

PHYSIK-PROJEKTE ZU ENERGIE IM ALLGEMEINEN UND ZU WÄRMELEHRE UND RADIOAKTIVITÄT IM SPEZIELLEN

Anna K. Puntajer Mag. Dr.

Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Anichstraße

Abteilung Elektronik

Anichstraße 26-28, Innsbruck

Innsbruck, 2003

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 MOTIVATION UND ZIELSETZUNGEN	3
2 PROJEKTABLAUF	5
2.1 Aufgabenstellung	5
2.2 Zeitliche Einbindung des Projektes in den Physikunterricht.....	6
2.3 Präsentation der Arbeiten	7
3 DATEN	8
4 ERGEBNIS UND RESÜMEE	9
4.1 Antworten auf die Fragestellungen von Kapitel 1	9
4.2 Zusammenfassende Gedanken zum Physik-Projekt	12
5 ANHANG	14
5.1 Fragebogen und dessen Auswertung	14
5.2 Schülerinterviews.....	18
5.3 Exemplarisch: Auszug aus einer Präsentation.....	23

ABSTRACT

Nachdem ich bereits im vorigen Schuljahr mit einer 2. HTL-Klasse sehr erfolgreich ein Physik-Projekt zu ausgewählten Themen aus Akustik und Optik durchgeführt hatte, stand für mich zu Schulbeginn die Überlegung im Raum, ob ich mit der gleichen Klasse auch in diesem Schuljahr ein Projekt durchführen sollte. Da die Rahmenbedingungen (z. B. eine Klasse mit wenig Schülern) auch in diesem Schuljahr sehr günstig waren und der Wunsch der Schüler nach Projektunterricht bestand, wählten wir Themen aus der Wärmelehre und Radioaktivität aus. Zu den Fragestellungen, die sich im Zusammenhang mit diesem Projekt ergaben, gehörte etwa, ob Projekte das Interesse der Schüler an der Physik fördern, ob die Schüler durch Beschäftigung mit dem eigenen Projektthema bzw. über die Vorträge der anderen Gruppen „Physik“ lernen, wie gut Schüler dieser Schulstufe naturwissenschaftliche Inhalte präsentieren können, ob die Projekterfahrungen aus dem Vorjahr von Vorteil waren, sowie die Frage, ob und warum Schüler einen Projektunterricht dem Frontalunterricht vorziehen. Die Projektthemen wurden in Gruppen von zwei bis drei Schülern erarbeitet und präsentiert. Um Antworten auf die angeführten Fragen zu erhalten, wurden alle Schüler am Ende des Projektes mittels Fragebogen anonym befragt, und einige ausgewählte Schüler wurden zusätzlich von einer außenstehenden Person interviewt. Sowohl die Auswertungen der Befragungen als auch meine eigenen Beobachtungen ergaben, dass Schüler einen Projektunterricht sehr begrüßen, zum einen weil dadurch der Physikunterricht aufgelockert wird, und weil die Schüler das Gefühl haben, auf diese Weise einiges zum eigenen Projektthema dazugelernt zu haben, und zum anderen weil dadurch die im späteren Beruf so wichtigen Kompetenzen wie Teamarbeit und das Präsentieren vor Publikum trainiert werden. Auch heuer war für mich als Lehrerin dieser Physik-Projektunterricht wieder eine sehr interessante und bereichernde Erfahrung.

1 MOTIVATION UND ZIELSETZUNGEN

Für mich gab es mehrere Gründe, im Schuljahr 2002/03 ein Projekt zu ausgewählten Themen aus der Wärmelehre und Radioaktivität durchzuführen:

Nachdem ich letztes Schuljahr mit dieser Klasse bereits sehr erfolgreich ein Physik-Projekt durchgeführt hatte und die Schüler bereits damals den Wunsch äußerten, auch in der 3. Klasse wieder ein Projekt durchzuführen, war es naheliegend, dies in die Tat umzusetzen. Als großen Vorteil betrachtete ich die Tatsache, dass diese Schüler bereits Erfahrungen im eigenständigen Erarbeiten und Präsentieren von physikalischen Sachverhalten hatten.

Ein weiterer Motivationsfaktor war für mich, dass ich auch in diesem Schuljahr an den Aktivitäten von IMST² (Schwerpunktprogramm S3: „Lehr- und Lernprozesse“) teilnahm, und mich aktiv engagieren wollte.

Die äußeren Rahmenbedingungen waren auch in diesem Schuljahr optimal: „Meine“ Physikklasse aus dem Vorjahr hatte sich zum Glück nicht vergrößert, sondern ist von 19 auf 17 Schüler geschrumpft. Es ist schade, dass Klassen mit so geringen

Schülerzahlen an unserer Schule sehr selten vorkommen, denn gerade unter solch günstigen Bedingungen eröffnen sich für die Lehrkräfte neue didaktische Möglichkeiten.

In der Abteilung Elektronik scheint im Lehrplan der 3. Klasse HTL das Fach Angewandte Physik zum letzten Mal auf. Dies und die Tatsache, dass das Fach Physik in einer höheren technischen Lehranstalt eher auf Nebenschauplätze abgedrängt wird (viele Inhalte der Physik werden in den technischen Fächern von Technikern unterrichtet), waren für mich Motivationsfaktoren, den Schülern dieser Klasse im letzten Jahr ihrer Physikausbildung einen eigenen und selbständigen Zugang zur Physik zu ermöglichen.

Als ich in der ersten Physikstunde des Schuljahres die Schüler fragte, ob ihr im letzten Schuljahr geäußerter Wunsch nach weiteren Physik-Projekten noch bestünde, und die Antwort eindeutig zu Gunsten von Projektunterricht ausfiel, war dies für mich Anreiz genug, meine Projektidee tatsächlich in die Tat umzusetzen.

