



UNIVERSITÄT  
PADERBORN

**Prof. Dr. Christoph Kulgemeyer**

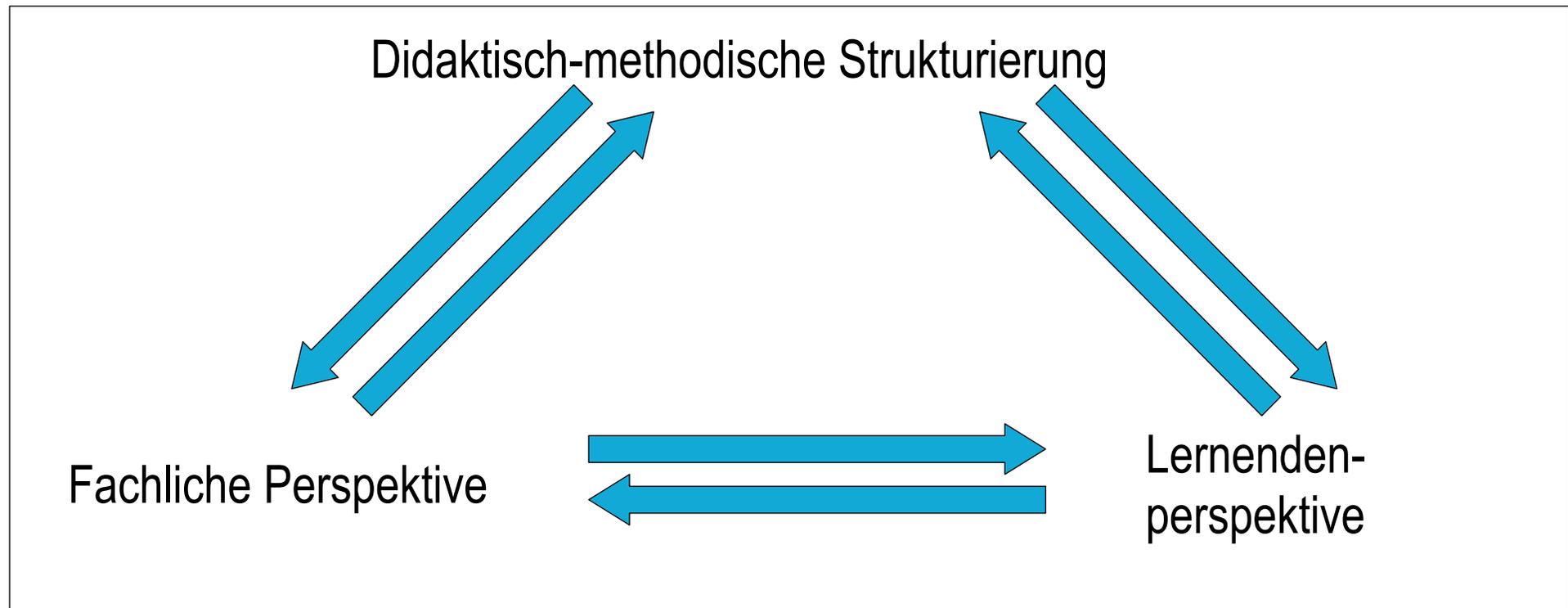
AG Didaktik der Physik

Fakultät für Naturwissenschaften

# Schülervorstellungen zum Kraftbegriff

# Didaktische Rekonstruktion

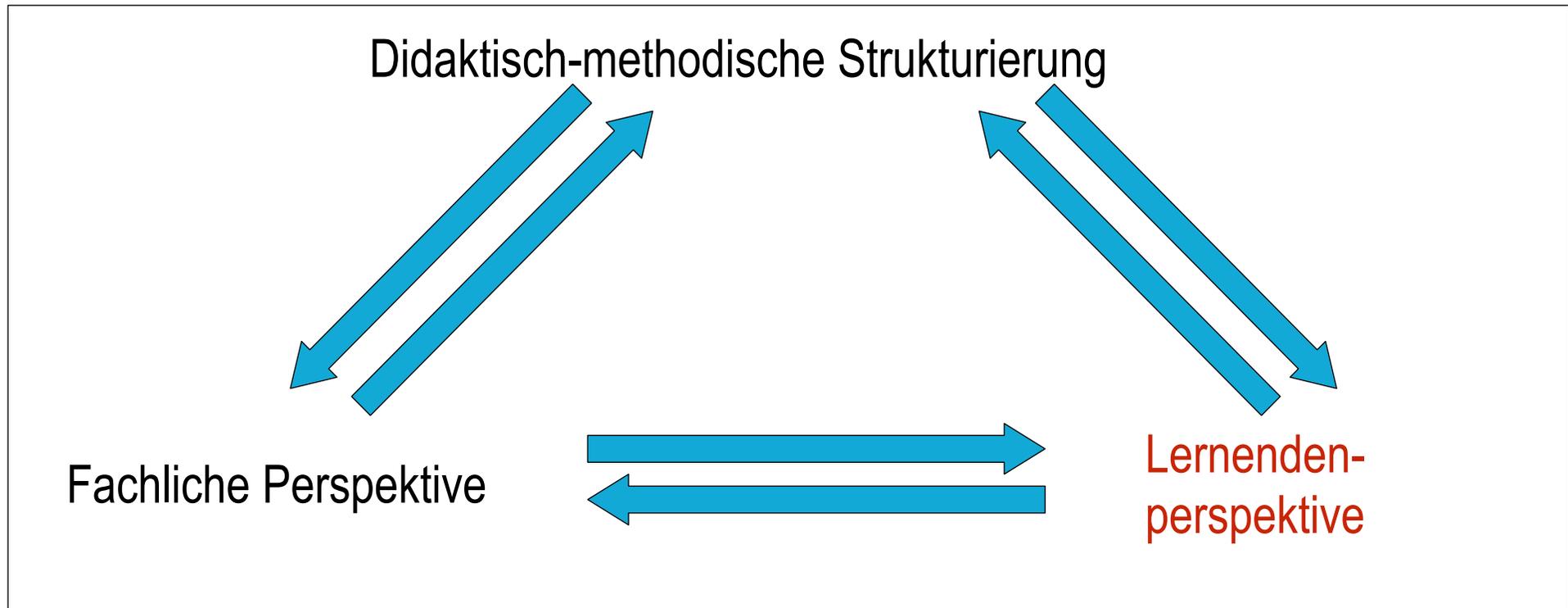
---



Nach: Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek (1997); Reinfried, Mathis & Kattmann (2009)

