

PHYSIK PROJEKTE ZU AKUSTIK UND OPTIK

Mag. Dr. Anna K. Puntajer

Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Anichstraße

Abteilung Elektronik

Anichstraße 26-28, Innsbruck

Innsbruck, 2002

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.....	6
3 DATEN.....	8
4 ERGEBNIS UND RESÜMEE	9
4.1 Antworten auf die Fragestellungen von Kapitel 1	9
4.2 Mein eigenes Resümee zum Physik Projekt	13
5 ANHANG	16
5.1 Fragebogen und dessen Auswertung.....	16
5.2 Schülerinterviews	19
5.3 Exemplarisch: Hand-out und Protokoll	23
5.4 Fotos von den Präsentationen.....	25

ABSTRACT

Aufgrund günstiger Rahmenbedingungen ergab sich für mich die Möglichkeit, in einer 2. HTL-Klasse ein Physik Projekt zu ausgewählten Themen aus der Akustik und Optik durchzuführen. Zu den Fragestellungen, die sich im Zusammenhang mit diesem Projekt ergaben, gehörte etwa, ob Projekte das Interesse der Schüler an der Physik fördern, ob Schüler dieser Schulstufe fähig sind, naturwissenschaftliche Inhalte selbstständig zu erarbeiten und zu präsentieren, sowie die Frage, ob und warum Schüler einen Projektunterricht dem Frontalunterricht vorziehen. Die Projektthemen wurden in Gruppen von drei bis vier Schülern erarbeitet und präsentiert. Um Antworten auf die angeführten Fragen zu erhalten, wurden alle Schüler am Ende des Projektes mittels Fragebogen befragt, und einige ausgewählte Schüler wurden außerdem noch interviewt. Sowohl die Auswertungen der Befragungen als auch meine eigenen Beobachtungen ergaben, dass Schüler einen Projektunterricht sehr begrüßen, und zwar nicht nur, weil dadurch der Physikunterricht aufgelockert wird, sondern weil die Schüler mehrheitlich der Meinung sind, dass physikalische Inhalte besser und nachhaltiger gelernt werden, wenn sie sich selber aktiv damit auseinandersetzen. Außerdem werden auf diese Weise die im späteren Beruf so wichtigen Kompetenzen wie Teamarbeit und das Präsentieren vor Publikum trainiert. Auch für mich als Lehrerin war dieser Physik Projektunterricht eine sehr interessante und bereichernde Erfahrung mit dem positiven Nebeneffekt, dass sich zwischen den Schülern und mir eine sehr konstruktive Arbeitsbasis entwickelt hat.

1 MOTIVATION UND ZIELSETZUNGEN

Es waren mehrere Gründe für mich ausschlaggebend, im Schuljahr 2001/02 ein Projekt zu ausgewählten Themen aus der Akustik und Optik durchzuführen:

- Nachdem ich jahrelang einen mehr oder weniger konventionellen Physikunterricht gehalten habe, und ich immer mehr den Eindruck gewann, dass die Schüler die Physik eher passiv über sich „ergehen ließen“, wollte ich eine neue Unterrichtsmethode erproben.
- Mein Interesse an den Aktivitäten von IMST² und meine Teilname am IMST² Schwerpunktprogramm S3: „Lehr- und Lernprozesse“ haben mich schließlich davon überzeugt, Teile des Physikunterrichtes in einer meiner Klassen in Form eines Projektes zu gestalten.
- Die äußeren Rahmenbedingungen im Schuljahr 2001/02 waren sehr günstig: Es wurde nämlich zu Beginn des Schuljahres eine 2. Klasse an der HTBLVA Anichstraße, Innsbruck, geteilt, wodurch ich eine sehr kleine Klasse mit nur 19 Schülern erhielt.
- Die Stellung des Faches Physik spielt in einer höheren technischen Lehranstalt nur eine Nebenrolle, unter anderem auch deshalb, weil viele Inhalte der Physik in den technischen Fächern von Technikern unterrichtet werden. Aus diesem Grund scheint das Fach „Angewandte Physik“ auch nur in den ersten

drei Unterrichtsjahren im Lehrplan auf. Ein Motivationsfaktor für mich war daher, den Schülern der 2. Klasse zu helfen, einen eigenen, individuellen Zugang zur Physik zu finden.

Als ich meinen Vorschlag, Inhalte aus den Gebieten der Akustik und Optik in Form eines Projektes erarbeiten zu lassen, den Schülern präsentierte, war die große Mehrheit der Schüler von dieser Idee begeistert. Dieses Faktum trug maßgeblich dazu bei, dieses Projekt tatsächlich durchzuführen.

Die Fragestellungen, die ich mit diesem Physik Projekt verband, waren folgende:

- Kann der gegebene Projektunterricht die Schüler zum selbständigen Erarbeiten von naturwissenschaftlichen Inhalten anleiten?
- Fördert der Projektunterricht die Eigenaktivität der Schüler?
- Fördert der Projektunterricht das Interesse der Schüler an der Physik?
- Werden physikalische Inhalte von den Schülern besser verstanden, wenn sie im Rahmen eines Projektunterrichtes erarbeitet werden?
- Sind Schüler dieser Schulstufe fähig, naturwissenschaftliche Inhalte zu erarbeiten?
- Wie gut können Schüler dieser Schulstufe naturwissenschaftliche Inhalte präsentieren?
- Können die Projektpräsentatoren den Zuhörern Physik vermitteln bzw. deren Interesse an physikalischen Themen wecken?
- Inwiefern wird durch Projektunterricht die Teamarbeit innerhalb der Schülergruppen gefördert?
- Ziehen Schüler einen Projektunterricht dem Frontalunterricht vor? Wenn ja, mit welchen Begründungen?

2 PROJEKTABLAUF

2.1 Aufgabenstellung

Laut Lehrplan sind in der 2. Klasse der HTBLVA zwei Wochenstunden „Angewandte Physik“ vorgesehen, wobei die Schwerpunkte (in der Abteilung Elektronik) auf den Gebieten „Schwingungen und Wellen“, „Akustik“ und „Optik“ liegen. Die ebenfalls im Physiklehrplan angeführten Inhalte aus „Elektrizitätslehre und Magnetismus“ werden in der Abteilung Elektronik fast zur Gänze in den technischen Fächern der 1. Klasse behandelt.

