

## Überblick

- Grundlegende Größen der Rotation
- Angewandte Biomechanik
  - Schwungmechanik
  - Schraubentechniken
  - „Flugelemente“
  - Landungen

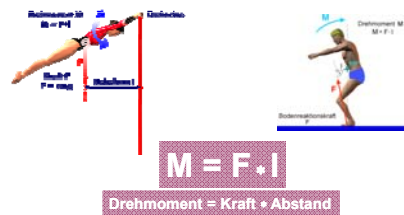


## Biomechanische Parameter

Translation			Rotation		
Parameter	Symbol	Einheit	Parameter	Symbol	Einheit
Kraft	$F$	N	Drehmoment	$N$	Nm
Masse	$m$	kg	Massenträgheitsmoment	$J$	kg m <sup>2</sup>
Geschwindigkeit	$v$	m/sec	Winkelgeschwindigkeit	$\omega$	rad/sec
Beschleunigung	$a$	m/sec <sup>2</sup>	Winkelbeschleunigung	$\alpha$	rad/sec <sup>2</sup>
Impuls ( $p = m \cdot v$ )	$p$	kg m/sec	Drehimpuls ( $I = J \cdot \omega$ )	$I$	kg m <sup>2</sup> /sec

## Drehmoment

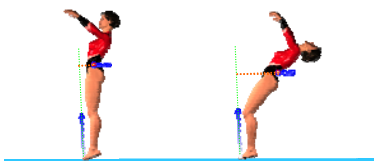
- Die Kraft, welche Drehung produziert, wird als **Drehmoment** bezeichnet.
- Das Drehmoment  $M$  ist definiert als Produkt aus der Kraft  $F$  und dem senkrecht zur Kraftwirkungslinie vorhandenem Abstand  $l$  von der Drehachse.



## Drehmoment

$$M = F \cdot l$$

- Exzentrische Kraft
  - größter senkrecht zur Kraftwirkungslinie vorhandener Abstand zur Drehachse



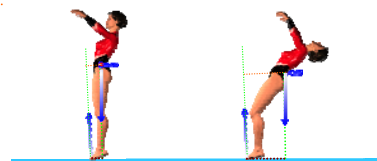
## Drehmoment

$$M = F \cdot l$$

- Exzentrische Kraft
  - größter senkrecht zur Kraftwirkungslinie vorhandener Abstand zur Drehachse
  - Doppelkraft

$$l_1 < l_2$$

$$M_1 < M_2$$

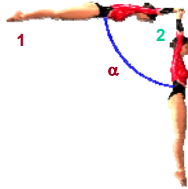


## Drehgeschwindigkeit

- ist die Geschwindigkeit um eine Drehachse

$$v = d / t \quad v_1 \neq v_2$$

$$\omega = \alpha / t \quad \omega_1 = \omega_2$$



## Drehimpuls

- Der Drehimpuls drückt die „Quantität“ an Drehung aus und wird daher wie der lineare Impuls auch als Bewegungsgröße bezeichnet.



**Drehimpuls  
≠  
Drehgeschwindigkeit**

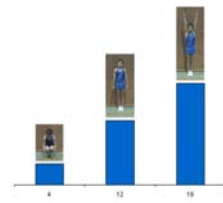
## Drehimpuls

- Er ist das Produkt aus dem Massenträgheitsmoment  $J$  und der Drehgeschwindigkeit  $\omega$ .
- Er kann in der Luft nicht verändert werden, es sei denn eine externe Kraft wirkt auf den Körper. Der Drehimpuls ist konstant.
- Der Turner kann seinen Körper bzw. Seine Körperteile bewegen und so die Drehgeschwindigkeit beeinflussen.

$$L = J * \omega$$

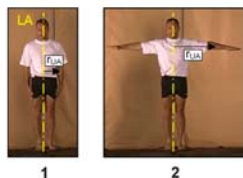
## Massenträgheitsmoment (J)

- Das Massenträgheitsmoment ist die Größe des Widerstands, den ein rotierender Körper einer Änderung seiner Drehgeschwindigkeit entgegensetzt.
- Wenn die Massenteile weit weg von der Drehachse sind, ist  $J$  groß.
- Wenn die Massenteile nah an der Drehachse sind, ist  $J$  klein.