Die Fragestellungen, die ich auch heuer mit den Physik-Projekt verband, waren folgende:

- Besteht bei den Schülern das Bedürfnis, den Unterricht durch Eigenaktivitäten mitzugestalten?
- Fördert der Projektunterricht die Eigenaktivität der Schüler?
- Lernen die Schüler durch Beschäftigung mit dem eigenen Projektthema bzw. über die Vorträge der anderen Gruppen „Physik“?
- Fördert der Projektunterricht das Interesse der Schüler an der Physik?
- Befürworten Schüler Physik-Projekte und macht ihnen das Arbeiten daran Spaß?
- Wie gut können Schüler dieser Schulstufe naturwissenschaftliche Inhalte präsentieren?
- Inwiefern wird durch den Projektunterricht die Teamarbeit gefördert?
- Stellen Projekterfahrungen aus dem Vorjahr einen Vorteil für das heurige Projekt dar?
- Ziehen Schüler einen Projektunterricht dem Frontalunterricht vor, und mit welchen Begründungen?
- Verließ der heurige Projektunterricht in einem zeitlich zu sehr gedrängten Rahmen?

2 PROJEKTABLAUF

2.1 Aufgabenstellung

In der 3. Klasse der HTBLVA sind zwei Wochenstunden Physik vorgesehen. Bei der Durchführung des Projektunterrichtes bereiteten mir anfangs die Lehrplaninhalte Schwierigkeiten: laut Lehrplan sind in der 3. HTL-Klasse (Abteilung: Elektronik) vor allem Themen zu Wärmelehre/Energie, Radioaktivität und zur modernen Physik zu behandeln. Nachdem Themen aus dem Gebiet der modernen Physik für Schülerprojekte aus meiner Sicht nicht in Frage kamen (ich traue es den Schülern nicht zu, dass sie sich diese Stoffgebiete selbständig erarbeiten könnten), blieben nur Themen aus den Gebieten Wärmelehre/Energie übrig, die den Schülern vom Alltag her bereits vertraut sind. Das Thema Radioaktivität, dessen Grundlagen von Schülern ebenfalls selber schwer zu erarbeiten sind, fand deshalb Eingang, weil eine Schülergruppe den starken Wunsch äußerte, sich damit beschäftigen zu dürfen.

Den Schülern gegenüber habe ich das große Themengebiet Wärmelehre/Energie vorgegeben und Vorschläge gemacht, welche Stoffinhalte (speziell Alltagsthemen) in diesem Rahmen behandelt werden könnten. Die genaue Themenwahl wurde von den Schülern, die sich selbständig in Gruppen von zwei bis drei Personen zusammenfanden, selbst getroffen. Aufzupassen war, dass sich die Inhalte der Themen einzelner Gruppen nicht überschneiden. Es ergaben sich somit folgende Projektthemen:

- Klimaentwicklung, Eiszeiten
- Erzeugung nutzbarer Energie
- Energie der Zukunft: Brennstoffzelle und Solarzelle
- Wetterphänomene: Wirbelstürme, El Niño und der Föhn
- Von Elektromotoren, Generatoren und Robotern
- Radioaktivität: Grundlagen, Atomkraftwerke und die Atombombe

Die konkrete Aufgabenstellung bestand nun darin:

- Erarbeitung eines Vortrages zum ausgewählten Themengebiet;
- Gruppenpräsentation vor den Mitschülern, wobei die Präsentationszeit pro Schüler die Zeitdauer von 15 Minuten nicht überschreiten sollte. Hinsichtlich der Präsentationen sollten die Schüler ihre Erfahrungen aus dem Physik-Projekt des letzten Schuljahres einfließen lassen;
- Erstellung eines Hand-outs, in dem die wesentlichen Inhalte des Vortrages zusammengefasst werden; dieses wird dann an alle Schüler verteilt;

- den Vortrag ins Internet zu stellen (auf die Homepage der Klasse: www.hn3c.at.tf; dort befinden sich auch die Physik-Projekte des letzten Schuljahres zu den Themen aus Akustik und Optik)

2.2 Zeitliche Einbindung des Projektes in den Physikunterricht

Da bereits nach der ersten Physikstunde in dieser Klasse mein Entschluss feststand, ein Physik-Projekt durchzuführen, ergab sich folgender zeitlicher Ablauf mit folgenden Organisationspunkten und zugehörigem Unterrichtszeitaufwand:

- Im Oktober, zwei Wochenstunden: Themenvergabe; Absprache und Koordination der Themen; Gruppeneinteilung; Grobbesprechung der möglichen Inhalte; brainstorming der Schüler.
- Weitere 4 Besprechungsstunden vor Weihnachten (detaillierte Absprache der Inhalte, Literaturstudium, Hilfe bei physikalischen Erklärungen, Erprobung eines Versuches,...).
- Jänner, zwei Wochenstunden: Besprechungen; Beantwortung allfälliger Fragen zu den Themen und zur Präsentation. Ich habe festgestellt, dass die Schüler die Projektarbeit lieber zuhause machen und sich in den Besprechungsstunden mit ihren Kollegen zusammenreden und Unterlagen kopieren ohne wirklich an den Inhalten des Projektes zu arbeiten.
- Erster Vortrag im März.
- Aufgrund der Osterferien und anderer Stundenausfälle fanden die restlichen fünf Präsentationen im Mai statt
- Aufgrund von Streiks an den öffentlichen Schulen und aufgrund von Exkursionen fielen im Juni fast alle Physikstunden aus. Daher ergab sich die ungünstige Situation, dass in manchen Doppelstunden im Mai zwei Projekte präsentiert werden mussten (siehe dazu Kapitel 4).

Ich konnte beobachten, dass alle Schüler die zur Verfügung gestellte Unterrichtszeit für die Arbeit an ihrem Projekt, meist in Form von Besprechungen innerhalb der Gruppe, nutzten. Die Tatsache, dass nicht so sehr an den Vorträgen selber gearbeitet wurde, sondern eher Absprachen innerhalb der Gruppe stattgefunden haben, mag damit zusammenhängen, dass es für manche Schüler schwierig war, sich in der Freizeit zu treffen (z. B. Wohnorte sind oft weit entfernt; siehe Antworten zu Frage 9 im Fragebogen). Wie sich aus der Befragung mittels Fragebogen ergab, mussten fast alle Schüler neben den Besprechungsstunden im Unterricht auch „private“ Zeit in das Physik-Projekt stecken, wobei dieser Zeitaufwand unterschiedlich groß war (siehe Kapitel 4 und 5).

