

Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten im Physikunterricht

Horst Schecker

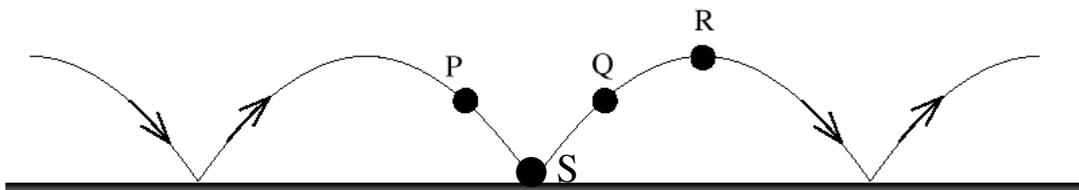
 Universität Bremen

 Institut für Didaktik der
Naturwissenschaften
Abtlg. Physikdidaktik

Kraft und Bewegung

Ein Flummyball hüpft auf dem Boden von links nach rechts.

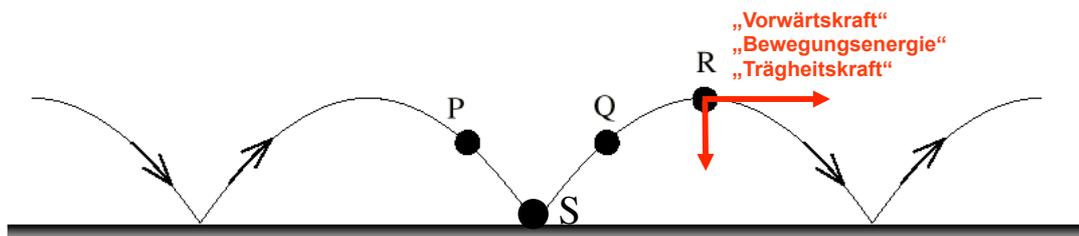
- Zeichne an den Punkten P, Q, R und S die Kräfte ein, die auf den Ball wirken! Gib jeder Kraft eine Bezeichnung!



Kraft und Bewegung

Ein Flummyball hüpft auf dem Boden von links nach rechts.

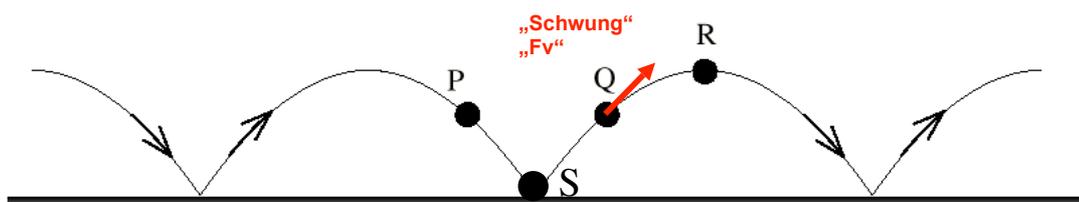
- Zeichne an den Punkten P, Q, R und S die Kräfte ein, die auf den Ball wirken! Gib jeder Kraft eine Bezeichnung!



Kraft und Bewegung

Ein Flummyball hüpft auf dem Boden von links nach rechts.

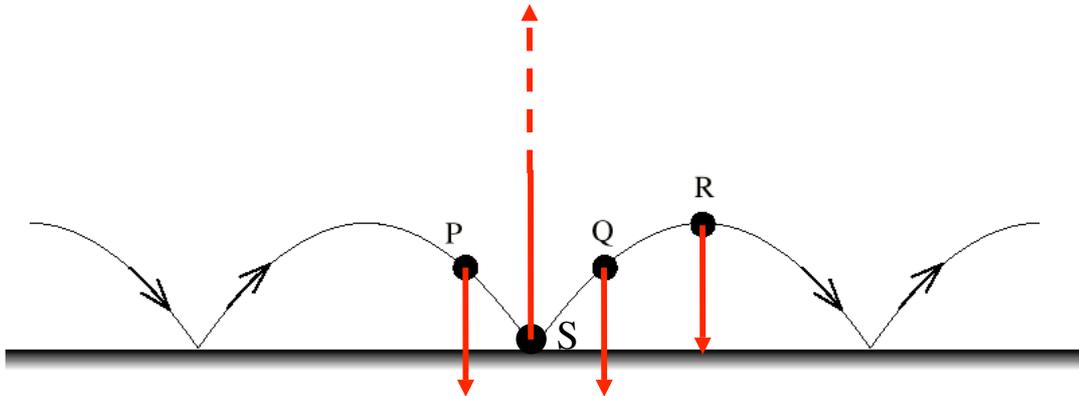
- Zeichne an den Punkten P, Q, R und S die Kräfte ein, die auf den Ball wirken! Gib jeder Kraft eine Bezeichnung!



Kraft und Bewegung

Ein Flummyball hüpft auf dem Boden von links nach rechts.

- Zeichne an den Punkten P, Q, R und S die Kräfte ein, die auf den Ball wirken! Gib jeder Kraft eine Bezeichnung!



+

Unterschiedliche Bedeutungen des gleichen Begriffs



Unterschiedliche Situationsdeutungen

Für eine andauernde Bewegung muss ich ständig Kraft aufbringen. Es ist ja auch die ganze Zeit anstrengend.



Die Bewegung ist träge. Die Wirkung einer Antriebskraft ist nur erforderlich, um Reibung zu kompensieren.

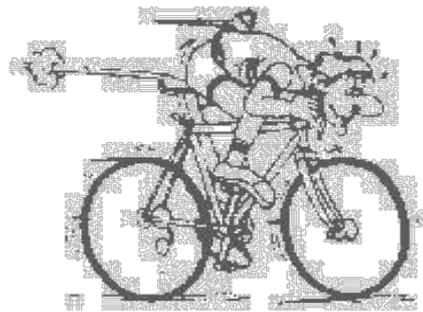


Abb. D. Höttecke, U Hamburg

Unterschiedliche Voraussagen

Wolle macht warm, wie mein Pullover. Der Eisblock schmilzt schneller!



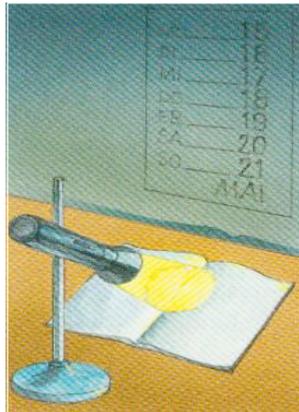
Wolle behindert den Wärmetransport von außen nach innen. Der Eisblock schmilzt langsamer!



Abb. D. Höttecke, U Hamburg

Unterschiedliche Ursachen von Phänomenen

Ich sehe das Heft, weil die Lampe es hell macht.



