

Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen am Beispiel der Elektrizitätslehre

Workshop im Rahmen von
SINUS an Grundschulen
am 01.04. und 02.04 2011
in Bad Münster am Stein



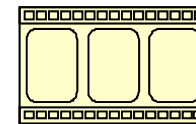
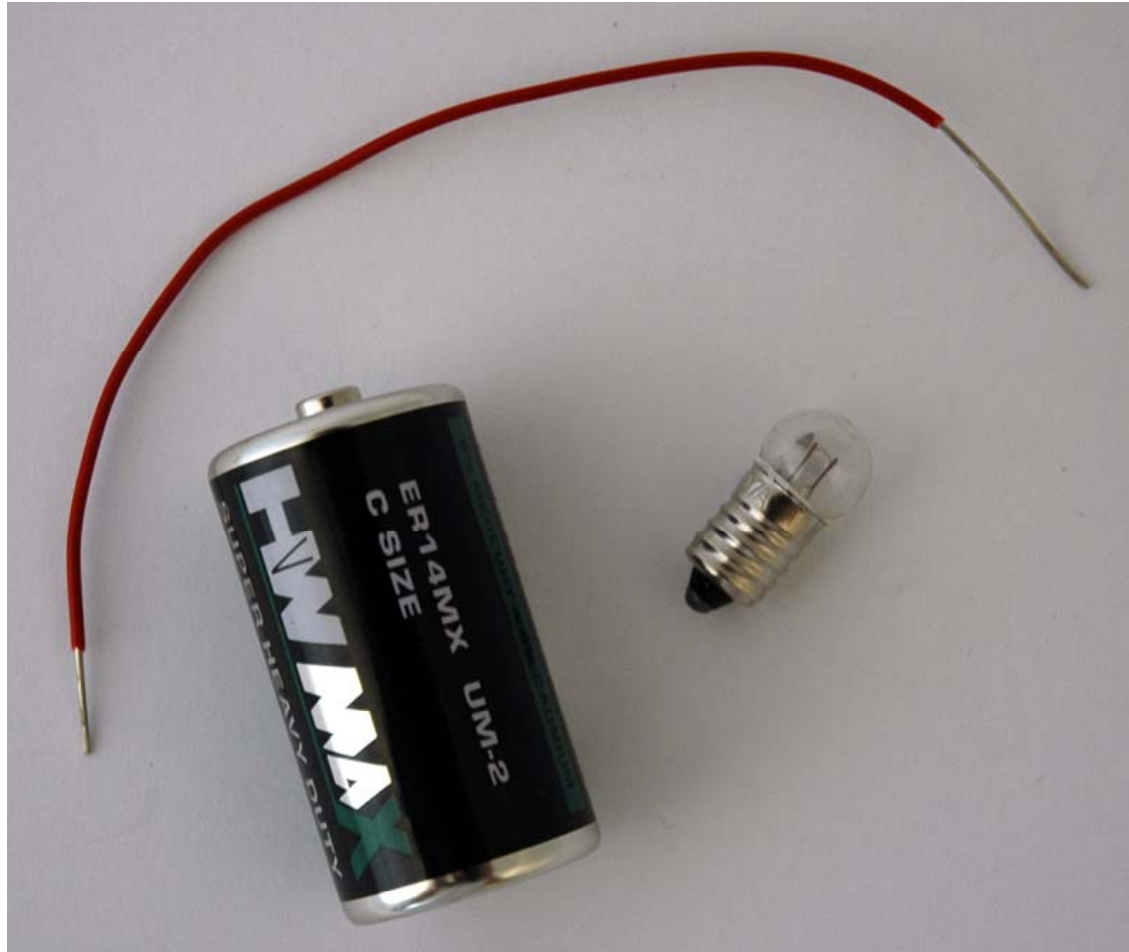
UNIVERSITÄT BAMBERG

Prof. Dr. Eva Heran-Dörr

Aufbau des Workshops

- Vorstellungen, Ankommen
- Gedankenexperiment
- Vortrag
 - Bezug des Themas zu den SINUS-Modulen
 - Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre
 - Anschlussfähiges Wissen zur Elektrizitätslehre
 - Sachinformationen
- Lernstationen zur Elektrizitätslehre
- Elektrizitätslehre im SU - Vorschläge
- Fac.: Arbeit mit Video/s
- Gesprächsrunde
- Fac.: Bau eines elektrischen Geschicklichkeitsspiels
- Abschlussevaluation

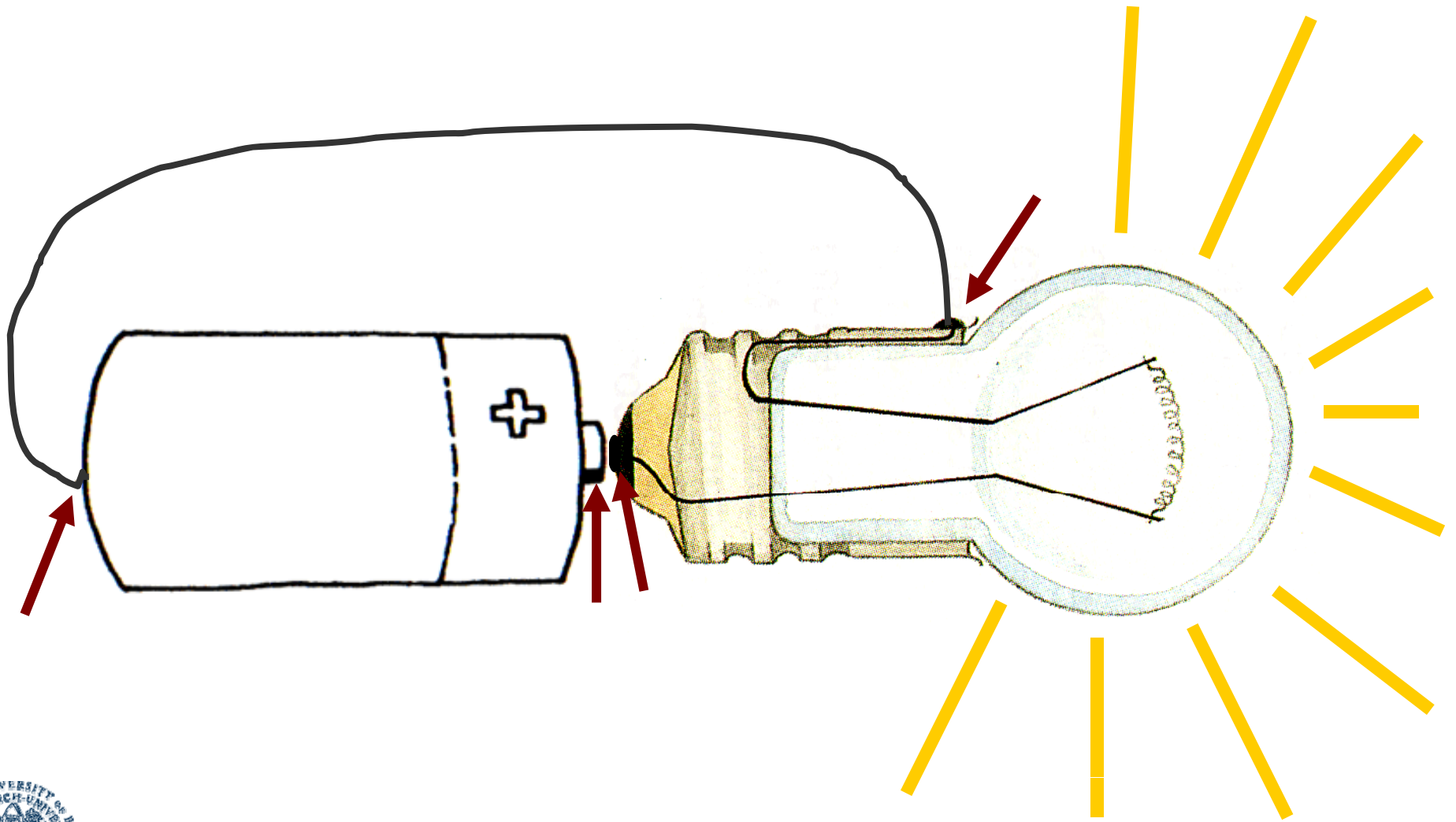




UNIVERSITÄT BAMBERG



UNIVERSITÄT BAMBERG



UNIVERSITÄT BAMBERG

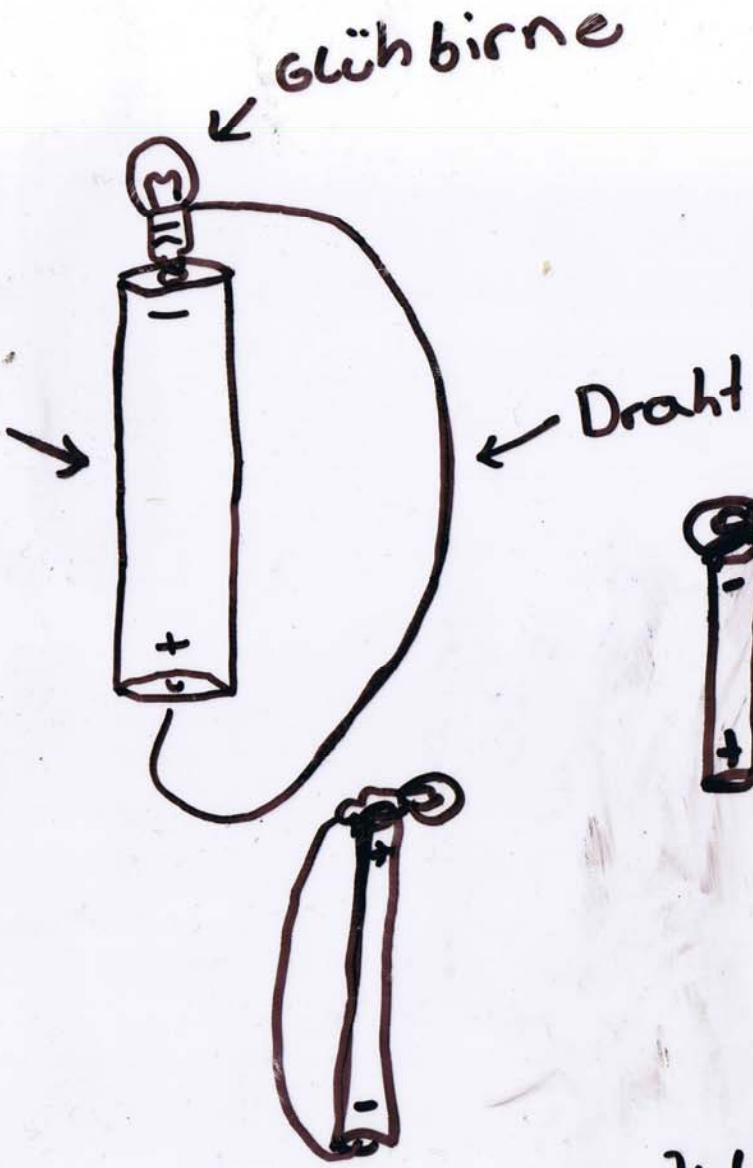
„Anschlussbedingungen“

„Ein Lämpchen leuchtet, wenn der eine Anschluss der Batterie mit einem Anschluss des Lämpchens und der andere Anschluss des Lämpchens mit dem zweiten Anschluss der Batterie verbunden sind. Der Stromkreis ist dann geschlossen.“