2.3 Präsentation der Arbeiten

Ließen sich letztes Jahr die Präsentationen, die auch heuer wieder von den Schülern ohne meine Einflussnahme gestaltet wurden, noch grob in drei Kategorien einteilen (Präsentationen mit Powerpoint und Beamer, Präsentationen mit Overhead-Folien und Präsentationen mit Postern), so wurden diesmal alle Projekte mittels Computer und Beamer-Unterstützung präsentiert. Der Grund dafür liegt sicher darin, dass PC und Beamer derzeit als Präsentationshilfsmittel Nummer Eins gelten und die Bedienung für die Schüler kein Problem darstellt.

Genauso wie letztes Jahr verwendeten die Schüler kleine Zettel mit Stichworten des vorzutragenden Textes. Auch versuchten die Vortragenden, möglichst frei zu sprechen und dabei die Zuhörer anzuschauen. Einige Schüler agierten bereits richtig professionell und deren Vortrag wirkte sehr lebhaft. Zwei Schüler lasen aber verhältnismäßig viel Text von den Kärtchen herunter, wodurch deren Präsentation etwas starr erschien.

In einer der Präsentationen wurde ein Versuch zur Entstehung des Golfstromes durchgeführt, den die Schüler bereits in den Vorbereitungsstunden erprobt hatten, und der in der Präsentation dann auch sehr gut gelang.

Derjenige Schüler, der über Roboter sprach, verwendete viele technische Begriffe, was von seinen Mitschülern in den Befragungen auch negativ angemerkt wurde. Andererseits konnte er das Interesse der Zuhörer aber dadurch wecken, dass er einen „lernfähigen“ Computerhund der Firma Sony mitbrachte und eindrucksvoll vorführte.

Die Texte (mit Abbildungen und Animationen) der einzelnen Präsentationen befinden sich auf der Homepage der Klasse (www.hn3c.at.tf Menüpunkt: „APH Referate“) und ein Auszug aus einer Präsentation ist auch im Anhang (Kapitel 5.3) zu sehen.

Die Präsentation eines Themengebietes und die anschließende Diskussion benötigte jedes Mal mindestens eine volle Unterrichtsstunde.

3 DATEN

Um auf die in Kapitel 1 gestellten Fragen Antworten zu erhalten zog ich neben meinen eigenen Beobachtungen auch statistische Erhebungen auf der Grundlage von anonym auszufüllenden Fragebögen und Schülerinterviews heran.

Nach Abschluss aller Projektpräsentationen forderte ich alle Schüler auf, den von mir erstellten und im Anhang (Kapitel 5.1) abgedruckten Fragebogen anonym auszufüllen bzw. durch eigene Vorschläge und Ideen zu ergänzen. Dieser Fragebogen ist absichtlich sehr ähnlich zu jenem im Vorjahr, da mich interessierte, ob die heurigen Antworten von denen im letzten Jahr stark abweichen würden. Da ich die ausgefüllten Fragebögen von einem Schüler einsammeln ließ und die Anzahl der abgegebenen Fragebögen nicht sofort nachzählte, stellte sich heraus, dass drei Schüler ihren Fragebogen nicht abgegeben hatten. Da dieser anonym ist, lässt sich auch im Nachhinein nicht eruieren, welche Schüler nicht abgaben. Auch fiel mir auf, dass ein Schüler nicht alle Fragen beantwortete.

Für die Schülerinterviews, die ich nach der Befragung mit den Fragebögen durchführte, wählte ich aus den 17 Schülern sechs Schüler aus (zumeist freiwillige Meldung der Schüler). Frau Mag. Helga Stadler schlug vor, ich sollte dieses Jahr die Schülerinterviews nicht selbst durchführen, sondern von einer außenstehenden, objektiven Person durchführen lassen. Die Interviews wurden deshalb von Frau Dr. Arntraud Bacher, die ebenfalls an einem IMST²-S3-Projekt arbeitet, durchgeführt. Die Antworten der Schüler wurden von Frau Dr. Bacher schriftlich aufgezeichnet und von mir ausgewertet.

4 ERGEBNIS UND RESÜMEE

4.1 Antworten auf die Fragestellungen von Kapitel 1

Zur Beantwortung der in Kapitel 1 gestellten Fragen stütze ich mich neben meinen eigenen Beobachtungen auf die Schülerantworten im anonymen Fragebogen bzw. auf die Aussagen in den Schülerinterviews. Der ausgewertete Fragebogen und die Schülerinterviews sind im Anhang (Kapitel 5.1 und 5.2) nachzulesen.

Die beiden ersten Fragen in Kapitel 1 lauten:

- Besteht bei den Schülern das Bedürfnis, den Unterricht durch Eigenaktivitäten mitzugestalten?
- Fördert der Projektunterricht die Eigenaktivität der Schüler?

Auf der Grundlage meiner Beobachtungen und der Auswertungen der Fragebögen und Interviews (Fragen 15 und 17 am Fragebogen; Interviewfrage: 7) lässt sich für diese Klasse sagen, dass sowohl bei den leistungsstarken als auch leistungsschwachen Schülern großes Interesse am Einsatz von Eigenaktivitäten besteht. Geschätzt wird von den Schülern, dass im Projektunterricht freies Arbeiten möglich ist, dass man durch die intensive, eigenständige Beschäftigung mit dem eigenen Thema sich die zugehörigen Kenntnisse leichter aneignet und längerfristig speichert und dass diese Übungen im eigenständigen Erarbeiten auch für andere Fächer von Vorteil sein werden (Fertigungstechnik und Konstruktionslehre,...).

Dass Eigenaktivität bei Schülern zu erstaunlich positiven Ergebnissen führt, habe ich auch bei den teilweise fast schon professionellen Powerpoint bzw. Flash-Präsentationen beobachten können.

Die nächste Frage in Kapitel 1 ist:

- Lernen die Schüler durch Beschäftigung mit dem eigenen Projektthema bzw. über die Vorträge der anderen Gruppen „Physik“?