Für das Physik Projekt habe ich daher möglichst lebensnahe Themen aus der Akustik und Optik ausgewählt. Die Themen wurden von mir grob vorgegeben, wobei die Inhalte im Detail von den Schülern selbst bestimmt wurden. Auf diese Weise haben sich folgende Projektthemen ergeben:

- Sprechen, Singen, Gehör bei Mensch und Tier
- Schall, Lärm, Mikrofon und Lautsprecher
- Doppler-Effekt und Überschall
- Einführung in die Optik: Dispersion, Farben, das Auge, optische Geräte
- Blitz, Donner und Halo
- Regenbogen, Polarlicht, Abendrot und Himmelsblau

Die Schüler wurden von mir aufgefordert, sich in Gruppen von drei bis maximal vier Personen zusammenzufinden und ein Projektthema, das zu diesem Zeitpunkt erst grob vorgegeben war, auszuwählen. Die Gruppenbildungen und die Auswahl der Projektthemen wurden von mir nicht beeinflusst.

Die konkrete Aufgabenstellung bestand nun darin:

- Erarbeitung eines Vortrages zum ausgewählten Themengebiet
- Gruppenpräsentation vor der Klasse, wobei die Präsentationszeit pro Schüler die Zeitdauer von 10 Minuten nicht überschreiten sollte. Auch die Art und Weise der Präsentation sollte von den Schülern nach dem Motto „Wie verkaufe ich mein Produkt am besten“ selber ausgewählt werden.
- Erstellung eines Hand-outs, in dem die wesentlichen Inhalte des Vortrages zusammengefasst werden; dieses wird dann an alle Schüler verteilt.

- Erstellung eines Protokolls zum Werdegang des Projektes. In diesem Protokoll sollen etwa der zeitliche Ablauf, der Zeitaufwand oder die aufgetretenen Schwierigkeiten (z. B. bei der Literatursuche oder bei der Teamarbeit) niedergeschrieben werden.
- Den Vortrag ins Internet zu stellen (die Projekte befinden sich auf der Homepage der Klasse: www.hn2c.at.tf ; Menüpunkt: „Physik Referate“)

2.2 Zeitliche Einbindung des Projektes in den Physikunterricht

Da ich nach meiner Teilnahme am IMST²-S3-Seminar im Oktober 2001 den Entschluss fasste, ein Physik Projekt in meiner 2. HTL-Klasse durchzuführen, lag der Projektbeginn somit im November 2001. Es ergab sich schließlich folgender Unterrichts-Zeitaufwand mit folgenden Aktivitäten:

- November, zwei Wochenstunden: Absprache und Koordination der Themen; Gruppeneinteilung; Grobbesprechung der Inhalte
- Dezember, zwei Wochenstunden: Literaturstudium (Bücher aus der Schulbibliothek, Internet,...); Aufteilung der einzelnen Themen innerhalb der Gruppe
- Februar, zwei Wochenstunden: Arbeit der Schüler am Protokoll; Besprechung der Präsentation
- März, zwei Wochenstunden: Besprechung der Präsentation und physikalischer Inhalte; Absprachen innerhalb der Gruppen
- April/Mai: pro Woche ca. eine Projektpräsentation, was in der Summe sechs Wochenstunden entsprach.

Ich konnte beobachten, dass alle Schüler die zur Verfügung gestellte Unterrichtszeit für die Arbeit an ihrem Projekt nutzen; dennoch mussten sie noch ein gewisses Mass an Freizeit in diese Arbeit stecken. Die Auswertung der Schülerbefragung ergab einerseits, dass der „private“ Zeitaufwand unterschiedlich groß war, und andererseits, dass die im Unterricht zur Verfügung gestellte Zeit vom Großteil der Schüler als ausreichend angesehen wurde (siehe Kapitel 4 und 5). Natürlich stand ich für Fragen zum Projekt während der ganzen Vorbereitungsphase von November bis Mai zur Verfügung; speziell die Erprobung von Experimenten fand außerhalb der Besprechungsstunden statt.

2.3 Präsentation der Arbeiten

Die Präsentation war für die betreffende Schülergruppe stets ein aufregendes Erlebnis, das durch große Hektik und Geschäftigkeit im Vorfeld gekennzeichnet war. Die Präsentationen, die von den Schülern ohne meine Einflussnahme gestaltet wurden,

ließen sich grob in drei Kategorien einteilen: Präsentationen mit Powerpoint und Beamer, Präsentationen mit Overhead-Folien und Präsentationen mit Postern. Bis auf einen Schüler, der fast den ganzen Vortrag von Zetteln im DIN-A4-Format herunterlas, verwendeten alle Schüler kleine Kärtchen mit mehr oder weniger detaillierten Aufzeichnungen. Auch versuchten die Vortragenden, möglichst frei zu sprechen und dabei das Publikum anzuschauen. Dies gelang einigen, doch andere klammerten sich aufgrund ihrer Nervosität zu sehr an die Notizen auf den Kärtchen, wodurch diese Vorträge an Qualität verloren.

In einigen Präsentationen wurden auch Versuche vorgeführt, mit zum Teil von Schülern selbst gebastelten Aufbauten.

Von den Präsentationen der Arbeiten wurden Digitalfotos angefertigt, die auf der Homepage der Klasse (www.hn2c.at Menüpunkt: „Physik Referate“) und teilweise auch im Anhang (Kapitel 5.4) zu sehen sind.

Die Präsentation eines Themengebietes und die anschließende Diskussion benötigte jedes Mal 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. eigene Vorschläge und Ideen anzumerken.

Für die Schülerinterviews, die ich nach der Befragung mit den Fragebögen durchführte, wählte ich aus den 19 Schülern sieben Schüler aus, davon drei eher leistungsschwache, zwei sehr gute Schüler und 2 gute Schüler (die Fragen der Schülerinterviews finden sich ebenfalls im Anhang, Kapitel 5.2).

