

RLFB-Lehrerfortbildung: Schülervorstellungen im Physikunterricht

- 1 Allgemeines zu Schülervorstellungen
 - 1.1 Unterschiedliche Begriffe
 - 1.2 Ursachen von Schülervorstellungen
 - 1.3 Eigenschaften von Schülervorstellungen
 - 1.4 Kompartimentalisierung von Schülervorstellungen
 - 1.5 Bewertung nach Niveaustufen
- 2 Konkrete Schülervorstellungen
 - 2.1 Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre
 - 2.2 Schülervorstellungen zum Teilchenmodell
 - 2.3 Schülervorstellungen zur Wärmelehre
 - 2.4 Schülervorstellungen zur Optik
 - 2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik
 - 2.6 Schülervorstellungen zu Atomen und zur Quantenphysik
 - 2.7 Schülervorstellungen zum Lernen
 - 2.8 Schülervorstellungen über die Physik

- 3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen
 - 3.1 Die Zielsetzung
 - 3.2 Grundsätzliche Wege
 - 3.3 Diskontinuierliche Wege
 - 3.4 Kontinuierliche Wege
 - 3.5 Unterrichts-Muster
 - 3.6 Thematisieren von Schülervorstellungen
 - 3.7 Allgemeine Regeln
- 4 Ergebnisse der Umfrage
 - 4.1 Die Umfrage
 - 4.2 Beteiligte Lehrer
 - 4.3 „Was sind Schülervorstellungen?“
 - 4.4 „Welche Vorstellungen sind wahrscheinlich?“
 - 4.4 „Ergebnisse in Schülertests“

Unverbindlicher Ablauf

- 9.30 - 10.30 Vortrag „Schülervorstellungen zur E-Lehre, zum Teilchenmodell, zur Wärmelehre und zur Optik“
 - 10.30 - 10.45 *Kaffeepause vor dem Hörsaal 3*
- 10.45 - 12.00 Vortrag „Schülervorstellungen zur Mechanik“
 - 12.00 - 13.00 *Mittagessen in der Uni-Mensa, Kaffee vor dem Hörsaal 3*
- 13.00 - 13.30 Vortrag „Schülervorstellungen zu Atomen, zur Quantenphysik, zum Lernen und zur Physik“
- 13.30 - 14.15 Vortrag „Mögliche Unterrichtsstrategien zur Veränderung von Schülervorstellungen“
 - 14.15 – 14.30 *Kaffeepause vor dem Hörsaal 3*
- 14.30 - 15.00 Vortrag „Ergebnisse einer Umfrage unter unterfränkischen Physik-Gymnasiallehrern“
- 15.00 – 15.30 Abschlussdiskussion

1 Allgemeines zu Schülervorstellungen

■ 1.1 Unterschiedliche Begriffe

- Es gibt unterschiedliche Begriffe mit verschiedenen Wertungen bzw. aus verschiedenen Sichtweisen:
 - „Fehlvorstellungen“, „Fehlkonzepte“, „Spontanes Denken“, „intuitive Physik“ sind z.T. abwertend (Vorkenntnisse sind aber positiv).
 - „Schülervorstellungen“, „Schülervorverständnis“ weisen auf Schule hin. Aber gleiche Vorstellungen bei Vorschulkindern und Erwachsenen.
 - „Vorverständnis“, „Denkrahmen“, „Präkonzepte“ sind neutrale Begriffe.
 - „Alltagsvorstellungen“, „Alltagstheorien“ liefern eine Erklärung und geben positiven Wert.
- Am häufigsten: „Schülervorstellungen“, „Alltagsvorstellungen“
- Inhalt: Vorstellungen über physikalische Begriffe und ihre Beziehungen und allgemeine Denkrahmen (Vorstellungen über Gegenstände, Ziele, Methoden der Physik) und Interessen und Einstellungen.

1 Allgemeines zu Schülervorstellungen

■ 1.2 Ursachen von Schülervorstellungen

- Die Phänomene der Physik entstammen unserer Alltagswelt und unser Denken stellt Zusammenhänge her.
- Alltagstheorien reichen zur Erklärung alltäglicher Phänomene aus (kontextabhängige Wahrheiten) und sind eine beachtliche Leistung.
- Die Alltagssprache bewahrt überholte Vorstellungen (z.B. Kraftwerk).
- Auch der Physikunterricht weckt Vorstellungen, die den physikalischen Vorstellungen zuwiderlaufen.
- Häufig: Schüler denken vorunterrichtlich, verwenden aber das kennen gelernte physikalische Vokabular, d.h. der Unterricht macht aus Präkonzepten häufig Misskonzepte.

1 Allgemeines zu Schülervorstellungen

■ 1.3 Eigenschaften von Schülervorstellungen

- Begriffe sind in den Schülervorstellungen Sammelbegriffe, deren Bedeutung sich erst im Kontext formt.
- Schüler besitzen gleichzeitig vielfältig und widersprüchliche Vorstellungen (Erklärungsvielfalt).
- Schülervorstellungen sind sinnstiftend miteinander vernetzt.
- Schülervorstellungen sind außerordentlich stabil und dauerhaft.
- Menschen möchten von ihren Ansichten möglichst wenig abweichen.

1 Allgemeines zu Schülervorstellungen

- 1.4 Kompartimentalisierung von Schülervorstellungen
 - Wissenskompartimentalisierung = Wissen besteht aus verschiedenen, separat gehaltenen, nicht-verknüpften Teilen.
 - Drei Arten:
 - Kompartimentalisierung von korrekten und inkorrekten Konzepten: Korrekte und inkorrekte Konzepte bestehen nebeneinander, Schüler springen zwischen beiden Erklärungskonzepten hin- und her.
 - Kompartimentalisierung unterschiedlich korrekter Konzepte: Unterschiedliche Konzepte, die miteinander verknüpft sind, wurden als separate Wissenseinheiten erworben und gespeichert.
 - Kompartimentalisierung von Symbolsystemen und Dingen der wirklichen Welt: Physik (Laborwelt, Formelmanipulation) hat nichts mit der Alltagswelt zu tun.
 - Folge: Erklärungsvielfalt

1 Allgemeines zu Schülervorstellungen

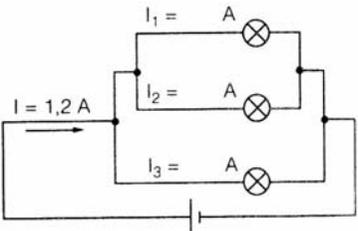
■ 1.5 Bewertung nach Niveaustufen

- Beim Lernen verändern sich die Schülervorstellungen. Ein Schüler durchläuft evtl. mehrere Zwischenzustände, einen Lernpfad.
- Schülervorstellungen sind wie eine Theorie, die die Beobachtung leiten. Hier gibt es verschiedene Kompetenzniveaus:
 - 1. Alltagstheorien, wie sie zu Beginn des Unterrichts vorliegen (Ihre Kenntnis haben für die tägliche Kommunikation soziale Bedeutung!).
 - 2. Vorwissenschaftliche Theorie, durch den Unterricht veränderte Alltagstheorie, aber nicht die wissenschaftliche Theorie.
 - 3. Wissenschaftliche Theorie, wie sie günstigstenfalls im Unterricht erwartet werden kann (Das ist nicht die volle Beherrschung der physikalischen Theorie!).
 - 0. Kritisch regredierte Theorie, der „physikalisch sprachlose Schüler“: Der Schüler kennt die Unzulänglichkeit der Alltagstheorie, kann aber das Fachkonzept nicht anwenden. So verliert er den Mut, darüber zu reden.

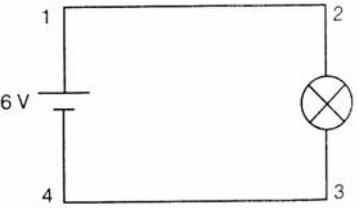
2 Konkrete Schülervorstellungen

- Zunächst typische Aufgaben aus einem Schülertest.
- Bitte allein beantworten (nur für Sie selbst!)