# Didaktische Rekonstruktion

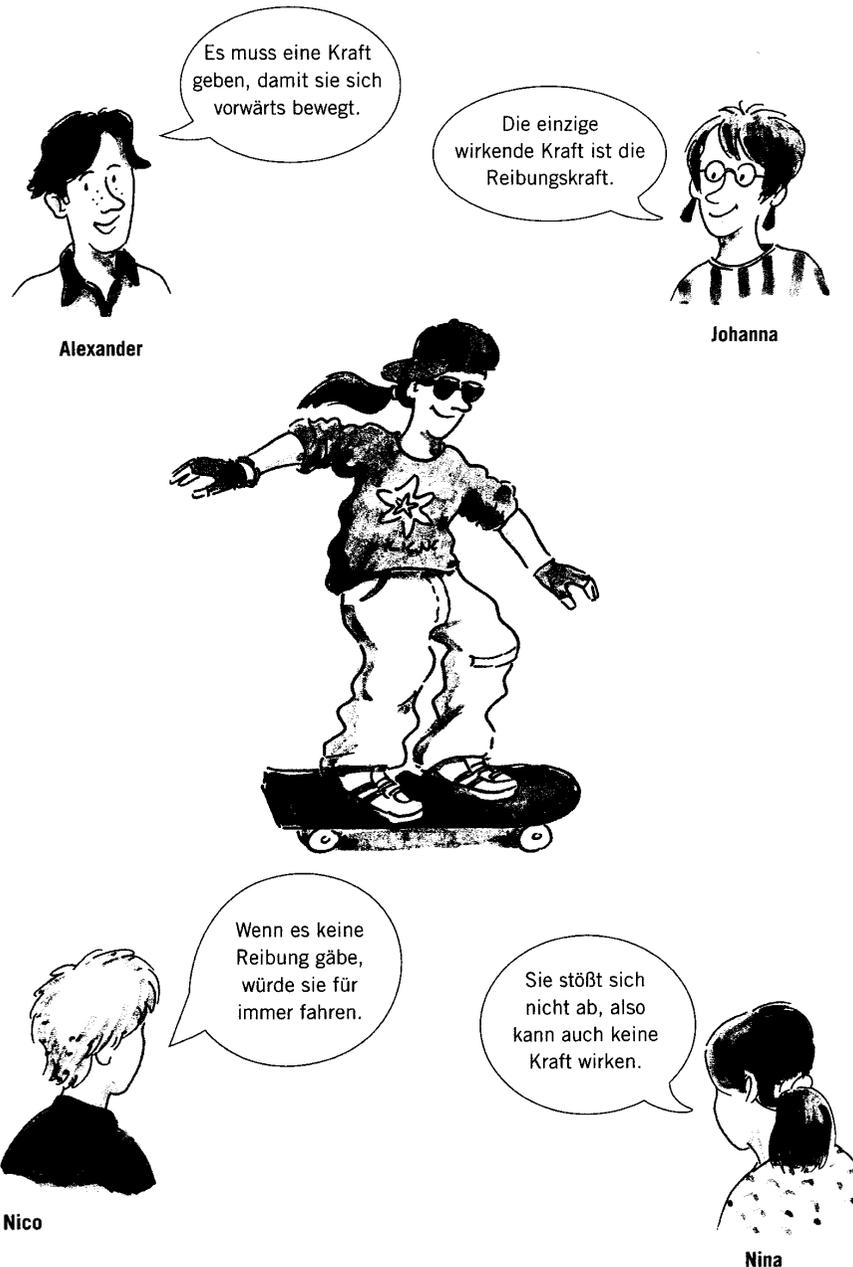
---



Nach: Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek (1997); Reinfried, Mathis & Kattmann (2009)

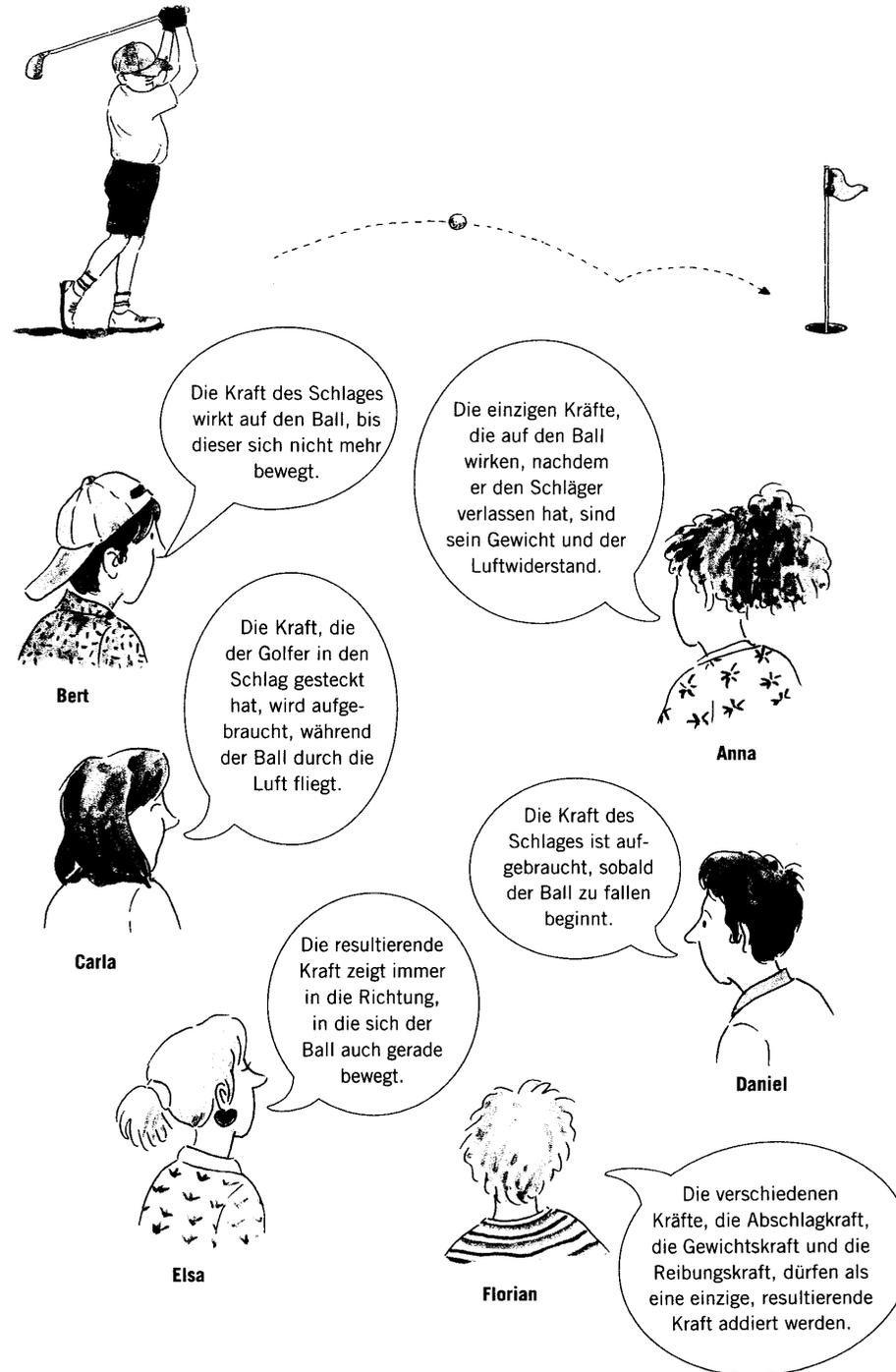
# Erstes Axiom

- Ohne eine wirkende Kraft kann es keine Bewegung geben.
- Der Trägheitssatz ist nur eine Idealisierung. Er gilt vielleicht im Weltall, aber nicht hier.
- Reibung ist keine Kraft, sondern eher eine Art Widerstand.



