

# II. Kraft und Masse

## 1. Die 3 Newton'schen Gesetze

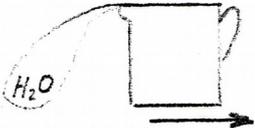
(Newton: 1643 - 1727)

### 1.1 Das Trägheitsprinzip

### (1. Newton'sches Gesetz)

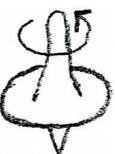
Infolge der Erdanziehung besitzen die physikalischen Körper ein Gewicht. Eine weitere Eigenschaft dieser Körper ist die Trägheit (Beharrungsvermögen).

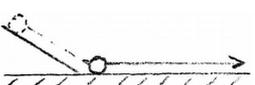
V1: Zieht man ein Blatt Papier, auf dem sich ein kleiner Metallkörper befindet, schnell zur Seite weg, so bleibt dieser Körper liegen, da die Reibung überwunden wird.

V2:  Aus einer randvoll mit Wasser gefüllten Tasse schwappt das Wasser heraus, wenn man die Tasse rasch zur Seite bewegt.

V3: Fährt ein Bus plötzlich an, so fällt man nach hinten.

1. Ergebnis: Ruhende Körper setzen dem plötzlichen Bewegt-werden aufgrund ihrer Trägheit einen Widerstand entgegen.

V4:  Ein Kreisel sucht in dem einmal eingenommenen Zustand der Bewegung zu verharren. Dabei soll die Richtung der Kreiselachse erhalten bleiben.

V5:  Eine polierte Stahlkugel rollt nach einmaligem Anstoß auf einer waagrecht glatten Fläche mit (fast) gleich bleibender Geschwindigkeit geradlinig weiter.

V6: Springt man unter Lebensgefahr vom fahrenden Zug ab, so muss dies in Fahrtrichtung geschehen.

2. Ergebnis: Bewegte Körper behalten ihre Geschwindigkeit in Größe und Richtung aufgrund ihrer Trägheit nach Möglichkeit bei.

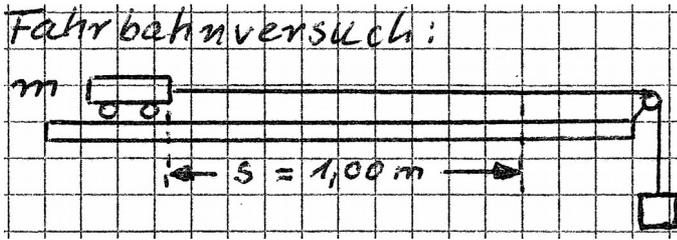
**Trägheitsprinzip von Newton (1687) :**

Jeder Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch äußere Kräfte gezwungen wird, diesen Zustand zu ändern.

Merke: Trägsein ist vom Schwersein zu unterscheiden.