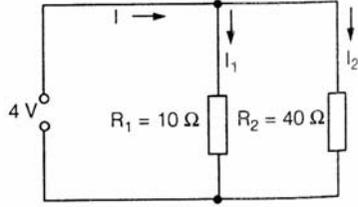
Aufgabe 1:
Die Lämpchen im nebenstehenden Stromkreis sind alle gleich.
Ergänzen Sie die Stromstärken in den Verzweigungen.



Aufgabe 2: Betrachten Sie die folgende Schaltung:
Wie groß ist in diesem Stromkreis die Spannung zwischen den Punkten:
1 und 2: V
2 und 3: V
3 und 4: V



Aufgabe 3: Betrachten Sie die folgende Schaltung:
Der Widerstand $R_2 = 40\Omega$ wird durch einen 50Ω -Widerstand ersetzt.



Kreuzen Sie die richtige Antwort an:

Der Strom I_2 wird größer/bleibt gleich/wird kleiner.	() () ()
Der Strom I_1 wird größer/bleibt gleich/wird kleiner.	() () ()
Der Strom I wird größer/bleibt gleich/wird kleiner.	() () ()

Die Luftteilchen werden in der Flasche (s. Abb.) als Punkte dargestellt. Diese Teilchen sind gleichmäßig in der Flasche verteilt. Die folgenden Fragen wurden im Unterricht gestellt:

- Warum fallen nicht alle Teilchen in der Flasche runter und bleiben am Boden der Flasche?
- Warum bleiben die Teilchen verteilt, obwohl Platz zwischen ihnen ist und sie sich nirgends abstützen können?

Fünf Schüler haben darauf verschiedene Antworten gegeben ...

Kreuze den Namen von dem Schüler an, dessen Antwort nach Deiner Meinung am besten ist. Wenn Du eine eigene bessere Antwort hast, kreuze nichts an, sondern schreibe Deine Erklärung unten auf die Seite:



Michael: Weil es in dem Raum zwischen den Teilchen noch immer mehr Teilchen gibt.

Thomas: Weil in dem Raum zwischen den Teilchen Luft ist, die die Teilchen an ihrem Platz hält.

Steffi: Weil die Teilchen eine eigene ständige Bewegung haben.

Bettina: Weil es abstoßende Kräfte zwischen den Teilchen gibt, die sie auseinander halten.

Anne: Weil die Dichte der Luft sehr, sehr klein ist.

Deine Meinung: _____

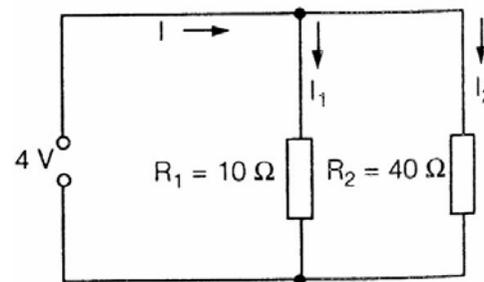
2.1 Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

- 1. Strom als Brennstoff / Stromverbrauch:
 - Strom ist in der Batterie gespeichert, fließt zur Lampe und wird dort verbraucht („Für was zahlen wir sonst unsere Stromrechnung?“).
 - Bei Reihenschaltungen: Vor jeder Lampe ist die Stromstärke größer als nach der Lampe.
 - Im Unterricht garantiert die Demonstration der gleichen Stromstärke vor und nach der Lampe keine dauerhafte Veränderung.
 - „Strom“ meint in unserer Alltagssprache das, was in der Physik mit „Energie“ bezeichnet wird.
 - Damit hängt zusammen: Die Notwendigkeit des geschlossenen Stromkreises ist nicht bewusst (wird nur als Lehrsatz genannt, nicht angewandt) (Alltag: ein Kabel von Steckdose zur Lampe?).

2.1 Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

■ 2. Konstantstromquelle:

- Eine Quelle liefert immer eine konstante Stromstärke, unabhängig von der Anzahl angeschlossener Glühlampen.



Ca. 20 % kreuzen an:
Nimmt I_2 ab, geht I_1 hoch,
 I bleibt konstant.

- Vorstellung hängt mit der Vorstellung „Strom als Brennstoff“ zusammen.
- Diese Vorstellung wird durch den Begriff „Stromquelle“ gefördert.
Deshalb besser:
 - Zunächst „Elektrizitätsquelle“
 - Später „Spannungsquelle“

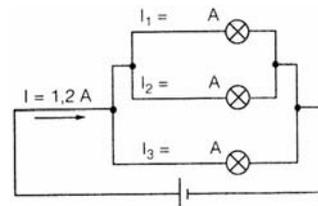
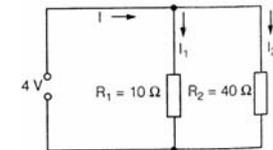
2.1 Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

■ 3. Lokales Denken

- Schüler richten ihre Aufmerksamkeit auf einen Punkt des Stromkreises, der Stromkreis als System wird ignoriert.

- Beispiele:

- Konstantstromquelle: Strom der Quelle unabhängig vom Rest
- Strom in Verzweigungen: Strom sieht nur die lokale Verzweigung, Zusammenhang mit Rest des Kreises wird nicht gesehen.

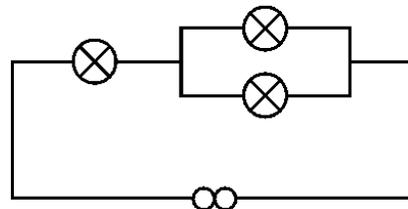


Ca. 60 % geben an:

$$I_3 = 0,6 \text{ A}, I_1 = 0,3 \text{ A}, I_2 = 0,3 \text{ A}.$$

„Der Strom weiß an dem ersten Verzweigungspunkt noch nicht was hinten kommt.“

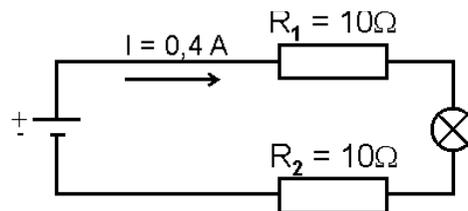
- Ein Gebilde wie eine Parallelschaltung innerhalb einer Reihenschaltung wird losgelöst vom Rest (lokal) betrachtet.



2.1 Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

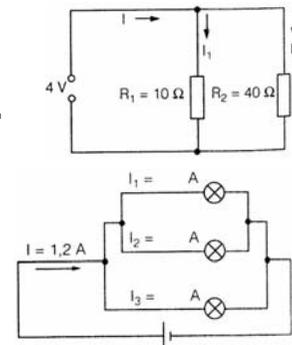
■ 4. Sequentielles Denken

- Der Stromkreis wird mit Begriffen wie „vor“ und „nach“ dem Widerstand analysiert.
- Eine Änderung „vorne“ im Stromkreis wirkt sich auf „hinten“ aus. Eine Änderung „hinten“ wirkt sich aber nicht auf „vorne“ aus.
- Beispiele:
 - Es macht in der Abbildung einen Unterschied, welches R geändert wird.



R_1 wirkt sich auf die Helligkeit der Lampe aus, R_2 nicht.

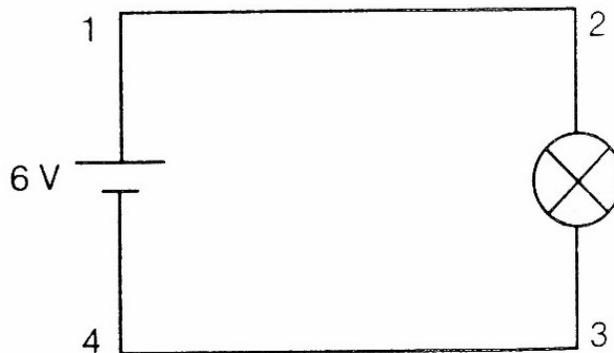
- Konstantstromquelle: Quelle weiß nicht, was hinten kommt.
- Strom in Verzweigungen: Strom weiß in Verzweigung nicht, was hinten kommt.



