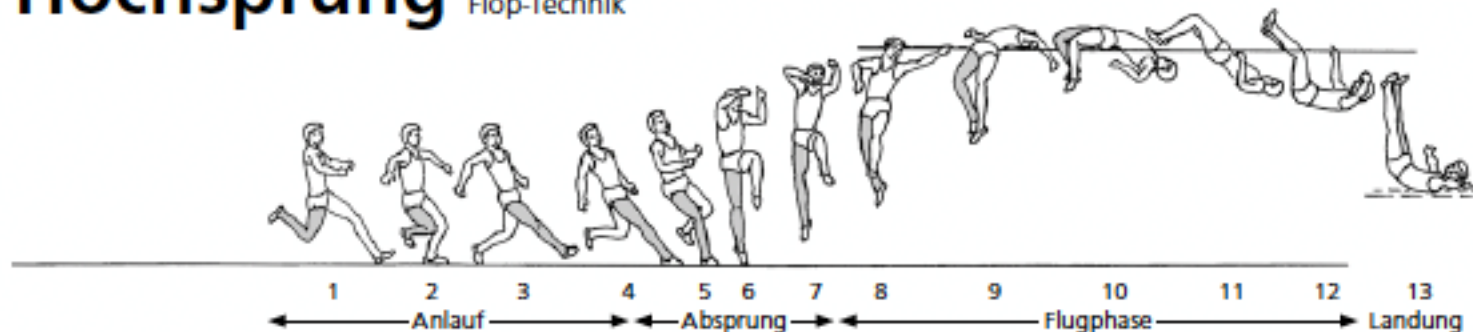


C104

# Grundlagen der Biomechanik



## Hochsprung Flop-Technik



Phase	Beschreibung	Kernelemente
Anlauf	Hohe Hüftposition und hoher Kniehub – ausgeprägter als beim Sprint	Körperposition
	KurvenInnenlage mit raumgreifendem Schritt (1–4)	
	Absprungrhythmus letzte 3 Schritte; tam-ta-tam	Absprungrhythmus
Absprung	Hüfte und Beine unterlaufen den Oberkörper auf den zwei letzten Schritten, ohne die KurvenInnenneigung aufzulösen (1–4)	
	Aktiver Fussaufsatz, insbesondere während den zwei letzten Bodenkontakten (in Laufrichtung in ca. einem 30°-Winkel zur Matte laufend) (4)	Fussaufsatz
	Körperstreckung mit KurvenInnenlage beim Absprung: Fuss – Knie – Hüfte – Schulter bilden dabei eine leicht zum KurvenInnen geneigte Gerade; dies erlaubt die frontale Rotation über die Latte (6)	Körperstreckung
Flugphase	Einsatz mit anschließendem Blockieren der Schwungelemente (Arme/Schwungbein) (6–7)	Schwungelemente
	Rotation in der Längsachse, eingeleitet unter anderem durch das Schwungbein (6–8)	Schwungelemente
	Brückenposition: Der Führungsarm (Schulter) zieht aktiv über die Latte nach hinten unten (9–11)	
Landung	Landung rechtwinklig bis leicht diagonal in der Verlängerung der Sprungrichtung auf der Matte (13)	



Warum müssen bei der Weitsprunglandung die Arme nach vorne gebracht werden?



Warum greift der Gegenarm beim Hürdenlauf nach vorne?



Wieso muss bei den Würlen die Nicht-Wurfarm-Seite blockieren?



Warum braucht der Hochspringer beim Anlauf/ Absprung eine Innenneigung?





## Impuls der frontalen Rotation



*Quelle: Youtube: Im Körper eines Topathleten – Hochsprung Teil 2/5 (ab 6:33 min)*



# Was ist Biomechanik?

**Die Biomechanik des Sports untersucht die sportlichen Bewegungen des Menschen und die mechanischen Bedingungen dieser Bewegung.**

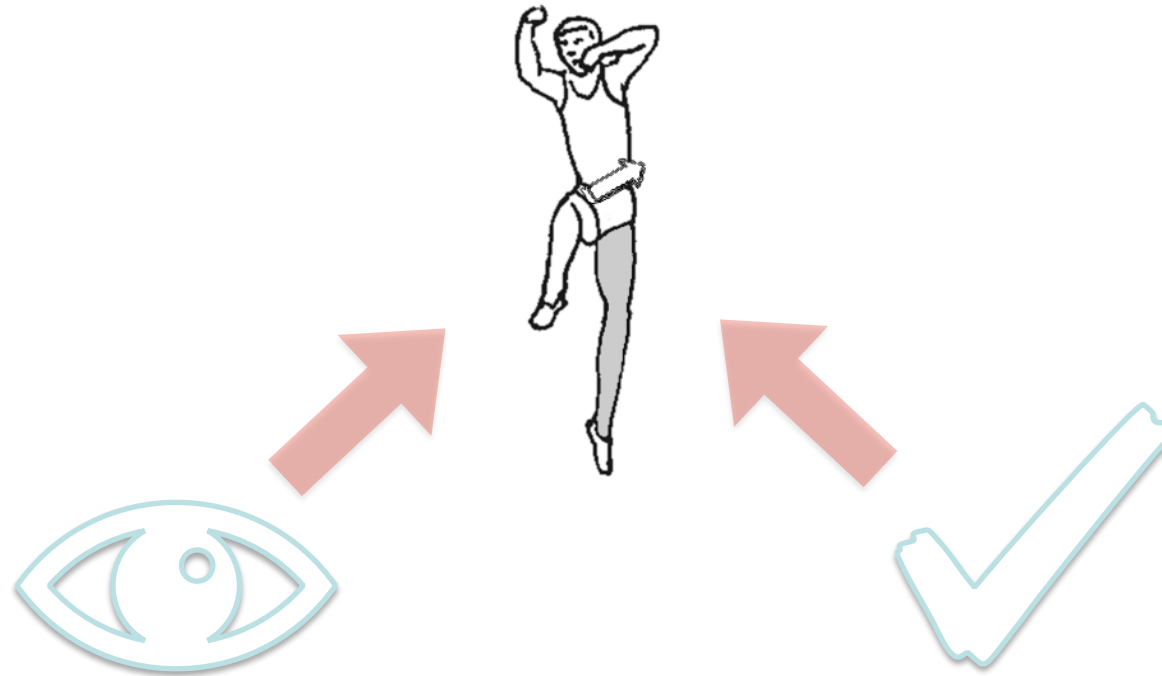
Merkmale und Eigenschaften der Bewegung werden gemessen, quantitativ beschrieben, miteinander verglichen, unter Anwendung mechanischer Gesetzmässigkeiten modelliert (mathematische und physikalische Modelle) mit dem Ziel, die sportliche Leistung aufgrund gesicherter Erkenntnisse über ihre wesentlichen Komponenten zu verbessern.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Biomechanik sind die Mechanik sowie die biologischen Bedingungen und Gesetzmässigkeiten der Bewegungssteuerung.

