

**Wie lässt sich Kampfsport biomechanisch betrachten?**

# Wie lässt sich Kampfsport biomechanisch betrachten?

Drehachsen

Einflüsse

Biomechanische Prinzipien

# Wie lässt sich Kampfsport biomechanisch betrachten?

## Drehachsen

- Horizontal
- Vertikal
- Quer

## Einflüsse

- Kraft ( $F$ )
- Drehmoment ( $M$ )
- Massenträgheitsmoment ( $J$ )
- Drehimpuls ( $L$ )

## Biomechanische Prinzipien

- Prinzip der optimalen Anfangskraft
- Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges
- Prinzip der (zeitlichen) Koordination der Teilimpulse

**Welche Drehachsen gibt es?**

# Welche Drehachsen gibt es?

Drehachse	Dimension	Ebene	Ansicht	Bewegungen
<b>Horizontal</b>	Tiefe	Transversal	horizontal	Innen –& Außenrotation
<b>Vertikal</b>	Höhe	Sagital	seitlich	Flexion, Extension
<b>Quer</b>	Breite	Frontal	frontal	Abduktion, Adduktion

**Welche Einflüsse gibt es?**

# Welche Einflüsse gibt es?

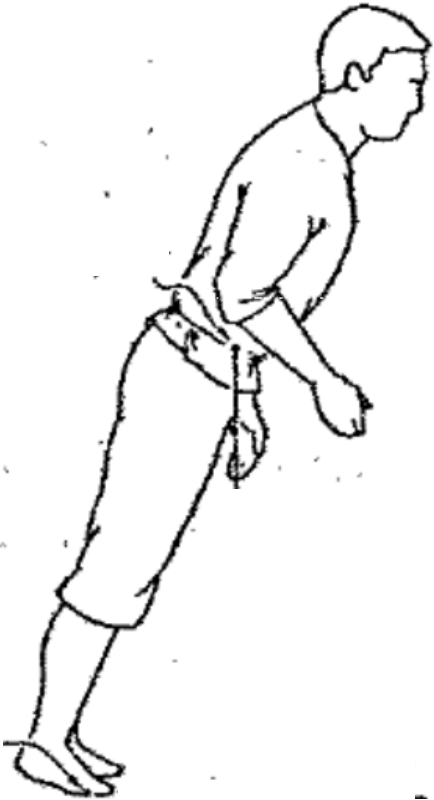
Kraft (F)

Drehmoment (M)

Massenträgheitsmoment (J)

Drehimpuls (L)

# Wie wird das Gleichgewicht gebrochen?





# Wie wird das Gleichgewicht gebrochen?

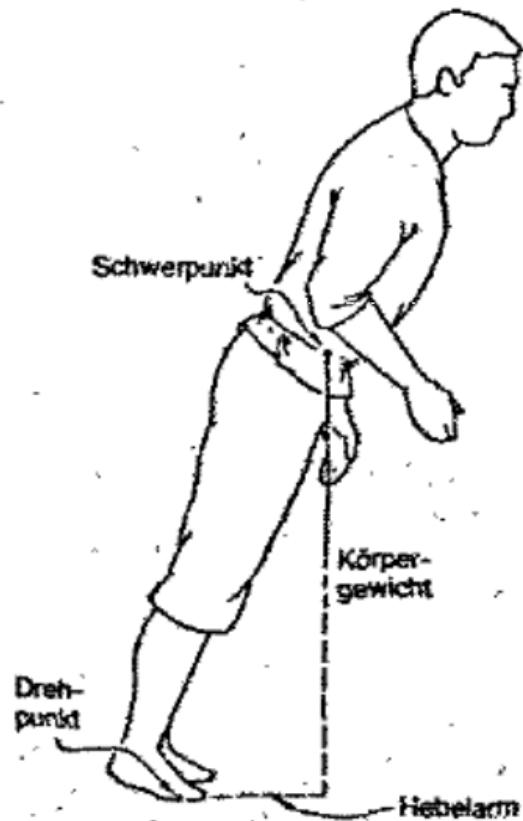


**Abb. 2:** Ein Mensch verliert sein Gleichgewicht, wenn er sich so weit nach vorn neigt, daß das Lot durch den Schwerpunkt seines Körpers nicht mehr die Fläche trifft, mit der seine Füße den Boden berühren.

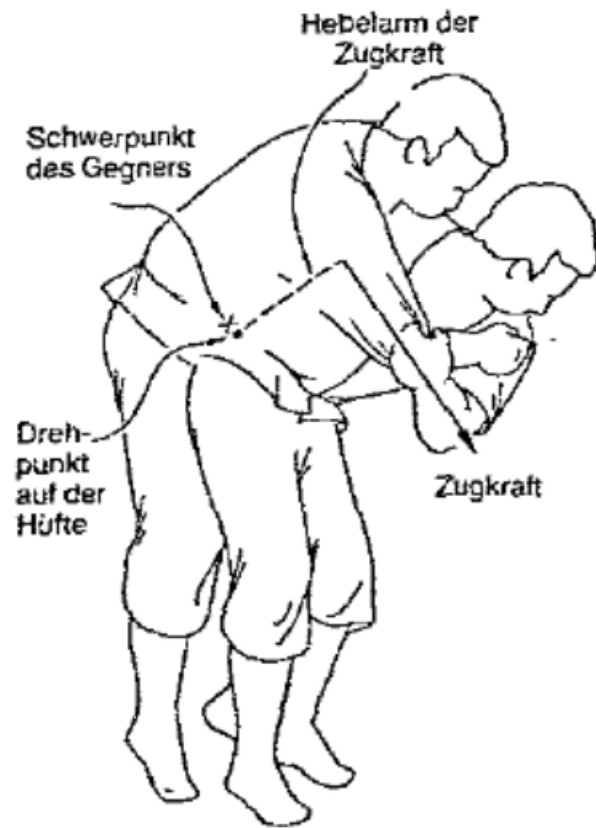
# Wo Sind Schwerpunkt, Drehpunkt und Hebelarm?



# Wo Sind Schwerpunkt, Drehpunkt und Hebelarm?



# Großer Hüftwurf



# Welche Kräfte wirken?



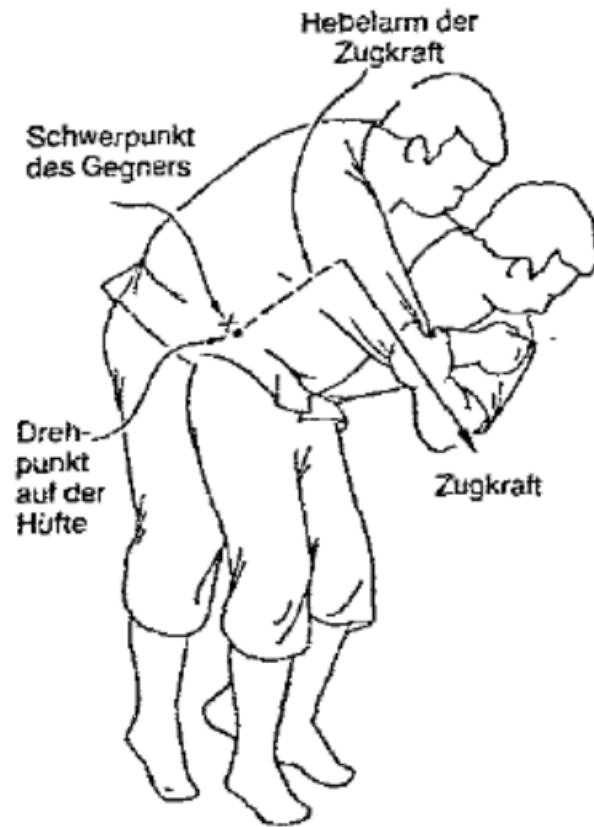
# Welche Kräfte wirken?