4 ERGEBNIS UND RESÜMEE

4.1 Antworten auf die Fragestellungen von Kapitel 1

Die beiden ersten Fragen in Kapitel 1 sind:

- Kann der Projektunterricht die Schüler zum selbständigen Erarbeiten von naturwissenschaftlichen Inhalten anleiten?
- Fördert der Projektunterricht die Eigenaktivität der Schüler?

Diese Fragen kann ich sowohl von meinen eigenen Beobachtungen her als auch auf der Grundlage der mündlichen und schriftlichen Befragungen der Schüler bejahen.

Ich konnte beobachten, dass einige - sonst eher leistungsschwache - Schüler mit großem Engagement an der Erprobung und Durchführung von Versuchen arbeiteten. Andere wiederum zeigten sich sehr aktiv bei der Literatursuche und fanden zu ihrem Thema sehr interessante Unterlagen und Fotos. Auch zeigten viele Schüler ein hohes Maß an Eigeninitiative bei der Erstellung einer Powerpoint-Präsentation des Vortrages und bei der Einbindung des Projektvortrages in die Homepage der Klasse.

Die Auswertung des Fragebogens (der Fragebogen samt Auswertung ist im Anhang, Kapitel 5.1, nachzulesen) und der Schülerinterviews (Anhang, Kapitel 5.2) ergibt, dass die Schüler die selbständige Auseinandersetzung mit einem naturwissenschaftlichen Thema als sehr positiv empfinden und der Meinung sind, dass man durch das selbständige Erarbeiten von physikalischen Sachverhalten diese auch besser lernt und in Erinnerung behält. So liest man etwa zu Frage 12 im Fragebogen:

- *Schüler müssen sich selber gezielt mit einem Thema auseinandersetzen – man lernt dabei mehr*
- *man lernt besser, wenn man den „Stoff“ selbst erarbeitet und vorträgt*
- *man lernt präsentieren*
- *man kann eigene Ideen einbringen*
- *man lernt „Organisation“, „Koordination“ und selbständiges Arbeiten*
- *Teamarbeit wird gefördert*

Folgende Aussagen aus den Schülerinterviews (speziell zu den Fragen 1, 3 und 5) unterstützen eine Bejahung obiger Fragen:

- *Es ist interessant, sich in neue Themen einzuarbeiten. Man erkennt immer wieder neue Aspekte.*
- *Beim Projektunterricht lernt man leichter und auch mehr, weil man aktiv dabei ist.*

- *Beim Projektunterricht hat man mehr Bezug zum Thema, weil man sich die Unterlagen, mit denen man sich beschäftigt, selber auswählt. Man gewinnt dann mehr Interesse.*
- *In Projekten ist die Begeisterung größer, weil man den Unterricht selber beeinflussen kann.*
- *Man lernt im Projektunterricht zum Beispiel, wie man sinnvoll im Internet sucht, und wie man Dinge vor Publikum präsentiert.*

Die nächste Frage in Kapitel 1 lautet:

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

Bei der Beantwortung dieser Frage stütze ich mich maßgeblich auf die sieben durchgeführten Schülerinterviews, worin ich eine ähnliche Frage gestellt habe (Frage 6: „Haben Sie durch den Physik Projektunterricht mehr Interesse an der Physik gewonnen?“). Antworten auf diese Frage waren z. B.:

- *Ich hatte schon immer Interesse an atmosphärischen Ereignissen; das Projekt hat aber mein Interesse verstärkt*
- *Wenn man sich selber mit physikalischen Dingen beschäftigt, stößt man auf interessante Aspekte*
- *Für das eigene Thema auf jeden Fall; für andere Themen zum Teil*
- *Ja, auf jeden Fall; Es ist interessant, dass Himmelsphänomene physikalisch erklärbar sind*
- *Ja, speziell für die Akustik z. B. Lautsprecher, aber auch für Himmelsphänomene*

Übereinstimmend mit meinen Beobachtungen lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Schüler speziell für das eigene Thema großes Interesse gewonnen haben, da sie sich damit eingehend auseinandergesetzt haben, und auf - für die Schüler - neue physikalische Aspekte gestoßen sind.

Zur Beantwortung der Frage:

- Werden physikalische Inhalte von den Schülern besser verstanden, wenn sie im Rahmen eines Projektunterrichtes erarbeitet werden?

ziehe ich die Auswertungen der Fragebögen und der Schülerinterviews heran. Aus der Fragebogenauswertung ist zu entnehmen, dass die Schüler aufgrund der Beschäftigung mit dem eigenen Projektthema durchwegs sehr viel dazu gelernt haben, und auch selber der Meinung sind, die zugehörige Physik besser verstanden zu haben (siehe Frage 4 am Fragebogen). Auf die Frage, ob die Schüler das Gefühl haben, aus den Vorträgen der anderen etwas gelernt zu haben (Frage 8 am Fragebogen), bewegten sich die Antworten auf der 5-teiligen Notenskala im mittleren Bereich, wobei niemand die höchste bzw. die zwei untersten Bewertungen ankreuzte. Zur daran

anschließenden Frage, ob durch die Projektpräsentationen der anderen Gruppen auch Physik nachhaltig gelernt wurde (Frage 9 am Fragebogen), gaben die Schüler mehrheitlich eine mittlere Bewertung ab. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit meinen eigenen Beobachtungen, dass nämlich die zuhörenden Schüler zwar mit Interesse die Präsentationen der Kollegen verfolgten, aber nur wenige physikalische Zusammenhänge nachhaltig aufnahmen. In den Schülerinterviews stellte ich die ähnlich lautende Frage, ob die Schüler durch die Vorträge der anderen Gruppen „Physik“ gelernt hätten (Frage 9 der Schülerinterviews), worauf ein Schüler meinte, dass die Referate meist zu schnell vorgetragen wurden, sodass es schwierig war, die physikalischen Inhalte direkt aufzunehmen. Dieser Schüler betonte aber auch, dass in den Hand-outs alle physikalischen Aspekte nachzulesen sind. Aus den Schülerinterviews (z. B. Frage 5) geht aber auch hervor, dass die Schüler im konventionellen Frontalunterricht oft nur auf Tests lernen und hinterher wieder sehr viel vergessen, wie etwa die nachfolgende Schüleraussage belegt: *„Beim Frontalunterricht bleibt weniger Physik hängen, weil man meist nur auf den Test lernt und dann vieles wieder vergisst!“*