*Baumann 1989, Grundlagen der Biomechanik*



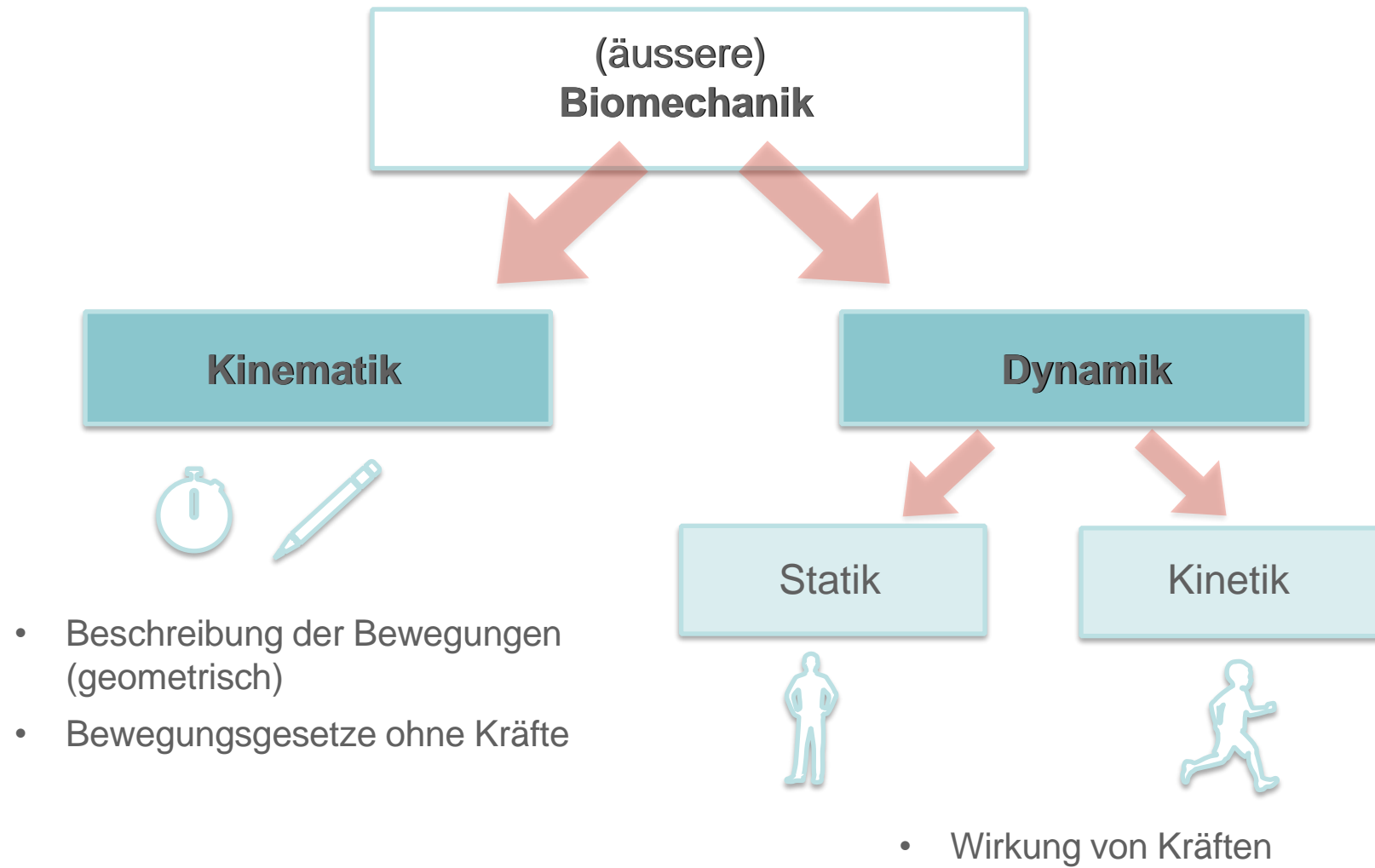
# Ziele der Biomechanik



- Bewegungsabläufe analysieren und verstehen
- Bewegungsabläufe mithilfe von technischen und konditionellen Massnahmen korrigieren und optimieren