Äußere Kräfte

Innere Kräfte

# Welche Kräfte wirken?



## Äußere Kräfte

Schwerkraft

Reibungskraft (zwischen Fuß und Boden)

Trägheitskraft zwischen Kontrahenten

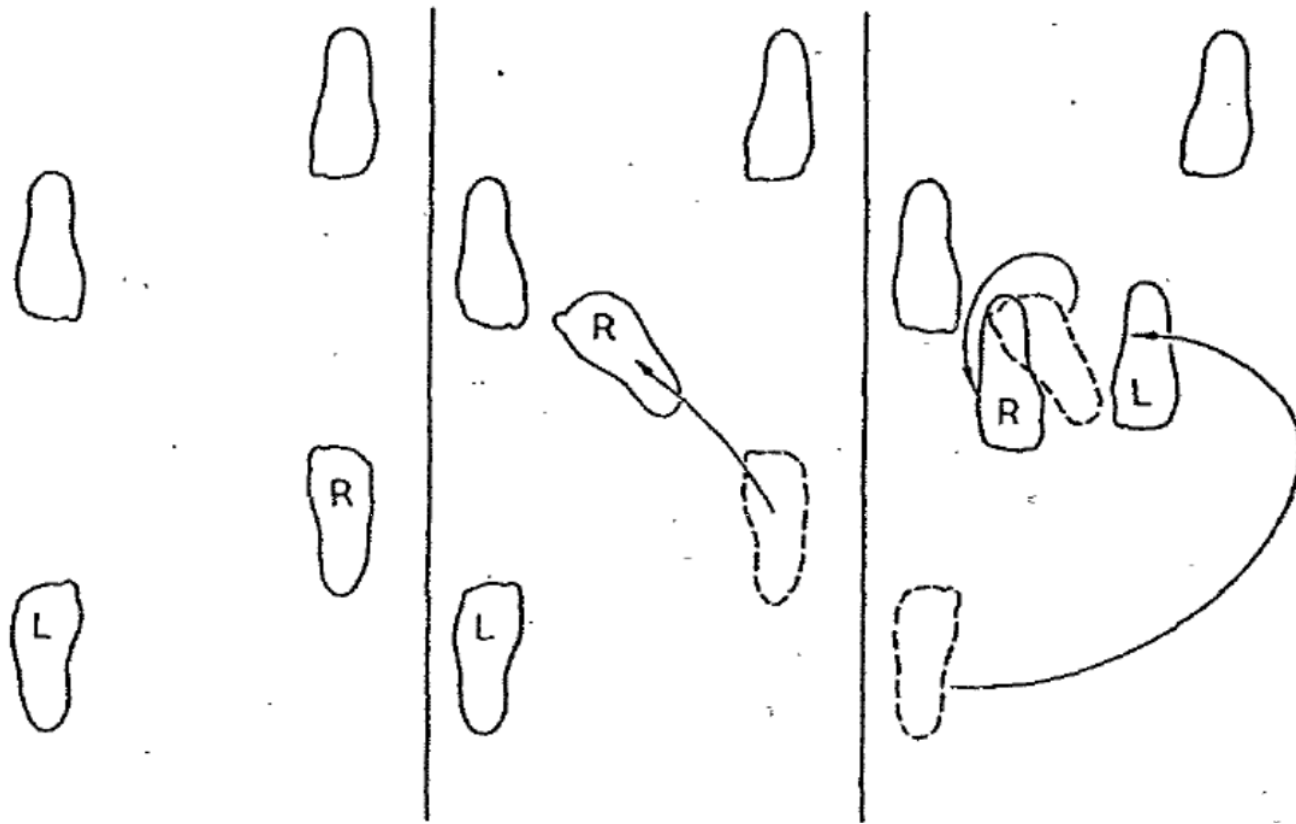
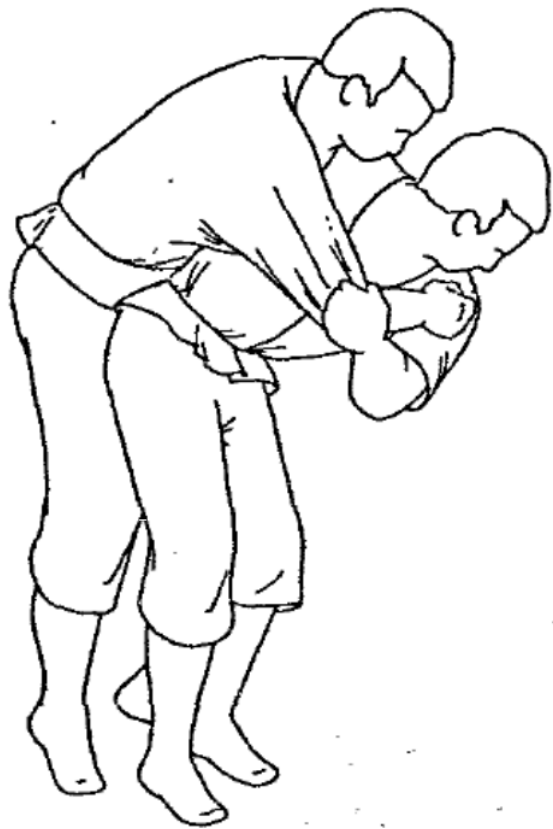
Bodenreaktionskräfte

## Innere Kräfte

Muskelkräfte

Reibungskräfte

# Großer Hüftwurf

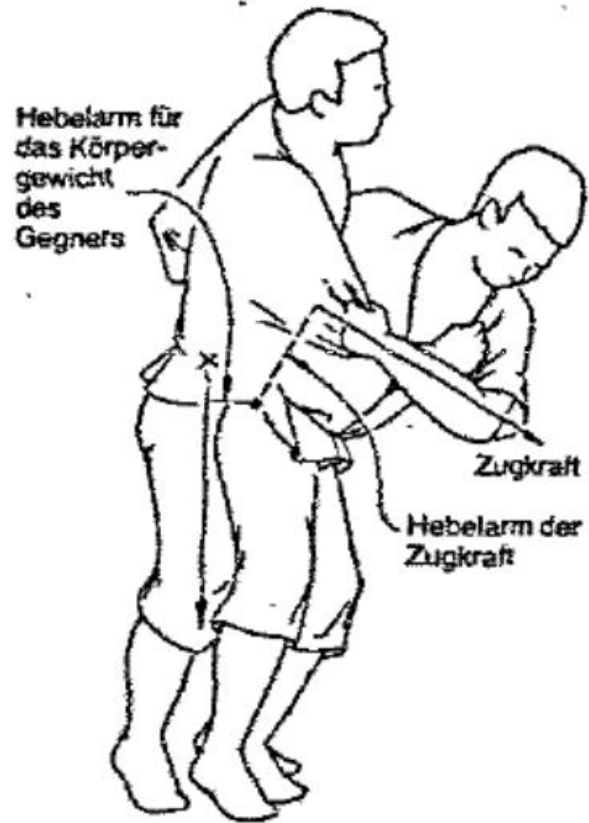




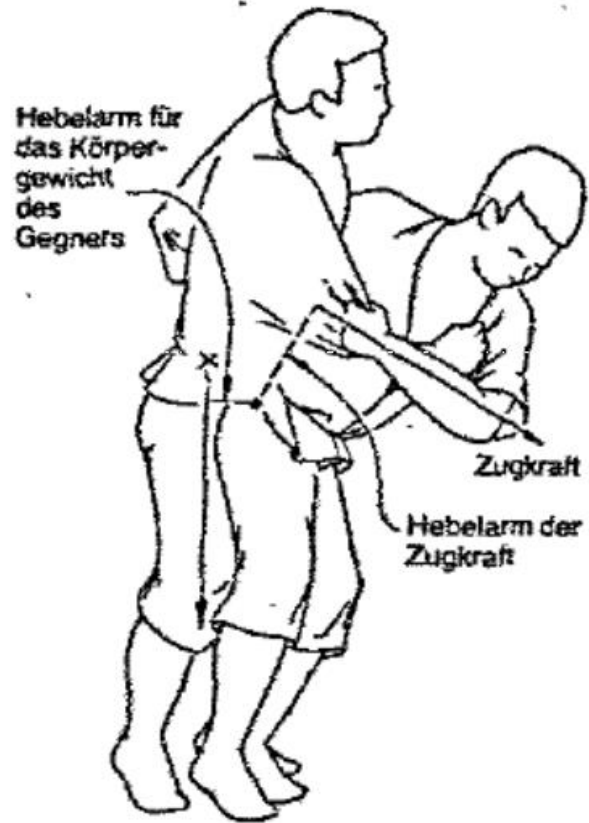
# Wo wirken Hebelarm und Zugkraft?



