



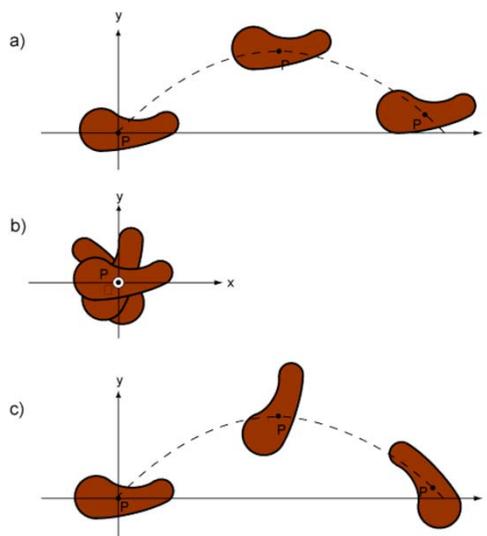
- 7.1 Bewegungen des starren Körpers
- 7.2 Kräfte am starren Körper- Drehmoment
- 7.3 Rotationsenergie und Trägheitsmoment
- 7.4 Drehmoment und Winkelbeschleunigung
- 7.5 Drehimpuls
- 7.6 Berechnung von Trägheitsmomenten
- 7.7 Präzession
- 7.8 Hauptträgheitsachsen



Schwerpunktsatz:

Der Schwerpunkt eines Körpers bewegt sich so, als ob die Gesamtmasse im Schwerpunkt vereinigt wäre und die Summe alle äußeren Kräfte dort angreifen würde.

Ist die Summe der äußeren Kräfte Null, so bewegt sich der Schwerpunkt geradlinig und gleichförmig.



LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN **7.1 Bewegung des starren Körpers**

Kräfte an einem frei beweglichen starren Körper

reine Translation

reine Rotation

Translation + Rotation

$$\sum_i \vec{F}_i \quad \sum_i (\vec{r}_i \times \vec{F}_i)$$

R. Girwidz 3

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN **7.2 Kräfte am starren Körper - Drehmomente**

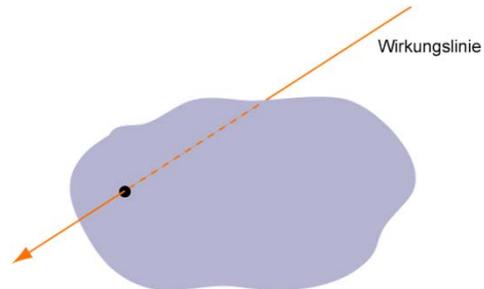
$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ keine Wirkung

Drehbewegung
(ohne Translation wenn $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$)

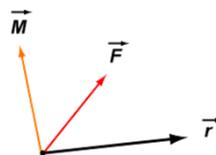
- > Drehmomentenscheibe F_2 greift zunächst im SP an
- > Balkenwaage
- > Wirkungslinie an Drehmomentenscheibe

- Hebel bleibt in Ruhe, wenn: $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

R. Girwidz 4

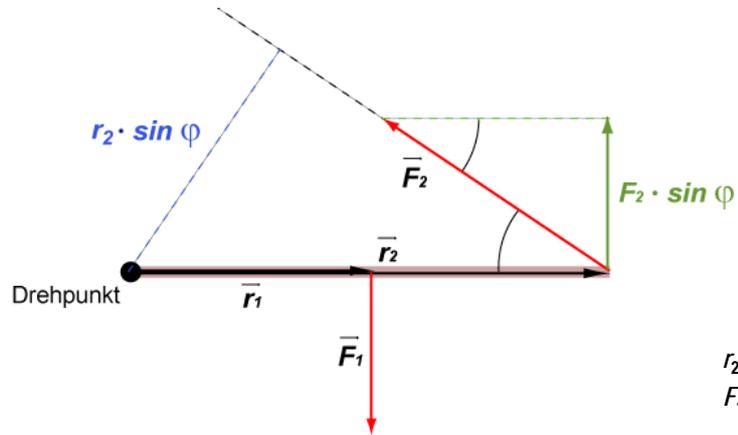
**Kräfte am starren Körper:**

- a) Angriffspunkt der Kraft entscheidend (aber b)
- b) Kräfte am starren Körper sind „linienflüchtig“,
d.h. entscheidend ist der senkrechte Abstand von der Drehachse
- c) Krafrichtung (Winkel) ist aber entscheidend

**Def. Drehmoment:****Betrag:****Richtung:****Einheit: Nm****Mehrere Drehmomente addieren sich vektoriell!**



Beispiel:



$$r_2 = 2r_1 ;$$

$$F_1 = 5N ;$$

Wie groß muss F_2 sein, damit der Körper im Gleichgewicht bleibt?

