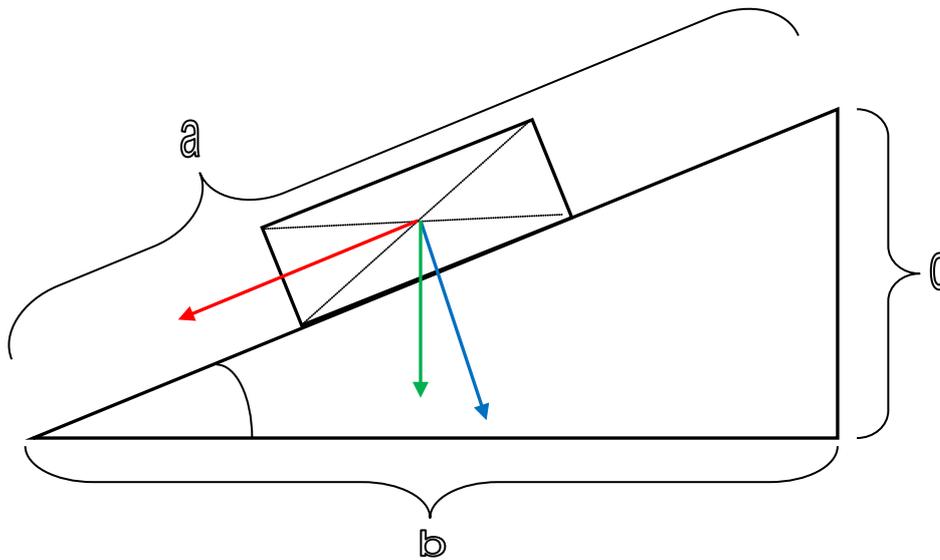
Durch die schiefe Ebene ist es hier möglich, auch mit einfachen Mitteln das am Hang befindliche Fahrzeug zu halten.

Geht man von einer Fahrzeugmasse von 1200 kg aus, entspricht dies zunächst einer Kraft von 12 kN (12000 N), die auf die Verbindung zwischen den beiden Fahrzeugen wirkt.

Legt man die vorhergehende Annahme zugrunde, dass eine schiefe Ebene die Kräfte verringert, dürfte die auf das Halteseil einwirkende Kraft geringer als 12 kN sein. Die folgende Berechnung soll diese Annahme nachweisen.

Um die Berechnung durchzuführen, muss die Kraft betrachtet werden, die den PKW dazu bringt, den Hang herab zu rollen, sofern kein Halteseil vorhanden ist. Hierbei handelt es sich um die sogenannte Hangabtriebskraft ( $F_{GH}$ ). Des Weiteren muss noch eine Kraft betrachtet werden die senkrecht auf die Ebene des Hangs wirkt, die sogenannte Normalkraft ( $F_{GN}$ ). Diese beiden Kräfte ergeben sich aus der Anziehungskraft der Erde (Gewichtskraft), die auf den Körper wirkt ( $F_G$ ).

Da sich bei der Betrachtung der schiefen Ebene ein Dreieck ergibt, können die Berechnungen über die Sinus-Funktion vorgenommen werden.



- Hangabtriebskraft
- Normalkraft
- Gewichtskraft

$$F_{GH} = F_G \cdot \frac{c}{a} = F_G \cdot \sin \alpha$$

$$F_{GH} = 12000 \text{ N} \cdot \frac{3 \text{ m}}{4 \text{ m}} = 9000 \text{ N}$$

Oben stehende Beispielrechnung zeigt, dass sich in diesem Fall die Kraft im haltenden Seil von 12000 N auf 9000 N verringert hat.

Betrachtet man diese Annahme bei verschiedenen Winkeln, kann man folgende Aussage treffen.

$$F_{GH} = F_G \cdot \sin \alpha = 12000 \text{ N} \cdot \sin 10^\circ = 0 \text{ N}$$

$$F_{GH} = 12000 \text{ N} \cdot \sin 45^\circ = 8485 \text{ N}$$

$$F_{GH} = 12000 \text{ N} \cdot \sin 90^\circ = 12000 \text{ N}$$

Daraus ergibt sich, dass mit zunehmendem Winkel die statische Belastung im Seil steigt und bei 90° am größten ist. Aufgrund der Sinus-Funktion, kann bei 45° nicht die halbe Belastung erreicht werden.