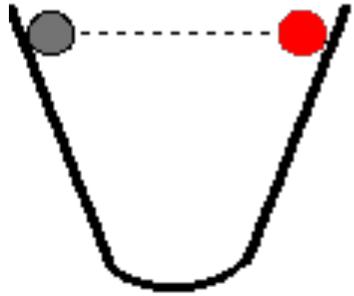
# Zweites Axiom

- Kraft kann gespeichert werden und ist eine Eigenschaft eines Körpers („Kraft haben“ versus „Kraft ausüben“).
- Kraft kann verbraucht werden (wie ein Treibstoff - Clusterbegriff kinetische Energie/Impuls).
- Die Kraft zeigt immer in die Richtung der Geschwindigkeit.



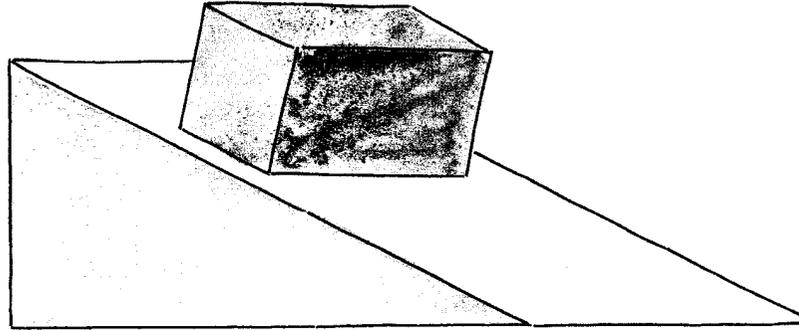
# Galilei und der Trägheitssatz

---



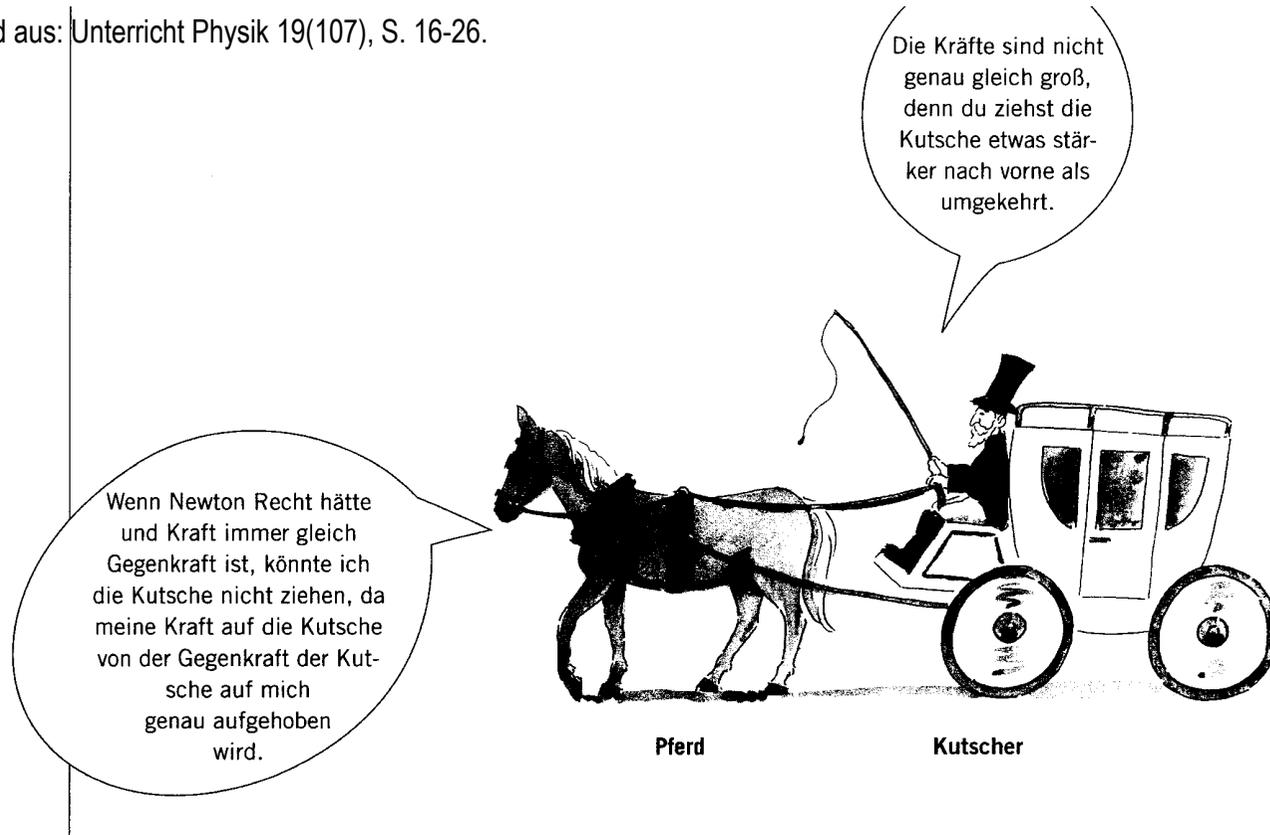
# Zweites Axiom

- „Die stärkere Kraft gewinnt“ (Ringkampf?)
- Kraftwirkung erkennt man an Bewegung
- Nur aktive Körper können Kraft ausüben (Lebende Körper/ Maschinen)



# Drittes Axiom

Bild aus: Unterricht Physik 19(107), S. 16-26.