Ich sehe es, weil Licht von der Lampe auf das Heft fällt und von dort in meine Augen gestreut wird.

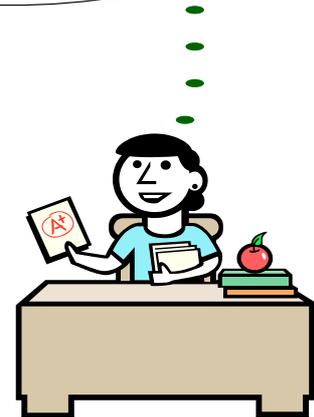
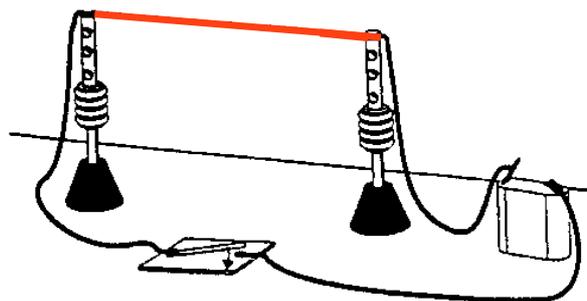


Abb. D. Höttecke, U Hamburg

Unterschiedliche Beobachtungen

Ich sehe den Draht da zuerst glühen, wo der Strom zuerst ankommt.



Ich sehe, den Draht gleichmäßig glühen, denn der elektrische Widerstand des Drahtes ist überall gleich groß.

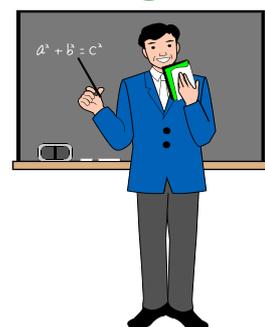
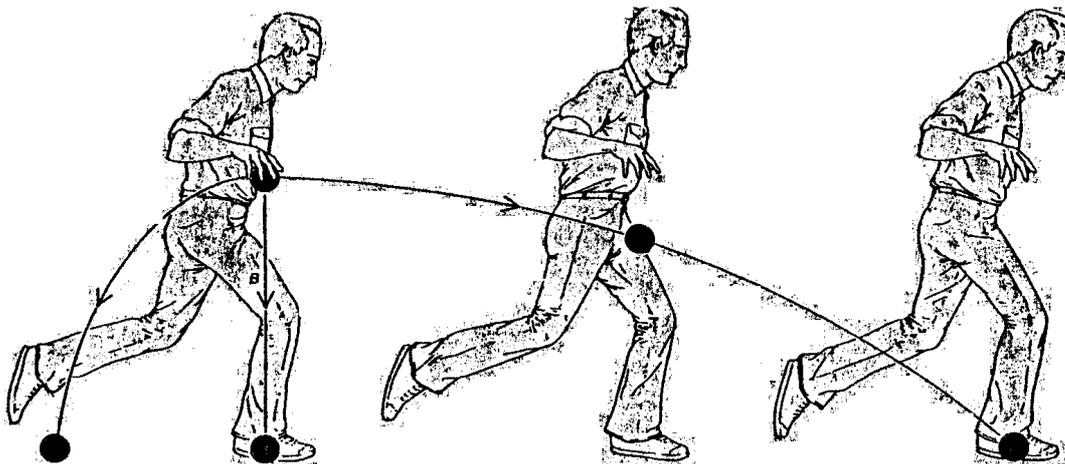


Abb. D. Höttecke, U Hamburg

Falsche Handlungen



Forschungsprogramm „Schülervorstellungen“

- **Auslöser: 1960/70er Jahren (Sputnik-Schock) Projekte zur Curriculumentwicklung (Experimente, Lernmaterialien, Methodik, Tests)**
 - IPN Curriculum Physik
 - Nuffield Physics Course
 - Harvard Project Physics Course
- **Begleitstudien: Trotz großen Entwicklungsaufwands nur begrenzte Unterrichtserfolge**
- **Konsequenzen**
 - Verbesserte Lernangebote allein reichen nicht aus.
 - Die Lernvoraussetzungen der Schüler müssen stärker berücksichtigt werden.
- **Neues Paradigma: Schüler sind keine „Aufnehmer von Informationen“ sondern „aktive Verarbeiter von Informationsangeboten“ (heißt inzwischen „Konstruktivismus“)**

„Nürnberger-Trichter“

- Man kann Informationen weitergeben und aufnehmen.
- Es kommt auf die vor allem richtige Darstellung an.
- Wenn Schüler gut aufpassen, lernen sie auch.



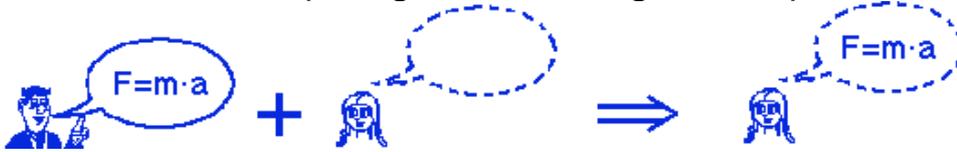
Ein verbreitetes Modell, das aber niemand mehr offen vertritt

Grundthesen der Schülervorstellungsforschung

- Die Schüler kommen **nicht** als "leere, unbeschriebene Blätter" in den Physikunterricht, auf die man physikalisches Wissen übertragen kann.
- Die Schüler **bringen** vielmehr ein **Inventar von Vorstellungen und Denkweisen** zu physikalischen Begriffen und Phänomenen **mit**.
- Sie haben sich oft aus **Alltagserfahrungen** gebildet und im **umgangssprachlichen Gebrauch** bewährt.
- Diese Vorstellungen liegen häufig **quer zum physikalischen Verständnis**.
- Die **Verarbeitung neuer Informationsangebote** wird wesentlich von den bereits **vorhandenen Denkmustern** angeleitet.

Modelle des Lehr-Lern-Prozesses (stark vereinfacht)

- Tabula-Rasa-Modell (häufig unterschwellig wirksam)



- Empirische Befunde



- Alternatives Modell: Kontrastieren



Wirklich ein „neues“ Paradigma?