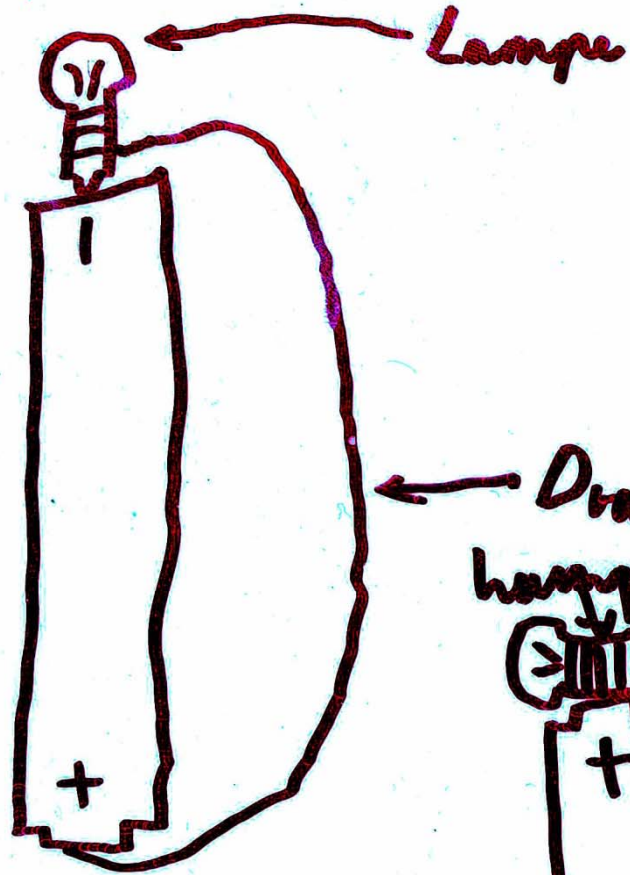
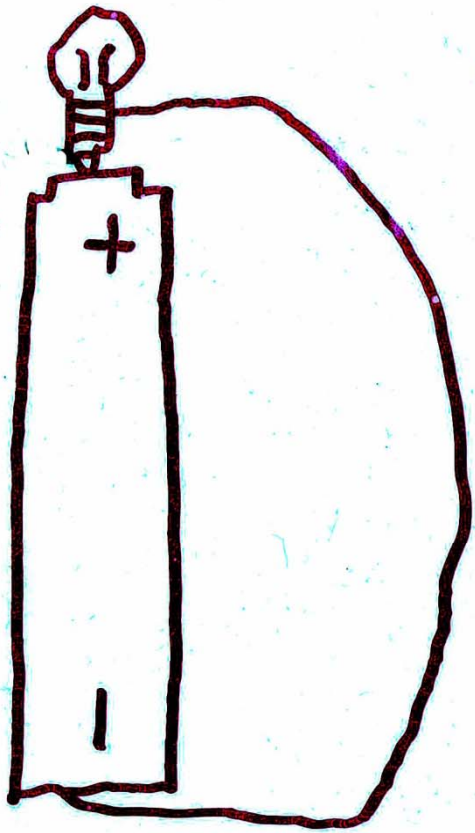




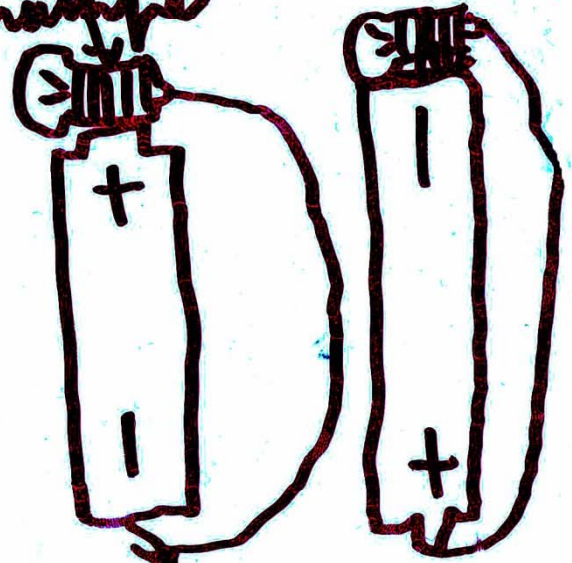
Batterie



Julius + ?



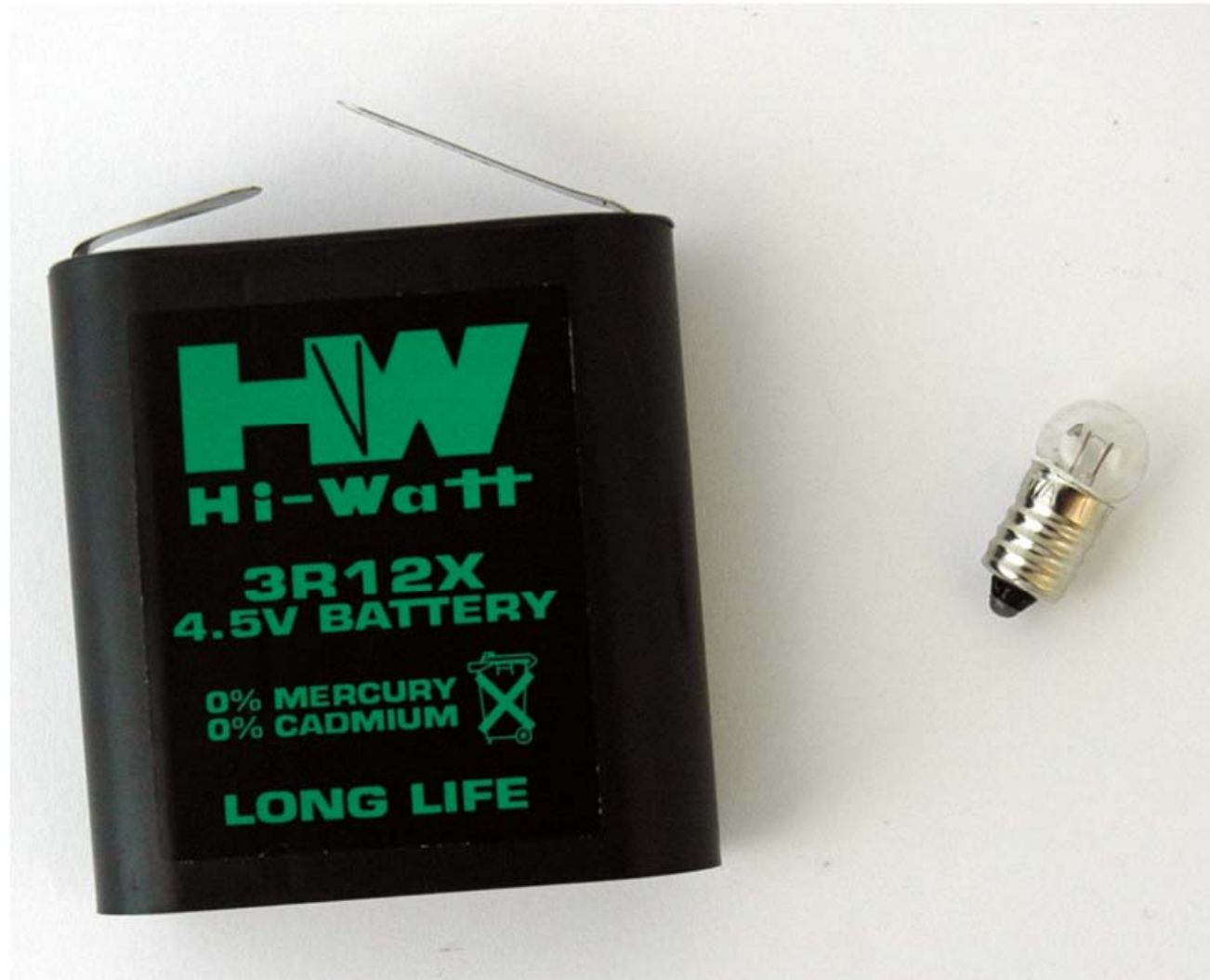
← Draht
Lampe



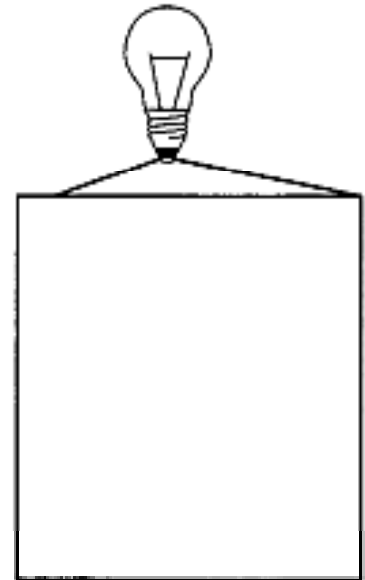
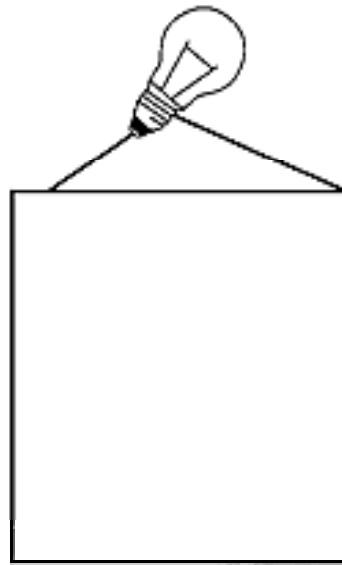
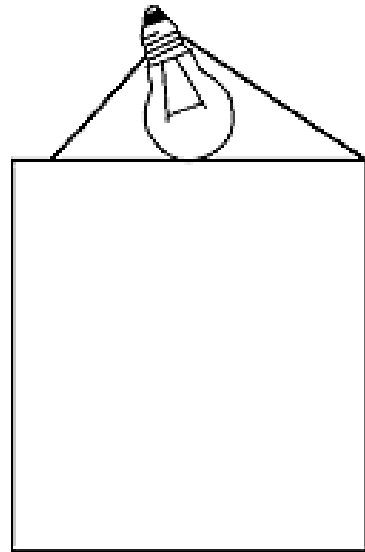
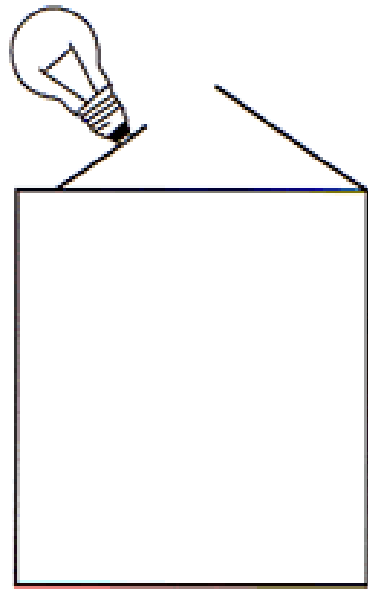
Draht

Silvio

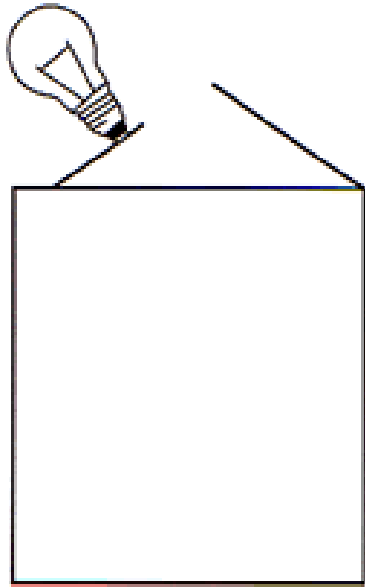
Paul



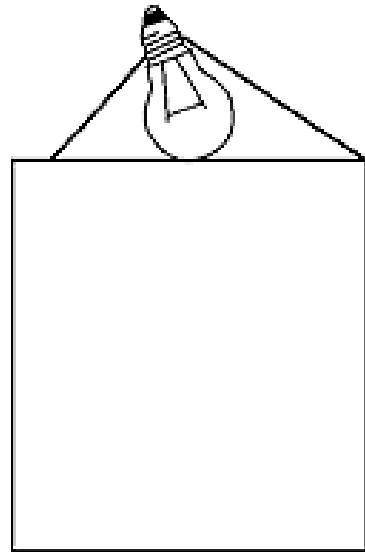
UNIVERSITÄT BAMBERG



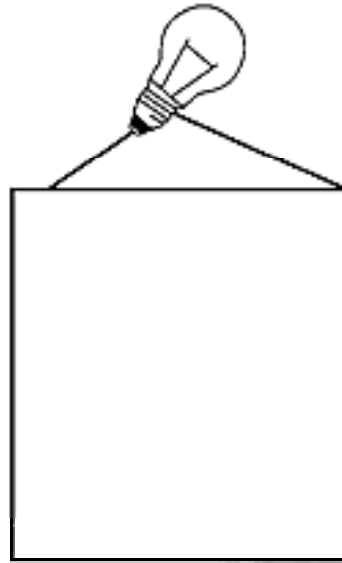
UNIVERSITÄT BAMBERG



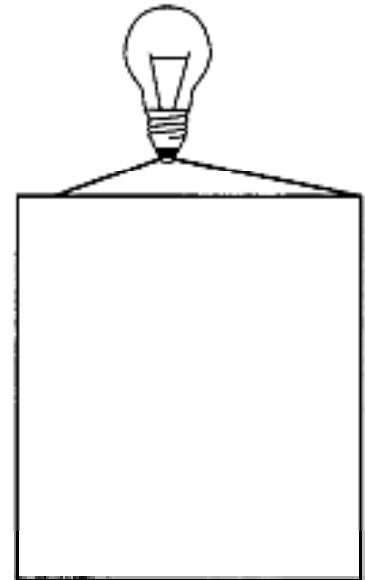
leuchtet nicht



leuchtet nicht



leuchtet



leuchtet nicht



Basismodul G2: Erforschen, Entdecken und Erklären

- Beobachten, Beschreiben und Messen
- Planen und Auswerten von Experimenten
- Aufstellen, Prüfen und Revidieren von Modellen
- Naturwissenschaftliches Diskutieren, Argumentieren und Problemlösen