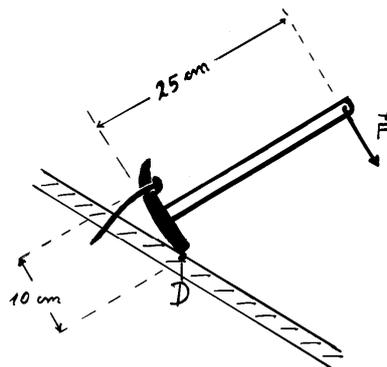


Statik:

Summe aller Kräfte Null: $\sum_i \vec{F}_i = 0$

und Summe aller Drehmomente Null: $\sum_i \vec{M}_i = 0$

TISCHLER HAMMER



$F = 50 \text{ N}$

Welche Kraft F' wirkt auf den
Nagel ?

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

7.2 Kräfte am starren Körper - Drehmomente

Trizeps

Biceps

$F_{Biz, \perp}$

$\approx 35 \text{ mm}$

$\approx 350 \text{ mm}$

F

R. Girwidz 11

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

7.2 Kräfte am starren Körper - Drehmomente

F_T

F

ca. 21mm

ca. 340mm

R. Girwidz 12

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

7.2 Kräfte am starren Körper - Drehmomente

The diagram shows a person on an inclined plane. A coordinate system is established at the base of the incline with a horizontal axis x and a vertical axis y . The incline makes an angle θ with the horizontal. A point p is marked on the incline. A force F_1 is applied horizontally at the top of the incline. A force F_2 is applied perpendicular to the incline. A force F_N is applied vertically upwards at the base. A force F_H is applied horizontally to the right at the base. The weight G acts vertically downwards from the center of mass. The angle between the incline and the vertical dashed line through p is θ' .

R. Girwidz 13

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

7.2 Kräfte am starren Körper - Drehmomente

RÖMISCHE SCHNELL-WAAGE

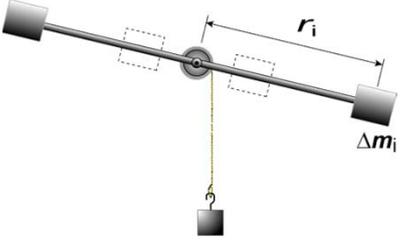
The diagram shows a horizontal beam pivoted on a triangular support. A hook is attached to the left end, and a scale with markings is attached to the right end.

BRIEFWAAGE

The diagram shows a vertical beam pivoted at the top. A horizontal arm extends from the pivot, and a scale is attached to its end. A weight is suspended from the bottom of the vertical beam.

R. Girwidz 14

	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	<h3>7.3 Rotationsenergie und Trägheitsmoment</h3>	
<h1>Dynamik</h1>			
R. Girwidz		15	

	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	<h3>7.3 Rotationsenergie und Trägheitsmoment</h3>	
			<p>► Parallelversuch: Gleiche Höhenenergie wird in Rotationsenergie umgesetzt</p>
R. Girwidz		16	

LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	7.3 Rotationsenergie und Trägheitsmoment	
<p>Definition: Trägheitsmoment /</p>			
<p>R. Girwitz 17</p>			

LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	7.4 Drehmoment und Winkelbeschleunigung	
<p>7.4 Drehmoment und Winkelbeschleunigung</p>			
<p>R. Girwitz 18</p>			

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

7.4 Drehmoment und Winkelbeschleunigung

➤ Verschiedene Drehmomente

R. Girwidz 19

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

7.4 Drehmoment und Winkelbeschleunigung

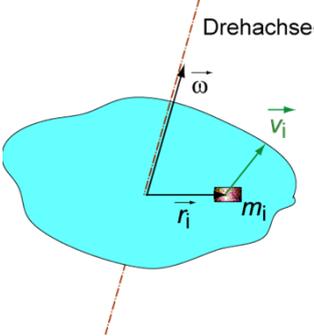
$$\dot{\omega} \sim M$$

Winkelbeschleunigung \sim Drehmoment

Beschleunigende Kraft auf Δm_i : $F_i = \Delta m_i \cdot a_i$
 $= \Delta m_i \cdot r_i \cdot \dot{\omega}$

R. Girwidz 20

LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	7.4 Drehmoment und Winkelbeschleunigung	
R. Girwidz			21

LMU	LUDWIG- MAXIMILIANS- UNIVERSITÄT MÜNCHEN	7.5 Drehimpuls	
			
R. Girwidz			22



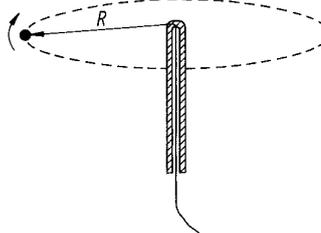
Drehimpuls

$$\vec{L} = \sum_i \vec{r}_i \times \vec{p}_i$$
$$\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$$

- Einheit: $[L] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}} = \text{Nm} \cdot \text{s} = \text{J} \cdot \text{s}$; (Einheit einer Wirkung)
- Richtung: $\vec{L} \perp \vec{r}, \vec{v}$



Drehmoment und Drehimpulsänderung



> Versuch