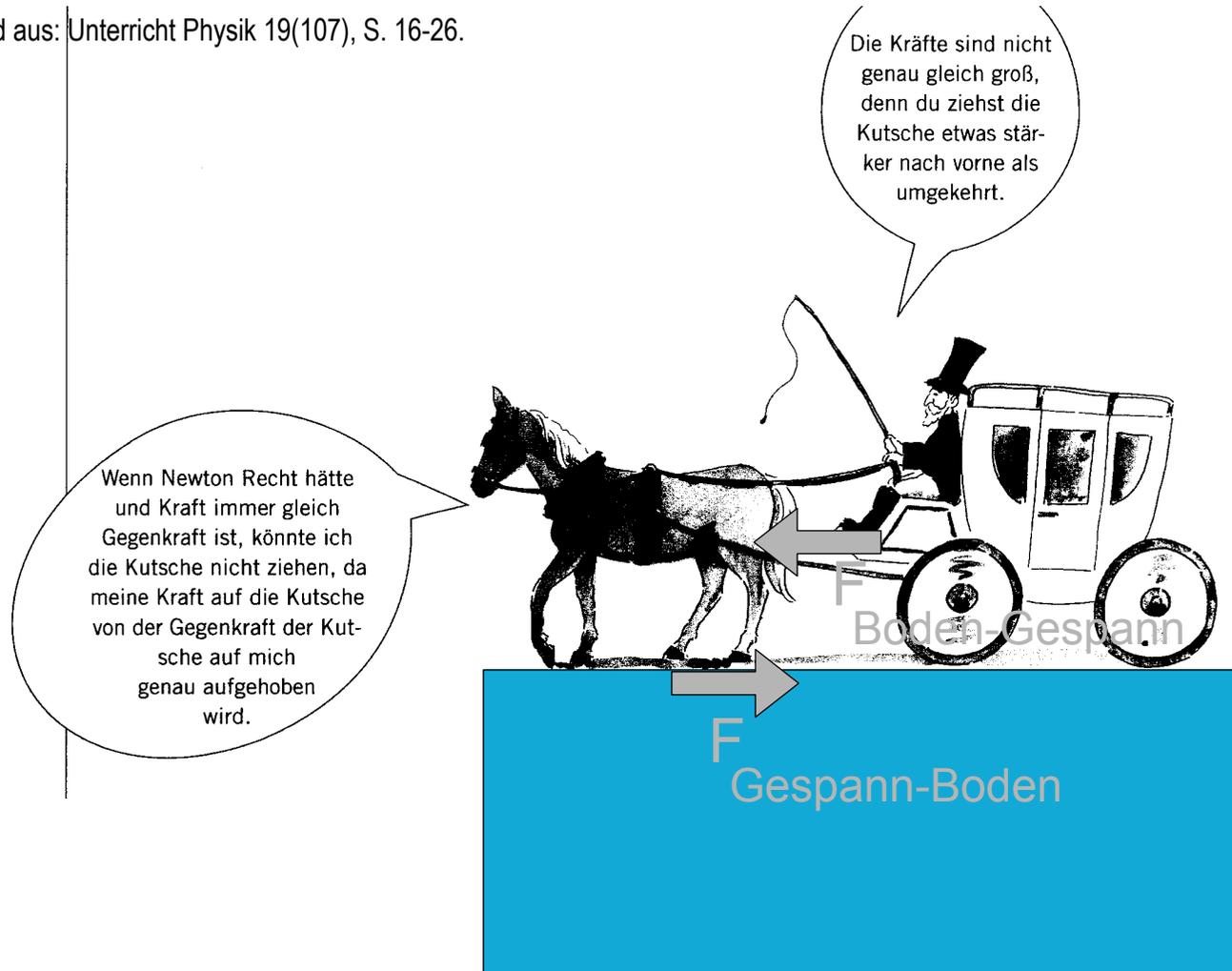


- Kraft = Gegenkraft ist ein Kräftegleichgewicht, d.h. die Kräfte greifen immer an demselben Körper an!
- Kraft und Gegenkraft sind nicht zeitlich gleich (Reaktionszeit)



# Drittes Axiom

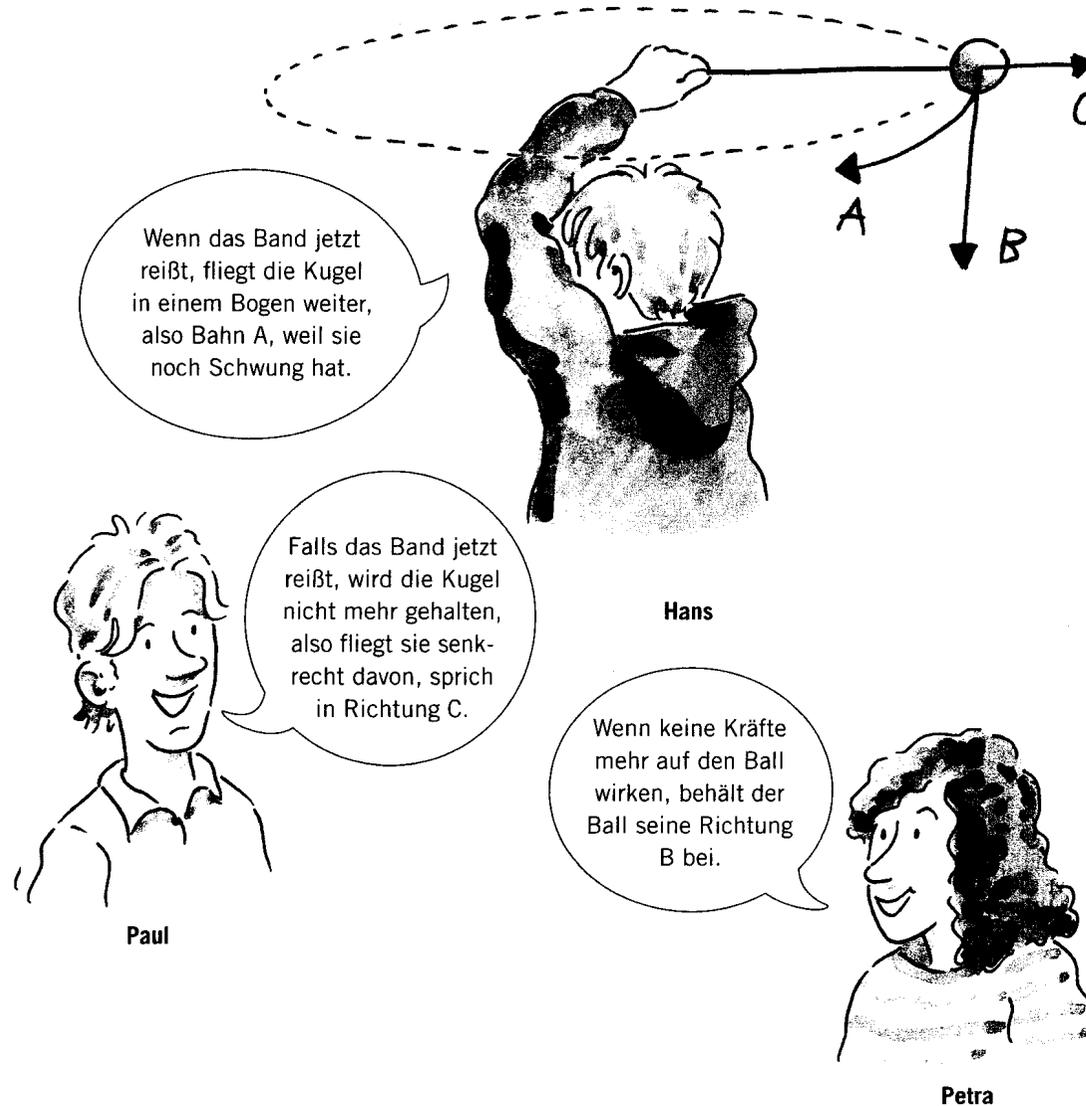
Bild aus: Unterricht Physik 19(107), S. 16-26.



