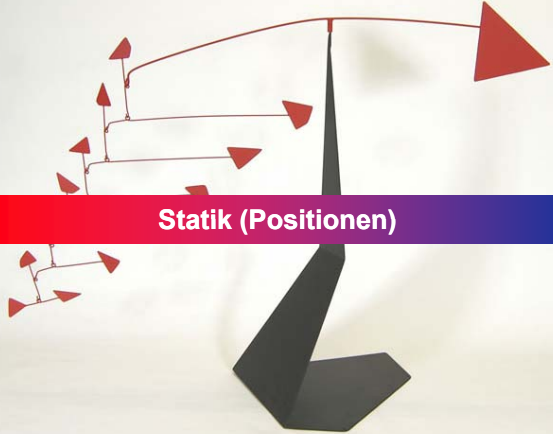


### Überblick

- Positionen (Statik)
  - Biomechanische Größen: Masse, Gewicht, Körperschwerpunkt
  - Gleichgewicht und Standfestigkeit
- Bewegungen
  - Newtonsche Gesetze der Bewegung
  - Bewegungsarten

### Statik (Positionen)




### Biomechanische Größen

- Masse und Gewicht
- Körperschwerpunkt
- Erdanziehungskraft

### Masse und Gewicht

- Quantität an Materie, die ein Körper besitzt.
- Es ist immer gleich im ganzen Universum.
- Die Masse ist ein Maß für Quantität.
- Anziehung zwischen zwei Gegenständen.
- Größere Masse = größere Anziehung
- Das Gewicht ist ein Maß für Kraft.



$M_{\text{Erde}} = M_{\text{Mond}}$        $G_{\text{Erde}} \neq G_{\text{Mond}}$   
 $G_{\text{Erde}} > G_{\text{Mond}}$

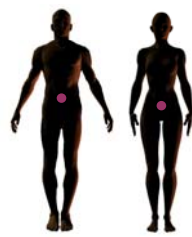
### Masse und Gewicht



$F = m \cdot a$

### Körperschwerpunkt

- Der Schnittpunkt aller Körperachsen:
  - Längsachse
  - Breitenachse
  - Tiefenachse
- Im Stand (in der anatomischen Position) etwa in Höhe des Bauchnabels.
- Genauer
  - Männer auf ca. 57% der Größe
  - Frauen auf ca. 55%



## Körperschwerpunkt

- Sobald die Körperpose geändert wird, ändert sich auch die Position des KSP.
- Paradoerweise kann der KSP auch außerhalb des Körpers (der Masse) sein.



## Wo sind wir?

- Positionen (Statik)
  - ✓ Biomechanische Größen: Masse, Gewicht, Körperschwerpunkt
  - ➔ Gleichgewicht und Standfestigkeit



## Statik (Positionen)

## Gleichgewicht und Standfestigkeit

- Gleichgewichtsformen
- Prinzipien der Standfestigkeit



## Statik

- Gleichgewicht
  - Stabiles Gleichgewicht
  - Labiles Gleichgewicht
  - Gemischte Formen



## Standfestigkeit

- Tief gelegener Körperschwerpunkt



stabiler



weniger stabil

## Standfestigkeit

- Große Auflagefläche



weniger stabil

stabiler

### Standfestigkeit

- Vertikal gelegener Körperschwerpunkt

Quelle: FIG 2004

### Standfestigkeit

- Geradlinigkeit

### Kippmoment (später Drehmoment)

- Das so genannte Kippmoment ist umso größer, je länger der Hebel (d.h. der vertikale Abstand zwischen KSP und Drehachse) ist.

längerer Hebel = größeres Kippmoment  
kürzerer Hebel = kleineres Kippmoment

### Wo sind wir?

- ✓ Positionen (Statik)
  - ✓ Biomechanische Größen: Masse, Gewicht, Körperschwerpunkt
  - ✓ Gleichgewicht und Standfestigkeit
- ➔ Bewegungen
  - Newtonsche Gesetze der Bewegung
  -

**Bewegungen**

**Bewegungen**

**Newtonsche Gesetze**

- Trägheit
- Kraft (Beschleunigung)
- Aktion-Reaktion

## Trägheitsgesetz

- Der Körper möchte nicht ändern, was er gerade tut (sich bewegen oder bewegungslos sein).
- Der Bewegungszustand eines Körpers ist konstant, so lange keine Kräfte auf ihn einwirken.