Die halbe Belastung wird bei einem Winkel von 30° erreicht, da der Sinus von 30° 0,5 beträgt. Ab einem Winkel von 80° werden bereits 98% der maximalen Kraft, die auf das Seil wirkt erreicht. In unten stehenden der Tabelle ist die Seilbelastung ersichtlich:

Winkel [Grad]	Seilbelastung [%]
0	0
10	17
20	34
30	50
45	70
50	77
60	87
70	94
80	98
90	100

## 2.9 Hebelgesetz

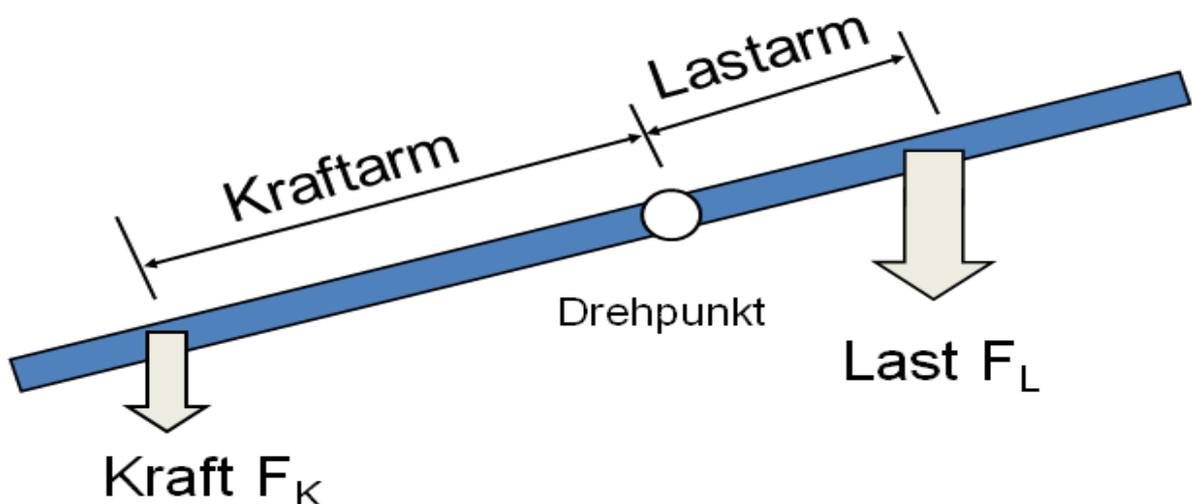
Unter einem Hebel versteht man einen starren und stabförmigen Körper, der sich um einen festen Punkt dreht (Drehpunkt) und auf den in bestimmten Abständen zum Drehpunkt Kräfte wirken.

Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Hebeln. Man unterscheidet ein- und zweiarmlige Hebel.

Befindet sich ein Hebel im Gleichgewicht, d.h. Last und Kraft sind gleich groß, gilt das allgemeine Hebelgesetz. Dieses lautet:

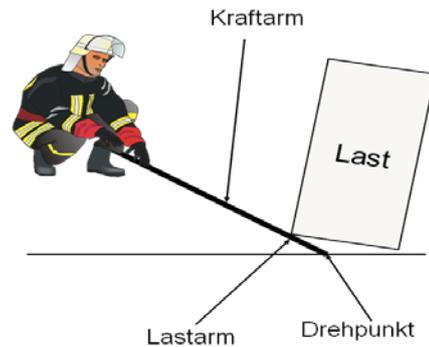
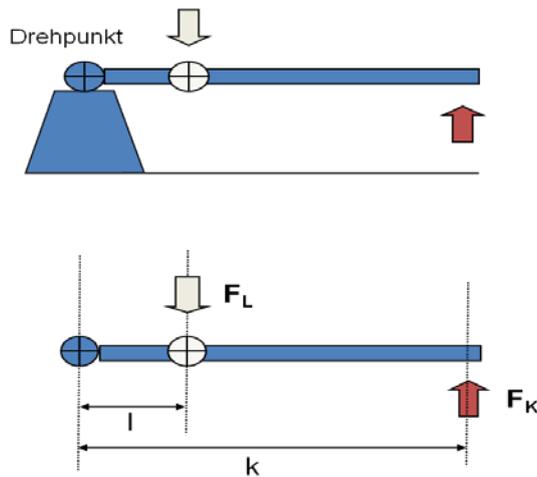
$$Kraft \cdot Kraftarm = Last \cdot Lastarm$$

Über dieses Gesetz lassen sich die gesuchten Größen durch umstellen des Gesetzes ermitteln.