- Kräfte im System können sich gerne ausgleichen, denn man braucht ein anderes System um eine Beschleunigung zu erreichen (Münchhausen)

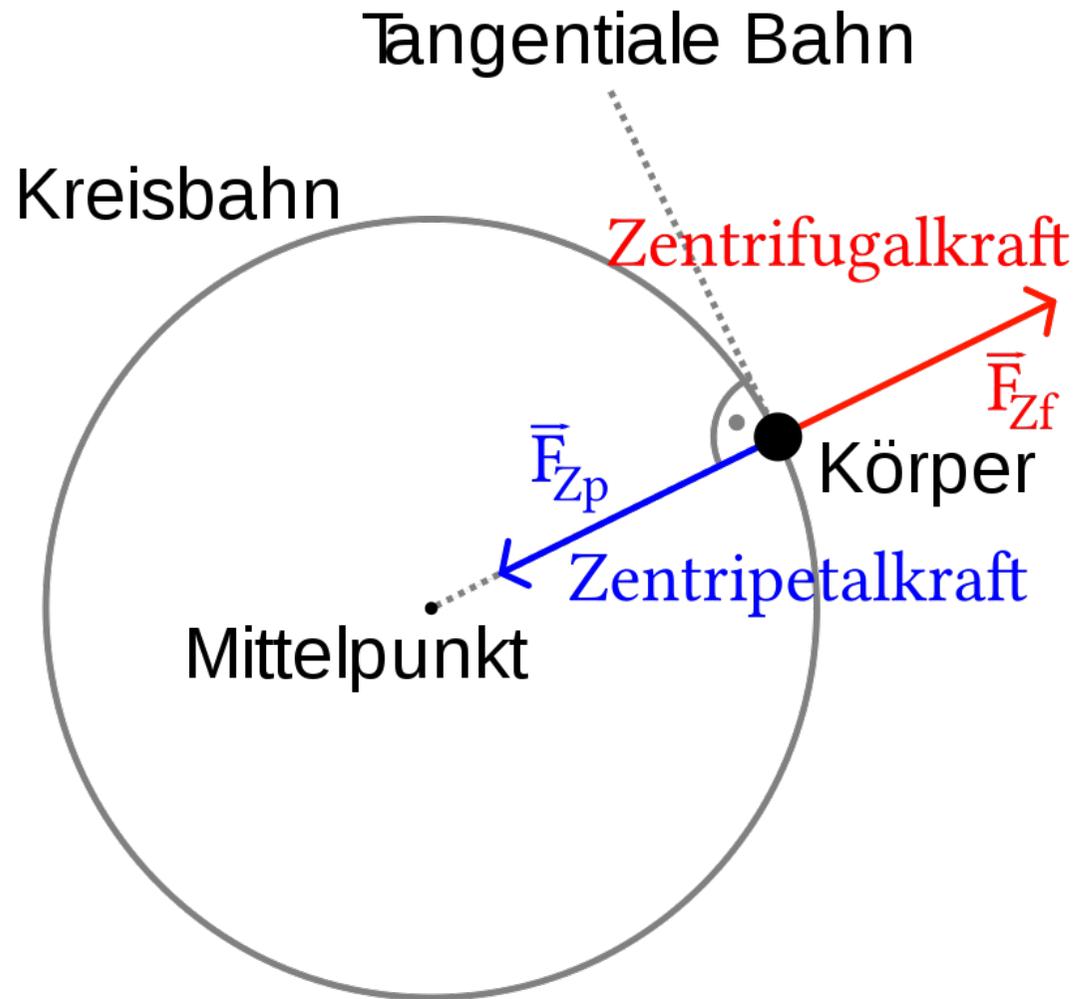
# Kreisbewegung

- Kräfte sind Speichergrößen, das gilt auch für die Bewegungsrichtung.



# Kräftegleichgewicht und Kreisbewegung

- Zentrifugalkraft und Zentripetalkraft stehen im Kräftegleichgewicht (wird durch solche Abbildungen verstärkt).
- Die Zentrifugalkraft ist die Gegenkraft zur Zentripetalkraft
- Was bedeutet eigentlich eine Gleichung wie  $F_g = F_z$ ?
- Eine Kreisbewegung ist kräftefrei



# Ein Beispiel zur Verbreitung

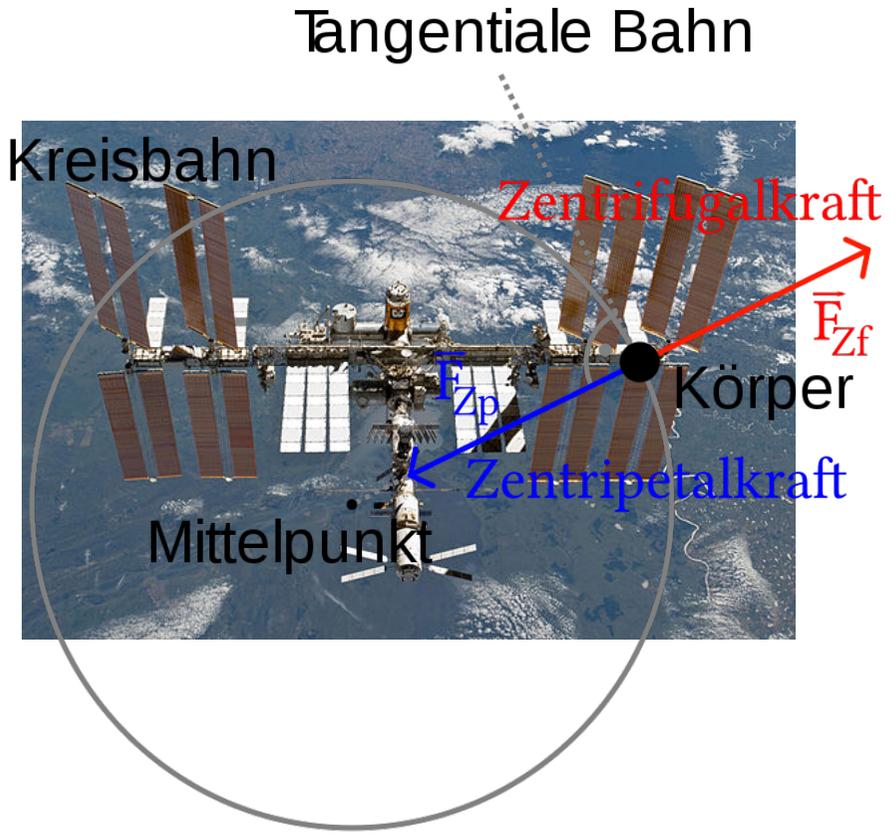


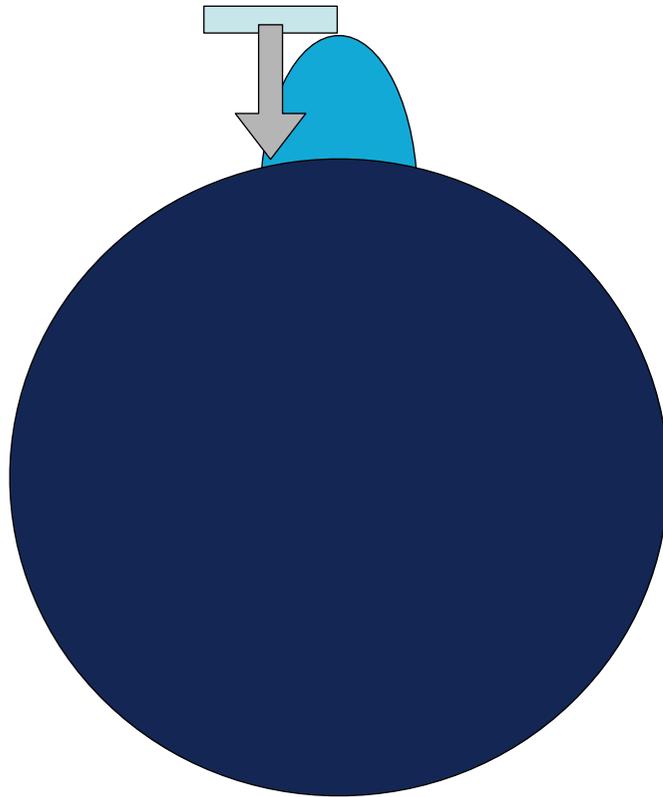
Bild aus: Wikipedia, Audio Deutschlandfunk  
Sternzeit 21.2.2012

# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?