Basismodul G3: Schülervorstellungen aufgreifen, Grundlegende Ideen entwickeln – „Basiskonzepte“

- Konzept der Erhaltung – „Auf der Welt geht nichts verloren“
- Konzept der Energie – „Nur mit Energie kann man etwas tun“
- Konzept der Wechselwirkung – „Dinge beeinflussen sich gegenseitig“

Basismodul G4: Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern

- Lernschwierigkeiten
- Schülervorstellungen
- „Diagnose“ der Lernvoraussetzungen
- Unterrichtsgestaltung und Gesprächsverhalten



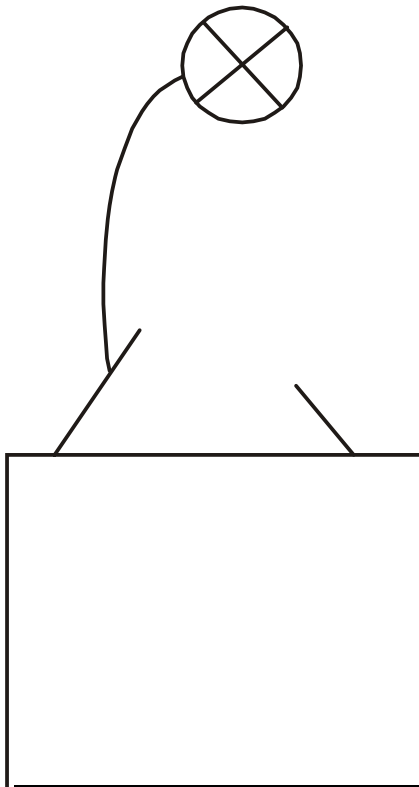
Wo ist das Problem?

Schülervorstellungen und
Lernschwierigkeiten
zur Elektrizitätslehre im Primarbereich





UNIVERSITÄT BAMBERG



„Ein-Zuführungsvorstellung“

$\frac{3}{4}$ der befragten Kinder
(ohne Unterricht)

Stork & Wiesner 1981



Warum leuchtet das Lämpchen nicht?

A: Material

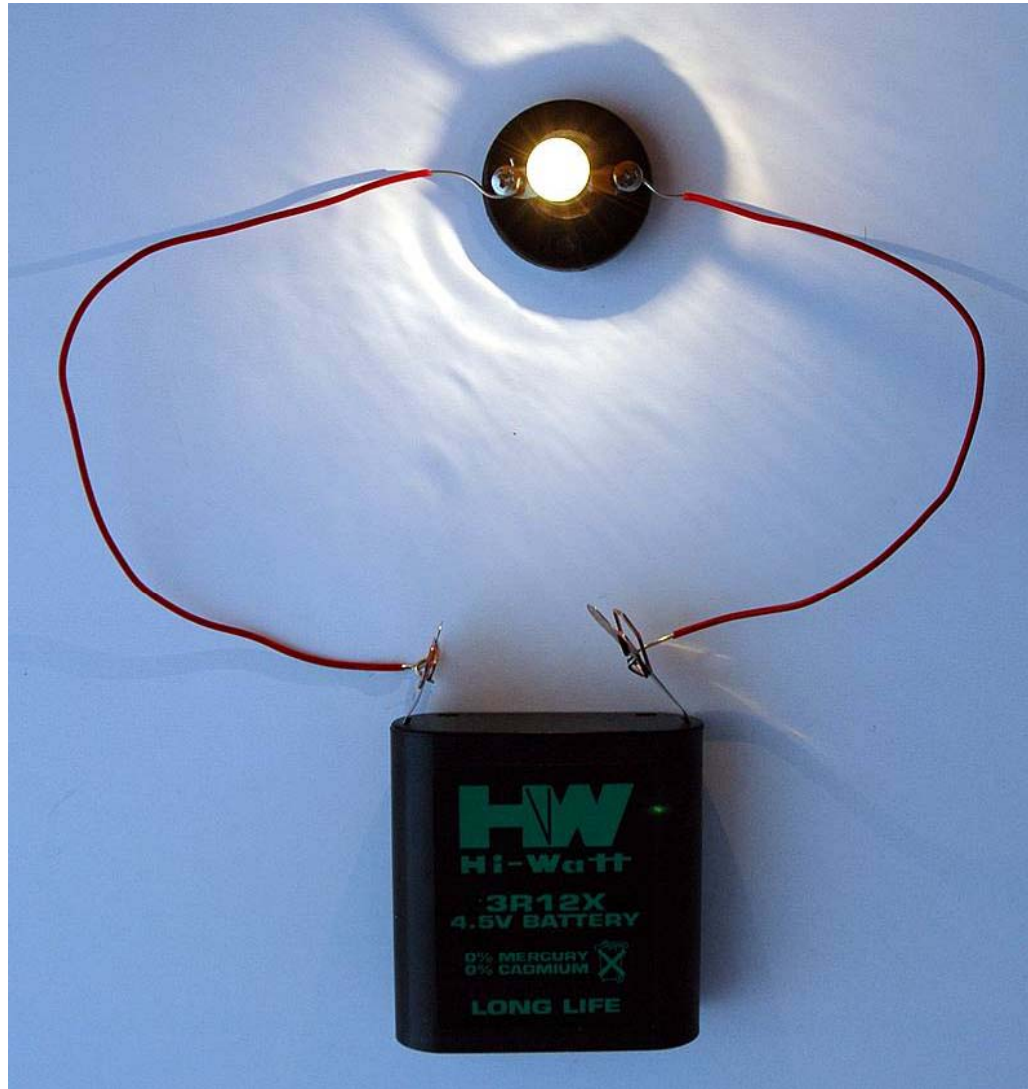
Defekte oder ungeeignete Materialien (Batterie kaputt/verbraucht, Lämpchen kaputt, Kabel verstopft, Anschlussklemmen zu dünn u.ä.)

“The battery could be dead, the bulb could be bad.”

B: Anordnung

„You don't have a current when you only have one wire. You need a complete close circle.“





UNIVERSITÄT BAMBERG

Interviewbeispiel

I: *„Wie ist es, wenn ich dieses Kabel nehme und Lämpchen und Batterie damit verbinde, wird dann das Lämpchen leuchten?“*

S: *„Wenn die Batterie Strom hat, dann leuchtet's, sonst nicht.“*

I: *„Ist eine Neue.“*

S: *„Dann schon.“*

I demonstriert, dass das Lämpchen nicht leuchtet und weist darauf hin, dass die Batterie neu und das Lämpchen in Ordnung ist.



S: *„Vielleicht funktioniert das Kabel nicht mehr richtig.“*

I: *„Funktioniert auch.“*

S: (Schweigen)

I: *„Wie stellst du dir das denn überhaupt vor? Du hast gesagt, es wird gehen...“*

S: *„Also, **in den Drähten drin ist der Strom...**“* (Pause)

„Also, wenn das Lämpchen ganz ist, dann müsste der Strom ja von der Batterie da rein (Kabel) und dann da rein (Lämpchen) und dann ...“ (Pause)

I: *„Ja, aber so leuchtet's nicht.“*

I demonstriert mit einem Kabel und dann den richtigen Anschluss.

I: *„Warum hat's denn mit dem einen Kabel nicht funktioniert?“*



S: „Weil, vielleicht ist es sozusagen nicht so kräftig und ...“

I: „Wenn wir eins (Kabel) anschließen, kommt dann was zum Lämpchen hin?“

S: „Nein.“

I: „Wenn ich das zweite (Kabel) noch anschließe, kommt dann was zum Lämpchen hin?“

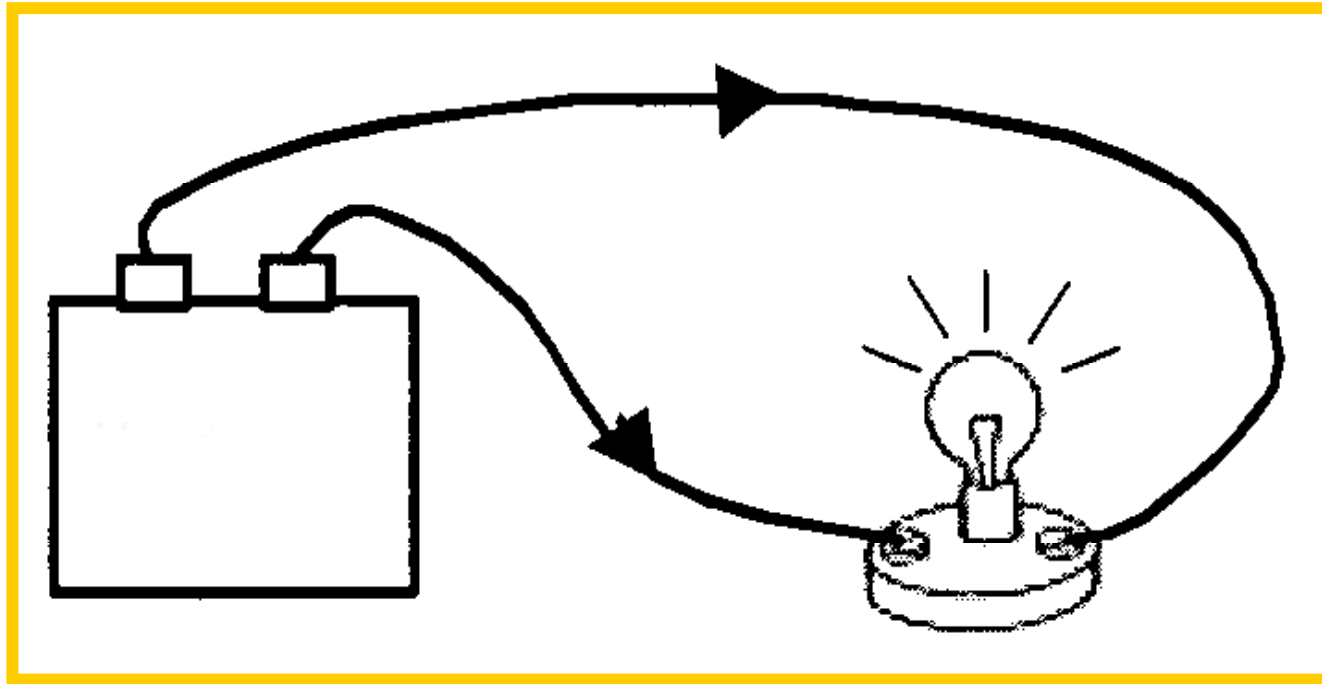
S: „Oder, da kommt nicht genug Strom durch eins. Da schafft es das Lämpchen nicht.“

I: „Also du meinst, wenn das zweite Kabel ab ist, kommt was hoch zum Lämpchen (Zustimmung von S), aber es reicht nicht?“ (Zustimmung)

I führt nochmals richtigen Anschluss vor.