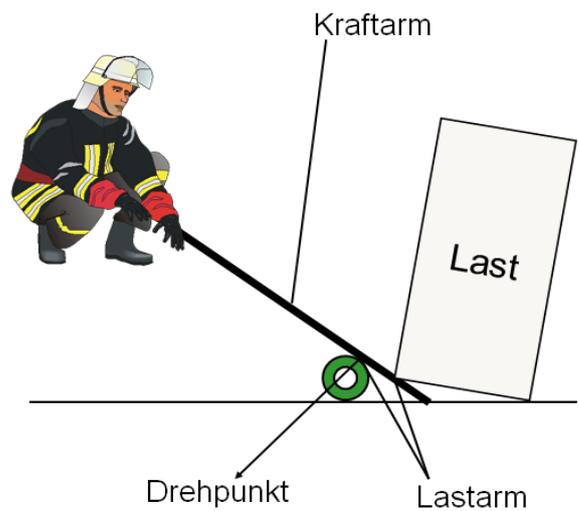
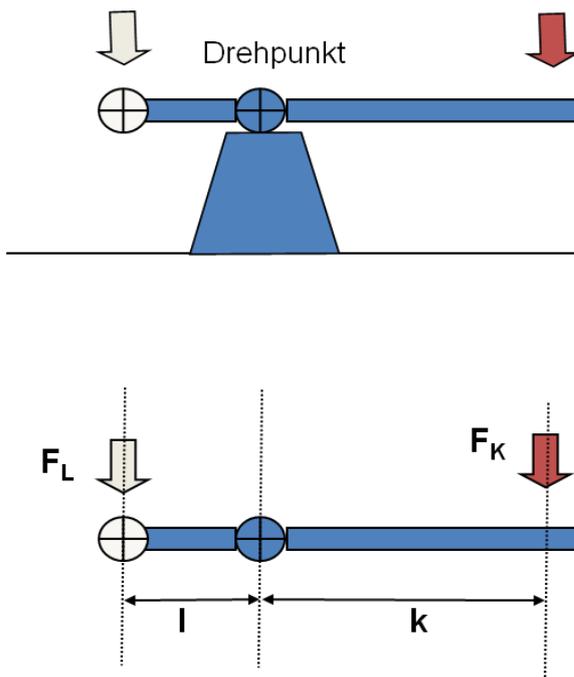
### 2.9.1 einarmiger Hebel

Bei einem einarmigen Hebel greifen Kraft und Last auf einer Seite des Drehpunktes an. Für Berechnungen an diesem Hebel kann ebenfalls das oben genannte Hebelgesetz verwendet werden.



### 2.9.2 zweiarmiger Hebel

Im Gegensatz zum einarmigen Hebel greifen bei dieser Variante des Hebels Kraft und Last auf verschiedenen Seiten des Drehpunktes an. Das oben genannte Hebelgesetz findet auch hier Anwendung.



Ob es sich bei einem Hebel (z.B. eine Brechstange) um einen einarmigen- oder einen zweiarmigen Hebel handelt, hängt nicht von seiner Form, sondern ausschließlich von seinem Einsatz (Wahl der Auflage als Drehpunkt, Ansatzpunkt usw.) ab.

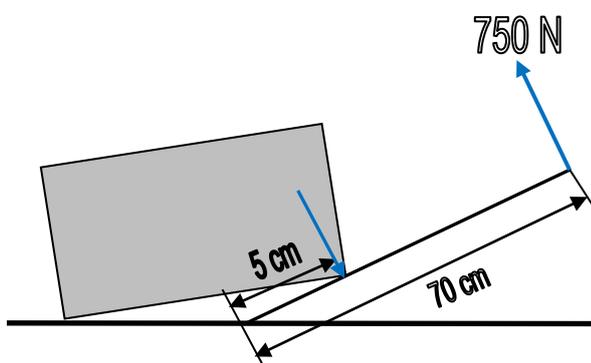
Bei gleicher Länge eines Hebels ist beim Einsatz als einarmiger Hebel eine größere Kraft zu erreichen, auch wenn es aus physiologischer und ergonomischer Sicht nicht immer die bessere Wahl ist.