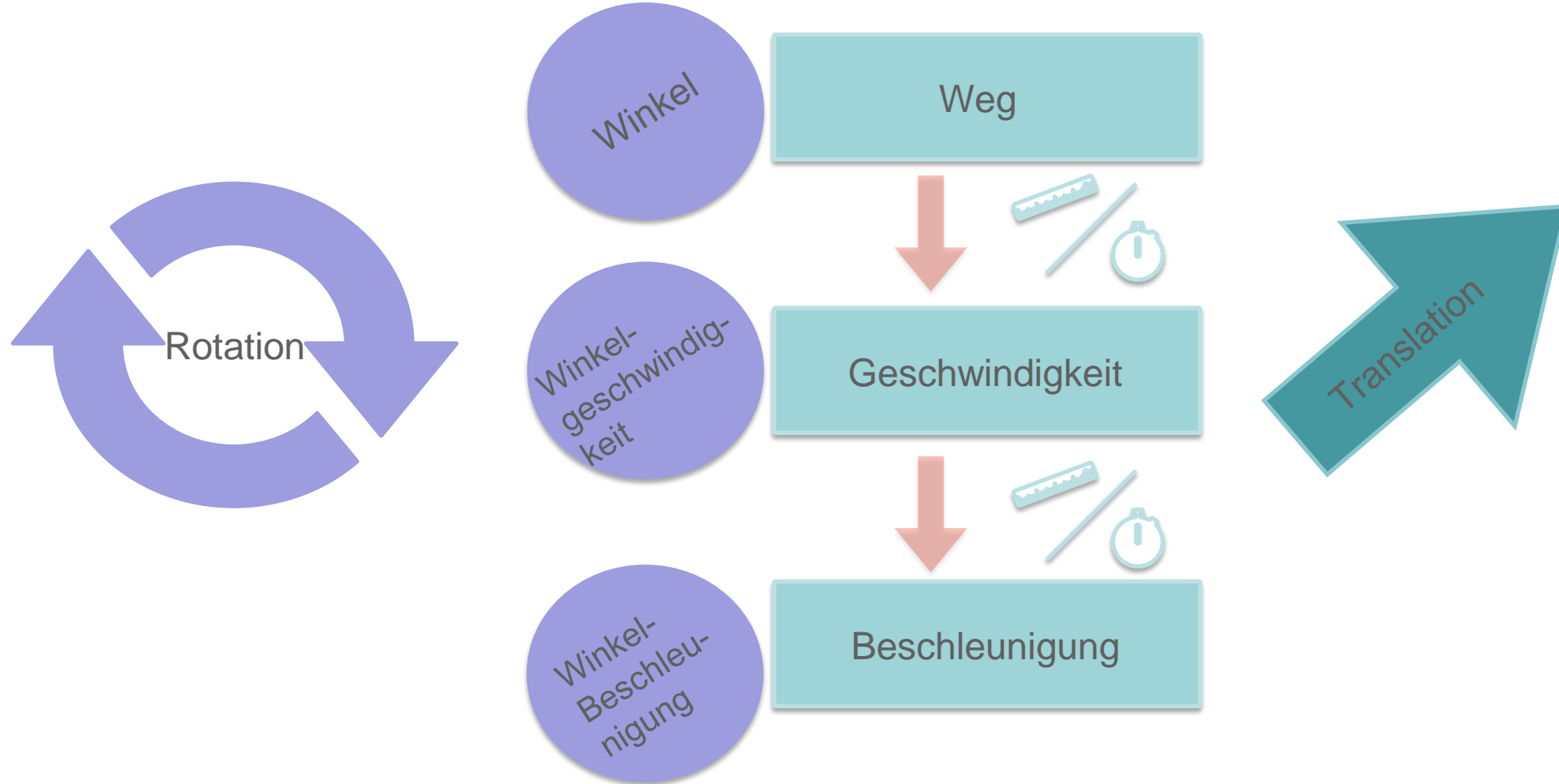
# Was ist Biomechanik?





# Kinematik

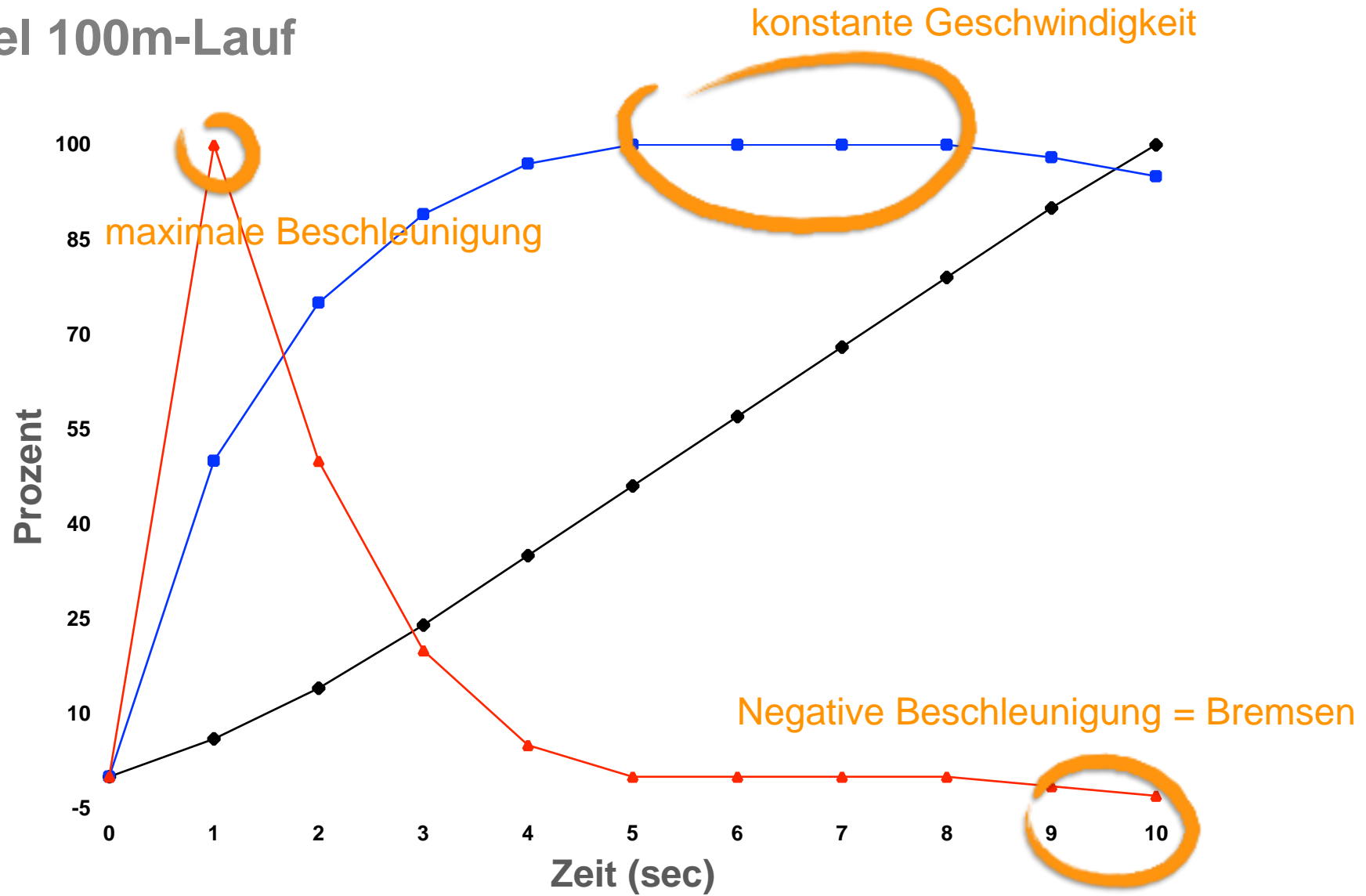
- Beschreibung der Bewegung eines Körpers