2.1 Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

■ 5. Der Begriff „Spannung“

- „Spannung“ wird nicht von „Strom“ getrennt (mangelnde Differenzierung).
- Die Begriffe werden nicht verwechselt, sondern es fehlt ein Konzept für „Spannung“ (und für „Strom“).
- Spannung ist eine Eigenschaft des elektrischen Stromes.



Ca. 40 % geben an, dass zwischen allen Eckpunkten eine Spannung von 6 V liegt.

Während dem Unterricht entwickelt sich aus einer einfachen Verbrauchsvorstellung eine Vorstellung mit einem übermächtigen Strombegriff mit lokalem und sequentiellm Denken ohne Ergänzung durch einen unabhängigen Spannungsbegriff.

2.1 Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre

■ 6. Weitere Probleme:

- Mangelnde Unterscheidung zwischen Reihen- und Parallelschaltung
 - Entscheidend ist die Anzahl der Bauteile, nicht die Schaltung.

- Umsetzung Schaltbild in realen Stromkreis oder umgekehrt
 - Leichte Verformungen oder Drehungen von Schaltskizzen werden als anderer Stromkreis aufgefasst.

- Schaltung von Messgeräten
 - Messgeräte sind kein Teil des Stromkreises
 - Sie beeinflussen unabhängig von der Schaltung nicht den Stromfluss.

2.2 Schülervorstellungen zum Teilchenmodell

- Modelle zur Teilchenstruktur der Materie sind von zentraler Bedeutung im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Viele Phänomene lassen sich mit dem Modell kleiner Massekugeln beschreiben (Wärmeströmung, Phasenübergänge, Ausdehnung bei Erwärmung etc.)
- Teilchen- und Kontinuumsvorstellungen werden vermischt.
- Auch in der Mikrowelt dominieren makroskopische Denkweisen.
- Eigenschaften makroskopischer Körper werden auf die submikroskopischen Modellobjekte übertragen.

2.2 Schülervorstellungen zum Teilchenmodell

■ Charakteristische Merkmale:

- Die kleinsten Teilchen haben Eigenschaften makroskopischer Körper wie Temperatur, Farbe, Geruch, Form und Konsistenz
- Zwischen den Teilchen eines Stoffes befindet sich Luft (wie auch zwischen Kern und Elektron und im interstellaren Raum) (Luft ist nichts und dort ist nichts, also Luft).
- Die Eigenbewegung der Teilchen hört wegen der Reibung von alleine auf (oder wird erst gar nicht gesehen).
- Zwischen den Teilchen befindet sich der selbe Stoff in kontinuierlicher Form (z.B. Wasser zwischen den Wasserteilchen).

■ Verständnis wird erschwert durch:

- Schüler nutzen für den Mikrokosmos Analogien, die Fehlvorstellungen fördern.
- Die Schulbuchdarstellungen sind problematisch (Teilchen so real wie Autos).

2.3 Schülervorstellungen zur Wärmelehre

- Vorstellungen zu Wärme und Temperatur:
 - Im Alltag: Wärme = Zustand des Warmseins oder eine Art Substanz (wie Rauch, Dampf, Luft) (auch historisch bedeutsam!)
 - Später: Wärme ist Energie
 - Temperatur: Bereits 12-Jährigen bekannt, wird aber kaum zur Beschreibung eines Zustandes benutzt
 - Unterschied Temperatur – Wärme bleibt vage
 - Die Schüler nutzen von sich aus kaum das Teilchenmodell; es wird aber nach einer Vorstellung meist akzeptiert (einleuchtend)
- In der Physik:
 - Temperatur = „Wärme-Grad“, Wärme = „Wärme-Menge“
 - Wärme ist eine Prozessgröße, nicht speicherbar (ein Körper hat keinen Wärmeinhalt!)

2.3 Schülervorstellungen zur Wärmelehre

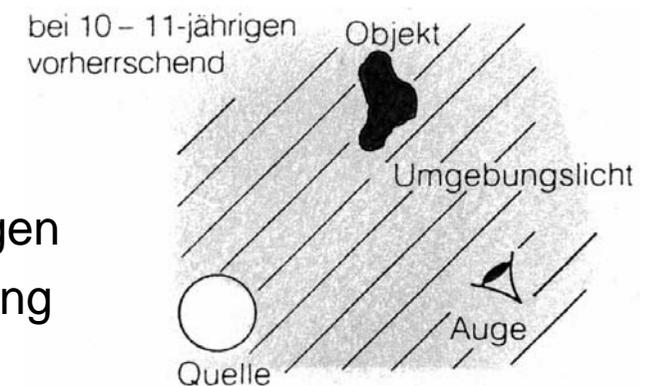
- Vorstellungen zu Wärmeleitung:
 - Körper in Kontakt oder in Luft nehmen nicht unbedingt die gleiche Temperatur an
 - „heiß“ und „kalt“ sind Eigenschaften des Materials
 - Wolle ist warm, Wolle macht warm
 - Metall ist kalt, Metall macht kalt
- 
- Vorstellungen zu Änderung des Aggregatzustands:
 - Vor dem Unterricht ist nicht bekannt, dass die Temperatur bei der Änderung des Aggregatzustandes konstant bleibt.
 - In Grundschule Ausdehnung bei Erwärmung nicht bekannt.

2.4 Schülervorstellungen zur Optik

■ Der Sehvorgang:

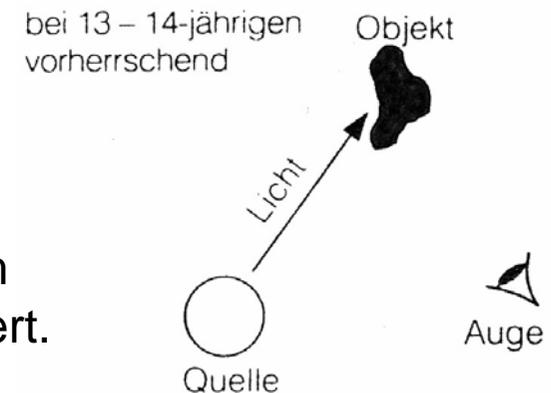
□ Fast alle Schüler der Grundschule (und z.T. noch später):

- Licht macht hell und ermöglicht Sehen (Hellsein = Umgebungslicht = Lichtbad)
- Und man muss die Augen aufmachen
- Offen bleibt: Verbindung Gegenstände - Augen
- Bei Lichtbadvorstellung ist die Schattenbildung nicht verstehbar!



□ Bei 13- bis 14-Jährigen:

- Lampen sind Lichtquellen, Licht tritt geradlinig aus und beleuchtet Gegenstände
- Schattenbildung wird verstanden.
- Die physikalische Vorstellung, dass Licht vom Gegenstand ins Auge fällt, wird nicht akzeptiert.



2.4 Schülervorstellungen zur Optik

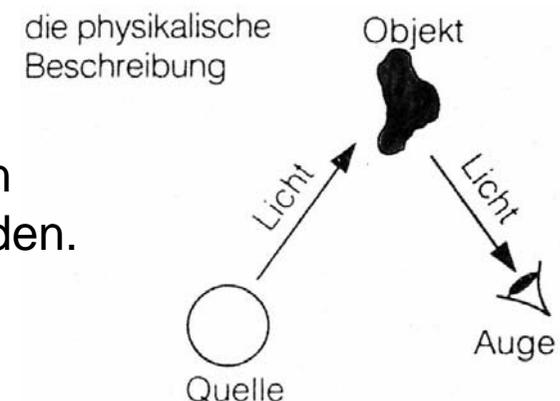
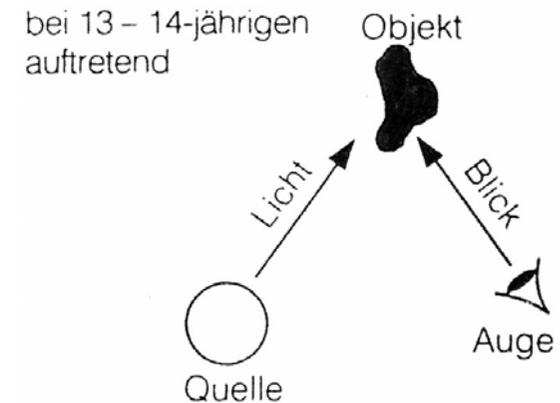
■ Der Sehvorgang:

□ Selten auftretend:

- Entgegen anderen Behauptungen kommt die „Sehstrahlvorstellung“ selten vor.
- Demnach sehe ich, weil ich hinschaue.
- Im Alltag: „Einen Blick auf etwas werfen“
- Supermans Röntgenblick

□ Die physikalische Sicht:

- Sicht wird von Gegenständen teils absorbiert, teils gestreut (= „diffus reflektiert“).
- Bezüglich Sehen ist kein Unterschied zwischen selbstleuchtenden und beleuchteten Gegenständen.
- Schüler kommen nicht von selbst zu dieser Einsicht und lehnen sie häufig ab.