### 2.9.3 Beispielberechnungen zum Hebel

Einem Feuerwehrangehörigen steht eine 70 cm lange Brechstange zur Verfügung mit der eine Masse angehoben werden soll. Die Kraft, die der Feuerwehrangehörige aufbringen kann, beträgt 750 N.

Welche Masse kann der Feuerwehrangehörige jeweils anheben, wenn er zwischen einarmigen und zweiarmigen Hebel auswählt.

#### einarmiger Hebel



Einarmiger Hebel:

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2}$$

$$F_2 = \frac{750 \text{ N} \cdot 70 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 10500 \text{ N}$$

$$F = m \cdot g$$

$$m = \frac{F}{g}$$

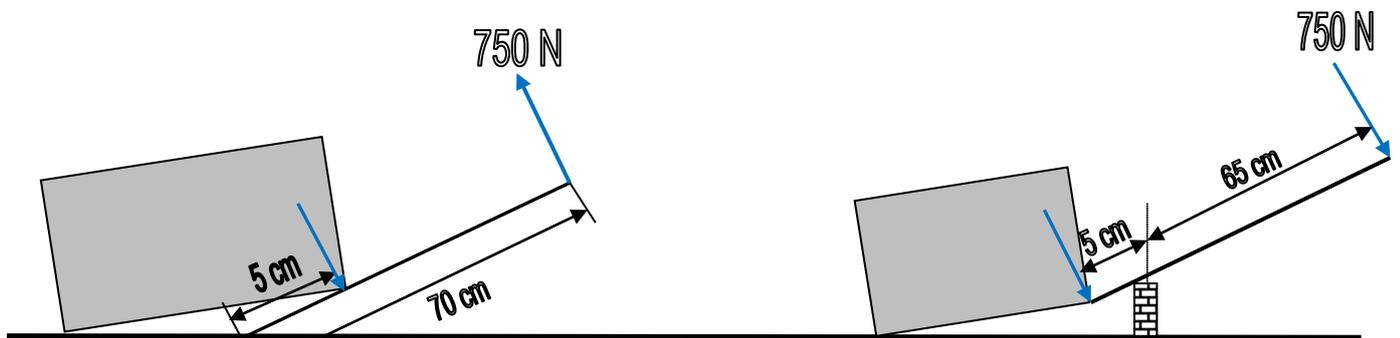
$$m = \frac{10500 \text{ N}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1050 \text{ kg}$$

Zweiarmiger Hebel:

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} = \frac{750 \text{ N} \cdot 65 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 9750 \text{ N}$$

$$m = \frac{F}{g} = \frac{9750 \text{ N}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 975 \text{ kg}$$

#### zweiarmiger Hebel



## 2.10 Rollen

Man unterscheidet mit der festen und der losen Rolle zwei Arten der Rollen. Rollen kommen im Bereich der Feuerwehr im Wesentlichen beim Heben von Lasten oder beim Einsatz der maschinellen Zugeinrichtung zum Einsatz.