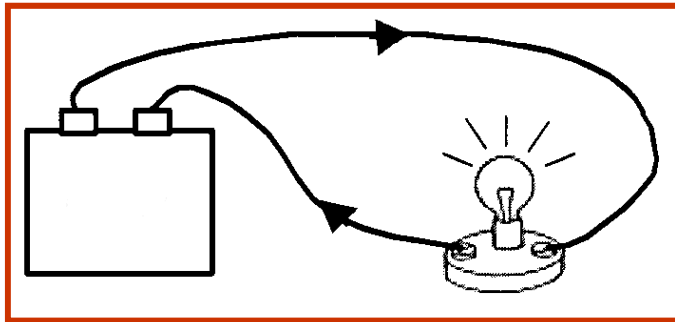
S: „Jetzt reicht es, es kommt von der zweiten Seite auch noch etwas hoch, dann reicht es!“



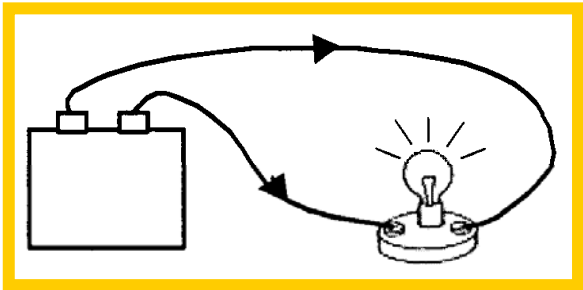


Die „Zweizuführungsvorstellung“

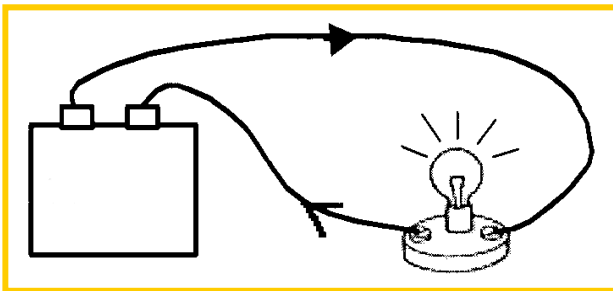




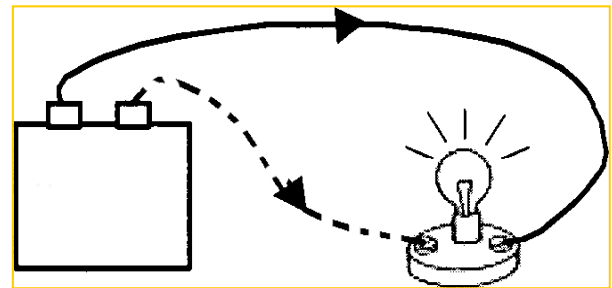
Die
Stromkreisvorstellung



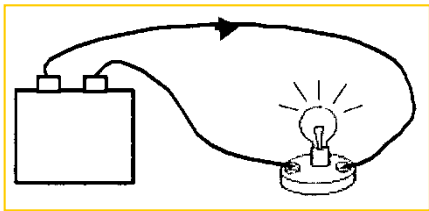
Die
„Zweizuführungsvorstellung“



Die
„Verbrauchsvorstellung“



Die
„Zweisubstanzvorstellung“



Zusammenfassung:

Lernschwierigkeiten zur Elektrizitätslehre im Primarbereich

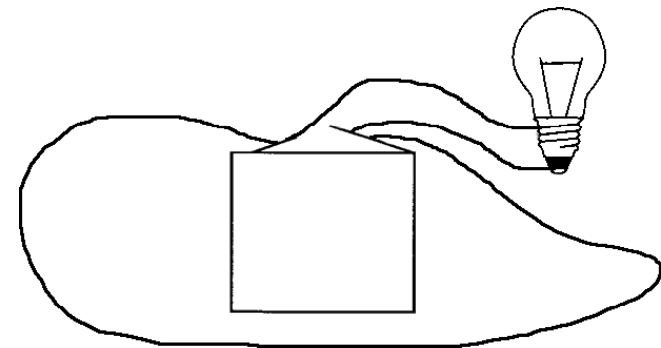
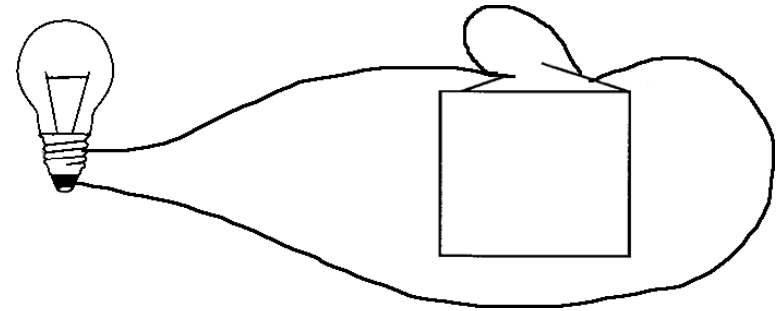
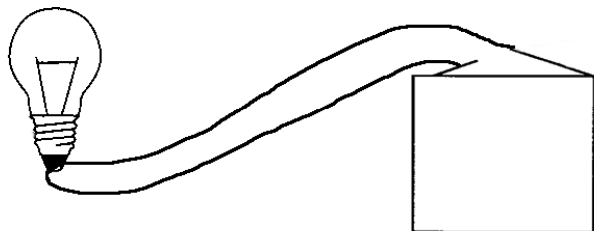
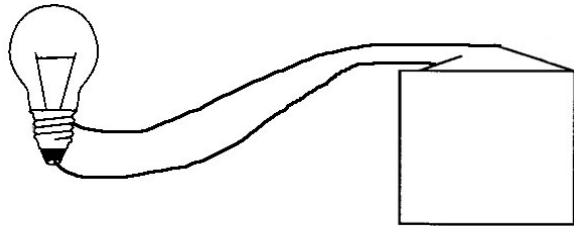
- Anschlüsse am Lämpchen (und der Batterie) unklar
- Das Wort Stromkreis wird als „Kreisanordnung“ verstanden
- „Einwegtheorie“
- „Zweizuführungsvorstellung“
- „Zweistoffzuführung“
- Strom als „Substanz“
- Verbrauchsvorstellung



Das didaktische Problem:

- „Herauslocken“ und Aufgreifen der Schülervorstellungen führt in der E-Lehre mit großer Sicherheit zur Zweizuführungsvorstellung.
- Weglassen der Diskussion über Vorstellungen ebenfalls.
- Das Mitteilen der physikalischen Sicht überzeugt nicht.
- Argumentativ gestütztes Vorstellungsangebot ist sehr anspruchsvoll.

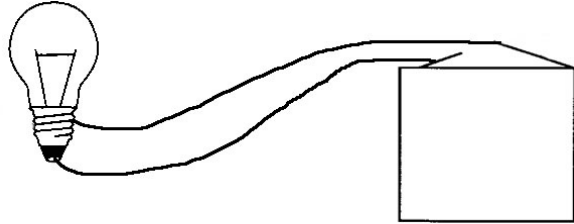




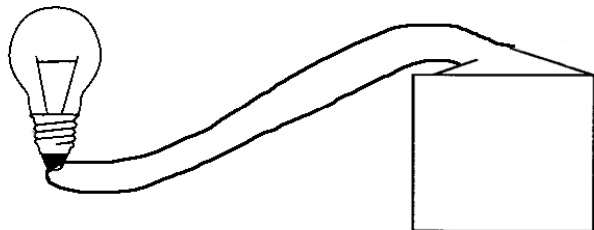
UNIVERSITÄT BAMBERG



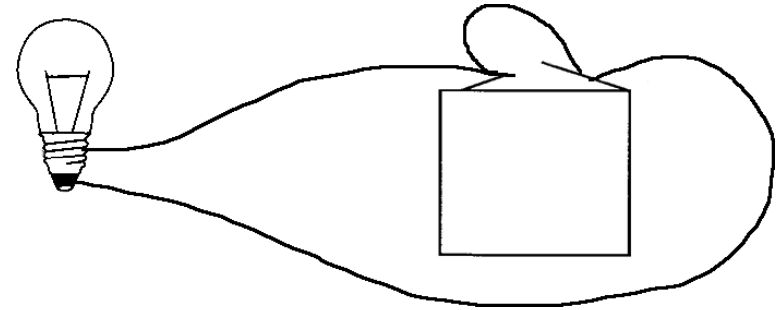
leuchtet nicht



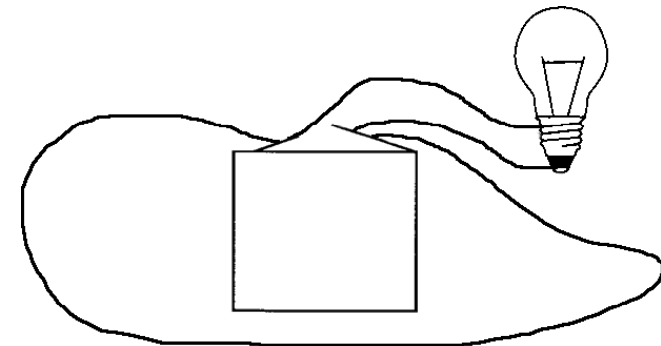
leuchtet



leuchtet nicht



leuchtet nicht

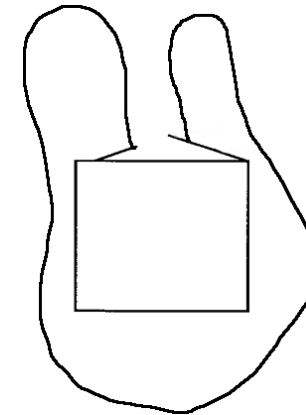
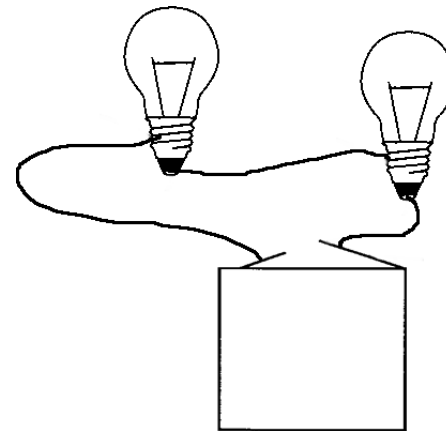
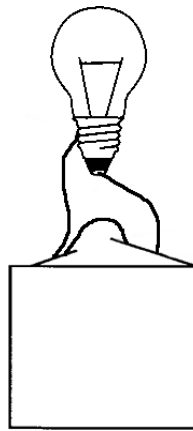
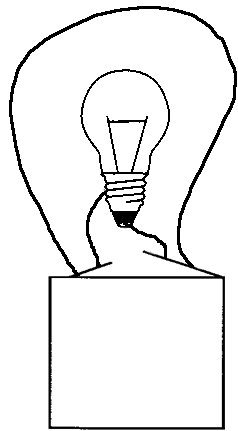


leuchtet nicht



Kurzschluss

Bei welcher/n Schaltung/en gibt es einen Kurzschluss?
Kreuzen Sie an.



„Kurzschluss“

*Elektrizität (Ladungen) fließt (fließen),
wenn ein Anschluss der Batterie mit dem
anderen Anschluss der Batterie
verbunden ist.*



E-Lehre im SU – Ausgangssituation

- Elektrizitätslehre als ‚typischer‘
Unterrichtsinhalt im nat. SU (Drechsler & Gerlach
2001)
- Der einfache Stromkreis bei
Primarstufenlehrkräften
 - Webb 1992: Stromkreisvorstellung: ‚Zweizuführungsvorstellung‘
 - Daehler & Shinohara 2001: Kurzschluss ist unklar
- Relevanz des Inhalts Elektrizitätslehre
(⇒ GDSU 2002: naturwissenschaftlich und technische Perspektive)



E-Lehre als „typischer“ Inhaltsbereich im SU

<i>Teilbereiche</i>	<i>Umfassende Beispiele aus den Lehrwerken</i>
Thermometer	Temperaturen ablesen, Thermometer herstellen
Elektrizität/Stromkreis	Herstellen von Stromkreisen, leitende/nichtleitende Stoffe, Elektrischer Strom im Haushalt, Stromverbrauch, Elektromagnet, Spiele
Magnetismus	verschiedene Magnete, Stärke der Magnete, Kompass, Spiele, magnetische/nichtmagnetische Gegenstände
Licht/Schatten	natürliche und künstliche Lichtquellen, Spiegeln von Körpern, hell und dunkel, Spiele
Wippe/Waage	Gewichte von Gegenständen bestimmen, verschiedene Waagen, Wippe bauen, Gleichgewicht
Luft	Eigenschaften von Luft, Luft im Alltagsleben, Spiele
Wasser	Aggregatzustände, Wasserkreislauf, Wasserverbrauch, Wasserreinigung, Schwimmen – Schweben – Sinken
Wärme	Wärmeleitfähigkeit von Stoffen
andere Inhalte	Rauminhalt von Körpern, Akustik: hohe und tiefe Töne, Klärwerk, Wasserwerk, Stromerzeugung, Heizung