2.4 Schülervorstellungen zur Optik

- Vorstellungen zum Spiegel:
 - Er wirft Licht zurück, es blendet.
 - Das Spiegelbild liegt auf der Spiegeloberfläche!
 - Reflexion und Spiegelbild sind verschiedene unverbundene Themen.
 - Häufige Fehlvorstellung: Spiegel vertauscht links und rechts.
 - Richtig: Spiegel vertauscht vorne und hinten, aber nicht links und rechts.

- Vorstellungen zu Farben:
 - Gegenstände haben eine Eigenfarbe, die durch Beleuchten sichtbar wird.
 - Recht verschiedene Vorstellungen zu farbigem Licht, Durchgang von Licht durch Farbfolien, Licht auf farbigen Oberflächen

2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

- Die Mechanik beschäftigt sich mit Vorgängen, die den Erfahrungen der Schüler besonders nahe stehen. Deshalb hier besonders viele und stabile Schülervorstellungen.

- 1. Ort / Weg:
 - Keine klare Unterscheidung zwischen Ort (= Punkt im Bezugssystem) und Weglänge (= Länge der Bahnkurve).
 - Folge der Überbetonung eindimensionaler Bewegungen (Ort und Weg sind identische Größen bei eindimensionalen Bewegungen, die beim Nullpunkt starten)
 - Erst bei zweidimensionalen Bewegungen sinnfällig unterscheidbar.

2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

■ 2. Geschwindigkeit:

- Bedeutung von „Schnell“ / „langsam“ bereits elfjährigen intuitiv klar.
- Alltag: Vektorielle Geschwindigkeit (=velocity) wird reduziert auf: positive skalare Größe (Betragsgröße) (= Schnelligkeit, Tempo, speed)
- Problem: Richtung äußert sich bei eindimensionalen Bewegungen nur im Vorzeichen
- Folge: Gleichförmige Kreisbewegung ist konstante Geschwindigkeit, also keine Beschleunigung.
- Es treten auch Probleme mit „gleicher Richtung“ auf.
- Allgemeine Definition $\vec{v} = \Delta\vec{x} / \Delta t$ ist nach dem Unterricht nicht bewusst, sondern nur $v = s / t$ (Folge des Unterrichts).
- Keine Differenzierung zwischen Punktgrößen Ort/Zeitpunkt und Intervallgrößen Weglänge/ Ortsdifferenz/ Zeitdifferenz

2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

- 3. Beschleunigung:
 - Zuerst eine einfache Schüleraufgabe: Siehe Kopie

 - Alltag: Beschleunigung = Schnellerwerden
 - Aber kein Quotientenbegriff (Zeit wird zusätzlich angegeben)
 - Bilanzgröße (Vergleich Anfangs-/Endzustand). Folgen:
 - Große Beschleunigung wird mit großen Endgeschwindigkeiten assoziiert
 - Einen Zeitpunkt ist keine Beschleunigung zuordenbar, nur einem Zeitintervall (z.B. höchster Punkt beim senkrechten Münzwurf)
 - Physik: Beschleunigung ist zweite Ableitung des Ortes nach der Zeit. Das ist der Erfahrung nicht so zugänglich.
 - Deshalb: Beschleunigung wird von den Schülern in seiner Komplexität reduziert.

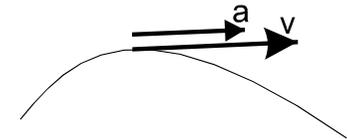
2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

■ 3. Beschleunigung

- Drastischste Reduktion: $\vec{a} \sim \vec{v}$

☹ Kein prinzipieller Unterschied zwischen Beschleunigung und Geschwindigkeit, nur verschiedene Formeln

- Beispiel: Beschleunigte Bearbeitung eines Aktenstückes
- Keine Unterscheidung zwischen verschiedenen Bewegungsformen

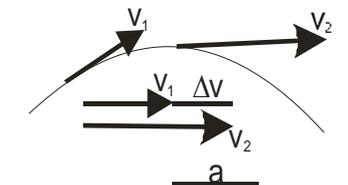
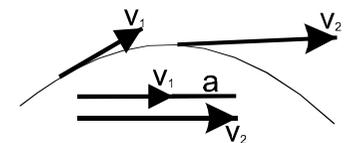


- Mehr Verständnis: $a = \Delta|\vec{v}|$ $a = \Delta|\vec{v}| / \Delta t$

☺ Beschleunigung ist Änderung des Geschwindigkeitsbetrages

☺ Beschleunigung ist Änderung des Geschwindigkeitsbetrages pro Zeit

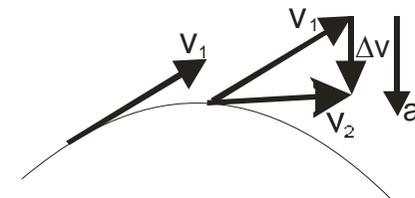
- ist eine Zahl
- (positive) Beschleunigung = schnellerwerden
- negative Beschleunigung = langsamerwerden



2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

■ 3. Beschleunigung

- Die (falsche) Reduktion auf eine skalare Größe führt in der Schule meistens kaum zu Problemen, da sich Körper meist in positive Richtung bewegen.
- Problem:
 - Bewegungen in negative Richtung: Schnellerwerden ist negative Beschleunigung
 - Zweidimensionales: Zentripetalbeschleunigung nicht verstehbar.
 - Hier sogar Fehler in Lehrbüchern (z.B. Fadenpendel)
- Physikalische Vorstellung: $\vec{a} = \Delta\vec{v} / \Delta t$
 - ☺ Beschleunigung ist eine vektorielle Größe.
Sie hat eine Richtung.
- Es ist nötig, von Anfang an zweidimensionale Bewegungen zu betrachten!!



2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

■ 4. Kraft:

□ Zuerst einige einfache Schüleraufgaben: Siehe Kopie

□ 4.1 Der Clusterbegriff „Kraft“:

- „Kraft“ ist in Umgangssprache ein Sammelbegriff, nicht scharf definiert
- Verschiedene Namen für gleichen Clusterbegriff:
Energie, Kraft, Schwung, Wucht, Stärke, Gewalt usw.
- $F = m \cdot a$ ist eine Formel dafür, es kann auch weitere geben
- Ein Körper kann „Kraft haben“, „Kraft ausüben“, „Kraft erfahren“, Kraft speichern“, „Kraft verbrauchen“
- Schüler sieht keinen Unterschied zwischen verschiedenen Begriffen, er lernt nur, das richtige Wort/die richtige Formel zu verwenden.
- Kraft hat mit Voraussetzung zur Wechselwirkung zu tun, nicht mit der Wechselwirkung selbst.

2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

- 4.2 „Sich bewegende Körper haben Kraft“:
 - Sich in Bewegung befindende Körper besitzen Kraft (Wucht, Schwung).
 - Man spürt diese Kraft, wenn man getroffen wird.
 - Kraft beim In-Bewegung-Setzen erhalten und wieder abgebar.
 - Kraft kann beim Stoß auf einen anderen übertragen werden.
 - Kraft ist annähernd „Energie“ oder „Impuls“.