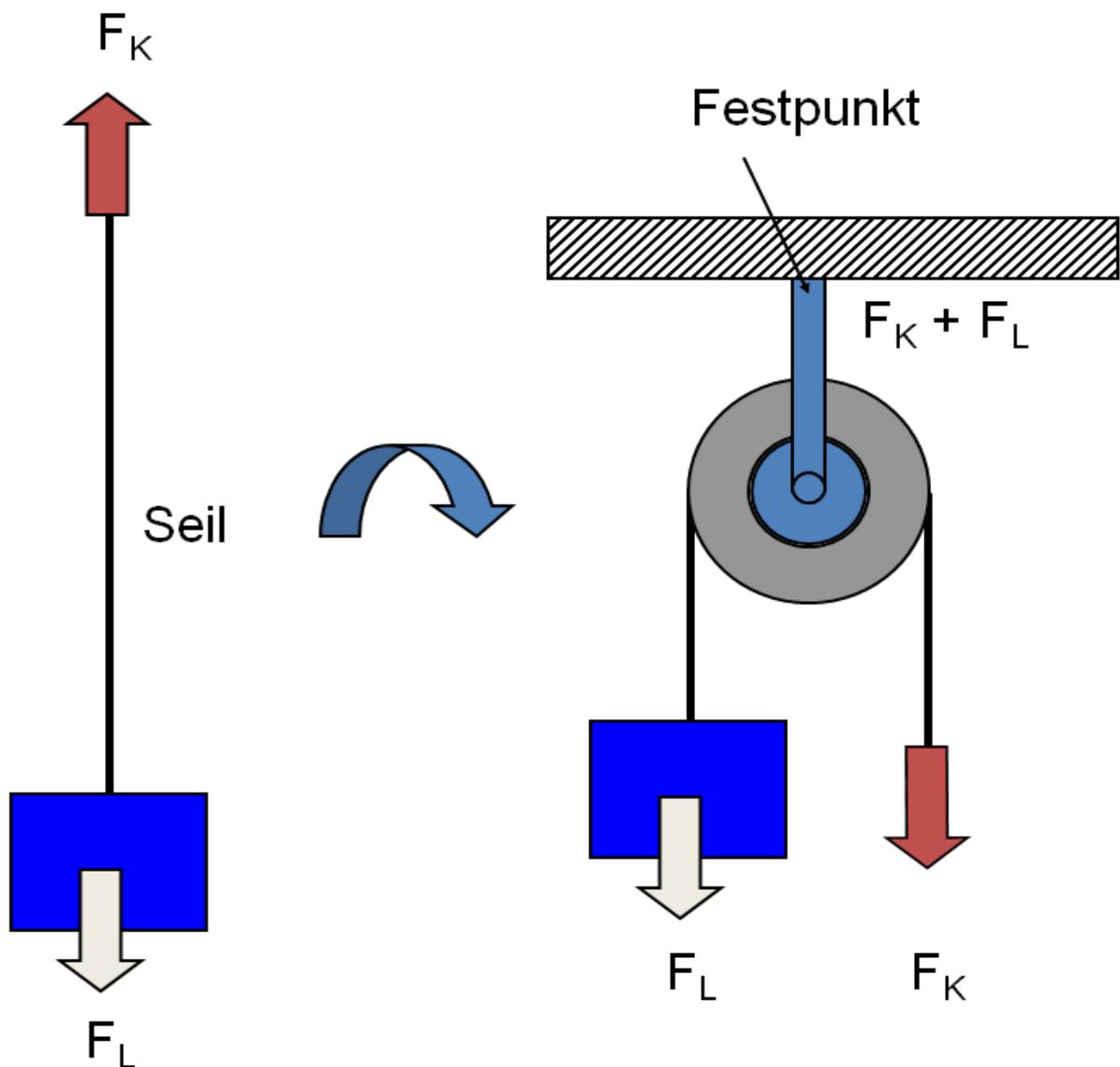
Alle weiteren Konstruktionen mit Rollen sind Kombinationen dieser beiden Varianten (z.B. Flaschenzug).

### 2.10.1 feste Rolle

Wird eine Rolle an einem Festpunkt angeschlagen, der seinen Ort nicht verändern kann, bezeichnet man Sie als feste Rolle.

Die notwendige Zugkraft am Seil wird in diesem Fall nur umgelenkt, eine Kraftersparnis tritt nicht auf.

Ein Festpunkt, an dem eine feste Rolle angeschlagen wird, muss in der Lage sein, die Summe der Kraft durch die Last, als auch der Zugkraft aufzunehmen.