## Kraft

Der Grad der Änderung des Bewegungszustandes, die Beschleunigung, ist direkt proportional zu der einwirkenden Kraft.

$$F = m \cdot a$$

konstant

$$F = a \cdot t \cdot a$$

Je größer der Beschleunigungsweg, desto mehr Kraft ist am Ende vorhanden.

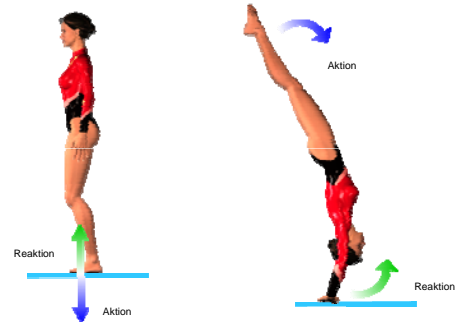


## Aktion = Reaktion

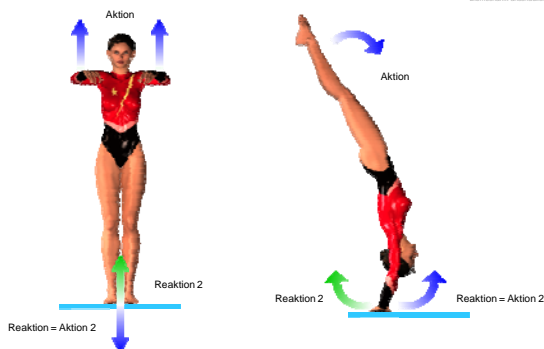
- Jede Kraft bewirkt gleichzeitig eine gleich große Kraft, die in die entgegen gesetzte Richtung wirkt.
  - gleich groß
  - entgegen gesetzt
  - simultan
- Es gibt auch so genannte indirekte Reaktionskräfte.



## Direkte Bodenreaktionskräfte



## Indirekte Bodenreaktionskräfte





## Wo sind wir?

- ✓ Positionen (Statik)
  - ✓ Biomechanische Größen: Masse, Gewicht, Körperschwerpunkt
  - ✓ Gleichgewicht und Standfestigkeit
- Bewegungen
  - ✓ Newtonsche Gesetze der Bewegung
  - ➔ Bewegungsarten



### Bewegungsarten

- Translatorische Bewegungen
- Rotatorische Bewegungen

### Bewegungen

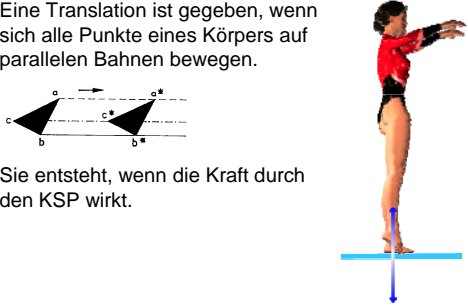
## Translation

- Definition
- Geschwindigkeit
- Impuls
- Trägheit
- Beschleunigung



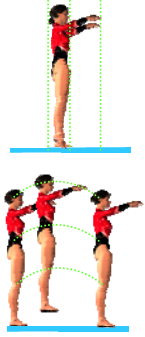
### Translation

- Eine Translation ist gegeben, wenn sich alle Punkte eines Körpers auf parallelen Bahnen bewegen.
- Sie entsteht, wenn die Kraft durch den KSP wirkt.



