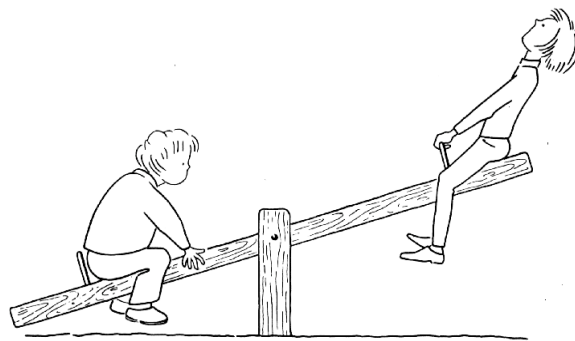
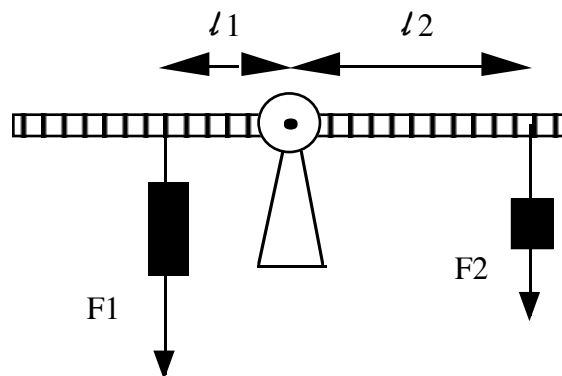


Physik - was bleibt?



=



?

Was bleibt aus dem Physikunterricht?

Inhaltsverzeichnis

Physik - was bleibt? eine Untersuchung zum Thema **Was bleibt aus dem Physikunterricht?**

	Seite
Einleitung	3
1. Andere Untersuchungen zum Thema «Was bleibt aus dem Physikunterricht»	3
1.1. «Was bleibt unseren Abiturienten vom Physikunterricht?» (Wagenschein)	
1.2. «Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert»	
2. Befragung von ehemaligen Physikschülern	6
2.1. Methode	
2.2. Die sieben Interviews	
2.3. Auswertung - Thesen	
2.3.1 An Wissen und Denkweisen ist noch mehr da, als sich die Befragten selber zuschreiben	
2.3.2. Der Transfer «Versuchsaufbau - Wirklichkeit» findet oft nicht statt	11
2.3.3. Der Kontext, in dem Physik gebracht wird, ist das «A» und das «O»	
2.3.4. Frauen sind nicht a priori desinteressiert an Physik	
3. Zusammenfassung	15
Literaturverzeichnis	15
Anhang I (Interview-Fragen)	16
 Anhang II: In diesem separaten Band sind die sieben Interviews abgedruckt.	 a

Einleitung

Der Auslöser für diese Themenwahl war die Antwort einer Studentin auf eine spontane Frage von mir, wie eine Dynamotaschenlampe funktioniert. «Das hat irgendwie mit Reibung zu tun», war die Antwort. Da Physik «mein Lehrfach» ist und ich diese auch einmal meinen Schülern näherbringen will, hat mich die Antwort sehr beschäftigt. Dass es dort drin einen Magneten hat, der sich bewegt, hätte mir als Antwort vollkommen gereicht.

Bringt Physikunterricht dem Schüler überhaupt etwas? Bewirkt er eine nachhaltige Veränderung bezüglich Wissen, Verständnis über physikalische Zusammenhänge, Denkweisen und Methoden, Interesse, Staunen, motorischem Geschick? Was bleibt der Schülerin und dem Schüler an spontanen Erinnerungen, Gefühlen, Aha-Erlebnissen, Ablöschern aus dem Physikunterricht?

Diese Fragen will ich im Rahmen dieser Diplomarbeit näher untersuchen. Zu diesem Thema wurden bereits Untersuchungen gemacht, so z.B. von Martin Wagenschein: «Was bleibt unseren Abiturienten vom Physikunterricht?» oder bezüglich den geschlechtsspezifischen Interessen von Peter Häussler: «Physikunterricht - an Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten orientiert.» Darauf werde ich in einem ersten Kapitel eingehen. In den weiteren Kapiteln wird eine selbst durchgeführte Befragung von sieben Personen nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Dabei wurde weniger das spontane Sachwissen getestet respektive die Quantität des Wissens, sondern die Qualität des (noch) gebliebenen: Hat der Physikunterricht dazu beigetragen, dass technische oder natürliche Phänomene beschrieben und erklärt werden können? Die Arbeit soll primär eine Bestandesaufnahme sein, um damit einige Thesen zu formulieren. Im Rahmen dieser Arbeit können sie aber weder bestätigt noch widerlegt werden.

Ich hoffe, dass diese Arbeit dazu beiträgt, PhysiklehrerInnen darüber zu sensibilisieren, auf was es in einem guten Physikunterricht ankommt, um bei Schülerinnen und Schülern eine nachhaltige Wirkung zu erzielen.

1. Andere Untersuchungen zu diesem Thema

1.1. «Was bleibt unseren Abiturienten vom Physikunterricht?»

In den 50er Jahren befragte Martin Wagenschein Studierende einer pädagogischen Hochschule bezüglich ihrer Physikkenntnisse. Die dabei resultierten «ernüchternden» Ergebnisse sollten Physiklehrer nicht entmutigen, sondern dazu ermutigen, «gemeinsam mit den Lehrern der anderen Schularten neue Wege aufzusuchen».

Martin Wagenschein befragte 32 Studentinnen und Studenten, indem er ihnen acht Fragen (quer durch die Physikgebiete) diktierte und die Antworten dazu aufschreiben liess. Die eben recht ernüchternden Ergebnisse wurden veröffentlicht und gaben Anlass zu «zum Teil recht unfreundlichen Reaktionen interner Fachleitertagungen der Physik und Chemie» betreffs der Befragungsmethode. Dies veranlasste ihn 1965, in einem «Anhang» diese Missverständnisse aufzulösen:

«1. Zu meiner eigenen Urteilsbildung bedurfte ich dieser Befragung nicht mehr. Ich weiß mit Sicherheit aus zahllosen, sich über etwa 20 Semester erstreckenden, ruhigen und gründlichen, seminarartigen (nicht Prüfungs-) Gesprächen mit Studenten, daß die Unwissenheit und mangelnde Verfügungskraft über elementare physikalische Zusammenhänge so erschreckend ist, daß man sich fragen muß, wie dieser geringe Wirkungsgrad unseres Schulunterrichts so verhältnismässig un bemerkt und unbehoben bleiben kann. Vorwiegend waren es Studierende einer Pädagogischen Hochschule, an die ich mich wandte, später - nach Veröffentlichung des Tests - zunehmend auch Studenten an einer Universität, also künftige Studienräte verschiedener Fachrichtungen.

Ich stehe mit meinem Urteil nicht allein. Physik-Dozenten Pädagogischer Hochschulen bestätigen es, finden sich allerdings meist damit ab, daß sie nachholen müssen, was sie vorfinden sollten.

2. Dieser Test kann seinem Leser nicht etwas "beweisen" wollen. Pädagogik ist ja keine mathematische Wissenschaft. Er sollte hinweisen und zur Nachprüfung anregen. ...»

In einem 6. Punkt wendet sich Wagenschein in seinem Anhang an einen H. Ristau, welcher zum Thema «Gravitation» einen eigenen Test gestaltete und durchführte. Auch er stellte fest, dass wenige Jahre nach dem Abitur das Erlernte «bereits versunken» war, und empfahl als Gegenwirkung «Zusammenfassungen und Überblicke». Martin Wagenschein bezweifelt diese Methode, falls damit «Wiederholung» und «Festigung» gemeint ist. Damit erreiche man lediglich einen Aufschub für Monate. **«Was anfangs nicht verwurzelt ist, kann später nicht mehr gefestigt werden».**

1.2 «Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert»

In dieser Studie wurde nicht untersucht, *was* geblieben ist. Es wurde davon ausgegangen, wenn etwas bleiben soll, dass es *von Interesse* sein muss. Es lassen sich zwei Ansätze unterscheiden: Interesse als ein persönlichkeitspezifisches Merkmal des lernenden Individuums, also eine relativ stabile Präferenz, oder Interesse als «einen einmaligen, situationsspezifischen, motivationalen Zustand, der aus den besonderen Anreizbedingungen einer Lernsituation (Interessantheit) resultiert». P. Häussler und L. Hoffmann gehen davon aus, dass «die Anregungsqualität der Lernumgebung (insbesondere) bei schwach ausgeprägtem Interesse oder in einer Anfangsphase der Interessenentstehung eine wichtige Rolle spielt». Weiter sind sie mit Todt einig, «dass für das Interesse an einem bestimmten Unterrichtsgegenstand auch das Fähigkeitsbild, sowie das methodische Geschick der Lehrkraft, die Anschaulichkeit des Unterrichts und die Gerechtigkeit bei der Bewertung eine Rolle spielen». So wurden zwischen 1984 und 1989 von Peter Häussler und Lore Hoffmann die Interessen von 1200 Jugendlichen der Oberstufe an Physik bzw. am Physikunterricht erhoben. Für die Ermittlung des Sachinteresses der Schüler zogen sie folgendes Raster heran:

- Interesse an einem Kontext, in dem Physik bedeutsam ist.
- Interesse an einem physikalischen Gebiet, mit dem man sich mit diesem Kontext auseinandersetzt, und
- Interesse an einer Tätigkeit, in die man sich im Zusammenhang mit diesem Inhalt einlassen kann.

Die Interessensbekundungen wurden auch bezüglich verschiedener Kontexte betrachtet, also *was* die Interessensbekundung der SchülerInnen beeinflusst (Physik als Mittel zur Bereicherung emotionaler Erfahrungen, Verständnis, Grundlage für Berufe, gesellschaftliche Bedeutung etc.).

Die Ergebnisse der Studie bestätigten zunächst einmal, dass bei den Mädchen das Interesse am Unterrichtsfach Physik im Verlaufe der Oberstufe relativ stark nachlässt. Weiter «reagieren vor allem Mädchen sehr sensibel gegenüber einem Wechsel des Kontextes. So ist es für sie z.B. wesentlich interessanter, etwas über eine Pumpe zu erfahren, die als künstliches Herz Blut pumpt als über eine Pumpe, die Erdöl aus grosser Tiefe pumpt». Der Bezug der Physik überhaupt zum menschlichen Körper ist bei Mädchen auffallend gross.

Für beide Geschlechter wird der Unterricht gleichermassen interessanter, wenn Physik in einen anwendungsbezogenen Kontext gebettet ist oder an alltägliche Erfahrungen bindet. Auch «*Phänomene* über die man *staunen* kann und die zu einem Aha-Erlebnis führen werden generell als interessant empfunden».

Hingegen wird das Entdecken und Nachvollziehen von *Gesetzmässigkeiten um ihrer selbst willen* und die quantitative Beschreibung (Formeln!) als weniger interessant empfunden. «SchülerInnen der Oberstufe interessieren sich weniger für die Physik als wissenschaftliche Disziplin, sondern mehr für ihre Anwendung und ihren lebenspraktischen Nutzen».

Als Konsequenzen für die unterrichtspraktische Umsetzung wurde abgeleitet:

(1) «Das Auseinanderklaffen von unterrichtlichem Angebot und Interessenlage der SchülerInnen, das dazu geführt hat, dass das Fachinteresse kaum etwas mit dem Schulinteresse zu tun hat, muss vermieden werden. Dazu müssen vor allem die Kontexte, in die die zu unterrichtenden physikalischen Inhalte eingebettet werden, näher an den Schülerinteressen liegen (...)»

(2) «Das Selbstvertrauen in die Fähigkeit, im Physikunterricht etwas leisten zu können, muss gestärkt werden. Dazu müssten vor allem Massnahmen getroffen werden, die sich auf eine Veränderung der Interaktionsmuster im Klassenzimmer beziehen».

Im weiteren wird in dieser Studie der durchgeführte Modellversuch «Chancengleichheit» beschrieben, welcher darauf zielt, die Mädchen speziell zu fördern, ohne die Jungen zu benachteiligen. So wurden z.B. jeweils jede zweite Stunde die Klassen nach Mädchen und Jungen aufgeteilt.

Als generell wichtig wird erachtet, jedes Unterrichtsthema unter einem **Leitmotiv** auszulegen, also z.B. «Wir untersuchen den Fahrradhelm» zum Gebiet «Kräfte und Geschwindigkeit».

2. Befragung von sieben ehemaligen Physikschülern

2.1. Methode

Mit sieben Personen, davon vier Frauen, wurden von mir Interviews mit halbstandardisierten Fragen durchgeführt. Im Gegensatz zu einer schriftlichen Befragung lässt diese Methode das Nachfragen und Nachhacken zu. Kam auf eine erste Frage nicht gerade eine (korrekte) Antwort, so konnte durch gezieltes Nachfragen doch noch einiges an Sachwissen oder Zusammenhängen «herausgezogen» werden. Auch kamen den Befragten beim Gespräch häufig Assoziationen, welche interessante Fakten lieferten, oder es fielen ihnen Antworten auf frühere Fragen ein.

Bei der Auswahl der Befragten wurde folgendes vorausgesetzt:

- Mindestens ein Jahr Physik an einer Bezirksschule oder adäquaten Stufe.
- Keine weitere Ausbildung in naturwissenschaftlicher Richtung (z.B. Matura Typ c)
- Der letzte Physikunterricht sollte mindestens sieben Jahre zurückliegen.

So wurden vier Frauen zwischen 29 und 37 Jahren und drei Männer zwischen 26 und 38 Jahren befragt. Die Interviews wurden mit einem Tonbandgerät aufgenommen und dauerten 20 bis 30 Minuten. Sie sind in einem separaten «Anhang II» abgedruckt. Es wurden die vorbereiteten Fragen gestellt. Bei Unklarheiten oder interessanten Nebenaspekten habe ich spontan nachgefragt. So ergeben sich für alle Interviews dasselbe Grundgerüst, Schwerpunkte sind aber verschieden gesetzt.

Die Fragen sind wie folgt gegliedert: Zuerst einige **globale Fragen**, den Physikunterricht betreffend. Den Antworten waren hier die spontanen Erinnerungen zum Physikunterricht bzw. zum Lehrer zu entnehmen. Danach folgten **fachspezifische Fragen** in Zusammenhang mit dem Velo, und zwar betreffs der Gangschaltung (Hebelgesetze), dem Dynamo (Elektromagnetismus) und Energieumwandlungen (Bremsen). Danach wurden noch zwei **Schlussfragen** gestellt, um zu erfahren, welchen Stellenwert Physik für die Befragten hat und wie sie ihr diesbezügliches Wissen selbst einschätzen.

Bei den fachspezifischen Fragen wurden den Befragten Skizzen von zwei Gangschaltungen, von der Verdrahtung einer Velolampe und einem «Velo-Perpetuum mobile» gezeigt. Weiter wurden ein realer Hebel mit Kraftmesser aus der Physiksammlung, ein Dynamo mit Lämpchen und ein Magnet mit Spule eingesetzt. Beim rot-weiss gefleckten Hebel sollten Assoziationen zum Physikunterricht hergestellt werden, bei der Verdrahtung resp. Stromerzeugung mit Dynamo, Magnet und Spule das motorische Geschick beobachtet werden.

2.2. Die sieben Interviews

Die sieben Befragten stammen aus meinem Bekanntenkreis oder studieren am Didaktikum. Die Anzahl ist für eine statistische Auswertung natürlich viel zu klein. Weiter wurden sie von mir sehr

subjektiv ausgewählt, z.B. nach dem Gesichtspunkt: «hat diese Person zu diesem Thema etwas interessantes zu sagen?» oder «bestätigt oder verwirft diese Person ein Vorurteil meinerseits?» oder «ist es angenehm, mit dieser Person zu sprechen?». Nichtsdestotrotz lassen sich meiner Meinung nach Resultate aus den Befragungen herauslesen, welche, in grösserer oder kleinerer Ausprägung, auch verallgemeinert werden können.

Im folgenden will ich kurz skizzieren, welche Personen befragt wurden und was ich ihnen, nach dem Interview, für ein Verhältnis zur Physik zubillige:

Peter (38), *Tiefbauzeichner*

Dynamisch. Peter hat ein unbelastetes Verhältnis zu Physik. «Wenn ich etwas nicht mehr weiss, dann schaue ich halt wieder nach»

Verena (37), *Krankenschwester*

Algebraisch. Verena fand im Formel-Physikunterricht ihre Nische, ohne jedoch viel verstanden zu haben. Sie ist aber an den Zusammenhängen interessiert und erkennt sie auch rasch.

Sabine (29), *Lehrerin, Psychologie-Studentin*

Warum ist die Banane krumm? Sie brennt vor Neugier und hinterfragt alles bis vor dem Urknall. Eventuelle Beeinflussung durch den Ex-Freund, der Physiker und Chaos-Theoretiker ist.

Caroline (32), *Zeichenlehrerin*

Physik im Kontext. Ist im Prinzip sehr interessiert, Caroline muss aber, wie Sabine, immer zuerst das «Warum» geklärt haben, oder einen grösseren Bedeutungszusammenhang erkennen.

Coni (29), *Krankenschwester, Sozialarbeiterin*

Blockiert. Nach anfänglichem Physikunterricht in einer Mädchenklasse kam der Hammer in der gemischten Klasse: Obwohl sie interessiert wäre, ist seit da Physik «ein rotes Tuch» für sie.

Martin (26), *Alt-Sprachlehrer*

«Im Prinzip gehört halt Physik dazu». Es bräuchte aber nicht viel dazu, um Martin in tiefschürfende physikalische Gespräche zu locken, ohne dass er es eigentlich wollte.

Mark (29), *Sprachlehrer*

Weils halt sein musste. Hat den Zugang zur Physik nie richtig gefunden, vielleicht wegen dem «Tüpfelschisser-Lehrer», obwohl einige Türchen, via andere Disziplinen, offengestanden hätten.

2.3. Auswertung - Thesen

In diesem eigentlichen Hauptkapitel werden die Interviews nach bestimmten Gesichtspunkten ausgewertet. Ein solcher Gesichtspunkt wird jeweils als **These** im Titel formuliert und dann mittels Zitaten aus den Interviews untermauert. Die Thesen werden aber im Rahmen dieser Arbeit weder bewiesen oder widerlegt. Sie sollen aber Anregungen zu weiteren Fragestellungen liefern oder helfen, um zu eigenen Schlüssen bzw. Hypothesen zu gelangen.

2.3.1 An Wissen und Denkweisen ist noch mehr da, als sich die Befragten selber zuschreiben

Dass die Wissensmenge mit der Zeit nachlässt, ist nicht etwas Physik-Spezifisches. Wenn ich da an den Geschichts- oder Französischunterricht denke, so ist die Halbwertszeit des Wissens (=Zeit, in welcher sich das «Wissen» halbiert) auch nicht sehr gross. Diese Halbwertszeit hängt natürlich von verschiedenen Faktoren ab: Wird das Wissen eines Faches immer wieder angewendet, so bleibt es nicht nur erhalten, sondern kann sich noch erweitern. Deshalb wurden auch nur Personen befragt, welche seit dem Unterricht nicht gross mit Physik in Berührung kamen. Bei diesen Personen sind es, wie in Kapitel 2.2 beschrieben, einerseits die persönlichkeitspezifischen Merkmale, andererseits die Anregungsqualität des gehabten Unterrichts, welche die Halbwertszeit des Wissens beeinflussen, falls es überhaupt zur Vermittlung eines solchen «Anfangswerts» gekommen ist.

Beispiel der Gangschaltung: Bei dieser Frage wurden zwei Gangeinstellungen des Velos gezeigt (s. Anhang). Bei der Frage, ob man zum Bergfahren hinten besser den grossen oder den kleinen Kranz verwendet, antworteten nur zwei spontan richtig (grosser Kranz). Beim Nachfragen bei den fünf anderen, wie sie ihre Behauptung mittels Hebelwirkung am Hinterrad begründen könnten (kleiner Hebelarm bei kleinem Kranz erfordert mehr Kraft, grosser Hebelarm an grossem Kranz erfordert weniger Kraft), kamen doch vier auf die richtige Lösung. An diesem Beispiel zeigt sich der Vorteil der mündlichen Befragung, wie verborgenes Wissen, welches oberflächlich spontan nicht abzurufen ist, durch Nachfragen reaktiviert werden kann.

Man könnte dieser Methode natürlich unterstellen, es sei nichts anderes als fragend-entwickelnder Unterricht, so wie es auch die Lehrer machen. Das ist es auch, aber mit dem Unterschied, dass bei der gestellten Aufgabe z.B. das Hebelgesetz bereits bekannt sein musste. So behaupte ich, dass die im Interview gestellten Fragen bereits ein Sachwissen voraussetzen, ohne welches die Befragten, auch bei fragend-entwickelndem Helfen meinerseits, nicht auf die richtige Lösung gekommen wären. So betrachtet kannten vier das Hebelgesetz und konnten damit die richtige Antwort begründen (in der Bloom'schen Taxonomie zwischen «verstehen» und «anwenden» einzuordnen). Interessanterweise waren die beiden mit der richtigen Antwort nicht unter diesen vier.

Auszug aus dem Interview mit Verena:

- *Welche Einstellung des Ganges ist besser, wenn es steil hinauf geht:*

b.) (=falsche Antwort)

- *Warum?*

Hinten ist ein kleiner Ritzel. Da er kleiner ist, kommt man langsamer den Berg hinauf

- *Könnte man den Sachverhalt auch mittels Hebeln erklären?*

Wie meinst du mit Hebeln?

(Ich erkläre kurz den Begriff Hebel und zeige ihr das Hebelmodell)

- *Siehst Du einen Zusammenhang zwischen dem Ritzel, der Achse und dem Rad mit einem solchen Hebel?*

Ah ja, die Speichen werden ja auch mitgedreht. Man könnte dies schon einen Hebel nennen. Oder nicht? Jede Speiche ist quasi ein Hebel.

- *(Ich zeichne den Hebel am Hinterrad ein). Woher kommt nun die Kraft?*

(Zeigt auf die Kette) Die zieht dann das Ritzel mit und das ganze Rad.

- *Was ist nun günstiger fürs Bergauf-Fahren? Ein kleines Hinterradritzel mit einem kleinen Hebelarm oder ein grosses?*

Ja, es braucht demnach mehr Kraft, um beim kleinen Ritzel das ganze Rad zu bewegen. Das ist demnach ein grosser

Gang und das andere die kleinen.

- *Richtig*

(Freut sich: da lernt man ja noch was!)

Kann Verena die Anwendung des Hebelgesetzes so schnell gelernt haben, oder war doch noch etwas an Wissen da? Oder kamen ihr die Denkweisen, wie sie im Physikunterricht vermittelt werden, bei der Anwendung zu gute?

Sabine kam in diesem Zusammenhang (richtigerweise) der Begriff «Drehmoment» in den Sinn. Obwohl sie den Begriff nicht mehr definieren konnte, ahnte sie doch, dass er zur Lösungsfindung dienlich sein könnte. Durch das Stopfen dieser Wissenslücken (*Sabine* hätte selber gewusst, unter welchem Begriff sie in einem Buch hätte nachschlagen müssen), war sie imstande, auf die richtige Lösung zu kommen.

Coni kam im Zusammenhang mit dem Hebelgesetz die analoge «hydraulische Waage» in den Sinn, was davon zeugt, dass sie sich der Problemstellung bewusst war («Kraft sparen»).

Martin berichtet von Vektorpfeilen, welche man übereinanderlegen könne, *Mark* von deren Subtraktion (Kantiphysik?), ohne ein tieferes Verständnis für das Problem aufzubringen. (Ausser Vektoren sind *Martin* aus der Kanti übrigens noch «sehr komplizierte Maschinen» in Erinnerung geblieben, von denen er aber nicht mehr weiss, wozu sie dienten).

Andererseits wäre es von einem nachhaltig wirkenden Physikunterricht natürlich wünschenswert, wenn die Befragten auf die entsprechende Fragestellung das zur Lösung geeignete physikalische Instrumentarium (Hebelgesetz) selbst gefunden hätten. So betrachtet kam niemand auf die richtige Lösung: *Peter* begründete seine richtige Antwort damit, dass sich das kleinere Rad bei *einer* Pedalumdrehung mehrmals dreht, was auch mehr Kraftaufwand zur Folge hat, und *Carolines* Begründung kam aus der Erfahrung.

Beim **Wissen von physikalischen Begriffen** ergab sich folgendes Bild: Begriffe wie *Kraft*, *Energie*, *Gravitation* kannten alle und wurden meist richtig angewandt. Im ersten Moment, als die Befragten einen Sachverhalt umschrieben, kam ihnen oftmals der richtige Begriff nicht in den Sinn. Entweder kamen sie mit der Zeit von selbst drauf oder konnten ihn beim Nachfragen wieder heraufholen: *Caroline*:

«Beim kürzeren Hebel brauchts mehr Anstrengung».

Physikalischer Begriff?

«Kraft»

oder auch *Caroline* auf die Frage, was beim Bremsen passiert:

«Es gibt ja eine Vorwärtskraft, also Bewegung, - Bewegungsenergie, die ist zuerst stärker, und dann packt sie die Reibungsenergie (lacht) und dann ist die Bewegungsenergie weniger stark.»

Übrigens ist auffallend (auch bei meinen Sek-Schülern), wie schwer sich die Schüler mit dem Auseinanderhalten der Begriffe «Reibung» als Vorgang und der daraus entstehenden «Wärmeenergie» tun.

Auf die Frage, ob **Energie vernichtet** werden könne, kam von allen die einhellige Antwort: **nein!** Dies wurde anscheinend von allen Physiklehrern in die Gehirne der Schüler eingebrannt. Auch *Caroline* kam auf das richtige Wort auf die Frage, ob beim Bremsen Energie vernichtet würde:

«Nein, es gibt immer eine gleiche Anzahl von Dingen, so Kräften, also Energie. Weil sonst würde unser Planet jgar

nicht mehr existieren, wenn sie sich ständig vernichten würden.».

Bis auf Verena und Coni kannten alle den Begriff «Perpetuum mobile», also eine immerarbeitende Maschine, welche keine zugeführte Energie benötigt. Bis auf Coni konnten alle erklären, warum´s nicht funktioniert.

Auf die Frage, **was es in einem Velo-Dynamo hat**, also der eigentliche Auslöser für diese Arbeit, wusste spontan nur Peter die richtige Antwort: «Im Dynamo ist ein Magnet und eine Kupferspule. Sie dreht sich und setzt die magnetischen Kräfte des Magneten in Elektrizität um.».

Martin sieht den Zusammenhang von Dynamo und Generator. Beim Nachfragen antwortet er unsicher:

«Das ist eine gute Frage (überlegt). Also es hat einen Magneten dortdrin? Mit Plus und Minuspol. Und dann gibt es ein Spannungsfeld dazwischen.».

Immerhin ein Zweiter, der wusste, dass es einen Magneten im Velo-Dynamo hat! Die meisten nannten übrigens den Nord- und Südpol des Magneten «plus» und «minus». Was diese falsche Bezeichnung für Verwirrung anstiften kann, demonstriert bei seiner Antwort *Martin* gerade selbst, indem er das elektrische Feld mit dem Magnetfeld verwechselt.

Auf die Schlussfrage, ob man glaube, dass der Physikunterricht dazu beigetragen habe, diese Dinge (im speziellen das im Interview behandelte) besser zu verstehen, waren die Meinungen etwa zu gleichen Teilen gespalten:

Peter: Auf jeden Fall, ja. Auch wenn ich nicht mehr genau weiss, wie etwas funktioniert, dann schaue ich halt wieder nach. Auch wenn mir nicht die Formel in den Sinn kommt, weiss ich, um was es geht. Ursache und Wirkung ist wichtig.

Caroline: Das auf jeden Fall (staunt über sich selber, wieviel sie noch gewusst hat), weil irgendwoher habe ich ja das Wissen. Viele Dinge sind schon aus dem Alltag, aber schon nur von Begriffen hätte ich sonst keine Ahnung, wie z.B. dass Kräfte wirken.

Martin: Auf jeden Fall, sonst hätte ich jetzt vieles nicht gecheckt. Also das mit der Wippe wusste ich aus praktischer Erfahrung, aber dass ein Stromkreis geschlossen sein muss z.B., das muss man schon wissen.

Mark: Klar, ja, das schon. Das, was ich jetzt wusste, weiss ich nur vom Physikunterricht, dass sich z.B. Energie in andere Formen umwandelt und so.

Coni: Am Rande.

Verena: Nein, nicht gross. Damit ich Sachen begreife und nicht nur im Moment, sondern auch noch in fünfzehn Jahren weiss, muss ich solche Sachen neben hören und sehen auch selber machen, also selber experimentieren, das haben wir nie gemacht.

Sabine: Nein. Vielleicht, dass ich gewisse Sachen begreife, aber das Wesentliche, eben z.B. ein Dynamo, und warum man aus einem Magneten Licht produzieren kann - keine Ahnung! Weissst du, das Wesentliche; man weiss immer bis zu einem gewissen Grad - dann weiss man z.B.: Energie kann nicht verloren gehen - aber was ist denn Energie? Weissst du, wie ich meine? Man kommt dann immer wieder an die nächsten Fragen, und dann weiss man wieder nichts mehr, also ich weiss nichts mehr. Ich weiss nur noch Worthülsen, aber die Vorstellung fehlt, ein mentales Modell fehlt; und dazu hat der Unterricht wenig beigetragen.

Interessant ist, dass vorwiegend die Männer glauben, Physik hätte ihnen einiges gebracht, obwohl sie bei der Befragung nicht besser abschnitten als die Frauen, und auch Caroline, welche längere Zeit als Programmiererin in einer von Männern bestimmten Umgebung gearbeitet hat.

Im Gegensatz zu ihrer positiven Schlussantwort antwortet *Caroline* auf die Frage «was geschieht im Dynamo»:

«Bewegung - ah das ist Bewegungsenergie. Wird in elektrischen Strom umgewandelt - aber warum? Weissst du, warum ich Physik nie begriffen habe? Genau das ist eine Tatsache - das «Warum» habe ich nie begriffen. Und dann hat es mich nicht mehr interessiert. Jetzt kommt es mir wieder in den Sinn: Ich hätte jeweils viel mehr wissen wollen.»

Diese Antwort zeigt eine Parallele zur Schlussantwort von *Sabine* auf. Können oder wollen Frauen weniger gut auf Gedankengebäuden oder Phänomenen aufbauen, wenn sie nicht restlos geklärt sind? Wie soll ein Physiklehrer der Oberstufe die magnetische Induktion erklären, oder was im Detail bei der Reibung geschieht? Das nächste «Warum» auf eine Antwort wartet bestimmt!

2.3.2. Der Transfer «Versuchsaufbau - Wirklichkeit» findet oft nicht statt

Nachdem im Interview die Fragen betreffs der «Hebel in der Übersetzung» beim Velo behandelt wurden, stellte ich folgende Fragen:

- *Du kennst sicher die Wippe auf dem Spielplatz. Wie muss der Schwerere sitzen, damit die Wippe im Gleichgewicht ist?*

Alle antworteten richtig, nämlich dass der Schwerere näher am Drehpunkt sitzen muss. Dann wurde real ein Hebel aus der Physiksammlung gezeigt, schön rot-weiss gestreift (s. Anhang):

- *Hier siehst Du einen zweiarmigen Hebel. Auf einer Seite hängt ein Gewicht.*
 - *Wie musst ich den Kraftmesser halten, damit der Hebel im Gleichgewicht ist?*

Bis auf *Caroline* antworten alle richtig (nach unten), vom «willst du mich für blöd verkaufen» bis zum langen Überlegen: «Man könnte eine Gleichung machen» ...

- *Wird die Kraft grösser oder kleiner sein, wenn ich mit dem Kraftmesser mehr innen ansetze?*

Auf die Antworten auf diese Frage war ich gespannt, habe ich doch beim Unterrichten der eigenen Sek-Klassen mit Erstaunen feststellen müssen, wieviele «kleiner» gesagt haben, obwohl sie kurz zuvor, aus der eigenen Erfahrung natürlich, bei der Wippe wussten, dass der Schwerere mehr innen sitzen musste: Von den sieben Befragten sagten ganze **vier** «kleiner»! Nach meinem Hinweis, dass sie doch gerade vorher gesagt hätten, dass bei der Wippe der Schwerere weiter innen sitzen müsse, sahen sie staunend ihren Irrtum ein.

Diese erstaunliche Tatsache, welche übrigens als Frage schematisch die Titelseite «schmückt», beschäftigte mich sehr. Eine systematische Beeinflussung durch meine Fragestellung, welche zur falschen Antwort hätte führen könnte, konnte ich nicht erkennen. Ist der Graben zwischen selbst-erfahrener Physik im Alltag zum Versuchsaufbau im Schulzimmer wirklich dermassen gross? Ist es nach dieser Feststellung überhaupt zweckmässig, einen solchen Hebel zu demonstrieren? Gibt die Schlussantwort von *Verena*

«Damit ich Sachen begreife und nicht nur im Moment, sondern auch noch in fünfzehn Jahren weiss, muss ich solche Sachen neben hören und sehen auch selber machen, also selber experimentieren, das haben wir nie gemacht.»

eine Antwort auf diese Frage? Oder *Caroline*, welche als spontane Erinnerung an ihren Physikunterricht sagt: «Hinschauen und denken: Was macht der dort vorne?»

Könnte man nicht auch zuerst die Kräfte an einer *Wippe* ausmessen und dann das Hebelgesetz erarbeiten? Ich denke mir, dass der Transfer von der *Wippe* zum *Versuchsaufbau* von den Schülern einiges besser vollzogen würde als umgekehrt. Oder wenn «der dort vorne» von einem Stromkreis

spricht, müsste da nicht jede(r) Schüler(in) vorher mit einer Batterie selber ein Birnchen zum Leuchten gebracht haben, damit alle wissen, wovon «der» spricht? Sollte also nicht, wo dies möglich ist, in dieser Reihenfolge vorgegangen werden, also von der Körpererfahrung bzw. vom Phänomen zum Versuchsaufbau mit mathematisch-physikalischer Klärung?

Oftmals ist man aber in der Physik dazu gezwungen, Sachverhalte, welche nicht selbst erfahren werden können, an Apparaturen nachzuvollziehen. Liegt die Schwierigkeit von Physikschülern nun einzig und alleine darin, den Transfer von solchen Versuchsaufbauten auf die Wirklichkeit zu machen, müsste man sich da als Physiklehrer nicht fragen, ob auf dieser Stufe ein solches Thema nicht besser weggelassen wird und für die Schüler der höheren Semestern mit naturwissenschaftlicher Ausrichtung aufgespart werden sollte?

2.3.3. Der Kontext, in dem Physik gebracht wird, ist das «A» und das «O»

In diesem Kapitel will ich einige Antworten der Befragten zitieren, welche darauf hindeuten, dass bei Gebliebenem eine Verknüpfung dieses Gebliebenen zu etwas dem Schüler Nahestehenden vorhanden war. Obwohl damit noch nicht gezeigt wird, ob das Gebliebene auch wirklich verstanden wurde, so kann dies doch angenommen werden, denn was bleibt besser als Verstandenes?

Mark: • *Kannst Du Dich an Aha-Erlebnisse erinnern?*

(Überlegt) Gewisse Dinge beim unelastischen Stoss, ah ja das war etwas, da war ich gerade in einer Billiardphase, und da haben wir gewisse Experimente mit Billiardkugeln gemacht, Einfalls- und Ausfallswinkel berechnet. Und das hat mich auch interessiert, weil das konnte ich anwenden.

• *Kommt Dir etwas in den Sinn, was Dich interessiert hätte oder immer noch interessiert, was aber nie im Physikunterricht zur Sprache gekommen ist?*

(Überlegt) Die interessantesten physikalischen Aspekte sind eigentlich in der Geographie aufgekommen, also die ganzen Wärmesachen mit den Wolken und dem Regen, das war eher fächerübergreifend. Gewisse Voraussetzungen hatte man aus der Physik her, dann kam es in der Geographie, die ganze Klimalehre und so. Hier hat es sich verwirklicht, dass man sich gewisse physikalische Fragen gestellt hat, aber das war in der Geographie. Und das waren vielleicht auch die Aha-Erlebnisse, wo du vorher gefragt hast.

Caroline: • *Kannst Du Dich an Aha-Erlebnisse erinnern?*

Das einzige Aha-Erlebnis hatte ich einmal, als Chemie, Biologie und Physik das gleiche Thema behandelt haben, aber frag mich nicht mehr, welches. Ich weiss nur noch, dass ich dort ein «Heureka-Erlebnis» gehabt habe, welches allerdings nur in der Chemie dazugeführt hat, dass ich es «geschnallt» habe und mit dem Interesse drangeblieben bin. Es war Zufall, dass gerade in allen Fächern vom selben die Rede war.

Diesen zwei Antworten ist zu entnehmen, dass eine fächerübergreifende Einbettung eines Themas massgeblich zu dessen Verständnis beitragen kann. Auch wenn *Caroline* nicht mehr sagen kann, um was es ging, so bin ich überzeugt, dass ihr beim richtigen Schlüsselwort die Zusammenhänge wieder aufgehen würden. Bei *Mark* müsste man genauer nachfragen, was der Unterschied zwischen einem elastischen und unelastischen Stoss ist.

Inwieweit macht die Aufspaltung ein und derselben Themen in verschiedene Fächer Sinn? Entspricht es nicht dem aktuellen Zeitgeist, die Dinge wieder als Ganzes, als Einheit zu betrachten? Im Beitrag «Naturwissenschaft und Sprache» beschreibt Peter Stettler diese Problematik anhand der

«beiden Monden» von Wagenschein: Nach einem Zitat eines Goethe-Gedichts zum Mond und einem Mond, wie er in einem Astronomie-Lexikon beschrieben wird, kommt er zum Schluss: «Es scheint also zwei Monde zu geben: Der Mond der Dichter und der Mond der Wissenschaft». Peter Stettler zitiert einen dritten Text über den Mond von Leonardo da Vinci. «Leonardo beschreibt und erklärt die Phänomene nicht aus der Sicht des sich distanzierenden Subjekts, sondern er setzt sich selber dem optischen Dreiecksverhältnis von Sonne, Mond und Erde aus. Damit löst er die Spannung zwischen den scheinbar unversöhnlichen Binaritäten Poesie und Information.» (...)

Sabine: • *Wenn Du Dich an Deinen Physikunterricht zurückerinnerst: was kommt Dir da spontan in den Sinn?*

Bei einem Lehrer habe ich zum ersten mal begriffen, dass Physik eigentlich interessante Fragen stellen kann, und dass sie auch Dinge beantworten kann, welche einen wirklich noch interessieren könnten, z.B. warum Flugzeuge fliegen. Weisst du, dass man interessante Fragen stellen könnte auf diesem Gebiet und nicht nur einfach im Zeugs herumrechnen müsste.

- *Diese Fragen, welche von der Physik beantwortet werden konnten, sind diese Fragen für dich wichtig?*

Eigentlich wäre ich selber nicht auf die Idee gekommen, zu fragen. Aber ich habe gemerkt, dass man mit Physik interessante Dinge fragen kann. In der Biologie hat es mich z.B. vorher interessiert, warum eine Blume wie heisst, aber auf die physikalischen Fragen wäre ich selber nicht gekommen.

- *Dein Interesse wurde also geweckt durch die Fragen, die der Lehrer gestellt hat?*

Ja. Und dass er vor allem von den Phänomenen ausgegangen ist.

Coni: • *Kannst Du Dich an Aha-Erlebnisse erinnern?*

Reibung erzeugt Wärme - Wärme ist Energie (Sie reibt sich die Hände). Und deshalb können Maschinen durch Wärme auch Energie erzeugen. Das ist einer der wenigen Lehrsätze, welcher mir geblieben ist.

Martin: • *An welches Experiment erinnerst Du Dich?*

Daheim mussten wir in einer Pfanne heisses Wasser kochen lassen und dann aufschreiben was passiert, bis es kochte. Oder wir haben eine Flasche mit Wasser gefüllt und im Winter herausgestellt und gewartet, bis sie sich verjagt hat, also Wasser in verschiedenen Zuständen, Aggregatzuständen.

In der Kanti haben wir mit sehr komplizierten Maschinen gearbeitet, wo ich nicht mehr genau sagen kann, was wir jeweils damit gemacht haben. Für Mechanik und Akustik und so Zeugs haben wir sie jeweils eingesetzt.

Hier scheint sich zu bestätigen, dass Physik, angegangen über die Phänomene, nachhaltig in Erinnerung bleibt.

Martin: Übrigens kommt mir jetzt doch noch ein Aha-Erlebnis in den Sinn.

- *Welches?*

Warum dass beim Heisswasser, wenn ich den Hahn öffne, mit der Zeit immer weniger Wasser herauskommt: weil sich der Stöpsel mit der Zeit wegen der Hitze ausdehnt.

Und ein anderes war, wir hatten einmal eine Diskussion darüber, ob, wenn wir einen Kaffee bestellen, es besser ist, den Kaffeerahm vorher oder kurz vor dem Trinken in den Kaffee zu geben, wenn wir ihn nicht unmittelbar trinken und den Kaffee möglichst heiss trinken wollten. Der Lehrer hat etwas behauptet und ich etwas, ich weiss nicht mehr genau was, ich glaube meine Lösung war besser, ich glaube ich hätte den Kaffeerahm kurz vor dem Trinken hineingegeben. Weil wenn er am Anfang ganz heiss ist geht es länger bis er kalt ist. Wenn er am Anfang bereits kälter wäre, dann ginge es schneller, bis er kalt ist

- *(Ich sage ihm, dass es wegen des «T hoch 4» Gesetzes gerade umgekehrt wäre und ich es ihm nach dem Interview erklären würde)*

Mit anderen habe ich einmal diskutiert: Damals habe ich es ja als spannend empfunden, aber es ist ja eigentlich völlig absurd, so etwas zu diskutieren.

Ist es nicht gerade *alles andere* als absurd, so zu diskutieren, auch wenn gerade kein Physiker dabei ist, der des Rätsels richtige Lösung weiss? Durch solche Diskussionen werden die Denkweisen und

-Methoden in spielerischer Weise erlernt.

Verena: • *Wenn Du Dich an Deinen Physikunterricht zurückerinnerst: was kommt Dir da spontan in den Sinn?*

Vor allem mit Formeln zu rechnen. Und das habe ich gerne gemacht (lacht). So Algebra-Physik quasi, mit Formeln rechnen, so Fallbeschleunigung und Geschwindigkeiten und so. Das habe ich gerne gemacht, weil da konnte man Formeln gebrauchen und damit rechnen. Das hat mir Spass gemacht.

- *Hast du denn auch begriffen, um was es bei diesen Formeln ging?*

Spontan: das glaube ich im nachhinein nicht, denn ich wüsste keine Formeln mehr (lacht). Dazumal vielleicht schon, aber nicht dass es heute abrufbereit wäre.

• *Konnte der Lehrer gut erklären?*

Ich habe keine Erinnerungen mehr an den Lehrer. Es war eine reine Frauenklasse, den meisten hat es gestunken, aber mir hat es Spass gemacht, weil dort konnte man rechnen und machen, wie schnell der Apfel auf den Boden fällt, seine Geschwindigkeit und so.

Fand Verena ihren Zugang zur Physik via Algebra? Auf alle Fälle war es ihr nicht langweilig, weil sie gerne rechnete, im Gegensatz zu allen anderen. Wie sie selber sagt, hat sie dabei aber wenig begriffen. Und für alle anderen war es eine Plage. Rechnen gehört vorzugsweise in den Mathematikunterricht! Wäre es nicht denkbar, dass der Mathematikunterricht der Physik gewisse Mathematikbelastete Gebiete, wo es primär ums Formel-Umrechnen und Einheiten-Umwandeln geht, abnimmt?

2.3.4. Frauen sind nicht a priori desinteressiert an Physik

«Punkto Professorinnen und anderer weiblicher Angehöriger an Physik-Instituten rangiert die Schweiz vor Japan als Schlusslicht auf einer internationalen Liste von Frauen in der Wissenschaft. An erster Stelle steht Portugal mit einem Physikerinnen-Anteil von etwas mehr als einem Drittel.» (Tages-Anzeiger vom 23. Mai 1996).

Können wir von den Portugiesen lernen? Nach der Befragung der vier Frauen bin ich der Überzeugung, dass Frauen nicht a priori an Physik desinteressiert sind. Wie sensibel Frauen aber in diesem von Männern dominierten Gebiet reagieren können, zeigt die Antwort von Coni:

• *Wenn Du Dich an Deinen Physikunterricht zurückerinnerst: was kommt Dir da spontan in den Sinn?*

In der 3. Bez waren wir nur Mädchen. Dort bin ich gerne in die Physik und bin auch gut draus- und mitgekommen. In der 4. Bez wählte ich Physik als Wahlfachkurs; da waren wir mit den Knaben zusammen, und für mich war es einfach ein Desaster. Durch diesen Umstand ist Physik für mich wie ein rotes Tuch. Ich habe das Gefühl, ich wisse überhaupt nichts mehr von Physik.

- *Kannst Du das näher erläutern*

Ich denke, im grossen und ganzen gibt es eine weibliche und eine männliche Logik. Die Knaben waren einfach viel schneller und viel weiter, und der Lehrer konnte nicht mehr auf uns Mädchen oder speziell auf mich eingehen. Deshalb bin ich immer hinterhergehinkt und habe nichts mehr gecheckt. Ich kann mich an das Beispiel Benzinmotor erinnern: Die Knaben haben schon vorher gewusst, wie das funktioniert von ihren Töffchen her und das Interesse war bereits viel früher da. Und ich habe das erste Mal einen offenen Motor gesehen. Dann wurde das ruck zuck erklärt und damit war das Kapitel abgeschlossen.

- *Wäre es von Vorteil gewesen, wenn individueller auf die Schüler eingegangen worden wäre?*

Jaja, vor allem auf diese, welche noch nie so einen Motor gesehen haben. Und so war es auch bei anderem. Ich kam einfach zu kurz.

- *In der vierten Bez.*

Ja. In der dritten, da habe ich es begriffen, ja. Aber die Nachwirkungen, oder der Schock von der vierten Bez Physik war so gross, dass es wie ein kleines Trauma ist, so dass ich bereits zum Vorherein glaube, dies oder das checke ich sowieso nicht. Der Norbert erklärt mir oftmals etwas vom Auto, aber ich höre gar nicht richtig zu.

Ich glaube, dem ist nichts weiter beizufügen.

Wie bereits erwähnt, hatte ich trotzdem den Eindruck, selbst bei *Coni*, dass ein grundsätzliches Interesse an Physik vorhanden ist. Alle liessen sich auf meine Fragenstellungen überhaupt ein und brachten viele physikalische Begriffe und Abläufe in den richtigen Zusammenhang. Auch freuten sie sich über die (z.T. mit meiner Hilfe) hergeleiteten Erkenntnisse und Lösungen.

Muss man die Mädchen in Physik mit Samthandschuhen anfassen? Ich glaube, bis zu einem bestimmten Grade muss der Lehrer wirklich behutsam vorgehen. Geschlechtsspezifische Gruppen wären z.B. eine Möglichkeit, Mädchen-Knaben-Paare, individualisierender Unterricht etc.

In der in Kapitel 1.2 zusammengefassten Studie von Häussler und Hoffman steht in der Einleitung geschrieben: «Eine auf technische Intelligenz und Kreativität angewiesene Industrienation kann es sich auf die Dauer kaum leisten, dass sich die Hälfte der Heranwachsenden von einer physikalisch/technischen Berufslaufbahn fernhält. Zu hoffen wäre auch, dass durch einen höheren Anteil an Physikerinnen und Technikerinnen menschengerechtere und naturverträglichere Entwicklungen begünstigt würden. Auf diesem Hintergrund erscheint es lohnend, der geschlechtsspezifischen Entwicklung des Interesses an Physik während der Sekundarstufe I und dem Zusammenhang mit schulischen und ausserschulischen Variablen nachzugehen.»

3. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden mittels halbstandardisierten Fragen sieben Personen bezüglich ihres noch vorhandenen Wissens in Physik befragt. Primär von Interesse war nicht das Sachwissen, sondern die noch vorhandenen Denkweisen. Was ist geblieben? Wenn auch wenig an Sachwissen geblieben ist, so waren doch geeignete Denkweisen noch vorhanden, um physikalische Zusammenhänge rasch wieder zu erkennen und damit Lösungen zu finden. Geblieben ist vor allem solches, welches in einen grösseren Kontext gestellt wurde (fächerübergreifend) und solches, was exemplarisch von Phänomenen ausgehend erarbeitet wurde. Frauen haben grundsätzlich nicht weniger Interesse an Physik. Sie können aber in gemischten Klassen sehr sensibel reagieren, wenn der Lehrer den Umstand nicht berücksichtigt, dass Knaben «schneller» sind. Ein Physikunterricht, welcher all diesen Faktoren Rechnung trägt, macht also durchaus Sinn und darf an den Schulen nicht noch weiter abgebaut werden.

Literaturverzeichnis

- Martin Wagenschein (1972): «Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken I». Klett. 2. Auflage 1970
- Peter Häussler, Lore Hoffmann (1995): «Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert». Unterrichtswissenschaft, 1995 / Heft 2
- Peter Stettler (1995): «Naturwissenschaft und Sprache». Pädagogisches Forum, 1995 / Heft 4 (Schneider Verlag)

Anhang I (Interview-Fragen)

Fragen für das Interview

Einleitung:

«Es handelt sich hier lediglich um eine Befragung um zu erfahren, was aus Deinem Physikunterricht geblieben ist. Es ist also keine Prüfung oder Test!

Die Befragung dauert ca. 1/2 h.

Stört es Dich, wenn ich das Tonband laufen lasse?»

Globale Fragen

- Wenn Du Dich an Deinen Physikunterricht zurückerinnerst: was kommt Dir da spontan in den Sinn?
- War Physikunterricht für Dich etwas, das sich nur in den vier Wänden des Klassenzimmers abgespielt hat, oder gab es einen Bezug zur Aussenwelt?
- An welches Experiment erinnerst Du Dich?
- Durftet Ihr auch einmal selber etwas experimentieren?
- Kannst Du Dich an Aha-Erlebnisse erinnern?
- Kommt Dir etwas in den Sinn, was Dich interessiert hätte oder immer noch interessiert, was aber nie im Physikunterricht zur Sprache gekommen ist?
- Wie lange hattest Du Physikunterricht?

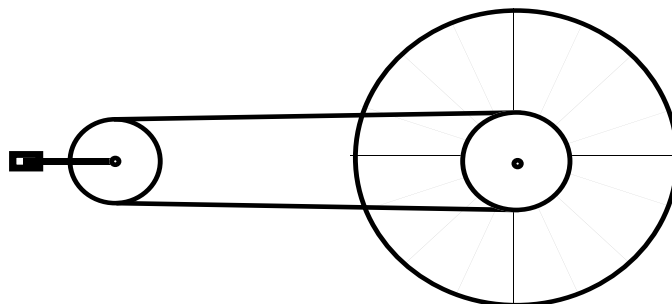
Fragen über das Velo

- Velo. Welche physikalischen Begriffe oder Zusammenhänge kommen Dir beim Velo in den Sinn?

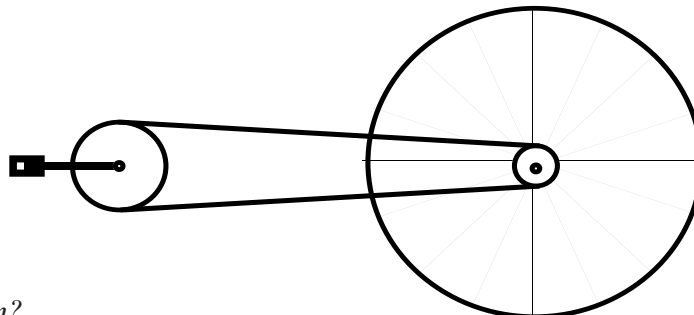
Gangschaltung

- Welche Einstellung des Ganges ist besser, wenn es steil hinauf geht: a.) oder b.)? (a.)

a.)



b.)



- Warum?
- Könnte man den Sachverhalt auch mittels Hebeln erklären? (**Grösserer Hebelarm am grösseren Hinterritzel erfordert weniger Kraft**)
- Du kennst sicher die Wippe auf dem Spielplatz. Wie muss der Schwerere sitzen, damit

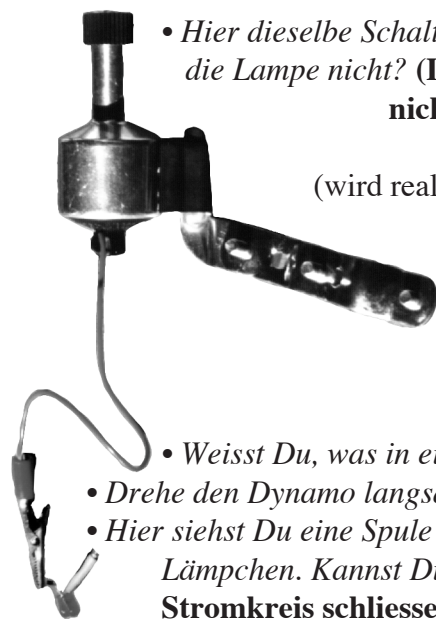
die Wippe im Gleichgewicht ist? (Weiter nach innen)

- Hier siehst Du einen zweiarmigen Hebel (wird real gezeigt). Auf einer Seite hängt ein Gewicht.



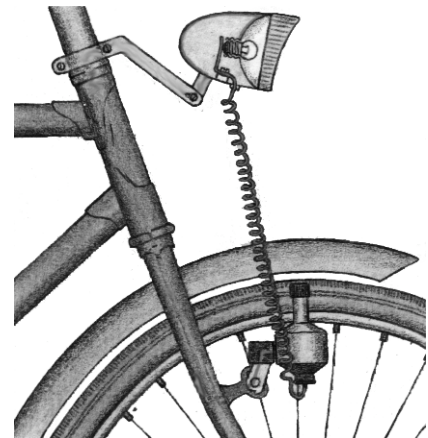
- Wie musst ich den Kraftmesser halten, damit der Hebel im Gleichgewicht ist?
- Wird die Kraft grösser oder kleiner sein, wenn ich mit dem Kraftmesser mehr innen ansetze? (grösser)
- Weisst Du wie die Kraft heisst, welche vom Gewicht ausgeht? (Gravitationskraft)

Der Dynamo und die Velolampe sind wie folgt verdrahtet:



- Hier dieselbe Schaltung. Warum brennt die Lampe nicht? (Der Stromkreis ist nicht geschlossen)

(wird real gezeigt)



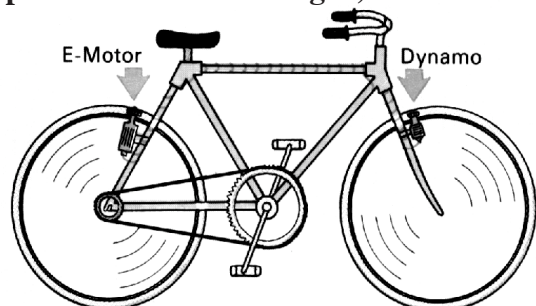
- Weisst Du, was in einem Dynamo geschieht? (Magnet dreht sich)
- Drehe den Dynamo langsam. Was fällt Dir auf? Wie könnte man das erklären?
- Hier siehst Du eine Spule (=aufgewickelter Draht), einen Magneten, Kabel und ein Lämpchen. Kannst Du das Lämpchen zum Leuchten bringen? (Mit den Kabeln den Stromkreis schliessen, Magnet in der Spule hin und her bewegen)
- Wovon hängt die Leuchtintensität ab?

Daniel Düsentrieb erfindet folgendes Velo, das ganz von alleine fährt: Einmal angestossen liefert der Dynamo Strom für den Motor, welches das Velo wiederum in Bewegung hält usw.

Was meinst Du zu dieser Erfindung?

(Das Perpetuum mobile funktioniert wegen den Reibungsverlusten nicht)

- Was passiert beim Bremsen?
- Hat Bremsen etwas mit Energie zu tun? (Bewegungsenergie wird in Wärmeenergie umgewandelt)
- Wird beim Bremsen Energie vernichtet? (Nein, nur umgewandelt)



Schlussfragen

- Wie wichtig ist es Deiner Ansicht nach, solche Dinge (über das Velo z.B.) zu wissen?
- Glaubst Du, dass Dein Physikunterricht dazu beigetragen hat, diese Dinge besser zu verstehen?