- Diesterweg (1835): „Wegweiser für deutsche Lehrer“

„Ohne die Kenntnis des Standpunktes des Schülers ist keine ordentliche Belehrung desselben möglich.“

- Ausubel (1968): „Educational Psychology: A Cognitive View“

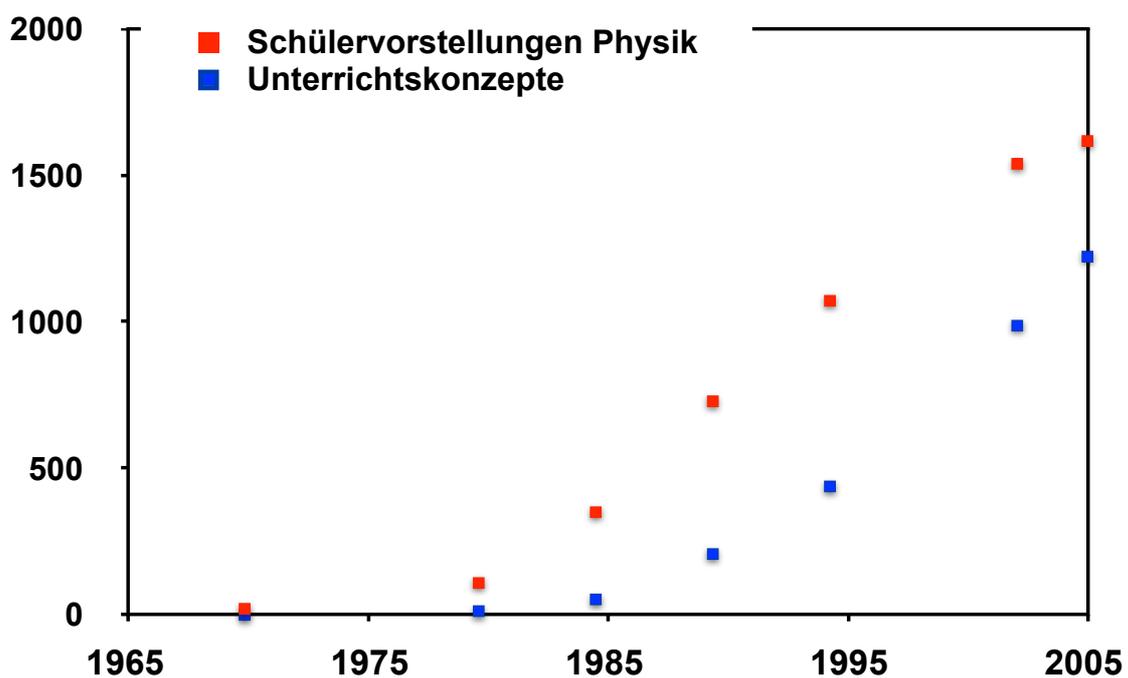
„Der wichtigste Einzelfaktor, der das Lernen beeinflusst, ist, was der Schüler schon weiß. Man berücksichtige dies und lehre entsprechend.“

Woher stammen die Schülervorstellungen?

- Alltagserfahrungen
 - Kurvenfahrt
 - Wollschal
- Alltagssprache
 - „hoher Stromverbrauch“
- Populärwissenschaftliche Darstellungen
 - Atom als „Mini-Planetensystem“



Bibliography "Students' and Teachers' Conceptions and Science Education (IPN, Kiel)" (Duit & Pfundt)

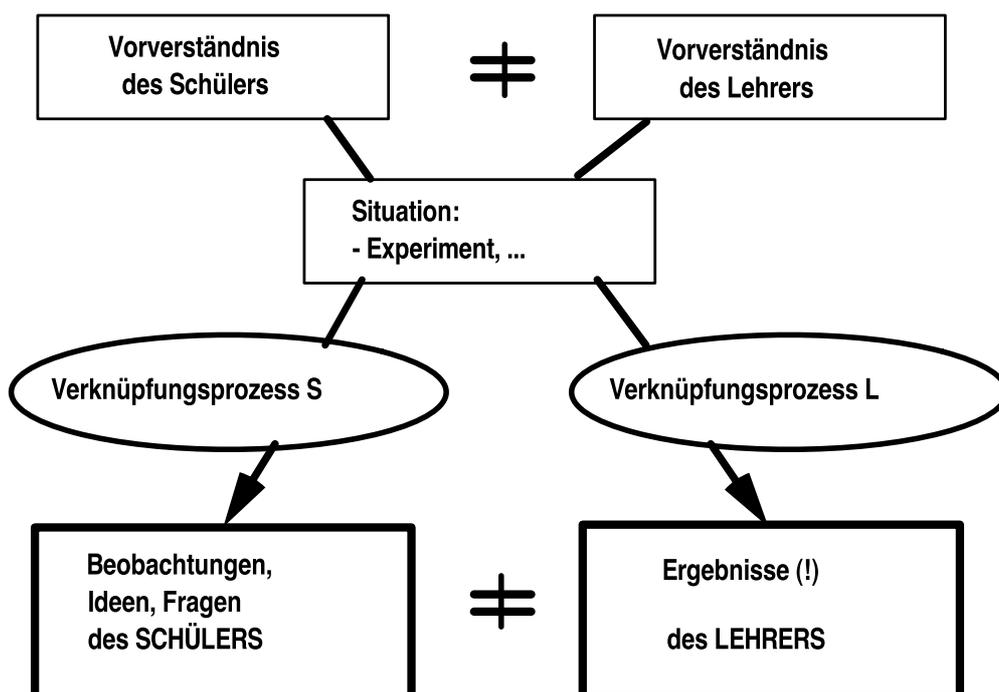


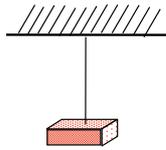
Informationsquellen

- Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.):
Schülervorstellungen in der Physik. Köln: Aulis.
- Sammelband mit Veröffentlichungen
aus Unterrichtszeitschriften
 - Mechanik
 - Optik
 - Elektrizitätslehre
 - Wärmelehre
 - ...
 - Quantenphysik



Wirkungen unterschiedlicher Vorverständnisse





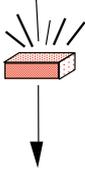
Rolf: Also — hm — es ist doch ein Unterschied, wenn eine Masse von 1 m auf den Boden fällt oder von 1000 m. Da müsste doch F gleich m mal v sein. Sonst wäre das ja gar nicht sinnvoll, wenn man die Masse hat und die Erdbeschleunigung. Die Beschleunigung, wenn sie nur 1 s dauert, macht doch eine viel kleinere Geschwindigkeit als wenn die 1 h dauert.

Lehrer: Geht es Dir jetzt um die Kraft, die der Stein auf den Boden ausübt?

$$F=m \cdot a ?$$

Rolf: Ja.

Tom: Meinst Du jetzt die Kraft, mit der er aufschlägt, oder die Kraft, mit der er vor dem Fall am Faden zieht?



Lehrer: Nein, da ist kein Faden. Rolf hat nur einen Körper der runterfällt. So habe ich das verstanden.