# Beispiel 100m-Lauf





# Grundgesetze der Mechanik



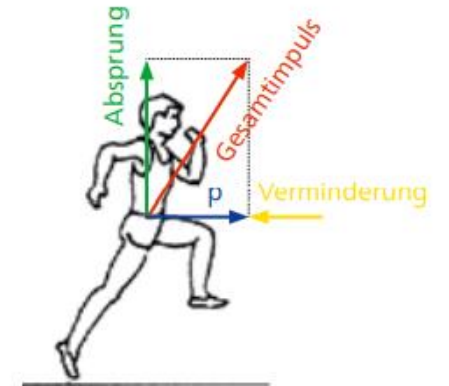
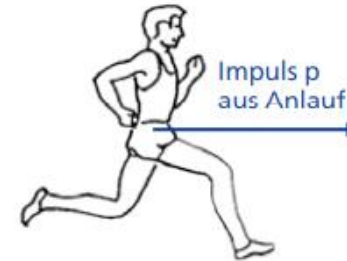


# Grundgesetze der Mechanik

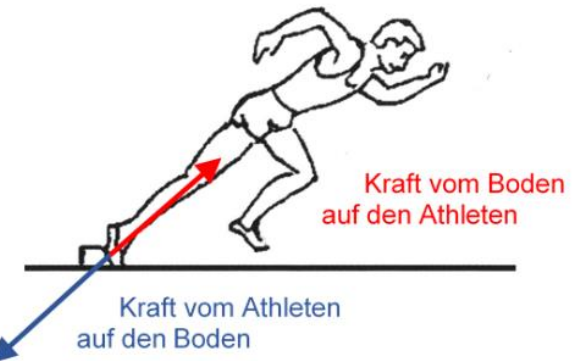
## 1. Trägheitsprinzip



## 2. Aktionsprinzip



## 3. Reaktionsprinzip





# Trägheit

- Wirkt keine Kraft, verharrt ein Körper im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung.



Sendung Einstein SRF, 22.5.2014



# Trägheit







# Trägheit



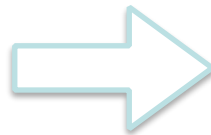
[www.leichtathletik.de](http://www.leichtathletik.de), Junioren-Gala Mannheim 2014



# Mass für die Trägheit

- Widerstand“ eines Körpers gegenüber (Dreh-)Beschleunigungen

Masse



Trägheitsmoment





# Beispiel

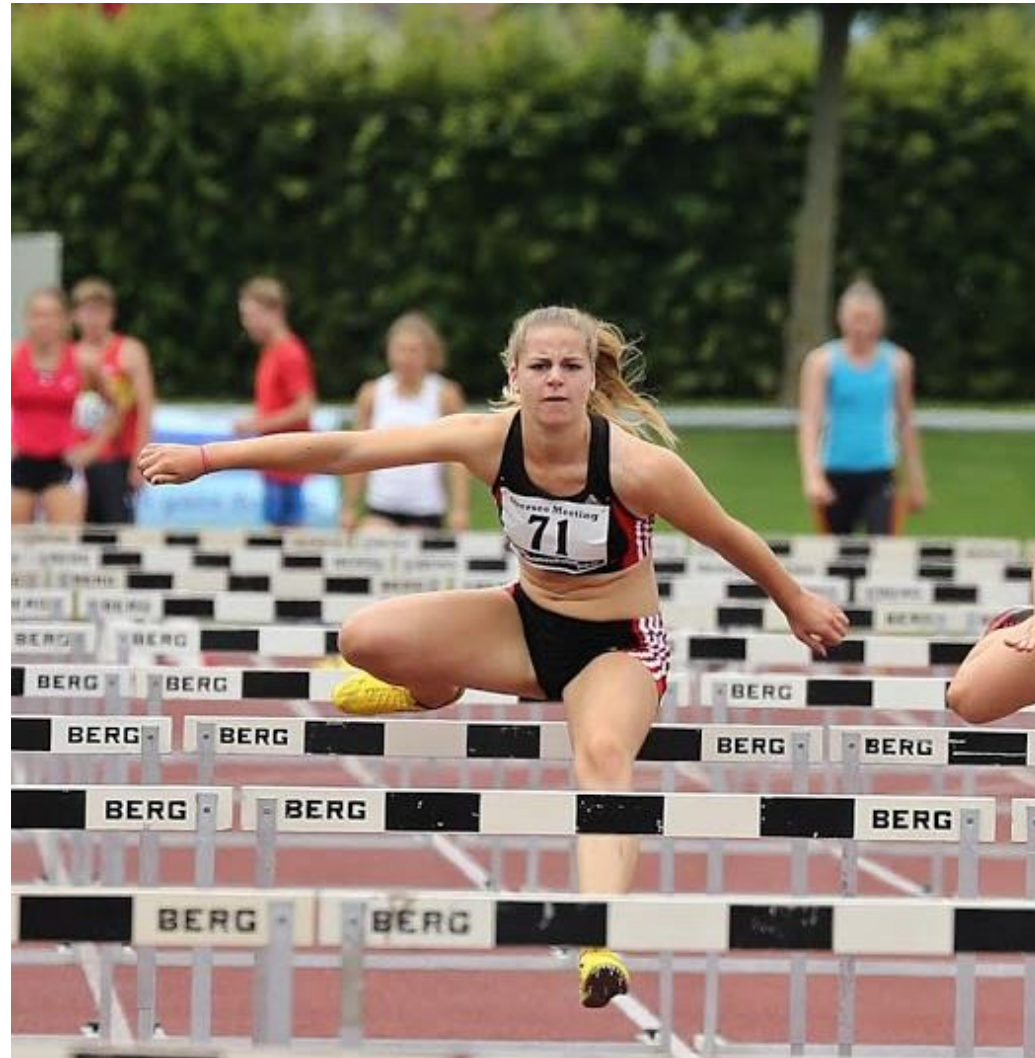
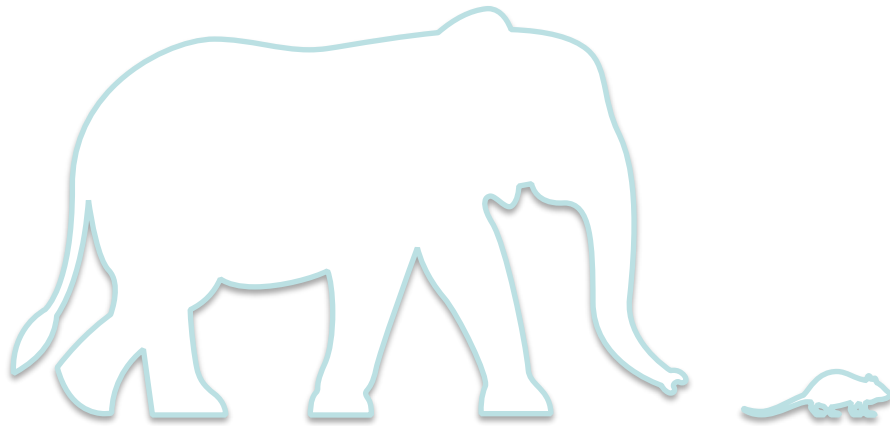