Zur Beantwortung dieser Frage ziehe ich die Schülerantworten zu den Fragen 4 und 11 im Fragebogen und zu den Fragen 3 und 4 der Schülerinterviews heran. Die Auswertung des Fragebogens zur Frage 4 („Haben Sie durch die Beschäftigung mit dem eigenen Thema auf physikalischem Gebiet etwas dazu gelernt?“) ergibt, dass auf der 5-teiligen Bewertungsskala vier Schüler die bestmögliche Antwort „Ja, sehr viel“ ankreuzten, sieben Schüler die zweitbeste Antwort (entspricht im Schulnotensystem der Note „Gut“) wählten und drei Schüler mit „Befriedigend“ antworteten. Die Noten „Genügend“ und „Nicht Genügend“ wurden nicht gewählt. Die Auswertung der Schülerinterviews ergibt, dass alle Schüler das Gefühl haben, durch die Beschäftigung mit dem eigenen Thema „Physik“ gelernt zu haben. Bei der Frage, ob durch die Vorträge der anderen Gruppen „Physik“ gelernt wurde (Frage 4 der Schülerinterviews bzw. Frage 11 im Fragebogen) sind die Antworten nicht mehr ganz so eindeutig: So meint ein Schüler, dass durch die oft langen Präsentationen nicht alle physikalischen Inhalte im Gedächtnis behalten werden konnten, und ein anderer

meinte, dass von manchen Kollegen zu viele technische Ausdrücke verwendet worden wären, wodurch es schwierig gewesen sei, die dahinterliegende „Physik“ zu verstehen. Die Fragebogenauswertung zu diesem Punkt ergab, dass nur ein Schüler die Note „Sehr Gut“, vier die Note „Gut“ und acht die Note „Befriedigend“ vergaben. Offensichtlich lernen die Schüler einiges zu ihrem Themengebiet dazu, aber die Vorträge der Kollegen scheinen das physikalische Wissen nur geringfügig zu erweitern. Wobei ein Grund dafür sicher darin zu sehen ist, dass die Zeit, in der sich die Schüler mit den Vorträgen der Kollegen auseinandersetzen, einfach zu kurz ist, um nachhaltig physikalische Inhalte aufzunehmen. Dieses Ergebnis deckt sich mit jenem aus dem Vorjahr, welches eindeutig ergab, dass es schwer ist, aus den Vorträgen der anderen physikalische Zusammenhänge nachhaltig aufzunehmen.

Bei der Beantwortung der Frage

- Fördert der Projektunterricht das Interesse der Schüler an der Physik?

stütze ich mich auf die Auswertung des Fragebogens (Frage 13) und auf die sechs durchgeführten Schülerinterviews (Frage 9). Im Fragebogen ist die zugehörige Frage auf die Wirkung der Präsentation der anderen Gruppen abgestimmt („Wurde durch die Präsentationen der anderen Gruppen bei Ihnen Interesse für bestimmte (physikalische) Themen geweckt?“). Die Auswertung ergibt, dass nur ein Schüler „Ja, sehr“ (entspricht in der Notenskala der Note „Sehr Gut“) ankreuzte, sechs Schüler gaben die Note „Gut“, vier Schüler die Note „Befriedigend“ und zwei Schüler die Bewertung „Nein, gar nicht“. Interessant zum Vergleich ist das Ergebnis der Schülerinterviews: fünf der sechs befragten Schüler meinten, ihr Interesse an der Physik sei durch den Projektunterricht gestiegen und einer gab an, dass das Interesse gleich groß geblieben sei. Laut Aussage der Schüler hat das Interesse in erster Linie für die Gebiete „Atomenergie“, „Radioaktivität“ und für Wetterphänomene zugenommen.

Die nächste Frage aus Kapitel 1 lautet:

- Befürworten Schüler Physik-Projekte und macht ihnen das Arbeiten daran Spaß?

Die zugehörige Frage in den Schülerinterviews (Frage 1) lautet „Hat Ihnen die Arbeit am Projekt Spaß gemacht?“ und wurde von allen befragten Schülern bejaht. Die Schüler gaben dazu an, dass ihnen die Beschäftigung mit einem neuen Themenbereich sehr gut gefallen habe und auch, dass die gelungene Teamarbeit viel dazu beigetragen habe, dass es Spaß gemacht hat. Mittels Fragebogen fragte ich direkt, ob Schüler Physik-Projekte befürworten (Frage 19). Dabei antworten sechs Schüler mit „Ja, sehr“ (entspricht der Note „Sehr Gut“) und acht Schüler antworten mit „Gut“. Es traten keine schlechteren Bewertungen auf. Dass Schüler dem Projektunterricht sehr positiv gegenüberstehen, erkennt man auch aus der Beantwortung der Frage 20 „Hätten Sie den heurigen Physikunterricht lieber „ganz normal“ (d.h. konventionell und ohne Projekte) gehabt?“. Diese Frage wurde von allen Schülern verneint.

Zur Frage

- Wie gut können Schüler dieser Schulstufe naturwissenschaftliche Inhalte präsentieren?

habe ich genauso wie letztes Jahr auf dem Fragebogen die Frage 7 „Haben Sie das Gefühl, bereits gut präsentieren zu können“, gestellt. Ein Schüler beantwortete diese Frage mit „Ja, auf jeden Fall“ (entspricht der Note „Sehr Gut“), sechs Schüler mit „Gut“ und sieben Schüler mit „Befriedigend“. Abgesehen davon, dass letztes Jahr kein Schüler mit „Ja, auf jeden Fall“ antwortete, deckt sich dieses Ergebnis sehr gut mit jenem vom Vorjahr. In den Schülerinterviews fragte ich nach der Beurteilung der eigenen Präsentation bzw. der Präsentation der eigenen Gruppe und nach der Beurteilung der Präsentationen der anderen Gruppen (Fragen 10 und 11). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Schüler mit der eigenen Präsentation und den Präsentationen der anderen Gruppen großteils sehr zufrieden waren (es wurde zwar angekreidet, dass technische Begriffe trocken waren und dass manche Schüler viel von den Handzetteln heruntergelesen hatten; andererseits wurden manche Vorträge als professionell bezeichnet). Dies deckt sich genau mit meinen eigenen Beobachtungen, nämlich dass zwei Schüler verhältnismäßig viel herunterlasen, dass aber die anderen durch professionelles Auftreten und sehr gute Powerpoint- bzw. Flash-Präsentationen glänzten.

Genauso wie letztes Jahr interessiert mich auch heuer:

- Inwiefern wird durch den Projektunterricht die Teamarbeit gefördert?