# 1.2 Grundgleichung der Mechanik

# (2. Newton'sches Gesetz)

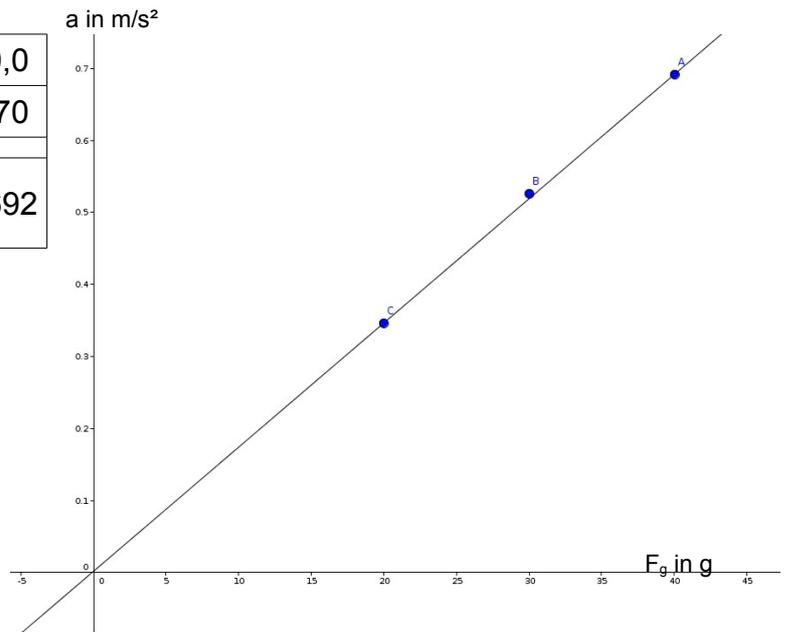


Gewicht = beschleunigende Kraft

## a) Zusammenhang zwischen Beschleunigung a und beschleunigende Kraft

(m = Konstant)

$F_g$ in g des Gewichts	20,0	30,0	40,0
t in s	2,40	1,95	1,70
$a = \frac{2S}{t^2}$ in $\frac{m}{s^2}$	0,347	0,526	0,692



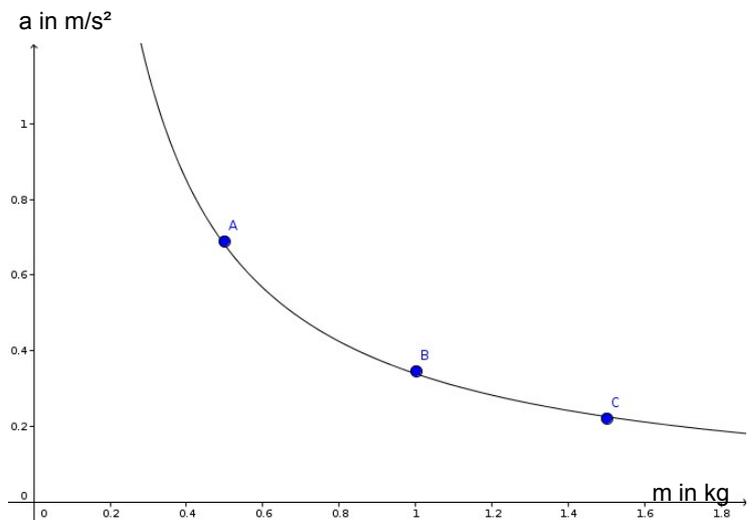
Ergebnis: Ursprungsgerade

$\Rightarrow a \sim F_g$

## b) Zusammenhang zwischen Beschleunigung a und beschleunigter Masse

(Gewicht = Konstant)

m in Kg	0,50	1,00	1,50
t in s	1,70	2,40	3,00
$a = \frac{2S}{t^2}$ in $\frac{m}{s^2}$	0,692	0,347	0,222



Ergebnis:  $\Rightarrow a \sim 1/m$

### c) Zusammenfassung von a) und b)

$$\begin{array}{l} a \sim F \\ a \sim 1/m \end{array} \quad \left| \quad a \sim F * 1/m \quad \rightarrow \quad a = K * F/m \right.$$

Die Einheiten von a, m und F wurden so gewählt, dass die Proportionalitätskonstante  $K = 1$  ist.

Mit  $K=1$  folgt:  $a = F/m$

oder:  $F = m * a$  **Newton'sche Kraftwirkungsgesetz**

$[F]$   $1\text{Kg} * \text{m/s}^2 = 1\text{N}$

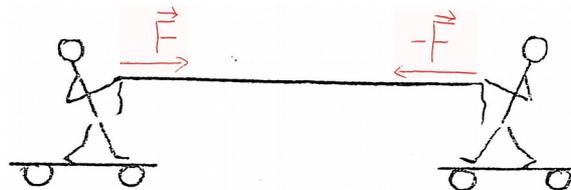
Merke:

- ➔ Die Kraft 1N ist diejenige Kraft, die der Masseneinheit 1Kg die Beschleunigung  $1\text{m/s}^2$  zu erteilen vermag
- ➔ Die Änderung der Bewegung ist zur Bewegung der Kraft proportional und erfolgt in Richtung dieser Kraft
- ➔ Auf der Erdoberfläche erfährt jeder Körper die Beschleunigung  $g$ 
  - $F = m * g = \text{Gewichtskraft } F_g$

## 1.3 Das Wechselwirkungsprinzip (3. Newton'sches Gesetz)

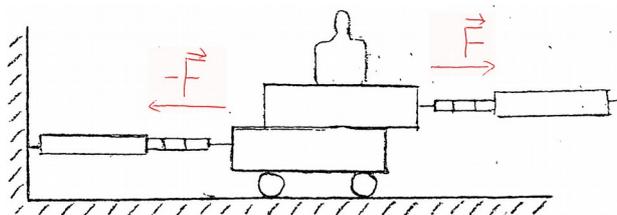
Beispiele

### a) Das allgemeine Wechselwirkungsprinzip für Muskelkräfte



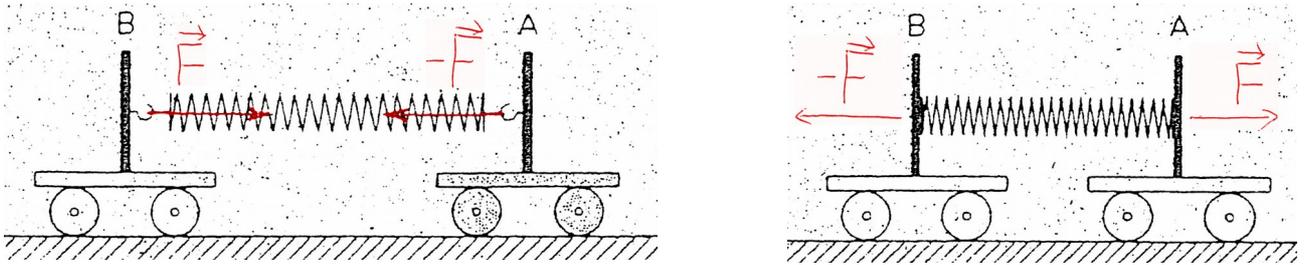
2 Rollschuhfahrer gleicher Masse ziehen beide an einem Seil, laufen aufeinander zu und treffen sich in der Mitte.

### b) Das allgemeine Wechselwirkungsprinzip für Reibungskräfte



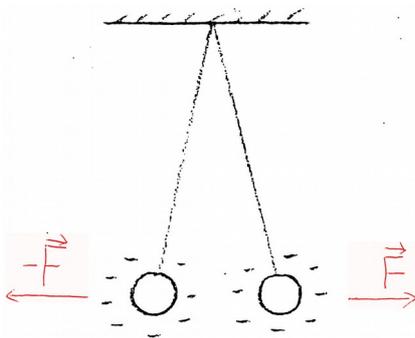
Die obere Platte wird mit  $V = \text{konst.}$  weggezogen. Beide Federwaagen zeigen die gleiche Kraft an.

**c) Das allgemeine Wechselwirkungsprinzip für Federkräfte**



2 gleich schwere Wagen sind mit einer gespannten bzw. komprimierten Feder verbunden. Nach dem jeweiligen Entspannen der Feder legen die Wagen in gleichen Zeiten gleiche Strecken zurück.

**d) Das allgemeine Wechselwirkungsprinzip für elektrische Kräfte**



2 leitende Tischtennisbälle werden gleichnamig aufgeladen. Die Bälle stoßen sich ab. Die elektrischen Kräfte sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet.