- 4.3 „Für konstante Geschwindigkeit ist konstante Antriebskraft nötig“:
 - Für konstante Geschwindigkeit ist eine von außen wirkende Kraft nötig.
 - Geschwindigkeit ungefähr proportional zur antreibenden Kraft.
 - Ohne diese Kraft wird der Körper langsamer und kommt zur Ruhe.
 - Die Vorstellung entspricht unseren Erfahrungen in einer Welt mit Reibung.

2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

- 4.4 „Aktive Körper üben Kräfte aus, passive leisten Widerstand“:
 - Aktive Körper: belebte Körper, Körper in Bewegung / in Spannung, magnetische Körper, evtl. schwere Körper
 - Passive Körper: ruhende Körper in entspannter, stabiler Lage

 - Aktive Kräfte haben Ziel und Richtung.
 - Passive Kräfte sind nur Hemmnisse (keine Kräfte) ohne Ziel und Richtung, z.B. Reibung.

 - Beispiele:
 - Auto, Sprinter: aktiv, beschleunigen sich
 - Straße, Startblock: passiv, keine Kraft
 - Physik: Straße beschleunigt Auto

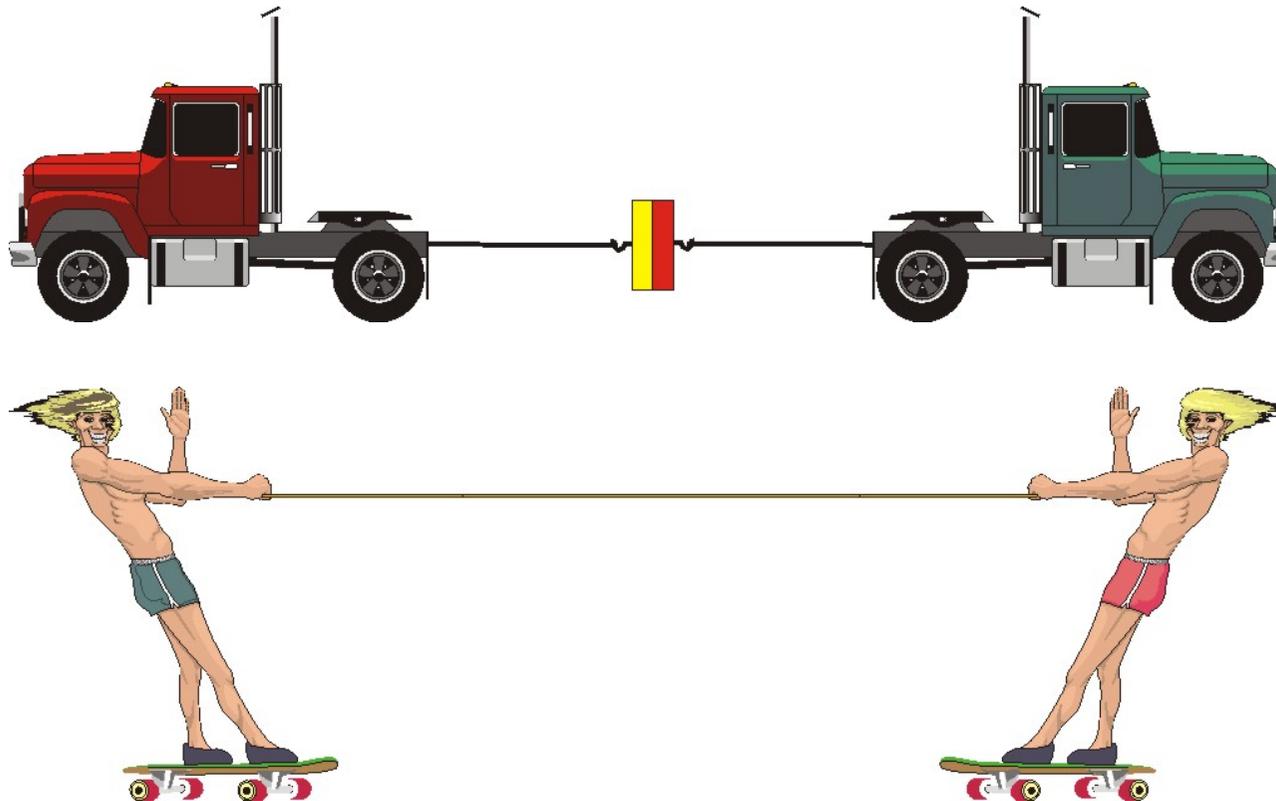


2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

- 3. Newtonsches Gesetz wird auch im Unterricht nicht verstanden.
- Ungeschickte Formulierungen wie „actio gleich reactio“, „Kraft gleich Gegenkraft“ verleiten zu Einteilung in aktive Ursache und passive Wirkung.
- Schüler: beide Kräfte greifen am gleichen Körper an.
- „Gegenkraft“ ist Widerstand des Körpers gegen von außen wirkende Kraft.
- Überwindungsvorstellungen: Für Beschleunigung muss von außen wirkende Kraft größer sein als Gegenkraft/Trägheit des Körpers

2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

- Beim Kräftegleichgewicht an einem Körper sollte nie von „Kraft und Gegenkraft“ geredet werden, sondern nur von „Kraft und Kompensationskraft“



2.5 Schülervorstellungen zur Mechanik

■ 5. Druck:

- Alltag: gerichtete Einwirkung auf einen Körper (\approx Kraft)
- Physik: Zustand des Gepresstseins eines Gases oder einer Flüssigkeit (keine Richtung!!)
- Problem: Im Unterricht zu früh die Definitionsgleichung $p = F / A$.
Damit: zu wenig qualitative Begriffsbildung, Verbindung von Kraft und Druck (= auf Fläche bezogene Kraft)
- Zum Glück aus Schulbüchern verbannt: Einführung über Auflagedruck
- Falsch: „Druckausbreitung“, richtig: „Druck herrscht“
- Nötig: Druck als Gepresstsein eines Gases oder Flüssigkeit einführen, lange qualitativ argumentieren, sehr spät erst die Definitionsgleichung einführen

2.6 Vorstellungen zu Atomen und Quantenphysik

■ Atome:

Dominanz des Planetenmodells (\approx Bohrsches Atommodell),
(obwohl von fachlicher und didaktischer Seite gegen dessen
Nutzung argumentiert wird).

- Elektron ist Teilchen mit Masse, Geschwindigkeit und Bahnkurve
(Punktmechanik, mechanistisches Denken)
- Festhalten der Schüler am Bahnbeginn
- Stabilität der Atome durch Fliehkräfte (Kräftegleichgewicht)
- Aber auch Stabilität durch Ladungsabstoßung
(selten: Elektronen sitzen in einer festen Hülle)
- Wahrscheinlichkeiten werden als Kalkül akzeptiert, bedürfen aber
einer kausalen Erklärung
- Das Bohrsche Atommodell wurde deshalb auch aus Lehrplänen
entfernt.

2.6 Vorstellungen zu Atomen und Quantenphysik

■ Quantenobjekte:

- Quantenobjekte haben zu jeder Zeit einen Ort (gute Hälfte der Schüler) („irgendwo muss es ja sein“, schwierig zu messen)
- Quantenobjekte haben keine permanente Ortseigenschaft; Begründung aber falsch.
- Kein Bewusstsein für die Unbestimmtheitsrelation
- Auf Nachfrage z.T. falsche Vorstellungen zur Unbestimmtheitsrelation
- Schwierigkeiten mit der Bedeutung von Δx und Δp

2.6 Vorstellungen zu Atomen und Quantenphysik

■ Licht:

- Bereits vor dem Quantenphysik-Unterricht haben sehr viele Schüler eine Teilchenvorstellung vom Licht und viele eine Dualismus-Vorstellung.
- Nach dem Unterricht: Vor allem dualistische Vorstellungen, Licht ist sowohl Welle als auch Teilchen (Physik: Es ist weder noch!); kein Bewusstsein für Modellcharakter
- Auch bei freien Elektronen dualistische Vorstellungen (wie bei Licht): Klassische Teilchen, die sich wellenförmig bewegen.

