

# Einführung in die Biomechanik

**Zusammenfassung**

WS 2004/2005

Prof. R. Blickhan<sup>1</sup>

überarbeitet von A. Seyfarth<sup>2</sup>

<sup>1</sup> [www.uni-jena.de/~beb](http://www.uni-jena.de/~beb)

<sup>2</sup> [www.lauflabor.de](http://www.lauflabor.de)

## Inhalt

1

Kinematik (Translation und Rotation)

2

Dynamik (Translation des Massenpunktes)

3

Kraftstoß, Impuls, Arbeit, Energie, Leistung

4

Dynamik der Rotation (Starrer Körper)

5

Drehimpuls, Dreharbeit

6

Schwerpunkt, zusammengesetzte Systeme

7

Äußere Kräfte (Reibung, Widerstand, Auftrieb)

8

Muskel

# 1. Kinematik

1

2

3

4

5

6

7

8

- Translation: Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung
- Rotation: Winkel, Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung
- Integration und Differentiation (analytisch, grafisch)
- Massenpunkt, Bezugssysteme
- Schräger Wurf (welche Beschleunigungen wirken?)
- Unabhängigkeit der Komponenten, Integrationskonstanten
- Zeitfreie Darstellung der Wurfparabel  $y(x)$ , Wurfweite
- Vektoren, Vektoraddition, Vektorprodukt (=Kreuzprodukt)
- Winkeldefinition, Tangentialgeschwindigkeit, Bogenlänge
- Radialbeschleunigung, Coriolisbeschleunigung

## 2. Dynamik

1

2

3

4

5

6

7

8

- Newtonsche Bewegungsgesetze
  1. Trägheitsgesetz,
  2. Grundgesetz der Dynamik,
  3. Wechselwirkungsgesetz,
  4. Superpositionsgesetz
- Kraft und Beschleunigung
- Kraftstoß und Impuls (z.B. Sprung, Sprint)
- Impulserhaltung
- elastischer und unelastischer Stoß
- Rückstellkoeffizient

### 3. Kraftstoß, Impuls, Arbeit, Energie, Leistung

1

2

3

4

5

6

7

8

- Arbeit und Energie
- Arbeitsformen (Widerstandsarbeit, Verformungsarbeit, Beschleunigungsarbeit)
- Berechnung der Arbeit mit Skalarprodukt
- Energieformen (kinetische Energie, potentielle Energie, Wärmeenergie)
- Energieerhaltung
- Leistung
- Transportkosten
- Wirkungsgrad

## 4. Dynamik der Rotation

1

- starrer Körper

2

- Freiheitsgrade

3

- Wirkungslinie von Kräften

4

- statisches und dynamisches Gleichgewicht
- Drehmoment (Berechnung mit Kreuzprodukt)

5

- Stabilität bei externen Kräften

6

- Zentrifugalkraft, Zentripedalkraft,

7

- Corioliskraft

8

- Massenträgheitsmoment,
- Steinerscher Satz (Beispiel Bein)

## 5. Drehimpuls, Dreharbeit

1

- Drehimpuls und Drehmoment, Drehmomentenstoß

2

- Drehimpulserhaltung und Massenträgheitsmoment (Beispiele: Sprung, Hantel, Speichenrad)

3

4

- Dreharbeit, Rotationsenergie

5

- Vergleich Translation und Rotation

6

*Weg  $\Leftrightarrow$  Winkel, Geschwindigkeit  $\Leftrightarrow$  Winkelgeschwindigkeit,*

7

*Beschleunigung  $\Leftrightarrow$  Winkelbeschleunigung,*

8

*Kraft  $\Leftrightarrow$  Drehmoment, Masse  $\Leftrightarrow$  Massenträgheitsmoment,*

*Impuls  $\Leftrightarrow$  Drehimpuls, Energie  $\Leftrightarrow$  Rotationsenergie*

## 6. Schwerpunkt, zusammengesetzte Systeme

1

2

3

4

5

6

7

8

- Schwerpunkt (Definition, Formel)
- statisches Gleichgewicht
- Körperschwerpunkt (KSP-Waage)
- Berechnung KSP aus Kinematik und Segmentdaten
- Gelenktypen, kinematisch offene / geschlossene Kette
- Freiheitsgrade (in kinematischen Ketten)
- innere und äußere Kräfte
- Schwerpunktsatz (I und II)

## 7. Äußere Kräfte

1

- Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung, Normalkraft

2

- Schwerkraft, statischer Auftrieb (Archimedes, Volumenmittelpunkt, Dichte des verdrängten Mediums)

3

- Wellenwiderstand, Oberflächenwiderstand (Viskosität der Mediums, laminare oder turbulente Strömung, Oberflächenstruktur)

4

- Bernoullische Gleichung, Kontinuitätsgleichung

5

- Formwiderstand

6

7

- Dynamischer Auftrieb (Geschwindigkeit<sup>2</sup>, Dichte, Fläche)

8

- Beispiel: Anstellwinkel Diskus, Speer
- Magnuseffekt

## 8. Muskel

1

- Aufbau (Muskel, Muskelfaser, Myofibrille, Sarkomer)

2

- Mechanische Funktion: kontraktiles Element (CE) mit seriellen und parallelen elastischen Strukturen (SE & PE)

3

- motorische Einheit

4

- Muskelaktivierung, Erregungsleitung, Muskelzuckung (*twitch*)

5

- vollständiger / unvollständiger Tetanus, Muskelrekrutierung, Hennemannsches Größenprinzip (*size principle*)

6

- Kraft-Längen und Kraft-Geschwindigkeit Funktion

7

8

- Muskelfasertypen, Muskelgeometrie
- Muskelspannung und Muskelkraft