Foto: Hansjörg Brunhart, [www.deinsportmoment.ch](http://www.deinsportmoment.ch)



## Aktionsprinzip

- Wirkt auf einen Körper eine Kraft, so wird er in Richtung der Kraft beschleunigt.
- Die Beschleunigung ist proportional zur Kraft und umgekehrt proportional zur Masse des Körpers.



$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$





# Aktionsprinzip



Foto: Tom Finke, [www.tomfinke.de](http://www.tomfinke.de)





# Aktionsprinzip in Rotationen

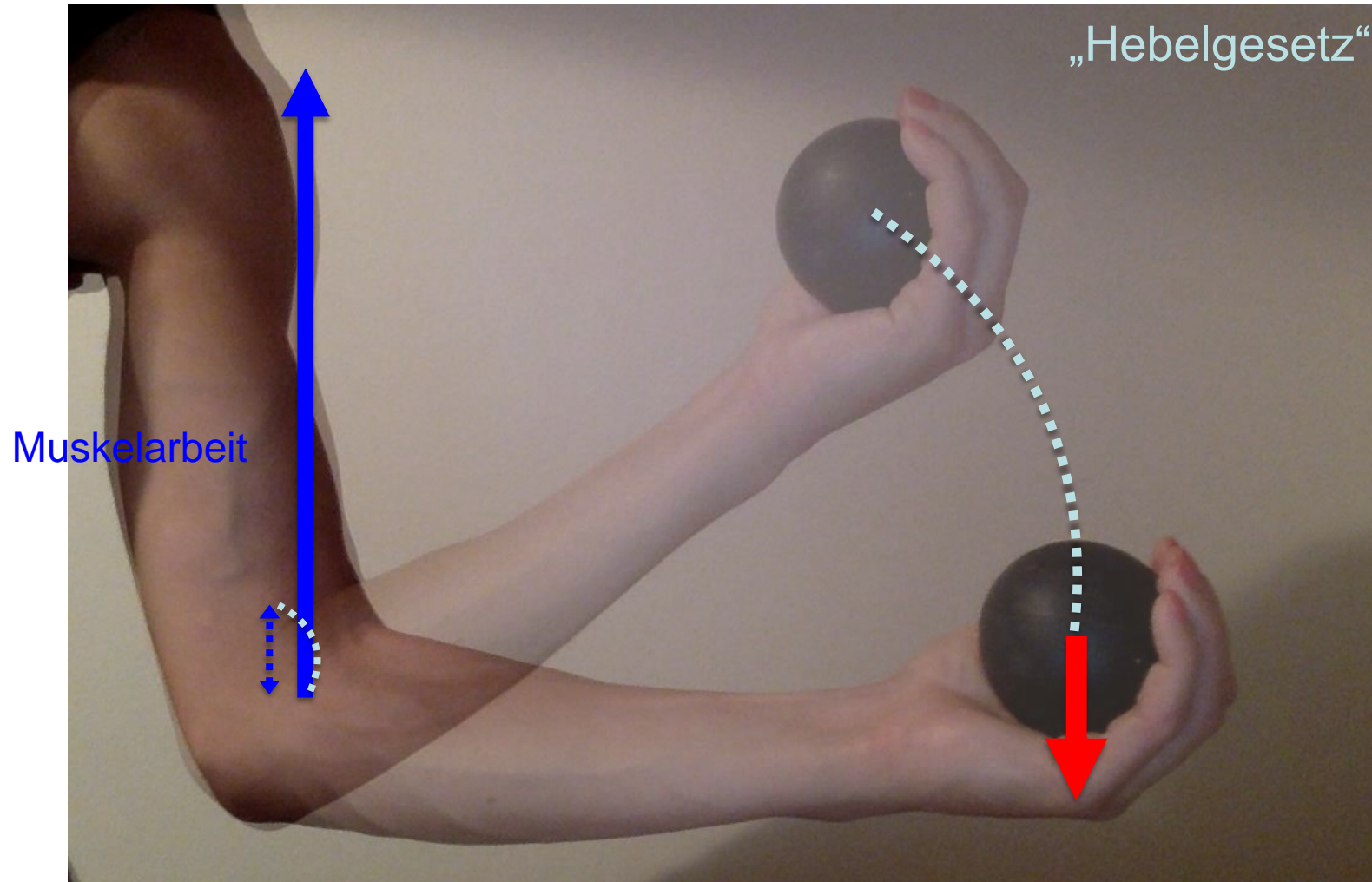
- Drehbeschleunigungen entstehen, wenn eine Kraft nicht im Schwerpunkt eines Körpers angreift (Drehmoment).
- Das Drehmoment ist proportional zur Kraft und zum Abstand des Kraftangriffspunkts von der Drehachse



Foto: Kenny Beele, [www.trainload.de](http://www.trainload.de)