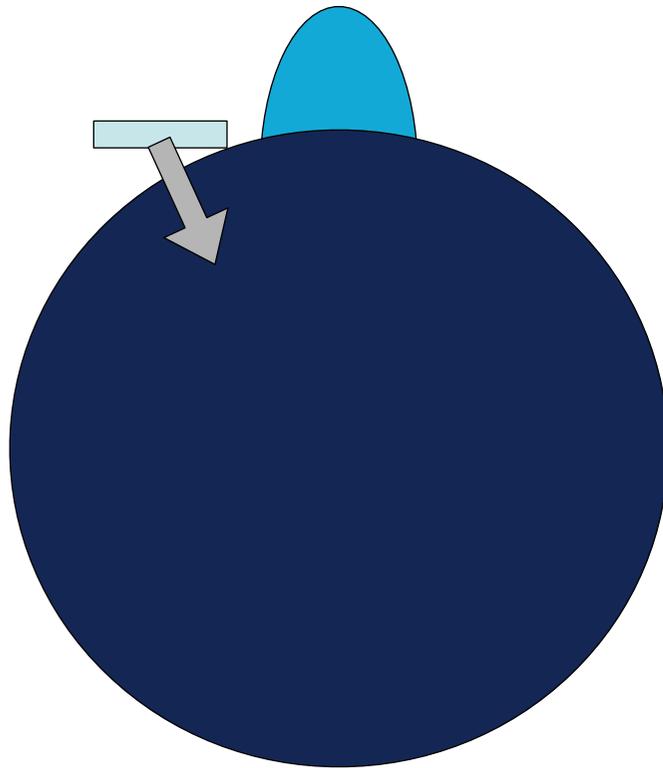
- Schwerelos zu sein bedeutet, dass als einzige Kraft auf mich noch die Gewichtskraft wirkt!



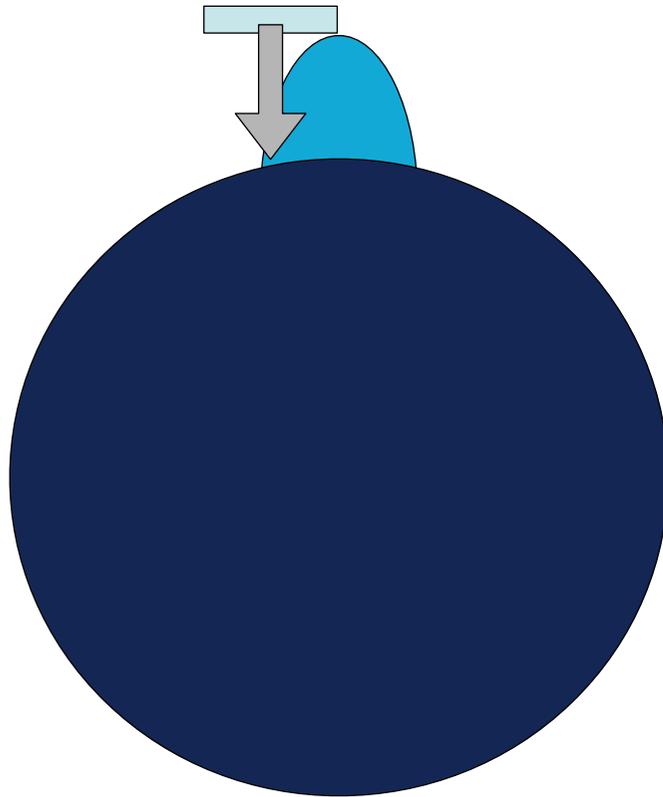
# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?



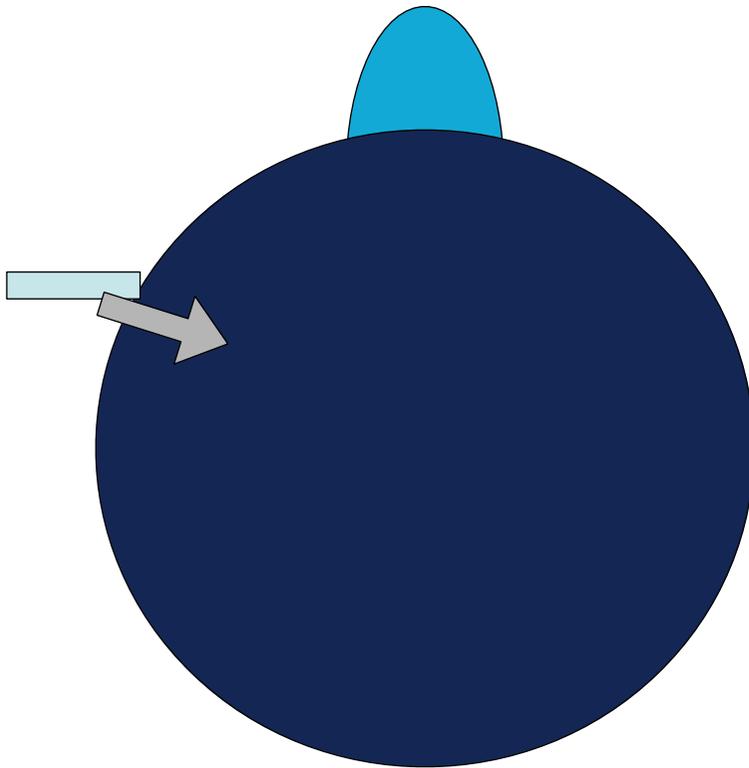
# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?



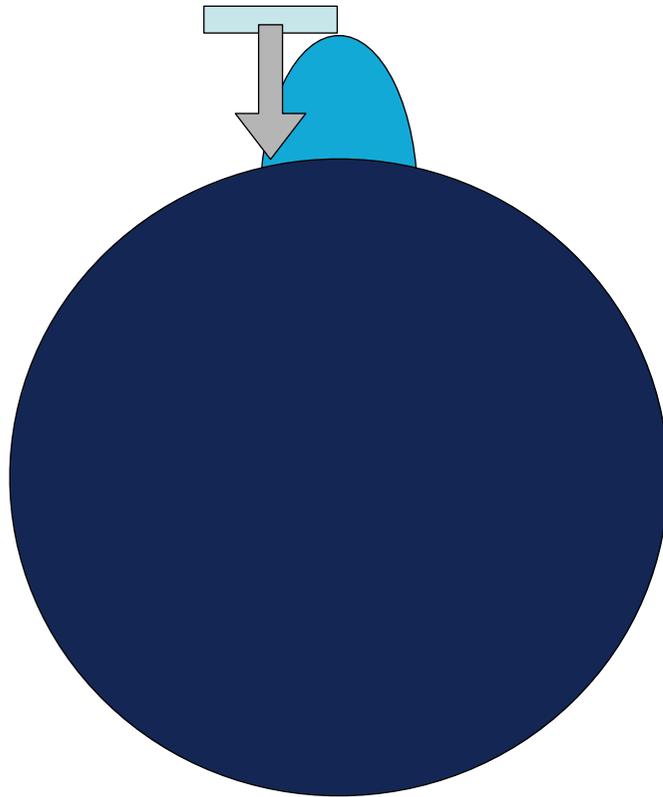
# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?