Rolf: Ja, ich habe gesagt, der fällt mit 1 kg aus 1 oder 10 m Höhe. Und a bleibt gleich, diese 9,81. Dann müsste die Kraft ja auch gleich sein. Das ist doch aber ein Unterschied, ob ich mit einem Hammer ganz leicht aufschlage oder ob man so richtig Schwung holt.

$$F=m \cdot v ?$$



Kai: Ich meine, der Körper beschleunigt ja mit $9,8 \text{ m/s}^2$. Der wird ja immer schneller. Dann wird die Kraft natürlich auch immer größer, weil es ja proportional ansteigt. Je länger er fliegt, desto größer wird auch die Kraft, wenn er aufkommt.

Schülervorstellungen 2. Newtonsches Axiom

- ' $F = m \cdot a$ ' ist eine Formel, mit der man Kräfte ausrechnet."
- ' $F = m \cdot a$ ' und ' $F = m \cdot g$ ' sind zwei gleich bedeutsame Formeln.
(Die universelle Bedeutung des 2. Axioms gegenüber speziellen Kraft-Funktionen wird nicht erkannt.)
- Körper, bewegen sich, weil sie eine Kraft gespeichert haben.
- Diese Kraft ist beim In-Bewegung-Setzen auf den Körper übertragen worden.
- Nur aktive Körper (Lebewesen, Maschinen, gespannte Federn) können eine Kraft ausüben.
Passive Körper leisten allenfalls einen Widerstand, sie können aber keine richtige Kraft ausüben.

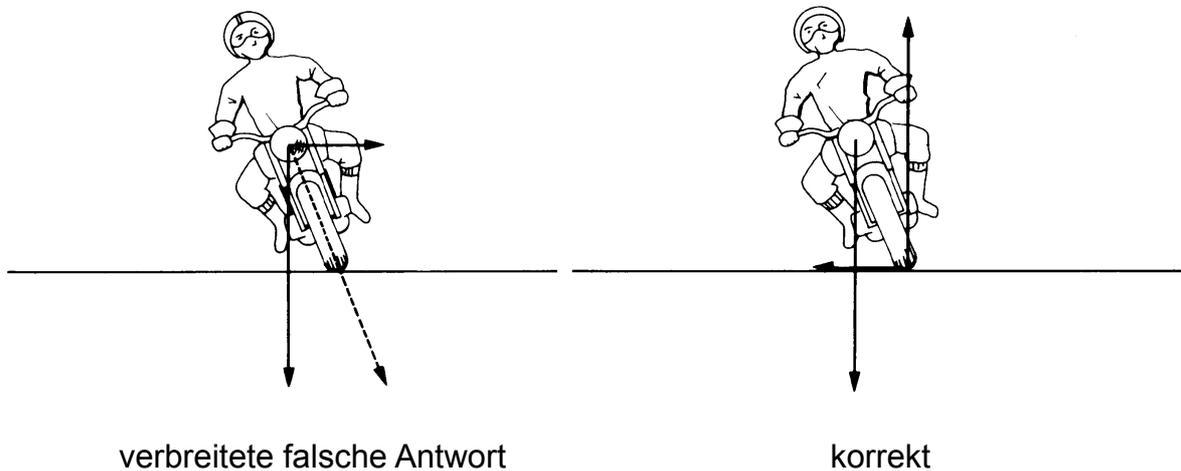
Schülervorstellungen 3. Newtonsches Axiom

Kurzform: 'Actio = reactio'

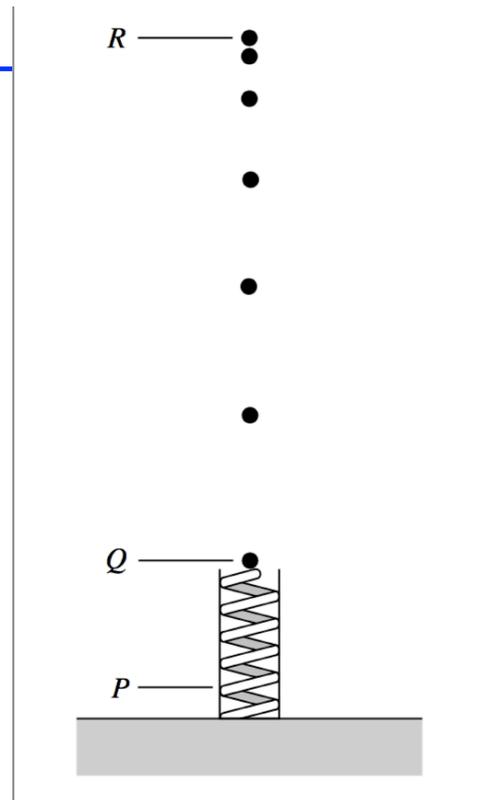
- Kraft und Gegenkraft greifen **am selben Körper** an.
- Das dritte Axiom gilt nur für den Fall des **Kräftegleichgewichts**.
- Wenn die **Kraft größer ist als die Gegenkraft**, setzt sich der Körper in Bewegung.

J. Warren: „Understanding Force“ (1979)

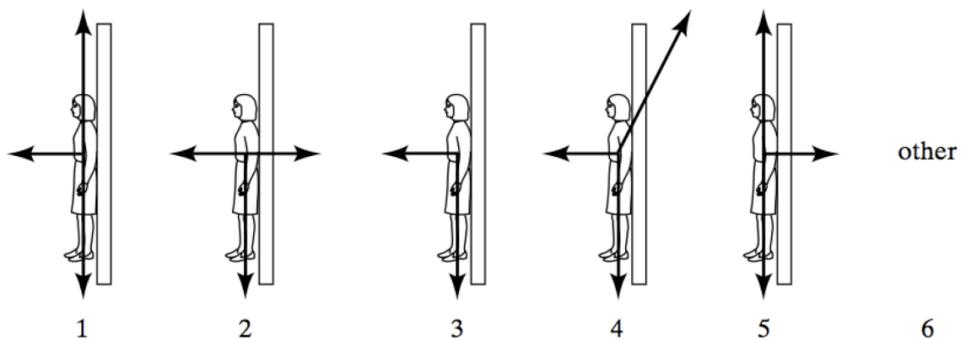
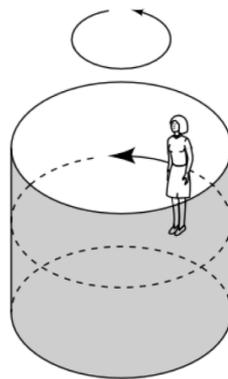
- Zeichnen Sie die Kräfte ein, die an einem Motorrad/-Fahrer bei der Kurvenfahrt angreifen!