## Massenträgheitsmoment (J)

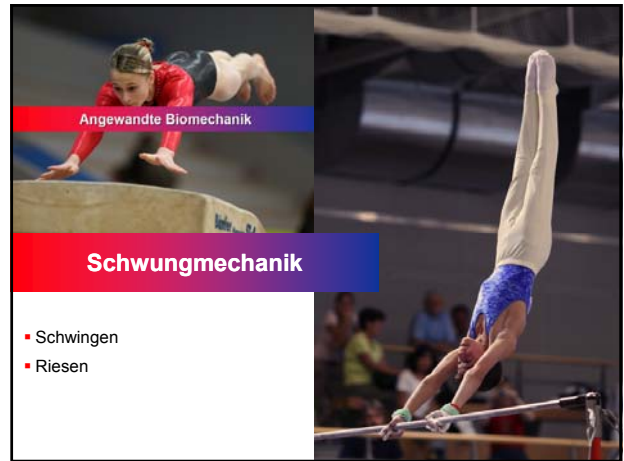
- Das Massenträgheitsmoment ist die Größe des Widerstands, den ein rotierender Körper einer Änderung seiner Drehgeschwindigkeit entgegensetzt.
- Wenn die Massenteile weit weg von der Drehachse sind, ist  $J$  groß.
- Wenn die Massenteile nah an der Drehachse sind, ist  $J$  klein.



## Wo sind wir?

- ✓ Grundlegende Größen der Rotation
- Angewandte Biomechanik
  - Schwungmechanik
  - 
  -





### Schwung

Schwung = Rotation um eine externe Achse

### Abschwung

Drehmoment = Kraft \* Abstand

- Die Erdanziehungskraft gibt uns das nötige Drehmoment und die Beschleunigung beim Abschwung
  - Sie muss zeitlich möglichst lang wirken
  - Sie muss möglichst weit weg von der Drehachse wirken
  - Die Reibungskräfte müssen minimiert werden

### Aufschwung

- Beim Aufschwingen muss der Körperschwerpunkt ausreichend nahe an die Drehachse gebracht werden

### Riesenumschwung rückwärts

- Maximale Streckung = Erdanziehungskraft wirkt länger und weiter = größeres Drehmoment
- Größtes Drehmoment = größte Beschleunigung
- Aushang, um den Schlag vorzubereiten und die Reckstange zu belasten
- Die Stange biegt sich zurück und gibt dem Turner zusätzliche Energie
- Der KSP wird an die Drehachse angenähert, um die Drehgeschwindigkeit zu erhöhen und die Reibungsverluste zu kompensieren

## Wo sind wir?

- ✓ Grundlegende Größen der Rotation
- Angewandte Biomechanik
  - ✓ Schwungmechanik
  - ➔ Schraubentechniken
  - 
  -



Angewandte Biomechanik

**Schraubentechniken**

- Stützschraube (Drehabstoßschraube)
- Gegenwirkungsschraube
- Impulsübertragungsschraube

## Stützschraube

- Diese wird in der Absprung- bzw. Abdruckphase durch Verdrehung des Körpers eingeleitet.
- Die stützfernen Körperteile werden vorgedreht. Durch diese Verdrehung (Twisten) des Körpers wirkt die Bodenreaktionskraft exzentrisch am KSP vorbei und verursacht einen Drehimpuls um die Längsachse.
- Dazu kommt, dass als Reaktion dieser Verdrehung die Füße in die der Schraubendrehung entgegen gesetzte Richtung drücken. Dies wiederum verursacht eine Bodenreaktionskraft, die in die gewünschte Schraubenrichtung wirkt.



## Stützschraube

- Verursacht Probleme bei der Landung
- Gefahr des Vordrehens der Füße, worunter der Rückwärtsabsprung leidet
- Wird von den Kampfrichtern abgezogen



## Gegenwirkungsschraube

- Kein Drehimpuls vorhanden bzw. notwendig ( $L = 0$ )
- Teilmassen des Körpers werden auf angenäherten Kreisbahnen mit gleichem Richtungssinn um die Längsachse bewegt. Als Gegenwirkung entsteht eine Schraubendrehung des gesamten Körpers in entgegen gesetzter Richtung.



## Gegenwirkungsschraube



- Extremitäten gegen den Uhrzeigersinn = Körper im Uhrzeigersinn.
- Die Drehung stoppt, sobald die Aktionen verschwinden.
- Gute Möglichkeit, um Drehungen zu kontrollieren.