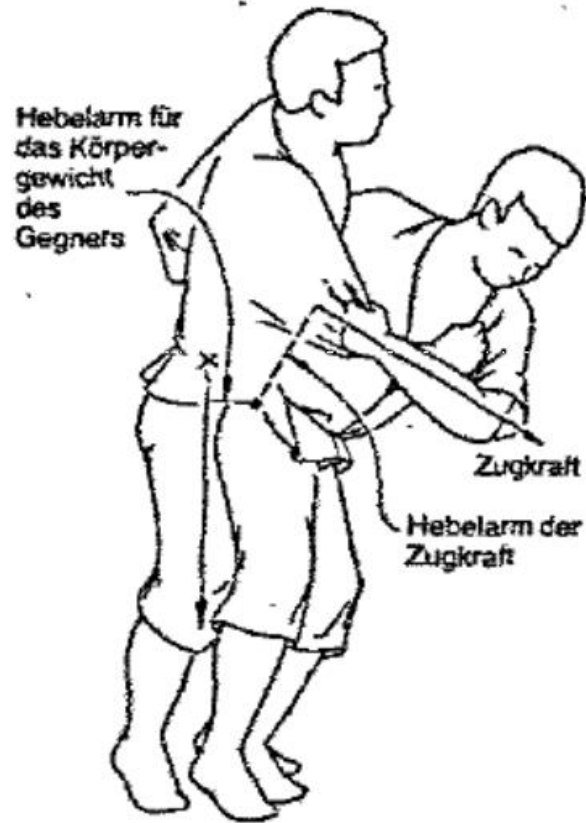
# Wo wirken Hebelarm und Zugkraft?



# Warum Misslingt der Wurf?



# Warum Misslingt der Wurf?

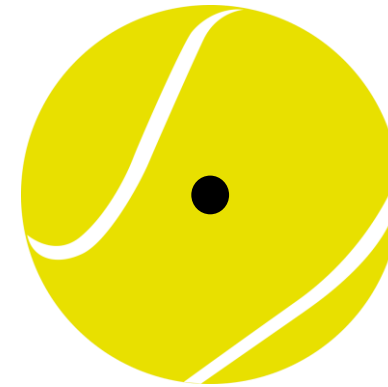
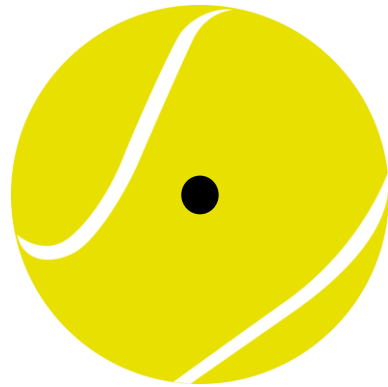


**Abb. 4:** Der Hüftwurf mißlingt, wenn der Angreifer den Körper seines Gegners nicht weit genug nach vorn beugt. Der Schwerpunkt des Gegners rückt dann kaum aus der Körpermitte, und es fehlt das vom Körpergewicht beigesteuerte Drehmoment.

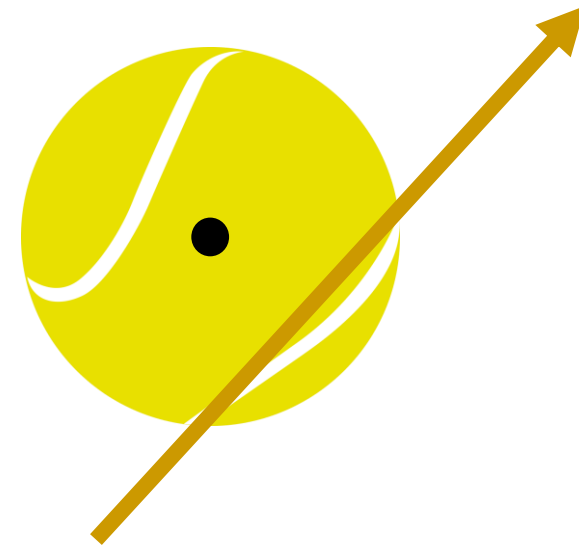
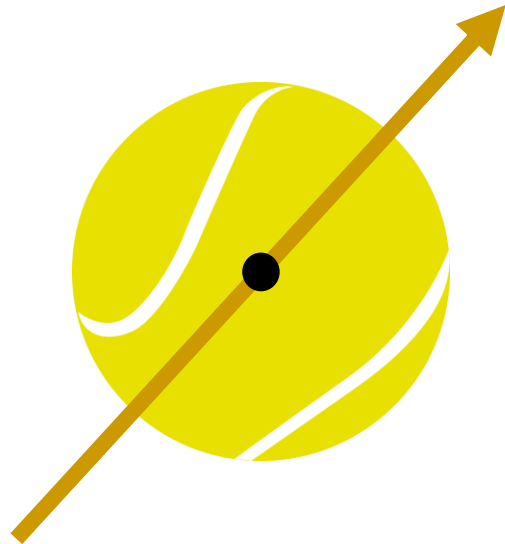
# Massenträgheitsmoment (J)

- $J = \sum m_i * r_i^2$
- Möglichst kleiner Trägheitsmoment
  - Radius verkleinern

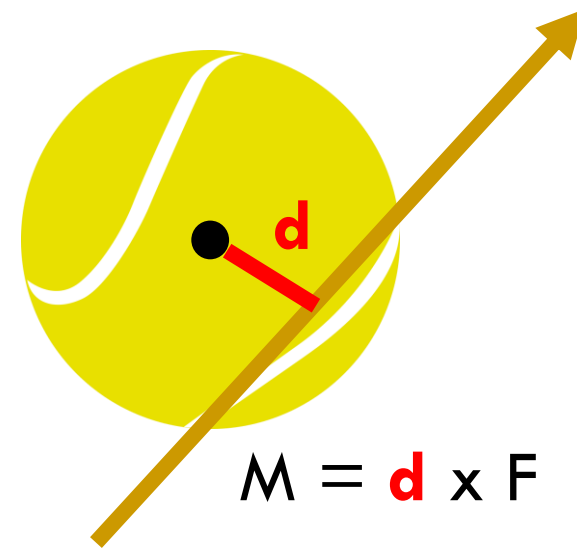
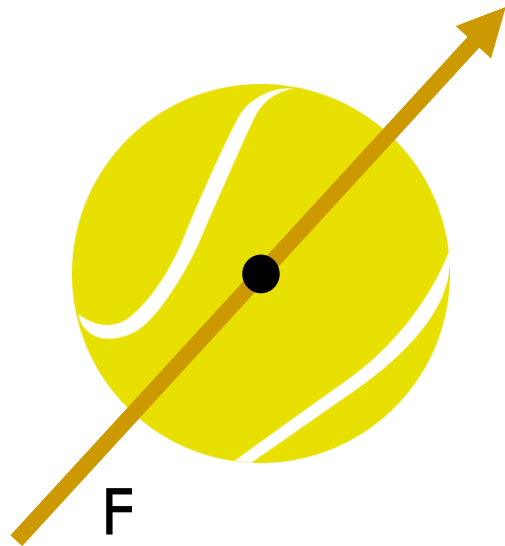
# Wie entsteht ein Drehmoment? 2. Newtonsche Gesetz