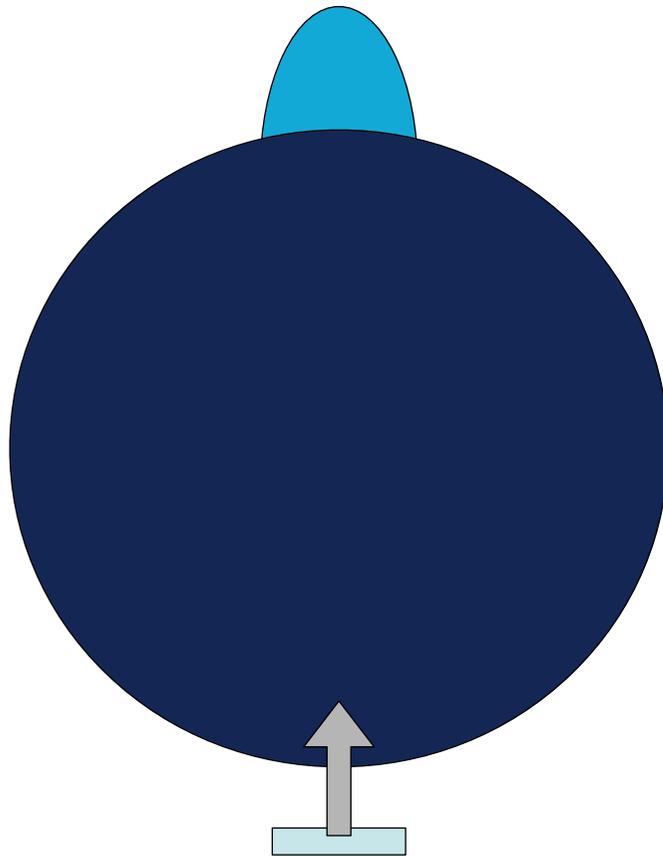
# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?



# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?

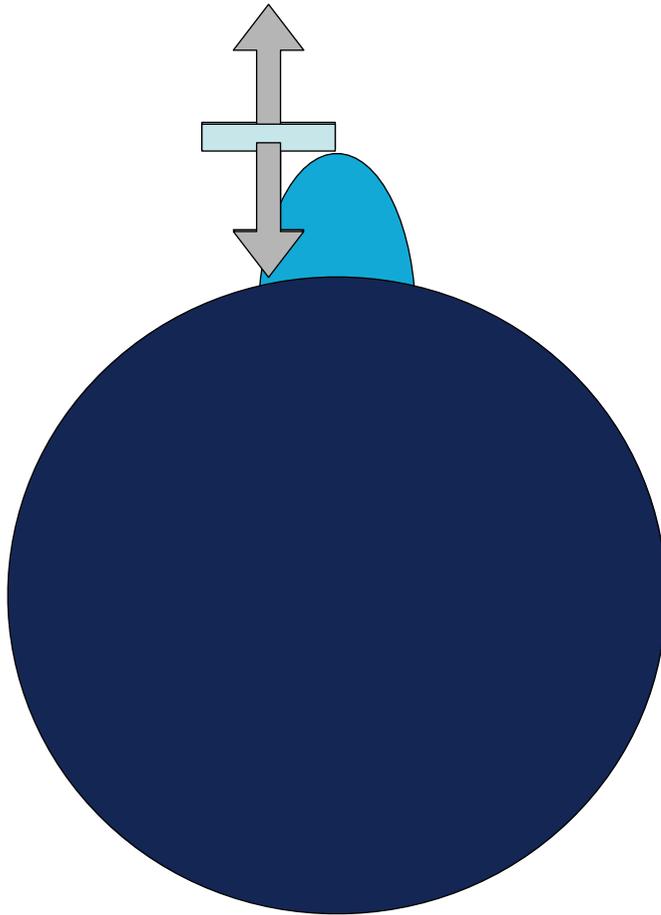


# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?



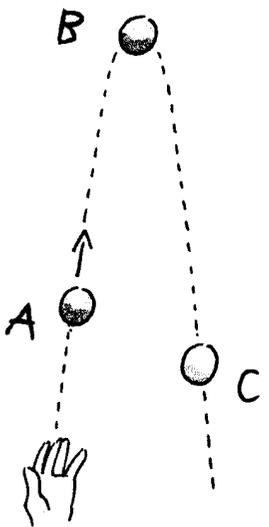
# Was bedeutet eigentlich Schwerelosigkeit?

- „Fall der Raumstation“ ist schon richtig - aber eben ohne Kräftegleichgewicht! Sonst würde die Raumstation nämlich so fliegen



# Wurfbewegung

- Kraft und Bewegungsrichtung...



Ich denke, die Kraft ist bei Punkt C am größten, denn dann ist der Ball am schnellsten.



Niels

Die Geschwindigkeit ändert sich, also ist die Kraft oben am Punkt B am größten.



Johannes

Ich glaube, die Kraft bleibt immer gleich, denn warum sollte sie sich ändern?