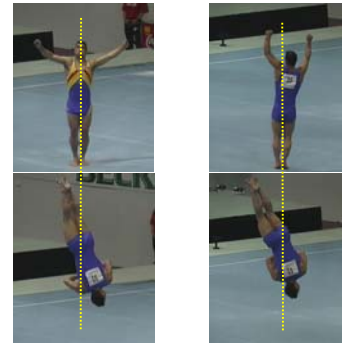
### Impulsübertragungsschraube

Sie ist (bzw. sollte sein) die wichtigste Technik für Schrauben.

- Der Turner besitzt beim Verlassen des Geräts ausschließlich die Drehung um die Breitenachse (Saltodrehung). Ein Teil dieses Drehimpulses wird beim so genannten Auskippen des Körpers auf die Längsachse übertragen und so beginnt der Turner um seine Längsachse zu drehen.
- Es entsteht durch eine Asymmetrie des Körpers.
- Das Auskippen der Körperlängsachse passiert durch Aktion und Reaktion.



### Impulsübertragungsschraube

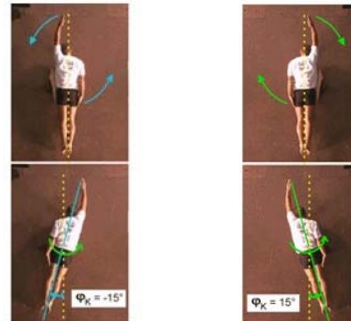


### Impulsübertragungsschraube

Auskippen in Grad	LAD/ Salto
11°	3,2
15°	4,2
20°	5,5



### Impulsübertragungsschraube



### Wo sind wir?

- ✓ Grundlegende Größen der Rotation
- Angewandte Biomechanik
  - ✓ Schwungmechanik
  - ✓ Schraubentechniken
  - ➔ „Flugelemente“



Angewandte Biomechanik

„Flugelemente“

- Flugbahn
- Abgänge & Flugteile



### Festgelegte Parameter beim Verlassen des Geräts

Die vertikale Geschwindigkeit bestimmt die Höhe und die Zeit in der Luft

- Flugbahn (des KSP)
  - Abflug- und Eintrittswinkel
  - Vertikale Geschwindigkeit aufwärts
  - Vertikale Geschwindigkeit bei der Landung = vertikale Geschwindigkeit beim Abflug
  - Horizontale Geschwindigkeit
  - Höhe (= Zeit!)
  - Distanz
  - Richtung
- Drehimpuls

Die meisten Fehler passieren beim Abflug / beim Absprung. Wir korrigieren meistens aber die Flugphase!

### Flugbahn

### Flugbahn

### Flugbahn

Abflug- und Eintrittswinkel  
Höhe  
Distanz

### Abgang vom Reck / Stufenbarren

- Der KSP von einem steifen Körper fliegt tangential (senkrecht zum Radius) weg.

Zu früh, Abgänge, Gleitger, Kovacs

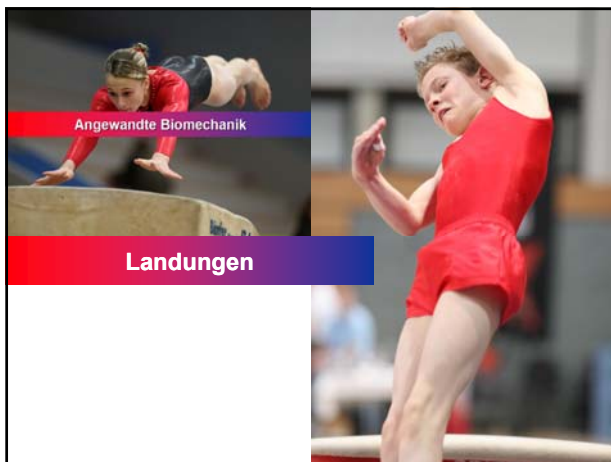
### Zeitpunkt des Aushangs

## Das ist die andere Seite der Wahrheit



## Wo sind wir?

- ✓ Grundlegende Größen der Rotation
- Angewandte Biomechanik
  - ✓ Schwingmechanik
  - ✓ Schraubentechniken
  - ✓ „Flugelemente“
  - ➔ Landungen