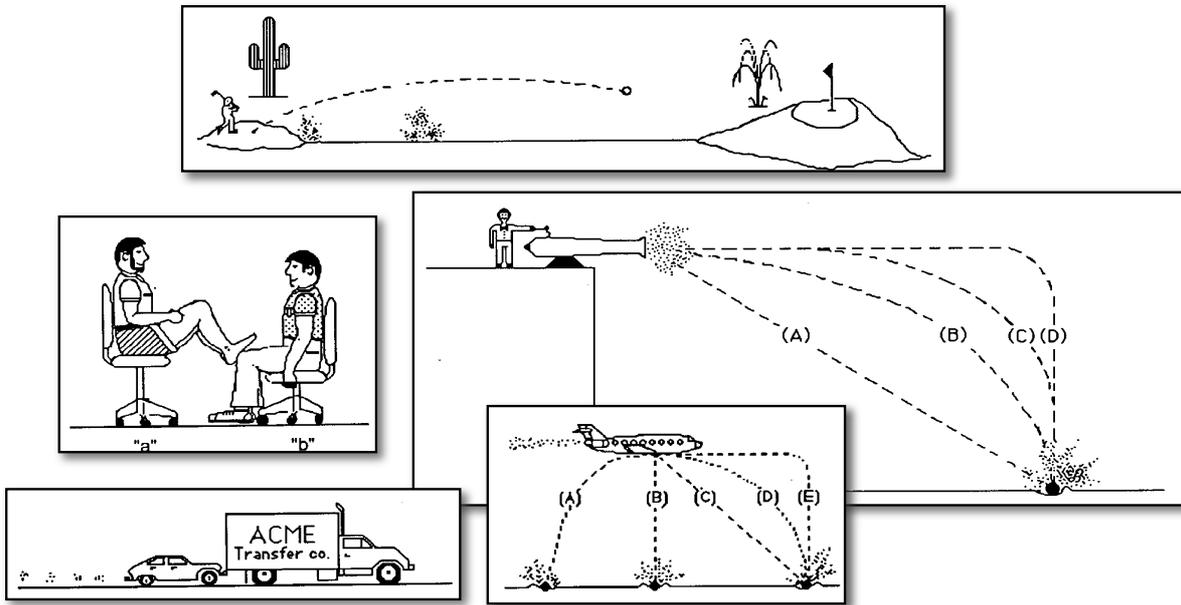
Welche Kräfte wirken auf den Ball?



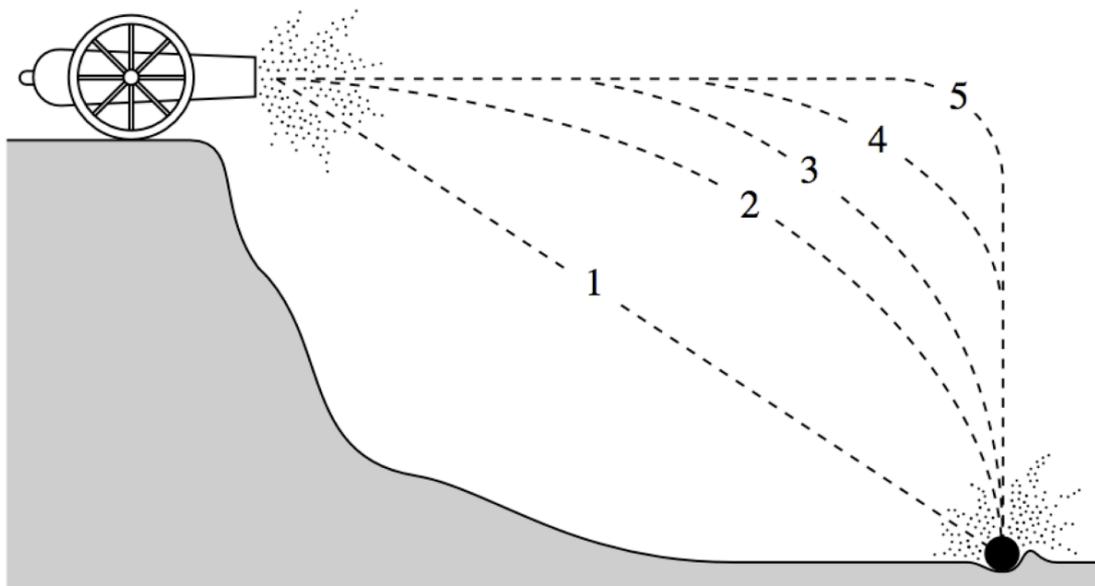
Welche Kräfte wirken auf die Frau im Rotor?