# Wie entsteht ein Drehmoment?

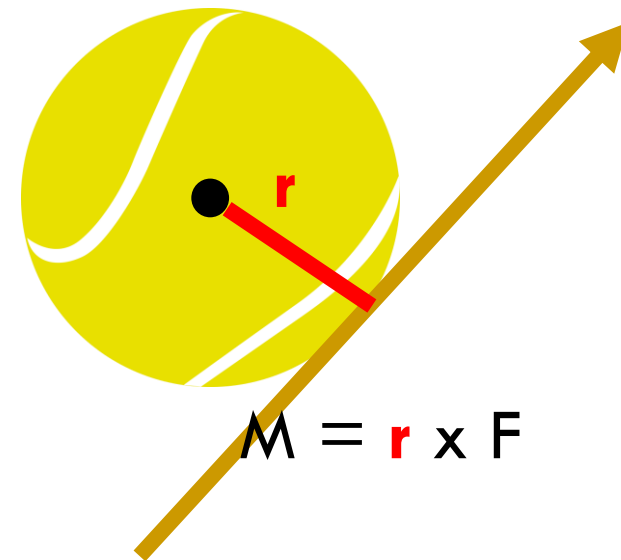
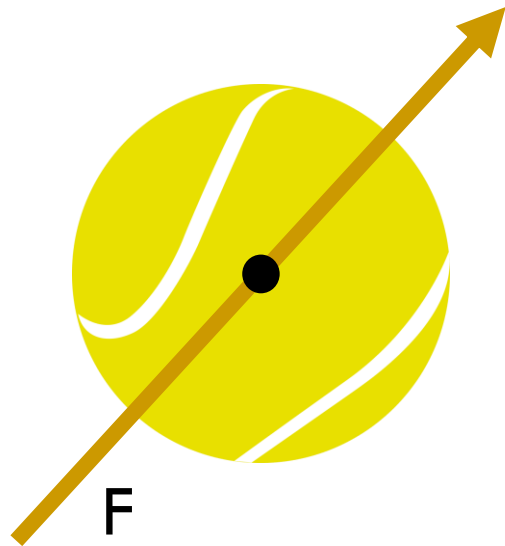


# Wie entsteht ein Drehmoment?

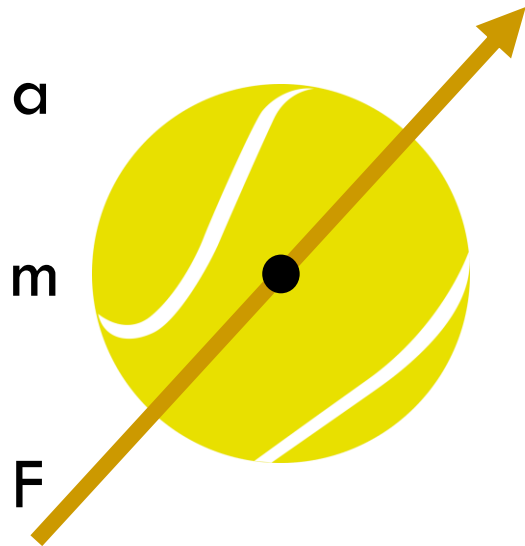




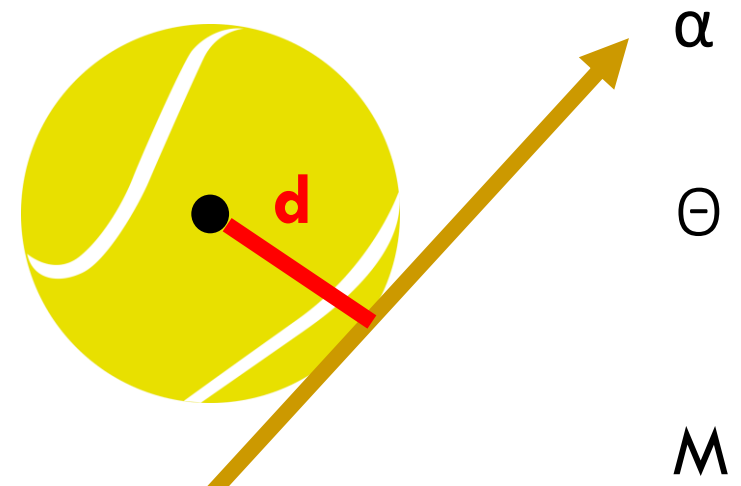
# Wie entsteht ein Drehmoment?