Nach Blaseio 2004
In: Kircher 2007



Anschlussfähigkeit nach „unten“ und „oben“

- Elementarbereich: Bau einfacher Stromkreise
- Sekundarstufe : E-Lehre in den Bildungsstandards und Lehrplänen

Kompetenzbereiche im Fach Physik	
Fachwissen	Physikalische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und Basiskonzepten zuordnen
Erkenntnisgewinnung	Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen
Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertung	Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten



Anschlussfähigkeit nach „oben“:
Basiskonzepte im Primar- und Sekundarbereich
im Vergleich

Primarbereich

- 1) Wechselwirkung
- 2) Erhaltung
- 3) Energie

Sekundarbereich

- 1) Wechselwirkung
- 2) Materie
- 3) System
- 4) Energie



Basiskonzepte und der Inhalt Elektrizitätslehre in den Bildungsstandards Physik

Basiskonzepte

- 1) Wechselwirkung
- 2) Materie
- 3) Systems
- 4) Energie

Beispiele zum Inhalt Elektrizitätslehre

ad 1) Kräfte zwischen
Ladungen

ad 2) -

ad 3) Elektrischer Stromkreis

ad 4) Wind- und

Sonnenenergie, Kernenergie,
Generator, Motor,
Transformator





technische und naturwissenschaftliche Perspektive
⇒ **Elektrizität in einer von Technik geprägten Umwelt**

- Bau und Erprobung einfacher Stromkreise und einfacher technische Anwendungen
- Entwicklung der Stromkreisvorstellung (als Modellvorstellung): Kenntnis der Anschlussbedingungen, Konstanz der Stromstärke, Änderung der Flussrichtung beim Umpolen
- Kenntnis einfacher Analogien
- Verantwortungsbewusster Umgang mit Energieressourcen

Anschlussfähiges Wissen

- Schülerbezogene Anschlussfähigkeit
 - Was sind/wären anschlussfähige Wissensbestandteile?
 - Was können Grundschulkinder in Bezug auf den Inhalt lernen? (erreichbare Kompetenzstufen/erreichbares Kompetenzniveau)
 - ➔ Berücksichtigung der Schülervorstellungen und des Lernpotentials
- Normative Überlegungen und Bildungsbedeutsamkeit des Inhaltes
 - Anschluss „nach unten“ (Elementarbereich)
 - Anschluss „nach oben“ (Sekundarbereich)
 - ➔ Berücksichtigung der Sachstruktur



(Fließende) Elektrizität

-

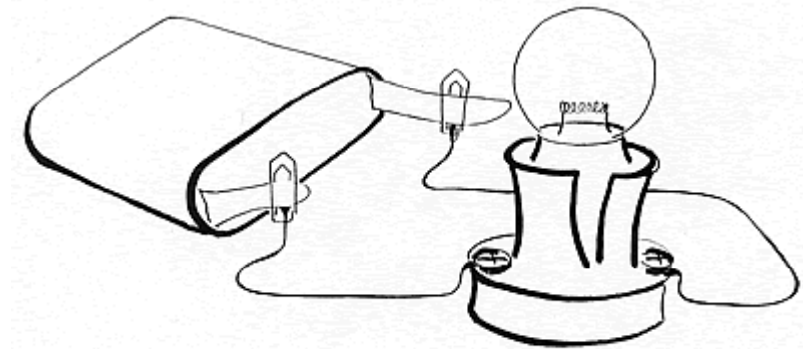
Ein Überblick



UNIVERSITÄT BAMBERG

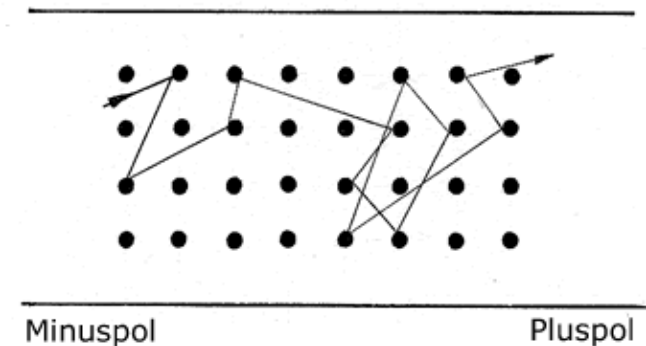
‚Grunderfahrung‘: Verbinden eines Lämpchens/Motors mit einer Batterie

⇒ Vorgang im
Gerät: Leuchten,
Drehen



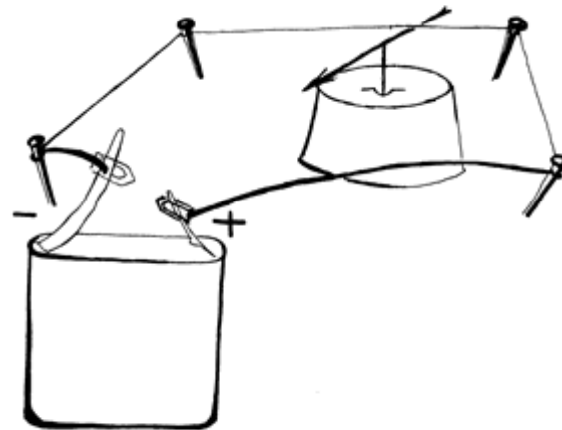
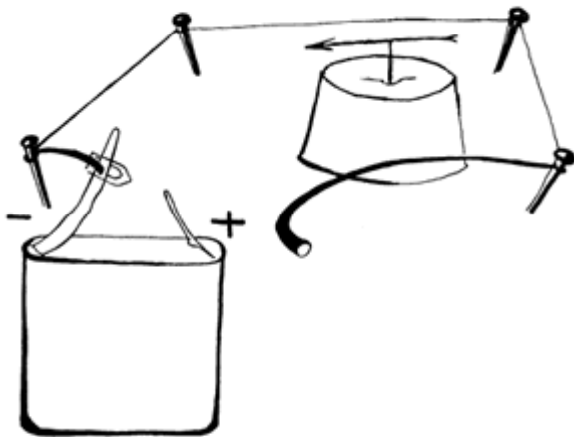
Wirkungen des elektrischen Stromes

- a) Wärmewirkung (\Rightarrow Licht): Die Elektrizitätsteilchen (Elektronen) driften nach Anschluss des Drahtes an die Batterie durch den Draht und stoßen dabei gegen die Drahtteilchen. Diese bewegen sich durch die Stöße heftiger \Rightarrow Heftigere Teilchenbewegung = höhere Temperatur



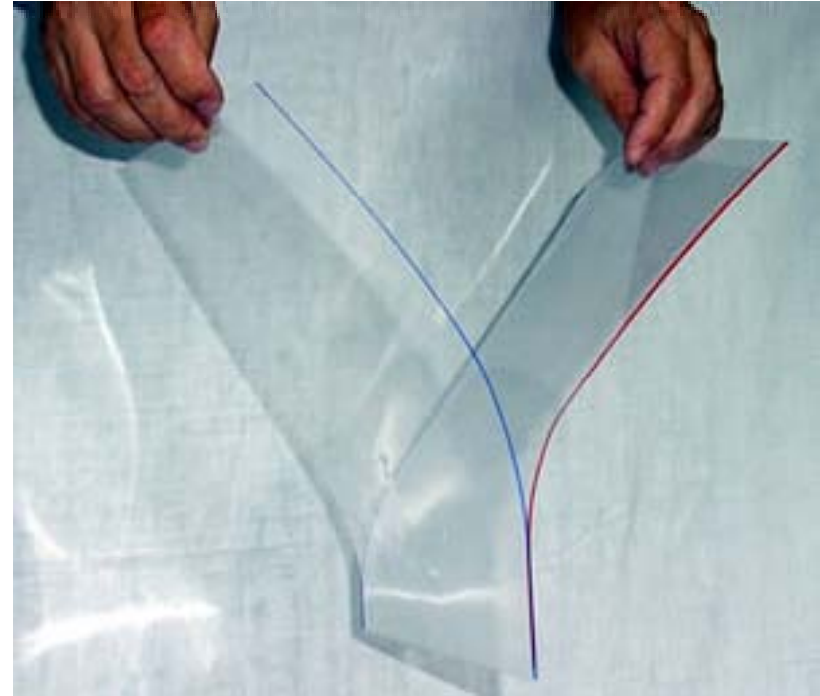
Wirkungen des elektrischen Stromes

b) Magnetische Wirkung (\Rightarrow Bewegung):
fließende Elektrizität ist immer mit einer
magnetischen Wirkung verknüpft (z.B.
Ablenkung einer Magnetrnadel)



Elektrische Ladungen

Je nachdem wie sie gerieben werden ziehen sich Folien an oder stoßen sich ab.



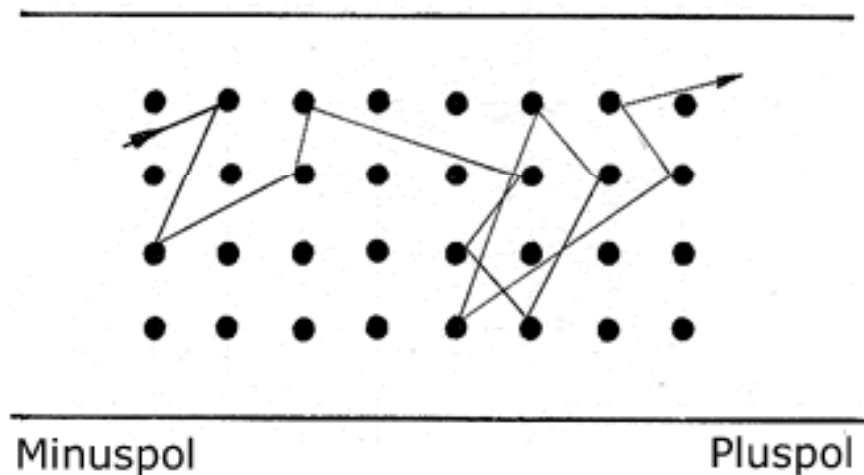
Elektrische Ladungen

- Teilchen sind entweder
 - Positiv geladen (Atomkerne)
 - Negativ geladen (Elektronen) oder
 - Neutral
- Anziehung: positiv – negativ
- Abstoßung: Positiv – positiv, negativ – negativ
- Keine Beeinflussung: neutral – neutral, positiv, negativ