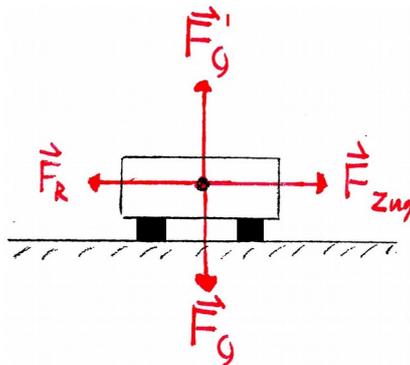
Ergebnis: Die Kräfte zweier Körper aufeinander treffen stets paarweise auf. Sie sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet.

**2. Newton'sches Gesetz**

$actio = reactio$

Weiteres Beispiele: Zug auf nicht befestigten Gleisen, Federpistole, Springen von einem Boot, etc.

Gleichgewichtsbedingung  
(statisches Gleichgewicht)



$$\vec{F}_R + \vec{F}_g + \vec{F}_{Zug} + \vec{F}_G' = \vec{0}$$

## 2. Die Reibungskraft

(Buch S. 48)

Die Reibungskraft  $\vec{F}_R$  wirkt auf bewegte Körper bremsend ein. Die Richtung der Reibungskraft ist immer der Bewegungsrichtung entgegengerichtet.

Die Kraft, die vor dem Bewegungsbeginn der Zugkraft das Gleichgewicht hält, bezeichnet man als Haftkraft  $\vec{F}_{Haft}$ . Bei Gleiten wirkt der Zugkraft ständig eine Kraft entgegen, die Reibungskraft  $\vec{F}_R$ .

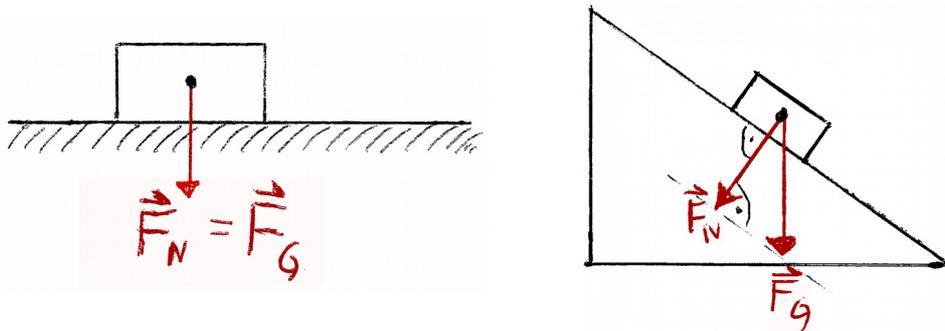
$\vec{F}_R$  ist kleiner als  $\vec{F}_{Haftmax}$

**Reibungsgesetz: Die Reibungskraft**  $\vec{F}_R = \mu * F_N$

mit  $\mu$  = Reibungszahl (abhängig von der Stoffkombination)

$F_N$  = Normalkraft = die Kraft mit dem ein Körper senkrecht auf die Unterlage drückt

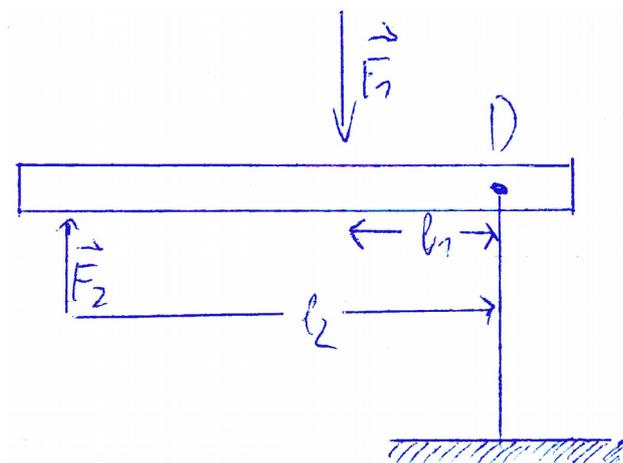
zu  $F_N$ :