Die Frage,

- Sind Schüler dieser Schulstufe fähig, naturwissenschaftliche Inhalte zu erarbeiten?

möchte ich auf der Grundlage meiner Beobachtungen bejahen. Natürlich kam mir während der Projektpräsentationen des öfteren der Gedanke, dass ich selber diesen oder jenen Sachverhalt anders formuliert bzw. erklärt hätte, doch habe ich den Eindruck gewonnen, dass sich die meisten vortragenden Schüler mit den physikalischen Inhalten ihres Themas selbständig auseinandergesetzt haben und zumindest versucht haben, diese möglichst verständlich zu präsentieren. Positiv in dieser Hinsicht ist zu bewerten, dass die Schüler viele grafische Abbildungen und Fotos in ihre Präsentationen einbauten.

Zur Frage

- Wie gut können Schüler dieser Schulstufe naturwissenschaftliche Inhalte präsentieren?

habe ich auf dem Fragebogen die Frage „Haben Sie das Gefühl, bereits gut präsentieren zu können“, gestellt (Frage 6 am Fragebogen). Elf Schüler beantworteten diese Frage mit der Note „Befriedigend“ und acht Schüler mit der Note „Gut“. Keine der anderen Beurteilungsmöglichkeiten auf der fünfteiligen Skala wurde angekreuzt. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den Ergebnissen aus den Schülerinterviews (Frage 7: „Wie beurteilen Sie sowohl Ihre eigene Präsentation als auch die Präsentationen der anderen Gruppen?“), aus denen hervorgeht, dass die Schüler sowohl mit ihren eigenen Präsentationen als auch mit den Präsentationen ihrer Mitschüler sehr zufrieden waren. Mein persönlicher Eindruck war, dass sich die meisten Schüler um eine ansprechende Präsentation bemühten. Diese wurden, wie bereits erwähnt, mit Hilfe von Powerpoint und Beamer, Overhead-Folien oder Plakaten durchgeführt. Aufgefallen ist mir, dass einige Schüler nicht frei sprachen, sondern viel von ihren Kärtchen herunterlasen, was bei manchen mit ihrer Nervosität zu tun hatte. Auch habe ich den Eindruck gewonnen, dass ein bis zwei Schüler ihr Präsentationskönnen sehr überbewertet haben. Ich denke dabei speziell an jenen Schüler, der seinen Vortrag zum

großen Teil dem Internet entnahm, diesen herunterlas, und dabei das vorgegebene Zeitlimit von ca. 10 Minuten weit überschritt.

Auf die Frage

- Können die Projektpräsentatoren den Zuhörern Physik vermitteln bzw. deren Interesse an physikalischen Themen wecken?

bin ich bereits etwas eingegangen. Zusammenfassend kann man sagen, dass die Physik Projekte bei fast allen Schülern ein gesteigertes Interesse an der Physik geweckt haben, speziell zu dem Themengebiet, das sie selbständig zu bearbeiten hatten. Andererseits ist es für die zuhörenden Schüler schwierig, den in den Vorträgen dargebrachten physikalischen Konzepten zu folgen, da diese manchmal zu wenig verständlich - weil zu schnell oder didaktisch unvorteilhaft - erklärt wurden. Zu dieser Problematik hat sich in den Schülerinterviews ein Schüler zugunsten des Projektunterrichtes insofern geäußert, als dass er meinte, die Schüler würden in vielen Theoriefächern nur für Schularbeiten und Tests lernen, womit der Lehrer bzw. die Lehrerin meist zufrieden wäre, aber diese gelernten Dinge würden von den Schülern selten längerfristig im Gedächtnis behalten.

Auf die Frage

- Inwiefern wird durch Projektunterricht die Teamarbeit innerhalb der Schülergruppen gefördert?

fiel die Fragebogenanalyse (Frage 15 am Fragebogen: „Hat das Projekt die Teamarbeit gefördert?“) folgendermaßen aus: Sechs Schüler kreuzten „Ja, sehr = Sehr gut“ an, 10 Schüler wählten die Note „Gut“, zwei Schüler wählten „Befriedigend“, kein Schüler entschied sich für „Genügend“ und nur einer für „Nein, gar nicht = Nicht genügend“. Somit ergibt sich aus Schülersicht eine eindeutig positive Antwort auf diese Frage. Es gaben zwar einige Schüler an, dass sich aufgrund der großen räumlichen Distanzen zwischen den Wohnorten mancher Schüler die Zusammenarbeit etwas schwierig gestaltete, doch mein Eindruck war, dass in den meisten Schülergruppen die Arbeitsaufteilung und die koordinierte Zusammenführung der einzelnen Präsentationsbeiträge sehr gut funktioniert hat.

Auf die letzte Frage in Kapitel 1

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

lässt sich eine ganz klare Antwort geben. Auf die zugehörige Frage (Frage 17) im Fragebogen, die lautete „Hätten Sie den heurigen Physikunterricht lieber „ganz normal“ (d. h. konventionell und ohne Projekte) gehabt?“ haben 18 der 19 Schüler mit „Nein“ geantwortet, ein Schüler wählte die Option „egal“ und niemand wählte „Ja“. Die Schüler äußerten mehrheitlich den Wunsch, auch nächstes Schuljahr geeignete

physikalische Stoffgebiete mittels Projektunterricht zu erarbeiten. Als Argumente für einen Physik Projektunterricht führen die Schüler an, dass Projekte den Physikunterricht auflockern, dass sie durch die gezielte und selbständige Auseinandersetzung mit einem physikalischen Themengebiet nicht nur die zugehörige Physik eingehender studieren, sondern in erster Linie lernen, wie man sich brauchbares Material beschafft (z. B. effektive Internetsuche), und wie man aus dieser großen Menge an Information einen interessanten Vortrag gestaltet. Die Schüler sind mehrheitlich der Meinung, dass physikalische Inhalte besser und nachhaltiger gelernt werden, wenn sie sich selber aktiv damit auseinandersetzen und nicht dadurch, dass sie ein „Schul-leben“ lang einem Lehrervortrag lauschen und auf Prüfungen lernen. Auch wurde argumentiert, dass im Projektunterricht meist fächerübergreifende Themen behandelt werden, was das Interesse steigert, und dass sie in den Projektunterricht viel leichter eigene Ideen einbringen können. Die Schüler streichen ebenfalls heraus, dass durch den Projektunterricht das selbständige, eigenverantwortliche Lernen gefördert wird. Für den Projektunterricht spricht aus Sicht der Schüler auch, dass dabei die im späteren Beruf so wichtigen Kompetenzen wie Teamarbeit und das Präsentieren vor Publikum trainiert werden.