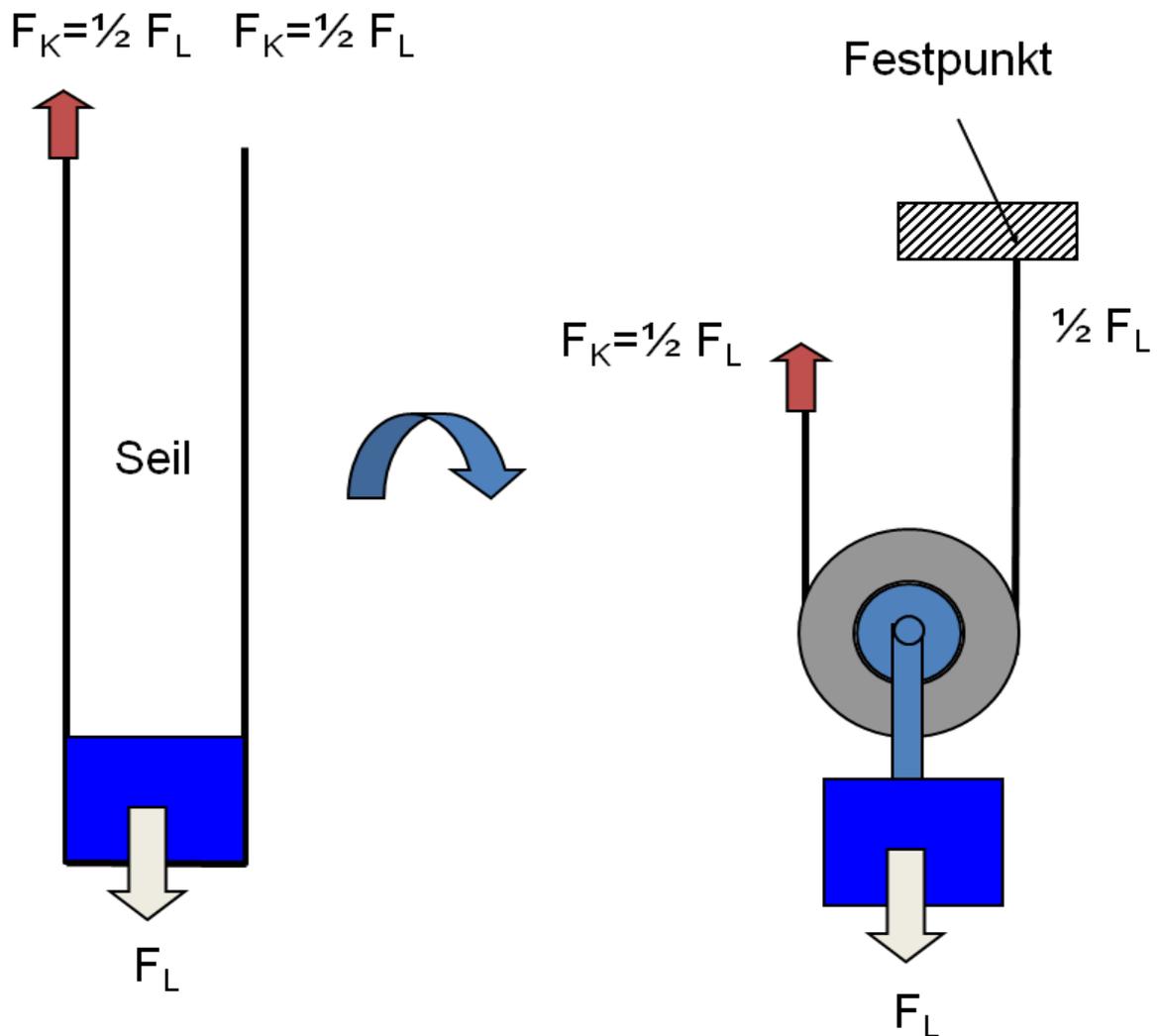
$$F_K = F_L$$

### 2.10.2 lose Rolle

Schlägt man eine Rolle an einer Last an, die während des Zugvorgangs ihren Ort verändert, spricht man von einer losen Rolle.

Ein Seilende wird zu einem Festpunkt, das andere Seilende zu einer Zugeinrichtung geführt. Die durch die Last hervorgerufene Kraft verteilt sich gleichmäßig auf beide Seilenden.

Durch diese Verteilung erreicht man eine annähernde Halbierung der Zugkraft. Allerdings muss hier nahezu die doppelte Wegstrecke beim ziehen zurückgelegt werden, um die Last zu bewegen. Hier kommt „die goldene Regel der Mechanik“ zum tragen.