Die zugehörige Frage im Fragebogen (Frage 18) lautet „Hat das Projekt die Teamarbeit gefördert?“ und liefert folgendes Ergebnis: Zwei Schüler meinen „Ja, sehr“ (entspricht „Sehr Gut“), neun Schüler antworteten mit „Gut“, ein Schüler mit „Befriedigend“ und zwei Schüler mit „Genügend“. Das Ergebnis ist ähnlich zu den Antworten zu Frage 9 am Fragebogen: „Wie hat die Zusammenarbeit in der Gruppe funktioniert? Welche Probleme sind aufgetaucht bzw. wurde die Arbeit gleichverteilt?“ Darauf antwortete ein Schüler mit „Sehr gut“, elf Schüler antworteten mit „Gut“, einer mit „Befriedigend“ und einer mit „Genügend“. Zwei Schüler waren der Meinung, dass die Arbeit innerhalb der Gruppe nicht gleich verteilt war, als weitere Probleme wurden angeführt, dass es schwierig war, Treffen zu organisieren, und dass offenbar ein Schüler einer Gruppe zu keinem Treffen gekommen war. Es ist also deutlich erkennbar, dass in Einzelfällen die Teamarbeit nicht optimal geklappt hat, was auch die einzelnen negativen Beurteilungen in den Fragebögen erklärt.

Eine Frage, die mich speziell heuer interessierte, lautet:

- Stellen Projekterfahrungen aus dem Vorjahr einen Vorteil für das heurige Projekt dar?

Im Fragebogen ist die Frage ähnlich formuliert (Frage 8) und liefert als Ergebnis: Zwei Schüler antworteten mit „Ja, sehr“, sieben Schüler geben die Note „Gut“ und fünf Schüler die Note „Befriedigend“. Es wurde von den Schülern angeführt, dass ihre Redesicherheit gestiegen sei, dass sie durch die Erfahrungen aus dem Vorjahr den Ablauf kannten und dass ihre Präsentationsfähigkeiten zugenommen hätten. Zum gleichen Ergebnis führt auch die Auswertung der Schülerinterviews.

Auf die Frage

- Ziehen Schüler einen Projektunterricht dem Frontalunterricht vor, und mit welchen Begründungen?

lässt sich aus der Fragebogenauswertung eine ganz klare Antwort geben. Auf die zugehörige Frage (Frage 20) im Fragebogen, die lautet „Hätten Sie den heurigen Physikunterricht lieber „ganz normal“ (d. h. konventionell und ohne Projekte) gehabt?“ haben alle Schüler mit „Nein“ geantwortet. Ein etwas differenzierteres Bild liefert die Auswertung der Schülerinterviews, wo auch die Fragestellung etwas anders lautete (Frage 7): „Vergleichen Sie den Physikprojektunterricht mit dem Physikfrontalunterricht. Bei welcher Unterrichtsform haben Sie die physikalischen Inhalte besser verstanden bzw. welche Unterrichtsform hat Ihnen die Physik nähergebracht?“ Hier reichen die Antworten von „im Projektunterricht kommt man mit einem Thema nur oberflächlich in Berührung (speziell, wenn eine andere Gruppe dieses vorträgt)“, über „im Projektunterricht versteht man die Inhalte besser, weil man sich selber damit beschäftigt“ bis „Frontalunterricht ist theoretischer und man passt nicht immer auf“ und „im Frontalunterricht ist die Aufmerksamkeit besser“. Man sieht, dass die Schülerantworten zu dieser Frage doch sehr unterschiedlich sind, was das unterschiedliche Empfinden der Schüler bei verschiedenen Unterrichtsformen widerspiegelt. Auf Grund von eigenen Beobachtungen und von Gesprächen mit Schülern lässt sich zusammenfassend sagen, dass auch dieses Jahr die Schüler wieder sehr engagiert am Projektunterricht teilnahmen und dass sie diese Unterrichtsform sehr begrüßen. Ein Vorteil des Projektunterrichtes liegt natürlich auch darin, dass die Beurteilung im Allgemeinen sehr gut ausfällt, und sich die Schule auf diese Weise sehr stark verbessern können.

Die letzte Frage in Kapitel 1 lautet:

- Verließ der heurige Projektunterricht in einem zeitlich zu sehr gedrängten Rahmen?

Da im Sommersemester dieses Schuljahres viele Unterrichtsstunden unvorhergesehen ausfielen (aufgrund von Exkursionen, Streiks,..) mussten in manchen Doppelstunden zwei Projektpräsentationen stattfinden. Ich persönlich habe dies als sehr anstrengend empfunden; mich interessierte nun, ob die Schüler dies auch so empfanden. In den Schülerinterviews lautete die entsprechende Frage (Frage 15): „Wie haben Sie die Präsentation von zwei Projekten in einer Doppelstunde empfunden? War dies zu viel?“ Bis auf einen Schüler meinten alle Befragten, dass zwei Präsentationen in einer Doppelstunde zu viel waren, zumal diese Doppelstunde am Nachmittag stattfand und die Schüler zu diesem Zeitpunkt bereits etwas müde waren. Laut Aussagen der Schüler bestand der große Nachteil darin, dass zu wenig Zeit für Diskussionen zu den einzelnen Projekten bestand.

4.2 Zusammenfassende Gedanken zum Physik-Projekt

Vergleiche ich die Auswertungen des Fragebogens von letztem Jahr mit den Ergebnissen von heuer, so stelle ich große Ähnlichkeiten fest. Bei zwei Fragen habe ich größere Unterschiede festgestellt und zwar zu den Fragen „Haben Sie durch die Beschäftigung mit Ihrem Thema auf physikalischem Gebiet etwas dazu gelernt?“ und „Haben Sie das Gefühl, bereits gut präsentieren zu können?“ haben die Schüler heuer positivere Beurteilungen abgegeben als letztes Jahr.