# Wie entsteht ein Drehmoment?

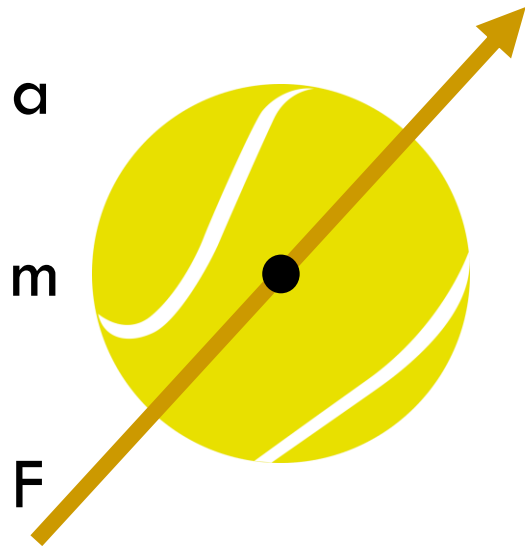


$$F = m \times a$$

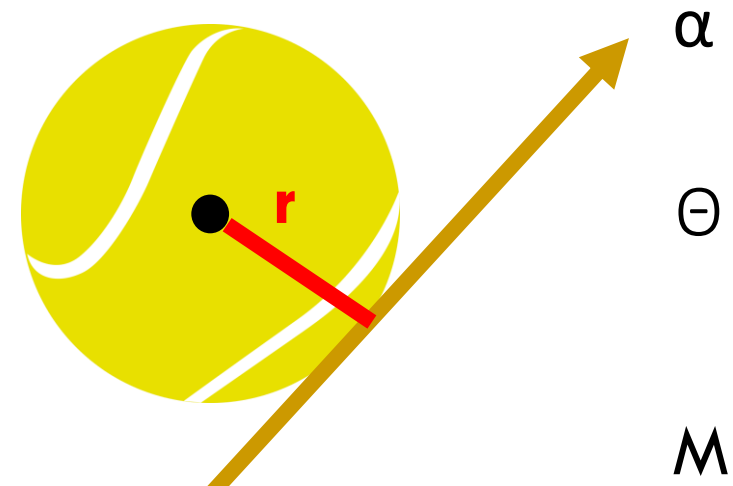


$$M = d \times F$$

# Wie entsteht ein Drehmoment?

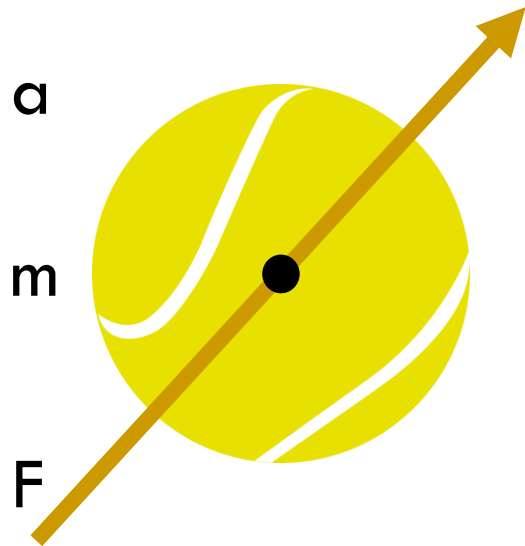


$$F = m \times a$$

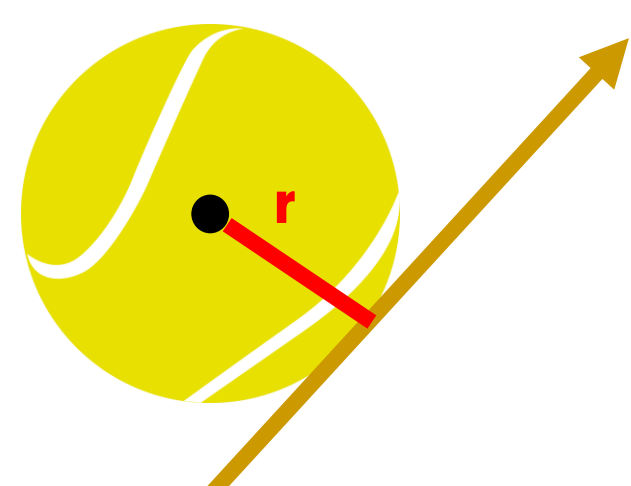


$$M = r \times F$$

# Wie entsteht ein Drehmoment?



$$F = m \times a$$

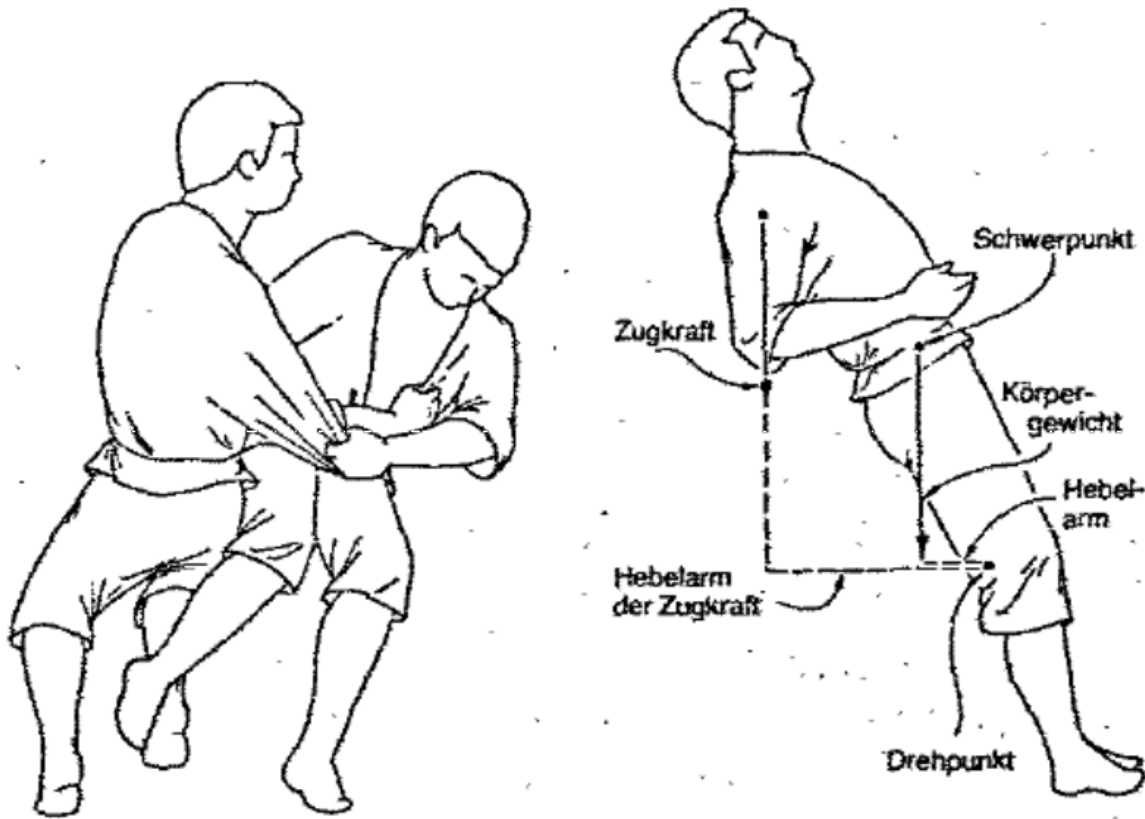


$$M = \Theta \times \alpha$$

$$\Theta = m \times r^2$$

$M$

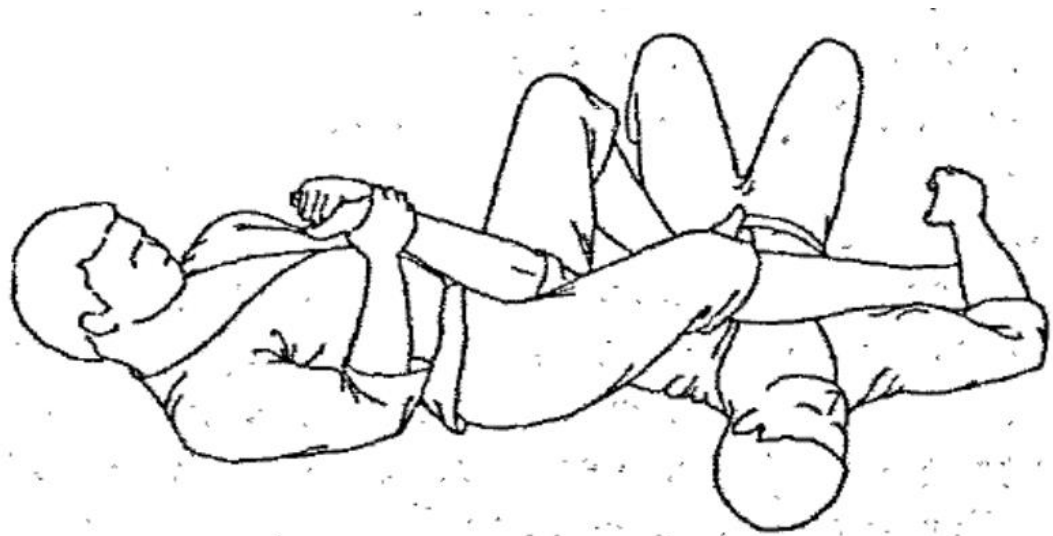
# Große Außensichel



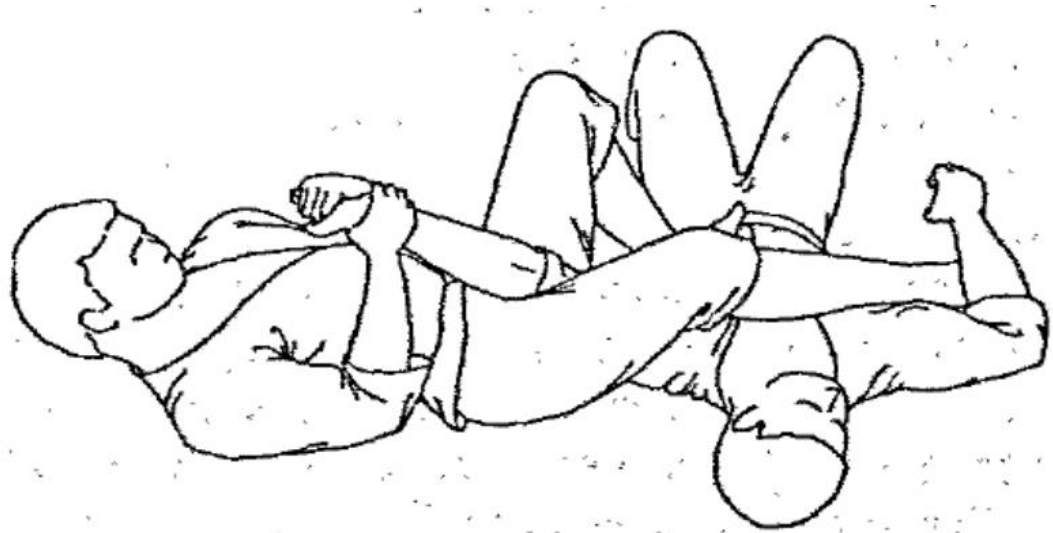
# Fußnachfegen



# Wie funktioniert ein Hebel?



# Wie funktioniert ein Hebel?



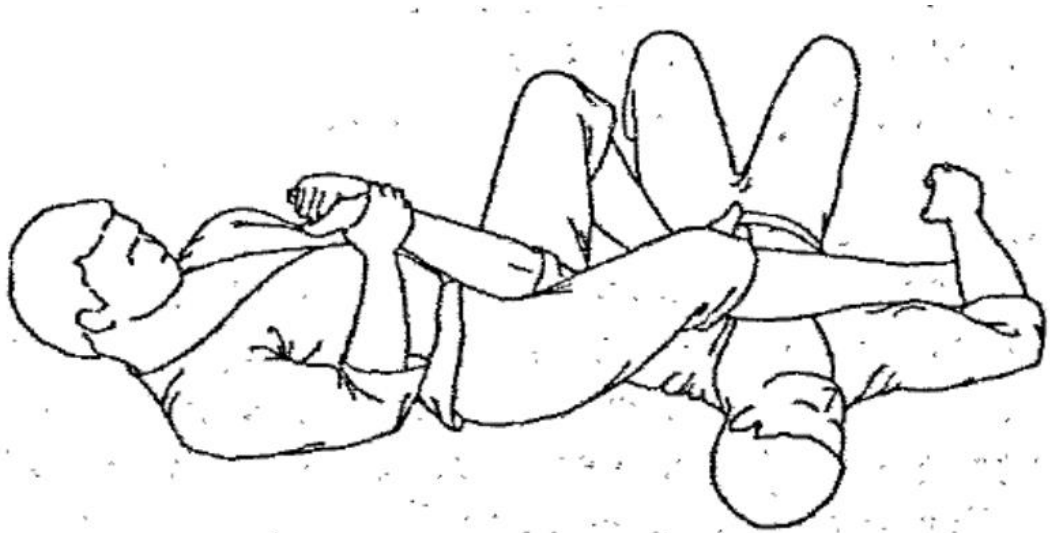
Drehmoment = Bodenreaktionskraft x Hebelarm