4.2 Mein eigenes Resümee zum Physik Projekt

Die für mich interessantesten Ergebnisse aus den Befragungen und meinen eigenen Beobachtungen waren,

- dass der Projektunterricht bei den Schülern sehr gut angekommen ist. So wurde die Frage „*Hat Ihnen die Arbeit am Projekt Spaß gemacht?*“ (Frage 1 der Schülerinterviews) von allen interviewten Schülern bejaht. Meine anfängliche Befürchtung, die Schüler könnten den Projektunterricht als Aufforderung zum „Nichtstun“ verstehen, hat sich glücklicherweise überhaupt nicht bewahrheitet. Im Gegenteil, ich konnte ein sehr großes Engagement fast aller Schüler feststellen. Wie bereits erwähnt, waren einige Schüler sehr aktiv bei der Suche nach interessanten Unterlagen zu ihrem Projektthema, andere bastelten Versuchsaufbauten, und wieder andere waren sehr engagiert bei der Erstellung der Powerpoint-Präsentation und der Internet-Darstellung des Projektes;
- dass sich gerade die sonst eher leistungsschwachen Schüler sehr im Projekt engagieren und sehr interessante Vorträge liefern;
- dass die Schüler selber der Überzeugung sind, mittels Projekte die im späteren Beruf so wichtigen Kompetenzen wie Teamarbeit und das Präsentieren vor Publikum zu trainieren;
- dass die Schüler fähig sind, zu ihrem eigenen Projektthema auch die zugehörige Physik (unter Anleitung des Lehrers) selbständig zu erarbeiten und zu verstehen, dass sie aber – was ich bereits vor Projektbeginn vorausgesehen habe – aus den Präsentationen der anderen Gruppen eher wenig physikalisches Wissen mitnehmen (Frage 4 und 9 am Fragebogen und 8 und 9 der Schülerinterviews). Zu diesem Punkt war von einigen Schülern die Meinung zu hören, dass im konventionellen Unterricht zwar auf Tests und Prüfungen ge-

lernt wird, dass aber danach sehr viel physikalisches Wissen einfach vergessen wird. (Dieses Faktum wird von Projektgegnern oft übersehen!)

- dass durch die Einbindung von Projekten der Physikunterricht abwechslungsreicher wird, da stets andere Personen vortragen und verschiedene Möglichkeiten der Präsentation eingesetzt werden. Wie aus Schülergesprächen hervorgeht, trägt ein gelungenes Physik Projekt natürlich auch zur Attraktivität des Physikunterrichtes selber bei!

Ich möchte aber auch die Schwierigkeiten, die sich im Zusammenhang mit Physik Projekten ergeben, erwähnen:

- Eine sehr große Schwierigkeit - aus meiner Sicht - ist die Benotung und zwar aus folgenden Gründen: Mein Eindruck war, dass der Großteil der Schüler sehr viel Freizeit in das Physik Projekt investiert hat, was bei 39 Unterrichtsstunden in der Woche bereits zu honorieren ist. Auch gaben sich die Schüler im Allgemeinen sehr viel Mühe bei ihrer Präsentation (Powerpoint, Plakate, Overhead-Folien) und bei der Erstellung des Hand-outs. Andererseits ist aber anzumerken, dass einige Schüler noch nicht die Fähigkeit besitzen, in einer lebendigen und die Zuschauer mitreisenden Art zu sprechen und zu präsentieren. Auch hinsichtlich physikalischer Inhalte gilt, dass diese von den Schülern manchmal zu wenig verständlich - weil zu schnell oder didaktisch unvorteilhaft - erklärt wurden. Nach langen Überlegungen habe mich dazu entschieden, den Einsatz und das Engagement der Schüler sehr hoch zu bewerten, was natürlich zur Folge hatte, dass die Projektnoten im Allgemeinen besser ausfielen als die Noten, die sich aus schriftlichen Tests oder Stundenwiederholungen ergäben hätten. Für die Schüler war somit das Projekt auch hinsichtlich der Jahresnote in Physik von Vorteil.
- Eine andere Schwierigkeit ist die, dass die Durchführung des Projektes nicht nur viel Freizeit der Schüler, sondern auch viel Unterrichtszeit erfordert. Hinsichtlich der benötigten Unterrichtszeit ist es nicht nur die Vorbereitungszeit, die ins Gewicht fällt, sondern auch jene Zeit, die für die Präsentationen selber zu veranschlagen ist. Daher ist es aus meiner Sicht schwierig, solche Projekte in Jahrgängen durchzuführen, wo der Lehrplan viele weitere Lehrinhalte enthält, die nicht im Rahmen eines Projektes erarbeitet werden können (weil für die Schüler zu neu, zu komplex, ...).

Rückblickend stelle ich fest, dass die Durchführung des Physik Projektes eine sehr interessante und lohnenswerte Erfahrung war. Positive Rückmeldungen erhielt ich auch am Ende Schuljahres, als ich bei den Schülern dieser Klasse eine weitere anonyme Befragung durchführte. In diesem Fragebogen wurde nicht speziell zum Physik Projekt gefragt, sondern allgemein zum Physikunterricht während des gesamten Schuljahres. Als positiv kann ich dabei etwa werten, dass sich Schüler bei mir für den interessanten Physikunterricht bedankten und betonten, dass in diesem Schuljahr ihr Interesse für die Physik stark zugenommen habe. Zusammenfassend lässt sich 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 allen 19 Schülern anonym ausgefüllt.