**Haftreibung ( $\mu_{Haft}$ ) > Gleitreibung ( $\mu_{Gleit}$ ) > Rollreibung ( $\mu_r$ )**

## 3. Hebelgesetz

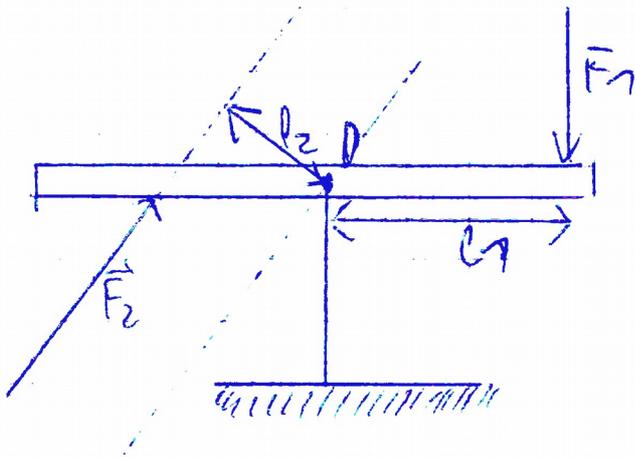
Ein starrer Körper, der um eine feste Achse drehbar gelagert ist, heist Hebelgesetz



## Einseitiger Hebel

Der Hebel ist im Gleichgewicht, wenn gilt:

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



## Zweiseitiger Hebel

**Merke:** Der Hebelarm  $l$  einer Kraft  $F$  ist der Abstand ihrer Wirkungslinie von der Drehachse.

Das Produkt  $F \cdot l$  bezeichnet man auch als **Drehmoment  $M$** . Es ist ein Maß für die Drehwirkung einer Kraft.

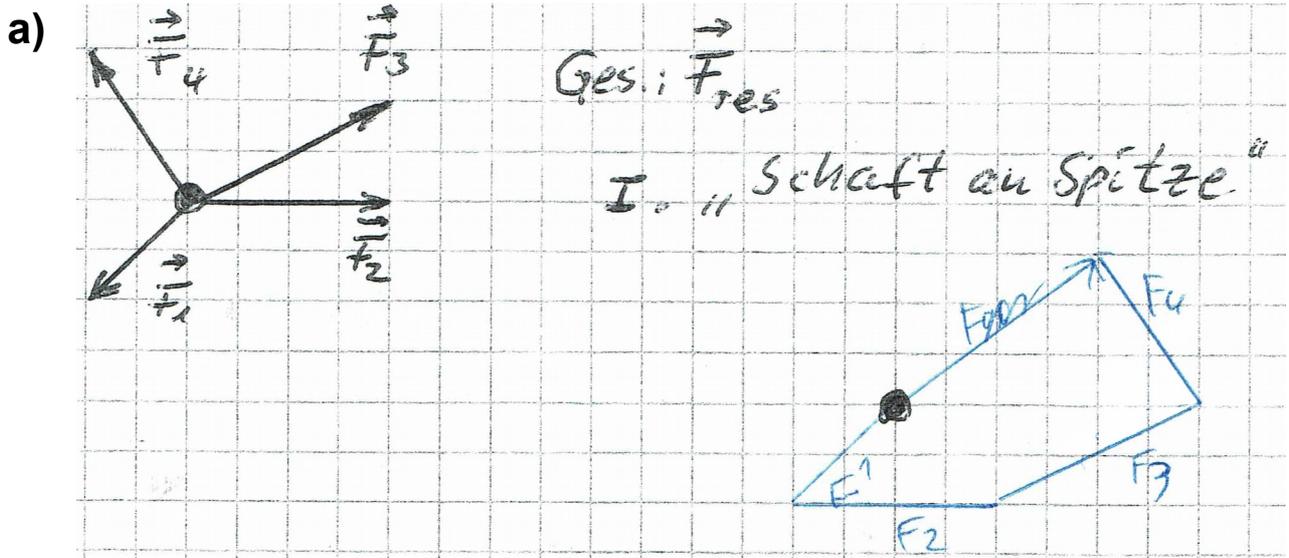
$$M = F \cdot L \quad [M] = 1 \text{ Nm}$$

$$\overset{\curvearrowright}{M} = F \cdot l = \text{rechtsdrehenden Drehmoment}$$