$$M = F \times L$$

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$



# Wie funktioniert ein Hebel?

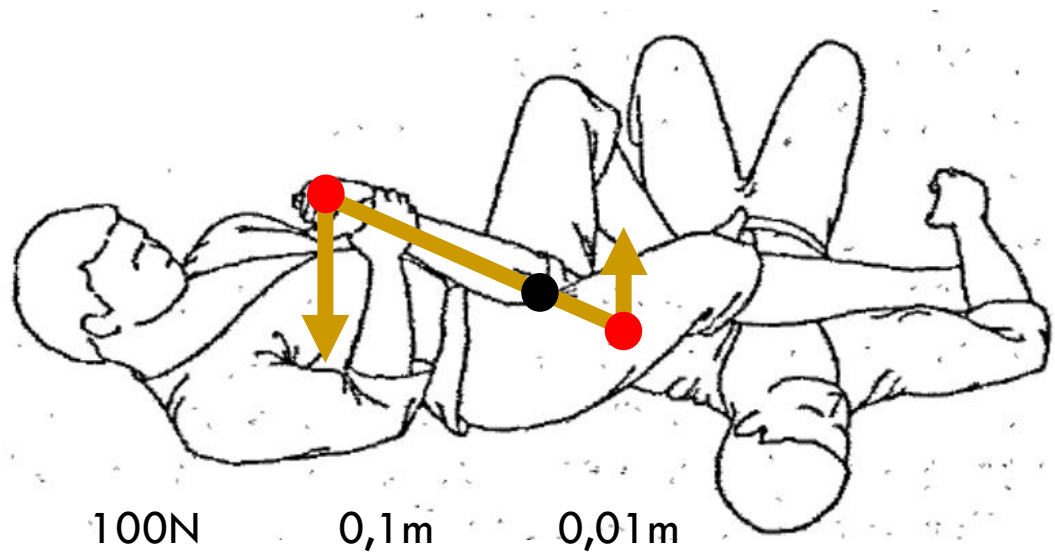


Drehmoment = Bodenreaktionskraft x Hebelarm

$$M = F \times L$$

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

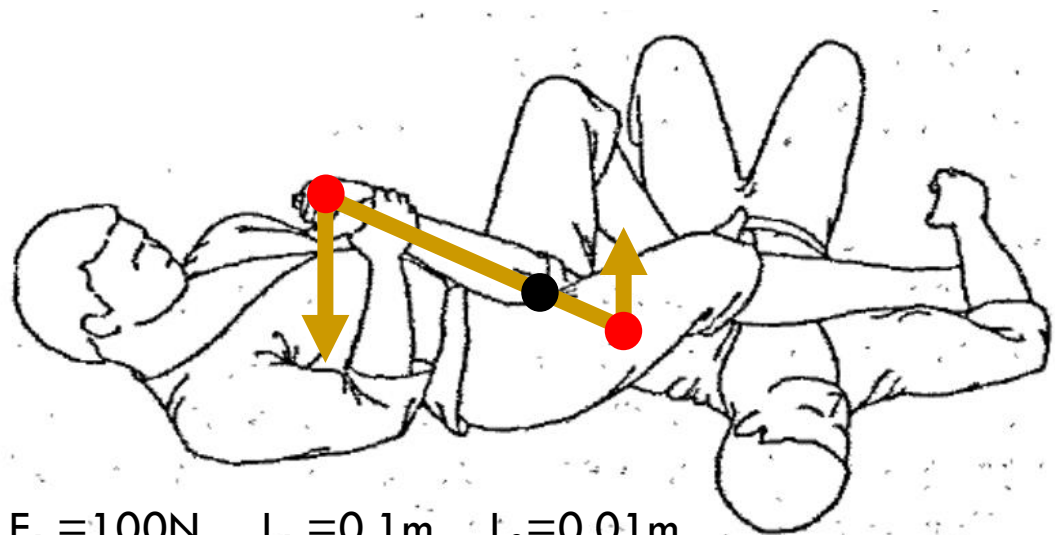
# Wie funktioniert ein Hebel?