Fragebogen zum Physik Projekt, Mai 2002:

Zum eigenen Themengebiet:

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

Mittelwert aller Schüler: 12,6 Stunden

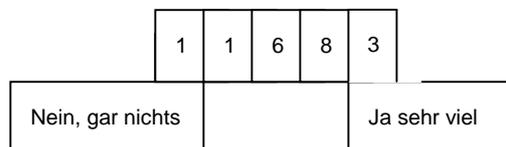
- 2) Welche Schwierigkeiten sind bei der Bearbeitung des Themas aufgetreten? (Physik zu kompliziert, Schwierigkeiten bei der Literatursuche, zu wenig interessante Literatur, Versuche,...)

viel Stoff „zusammenkürzen“ und Vortrag daraus machen, passende und interessante Literatur finden, Literatur oft kompliziert, Möglichkeit von Versuchen ist begrenzt, schwierig: Thema einfach erklären,..

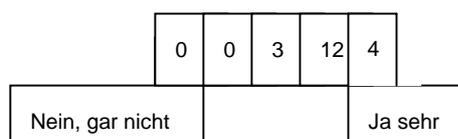
- 3) Wie sind Sie zu Informationen zu Ihrem Thema gekommen? (Schulbuch, andere Bücher (woher?), Internet, Freunde,.....)

Internet, Lexikon, Encarta, Schulbuch, Schulbibliothek, Stadtbücherei,..

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



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



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

	0	0	11	8	0
Nein, gar nicht					Ja, auf jeden Fall

7) Wie hat die Zusammenarbeit und Koordination in der Gruppe funktioniert?

	0	3	4	5	7
Überhaupt nicht					Sehr gut

Fragen zu den Projekten der anderen Gruppen:

8) Haben Sie das Gefühl, aus den Vorträgen der anderen etwas gelernt zu haben?

	0	0	11	8	0
Nein, gar nicht					Ja, auf jeden Fall

9) Wurde dabei auch Physik nachhaltig gelernt?

	0	5	9	4	1
Nein, gar nicht					Ja, auf jeden Fall

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

	1	4	6	6	2
Nein, gar nicht					Ja, sehr

11) Waren die Präsentationen für Zuschauer interessant?

	0	0	7	11	1
Nein, gar nicht					Ja, sehr

Allgemeine Fragen:

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

Positiv:

- *Fächerübergreifend; Anwendungen der Physik in der Natur können verstärkt behandelt werden*
- *Schüler müssen sich selber gezielt mit einem Thema auseinandersetzen – man lernt dabei mehr*
- *man hört „Stoff“ nicht immer von der gleichen Person → abwechslungsreicher*
- *man lernt besser, wenn man den „Stoff“ selbst erarbeitet und vorträgt*
- *man lernt präsentieren*
- *man kann eigene Ideen einbringen*
- *man lernt „Organisation“, „Koordination“ und selbständiges Arbeiten*
- *Teamarbeit wird gefördert*

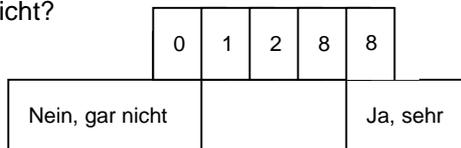
Negativ:

- *es ist nicht immer einfach, den Präsentationen zu folgen*
- *Projekt ist sehr zeitintensiv*

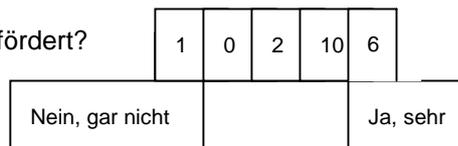
13) Wäre mehr Einflussnahme und Unterstützung von seiten der Lehrerin erwünscht? Wenn ja, in wie fern?

mehrheitlich: nein

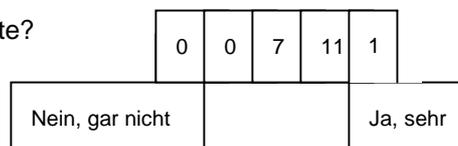
14) Erachten Sie die Erarbeitung von physikalischen Inhalten mittels Projektunterricht als sinnvoll, oder nicht?



15) Hat das Projekt die Teamarbeit gefördert?



16) Befürworten Sie Physik Projekte?



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

	0	1	18	
Ja, auf jeden Fall			Nein, gar nicht	

18) Was sollte bei einem Projektunterricht das nächstemal anders gemacht werden?

- *mehr Freiheit bei der Themenwahl*
- *kleinere Stoffgebiete*
- *kleinere Gruppen*
- *Vortragende sollen Zeitvorgaben genauer einhalten*

Weitere Anmerkungen und Vorschläge:

- *ich hoffe, wir machen nächstes Schuljahr wieder Projektunterricht*
- *die Vorträge waren eine gute Idee*
- *die Zusammenarbeit mit der Lehrerin war sehr gut*

5.2 Schülerinterviews

Insgesamt interviewte ich 7 Schüler, davon drei eher leistungsschwache, zwei sehr gute Schüler und zwei gute Schüler. Auf folgende Fragen erhielt ich die angeführten Antworten (repräsentative Auswahl):

1) Hat Ihnen die Arbeit am Projekt Spaß gemacht?

- *Ja, sehr, weil man durch das selbständige Erarbeiten die Sachverhalte besser versteht*
- *Arbeit mit den Kollegen hat Spaß gemacht*
- *Ja, denn man kann am Unterricht aktiv teilnehmen*
- *Ja, es war interessant, neue Sachen herauszufinden*
- *Anfangs, wenn man noch nicht viel Material zur Verfügung hat, macht es weniger Spaß, dann aber macht es Spaß*
- *Es ist interessant, sich in neue Themen einzuarbeiten. Man erkennt immer wieder neue Aspekte*

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

- *Ja, vertretbar*
- *Mein Teilgebiet war weniger zeitaufwendig, da es mit meinem Hobby zusammenhängt*

3) Was haben Sie sowohl physikalisch als auch außerphysikalisch durch das Physik Projekt gelernt?