$$F_K = \frac{1}{2} F_L$$

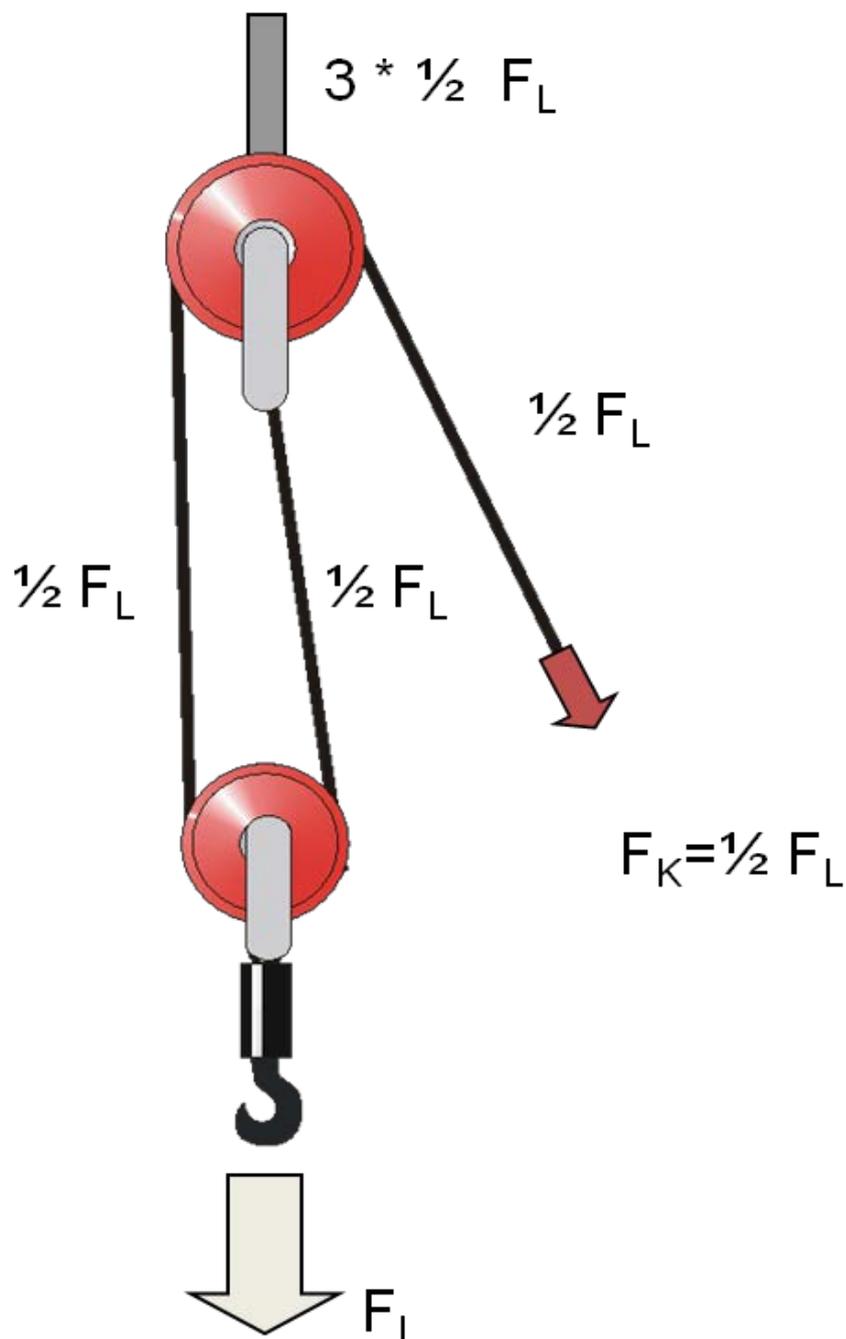
### 2.10.3 Flaschenzug

Bei einer Kombination von losen und festen Rollen mit einem durchgehenden Seil, spricht man von einem Flaschenzug.

Die durch die Last hervorgerufene Kraft verteilt sich hier gleichmäßig auf die an der Last angreifende Seilstränge.

Es ist üblich, dass in einem Flaschenzug gleich viele lose, wie auch feste Rollen verwendet werden. Ebenfalls ist dann die Anzahl der Seilstränge gleich der Anzahl an Rollen.

**Die erforderliche Zugkraft beim Flaschenzug teilt sich durch die Anzahl der tragenden Seilstränge.  
Der Weg der Zugkraft ist der Hubweg der Last mal der tragenden Seilstränge.**



### 3. Anschlagen von Lasten

Beim Anschlagen von Lasten, beispielsweise an Feuerwehrfahrzeugen, ist auf eine möglichst optimale Kraftverteilung zu achten.

Hierbei wird das Zugseil in der Regel in zwei Stränge aufgeteilt. Hierbei ist jedoch ein optimaler Winkel zu beachten.

Anderweitig kann das Erreichen der Belastungsgrenze des Zugseils, bis hinzu zu Verformungen an den Festpunkten oder dem Fahrgestell eines Fahrzeugs die Folgen sein.



Beim Anschlagen von Lasten ist darauf zu achten, den sogenannten Spreizwinkel nicht über 120° anzulegen. Ansonsten nimmt ein Seil ein **Vielfaches** der tatsächlichen Last auf.