- Angelpunkt
- Angriffspunkt

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

# Wie funktioniert ein Hebel?

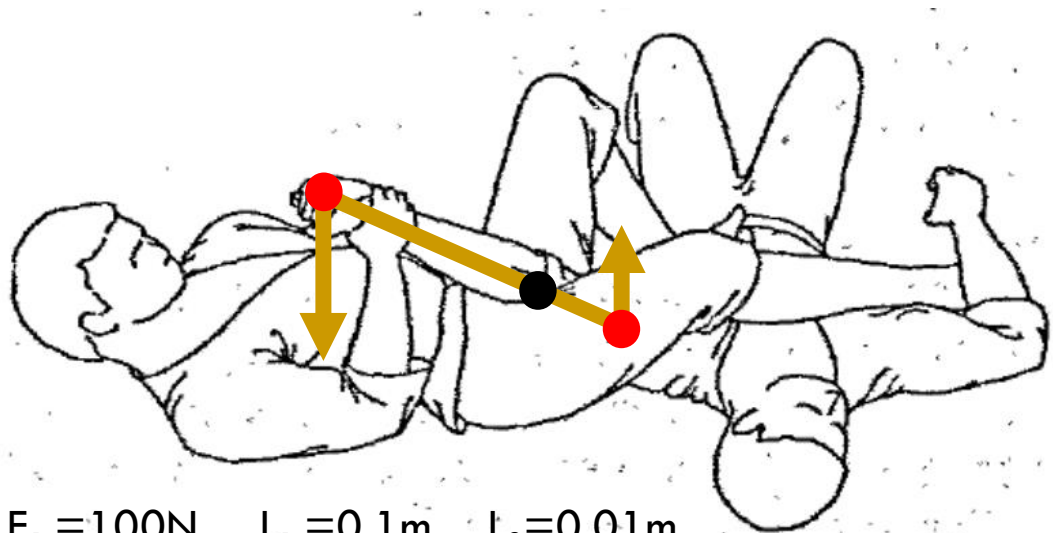


- Angelpunkt
- Angriffspunkt

$$F_1 = 100\text{N} \quad L_1 = 0,1\text{m} \quad L_2 = 0,01\text{m}$$

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

# Wie funktioniert ein Hebel?

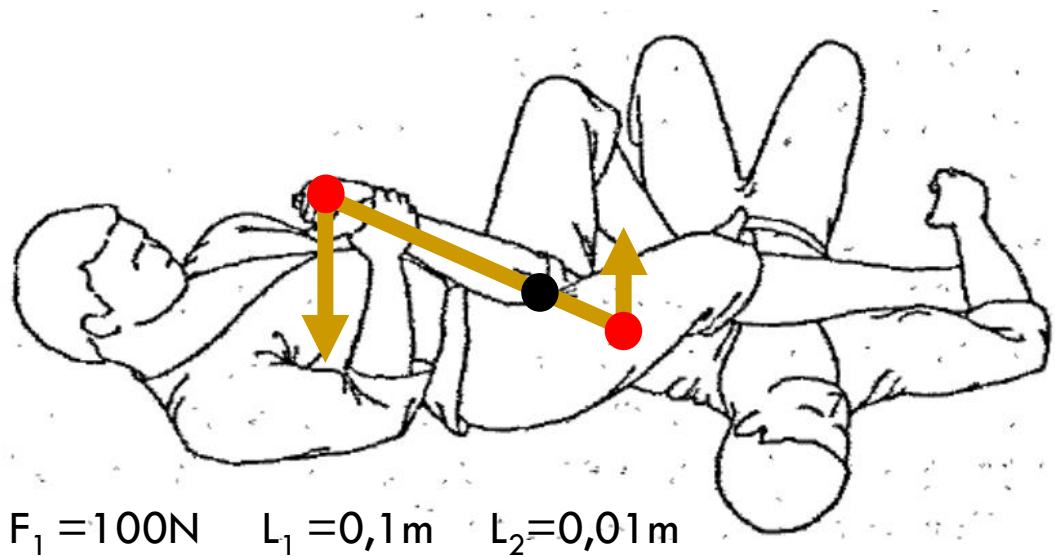


- Angelpunkt
- Angriffspunkt

$$F_1 = 100\text{N} \quad L_1 = 0,1\text{m} \quad L_2 = 0,01\text{m}$$

$$100\text{N} \times 0,1\text{m} = F_2 \times 0,01\text{m}$$

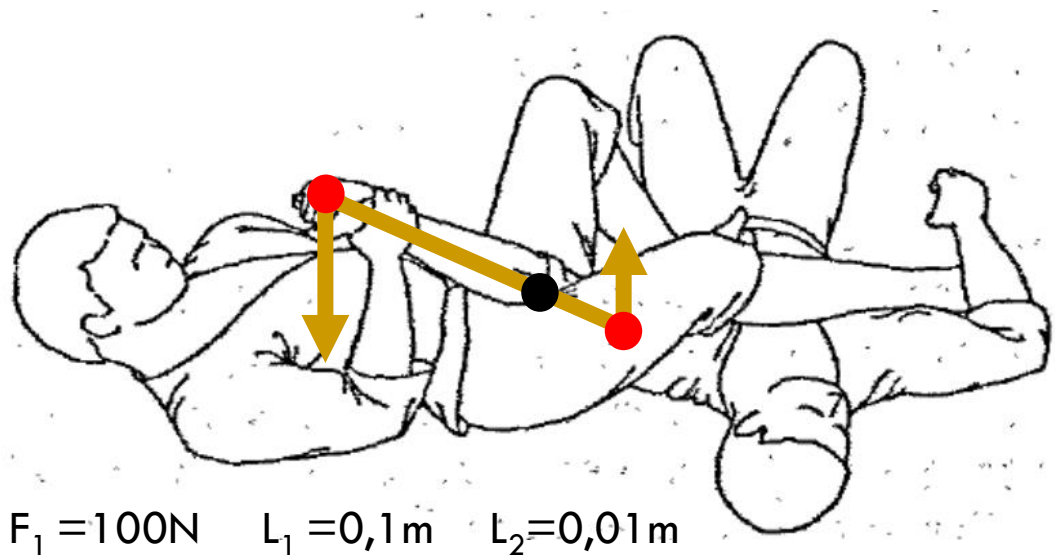
# Wie funktioniert ein Hebel?