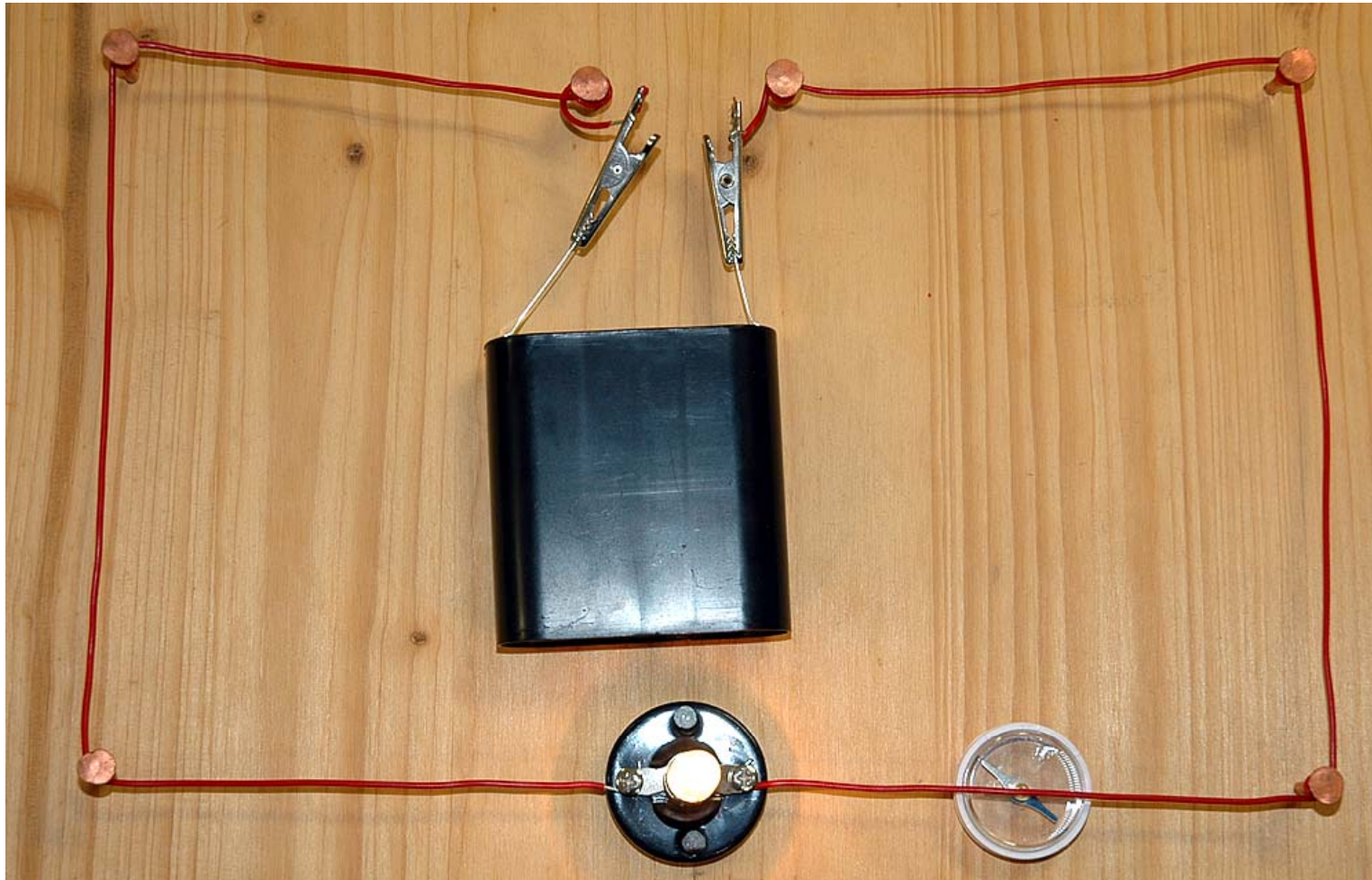


Antrieb der Elektronen durch eine Batterie

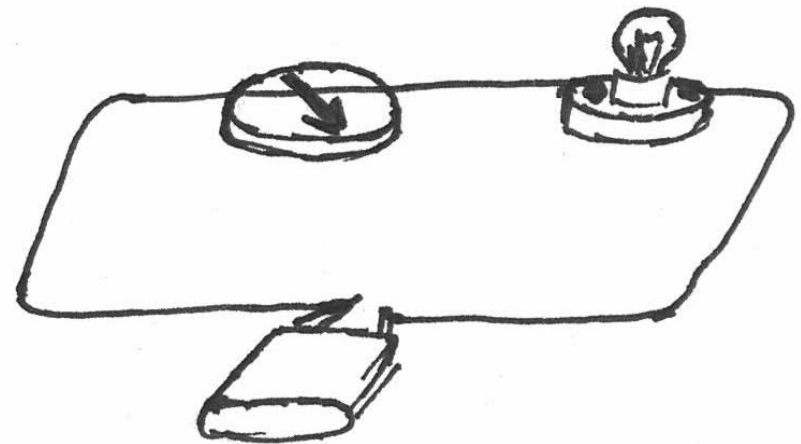
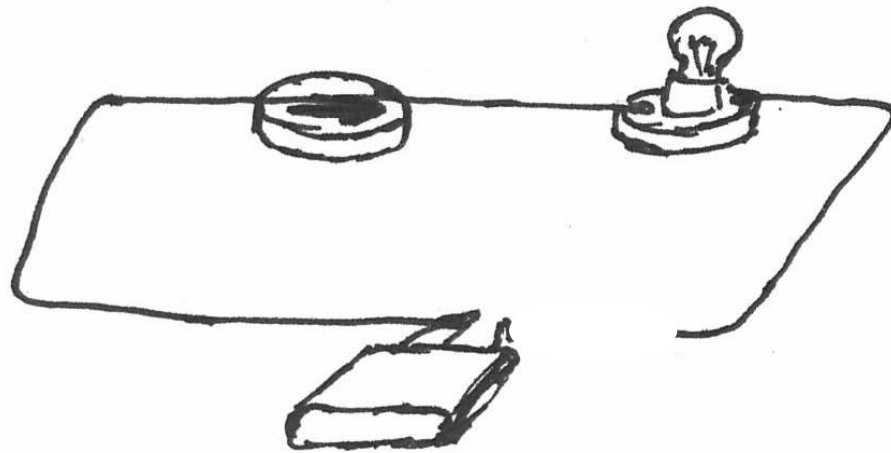
Ein Pol der Batterie ist positiv, der andere negativ geladen: die Elektronen im Draht werden vom positiven Pol angezogen, vom negativen abgestoßen \Rightarrow Elektronen werden durch den Draht getrieben



Der einfache Stromkreis

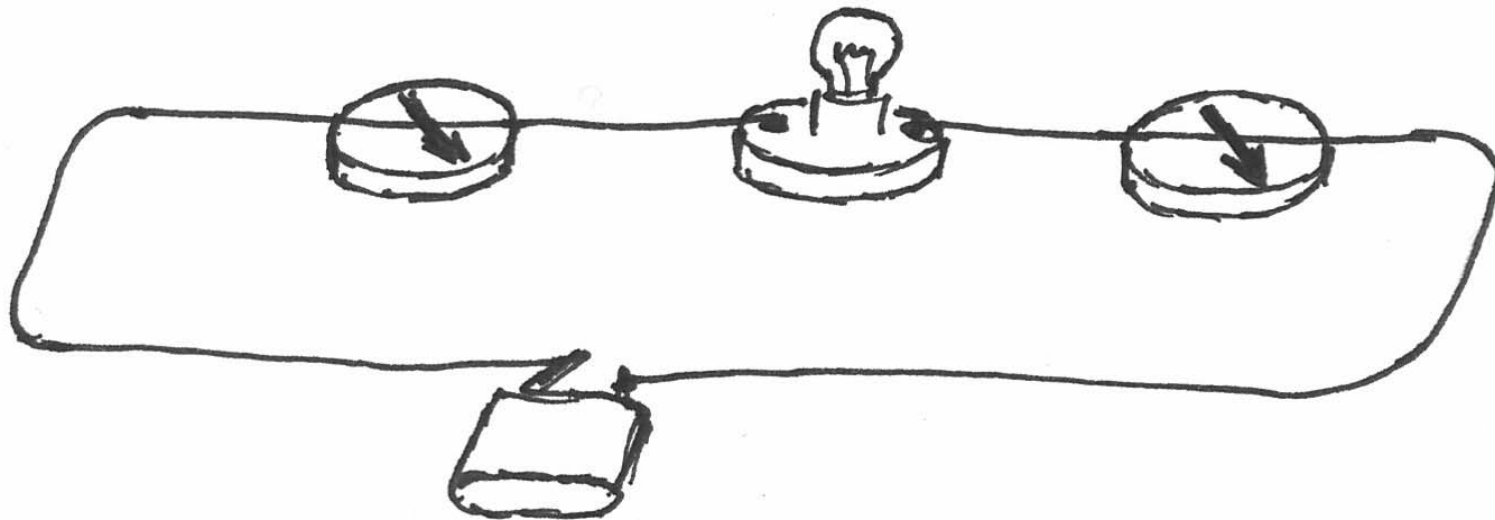


Phänomen 1: magnetische Wirkung auf eine Kompassnadel



Phänomen 2:

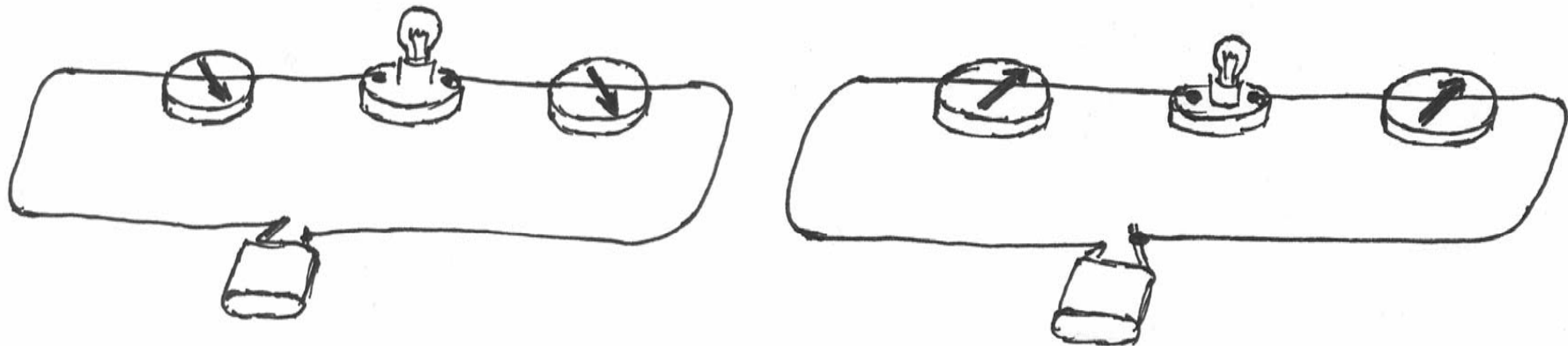
Die magnetischen Wirkungen vor und hinter dem Lämpchen sind völlig identisch (Richtung der Ablenkung und Größe der Ablenkung)



Phänomen 3:

Vertauschen der Batterie-Anschlüsse
=> Richtung der Ablenkung ändert
sich, d.h. die Batterie-Anschlüsse
sind nicht gleichwertig.