2.7 Schülervorstellungen zum Lernen

- Fehlvorstellung: Lernen ist Übernahme von Wissen (Speichern, passiv)
- Folge: Es wird zu wenig vernetzt
- Richtig: Lernen ist aktiver Prozess, Schüler muss sich sein Wissen selbst konstruieren, ein Netzwerk aufbauen
- Weitere Fehlvorstellungen:
 - Lernfähigkeit ist angeboren und unveränderbar
 - Wissen besteht aus Einzelfakten
 - Lernen gelingt schnell oder nie
 - Erkenntnisse sind sicher und unveränderbar
- Häufige Lehrer-Fehlvorstellung: „wissenschaftslogisches Kompetenzerwerbungsmodell“

2.8 Schülervorstellungen über die Physik

■ Fehlvorstellungen:

- Physik bildet die Realität Eins-zu-Eins ab
- Physik = wahre Aussagen über die Wirklichkeit
- Theorien sind nicht bewiesene, hypothetische Aussagen
- Intuition spielt keine Rolle

- Wissenschaftler: Einzelkämpfer, Mann, neugierig, im Labor
- Er soll empirisch arbeiten und objektiv messen (nicht theoriegeladen!)
- Forschen ist kein zielgerichtetes Handeln
- Soziale Dimension wird nicht gesehen



Einschub: 15 Mythen über Naturwissenschaft



1. Hypothesen werden zu Theorien und Theorien zu Gesetzen.
2. Die Gesetze und Prinzipien der Naturwissenschaften sind absolut und unumstößlich.
3. Hypothesen Aufstellen gleicht einem gut begründeten Raten.
4. Es gibt eine generelle und universelle naturwissenschaftliche Methode.
5. Eine Sammlung von gewissenhaft erhobenen Daten führt zu sicherem Wissen.
6. Naturwissenschaften und deren Methoden liefern absolute Beweise.
7. Naturwissenschaften sind eher an feststehende Verfahren gebunden als an Kreativität.

Einschub: 15 Mythen über Naturwissenschaft



8. Naturwissenschaften und deren Methoden können alle Fragen beantworten.
9. Naturwissenschaftler sind besonders objektiv.
10. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse werden prinzipiell durch Experimente gewonnen.
11. Naturwissenschaftliche Ergebnisse werden grundsätzlich auf Richtigkeit hin überprüft.
12. Die Anerkennung neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse erfolgt einfach und unproblematisch.
13. Modelle der Naturwissenschaften repräsentieren die Wirklichkeit.
14. Naturwissenschaften und Technik sind identisch.
15. Naturwissenschaftler arbeiten in der Regel allein.

3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen

■ 3.1 Die Zielsetzung

- Elimination von Alltagsvorstellungen bei Schülern ist weder möglich noch sinnvoll (soziale Bedeutung).
- Zwei Ziele denkbar:
 - Weiterentwicklung und Veränderung bestehende Alltagsvorstellungen hin zu physikalischen Vorstellungen (Konzeptwechsel im engeren Sinne)
 - Aufbau paralleler wissenschaftlicher Denkstrukturen neben den bestehenden Alltagsstrukturen im Sinne eines bewussten Nebeneinanders
- Zweite Zielrichtung ist angemessener, da eine echte Überwindung von Alltagsvorstellungen nicht möglich ist.
- Wichtig: Bewusstes Nebeneinander! Schüler sollen zwischen den verschiedenen Konzepten unterscheiden können.
- Zu beachten: Lernen von physikalischen Konzepten ist ein aktiver Konstruktionsprozess des Schüler, der sein Wissen selbst konstruieren muss.

3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen

■ 3.2 Grundsätzliche Wege

□ Piaget: Lernen ist Wechselspiel von Assimilation und Akkomodation

□ 1. Konfliktstrategien

- Ein kognitiver Konflikt wird erzeugt und aufgelöst.
- Schüler sehen z.B. in Experimenten Diskrepanz zwischen Vorhersagen aufgrund von Alltagsvorstellungen und dem tatsächlichen Ergebnis.
- Ein diskontinuierlicher Weg („conceptual change“). erinnert an Revolutionen in der Wissenschaftsgeschichte (Paradigmenwechsel).

□ 2. Aufbaustrategien

- An bestehende richtige Vorstellungen wird angeknüpft und sie neu abgegrenzt.
- Physikalische Konzepte werden allmählich entwickelt.
- Ein kontinuierlicher, bruchloser Weg („conceptual growth“). erinnert an Evolutionen in der Wissenschaftsgeschichte.

3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen

■ 3.3 Diskontinuierliche Wege

- Beginn mit Aspekten, die konträr zu Schülervorstellungen stehen.
- Zwei Möglichkeiten:
 - Schülervorstellungen und physikalische Vorstellungen werden gegeneinander gesetzt
 - Voraussagen der Schüler zum Experiment werden tatsächlichem Ausgang entgegengesetzt.
- Ziel: Unzufriedenheit mit vorhandenem Wissen erzeugen sowie den Wunsch nach korrektem Konzept

3.3 Diskontinuierliche Wege

- Probleme bei kognitiven Konflikten:
 - Schüler sehen den Unterschied zwischen Experimentablauf und ihrer Vorhersage nicht bzw. sehen ihre Vorstellung ins Experiment hinein.
 - Schüler lösen Diskrepanz durch Ad-Hoc-Annahmen auf und sehen keinen Widerspruch zu ihren Vorstellungen.
 - Häufig besteht Mangel an geeigneten Experimenten.
 - Schüler werden hier aufgefordert, Vorstellungen explizit zu formulieren. In Bereichen, in denen sie kaum Vorstellungen haben, konstruieren sie damit erst Fehlvorstellungen, die dann schwer zu widerlegen sind.
 - Die Verunsicherung der Schüler und die Diskussion aller Schülervorstellungen braucht zu viel Unterrichtszeit.
 - Emotionale Schwierigkeit, dass sich viele Schüler nur ungern auf kognitive Konflikte einlassen.
 - Schlechte Schüler entwickeln negative Selbstbilder und Angst.

3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen

■ 3.4 Kontinuierliche Wege

- Schüler sollen weitgehend bruchlos zu wissenschaftlichen Vorstellungen geführt werden.
- Behutsame Steuerung der Schüler.
- Beispiel: Konzept des „cognitive apprenticeship“ (kognitive Meisterlehre)
 - Hier spielt das Einleben in eine neue Kultur bzw. in eine neue Sprache eine wichtige Rolle.
 - Der Schüler (Lehrling) versteht die Kultur zunehmend, indem er an ihren Aktivitäten teilnimmt.
- drei Variationen von kontinuierlichen Wegen

3.4 Kontinuierliche Wege

- 1. Erst Aufbau ohne Bezug zu Schülervorstellungen, dann Vergleich
 - Am Anfang wird **nicht** auf Schülervorstellungen eingegangen, sondern zügig das physikalische Konzept vorgestellt.
 - Gefahr: Schüler hören alles aus Sicht ihrer Fehlvorstellung.
 - Gefahr des unbewussten Nebeneinanders von physikalischer Sicht und Alltagssicht. Vergleich im Nachhinein nötig!!
 - Sinnvoll in Bereichen, wo wenig Vorstellungen vorhanden sind.

- 2. Anknüpfen an Problemloses – genetisches Lernen
 - Ausgangspunkt sind Erfahrungen, deren Alltagsverständnis möglichst wenig mit der physikalischen Sicht kollidiert.
 - Vorstellungen der Schüler werden weiter entwickelt und geändert, ohne dem Schüler zu schnell physikalisches Wissen überzustülpen und zu schnell Fachtermini zu verwenden.

3.4 Kontinuierliche Wege

- 3. Umdeuten
 - Es wird an Alltagsvorstellungen angeknüpft, diese aber umgedeutet.
 - Schülern wird vermittelt, dass sie etwas Richtiges denken, aber die Physik andere Begriffe verwendet.
 - Beispiele:
 - In der Batterie ist nicht **Strom** gespeichert, sondern **Energie**.
 - In Glühbirne: Nicht **Strom** wird verbraucht, sondern **Energie** wird verbraucht.
 - Was wir im Alltag mit **Geschwindigkeit** bezeichnen, wird in der Physik mit **Schnelligkeit** oder **Tempo** bezeichnet.
 - Mechanik: Die **Kraft** in Richtung der Bewegung heißt in der Physik **Impuls**.
 - Stöße bei verschiedenen Massen (drittes newtonsches Gesetz): Nicht die **Kräfte** auf den anderen Körper sind unterschiedliche, sondern die Wirkungen, nämlich die **Beschleunigungen**.
 - Vorteile liegen im emotionalen Bereich.