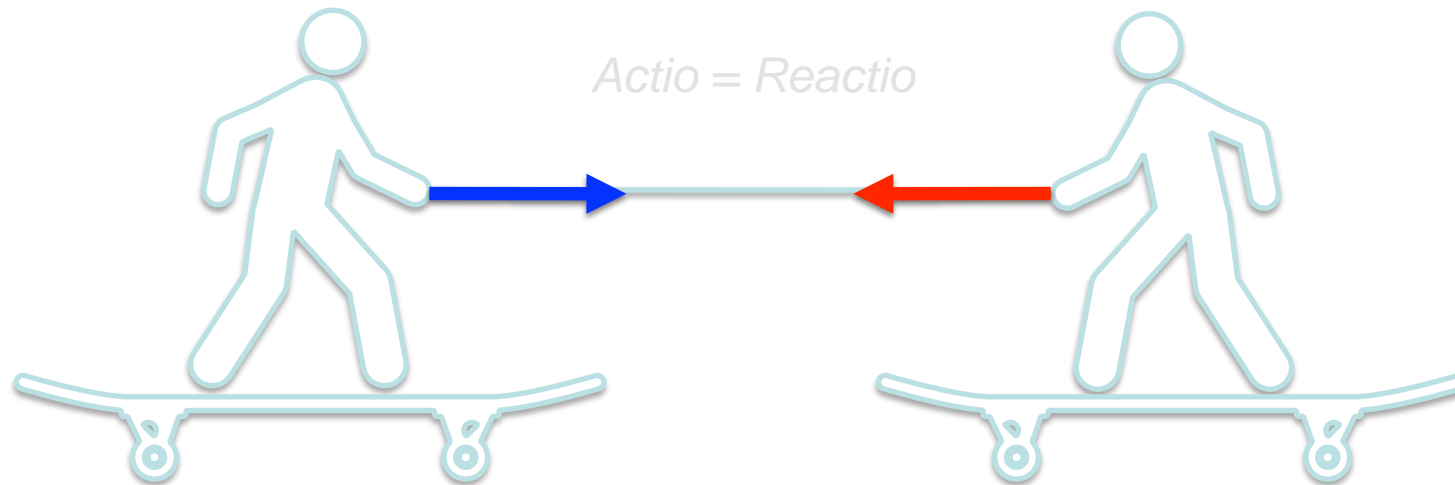
# Beispiel





# Reaktionsprinzip

- Kräfte treten immer paarweise auf.
- Übt ein Körper A eine Kraft auf einen anderen Körper B aus, so wirkt eine gleich grosse aber entgegengesetzt wirkende Kraft von B auf A.





# Reaktionsprinzip



Kraft von Block auf Sprinter  
„Reactio“

Kraft von Sprinter auf Block  
„Actio“





# Principe de réaction



Force du bloc sur le sprinter  
„Réaction“

Force du sprinter sur le bloc  
„Action“

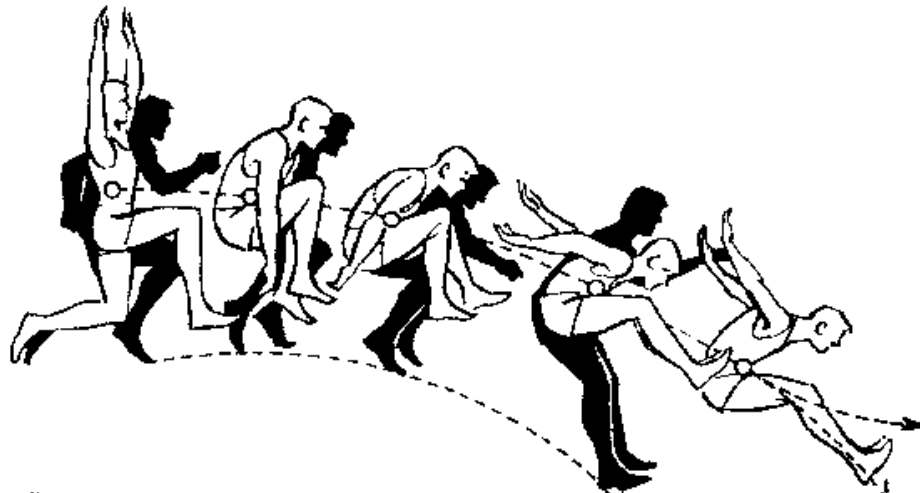
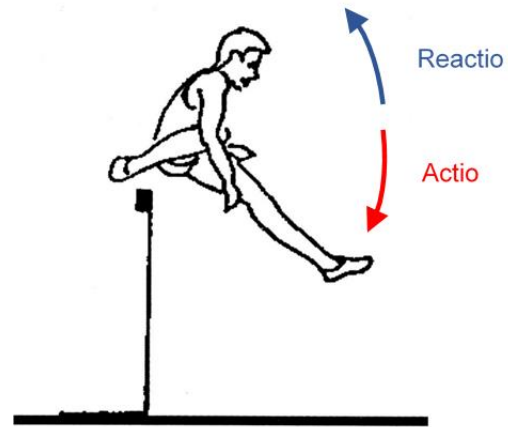