Aber: Die Größe der Ablenkung bleibt
ungeändert

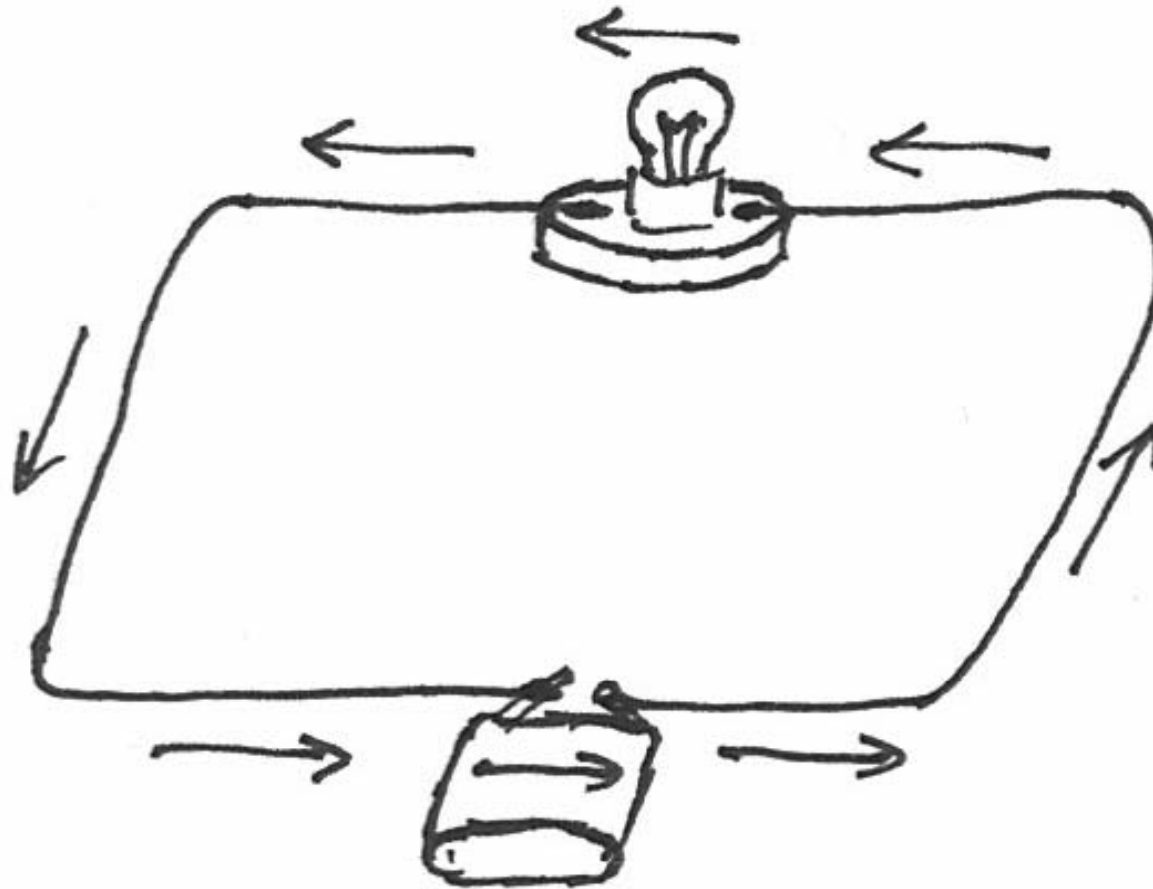


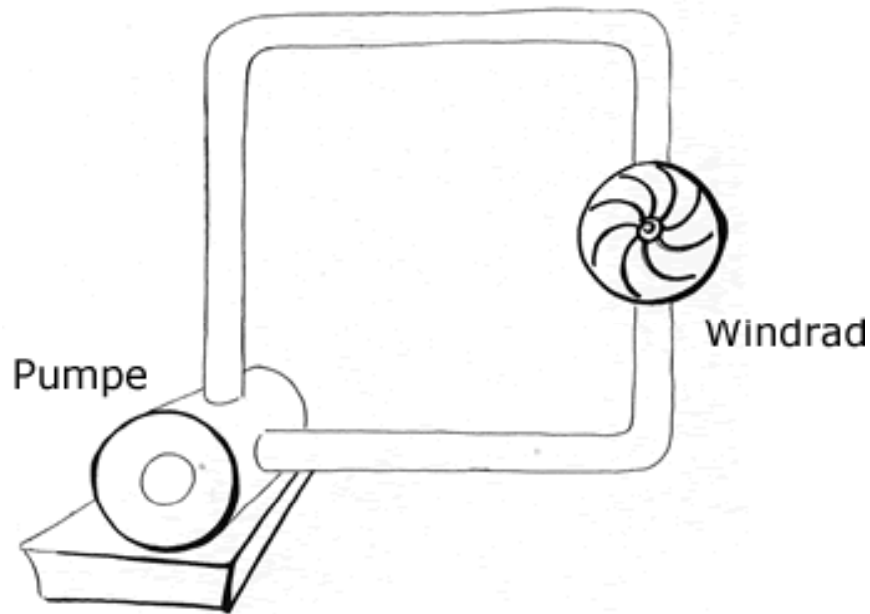
Diese Erfahrungen legen die folgende
Stromkreis-Vorstellung nahe:

Die Elektrizität fließt von einem Anschluss der Batterie durch das Verbindungskabel zum Lämpchen, durch das Lämpchen hindurch und durch das zweite Verbindungskabel zur Batterie zurück. Es fließt überall die gleiche Elektrizitätsmenge.

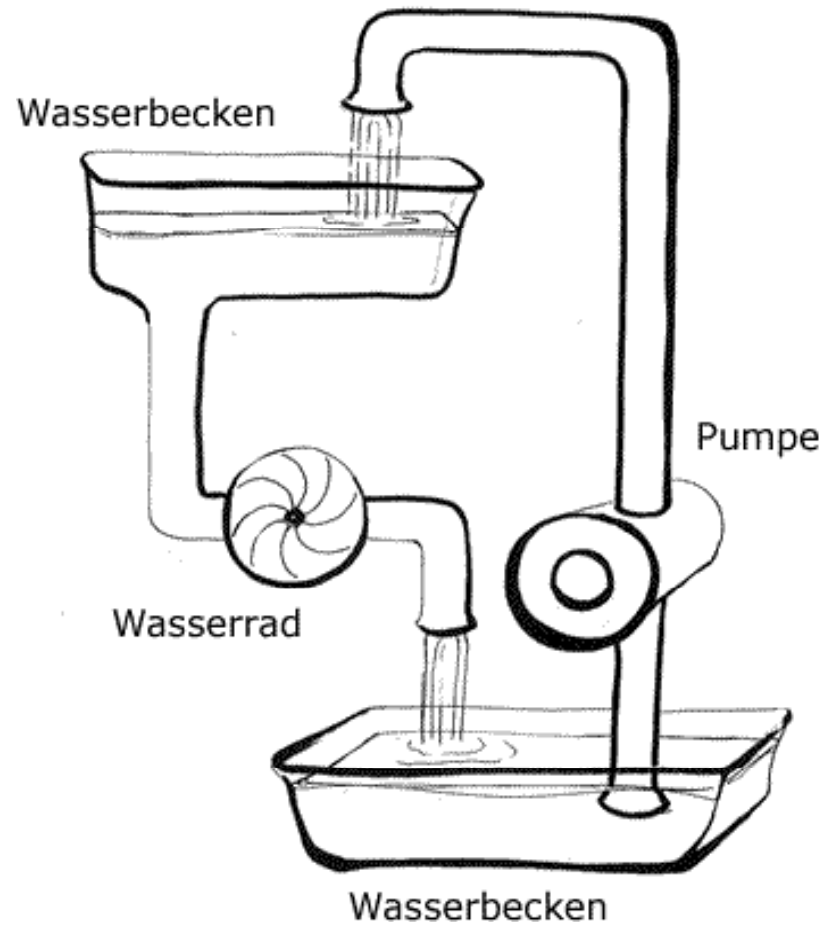


Stromkreis-Vorstellung



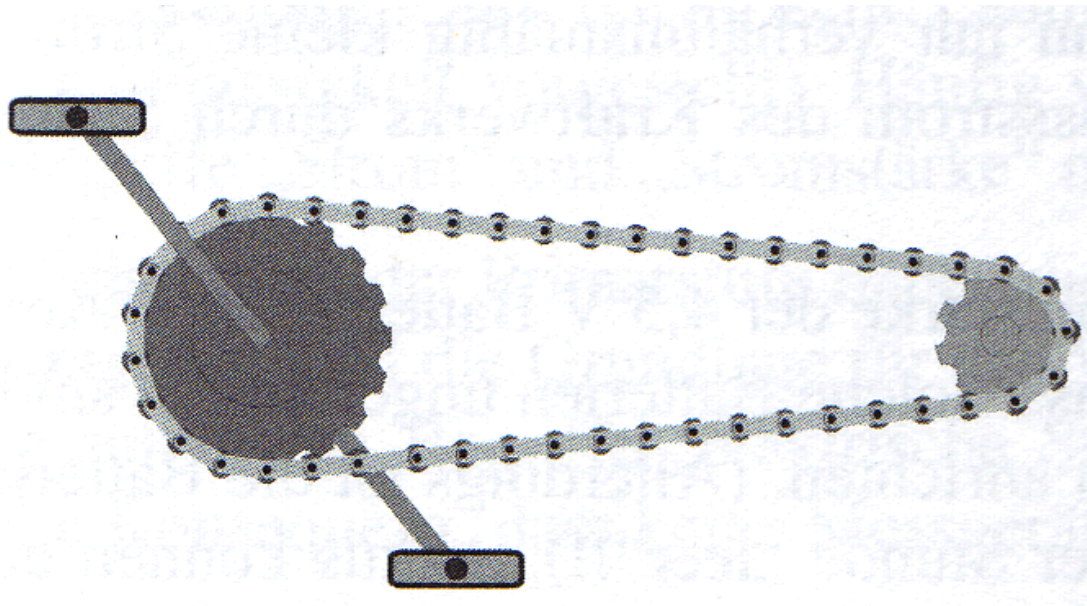


Gas-Analogie



Wasser-Analogie

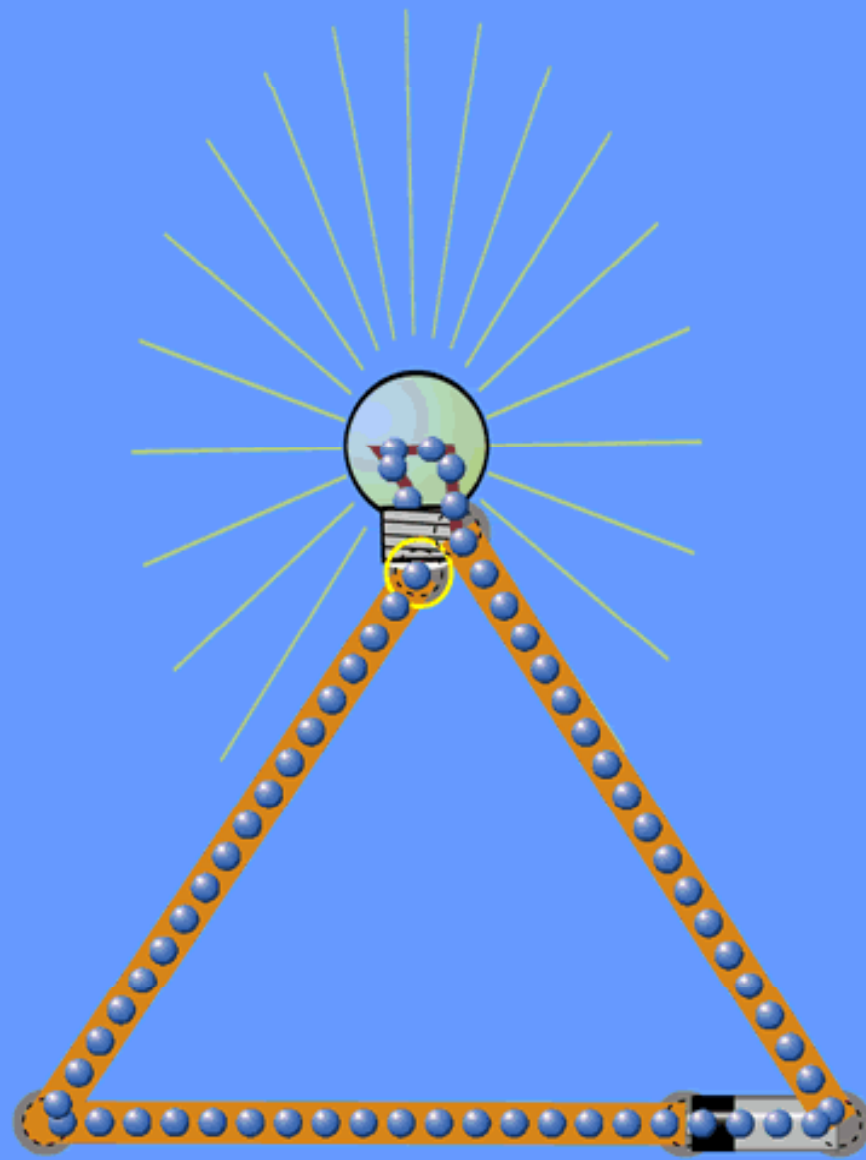




Vergleich mit einer Fahrradkette

(aus: Kircher u.a 2004)





-  Wire
-  Resistor
-  Battery
-  Light Bulb
-  Switch



Circuit

Save Load

Reset

Visual

Lifelike

Schematic

Show Values Hide Values

Tools

Voltmeter 

Ammeter(s) 

Non-Contact Ammeter 

Size

Large

Medium

Small

Advanced

Show >>

Help!



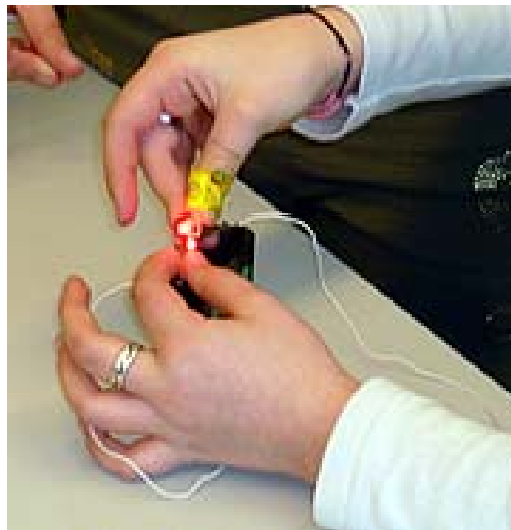
Lernschwierigkeiten - Lernziele

- Ein Anschluss „reicht“.
- Elektrizität kommt von zwei Seiten zum Lämpchen, dann ‚reicht es‘.
- Elektrizität wird verbraucht.
- Die Batterie ‚hat‘ Strom.

- Bedeutung und Wirkungen fließender Elektrizität kennen lernen.
- Einfache Stromkreise aufbauen.
- Anschlussbedingungen formulieren und anwenden können.
- „Kür“: adäquate Stromkreisvorstellung erwerben.