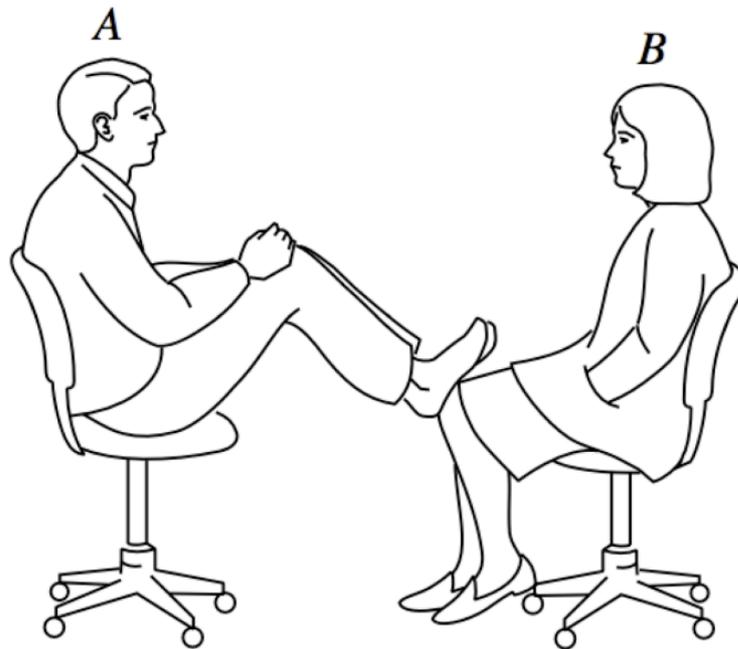
Force Concept Inventory



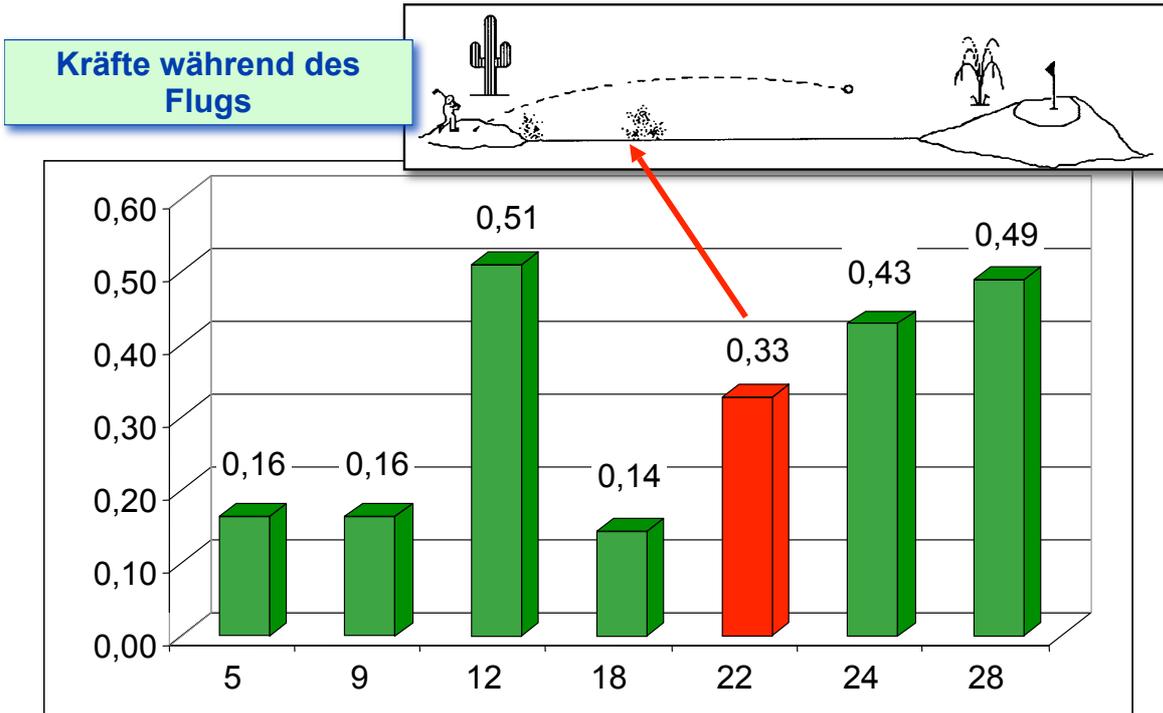
FCI



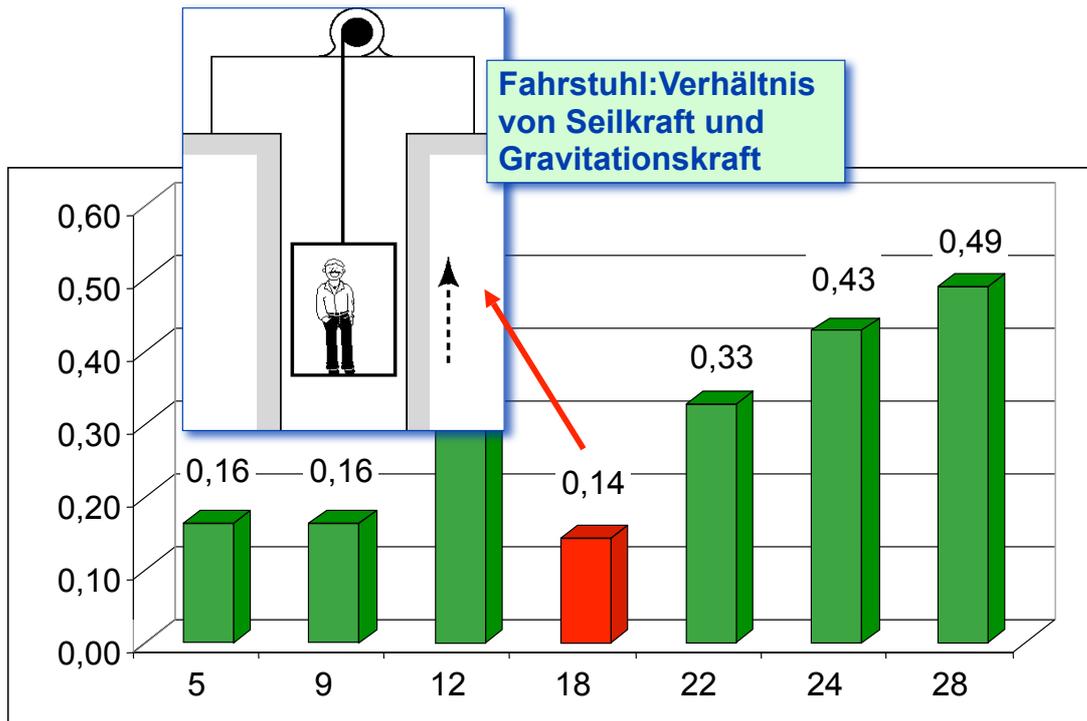
FCI



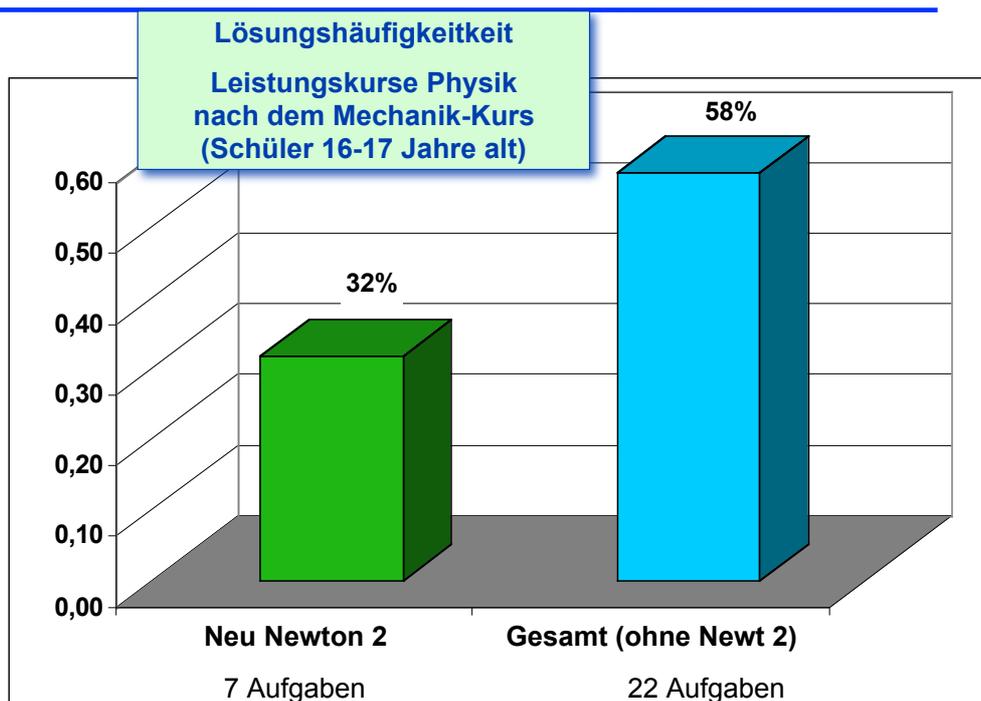
Die Kraftitems des FCI sind besonders schwierig