# Reaktionsprinzip

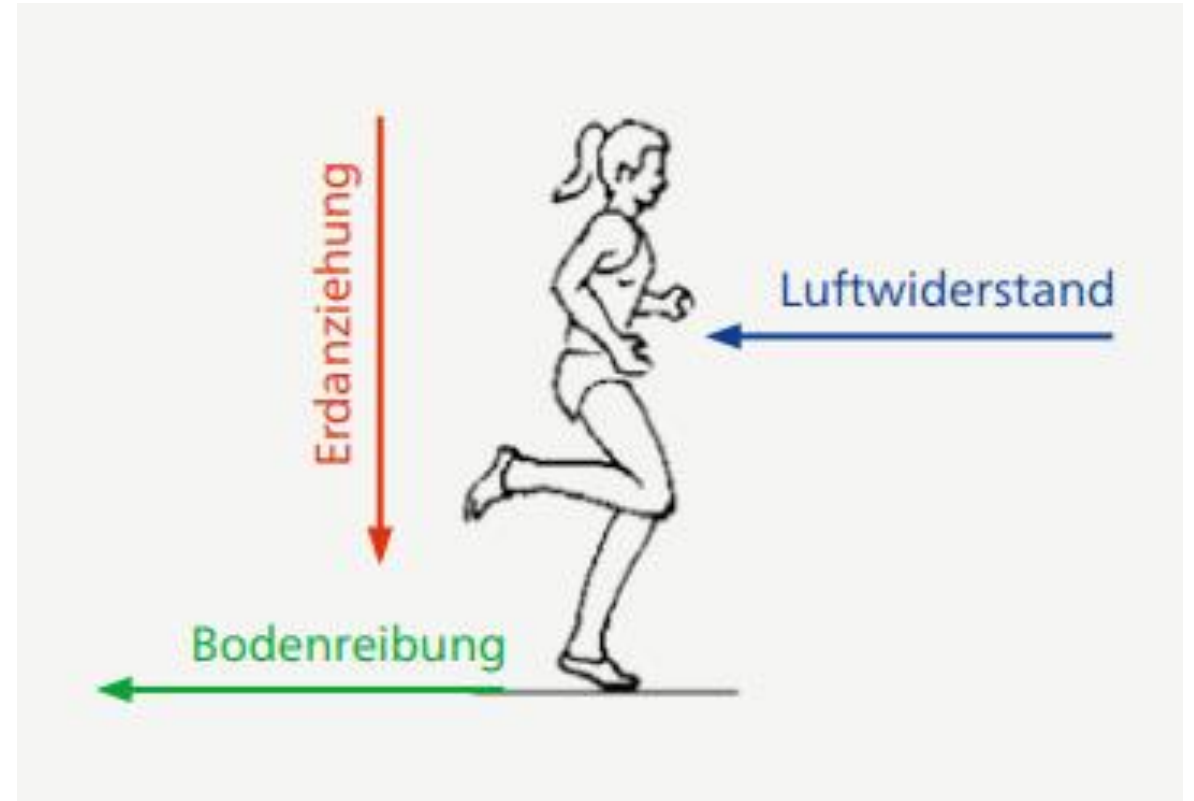


# Reaktionsprinzip



# Äussere leistungsbeeinflussende Kräfte

- Erdanziehungskraft
- Luftwiderstand
- Reibungskräfte



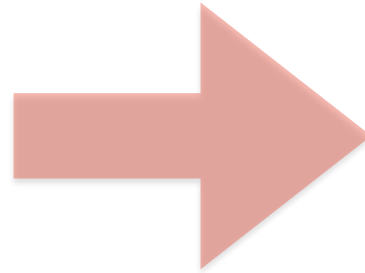


# Abgeleitete Prinzipien

**1. Trägheitsprinzip**

**2. Aktionsprinzip**

**3. Reaktionsprinzip**



(Dreh-)Impulserhaltung



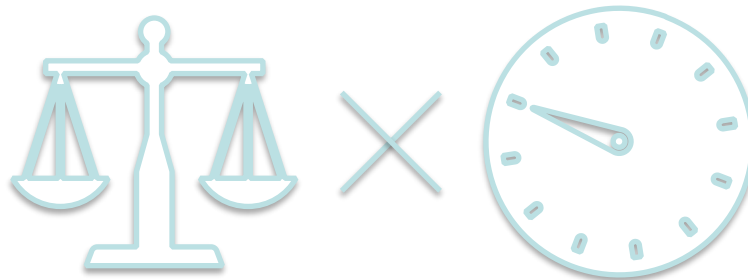
Energieerhaltung



## (Dreh-)Impuls

- Ein bewegter Körper hat einen zur **Masse und Geschwindigkeit** (bzw. Trägheitsmoment und Winkelgeschwindigkeit) proportionalen Impuls.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$







## (Dreh-)Impuls

- Eine Kraft bewirkt eine Impulsänderung.
- Teilimpulse addieren sich.





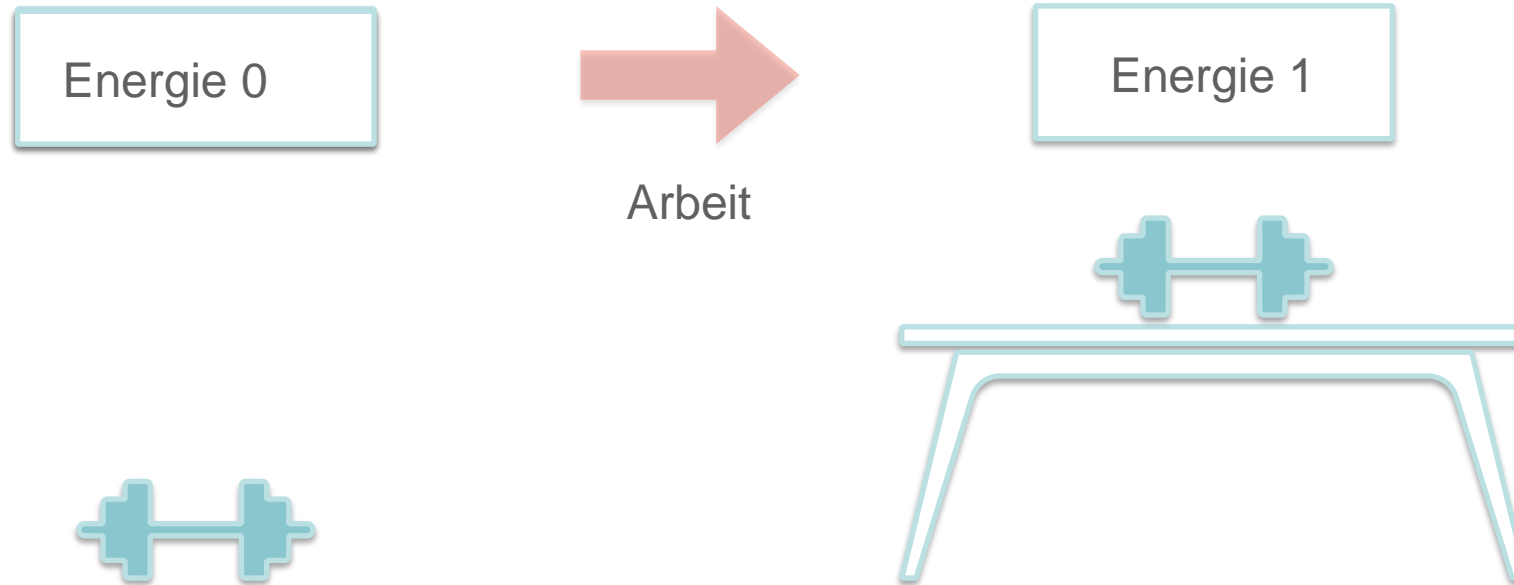
## (Dreh-)Impulserhaltung

- **Wirken keine Kräfte, bleibt ein Impuls zeitlich konstant.**





# Arbeit und Energie



- **Leistung: pro Zeiteinheit verrichtete Arbeit**



## Arbeit und Energie

- Arbeit ist Kraft mal den Weg, entlang dem die Kraft wirkt.
- Arbeit ist Energie, die mechanisch auf einen Körper übertragen wird.
- Die mechanische Energie eines Körpers kann kinetisch oder potentiell sein.
- **Verrichtet ein Körper Arbeit, so findet eine Energieumwandlung statt. Im Idealfall (keine Reibungskräfte) bleibt die mechanische Energie in einem solchen Ablauf konstant.**