### Translation

- Translationen können sein:
  - geradlinig, d.h. alle Punkte des betrachteten Körpers durchlaufen deckungsgleiche Bahnen
  - kurvenlinear, d.h. sie haben eine Parabelform



### Geschwindigkeit



- Die Geschwindigkeit eines Körpers ist ein Maß der von ihm zurückgelegten Strecke in der Zeiteinheit.
- Sie wird in Meter pro Sekunde (m/s) ausgedrückt.

$$v = s / t$$

**Geschwindigkeit = Strecke / Zeit**

### Impuls

- Der Impuls ist ein Maß über die Bewegungsmenge (den "Schwung"), die ein Körper hat.
- Der Impuls ist das Produkt aus der Masse eines Körpers multipliziert durch seine Geschwindigkeit.

$$p = m \cdot v$$

↓  
konstant

$$p = v_1 \cdot v_2$$

### Impuls: Beispiel

- 154.407 Tonnen - 40 km/h
  - 154.407 Tonnen = 154.407.000 kg
  - 40 km/h = 11 m/s
- 147 g - 1.500 m/s
  - 147 g = 0,147 kg

$$p = m \cdot v$$



$p = 171.563.333 \text{ kgm/s}$



$p = 220 \text{ kgm/s}$

### Impuls: Beispiel

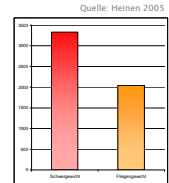
$$p = m \cdot v$$

- Schergewicht: 120 kg - 100 km/h
  - 100 km/h = 27,78 m/s
- Fliegengewicht: 49 kg - 150 km/h
  - 150 km/h = 41,67 m/s



$p = 3.333 \text{ kgm/s}$

$p = 2.041 \text{ kgm/s}$



### Beschleunigung

- Die Änderung der Geschwindigkeit eines Körpers wird als Beschleunigung bezeichnet.
- In der Alltagssprache versteht man darunter meistens nur eine Geschwindigkeitszunahme. Aber auch eine Geschwindigkeitsabnahme oder eine Änderung der Richtung eines Körpers ist eine Beschleunigung.
- Sie wird in  $\text{m/sec}^2$  ausgedrückt.

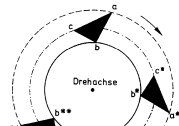
**Bewegungen**

**Rotation**

- Drehachsen
- Drehmoment
- Massenträgheitsmoment
- Drehgeschwindigkeit
- Drehimpuls

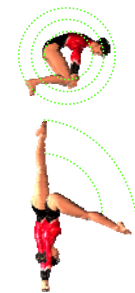
### Rotation

- Eine Rotation ist eine Bewegung, bei der alle Punkte des betrachteten Körpers um eine gemeinsame Achse drehen.
- Sie entsteht, wenn der Kraftstoß am KSP vorbei wirkt.



### Rotation

- Rotationen können sein:
  - global, d.h. sie betreffen den gesamten Körper
  - segmental, d.h. sie betreffen nur bestimmte Körpersegmente




### Drehachsen

- feste und elastische
- kurzzeitig feste
- annähernd feste
- mitpendelnde
- momentan feste
- freie

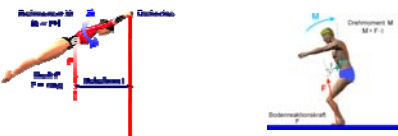


### Körperachsen



### Drehmoment

- Die Kraft, welche Drehung produziert, wird als **Drehmoment** bezeichnet.
- Das Drehmoment  $M$  ist definiert als Produkt aus der Kraft  $F$  und dem senkrecht zur Kraftwirkungslinie vorhandenem Abstand  $l$  von der Drehachse.

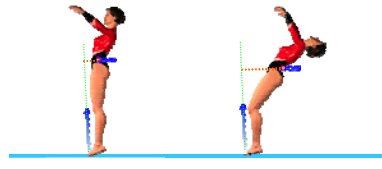


**$M = F \cdot l$**   
Drehmoment = Kraft  $\cdot$  Abstand

### Drehmoment

**$M = F \cdot l$**

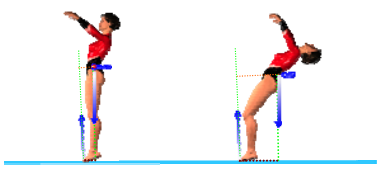
- Exzentrische Kraft
  - Größter horizontaler Abstand zur Drehachse



### Drehmoment

**$M = F \cdot l$**

- Exzentrische Kraft
  - Größter horizontaler Abstand zur Drehachse
  - Doppelkraft