Zusammenfassend stelle ich fest, dass es sich auch heuer wieder gelohnt hat, ein Physik-Projekt durchzuführen, und zwar in mehrererlei Hinsicht:

- Die Schüler trainieren dabei das eigenständige Erarbeiten und Präsentieren von komplexen naturwissenschaftlichen Sachverhalten.
- Weiters werden auf diese Weise Sozialkompetenzen gefördert. Nicht nur die Teamarbeit innerhalb der Gruppe wurde, von wenigen Ausnahmen abgesehen, auf diese Weise forciert, sondern auch die Zusammenarbeit zwischen den Schülern und mir erwies sich als sehr angenehm und konstruktiv.
- Durch die Einbindung von Projekten wird der Physikunterricht sicherlich abwechslungsreicher, weil immer andere Personen vortragen. Dies trägt auf jeden Fall zur Attraktivität des Projektunterrichtes bei.
- Genauso wie im Vorjahr habe ich auch beobachtet, dass sich gerade die sonst eher leistungsschwächeren Schüler sehr im Projekt engagierten und sehr interessante Vorträge lieferten.
- Nicht zu vergessen ist der positive fächerübergreifende Aspekt, nämlich in diesem Fall zum Fach Informatik: Alle Schüler präsentierten ihre Vorträge mittels Beamer und Computer (Computerprogramme: Powerpoint bzw. Flash, womit sehr ansprechende Animationen erstellt wurden), und stellten ihre Vorträge ins Internet.

Als kleine positive Abänderung zur Projektpräsentation vom letzten Jahr habe ich das Quiz empfunden, das manche der Vortragenden Schüler am Ende der Präsentation veranstalteten. Damit wurde das erworbene Wissen der Mitschüler abgefragt, wobei es für richtige Antworten eine Belohnung in Form von Süßigkeiten gab.

Letztes Jahr hatte ich als eine Schwierigkeit bei Physik-Projekten die Benotung erwähnt. Dieses Jahr hatte ich in dieser Hinsicht keine Probleme. Sicher zum einen, weil ich die Klasse inzwischen besser kenne und zum anderen, weil ich heuer automatisch den Einsatz der Schüler im Projekt als sehr hoch bewertet habe. Da alle Schüler optisch sehr ansprechende Präsentationen vorführten, erwies sich dies für die Schüler als großer Vorteil – gerade bei solchen Schülern, die etwa rhetorische Schwierigkeiten haben. Insgesamt hat sich bei fast allen Schülern die Jahresendnote um einen Grad gegenüber der Semesternote verbessert.

Als ungünstig erwies sich heuer die Tatsache, dass im Sommersemester viele Stunden ausfielen und dadurch in einer Doppelstunde oft zwei Projekte präsentiert wurden. Wären diese Stundenausfälle bereits Monate vorher bekannt gewesen, dann hätte ich die Präsentationen bereits früher beginnen lassen.

Zusammenfassend kann ich feststellen, dass ich die Ziele, die ich an den Physik-Projektunterricht in dieser Klasse gekoppelt hatte, auch erreicht habe, nämlich, das Interesse und die Freude der Schüler an der Physik zu steigern und ihnen einen neuen, interessanten Zugang zur Physik zu vermitteln.

5 ANHANG

5.1 Fragebogen und dessen Auswertung

Folgender Fragebogen wurde am Ende des Physik-Projektes von 14 der 17 Schüler anonym ausgefüllt.

Fragebogen zum Physik-Projekt:

Zum eigenen Themengebiet:

- 1) Wie viel Stunden außerhalb des Unterrichts haben Sie für das Projekt investiert?

schwankt zwischen 5 und 20 Stunden.

- 2) Welche Schwierigkeiten sind bei der Bearbeitung des Themas aufgetreten? (Physik zu kompliziert, Schwierigkeiten bei der Literatursuche, zu wenig interessante Literatur, Versuche,...)

keine Versuche auffindbar; wenig Material - meist zu fachspezifisch; viel Literatur, aber zum Teil nicht brauchbar – Schwierigkeit beim Filtern des Essentiellen; andere Gruppe hat unser Thema bereits teilweise angeschnitten;

- 3) Wie sind Sie zu Informationen zu Ihrem Thema gekommen? (Schulbuch, andere Bücher (woher?), Internet, Freunde,...)

Internet; Lexikon; Encarta; Schulbuch; Fachbücher; Schulbibliothek; Stadtbücherei; Geographie-Professor, Sony; ELV-Magazin; P.M.-Zeitschrift;

- 4) Haben Sie durch die Beschäftigung mit ihrem Thema auf physikalischem Gebiet etwas dazu gelernt?

	n	0	3	7	4	
Nein, gar nicht						Ja, sehr viel

- 5) War das Thema Ihrer Gruppe für Sie interessant?

	0	0	3	7	4	
Nein, gar nicht						Ja, sehr

6) Haben Sie sich gerne mit Ihrem „Thema“ beschäftigt?

	0	1	2	5	6	
Nein, gar nicht					Ja sehr	

7) Haben Sie das Gefühl, bereits gut präsentieren zu können?

	n	0	7	6	1	
Nein, gar nicht					Ja, auf jeden Fall	

8) Waren die Projekterfahrungen aus dem letzten Schuljahr für das heurige Projekt von Vorteil? In welcher Hinsicht?

	0	0	5	7	2	
Nein, gar nicht					Ja, sehr	

9) Wie hat die Zusammenarbeit und Koordination in der Gruppe funktioniert? Welche Probleme sind aufgetaucht?

Schwierigkeit, sich zu treffen.

Wurde die Arbeit gleichverteilt?

Zwei Schüler sind der Meinung, dass die Arbeit nicht gleichverteilt wurde.

	n	1	1	11	1	
Überhaupt nicht					Sehr gut	

10) Mit welcher Software wurde in Ihrer Gruppe die Projektpräsentation erstellt?

Powerpoint und Flash

Fragen zu den Projekten der anderen Gruppen:

- 11) Haben Sie das Gefühl, aus den Vorträgen der anderen das eigene physikalische Wissen auf diesem Gebiet erweitert zu haben?

	0	0	8	4	1	
Nein, gar nicht					Ja, auf jeden Fall	

- 12) Bei welchen Vorträgen haben Sie am meisten gelernt?

Wasserkraftwerke; Atomenergie; Radioaktivität; Brennstoffzelle; Hurricans; Motoren und Automatisierung; Energiegewinnung;

Am häufigsten wurden Atomenergie und Radioaktivität genannt

- 13) Wurde durch die Präsentationen der anderen Gruppen bei Ihnen Interesse für bestimmte Themen geweckt?