- Angelpunkt
- Angriffspunkt

$$\frac{100\text{N} \times 0,1\text{m}}{0,01\text{m}} = F_2$$

# Wie funktioniert ein Hebel?



- Angelpunkt
- Angriffspunkt

$$\frac{100\text{N} \times 0,1\text{m}}{0,01\text{m}} = 1000\text{N}$$

# Welche Einflussgröße wird beim Aikido Deutlich?

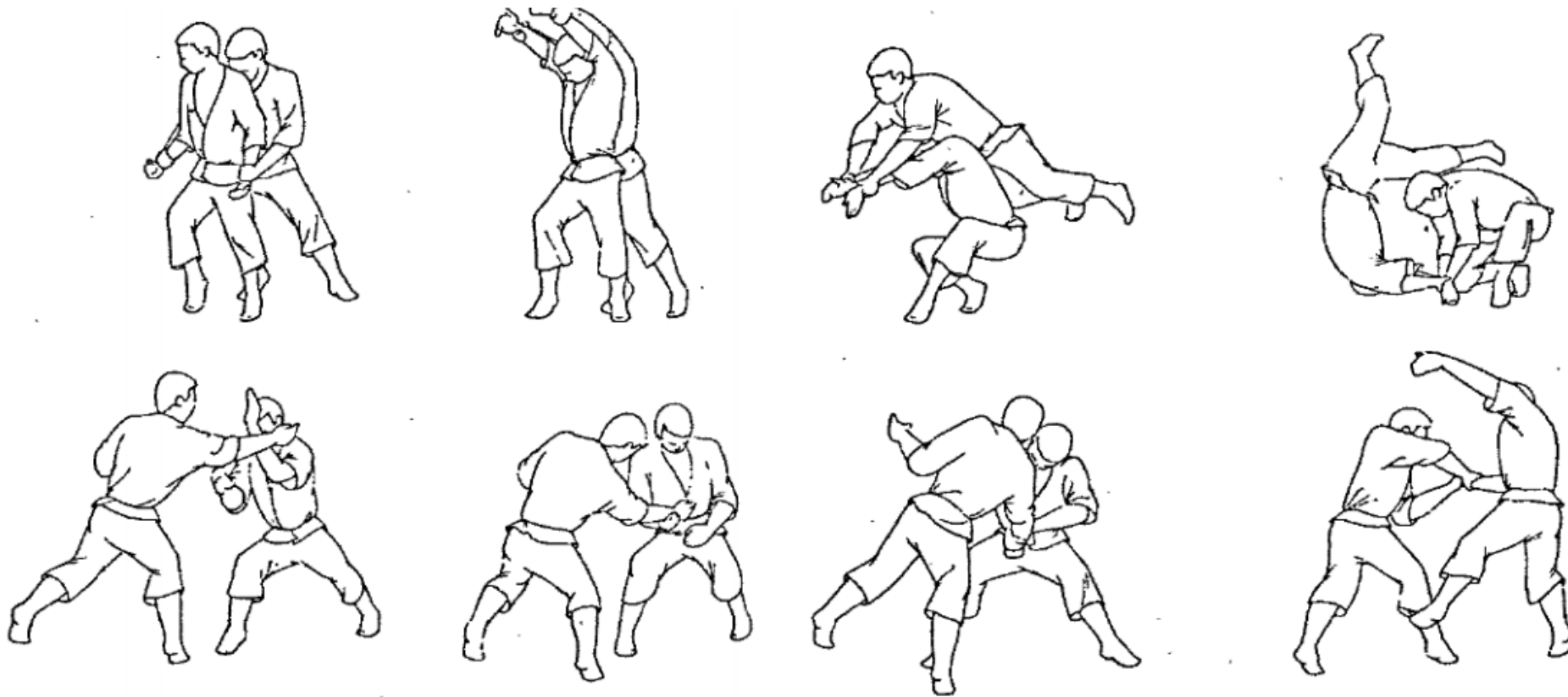


# Was sollte man mit der Bewegung des Gegners nicht tun?





# Was sollte man mit der Bewegung des Gegners nicht tun?

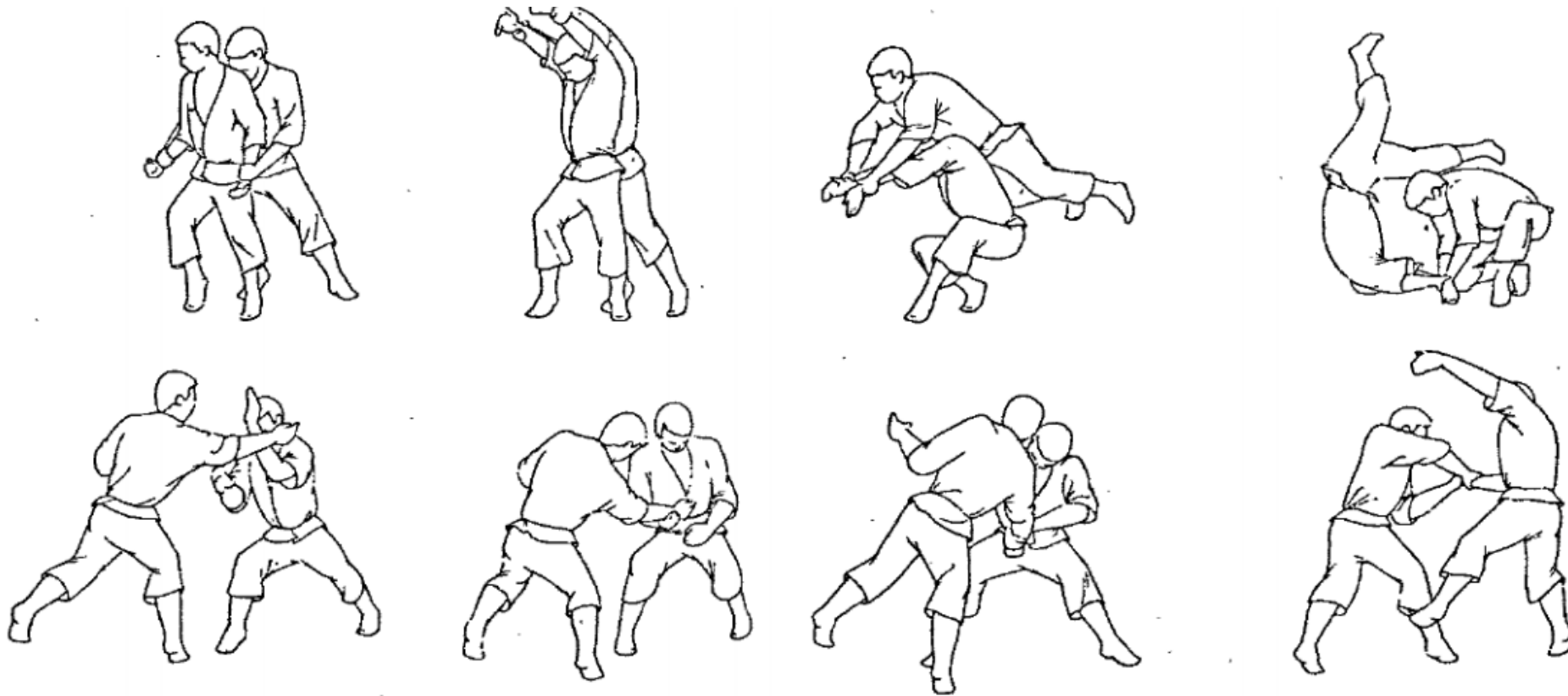


*In keinem Fall darf die Bewegung des Angreifers abgebremst werden.*

# Was sollte man mit der Bewegung des Gegners stattdessen tun?



# Was sollte man mit der Bewegung des Gegners stattdessen tun?



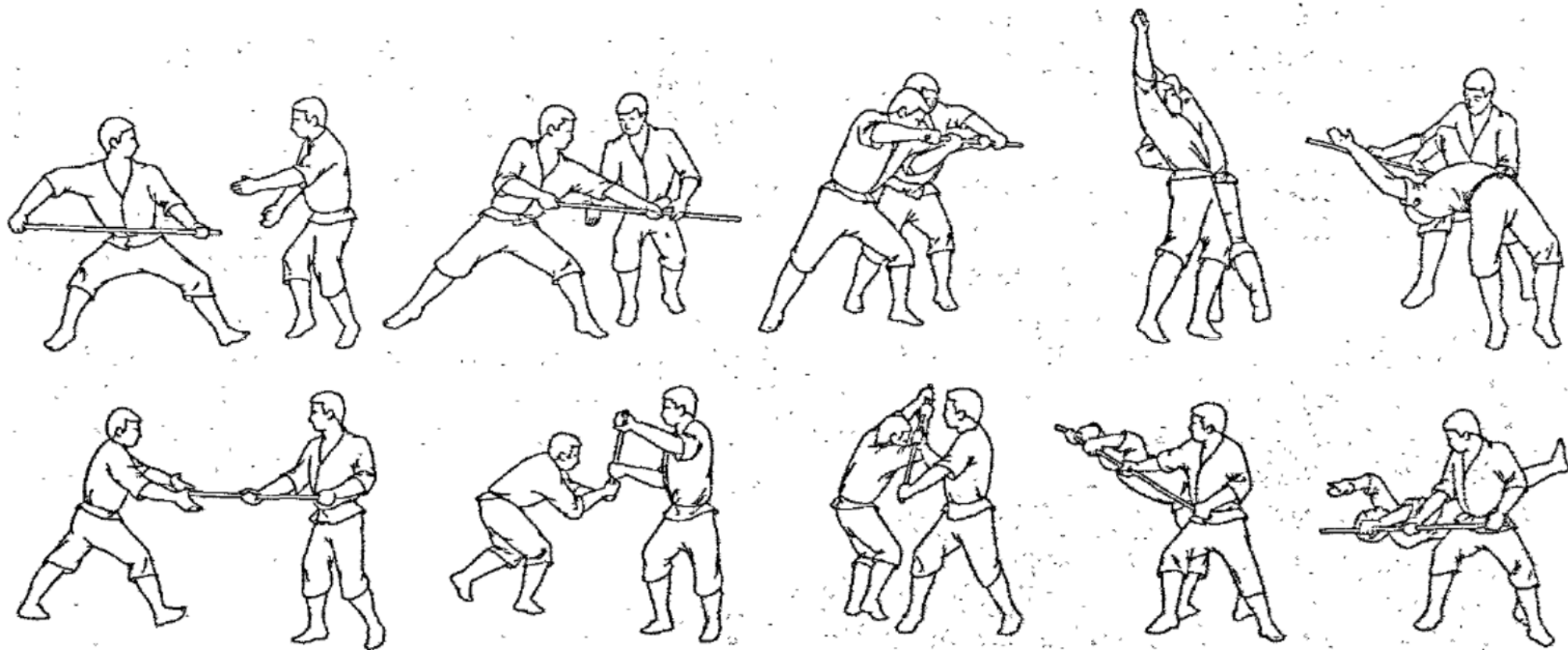
*In keinem Fall darf die Bewegung des Angreifers abgebremst werden. Man muß sie vielmehr weiterlaufen lassen und ihr mit geringem Kraftaufwand eine andere Richtung geben.*

# DREHIMPULS (L)

$$L = J * \omega$$

$$\omega \text{ (Winkelgeschwindigkeit)} = \frac{L \text{ (Drehimpuls)}}{J \text{ (Massenträgheitsmoment)}}$$

# Stockfechten



**Welche Biomechanischen Prinzipien gibt es?**

# Welche Biomechanischen Prinzipien gibt es?

- Prinzip der *optimalen* Anfangskraft
- Prinzip des *optimalen* Beschleunigungsweges
- Prinzip der (zeitlichen) Koordination der Teilimpulse

# Welche Biomechanischen Prinzipien gibt es?

- Prinzip der *optimalen* Anfangskraft
  - Das Abbremsen des Ausholens bewirkt Anfangskraft
  - möglichst geradlinige Bewegung, um keine Kraft zu verlieren
- Prinzip des *optimalen* Beschleunigungsweges
  - Zu weites Ausholen dehnt den Muskels so, dass er Kraft verliert
- Prinzip der (zeitlichen) Koordination der Teilimpulse
  - Bewegung haben Geschwindigkeiten - diese übertragen sich
  - „Timing“



# Wie lässt sich Kampfsport biomechanisch betrachten?

## Drehachsen

- Horizontal
- Vertikal
- Quer

## Einflüsse

- Kraft ( $F$ )
- Drehmoment ( $M$ )
- Massenträgheitsmoment ( $J$ )
- Drehimpuls ( $L$ )

## Biomechanische Prinzipien

- Prinzip der optimalen Anfangskraft
- Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges
- Prinzip der (zeitlichen) Koordination der Teilimpulse

# Testfragen





# Literatur

Walker, J. (1981). Die Physik des Judo und Aikido. In: Leistungssport, 11. Jahrgang, Nr. 2/1981, Seite 102-108



# Fragen/Diskussion