### Literatur

- Bessi, Flavio (2009): Materialien für die Trainerausbildung im Gerätturnen – erste Lizenzstufe. 3. veränd. Auflage. Freiburg: Eigenverlag.
- Bessi, Flavio et al. (2008): Materialien für die Trainerausbildung im Gerätturnen - zweite Lizenzstufe. Ilona Gerling, Michael Gruhl, Günter Hammer, Sabrina Klaesberg, Klaus Knoll, Ralf Sygusch, Christoph von Laßberg und Reinhard Weber. Freiburg: Eigenverlag
- Fédération Internationale de Gymnastique (2007): Biomecánica para la gimnasia. Nivel 1 y 2, Lecciones 1 y 2 respectivamente. Hardy Fink (principal autor); Patria Hume; David Kerwin; Keith Russell; Adrian Stan; Flavio Bessi
- Fédération Internationale de Gymnastique (2001): Biomechanics. Study Notes. Level 1. 1st. Edition Moutier

## Literatur

- Schweizer, Ludwig (2004): Vorlesung Biomechanik des Gerätturnens. Unveröffentlichte Unterlagen
- Unterschiedliche Präsentationen folgender Autoren von der oder für die FIG:
  - Bessi, Flavio
  - Brüggemann, Gert-Peter
  - Fink, Hardy
  - Stan, Adrian
- Die meisten Fotos sind von:
  - Torsten Hauptvogel
  - Jörg Weigele

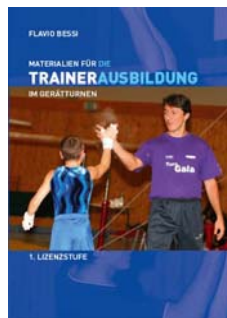
## Lust auf mehr?

- Wenn ihr noch mehr erfahren und lernen möchtet, könnt ihr in den nächsten drei Folien bestimmt etwas Passendes für euch finden...



## Materialien für die Trainerausbildung – Trainer C

- Mit unzähligen Fotos und bewährten Praxis-Tipps!
- Dieses Buch deckt sämtliche Themen ab, die in der neuen Ausbildungskonzeption zum Trainer C des Deutschen Turner-Bundes vorgesehen sind.
- Verknüpftes Wissen aus der Praxis und der Sportwissenschaft: Ein Buch, das wissenschaftliche Ansprüche erfüllt, ohne die Praxis in der Halle aus dem Auge zu verlieren.
- Ein Muss für jeden Trainer C oder für diejenigen, die auf dem Weg dorthin sind.



Leseproben unter [www.turnlehre.de](http://www.turnlehre.de)

## Materialien für die Trainerausbildung – Trainer B

- Dieses Buch deckt auf die vom ersten Band bekannte Weise alle Themen ab, die in der neuen Ausbildungskonzeption zum Trainer B des Deutschen Turner-Bundes vorgesehen sind.
- Durch ein erlesenes Autoren kollektiv von Top-Experten des Gerätturnens (Bessi, Gerling, Gruhl, Hammer, Klaesberg, Knoll, von Laßberg, Sygusch, Weber) ist es gelungen, verknüpftes Wissen aus der Praxis und der Sportwissenschaft kompakt darzustellen.
- Ein Muss für jeden Trainer B oder diejenigen, die auf dem Weg dorthin sind.



Leseproben unter [www.turnlehre.de](http://www.turnlehre.de)

## Freiburger Gerätturntage

- Diese Lernveranstaltung wird in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Freiburg und dem Badischen Turner-Bund durchgeführt.
- Umfang: 15 UE (Sie wird als bundesoffene Fortbildung zur Lizenzverlängerung aller Lizenzstufen anerkannt.)
- Termin: 03.-04.10.09
- Ort: Freiburg
- Anmeldung: [fgtt@sport.uni-freiburg.de](mailto:fgtt@sport.uni-freiburg.de)
- Informationen zum Programm, Meldeverfahren, freie Plätze, Organisation, etc... erhaltet ihr über die oben stehenden E-Mail-Adresse.