Spreizwinkel	Neigungswinkel	Belastungsfähigkeit	Der Mindestzugfestigkeit des Seiles
45°	22.5°	90%	
90°	45°	75%	
120°	60°	50%	

### 4. Vielfache und Teile von Einheiten

Vor-satz	Kurzzei-chen	Bedeutung	Potenzschreibweise	Beispiele	Beispiele
<b>Tera</b>	T	Billionenfach	$10^{12}$	TΩ	Teraohm
<b>Giga</b>	G	Milliardenfach	$10^9$	GV	Gigavolt
<b>Mega</b>	M	Millionenfach	$10^6$	MW	Megawatt
<b>Kilo</b>	k	Tausendfach	$10^3$	km	Kilometer
<b>Hekto</b>	h	Hundertfach	$10^2$	hPa	Hekto-pascal
<b>Deka</b>	da	Zehnfach	$10^1$	daN	Deka-newton
<b>Dezi</b>	d	Zehntel	$10^{-1}$	dm	Dezimeter
<b>Zenti</b>	c	Hundertstel	$10^{-2}$	cm	Zentimeter
<b>Milli</b>	m	Tausendstel	$10^{-3}$	ms	Millise-kunde
<b>Mikro</b>	μ	Millionstel	$10^{-6}$	μA	Mikroam-pere
<b>Nano</b>	n	Milliardenstel	$10^{-9}$	nm	Nanome-ter
<b>Piko</b>	p	Billionstel	$10^{-12}$	pF	Pikofarad

## 5. Energie

Damit physikalische Arbeit verrichtet werden kann ist Energie in einem System (Körper) notwendig.

Energie kann von einem Körper auf den anderen übertragen, in einem Körper gespeichert oder in eine andere Energieform umgewandelt werden.

Grundsätzlich gilt immer das Energieerhaltungsgesetz:

In einem abgeschlossenen System bleibt die Summe aller Energien stets gleich. Die Gesamtenergie bleibt erhalten.

Im Themengebiet der Mechanik wird grundlegend in zwei energiearten unterschieden. Lasten die beispielsweise angehoben wurden, besitzen nach dem anheben eine potenzielle Energie ( $E_{pot}$ ).

Wird diese angehobene Last anschließend fallen gelassen, wandelt sich die gespeicherte potenzielle Energie in kinetische Energie ( $E_{kin}$ ) um.

Die potenzielle Energie entspricht der physikalischen Arbeit, die notwendig war, um einen Körper in eine bestimmte Lage zu bringen. Die Menge der Energie hängt von der Gewichtskraft des Körpers und der Strecke ab, um die er bewegt wurde.

Die kinetische Energie hängt von der Masse des Körpers und der Geschwindigkeit mit der er sich bewegt ab.

### 5.1 Leistung

Die Leistung gibt an, innerhalb welcher Zeit physikalische Arbeit verrichtet wurde.

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

Die Einheit der Leistung ist das Watt [W].

Wird innerhalb einer Sekunde eine Energie (Arbeit) von einem Joule (1 J) umgesetzt, so ist die Leistung 1 Watt.

### 5.2 Wirkungsgrad

Energien können in eine andere Energieform umgewandelt werden. In der Realität ist dies jedoch stets mit Verlusten behaftet. Das bedeutet nur ein bestimmter Anteil der zugeführten Energie wird in nutzbare Energie umgewandelt. Der andere Teil wird an die Umgebung, beispielsweise als Wärme, an die Umgebung abgegeben.

Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der zugeführten Energie in nutzbare Energie umgewandelt werden kann. Der ideale Wirkungsgrad entspricht 1. Das würde voraussetzen, dass alle zugeführten Energien auch genutzt würden, somit also keine Verluste zu verzeichnen sind.

$$\eta (\text{Eta}) = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{zugeführte Leistung}}$$

## **6. Quellenangaben**

Kemper, H.: Fachwissen Feuerwehr. Mechanik. 1. Auflage. Landsberg/Lech:Ecomed, 2006

Zimmermann, G.: Mechanik für die Feuerwehrpraxis. 1. Auflage. Stuttgart:Kohlhammer, 1999

Kuchling, H.: Taschenbuch der Physik. 27. Auflage. Leipzig:Carl Hanser Verlag, 2001