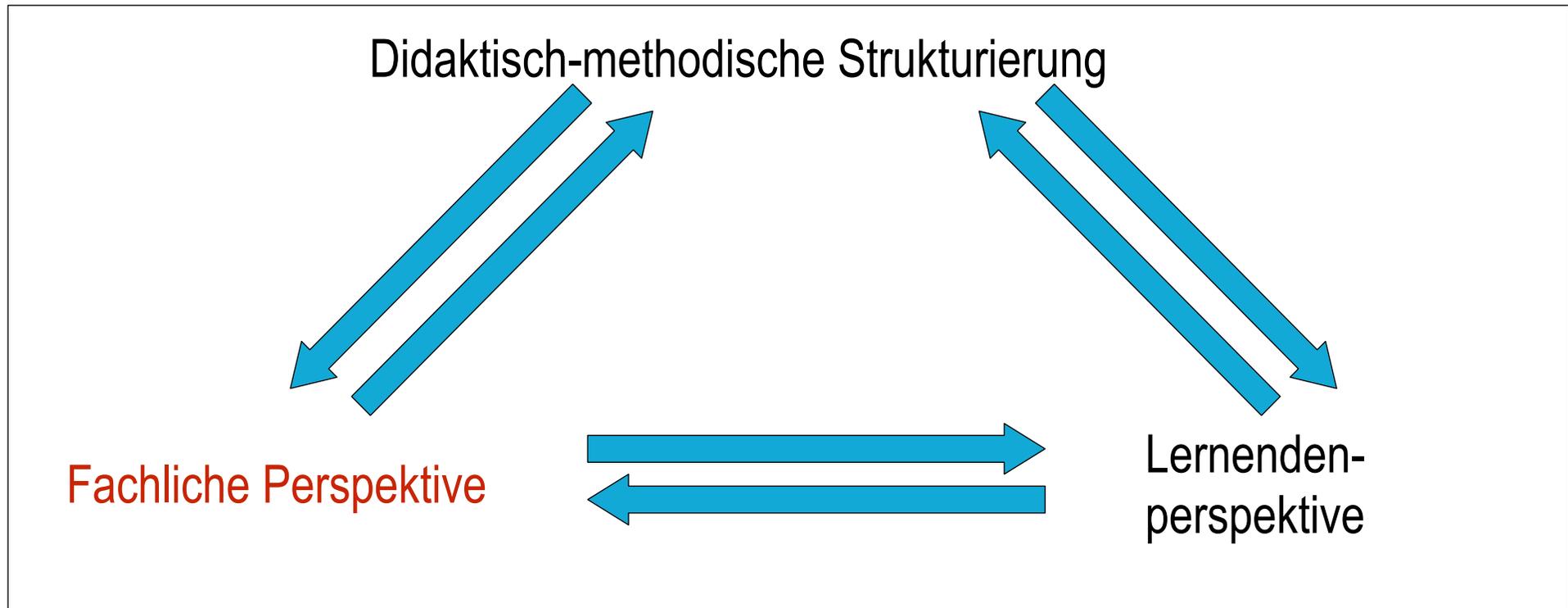


Meike

Bild aus: Unterricht Physik 19(107), S. 16-26.

# Didaktische Rekonstruktion

---



Nach: Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek (1997); Reinfried, Mathis & Kattmann (2009)

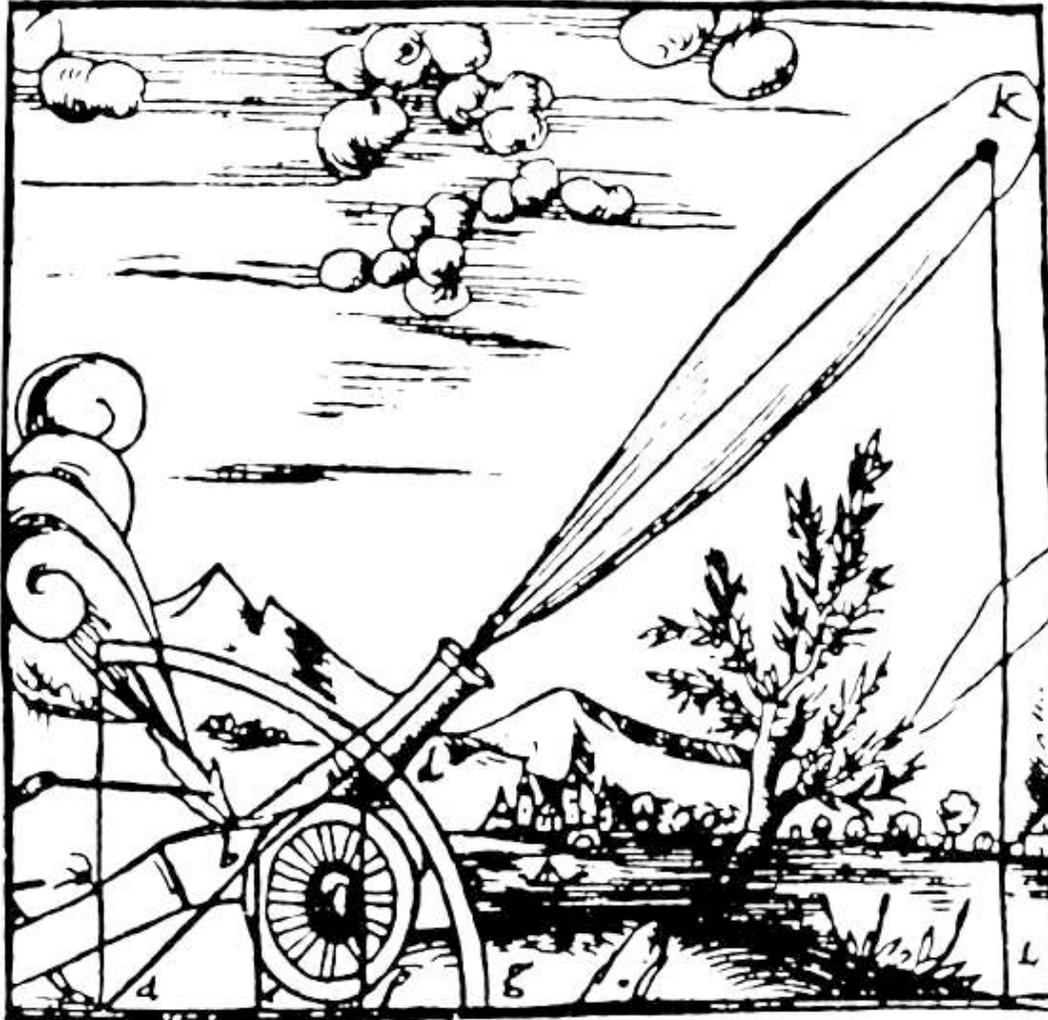
# Der historische Weg zum Kraftbegriff

---

- Aristoteles („natürliche“ Bewegung und „erzwungene“ Bewegung, die eine ständig wirkende „Kraft“ erfordert). Alle Körper haben ihren natürlichen Ort, zu dem sie „zurückkehren wollen“.

*“Niemand (wäre) in der Lage, einen Grund anzugeben, weshalb dasjenige, das in Bewegung gesetzt worden ist, irgendwo einmal stehenbleiben sollte. Denn wieso sollte dies eher hier als dort geschehen? Also wird (im Vakuum, d.Verf.) alles entweder immer in Ruhe bleiben oder notwendigerweise ins Unbegrenzte weiterbewegt werden.”*  
[5]

# Impetustheorie: Johannes Buridan (1295-1366)



# Impetustheorie: Johannes Buridan (1295-1366)

Wir müssen schließen, daß ein Beweger, wenn er einen Körper bewegt, diesem einen bestimmten Impetus aufdrückt, eine bestimmte Kraft, die diesen Körper in der Richtung weiterzubewegen vermag, die ihm der Beweger gegeben hat, sei es nach oben, nach unten, seitwärts oder im Kreis. Der mitgeteilte Impetus ist in dem gleichen Maße kraftvoller, je größer der Aufwand an Kraft ist, mit dem der Beweger dem Körper Geschwindigkeit verleiht. Durch diesen Impetus wird der Stein weiterbewegt, nachdem der Werfer aufgehört hat, ihn zu bewegen. Aber wegen des Widerstands der Luft und auch der Schwerkraft des Steins, die ihn ständig in eine dem Streben des Impetus entgegengesetzte Richtung zwingen möchte, wird der Impetus immer schwächer. Darum muß die Bewegung des Steins allmählich immer langsamer werden. Schließlich ist der Impetus so weit geschwächt oder vernichtet, daß die Schwerkraft des Steins überwiegt und den Stein abwärts zu seinem natürlichen Ort bewegt. [11]

# Galilei

---

- Idealisierungen als Werkzeug zur Erkenntnisgewinnung (siehe letzte Veranstaltung)

# Newton (Principa 1687)

---

- Kraft zur Beschreibung der Bewegungsänderung!

## Lex. I.

*Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.*

## Lex. II.

*Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressæ, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.*

## Lex. III.

*Actioni contrariam semper & æqualem esse reactionem : sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales & in partes contrarias dirigi.*