- *Physikalisch: Wie Lautsprecherboxen funktionieren und Wellenausbreitung*
- *Physikalisch: Himmelsblau, Abendrot, Regenbogen, Lichtbrechung, ...*
- *Physikalisch: Wie der Laser funktioniert*
- *Außerphysikalisch: Es war toll zu erfahren, wie gut man in einer Gruppe zusammen arbeiten kann*
- *Außerphysikalisch: Teamarbeit*
- *Außerphysikalisch: Suche im Internet gelernt*
- *Außerphysikalisch: Vortragen vor Publikum geübt*

4) Welche Schwierigkeiten sind im Rahmen des Projektes aufgetaucht?

- *Im Internet findet man nicht so leicht brauchbares Material*
- *Gegenseitige Treffen waren schwierig, da wir so weit auseinander wohnen*
- *Eine gute didaktische Aufbereitung der physikalischer Inhalte zu finden*
- *Gliederung des Vortrages und geeignete Stoffauswahl schwierig*
- *Material von Firmen enthält oft keine oder unzureichende Erklärungen*

5) Vergleichen Sie den heurigen Physik Projektunterricht mit dem bisher bekannten Physik Frontalunterricht. Wie beurteilen Sie beide Methoden?

- *Projektunterricht: man lernt leichter und auch mehr, weil man aktiv dabei ist*
- *Projektunterricht: kein trockenes Auswendiglernen*
- *Projektunterricht: Begeisterung ist größer als für Frontalunterricht; ich ging gerne in den Physikunterricht, weil jede Stunde anders und somit abwechslungsreich war*

- *Projektunterricht: Man hat mehr Bezug zum Thema, weil man sich die Unterlagen, mit denen man sich beschäftigt, selber auswählt. Man gewinnt dann mehr Interesse.*
- *Frontalunterricht: Lehrer kann die „reine Physik“ besser erklären*
- *Frontalunterricht: weniger Physik bleibt hängen, weil man meist nur auf den Test lernt und dann vieles wieder vergisst*

6) Haben Sie durch den Physik Projektunterricht mehr Interesse an der Physik gewonnen?

- *Ich hatte schon immer Interesse an atmosphärischen Ereignissen; das Projekt hat aber mein Interesse verstärkt*
- *Wenn man sich selber mit physikalischen Dingen beschäftigt, stößt man auf interessante Aspekte*
- *Für das eigenen Thema auf jeden Fall; für andere Themen zum Teil*
- *Ja, auf jeden Fall; Es ist interessant, dass Himmelsphänomene physikalisch erklärbar sind*
- *Ja, speziell für die Akustik z. B. Lautsprecher, aber auch für Himmelsphänomene*

7) Wie beurteilen Sie sowohl ihre eigene Präsentation als auch die Präsentationen der anderen Gruppen?

- *Bin mit der eigenen Präsentation sehr zufrieden*
- *Alle haben gut präsentiert*
- *Es gab Abspracheprobleme innerhalb der eigenen Gruppe*
- *Ich war bei meiner Präsentation sehr aufgeregt*
- *Im großen und ganzen ist es sehr gut gelungen*
- *Ich habe probiert, möglichst frei zu sprechen; andere haben zu viel heruntergelesen*
- *Positiv: Bilder als Erklärungshilfen verwendet*

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

- *Ja*

- *Ja, Lautsprecher, Akustik*
- *Ja; es ist interessant, dass sich der Regenbogen rein über Brechung und Reflexion von Licht erklären lässt*

9) Haben sie durch die Vorträge der anderen Gruppen „Physik“ gelernt?

- *Durch den Vortrag selber nicht so viel, aber in den Hand-outs steht alles drinnen*
- *Bei einigen mehr, bei anderen weniger*
- *Ja, aber weniger als beim eigenen Thema*
- *Teilweise*
- *Man kann sich die physikalischen Inhalte während des Vortrages kaum merken, da dieser oft zu schnell war; positiv waren aber die schönen Overhead-Folien und die Hand-outs, in denen alles drinnen steht*

10) Erfüllt der Projektunterricht eher die Wünsche der leistungsschwachen oder der leistungsstarken Schüler?

- *Schwache profitieren, weil sie sich auf diese Weise verbessern können*
- *Gute Schüler profitieren auch durch das selbständige Erarbeiten eines Themengebietes*
- *Im Projekt gibt es immer wieder Teile, die leichter sind und diese sollen von schwächeren Schülern behandelt werden.*
- *Alle Schüler können davon profitieren; denn jeder, der sich bemüht, kann etwas für sich herausholen und dabei lernen*
- *Gute Schüler können sich hineinsteigern und profitieren davon; Schwächere müssen nicht so viel lernen*

11) Wäs hätte man beim Projektunterricht anders machen sollen bzw. können?

- *Alles hat gepasst*
- *Man hätte kurz vor dem Beginn der Projektpräsentationsphase mehr Unterrichtszeit für Absprachen und Koordinationen reservieren sollen*
- *Es sollen entweder alle mit Overhead-Folien oder alle mit Powerpoint und Beamer präsentieren*
- *Alles O. K.*

- *Schüler sollen vorgeschriebene Redezeit einhalten*

12) Hätten Sie im nächsten Schuljahr den Physikunterricht auch wieder gerne teilweise als Projektunterricht gestaltet?