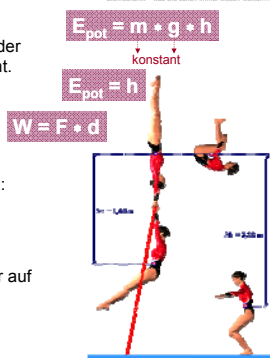
## Energie

- Es gibt unterschiedliche Energietypen
    - chemische
    - atomare
    - thermische
    - Etc.
- aber in der Biomechanik sprechen wir nur über mechanische Energie.
- Die Energie ist ein Maß über die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.
  - Die totale mechanische Energie besteht aus der potentiellen und der kinetischen Energie.  $E_{\text{tot}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$
  - Energie ist in einem abgeschlossenen System konstant.



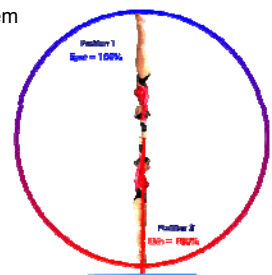
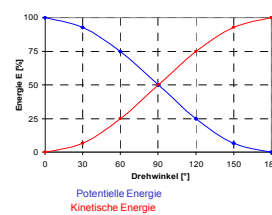
## Potentielle Energie

- Das ist die Energie, die aufgrund der Höhe oder der Verformung besteht. Hier betrachten wir nur die Höhe
- Fähigkeit, Arbeit zu verrichten wegen der vorhandener Höhe.
- Die potentielle Energie ist um so größer je größer die Höhe ist, weil:
  - die Erdanziehungskraft länger wirken kann
  - mehr kinetische Energie notwendig war, um den Körper auf die entsprechende Höhe zu bringen



## Energieerhaltungssatz

Die totale Menge an Energie in einem abgeschlossenen System kann nicht verändert werden.

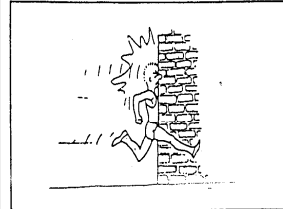


## Korrekte Landung

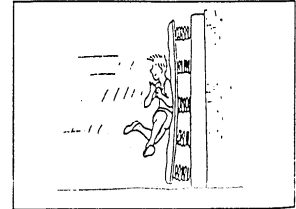
- Möglichst lange Wege bei der Landung.
- Die Energie muss durch eine möglichst große Fläche absorbiert werden.
- Die Energie kann durch weiche Oberflächen absorbiert werden.



## Landungen und Aufprall



Kurzer Aufprall = hohe Kraft



Längere Aufprallzeit = geringere Kraft

## Turnmythen über die Drehungen

- „Drehe um deine Schulter!“
  - In der Luft können wir nur um die Körperachsen drehen, die alle durch den KSP verlaufen.
- „Spring ab und drehe erst, wenn du in der Luft bist!“
  - Ein Turner kann nicht in der Luft drehen, wenn er den Boden (das Gerät) ohne Drehung verlassen hat.



FIG Coach Academy Level 2 - Rovaniemi, Finland 2008

## Turnmythen über die Drehungen

- In der Luft ist es möglich, mehr Drehung zu bekommen
  - Der Drehimpuls ist vom Augenblick des Absprungs bis zur Landung konstant.
  - In der Luft können wir nur die Drehgeschwindigkeit erhöhen.
- „Du hast dich falsch herum zugemacht“
  - Ein Turner kann sich nicht falsch herum zumachen, während er in der Luft ist.



FIG Coach Academy Level 2 - Rovaniemi, Finland 2008

## Was haben wir heute gemacht?

- ✓ Grundlegende Größen der Rotation
- ✓ Angewandte Biomechanik
  - ✓ Schwungmechanik
  - ✓ Schraubentechniken
  - ✓ „Flugelemente“
  - ✓ Landungen



## 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
- Brüggeman, Gert-Peter (2003): Power-Point Presentation. Lileshall
- 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

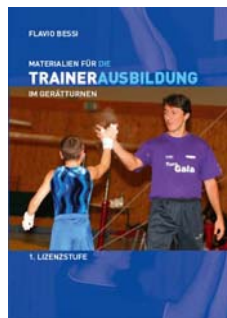
## Lust auf mehr?

- 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.