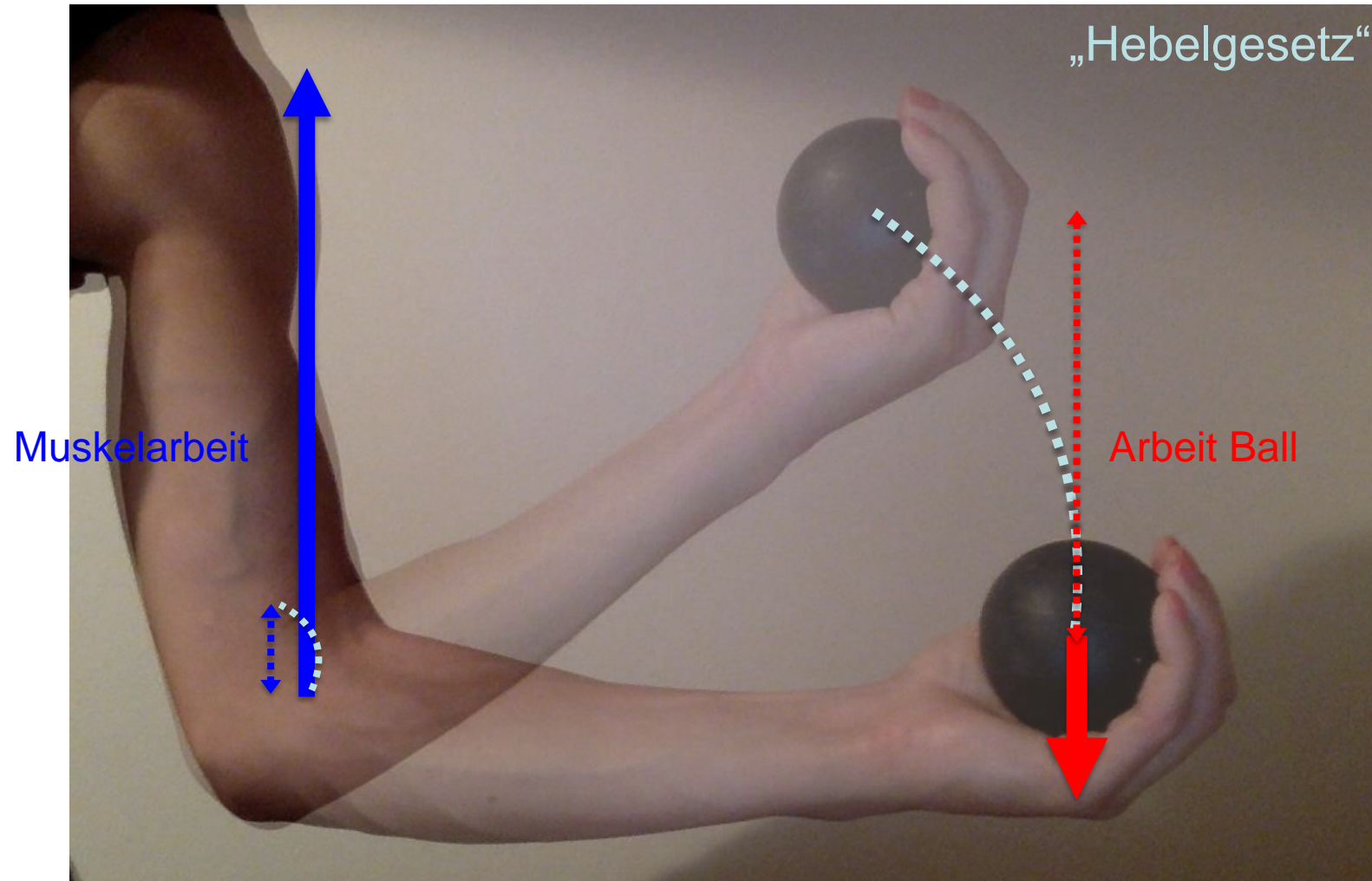


**Kinetische Energie** des Springers („Geschwindigkeit“) wird über **potentielle Energie des Stabes** (Stabbiegung, Spannenergie) in **potentielle Energie des Springers** („Höhe“) umgewandelt.





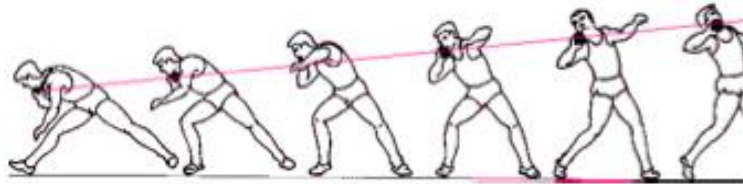
# Beispiel





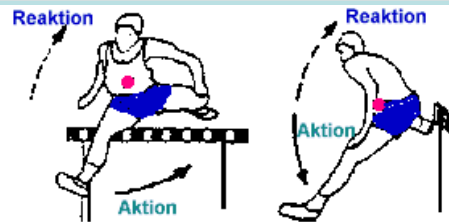
# Ausblick: Biomechanische Prinzipien

**optimale Anfangskraft**



**optimaler  
Beschleunigungsweg**

**Koordination der Teilimpulse**



**Gegenwirkung**

**Impulserhaltung**



nach Hochmuth, 1981



## Biomechanik Lernziele (Allgemein)

- Die Teilnehmer können die Unterteilung der Mechanik in **Kinematik und Dynamik** erklären



## Biomechanik Lernziele (Kinematik)

- Die kinematischen Grössen...
  - ... **Ort**,
  - ... **Geschwindigkeit und**
  - ... **Beschleunigung** (bzw. Winkel, Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung) und deren Zusammenhang anhand eines Beispiels erläutern



## Biomechanik Lernziele (Dynamik)

- die **drei Grundgesetze der Mechanik** (Newtonsche Axiome) nennen und anhand mindestens eines leichtathletikspezifischen Beispiels erläutern
  - Relevanten Grössen korrekt benennen:
    - die Trägheit und ihre Massgrössen für Translation und Rotation
    - Kraft und Drehmoment
- drei **äussere leistungsbestimmende** Kräfte für die Leichtathletik nennen
- die Aussage der Prinzipien der **Energieerhaltung und der Impulserhaltung** an je einem Beispiel erklären
  - Relevanten Grössen korrekt benennen:
    - Energie, Arbeit und Leistung
    - Impuls und Drehimpuls