3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen

■ 3.5 Unterrichtsmuster

□ Die meisten in der Literatur vorgeschlagenen Unterrichtsstrategien folgen dem folgendem Muster:

- 1. Schüler machen eigene Erfahrungen mit den Phänomenen.
- 2. Entweder bewusste Diskussion über Schülervorstellungen oder bewusstes Nicht-Erwähnen der Schülervorstellungen
- 3. Der Lehrer bringt die wissenschaftliche Sicht ein. Ihr Nutzen wird diskutiert.
- 4. Anwendungen der neuen Sichtweise auf neue Beispiele zur Festigung der neuen Sichtweise.
- 5. Kritischer Rückblick auf den durchlaufenen Lernprozess: Vergleich des Denkens am Anfang (Alltagsvorstellungen) und am Ende (physikalische Vorstellungen).

3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen

- 3.6 Thematisieren von Schülervorstellungen
 - Didaktiker sind sich einig, dass Schülervorstellungen im Unterricht diskutiert werden müssen. Uneinigkeit besteht, wann dies am Besten geschieht.
 - Das Denken der Schüler und ihre Ideen werden leider häufig durch Nichtbeachten, Umformulieren und Warten auf eine richtige Antwort unterdrückt.
 - Schülervorstellungen muss mit Verständnis begegnet werden.
 - Am Anfang?
 - Am Anfang des Lehrgangs werden sie angesprochen, wenn man kognitive Konflikte nutzen will.
 - Am Anfang schriftlich festgehaltene Schülervorstellungen können den Schülern später ihren Konzeptwechsel und ihren Lernfortschritt aufzeigen (Metakognition).

3.6 Thematisieren von Schülervorstellungen

□ Währenddessen?

- Während der Behandlung des Lehrstoffes kommen sie von selbst hervor, wenn man ein entsprechendes Lernklima schafft. Dann auf diese wichtigen Vorstellungen eingehen!
- Lehrer achtet auf die Äußerung typischer Schülervorstellungen.
- Wenn sich Schüler so äußern: Lehrer formuliert die Fehlvorstellungen und fragt nach, ob es so gemeint war (rückspiegeln). Ein Vertrauensverhältnis ist nötig.

□ Danach?

- Das physikalische Konzept kann auch nachträglich mit anderen Vorstellungen verglichen werden, um so einem unberührten Nebeneinander entgegenzuwirken.

3 Methoden zur Veränderung von Schülervorstellungen

■ 3.7 Allgemeine Regeln

- vorunterrichtliche Vorstellungen berücksichtigen
 - Lernen ist nur auf der Basis vorhandenen Wissens möglich.
 - Schüler dort abholen, wo sie sind.

- eigenständige „Konstruktion“ des Wissens anregen
 - Es ist nicht möglich, Wissen passiv zu übernehmen und einzuspeichern.
 - Wissen muss vom Lernende selbst konstruiert werden, er ist dafür selbst verantwortlich.

- Dialog und Verständnis
 - Keine geäußerte Ansicht ist lächerlich und keine wird getadelt.
 - Es findet ein sokratischer Dialog: nicht dozierend, nicht dogmatisch.
Dialog mit Zeit zum Nachdenken

3.7 Allgemeine Regeln

- Aus Fehlern lernen
 - Für Lernen, das zum Verständnis führen soll, sind Fehler wichtig!
 - Fehler sind Lerngelegenheiten, nicht zu vermeidende Störungen!
 - Dem Irrtum ist mit Verständnis zu begegnen

- Lassen Sie sich nicht entmutigen, wenn die Alltagsvorstellungen stabil vorhanden bleiben.
 - Selbst in aufwändigen Studien sind die Lernerfolge nur gering.
 - Ziel im Unterricht ist nur, neben dem Alltagstheorien auch die physikalische Sicht zu kennen.

4.1 Die Umfrage

- In Lehrerfortbildungen: Lehrer haben kaum Vorstellungen von Schülervorstellungen
- Informationen verbessern:
 - Überzeugungen (Heran-Dörr, GDCP 2006)
 - Handlungen (Vehmeyer, GDCP 2006)
 - Unterrichtsergebnisse (Wilhelm, GDCP 2006)
- Kaum Erhebungen über Vorstellungen von Lehrern über Schülervorstellungen
- Merzlyn (1994):
 - Zustimmung von Lehrern zu „*Alltagsvorstellungen sollten Ausgangspunkt des Denkens sein*“. Aber was meinen sie damit?
 - Zustimmung bei Gymnasiallehrern geringer!
 - Keine Beziehung zum Dienstalter (?)

4.1 Die Umfrage

- Fragen:
 - Kennen Physiklehrer typische Schülervorstellungen?
 - Was denken sie über deren Häufigkeit vor und nach dem Unterricht?
 - Wie erfolgreich halten sie ihren Unterricht bzgl. der Veränderung?
- Qualitative Forschungsmethoden sinnvoll
- Um viele verschiedene Lehrer zu erfassen: schriftlicher Fragebogen. Da kurzer Fragebogen \Rightarrow nur erste Hinweise
- Am 10.10.2007 entsprechende Lehrerfortbildung, kleine Umfrage im Vorfeld mit staatlicher Unterstützung
- Antwort von 244 unterfränkischen Physik-Gymnasiallehrern von 41 Gymnasien

4.2 Beteiligte Lehrer

- Altersstruktur:
 - Unter 10 Dienstjahre: 41%
 - 10 – 20 Dienstjahre: 17 %
 - 20 – 30 Dienstjahre: 22 %
 - Über 30 Dienstjahre: 18 %
- In der Ausbildung etwas gehört:
 - Nichts: 18 %
 - Wenig: 55 %
 - Viel: 23 % (70 % unter 10 Dienstjahre)
- Nach der Ausbildung:
 - Etwas gelesen: 51 %
 - Von Kollegen: 44 %
 - In Fortbildungen: 23 %

4.2 Beteiligte Lehrer

■ Fortbildungsinteresse:

- 80 % haben Interesse an Fortbildung
- Bei den jüngsten Lehrern ist das Interesse hoch signifikant höher als bei älteren Lehrern
- Lehrer mit Interesse an Fortbildung sind hoch signifikant besser als Lehrer ohne dieses Interesse
- Diejenigen, die für das Thema schon am sensibelsten sind, sehen auch den größten Fortbildungsbedarf.
- In die Fortbildung kommen die nicht, die es am nötigsten haben.

4.3 „Was sind Schülervorstellungen?“

- Entscheidung für eine von fünf „Beschreibungen“:
 - „*Schülervorstellungen berücksichtigen = Interessen berücksichtigen*“: **15 %**
 - „*Schüler haben Vorstellung, wo Physik eine Rolle spielt. Keine Vorstellung von Begriffen*“: **10 %**
 - „*Unphysikalische Vorstellungen von physikalischen Begriffen. Deshalb exakt zu definieren*“: **48 %**
 - „*Unphysikalische Vorstellungen von physikalischen Begriffen. Gute Experimente überzeugen Schüler*“: **13 %**
 - „*Unphysikalische Vorstellungen von physikalischen Begriffen. Außerordentlich stabil*“: **9 %**

4.4 „Welche Vorstellung ist wahrscheinlich?“

- Fragebogen schwierig, da es viele verschiedene Schülervorstellungen gibt.
- Aussagen über Schülervorstellungen sollten bewertet werden: „sehr unwahrscheinlich“ bis „sehr wahrscheinlich“
- Reduktion auf dreistufige Skala

Die einzelnen Items:

- „*Gleiche Schüler hat widersprechende Vorstellungen*“:

Unwahrscheinlich	weder/noch	wahrscheinlich
10 %	13 %	76 %
- **Sehstrahlvorstellung: 49 % unwahrscheinlich**

4.4 „Welche Vorstellung ist wahrscheinlich?“

- Zwei entgegengesetzte Aussagen zum Sehen:
 - 1. „[...] *Schüler lehnen ab, dass Gegenstand Licht ins Auge sendet.*“
 - 2. „[...] *dass man nur sieht, wenn Licht ins Auge fällt, ist schnell klar.*“
 - Beide werden für wahrscheinlich gehalten: **52 %** bzw. **77 %**
 - Lehrer meinen wohl, falsche Vorstellung wird im Unterricht schnell behoben.
- Ähnlich beim Spiegelbild:
 - 1. „[...] *wenige akzeptieren, dass Spiegelbild hinter dem Spiegel.*“
 - 2. „[...] *kann durch geeignete Experimente leicht korrigiert werden.*“
 - 3. „*Schüler wissen nach dem Unterricht, wo das Spiegelbild liegt.*“
 - Für wahrscheinlich gehalten von: **48 %** bzw. **71 %** bzw. **77 %**.
 - Etliche meinen, falsche Vorstellung kann im Unterricht leicht verändert werden.

4.4 „Welche Vorstellung ist wahrscheinlich?“

- „Schüler glauben, dass sich die Stromstärke in jedem Verzweigungspunkt in gleiche Teile aufteilt“:

Unwahrscheinlich

19 %

weder/noch

22 %

wahrscheinlich

59 %

- „Auf nach oben geworfenen Ball (Luftreibungskräfte außer Acht) wirkt nach Verlassen der Hand nur Gewichtskraft“:

Unwahrscheinlich

36 %

weder/noch

15 %

wahrscheinlich

48 %

In Multiple-Choice-Test nach Unterricht 11. Klasse geben nur 5 % der Gymnasiasten diese Antwort (FCI-Test von Wilhelm).

4.4 „Welche Vorstellung ist wahrscheinlich?“

- Kräfte auf Buch, das auf Tisch liegt:
 - 1. „*Schüler sehen häufig keine Kräfte [...].*“
 - 2. „*Schüler sehen nur die Gewichtskraft [...].*“
 - Ergebnisse zu Beginn der Sek II: 1. 10 %, 2. 43 % (FCI, Wilhelm)
 - Lehrer halten beides für wahrscheinlich: **73 %** bzw. **83 %** der Lehrer.

- „*Beginn SII: LKW größere Kraft auf PKW als umgekehrt*“:
90 % halten es korrekterweise für wahrscheinlich. 😊

- „*LKW keine Kraft auf PKW: Zerdrückt, weil im Wege*“:

Unwahrscheinlich	weder/noch	wahrscheinlich
54 %	23 %	22 %

Diese Vorstellung ist aber extrem unwahrscheinlich! ☹

4.4 „Welche Vorstellung ist wahrscheinlich?“

- Beim Teilchenmodell hält Mehrheit die Vorstellungen für wahrscheinlich:
 - 1. „*Teilchen haben Eigenschaften makroskopischer Körper.*“ 59 %
 - 2. „*Schüler glauben, dass zwischen den Teilchen Luft ist.*“ 65 %
 - 3. „*Schüler glauben, Bewegung hört von alleine auf.*“ 66 %
 - 4. „*Zwischen den Teilchen kontinuierlich der gleiche Stoff.*“ 22 %

4.4 „Welche Vorstellung ist wahrscheinlich?“

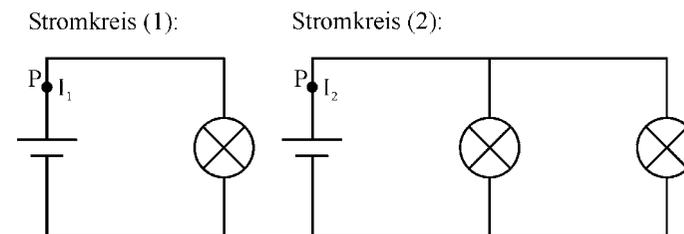
- Neuer Wert:
 - Ein Pluspunkt, wenn Antwort wie Didaktiker
 - Ein Minuspunkt, wenn Antwort entgegengesetzt
 - Zeigt, inwieweit Antwort einem Experten entspricht

- Lehrer mit unter 10 Dienstjahren höchst signifikant besser und höchst signifikant mehr in Ausbildung gehört
- Lehrer mit über 20 Dienstjahren höchst signifikant schlechter und höchst signifikant weniger in Ausbildung
- Zu erwarten, da noch nicht so lange ein Standardthema der Ausbildung.

4.5 „Ergebnisse in Schülertests?“

- Items aus Schülertests, von denen Ergebnisse bayerischer Gymnasiasten in großer Anzahl vorliegen
- Lehrer müssen sich für eine quantitative Angabe entscheiden

- Aufgabe zu Stromkreisen:



Roth, 1993

- nach dem Unterricht nur von unter 20 % richtig beantwortet
- 75 %** der Lehrer schätzen einen viel höheren Anteil richtiger Antworten
- Fast ein Drittel der Lehrer gingen von über 60 % richtiger Antworten aus

4.5 „Ergebnisse in Schülertests?“

- Beschleunigungsgraphen bei eindimensionalen Bewegungen:
 - 46 % wählen richtig aus, dass nach Unterricht nur die Hälfte der Schüler den richtigen Graph angeben kann.
- Zweidimensionalen Bewegungen:
 - Weniger als 15 % der Schüler geben bei Kurvenfahrten mit konstantem Tempo die Beschleunigung radial nach innen an.
 - Nur von 4 % der Lehrer denken dies.
 - 49 % meinen, dass 50 bis 85 % der Schüler richtig sind.
- Lehrer kennen Schwierigkeiten im Umgang mit Graphen, wissen aber nicht von den Problemen bei zweidimensionalen Bewegungen.

4.5 „Ergebnisse in Schülertests?“

- Kraft-Graphen nach dem Unterricht:
 - Nur 30 % der Lehrer wählen richtigen Wert (ein Drittel der Schüler richtig)
 - 70 % nehmen viel höheren Anteile an.

- Golfballaufgabe (FCI-Tests):
 - Schüler: 80 % geben am Schuljahresbeginn und ca. 70 % am Ende eine Abschlagskraft für den Flug an.
 - Nur 5 % der Lehrer vermuten dies.
 - 29 % sehr optimistisch für das Schuljahresende, nicht für Anfang.
 - 62 % bei Schuljahresanfang und Ende optimistischere Ergebnisse.

4.5 „Ergebnisse in Schülertests?“

- Lastwagen frontal auf PKW (FCI-Test)
 - Schüler: ca. 10 % am Beginn und von ca. 20 % am Ende richtig.
 - Nur 9 % der Lehrer vermuten dies.
 - 36 % sehr optimistisch für das Schuljahresende, nicht für Anfang.
 - 53 % bei Schuljahresanfang und Ende viel optimistischere Ergebnisse.
- Lehrer halten das Auftreten von Schülervorstellungen für seltener als es in Tests der Fall ist.
- Vor allem bzgl. nach dem Unterricht sind sie optimistischer.
- Mögliche Teil-Erklärungen: Erklärungsvielfalt, falsche Aufgabenkultur

4.6 Resümee

- Dass Schüler mit typischen Schülervorstellungen in den Physikunterricht kommen, ist vielen Lehrern bekannt.
- Bezüglich Testergebnisse sind Lehrer optimistischer.
- Schülervorstellungen sind nicht nur für Lehrerausbildung, sondern auch für Lehrerfortbildung ein wichtiges Thema.
- Ältere Lehrer wissen weniger.
- Eigene Lehrerfortbildung steht noch aus.

Vielen Dank!

- Kontaktadresse:

Dr. Thomas Wilhelm,
Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik,
Universität Würzburg
97074 Würzburg

wilhelm@physik.uni-wuerzburg.de

www.physik.uni.wuerzburg.de/~wilhelm
oder www.thomas-wilhelm.de.vu