	?	0	4	6	1	
Nein, gar nicht					Ja, sehr	

- 14) Waren die Präsentationen für Zuschauer interessant?

	1	0	?	9	2	
Nein, gar nicht					Ja, sehr	

Allgemeine Fragen:

- 15) Was ist an einem Projektunterricht interessanter als an einem „normalen“ Unterricht, und was nicht?

heuer wurden nur positive Argumente genannt:

- *ich finde gut, den Stoff selber auszuarbeiten, weil man dabei auch für künftige Projekte lernt*
- *kein trockener Stoff*
- *Teamarbeit wird gefördert*
- *man hört „Stoff“ nicht immer von der gleichen Person → abwechslungsreicher*

- *man lernt präsentieren*
- *man lernt selbständig zu arbeiten und sich die Zeit einzuteilen*
- *Man lernt etwas über Themengebiete, die an die Physik „angrenzen“*

16) Wäre mehr Einflussnahme und Unterstützung von seiten der Lehrerin erwünscht? Wenn ja, in wie fern?

Alle: nein

Ein Schüler meinte: „Wir werden von der Lehrerin unterstützt, wenn wir fragen (Beamer, PC, Informationen,..)“

17) Erachten Sie die Erarbeitung von physikalischen Inhalten mittels Projektunterricht als sinnvoll, oder nicht?

	0	0	2	7	5
Nein, gar nicht					Ja, sehr

18) Hat das Projekt die Teamarbeit gefördert?

	n	2	1	9	2
Nein, gar nicht					Ja, sehr

19) Befürworten Sie Physik-Projekte?

	n	0	n	8	6
Nein, gar nicht					Ja, sehr

20) Hätten Sie den heurigen Physikunterricht lieber „ganz normal“ (d.h. konventionell und ohne Projekte) gehabt?

	0	0	14
ja			nein

21) Was sollte bei einem Projektunterricht das nächste Mal anders gemacht/organisiert werden?

- *mehrheitlich: „nichts“, „passt gut so“*
- *Ich denke, dass der Unterricht sehr gut organisiert wurde*

- *Termine sollten besser verteilt werden*
- *mehr Versuche und Anschauungsmaterial*

Weitere Anmerkungen und Vorschläge: *keine*

5.2 Schülerinterviews

Insgesamt wurden von Frau Dr. Bacher sechs Schüler interviewt, wobei sich diese Schüler freiwillig für die Interviews meldeten. Auf folgende Fragen gaben die Schüler die angeführten Antworten (repräsentative Auswahl):

1) Hat Ihnen die Arbeit am Projekt Spaß gemacht?

- *Ja, weil ich ein sehr interessantes Thema erarbeitet habe*
- *Ja, weil man dadurch die Teamarbeit lernt und ich insgesamt viel Neues dazugelernt habe*
- *Ja, meine Gruppe war ganz O.K.*
- *Ja, weil das Thema interessant war, und ich tolle Bilder gefunden habe*
- *Ja, weil ich Interesse habe, etwas herauszufinden*

2) Hielt sich der notwendige Zeitaufwand in einem vertretbaren Rahmen?
Alle: Ja

3) Haben Sie aufgrund der Beschäftigung mit dem eigenen Thema „Physik“ gelernt?

- *Habe viel zum Thema dazugelernt, aber ob ich viel „Physik“ gelernt habe, kann ich nicht sagen*
- *Ja, Golfstrom*
- *Ja, Energie (Wasserkraftwerke), Stromgewinnung*
- *Habe Grundlegendes bereits gewusst, aber durch die Beschäftigung mit dem Thema habe ich Genaueres erfahren*
- *Abläufe in der Natur*

4) Haben Sie durch die Vorträge der anderen Gruppen „Physik“ gelernt?

- *Ja, die Themen waren alle sehr „physikalisch“*
- *Im Prinzip schon, aber die technischen Ausdrücke waren oft zu schwierig*
- *Nicht alles „Physikalische“ wurde im Gedächtnis behalten, weil die Vorträge teils zu lang waren*
- *Ja, weil die „Physik“ erklärt wurde*

5) Was haben Sie auf außer-physikalischer Ebene durch das Physik-Projekt gelernt? (Präsentationsfähigkeiten, Teamarbeit,...)

- *Zusammenarbeit, Teamfähigkeit*
- *Aufteilung der Arbeiten*
- *Koordination*
- *Freies Reden, Rhetorik*
- *Präsentieren von naturwissenschaftlichen Sachverhalten, Gestaltung von Präsentationen*
- *Handhabung von Software: Powerpoint*
- *Internetsuche*

6) Welche Schwierigkeiten sind im Rahmen des Projektes aufgetreten? (Organisationsprobleme, Zusammenarbeit, physikalische Aspekte,...)

- *Es ist schwierig, aus der Informationsfülle die wesentlichen und unwesentlichen Aussagen herauszufiltern.*
- *Manche Aussagen in der Literatur sind widersprüchlich*
- *Aufteilung der Arbeiten (jeder sollte gleich viel machen)*
- *Internetsuche ist oft schwierig*
- *Gemeinsames Arbeiten außerhalb der Schule ist oft schwierig, da die Wohnorte der einzelnen Gruppenmitglieder oft weit auseinander liegen*

7) Vergleichen Sie den heurigen Physik-Projektunterricht mit dem Physik Frontalunterricht. Bei welcher Unterrichtsform haben Sie physikalische Inhalte besser verstanden bzw. welche Unterrichtsform hat Ihnen die Physik nähergebracht?

- *Beim Projektunterricht setzt man sich mit einem bestimmten Thema intensiver auseinander, und man versteht dies somit auch besser*
- *Projektunterricht: Inhalte werden besser verstanden, weil man sich selber damit beschäftigt*
- *Im Projektunterricht: kommt man mit manchen Themen nur oberflächlich in Berührung*
- *Beim Projektunterricht besteht die Gefahr, dass Mitschüler den Inhalt schlecht „hinüberbringen“*
- *Beim Projektunterricht wird das eigene Thema nähergebracht, aber die Themen der anderen nicht so sehr*
- *Beim Projektunterricht gewinnt man ein allgemeines Verständnis für viele Themen*
- *Im Frontalunterricht wird mehr „Stoff“ durchgenommen*
- *Im Frontalunterricht schreibt man mehr auf und lernt auch mehr*
- *Frontalunterricht: es erklärt immer die Lehrperson*
- *Frontalunterricht: Man passt nicht immer auf*
- *Frontalunterricht ist „theoretischer“*
- *Beim Frontalunterricht ist die Aufmerksamkeit manchmal besser*

8) Haben Sie generell Interesse an der Physik?