Die Kraftitems des FCI sind besonders schwierig



Die Kraftitems des FCI sind besonders schwierig



Schülervorstellungen

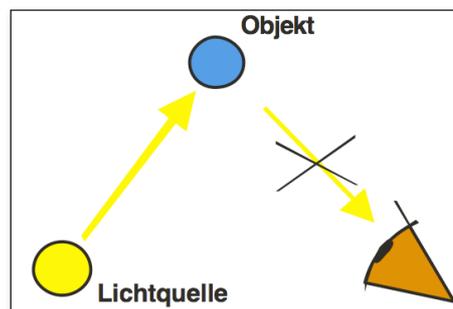
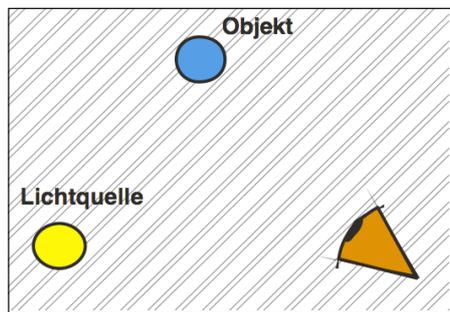
Optik

Licht und Sehen: Alltagssprache

- etwas ins Visier nehmen
- etwas beäugen
- einen Blick auf etwas werfen
- ein stechender Blick
- der Blick schoss aus dem Auge
- den Blick / ein Auge auf etwas werfen
- etwas ins Auge fassen
- etwas fällt mir ins Auge

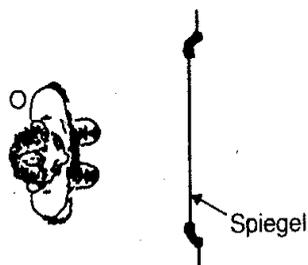
Sehvorgang — Schülervorstellungen

- Licht erfüllt den Raum.
- Licht ist Voraussetzung des Sehens.
Es macht die Gegenstände sichtbar.
- Nur selbst leuchtende Körper senden aktiv Licht aus.
- Beleuchtete Gegenstände können gesehen werden, ohne dass Licht vom Gegenstand ins Auge fallen muss.
- „Sehstrahlen-Vorstellung“ (nur bei sehr jungen Schülern)



Wo befindet sich das Spiegelbild?

Du (o) stehst vor einem großen Spiegel und betrachtest dein Spiegelbild. Mach ein Kreuz (x) dort hin, wo du dich im Spiegel siehst:



Ergebnisse:	vor Optik- unterricht 6. Klassen (Förderst.)	nach Optik- unterricht 6./7. Klasse (Förderst./Hauptsch.)
Auf dem Spiegel	92,5 %	89,3 %
Hinter dem Spiegel	0 %	7,1 %
An derselben Stelle	1,6 %	0 %
keine Antwort	3,2 %	3,6 %

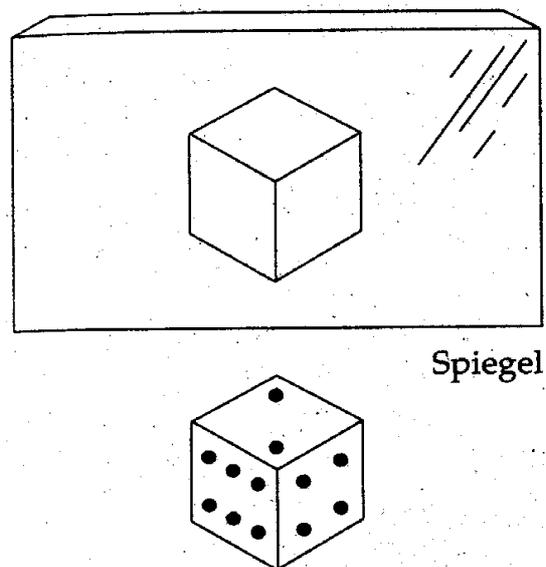
(nach Wiesner 1986, S. 27)

Wo befindet sich das Spiegelbild?

- Der Spiegel erzeugt ein Bild von dem, “was er vor sich sieht” (etwa so wie auf einer Photoplatte in einer Kamera).
- Dieses Bild wird vom Spiegel “zurückgeworfen”.
- Man betrachtet das Bild, das der Spiegel (auf sich selbst) erzeugt hat.
- Hinter dem Spiegel kann das Bild nicht sein, denn er ist ja undurchsichtig.
- Das Spiegelbild befindet sich ‘im Spiegel’ bzw. ‘auf dem Spiegel’.
- Der Spiegel vertauscht rechts und links.

Was macht der Spiegel mit den Richtungen?

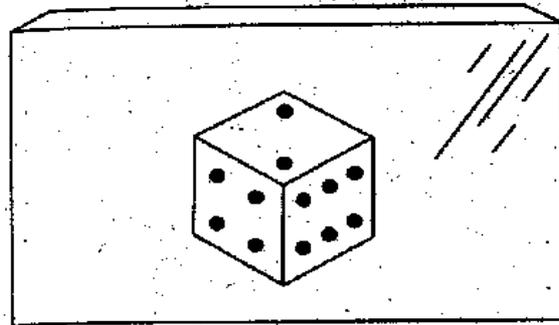
Wie sieht man den Würfel im Spiegel?



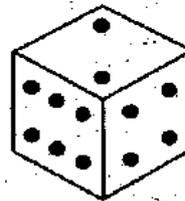
Was macht der Spiegel mit den Richtungen?

Wie sieht man den
Würfel im Spiegel?

Schülerantworten

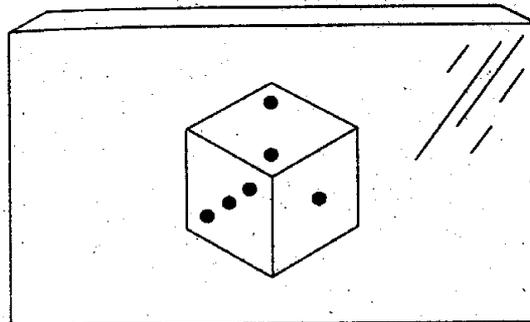


Spiegel

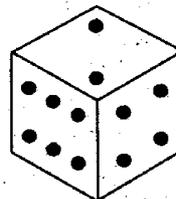


Was macht der Spiegel mit den Richtungen?

Wie sieht man den
Würfel im Spiegel?