- Alltagserfahrungen zur Sprache bringen - Bedeutung von Elektrizität formulieren lassen
- Erfahrungen mit Batterie, Lämpchen, Elektromotor, Kabel und Werkzeug machen lassen ⇒ Kompetenzerfahrungen ermöglichen



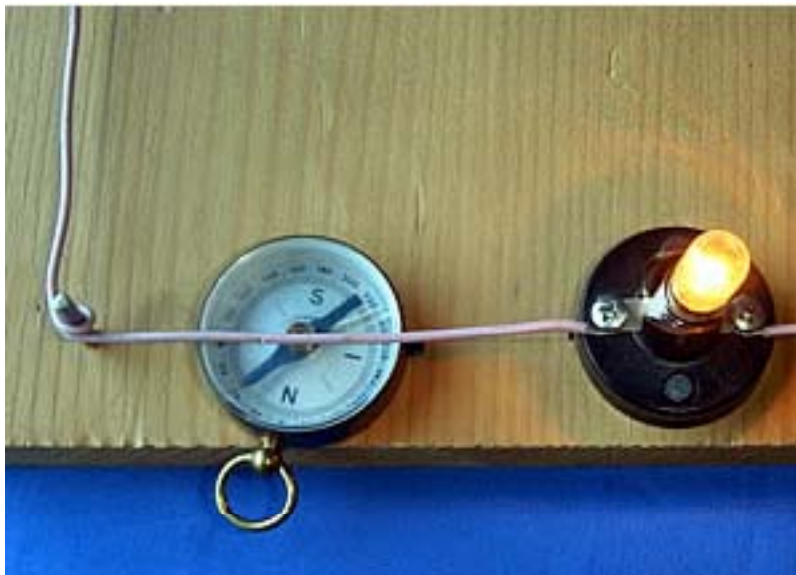
Verschiedene Wirkungen von Elektrizität thematisieren:

- Wärme \Rightarrow Licht

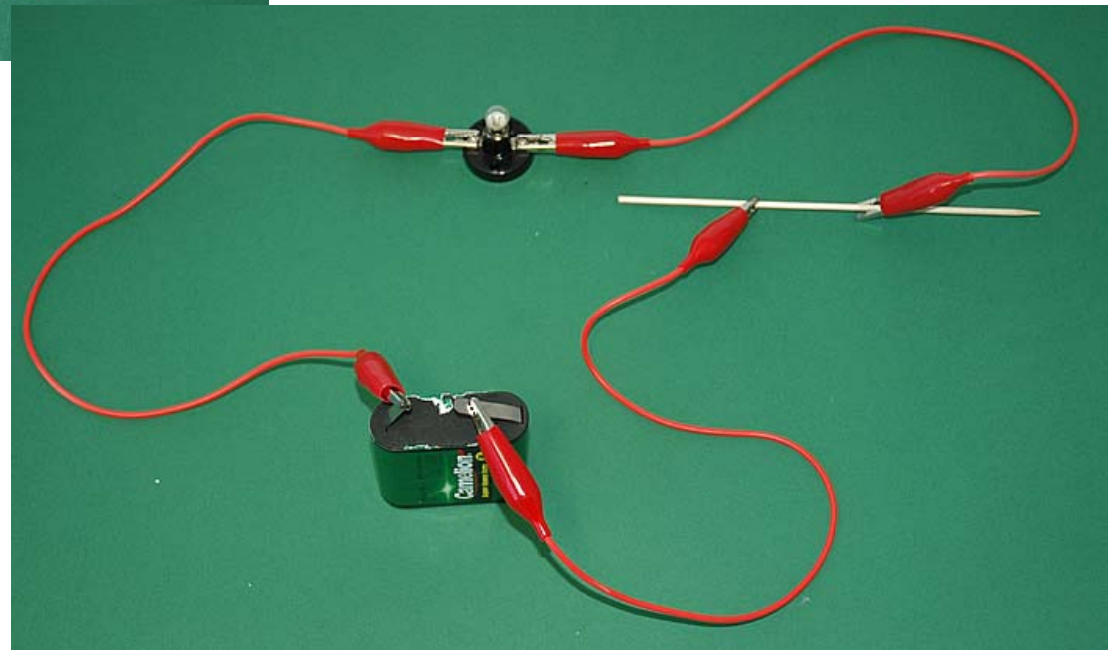
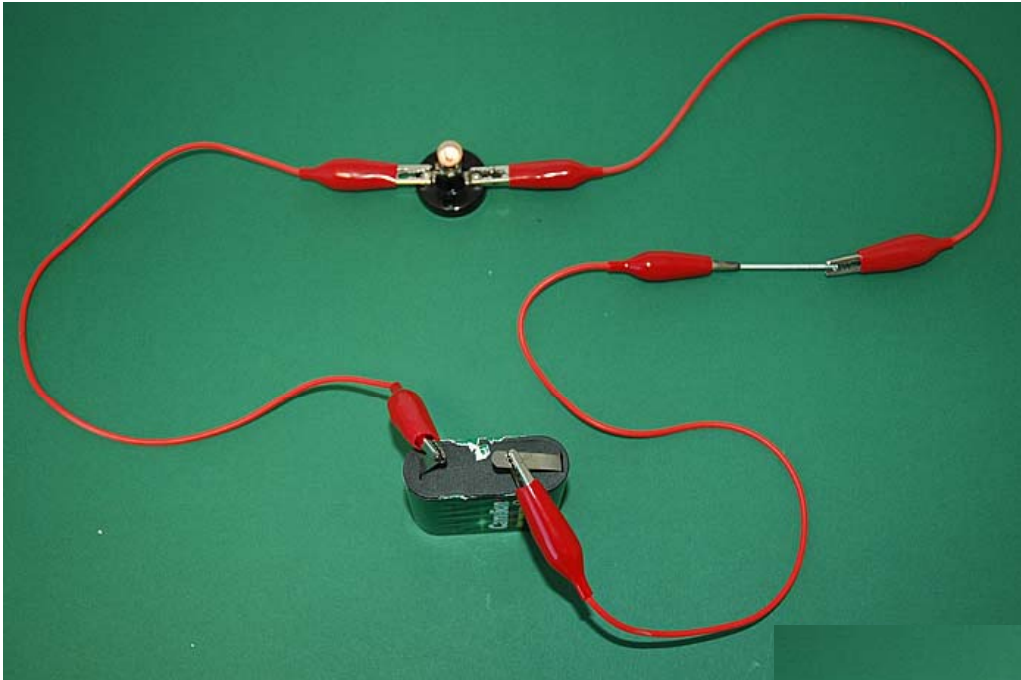


Verschiedene Wirkungen von Elektrizität thematisieren:

- Magnetische Wirkung \Rightarrow Bewegung



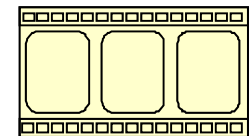
- Gute Leiter – Schlechte Leiter





UNIVERSITÄT BAMBERG

- Anwendungsmöglichkeiten (z.B. der heiße Draht) bauen, erproben ⇒ Übertragungsmöglichkeiten anbieten



- Gefahren fließender Elektrizität
- Stromerzeugung
- Strom sparen
- ...



Aktuelle Vorschläge zur Einführung der Stromkreisvorstellung

- Modellvorstellung: Stromkreis als Elektronenstrom (Kircher 1975 \Rightarrow Grygier u.a. 2004)
- Einsatz von Analogien (Haider 2006)
- logische Argumentation mit Hilfe der magnetischen Wirkung (vgl. Wiesner 1995; Wiesner & Heran-Dörr in SUPRA, Heran-Dörr & Wiesner 2010)



Logische Argumentation zum Aufbau der Stromkreisvorstellung mit Einsicht in die Konstanz der Stromstärke

Ziele und ‚Etappen‘

1. Elektrizität fließt in einem geschlossenen Kreis in eine Richtung.
2. Diese Richtung kann sich ändern.
3. Das Lämpchen verbraucht keine Elektrizität



„Argumentationshilfe“

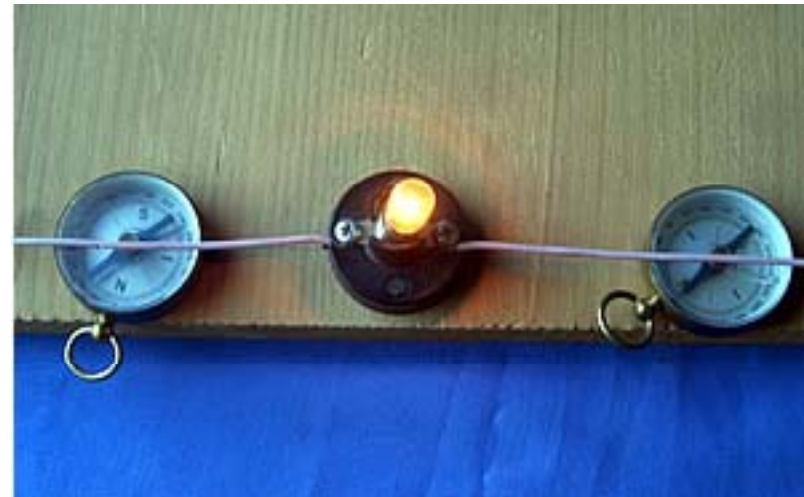
Fließende Elektrizität hat eine magnetische Wirkung: Eine Kompassnadel schlägt aus, wenn sie in einem geschlossenen Stromkreis nahe des Kabels steht.



1. Elektrizität fließt in einem geschlossenen Kreis in eine Richtung

„Argument“

Die Kompassnadeln vor und nach dem Lämpchen schlagen **in die gleiche Richtung** aus.



2. Diese Richtung kann sich ändern

„Argumente“

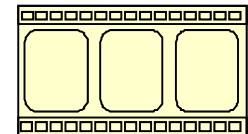
- Die Kompassnadeln schlagen in die andere Richtung aus.
- Ein Motor dreht sich andersherum.



3. Ziel: Das Lämpchen verbraucht keine Elektrizität

„Argument“

Die Kompassnadeln schlagen vor und nach dem Lämpchen **gleich weit** aus. Das zeigt sich auch, wenn man eine Batterie mit einer anderen Spannung wählt.



Schülervorstellungen...

- ...basieren auf Alltagserfahrungen und damit in Verbindung stehenden Formulierungen und/oder Sichtweisen („Das Spiegelbild ist im Spiegel.“ „Die Batterie ist leer.“)
- ... können implizit vs. explizit vorliegen \Rightarrow bewusst vs. unbewusst sein
- ... können auf verschiedenen Ebenen repräsentiert sein (visuell, sprachlich, modellhaft, u.a.)
- ...können in den Unterricht mitgebracht werden und/oder im Unterricht entstehen
- ... können intraindividuell facettenreich sein



Schülervorstellungen...

- ... können als interindividuelle ‚Muster‘ (⇒ ‚typische SV‘) erkennbar sein/werden
- ...werden z.B. als inhaltsspezifische ‚Fehlvorstellungen‘ oder ‚Präkonzepte‘ empirisch erfasst
- ... können als verschiedene – aus fachlicher Sicht einander widersprechende Vorstellungen – im Individuum ‚nebeneinander‘ existieren
- ...sind teilweise schwer zu ‚erschüttern‘ und zeigen sich damit als ‚stabile Überzeugungen‘
- ... bieten aber auch anknüpfungsfähige und weiterführende ‚Bestandteile‘.



- **kognitiv stimulierende** Erfahrungen ermöglichen:
Bereitstellung von anregenden
Handlungsmöglichkeiten
- **anknüpfen**: Erfahrungen und ‚Vorstellungen‘
verbalisieren lassen
- **konfrontieren**: auf ‚falsche‘ Vorstellungen hinweisen
- **‚umgehen‘**: vor ‚Entstehung‘ gute Argumente für die
‚richtige‘ Sichtweise anbieten
- strukturieren, diskutieren, auf Widersprüche
hinweisen,... → **eine Kultur des Diskurses pflegen**



Zusammenfassung

- Schülervorstellungen ‚(er)kennen‘
 - ⇒ empirische Befunde kennen
 - ⇒ einen ‚wachen‘ Blick für die inhaltsspezifischen Denkprozesse der Kinder
 - ⇒ einen ‚forschenden‘ Habitus gegenüber den Denkprozessen der Kinder
- Kenntnis der ‚Sache‘
 - ⇒ Sachwissen zum Unterrichtsgegenstand
 - ⇒ Kenntnis sachlich adäquater und im Unterricht realisierbarer ‚Argumente‘
- Geeignete Hilfen nutzen



Links

www.supra-lernplattform.de

<http://phet.colorado.edu/>

Bezugsquellen Material

- Opitec
- Cornelsen Experimenta
- Phywe
- ...



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

eva.heran-doerr@uni-bamberg.de



UNIVERSITÄT BAMBERG