- *Ja, unbedingt*
- *Ja, denn man lernt mehr, weil man sich aktiv mit einem Thema auseinandersetzt und es macht Spaß*
- *Ja, sehr gerne und zwar mit den gleichen Leuten, weil man sich auf diese verlassen kann*
- *Ja, weil es eine gute Übung für das Präsentieren ist*

5.3 Exemplarisch: Hand-out und Protokoll

Auszug aus einem Hand-out:

III.) Das Auge - Der Sehvorgang

3.1) Anatomie und Funktionsweise des Auges

Das sogenannte Linsenauge des Menschen besteht aus einem Linsenapparat und einer Netzhaut mit Sehzellen. Der kugelförmige Augapfel wird von der weißen, derben Lederhaut, die vorn als durchsichtige Hornhaut ausgebildet ist, eingeschlossen. Innen liegt der Lederhaut die gefäßreiche Aderhaut auf, die an der Hornhautgrenze die ringförmige Regenbogenhaut (Iris) bildet. Durch die Regenbogenhaut hindurch gibt das Sehloch (Pupille) die Sicht frei. Der Aderhaut liegt innen die Netzhaut (Retina) auf, die aus den unzähligen Sehzellen (7 Mio. Zapfen für das Farbsehen, 120 Mio. Stäbchen für das Hell-Dunkel-Sehen) besteht. Sie nimmt Lichtempfindungen auf, verarbeitet diese und leitet sie über den Sehnerv dem Gehirn zu, welches das Bild wahrnimmt. Das Innere des Auges ist mit dem durchsichtigen Glaskörper ausgefüllt. Hinter der Regenbogenhaut und der Pupille ist die Linse ausgespannt, die durch besondere glatte Muskeln gewölbt oder abgeflacht werden kann. Durch andere Muskeln kann die Pupille erweitert oder verengt werden. Die Stelle des schärfsten Sehens in der Netzhaut ist der Gelbe Fleck. Als Blinder Fleck wird der Eintritt des Sehnervs in die Netzhaut bezeichnet, weil hier keine Lichtreize verarbeitet werden können.

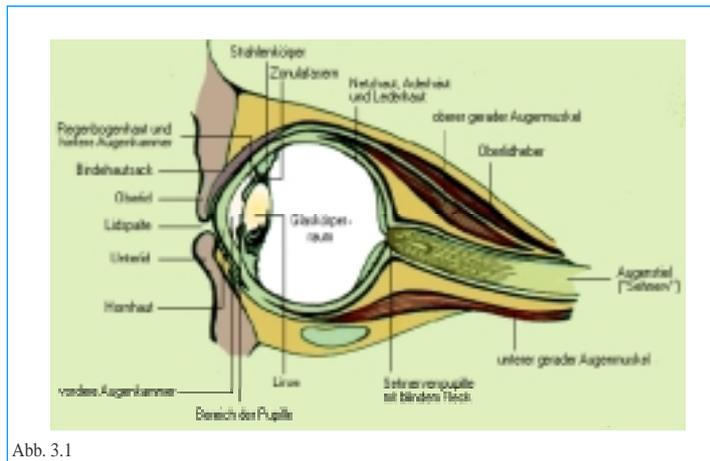


Abb. 3.1

3.2) Der Sehvorgang

Die in das Auge eindringenden Lichtstrahlen gelangen, nachdem sie von der Hornhaut und der Linse gebrochen wurden, auf die Netzhaut. Dort entsteht ein verkleinertes, verkehrtes Bild. Der Lichtreiz erregt die Lichtsinneszellen (Stäbchen: Unterscheidung zwischen hell und dunkel; Zäpfchen: Farbsehen). Über den Sehnerv wird die Erregung zum Gehirn weitergeleitet, wo ein aufrechtes, räumliches Bild entsteht. Je nachdem, ob wir einen Gegenstand in der Nähe oder in weiterer Ferne betrachten, wird die Linse stärker gewölbt oder abgeflacht.

Protokoll einer Schülergruppe:

Protokoll zum Projekt „Schall, Lärm, Mikrofon und Lautsprecher“

- 18. März 2002 Neuerliche Absprache der Projektthemen innerhalb der Gruppe
- 19. März 2002: Beginn der Informationssuche; Quellen: Internet (vor allem mit Hilfe von Google)
- 31. März 2002: Erkundigungen bei der Firma ILF in Innsbruck; wir erhielten qualitativ hochwertige Unterlagen zum Thema „Lärmbelästigung“
- 15. April 2002: Besprechung der bisherigen Unterlagen
- 24. April 2002: Vergleich der gesammelten Unterlagen; Austausch von aufgefundenen Fotos und Fachtexten
- 25. April 2002: Erkundigungen bei den Fachlehrern der HTL zu geplanten Versuchen

4. Mai 2002: Informationssuche im Internet; Suche nach Hörbeispielen zu Schallpegelmessungen (wir haben entsprechende MP3 files gefunden, konnten jedoch diese aus Zeitgründen nicht vortragen)
6. Mai 2002: Gestaltung des Hand-outs
8. Mai 2002: Besprechung der Versuche; Overhead-Folien wurden im Physiksaal auf Lesbarkeit hin überprüft
9. Mai 2002: letzte Verbesserungen des Hand-outs; gemeinsames Treffen und Absprache des Projektablaufes; Vervielfältigung des Hand-outs
10. Mai 2002: Projektpräsentation

5.4 Fotos von den Präsentationen

Foto von der Powerpoint-Präsentation „Sprechen, Singen, Gehör bei Tier und Mensch“:

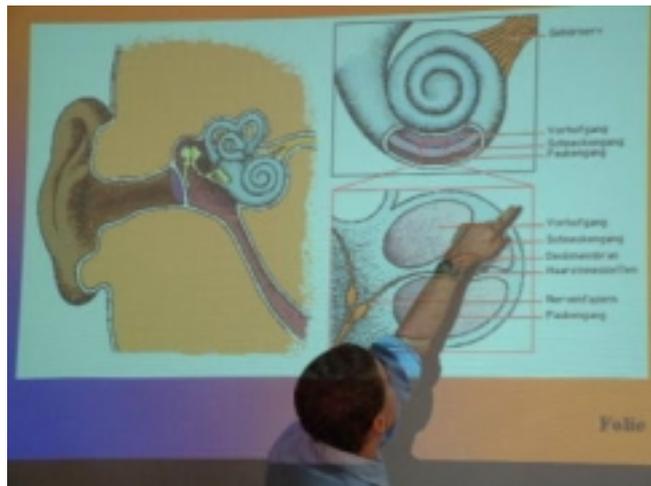


Foto von der Präsentation „Schall, Lärm, Mikrofon und Lautsprecher“, das die Schüler mit ihren experimentellen Aufbauten zeigt:



Foto vom Plakat zur Präsentation „Einführung in die Optik: Dispersion, Farben, das Auge, optische Geräte“:

