

**Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“**

Herausgegeben von der

**Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“**

des Interuniversitären Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung

Gerda Oelz

## **Kann Praxisbezug das Interesse fördern ?**

### **Das Beispiel Induktion**

PFL-Naturwissenschaften, Nr. 53

IFF, Klagenfurt 1999

Redaktion:  
Helga Stadler

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung des BMUKA und des BMWV.

# **Kann Praxisbezug das Interesse fördern ?**

## **Das Beispiel Induktion**

### **(Kurzfassung/Abstract)**

In dieser Arbeit habe ich versucht herauszufinden, ob meine Vorgangsweise beim Erarbeiten eines bestimmten Stoffgebietes, in diesem Fall der Induktion, in einer 4. Klasse AHS (eine Klasse mit regelmäßigen Freiarbeitsphasen im Stundenplan) geeignet war bei den Schülern Interesse zu wecken.

Das Lehrerteam dieser Klasse hatte zusammen mit zwei Partnerschulen ein fächerübergreifendes Projekt zum Thema „Energie„ (Schwerpunkt: "Strom aus Wasserkraft") geplant. Der Bezug zur Praxis war mir aus diesem Grund besonders wichtig.

Methodisch konzentrierte sich der Unterricht auf Schülerversuche und das selbsttätige Erarbeiten des Stoffes an Hand des Schulbuches. Eine Exkursion zu einem Kleinkraftwerk ergänzte das Programm.

Es zeigt sich dass erst das praktische Handeln und das entdeckende Vorgehen beim Bau einer kleinen Turbine im Technischen Werken (im Rahmen des obengenannten Projekts) bei zwei Schülern echtes Interesse wecken konnte.

Mag. Gerda Oelz  
BG Dornbirn  
Realschulstr.3  
A - 6850 Dornbirn  
E-mail: ga.oelz@vol.at

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung/Abstract</b>	1
<b>1. Vorwort</b>	2
Eigene Erfahrungen	2
<b>2. Ausgangspunkt</b>	2
2.1 Gründe für die Themenwahl	2
2.2 Fragestellung	3
<b>3. Beschreibung des Unterrichts</b>	3
3.1 Voraussetzungen	3
3.2 Grundbegriff Induktion	4
<b>4. Konnte ich meine Ziele erreichen ?</b>	4
4.1 Hat der Unterricht meine Schüler/innen interessiert ?	4
4.2 Was haben meine Schüler/innen verstanden, was haben sie sich gemerkt ?	5
4.2.1. Test - Überprüfung	5
4.2.2. Schülerinterviews	6
<b>5. Wie sehe ich das Ergebnis ?</b>	8
<b>6. Das Projekt</b>	9
6.1 Projektbeschreibung	9
6.2 Was selbstständiges Handeln bewirken kann	10
<b>7. Zusammenfassung - Ausblick</b>	10
<b>Anhang</b>	11

# 1. Vorwort

## Eigene Erfahrungen

Während es mir im Fach Mathematik immer wieder einmal gelingt, eine größere Anzahl von Schülern und Schülerinnen zum Mitmachen zu bewegen, scheint mir das Interesse an meinem Physik-Unterricht verhältnismäßig gering. Die Mehrzahl der Schüler und Schülerinnen sieht keine Veranlassung, sich mit Inhalten auseinanderzusetzen oder sich auf meine Fragestellungen einzulassen. Das Engagement der Schüler für den Physik-Unterricht beschränkt sich in vielen Fällen auf das Erzielen einer guten Note. Oft erlebe ich zwar „braves“ Auswendiglernen (besonders bei den Mädchen) und die Reproduktion von Merksätzen, allerdings ohne innere Anteilnahme. Als Folge davon sehe ich „Abhaken“ des Stoffes, schnelles Vergessen. Einige Male versuchte ich nach größeren Zeitabschnitten, ohne Vorankündigung, Verständnis- und Überblicksfragen zu stellen und diese in Gruppen (ohne Bewertung) beantworten zu lassen. Meine Frustrationstoleranz wurde dabei beträchtlich überschritten, daher habe ich diese Versuche bald wieder aufgegeben.

## 2. Ausgangspunkt

### 2.1 Gründe für die Themenwahl

Zu Beginn des Schuljahres 97/98 beschloß das Klassenlehrerteam einer 4.Klasse zusammen mit Kollegen und Kolleginnen aus Schulen in Dänemark und Norwegen ein EU-Projekt<sup>1</sup> einzureichen. Der etwas komplizierte Titel unseres Projektes „ATEO“ (agriculture, tourism, energy and oil and their environmental impact) ergab sich aus den länderübergreifenden Fragestellungen: „Auswirkungen wichtiger Wirtschaftszweige auf Bevölkerung und Umwelt“. Das Projekt ist fächerübergreifend und es beteiligten sich schwerpunktmäßig in der ersten Phase die Fächer Physik, Geographie, Technisches Werken, Bildnerische Erziehung, Geschichte und vor allem Englisch als Kontaktsprache mit den Partnerschulen.

Unsere Schule hat als Projektthema Elektrizitätswirtschaft und deren Auswirkungen auf den Tourismus gewählt und als Beispiel dafür Vorarlberg und die Region Montafon<sup>2</sup>. Diese Vorgabe kam mir sehr gelegen, da die Themen: Elektromagnetismus, „Erzeugung,“ und Transport elektrischer Energie Teil des Lehrplans der 4. Klasse sind.

Ich wollte untersuchen, ob mehr Praxisbezug das Interesse bei den Schülern und Schülerinnen fördert und größeres Verständnis hervorruft. Unter Praxisbezug verstehe ich einerseits das Arbeiten mit Schülerversuchen und in diesem Fall auch die Herstellung von Querverbindungen zum geplanten bzw. teilweise bereits ausgeführten Projekt. Im Zusammenhang mit dem beschriebenen Projektthema wählte ich für meine Untersuchung das üblicherweise etwas sperrige Kapitel "Induktion".

---

<sup>1</sup> Comenius, Aktion 1, genauere Beschreibung siehe Kapitel 6

<sup>2</sup>Talschaft, deren touristische Erschließung in engem Zusammenhang mit der Gründung und dem Ausbau der „Vorarlberger Illwerke, (Spitzenkraftwerke) steht.

Im März 98 bekamen wir die Bewilligung für unser Projekt und so konnten wir im zweiten Semester starten. Die vorbereitenden Arbeiten begann ich im Physik-Unterricht bereits im ersten Semester.

## 2.2 Fragestellungen

- Gelingt es mir, den Begriff der Induktion den Schülern und Schülerinnen altersgemäß zu vermitteln und damit Interesse und Verständnis für das Prinzip der Stromerzeugung zu erreichen ?
- Merken sich die Schüler und Schülerinnen das Wesentliche des Gelernten? Welche Bedeutung hat die gewählte Unterrichtsmethode für den Lernprozeß?

## 3. Beschreibung des Unterrichts

### 3.1 Voraussetzungen

Die von mir ausgewählte Klasse mit 30 Schülerinnen und Schülern galt im Klassenlehrerteam eher als schwierig, vor allem auf Grund von pubertätsbedingten Verhaltensweisen und einer ausgeprägten inhomogenen Zusammensetzung der Klasse bezüglich der Leistungsfähigkeit und des Leistungswillens.

Die Schüler und Schülerinnen dieser Klasse praktizierten seit 3 Schuljahren offene Unterrichtsformen, wie Planarbeit, Freiarbeit, Projekte und waren daher daran gewöhnt, mit Hilfe von Aufträgen und bereitgestellten Unterlagen und Materialien sowie Büchern sich selbständig Informationen zu holen, kleine Versuche zu machen und Merksätze und Skizzen in ihr Heft zu übertragen<sup>3</sup>. Weiters bestand immer die Möglichkeit, mir Fragen zu stellen und sich Anregungen oder Ratschläge zu holen, die leider nur von den leistungsfähigeren Schülerinnen und Schülern genutzt wurden.

Die Schüler und Schülerinnen wurden bereits im ersten Semester über das bevorstehende Projekt genau informiert und es wurden ihnen die mit den Partnerschulen ausgemachten Themen bekanntgegeben. Sie wußten also, daß das Thema Elektrizitätswirtschaft in diesem Schuljahr eine große Rolle spielen würde. Ich versuchte sie daher bereits im Herbst, vor dem eigentlichen Start, auf das Thema vorzubereiten. Teil dieser Vorbereitung war es, Verständnis für grundlegende Begriffe der Elektrizitätslehre zu gewinnen. Ein wesentlicher Begriff ist in diesem Zusammenhang die Induktion.

---

<sup>3</sup> Als Schulbuch stand zur Verfügung: Kaufmann-Zöchling, Physik in unserer Welt 4, Verlag hpt, Wien

## 3.2 Grundbegriffe Induktion

Eingebettet in den übrigen Lehrstoff und aufbauend auf den Themen „Magnetfeld von Permanentmagneten“ und „Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters“ versuchte ich im November den Begriff der Induktion folgendermaßen zu erarbeiten:

- a) **Schülerversuche**<sup>4</sup> in einer Doppelstunde mit vier verschiedenen dem Lehrbuch<sup>5</sup> entnommenen Versuchen in Form eines Stationenbetriebes. Es wurde in Gruppen zu je 4-5 Schüler und Schülerinnen gearbeitet, wobei ich die Gruppeneinteilung den Schülern und Schülerinnen mit all den Vor- und Nachteilen einer von den Schülern gewählten Gruppenzusammensetzung<sup>6</sup> überlassen habe. Anschließend mußten die Schüler die entsprechenden Seiten im Lehrbuch genau studieren, und die Merksätze inklusive einer wichtigen Zeichnung ins Heft übertragen.
- b) **Gemeinsames Wiederholen** des Sachverhaltes in der nächsten Stunde. (Wie entsteht Induktionsspannung ? Wovon hängt die Größe der Induktionsspannung ab ?)
- c) **Besprechen des Elektrogenerators** - Versuch mit dem Demonstrationsgenerator (Gleich- und Wechselstrom) - Besprechen des Fahrraddynamos.  
Zur Erhöhung der Motivation sollte eine Nachmittagsexkursion zu einem nahegelegenen Kleinkraftwerk dienen. Anschließend erhielten die Schüler und Schülerinnen den Auftrag, einen sehr kurzen Exkursionsbericht zu schreiben.  
Unseren Wandertag im Oktober hatten wir bereits dazu benutzt, um einen Stausee zu umwandern.
- d) **Wiederholung** mit Hilfe von kleinen Karteikärtchen<sup>7</sup>, Buch und Heft. Vor dem geplanten Test erhielten die Schüler und Schülerinnen in ihrem Wochenplan den Auftrag, den durchgenommenen Stoff, der auch das Thema „Induktion“ enthielt, zu wiederholen. Die Karteikärtchen und Bücher lagen in der Klasse auf und konnten von den Schülern in den offenen Lernphasen verwendet werden.

## 4. Konnte ich meine Ziele erreichen ?

### 4.1 Hat der Unterricht meine Schüler/innen interessiert ?

Um Antworten auf diese Frage zu finden, habe ich zunächst die entsprechenden Abschnitte aus meinem Forschungstagebuch (FTB) gelesen.

- zu 3.2.a) Wie fast immer in den Stunden mit Schülerversuchen erreichte ich auch diesmal auf Grund der großen Schülerzahlen und des immer wieder anschwellenden Lärmpegels die Grenzen meiner Möglichkeiten. *„Einige Schüler arbeiteten sehr gewissenhaft - andere (immer dieselben) waren damit beschäftigt herumzugehen und ihre Mitschüler zu stören“*. (FTB)<sup>8</sup>

---

<sup>4</sup> Siehe Anhang 1

<sup>5</sup> Kaufmann-Zöchling: Physik in unserer Welt 4, Verlag hpt, Wien

<sup>6</sup> Negativer Extremfall: Zusammenschluß interessierter, leistungswilliger Schüler und Schülerinnen - bzw. daneben die Gruppe der „Übriggebliebenen,, die niemand will.

<sup>7</sup> Entnommen: Kaufmann-Zöchling, Physik in unserer Welt 4. Siehe Anhang 2

<sup>8</sup> FTB = Forschungstagebuch

- zu 3.2.b) Bei den Wiederholungen, sofern sie nicht mit Beurteilungen verbunden werden, melden sich immer dieselben Schüler. „Bei einigen scheint es ehrenrührig zu sein, mitzuarbeiten“. (FTB) Ich gewann den Eindruck, dass freiwillige Wiederholungen die leistungsschwachen und leistungsunwilligen Schülerinnen und Schüler zum „Untertauchen“, veranlassen und dass diese Schülergruppe weitgehend ident mit jenen Schülern war, die bei den Schülerversuchen ihre Aufträge nicht ordnungsgemäß erledigt haben.
- zu 3.2.c) In dieser Unterrichtseinheit versetzte mich ein Schüler (Mario), der mir schon immer durch Zwischenfragen aufgefallen war, allerdings wie mir schien auf Grund seiner „Faulheit“ keine besondere Lernleistung erbrachte, in Erstaunen: „Beim Vorführen des Demonstrationsgenerators - mit Elektromagnet (externe Spannungsversorgung) kam ihm die Idee, den Elektromagneten vom Anker aus mit Strom zu versorgen, verwarf diese Idee aber sofort wieder, da er meinte, dann könne der Generator nicht zu laufen beginnen“. (FTB) Er dachte nicht an die Remanenz des Elektromagneten. Ich führte ihm dann das Experiment vor und gab ihm die Erklärung. „Nur einige wenige Mitschüler und Mitschülerinnen konnten oder wollten Marios Gedankengängen folgen“.<sup>9</sup> (FTB). Die Exkursionsberichte fielen i. a. sehr oberflächlich und nichtssagend aus. Ich führte dies auf die nicht altersadäquate Art der Führung zurück.
- zu 3.2.d) Trotz angesagtem Test konnte ich in „meinen“ Freiarbeitsstunden keine besonderen Lernaktivitäten beobachten.

Bei den Schülerversuchen habe ich was das Interesse der Schüler angeht sehr unterschiedliche Eindrücke gewonnen: einerseits schienen mir viele interessiert, bei anderen hatte ich den Eindruck, daß sie einigermaßen gewissenhaft arbeiteten, ohne innerlich besonders beteiligt zu sein, schließlich gab es diejenigen, die störten und von sich aus nichts zum Unterricht beitrugen. Ich hatte nicht den Eindruck, dass es viel anders war, als in anderen ähnlichen Situationen. Ich konnte mich allerdings schwer von der Tatsache trennen, dass ich diese Schülerinnen und Schüler schon das vierte Jahr unterrichtete (Mathematik und Physik) und ich ihre Verhaltensweisen ziemlich gut zu kennen glaubte. Um so größer war für mich dann die Überraschung über Mario. Sein Verhalten bei meinem Demonstrationsversuch entsprach nicht dem üblichen Bild, das ich von diesem Schüler hatte.

## 4.2 Was haben meine Schüler/innen verstanden, was haben sie sich gemerkt?

### 4.2.1 Test - Überprüfung

Mitte Dezember hatte ich zum durchgenommenen Stoff einen kleinen Test geplant, den ich allerdings auf Wunsch der Schüler und Schülerinnen wegen „vorweihnachtlichem Stress“ auf Jänner verschob.

Ich beschränkte mich bei diesem Test, trotz umfangreicherer Stoffvorgabe, auf folgende Fragen: (28 von 30 Schülern und Schülerinnen hatten den Test mitgeschrieben.)

1. a) Was hat der Physiker Oersted erstmals beobachtet ?
2. a) Wie lautet das Induktionsgesetz ?
  - b) Wer hat es entdeckt ?
  - c) Was brauchst du, um Spannung zu erzeugen ?

---

<sup>9</sup> Mario erbrachte im Anschluß daran, im Rahmen des EU - Projektes noch einige besondere Leistungen: siehe Kapitel 6: Das Projekt

- d) Wovon hängt die Größe der Spannung ab ?
- e) Nenne einige wichtige technische Anwendungen der Induktion !

Die erste Frage wurde von den meisten Schülern und Schülerinnen richtig beantwortet.

zu 2.a) 8 dem Merksatz entsprechende, richtige Antworten, 2 unvollständige Antworten, der Rest war unbrauchbar.

zu 2.b) nur 10 richtige Antworten

zu 2.c) hier war interessant, daß sich nur 3 Schüler bzw. Schülerinnen genau an die Versuche erinnern konnten, die sie gemacht hatten.

10 gaben den Generator an, 9 antworteten: „Zwei verschieden geladene Körper“. (Vielleicht war hier meine Fragestellung zu ungenau)

zu 2.d) diese Frage konnte von 7 Schülern und Schülerinnen vollständig und von 14 teilweise beantwortet werden.

Zu 2.e) 14 konnten mindestens eine technische Anwendung angeben.

Während der mir zur Verfügung stehenden Freiarbeitsstunden (2 pro Woche) führte ich - als weitere Beurteilungsgrundlage - in dieser Klasse ein- bis zwei Mal pro Semester mit den Schülern und Schülerinnen kleine Prüfungsgespräche in Kleingruppen (2 - 3 Schüler und Schülerinnen). Diesmal bestand dabei die Möglichkeit, die schlechten Ergebnisse des Tests auszubessern. 12 verbesserten ihre Ergebnisse, 8 verschlechterten sich, 7 blieben hartnäckig bei absoluter Verweigerung, der Rest blieb gleich. (Eine weitere Beurteilungsgrundlage sind für mich in dieser Klasse die ordnungs- und termingemäß erfüllten Wochenpläne.)

#### 4.2.2 Schülerinterviews<sup>10</sup>

Im März, also bereits im 2. Semester, prüfte ich mittels Interviews, über wieviel Wissen und Kenntnisse die Schüler nach zwei Monaten noch verfügten. Die Schüler hatten keine Gelegenheit, sich auf diesen Test vorzubereiten.<sup>11</sup>:

Ich stellte den Schülern und Schülerinnen, jeweils in Kleingruppen, folgende Materialien zur Verfügung:

2 Spulen (600 und 1200 Windungen)	Eisenstab
Stabmagnet	Verbindungskabel
Voltmeter	Glasstab
Filzstift	Bleistift

Die Schüler sollten die folgenden Aufgaben- und Fragestellungen bearbeiten

1. Versuche mit den gegebenen Materialien Spannung zu erzeugen.  
Mit welchem Material gelingt dir das ?
2. Wie kannst du die Spannung erhöhen ?  
Beschreibe deine Versuche.
3. Welche Teile sind für einen Fahrraddynamo unbedingt notwendig ?

Da ich die Interviews auf freiwilliger Basis machte, konnte ich insgesamt 15 Schüler und Schülerinnen gewinnen, die ich in 5 verschiedenen großen Gruppen befragte.

<sup>10</sup> ausführliche Interviews siehe Anhang 3

<sup>11</sup> Die Arbeitsanleitungen sind einem nicht veröffentlichten Manuskript Stadler/Stern, *Induktion am Beispiel des Fahrraddynamo*, entnommen.

### **Gruppe 1:** (Thomas und Lukas E.)

*L: Ihr habt versucht, mit den hier liegenden Materialien Spannung zu erzeugen, was habt ihr dazu verwendet ?*

*T: also wir haben eine Spule mit 600 Windungen, ein Voltmeter, und zwei Kabel. Den Voltmeter haben wir auf die kleinste Spannung eingestellt, dann nehmen wir einen Magneten, die Spule ist mit dem Voltmeter durch zwei Kabel verbunden, dann führen wir den Magneten (T und L lachen) in die Spule ein, und wenn man ihn wieder rauszieht, sehr schnell, dann gibt es Induktionsspannung.....*

Auch zur zweite Frage wußten die beiden einiges.

Leider habe ich, mit Ausnahme der letzten Gruppe, vergessen die dritte Frage zu stellen.

Eine weitere Frage, die nach dem Merksatz (Was lautet das Induktionsgesetz ?) konnten sie hingegen nicht beantworten.

*L: ..... Nun eine weitere Frage: Wie lautet das Induktionsgesetz ?*

*T: Hm, Hm, Hm*

*LE: ist das nicht das  $W_1$  zu  $W_2$ .....*

*L: .....nein, nein,.... ja die Induktion die brauchen wir dort, beim Transformator, oder ?.... ihr habt mir das doch gerade vorgeführt, ..... Aber wie könnte man jetzt das erklären ?*

*T: Also das ist mit dem ..... ja wart.....*

*L: Denk nach,.....*

*T: a, aaa.. ..das Magnetfeld in einer Spule wird durch einen Magneten verändert und durch die Reibung der Magnetfelder entsteht eine Spannung oder so ähnlich..*

*L: Also das stimmt nicht ganz,..... ein bißchen konfus.....*

*L + T ( L beginnt, T setzt ein).....durch die Veränderung des Magnetfeldes wird in einem Leiter eine Spannung induziert.*

*L: Danke, meine Herren*

### **Gruppe 2** (Maximilian, Philipp)

Auch ihnen war es möglich, mit meiner Hilfestellung die ersten zwei Fragen zu beantworten.

Bei der Frage nach dem Merksatz war sofort Ablehnung zu spüren:

*L: .....jetzt hätte ich noch eine Frage an euch: Was ist jetzt Induktion ? Oder wann wird eine Spannung induziert ?*

*M: 0, je.....*

*P:....wäh.....*

und eine wage Erinnerung kam auf:

*P: .....das haben wir doch einmal aufgeschrieben*

*L: Ja, genau..... es war sogar eine Testfrage.....keine Idee mehr ? .....*

*M + P schweigen*

### **Gruppe 3** (Nico, Simon B, Tankred, )

Auch hier dasselbe Bild: Praktisch konnten sie den Versuch vorführen, die Frage nach dem Merksatz blieb unbeantwortet.

### **Gruppe 4** (Bettina, Andrea, Silvia, Simon K.)

Mit gemeinsamer Überlegung, besonders von Andrea und Bettina gelang der erste praktische Teil. Wieder gab es bei der Frage nach dem Merksatz einige Schwierigkeiten.

### **Gruppe 5** (Mario, Daniel D. Lukas L. Kristina; )

Mit etwas Mühe und Hilfestellung gelingt der erste Teil, die zweite Frage kann gar nicht beantwortet werden, Daniel macht zwar einen Versuch ...

*D: da ist eine Zeichnung im Buch, da ist ...*

*L: kannst du dich erinnern ?*

*D: ja, das hat man ins Heft zeichnen müssen, da ist ein Magnet, und da sind verschiedenpolige .....*

Dieser Gruppe stellte ich auch die Frage nach dem Fahrraddynamo:

*L: Jetzt stelle ich euch noch eine praktische Frage: was würde man brauchen damit man einen Fahrraddynamo bauen kann ?*

*D: ein Fahrrad*

*M(lacht): für einen Dynamo brauchst du kein Fahrrad*

*Alle durcheinander....*

*.....*

*L: welche Teile braucht man ?*

*D + M: einen Magnet, eine.....Spule*

*D: Kabel*

*LL: ein Rädle, das sich dreht mit dem Rad*

*L: und was wird denn da gedreht mit dem Rädle ?*

*D: die Spule*

*L: entweder die Spule oder*

*M: ...der Anker der drinnen ist*

*L:..... Naja !*

(Beim Lesen der Manuskripte merke ich: Meine Interviewtechnik ist sehr verbesserungsbedürftig !)

Die erste Frage konnte von einer Gruppe spontan, von drei Gruppen mit Hilfestellung und von einer Gruppe etwas mühsam, aber mit Hilfestellung doch beantwortet werden. Ähnlich war es bei der zweiten Frage. Die Versuche wurden von allen Gruppen mit mehr oder weniger Hilfestellung durchgeführt. Die dritte Frage habe ich nur der letzten Gruppe gestellt. Die Antwort war unbefriedigend. Eine von mir gestellte weitere Frage: „Wie lautet das Induktionsgesetz?“ konnte von keiner Gruppe beantwortet werden.

## **5. Wie sehe ich das Ergebnis?**

Das Ergebnis war für mich, bezogen auf die Fragestellung, eher ernüchternd. Ich musste mir eingestehen, dass ich das mir gesteckte Ziel nur teilweise erreicht hatte. Meine Erwartungen waren auf Grund der - zumindest meiner Meinung nach - gründlichen Vorbereitung höher gewesen.

Im ersten Moment war ich versucht, das schlechte Testergebnis nur auf mangelnden Leistungswillen der Schüler/innen zu schieben. Waren meine Erwartungen zu hoch? Auch das Interesse scheint meiner Ansicht nach vor allem bei den schwachen Schülerinnen und Schülern nicht gestiegen zu sein. Leider habe ich es verabsäumt, hier die Schüler direkt nach ihren Eindrücken zu fragen.

Nach dem ziemlich schlecht ausgefallenen Test war ich allerdings erstaunt, daß bei den Interviews (zwei Monate später, ohne Vorankündigung) der Großteil der befragten Schüler und Schülerinnen in der Lage war, mit den gegebenen Materialien den Arbeitsauftrag durchzuführen. (Die Testfrage: „*Was brauchst du um Spannung zu erzeugen*“ wurde hingegen nur von drei Schülern bzw. Schülerinnen richtig beantwortet.) Das „Sehen“ und „Tun“ unterstützte offensichtlich die Erinnerung an die selbst durchgeführten Experimente. Die Schülerversuche sind für mich auf Grund dieser Erfahrungen zu einem unverzichtbaren Bestandteil des Unterrichts geworden.

Die dem Merksatz entsprechenden Antworten konnte beim Test „nur“ 8 Schülerinnen und Schüler von 28 geben. Diesen Sachverhalt konnte ich mir nicht ganz erklären, da gerade das Auswendiglernen vorgeformter Sätze eine beliebte Methode ist um gute Testergebnisse zu erreichen. Gehofft habe ich allerdings, dass die Schüler eine Erklärung mit eigenen Worten geben würden. Nur bei einigen der richtigen Antworten war dies auch tatsächlich der Fall. Auch bei den Schülerinterviews war kaum jemand in der Lage meine Frage sprachlich korrekt zu beantworten.

Als Ergebnis meiner Untersuchung stellt sich für mich die Frage: ***Was trägt ein Merksatz zum Verständnis bei?*** Merksätze sind meiner Meinung nach sicher zum Erlernen der sprachlich korrekten Formulierung notwendig, aber ***stellen Schülerinnen und Schüler auch eine Verbindung zum praktischen Handeln her?*** Und umgekehrt: ***Sicherheit im praktischen Handeln gewährleistet nicht, daß physikalische Zusammenhänge auch verstanden werden und sprachlich korrekt formuliert werden können.***

## 6. Das Projekt

Ursprünglich hatte ich nicht geplant, meine Untersuchungen weiter fortzusetzen. Im Rahmen des EU - Projektes haben sich aber dann im zweiten Semester noch interessante Perspektiven ergeben.

### 6.1 Projektbeschreibung

Wie bereits in 2.1. beschrieben handelte es sich um ein Projekt im Rahmen von Comenius, Aktion 1. Der für uns wesentliche Teil der Fragestellung: „Auswirkungen wichtiger Wirtschaftszweige auf Bevölkerung und Umwelt“ betraf im ersten Teil das Thema Energie und damit zusammenhängend die Elektrizitätswirtschaft. Der zweite Teil sollte erst im darauffolgenden Schuljahr zum Thema „Tourismus“ erfolgen. Die Schüler und Schülerinnen wussten daher auf Grund verschiedener Informationen bereits im ersten Semester, dass Elektrizität in diesem Schuljahr ein wichtiges Unterrichtsthema sein würde.

Im zweiten Semester bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler in Gruppen verschiedenen Unterthemen, wobei sich nur eine Gruppe mit physikalischen Fragen im engeren Sinn beschäftigte. Andere Themen hatten Verbindungen zu Geographie und Geschichte, aber auch Technisches Werken und Bildnerische Erziehung waren eingebunden. Die einzelnen Themen waren:

1. *Woher kommt eigentlich unsere Energie ?* Energiequellen

2. *Warum können wir so selbstverständlich heizen, kochen, Auto fahren oder Licht machen?* Energiewirtschaft in Österreich (Arten von Energie, Importe, Selbstversorgung, Stromverbund ..... ) und Überblick über die Energiewirtschaft in Norwegen und Dänemark.
3. *Kommt der Strom aus der Steckdose ?* „Erzeugung,, und Transport von elektrischer Energie (Turbinen, Generatoren, Fernleitungen)
4. *Es werde Licht !* Geschichte der Elektrizität, insbesondere in Vorarlberg, Zusammenhang mit der Entwicklung der Industrie in Vorarlberg.
5. *Ist Wasser ein nutzbarer Bodenschatz ?* Illwerke, VKW, (Geschichte, Bedeutung)
6. *Gibt es Energie mit Fantasie?* (Alternativenergien, Energiesparhaus)
7. *Was braucht der Mensch ?* Persönliche Energiebilanz.

Zum Abschluss des ersten Teiles des Projektes verbrachten wir im Juni drei Tage im Montafon mit einem Aktionstag im freien Gelände, einer Besichtigung des Kopskraftwerkes und überleitend zum zweiten Teil mit einer Besichtigung eines großen Hotels (Tourismus). Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden am Ende des Schuljahres im Festsaal der Schule ausgestellt und an einem Elternabend präsentiert.

## **6.2 Was selbsttätiges Handeln bewirken kann !**

Der Werklehrer unseres Lehrerteams nahm im zweiten Semester das Thema „Energie“ auf und baute mit den Burschen, (die Mädchen waren allerdings vom Technischen Werken ausgeschlossen, sie durften alternativ dazu nur einen Lampenschirm herstellen), jeweils in Gruppen, Wasserräder, kleine mit Solarzellen betriebene Tischventilatoren, kleine Elektromotoren (Bausätze), ein elektrisch betriebenes, bewegtes, „Kunstwerk,, und mit Mario und Daniel (aus der Gruppe 3) eine Turbine. Ein Teil dieser Geräte wurde beim Projekttag im Gelände an einem Bach ausprobiert.

Die kleine Blechturbine in einem Plexiglasgehäuse beschäftigte insbesondere die beiden Burschen und vor allem Mario derart, dass sie neben den dazu verwendeten Unterrichtsstunden, viele Stunden ihrer Freizeit damit verbrachten, um Überlegungen anzustellen, wie die Turbine am besten gebaut werden könnte. Sie machten Konstruktionszeichnungen mit einem kleinen Computerprogramm, hatten Fragen zu den Druckverhältnissen, adaptierten einen Fahrradtachometer als Drehzahlmesser, brachten einen kleinen Dynamo an und betrieben damit eine Taschenlampenleuchtbirne. Selbstverständlich wurde auch die erreichte Spannung gemessen. Und immer wieder wurden Fragen gestellt, die sich aus ihren Gedankengängen ergaben.

Weiters konstruierte Mario aus einer Eisenmatadorstange, einem zerschnittenem Geodreieck und einem Lot einen „Sextanten“, den er benötigte, um im Gelände den Steigungswinkel des Baches zu messen, mit dessen Hilfe die Turbine in Gang gesetzt wurde. *„Mario fragte mich, wie er nun aus dem Steigungswinkel und der Länge des Wasserschlauches die Fallhöhe des Wassers berechnen könne. Nachdem ich es ihm erklärt hatte, gestand er mir, daß er nun wisse, wie wichtig Mathematik sei.,“ (FTB)*

Die Begeisterung, die plötzlich ausgebrochen war, dokumentiert sich am besten in einem Abschnitt des Berichtes den Mario im Anschluß an ein Referat beim Kavernenkraftwerk Kops anlässlich unserer Projekttag schrieb: *... Eine ihrer (der Illwerke) Turbinen dreht sich bei 18 bar nur 500 mal pro Minute - unsere Turbine dreht sich mit nur ca. 2 bar ohne Probleme*

*1000 mal pro Minute. Kleiner Nachteil am Rande: eine ihrer Turbinen versorgt viele Haushalte mit Strom, unsere Turbine erzeugt nur genug Strom für eine 4,5 Volt Glühbirne ...*  
Daniel und Mario schmiedeten gegen Ende des Projekts Pläne für den Bau einer weiteren Turbine.<sup>12</sup>

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Meine Vorgangsweise beim Erarbeiten des Grundbegriffes Induktion hat nicht jene Ergebnisse gebracht, die ich mir erwartet hatte. Der Praxisbezug, den ich mir durch das Projekt zusätzlich erhofft hatte, das Wissen um den „Gebrauchswert“ des Induktionsgesetzes, zeigte nur bedingten Erfolg. Kennzeichnend für die – durch meine Studie bestätigte - Gesamtsituation scheint mir der Ausspruch einer Schülerin, die mir beim Besuch des großen Kraftwerkes erklärte: „*Der Strom kommt eben aus der Steckdose*“, das andere interessiere sie nicht besonders.<sup>13</sup>

Andererseits konnte das praktische Handeln (der Bau der kleinen Turbine), das entdeckend-forschende Vorgehen bei zwei Schülern wirkliches Interesse wecken. Ihr unsystematischer Zugang eröffnete ihnen die Möglichkeit nach allen Seiten hin, ohne Vorgaben von Lehrerseite, Fragen aufzuwerfen. Es waren ihre eigenen Fragen, Fragen, die sie von sich aus gestellt haben, und die sie daher auch beantwortet haben wollten.

Die Einsicht, dass eigenständiges Handeln mit realen Fragestellungen zum Erfolg führt, d.h. dass dadurch echtes Interesse entsteht und damit auch das Verlangen nach Verstehen entsteht und zugleich Verstehen beginnt, hat mich persönlich einen großen Schritt weiter gebracht.

Mir ist in meinem Unterricht wichtig,

- dass möglichst viele Schülerinnen und Schüler Physik als ein Fach empfinden, das mit ihrem Leben etwas zu tun hat,
- dass es für die Schüler lustvoll sein kann etwas zu entdecken,
- dass das Erwerben von Wissen und das Verstehen leichter geht, wenn man sich auf die Sache einlässt, d.h. „Interesse“, hat.

Daher war gerade diese zuletzt gemachte Erfahrung für mich ein sehr positives und wichtiges Erlebnis.

Wenn es auch „nur“ zwei Schüler waren, die zum eigenen Handeln angeregt wurden, d.h. meinen Vorstellungen entsprachen, so wurde für mich doch klar, dass ich weiterhin den Versuch unternehmen will, mehr Schülerinnen und Schüler zu eigenständigem Handeln im Zusammenhang mit meinem Physikunterricht zu motivieren. Das Beispiel meines Schülers

---

<sup>12</sup> Mario zeigte, trotz großem Zeitaufwand für das Projekt im zweiten Semester, auch Leistungssteigerungen in anderen Fächern, insbesondere in Englisch und Mathematik.

<sup>13</sup> Ein Grund für diese ablehnende Haltung dürfte auch in der Tatsache gelegen sein, daß das Projektthema von den Lehrern der drei Partnerschulen ausgesucht wurde, ohne den Schülern und Schülerinnen Mitsprache zu gewähren. Dies war aus organisatorischen Gründen einfach nicht möglich. Vielleicht hat auch der mangelnde Werkunterricht dazu beigetragen.

Mario ist für mich ein Ansporn weiter möglichst praxisorientiert zu unterrichten und meine Arbeit in Richtung Freiarbeit konsequenter fortsetzen.

## Anhang 1

**Versuch 1:** Verbinde eine Spule mit 600 Windungen mit dem Ampèremeter, (kleinster Meßbereich). Wenn du einen Stabmagneten in die Öffnung der Spule hineinstößt und dann wieder herausziehst, zeigt das Meßgerät zwei Stromstöße in entgegengesetzter Richtung an.

**Versuch 2:** Schalte dein Meßgerät auf Volt um. Tauche einen Stabmagneten in eine Spule mit 600 Windungen. Wiederhole den Versuch mit zwei Stabmagneten, deren gleiche Pole aneinander gepreßt werden !

**Versuch 3:** Ziehe einen Stabmagneten einmal ganz langsam aus einer Spule, dann reiße ihn heraus ! (beobachte die Spannung

**Versuch 4:** Verwende einmal eine Spule mit 600 und einmal eine Spule mit 1200 Windungen für deinen Versuch.

**Auftrag:** Studiere die Seite über die elektromagnetische Induktion im Buch genau. Schreibe die Ergebnisse und die Merksätze mit Hilfe des Buches in dein Heft. Übertrage auch die Zeichnung 18.5.

## Anhang 2

Die dem Buch entnommenen Karteikärtchen dienen zur Wiederholung des Merkstoffs und enthielten für unseren Zusammenhang Zeichnungen und folgende Fragen bzw. Antworten:

**Frage:** Wie lautet das von Faraday entdeckte Induktionsgesetz ?

**Antwort:** Jede Änderung eines Magnetfeldes erzeugt in einem elektrischen Leiter eine Verschiebung von Elektronen und die Entstehung einer Spannung.

**Frage:** Wovon hängt die Größe der Induktionsspannung bei einer Spule ab ?

**Antwort:** Die Induktionsspannung wird größer:

- a) bei mehr Drahtwindungen,
- b) bei einem stärkeren Magnetfeld,
- c) bei einer schnelleren Änderung des Magnetfeldes

**Frage:** Wie ist ein Wechselstromgenerator aufgebaut ?

**Antwort:** In einem Wechselstromgenerator dreht sich meist ein Läufer mit Elektromagneten zwischen stillstehenden Induktionsspulen

## Anhang 3

### Transkript der Interviews vom 6.3.98

Die Schüler/innenantworten wurden von mir „hochsprachenähnlich“ wiedergegeben, da der von den Schüler/innen i.a. gesprochene alemannische Dialekt allgemein nicht verständlich ist.

**Materialien:** 2 Spulen (600 und 1200 Windungen), Eisenstab, Stabmagnet, Bleistift, Glasstab, Voltmeter Verbindungsleitungen

Fragen an die erste Gruppe (Thomas, Lukas E.);

L: Ihr habt versucht, mit den hier liegenden Materialien Spannung zu erzeugen, was habt ihr dazu verwendet ?

T: also wir haben eine Spule mit 600 Windungen, ein Voltmeter, und zwei Kabel. Den Voltmeter haben wir auf die kleinste Spannung eingestellt, dann nehmen wir einen Magneten, die Spule ist mit dem Voltmeter durch zwei Kabel verbunden, dann führen wir den Magneten (*T und L lachen*) in die Spule ein, und wenn man ihn wieder rauszieht, sehr schnell, dann gibt es Induktionsspannung.....

L: Nun zur zweiten Frage. Findet heraus wie die Spannung erhöht werden kann? Was hast du da gemacht ? Mach du das jetzt Lukas.

LE: (*lacht*) Also wir haben eine Spule mit mehr Windungen mit 1200 Windungen genommen, und je nachdem wie schnell man den Magneten durch die Spule durchschickt, desto höher wird die Spannung.

L: Na sehr gut, wunderbar..... Nun eine weitere Frage: Wie lautet das Induktionsgesetz ?

T: He, He, He

LE: ist das nicht das  $W_1$  zu  $W_2$  .....

L: .....nein, .... ja die Induktion die brauchen wir dort , beim Transformator, oder ?.... ihr habt mir das doch gerade vorgeführt, was Induktion ist. Aber wie könnte man jetzt das erklären ?

T: Also das ist mit dem ..... ja wart.....

L: Denk nach,.....

T: a, aaa.. ..das Magnetfeld in einer Spule wird durch einen Magneten verändert und durch die Reibung der Magnetfelder entsteht eine Spannung oder so ähnlich..

L: Also das stimmt nicht ganz, ein bißchen konfus.....

L + T (*L beginnt, T setzt ein*).....durch die Veränderung des Magnetfeldes wird in einem Leiter eine Spannung induziert.

L: Danke, meine Herren

Fragen an die zweite Gruppe (Maximilian, Philipp;)

L: Mit welchem (*hier vorhandenem*) Material ist es euch gelungen Spannung zu erzeugen ?

M: .....mit der Spule durch die... durchs Einführen vom Metallstab,..

P: .. Magnet

L: Was ist des für ein Metallstab ?

P + M: ..ein Magnet, ein Dauermagnet

L: ein Magnet..... Funktioniert´s mit einem normalen Eisenstab auch ?

M: ...nein,....funktioniert .....nicht.....

L: damit wäre eigentlich die erste Frage schon beantwortet..... du könntest mir vielleicht den Versuchsaufbau, noch ganz kurz erklären.

P: Also da ist....

M: ein Volt- oder Amperemeter

L: ..ja

M + P + L: Ampere.. (*durcheinander*), ..... nein ist das.....es ist Volt....

M: ... man kann es umstellen,..... das ist eine Spule..... ich weiß nicht wieviel Windungen sie hat...

L: Steht drauf....

P: 1200 Windungen

M:.. a ja, genau, dann....

P... dann haben wir das angesteckt und dann haben wir es so durchgetan

M.. (*nimmt den Eisenstab*) mit dem geht es nicht...

M: .. mit dem Dauermagneten und durch einführen und herausziehen, und dann zeigt's auf dem Amperemeter die Spannung an

P: (*fällt M ins Wort*).... Voltmeter...

L: ....richtig da wäre.....ja. in diesem Fall Voltmeter... oder.. jetzt .noch die zweite Frage:  
Wie kann man die Spannung erhöhen ?

M: Je schneller man mit dem Magneten in die Spule hineinfahrt und ihn wieder herauszieht desto höher wird die Spannung

L: mhm.....und was gibt es noch für Möglichkeiten, gäbe es noch für Möglichkeiten.....?

M: Ja durch mehr Strom.....

P: Nein, wenn man's.....wenn's mehr Windungen hat.....

L: .....mehr Windungen, aber jetzt haben wir leider schon die Spule mit der höheren Windungsanzahl genommen, aber du kannst es einmal ausprobieren, wenn du die Spule nimmst (*gibt ihnen die Spule mit 600 Windungen.*) Probiert es einmal mit der aus.....

M zu P: OK, mach du...

L: .....Eindeutig weniger.....wenn du schneller gehst mehr, die hat 600 wenn du aber jetzt noch einmal die mit den 1200 Windungen nimmst.....

M:..... doppelt so hoch

L: Ja,..... Ja, jetzt hätte ich noch eine Frage an euch: Was ist jetzt Induktion ? Oder wann wird eine Spannung induziert ? Jetzt kommt die theoretische Frage !

M: 0, je.....

P:....wäh.....

L: es war alles richtig, was ihr mir bis jetzt erklärt habt, oder ?

P: Bei am stromdurchflossenen Leiter

L:.....da haben wir zuerst keinen Strom, da fließt überhaupt nichts..... gar nichts.....

P: .....das haben wir doch einmal aufgeschrieben

L: Ja, genau..... es war sogar eine Testfrage.....keine Idee mehr ? .....

M + P *schütteln den Kopf*

L: Also die Praxis liegt euch näher als die Theorie..... danke die Herrn !

Fragen an die dritte Gruppe (Nico, Simon B., Tankred) nachdem die S. mit den vorbereiteten Gegenständen den Versuch gemacht haben.

L: Welche Gegenstände habt ihr verwendet um Spannung zu erzeugen ?

N: Einen Magnet , eine Spule,

L: ja.....Was habt ihr damit gemacht ?

N: da sind mir, um so schneller mir hin und her gefahren sind in der Spule mit dem Magnet, um so stärker war die Spannung.

L: .... um so stärker war die Spannung..... ihr habt praktisch schon das zweit Arbeitsblatt vorweg- genommen. Also du erzeugst mit Hilfe dieses Magneten,... erzeugst du in der Spule eine Spannung.

Wie kann man den die Spannung, außer durch schnelleres Verändern des Magnetfeldes, noch erhöhen. Gibt es noch eine Möglichkeit ? .....

Nehmen wir einmal die andere Spule.... das ist eine 600 - er und das ist eine 1200 - er ...jetzt probiert es einmal mit der...

S: ...das ist nicht so weit....

L: was ist nicht so weit ?.....

S: nicht so weit geht's .....

N: der Zeiger auf dem Voltmeter

L: also das heißt ?

N: umso weniger Windungen die Spule hat, um so weniger Spannung gibt es

L: .also du kannst die Spannung erhöhen durch mehr Windungen oder durch .....

N: ..... schnelleres Bewegen des Magneten

L: .. und das dritte wäre...

N: ...ein stärkerer Magnet...

L: ...jetzt hätte ich noch die Frage: Was ist Induktion ?

N + S + T: .....?(Schweigen).....

L: Ihr habt es mir doch gerade vorgeführt .....

T: ..das habe ich einmal gewußt.....

L: .ja, das habt ihr einmal gewußt.....um das geht es mir ja Tankred (lacht)

N: Ich glaub, ich glaub da bringt man ..... nein.....

S: ...das hab ich noch nie können.....

N + S + T:.....(Schweigen + verlegenes Lachen).....

L: Na, versuchen wir es einmal so: Was ist um den Magneten herum ?

N: ein Magnetfeld

L: ja, .....und jetzt wenn ich den Magneten... in die Spule hineinschiebe und herausziehe...

S: ..irgend etwas ladet sich auf oder ab ...oder so .....

L: nicht ganz..... lassen wir das! Auf wiedersehen, danke !

#### Fragen an die vierte Gruppe (Bettina, Andrea, Silvia, Simon K.;)

L: Mit welchen Materialien habt ihr hier Spannung erzeugt ?

B: .. mit einem Voltmeter,

A: ... nein Spannung .....jetzt .....mit einer Spule.....

B: ... mit einer Spule....

A: ... mit einem Magneten,

B: ....mit einem Eisenkern,

A: .nein, ein Magnet....

L: das ist schon ein Magnet

A: .und das war es schon..

L: .ja, und was habt ihr mit dem Magnet gemacht ?

A: das haben wir in die Spule hineingetan und wieder herausgezogen

L: aha, und gemessen mit einem...

B: Voltmeter..

L: ..Voltmeter...das wäre die eine Frage, die zweite Frage ist jetzt: wie könntet ihr die Spannung erhöhen mit dem, was da liegt ? .....Sag's...

SK: mit der zweiten Spule

L: warum ?

SK: weil man beide ..(unverständlich) hat, es verdoppelt sich....

L: na schau einmal genau was man mit der zweiten Spule tun kann, da steht etwas drauf auf der Spule..

B + A + SK: .....das hat mehr Windungen,ja, doppelt soviel....ja

L: na jetzt probiert es einmal..

Alle:.....mh.....

SK (unverständlich)

L: nein, wenn es liegenbleibt ist nichts, nur wenn es sich.....

B: bewegt, aja dann.....

L: also eine Möglichkeit wäre, haben wir gerade gesagt, mit - mehr Windungen und wie könnten wir noch eine größere Spannung erzeugen ?

A: wenn der Magnet stärker wäre...

L: wenn der Magnet stärker wäre, - haben wir hier leider nicht, aber es gibt noch eine dritte Möglichkeit..... ihr habt es schon gemacht.....nur mit dem, was ihr hier habt.....

B: ....indem daß man mehr wechselt... schneller hin und hergeht

L: ....Jetzt kommt die theoretische Frage: was ist denn Induktion ?

A: ...Induktion, das ist .....um so öfter ich..... das Magnetfeld wechsele, um so höher ist die Spannung

L: ..ja wo erzeugt es die Spannung ?

B + A: in einem Leiter

L: in einem Leiter, ja genau, ...das heißt, wenn ich ein Magnetfeld gegenüber einem Leiter verändere , wird in diesem Leiter....

B + A: ...eine Spannung erzeugt.

L: .....Danke !

(Silvia hat sich kein einziges Mal zu Wort gemeldet)

Fragen an die fünfte Gruppe (Mario, Daniel D., Lukas L. Kristina; Daniel ist sehr oberflächlich und schwierig, Kristina fleißig ,aber an Physik nicht besonders interessiert, Lukas eher leistungsunwillig und versucht nicht aufzufallen, Mario wird im Anhang genauer vorgestellt)

L: ...mit welchem Material habt ihr hier versucht Spannung zu erzeugen ?

LL: mit dem Eisenkern...

L: ist das ein Eisenkern ?

LL: mit der Spule

D: das ist ein Eisenstab, ein Magnetstab,

Alle durcheinander: ein Metallstab, ein Magnet

L: ein Magnet ist es, ein relativ starker Magnet dann was habt ihr noch genommen ?

D: eine Spule

K: Ampèremeter... und zwei Kabel

L: und zwei Kabel und ein Meßgerät, so, wie nennt man denn diesen Vorgang, der hat eine bestimmten Namen, mit dem man da Spannung erzeugt, das nennt man die..... wer weiß das noch von euch ?.....die.....

LL: ..die Induktion...

D:... die Induktionsspannung

L: ..Jetzt möchte ich aber gerne als zweite Frage:

M: naa.....

L:..wie kann man denn die Induktionsspannung erhöhen, wie könnte ich die jetzt hier höher machen ?

LL + K: mit mehr Windungen, mit einer Spule mit mehr Windungen

L: probiert das jetzt einmal aus, mit mehr Windungen.....das ist die eine Möglichkeit, ihr seht das schlägt deutlich stärker aus, als beim anderen Versuch,

LL + D: mit einem stärkeren Magneten.....mit mehr Spulen....

L: mit mehr Windungen, stärkeren Magneten.....es gibt aber noch eine Möglichkeit:

M: wenn man zwei Spulen zusammenschließt

L: aber weißt du das sind auch mehr Windungen M: eben.....

L: mit was, ihr habt es ja schon ausprobiert.....es geht..

M + LL: durch schneller

D: je mehr Windungen, je stärker der Magnet, und je schneller die Bewegung..... desto größer die Spannung

L: die Frage ist jetzt noch, .....umgekehrt: was versteht man unter Induktion ? Versucht das noch zu erklären.

LL: irgend etwas mit einem elektrischen Feld

L: nicht elektrisches, sondern magnetisches Feld

D: da ist eine Zeichnung im Buch, da ist.....

L: kannst du dich erinnern ?

D: ja, das hat man ins Heft zeichnen müssen, da ist ein Magnet, und da sind verschiedenpolige .....

L: Magnet - auf alle Fälle und was brauchen wir noch ? und eine Spule, was ist das? Ein elektrischer

.....Leiter.....

.....  
L: Jetzt stelle ich euch noch eine praktische Frage: was würde man brauchen damit man einen Fahrraddynamo bauen kann ?

D: ein Fahrrad

M.(lacht): für einen Dynamo brauchst du kein Fahrrad

Alle durcheinander....

L: welche Teile braucht man ?

D + M: einen Magnet, eine.....Spule

D: Kabel

LL: ein Rädle, das sich dreht mit dem Rad

L: und was wird denn da gedreht mit dem Rad ?

D: die Spule

L: entweder die Spule oder

M: ...der Anker der drinnen ist

L: .....Naja !