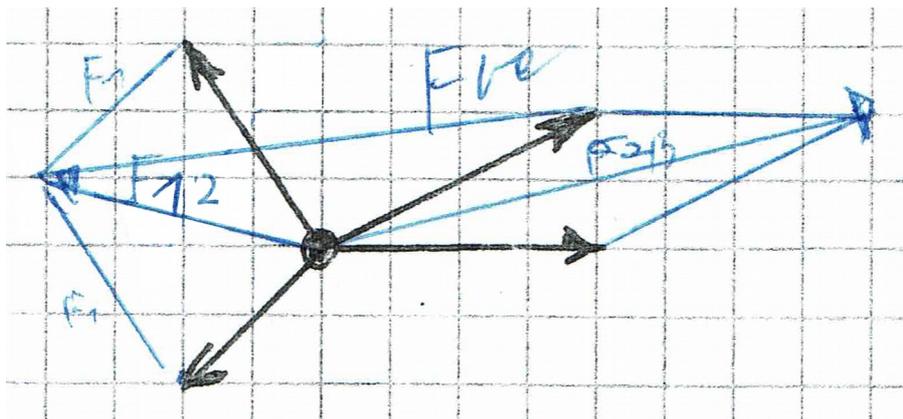
$$\overset{\curvearrowleft}{M} = F \cdot l = \text{linksdrehenden Drehmoment}$$

Ein Hebel befindet sich im **Gleichgewicht**, wenn die **Summe der rechtsdrehenden Drehmomente** gleich der **Summe der linksdrehenden Drehmomente**.

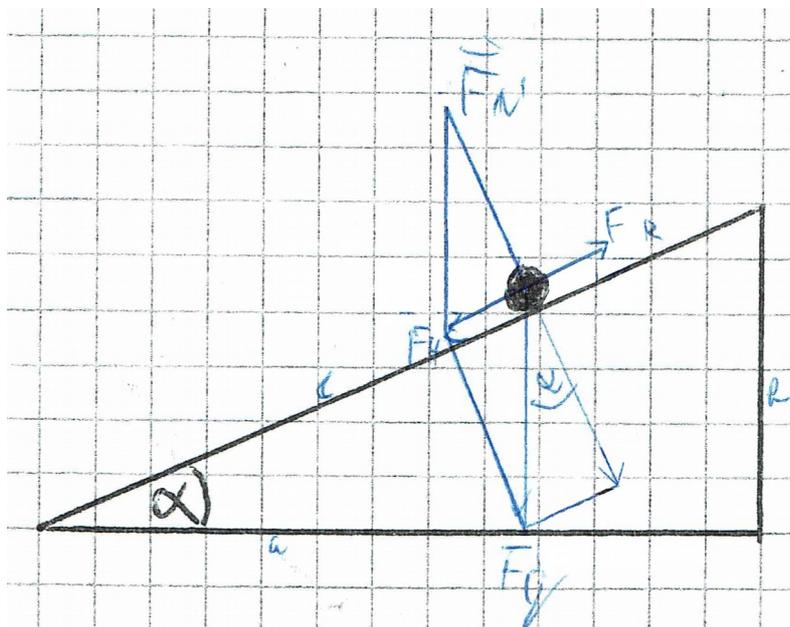
# 4. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften



## b) Parallelogramm-Konstruktion



## c) Kräfte an der Schiefen Ebene



$F_H \parallel c \rightarrow F_H$  parallel zu  $c$

$F'_N$ : Reaktionskraft des SeE auf die Normalkraft  $F_N$

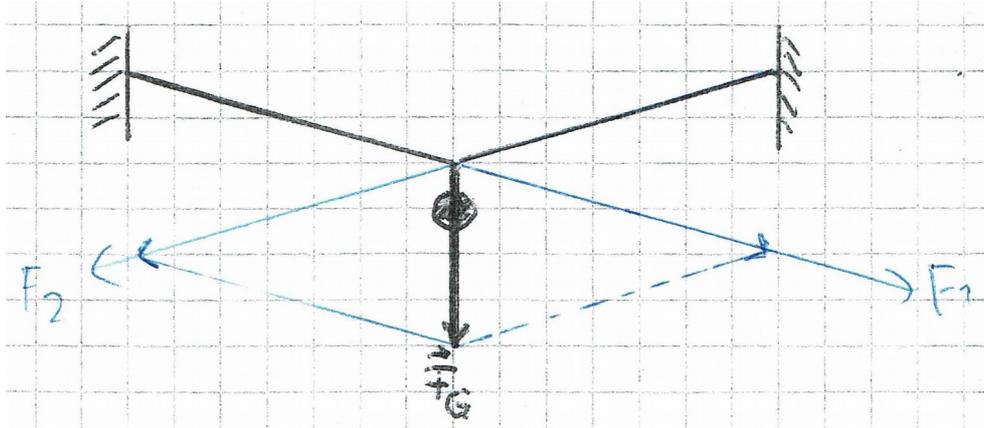
$F_H$ : Hangabtriebskraft = Resultierende aus  $F_g$  &  $F_N$

$F_R$ : Reibungskraft

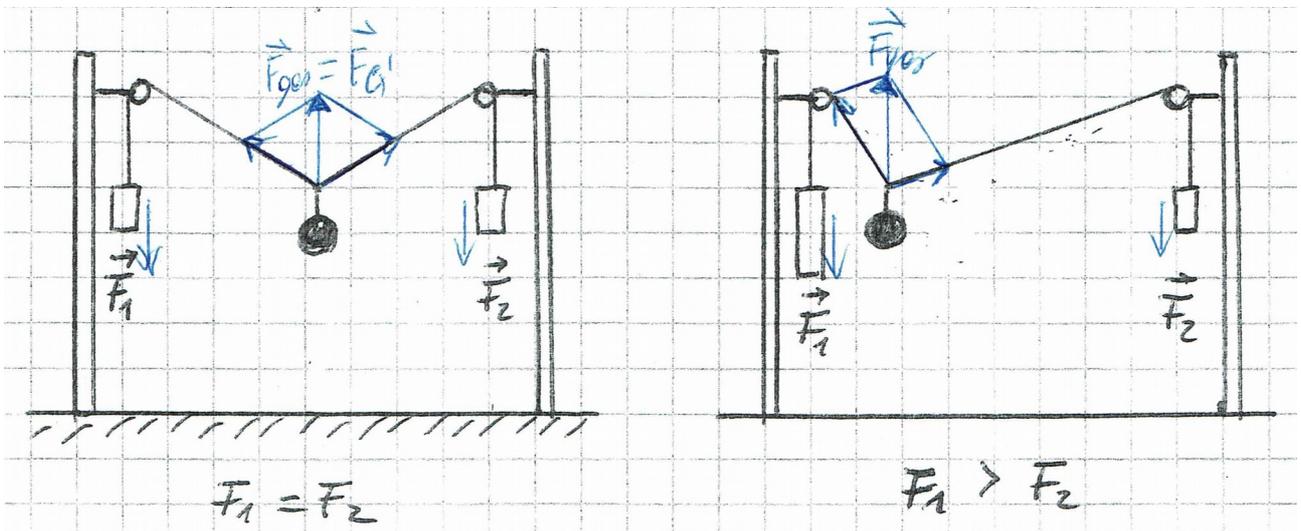
$$F_H = F_g \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_R = \mu \cdot F_N = \mu \cdot F_g \cdot \cos(\alpha)$$

d) Zerlegung von  $\vec{F}_G$



e) Kraftverteilung



f) Kraft bei Kran