Spiegel

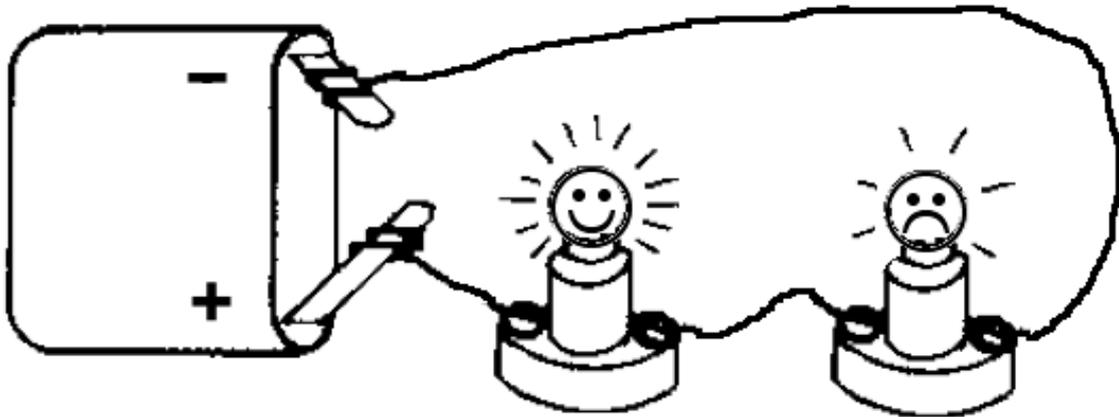


René Magritte



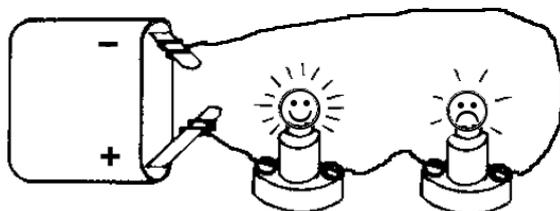
(Anregung: L. Schön)

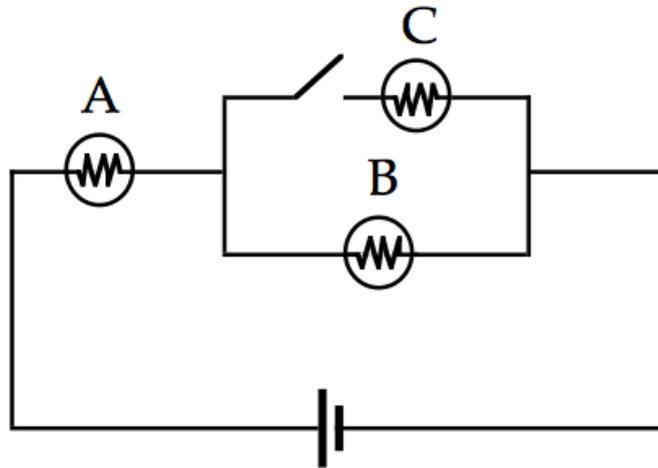
**Schülervorstellungen
E-Lehre**



Vorstellungen zu Stromkreisen

- In der Batterie ist Strom gespeichert
- Strom wird verbraucht
- Der Strom macht sich auf den Weg von der Quelle zu den Verbrauchern und entscheidet unterwegs, wie er sich aufteilt
- Die Batterie gibt (Strom) — die Lampe nimmt
- Die Batterie entscheidet, wie viel „Strom“ sie liefert
- Jede Lampe entscheidet, wie viel Strom sie nimmt
- Spannung ist eine Eigenschaft von „Strom“ („Stromspannung“)
- Ohne Strom keine Spannung





Welches Lämpchen hat die größte Leistung?

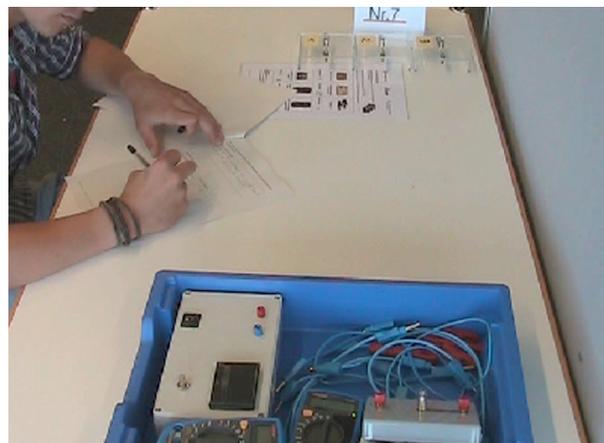
■ Aufgabe

Es liegen drei verschiedene Glühlampen bereit, die für eine Spannung von 6 V gebaut sind. Finden Sie die Glühlampe mit der größten Leistung bei dieser Spannung!

- Versuchsplan entwerfen
- Versuch durchführen
- Auswerten

■ Hendriks (Kl. 10) Plan

„Ich stelle eine Spannung ein und messe den Strom vor der Lampe und dahinter. Die Lampe, wo der Strom dahinter am kleinsten ist, hat die größte Leistung.“



Umgang mit Schülervorstellungen

Taktik in Unterrichtsstunden





Umgang mit Schülervorstellungen — Taktik

■ Überhören

- nicht auf Schülervorstellungen eingehen
- eng auf die richtige Antwort hinlenken

■ Zurechtbiegen

- Schüleraussagen im Lehrer-Echo korrigieren ("Er wird schon das Richtige gemeint haben.")
- Das vermeintlich Richtige heraushören (das Wort „Energie“ macht Lehrer froh.)

■ Aufgreifen

- "Kannst Du Deine Erklärung noch einmal wiederholen?"
- "Habe ich Dich richtig verstanden, dass Du meinst, Metall sei immer kälter als Holz?"
- "Viele Schüler denken, dass die Straße keine Kraft auf das Auto ausüben kann, aber aus physikalischer Sicht ..."

Unterrichtskonzeptionen, die Schülervorstellungen berücksichtigen

- Herdt, D. & Wiesner, H. (1992). Unterricht über Spiegel: Bericht über einen Versuch zur Verbesserung des Lernerfolgs. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 3(14), S. 19–26 (mit weiteren Aufsätzen zum Thema „Spiegelbild“)
- Wiesner, H. (1994). Ein neuer Optikkurs für die Sekundarstufe I, der sich an Lernschwierigkeiten und Schülervorstellungen orientiert. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 22, S. 7–15.
- Physikunterricht — an Schülervorstellungen orientiert (Themenheft). *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule* 58 (3) 2008.
 - Einführungsunterricht Optik (Wiesner)
 - Energie als Bilanzgröße (Wiesner, Waltner)
 - Temperatur und innere Energie (Wiesner, Waltner)
 - Zur Einführung von Stromstärke und Spannung (Schwarze)
 - Einführung der elektrischen Energie (Wiesner, Waltner)
- Neue Konzeption für die Mechanik in der Sek. 1: Projekt der Unis Würzburg, München, Wien:
<http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/2dd.htm>
- Muckenfuß, H.: *Neue Wege im Elektrikunterricht*, Aulis-Verlag 1992