- *Ja, speziell an der Radioaktivität*
- *Habe Interesse an der Physik (Teilchenphysik), aber zu wenig Zeit*
- *Ja, speziell an Naturvorgängen*
- *Mich interessieren vor allem technische Dinge (Antrieb, Autos, ..)*

9) Haben Sie durch den Physik-Projekt-Unterricht mehr Interesse an der Physik bzw. an speziellen Themengebieten gewonnen?

- *Eigentlich alle: Ja*
- *Ja, speziell Atomenergie und Wetterphänomene*
- *Ja, Radioaktivität*
- *Mein Interesse ist gleich hoch geblieben*

- 10) Wie beurteilen Sie sowohl ihre eigene Präsentation als auch die Präsentation ihrer Gruppe?
- *Alles ist gut gelungen*
 - *Bin mit der eigenen Präsentation sehr zufrieden*
 - *Hätte besser sein können, aber wir hatten zu viel Stress in den anderen Fächern zu dieser Zeit*
 - *Alle waren gleich gut*
 - *Jeder hatte seine eigene Powerpoint-Präsentation und war dafür verantwortlich*
 - *Ich glaube, dass andere Präsentationen besser gelungen sind als die meine (habe viel „heruntergelesen“)*
- 11) Wie beurteilen Sie sowohl die Präsentationen der anderen Gruppen?
- *Alle waren gut und ich habe von allen Präsentationen etwas „mitgenommen“*
 - *Beamer war positiv*
 - *Größtenteils professionell*
 - *Im Großen und Ganzen sehr interessant; nur „Roboter-Vortrag“ war trocken (wegen der technischen Begriffe)*
 - *Teilweise sehr gut, teilweise hätte es besser sein können (manche haben zu viel Text „heruntergelesen“)*
- 12) Erfüllt der Projektunterricht eher die Wünsche der leistungsschwachen oder der leistungsstarken Schüler?
- *Schwache profitieren, weil sie sich auf diese Weise verbessern können, und im Semester ein Test weniger stattfindet*
 - *Beide Gruppen profitieren: Die schwächeren Schüler, weil die Erklärungen anschaulich sind und die Guten, weil sie einiges dazulernen*
 - *Die leistungsstarken Schüler profitieren, weil sie sich „hineinknien“*
 - *Die guten Schüler sind sehr interessiert und nehmen daher „viel mit“*
- 13) Was hätte man beim heurigen Projektunterricht anders machen sollen?

- *Alles hat gepasst*
 - *Mit den Präsentationen zeitlich früher beginnen*
 - *Mehr Themen zur Auswahl*
 - *Lehrperson soll helfen, zuverlässige Internetinformationen herauszufiltern.*
- 14)** Waren die Erfahrungen (aus dem Vorjahr) zum Projekt-Unterricht ein Vorteil für das heurige Projekt? In wie fern?
- *Allgemeine Erfahrungen mit Projekten sind von Vorteil*
 - *Ja, weil man Ablauf kannte und sich daher leichter verbessern konnte*
 - *Ja, man kennt die Vorstellungen der Lehrperson*
 - *Ja, weil man schon Übung im „Freien Reden“ und im Erklären von physikalischen Sachverhalten hat*
 - *Ja, weil man weiß, wie man die Aufmerksamkeit der Mitschüler gewinnt*
 - *Ja, weil man schon Erfahrung in der Gestaltung von Präsentationen hat*
- 15)** Wie haben Sie die Präsentation von zwei Projekten in einer Doppelstunde empfunden? War dies zu viel?
- *Ja, besser nur eine Präsentation pro Doppelstunde*
 - *Ja, zu viel, weil kaum Zeit für Fragen blieb*
 - *Es war gerade noch machbar*
 - *Besser: eine Stunde Präsentation und eine Stunde Diskussion*
 - *Es war stressig*
 - *Wenn beide Gruppen die Zeit richtig einteilen, dann sind zwei Projekte nicht zu viel*
- 16)** Haben Sie noch weitere Bemerkungen und Anregungen?
keine

5.3 Exemplarisch: Auszug aus einer Präsentation

Auszug aus einer Präsentation, die mit Flash erstellt wurde (Animationen sind in diesem Auszug nicht sichtbar):

Was ist eine Brennstoffzelle?

Eine Brennstoffzelle ist in der Lage mit Wasserstoff und Sauerstoff Strom zu erzeugen.

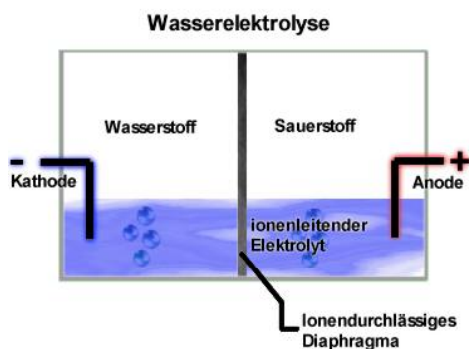
Abfallprodukt ist Wasser als Wasserdampf.

Das negative an der Sache ist die Abgabe von Wärme.



Wasserstoff - das Erdöl der Zukunft?

Wasserstoff wird aus normalem Wasser durch Elektrolyse gewonnen. Dabei entsteht an der Kathode Wasserstoff und an der Anode Sauerstoff. Um die beiden Gase aber voneinander getrennt zu halten, müssen die beiden Seiten des Systems über eine Ionendurchlässige Wand getrennt werden, um den nötigen Ionenverkehr aufrechtzuerhalten, sodass eine Elektrolyse überhaupt möglich ist.



es ist ersichtlich, dass die Elektrolyse von Wasser die umkehrung der Reaktion in der Brennstoffzelle ist.