

[NWU]

# Christian Doppler und der Dopplereffekt aktiv und kreativ



## Versuch eines handlungsorientierten Physikunterrichts

Unterrichtsprojekt im Rahmen der “Naturwissenschaftswerkstatt”

am BG/BRG Hallein im Schuljahr 2003/04.

Mag. Bruno Putz

Mag. Herbert Struber

## Inhaltsverzeichnis.

1.	Anlass und Ziele . . . . .	3
2.	Das Konzept . . . . .	5
3.	Die Umsetzung	
3.1	Der Kernunterricht . . . . .	6
3.2	Selbstständige Vertiefung bzw. Erweiterung . . . . .	6
3.3	Durchführen und Auswerten von Laborexperimenten . . . . .	7
3.4	Entwickeln eigener Experimentiervorrichtungen. . . . .	9
3.5	Dokumentation und Präsentation . . . . .	10
4.	Der Physiksaal - Ausstattung und bauliche Maßnahmen . . . . .	11
5.	Die gebauten Vorrichtungen im Detail . . . . .	12
6.	Evaluierung des Projektes bzw. Unterrichtes	
6.1	Gewählte Methode . . . . .	12
6.2	Auswertung der SchülerInnenantworten . . . . .	15
6.3	Einschätzung und Folgerungen der unterrichtenden Lehrer . . . . .	20

### Handelnde Personen:

Mag. Bruno Putz

27 SchülerInnen

Mag. Herbert Struber

der Klasse 6 R

Hallein, 8.7.2004

## 1. Anlass und Ziele.

Im Schuljahr 2002/03 haben wir im Rahmen von IMST<sup>2</sup> bereits ein Projekt durchgeführt, das zum Ziel hatte, Rahmenbedingungen zu schaffen und zu testen, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, im Unterricht selbst aktiv tätig zu sein.

Die Evaluierung dieses Projektes hat ergeben, dass die SchülerInnen mit großer Mehrheit im Unterricht selber experimentieren wollen und es auch schätzen, wenn sie das Präsentieren und Vortragen mithilfe elektronischer Medien lernen und üben können.

Diese Rückmeldungen der SchülerInnen haben uns dazu veranlasst, im Schuljahr 2003/04 diese Elemente noch verstärkt in den Unterricht mit einzubeziehen und den Unterricht insgesamt in Projektform abzuhalten.

Für das Projekt ausgewählt wurde eine 6. Klasse Realgymnasium mit 28 SchülerInnen und drei Wochenstunden Physikunterricht.

Ausnahmsweise wurde uns von der Schule für dieses Schuljahr in dieser Klasse besondere Bedingungen gewährt. Zwei der drei Wochenstunden wurden als "Laborstunden" klassifiziert, in denen wir zu zweit unterrichten durften. (Dies sollte auch als Ausgleich für umfangreiche Arbeiten dienen, die in den Physiksälen nötig waren, um für einen handlungs- und arbeitsorientierten Physikunterricht in Zukunft die Weichen zu stellen).

Allerdings war klar, dass der Unterricht so zu konzipieren war, dass er in Zukunft auch in größeren Klassen von nur einer Lehrperson organisiert und bewältigt werden kann. Dies wurde in einer 7. Klasse Gymnasium parallel auch durchgeführt. Allerdings war hier die Gesamtkonzeption weniger projektorientiert, beinhaltete ansonsten aber alle Methoden und Unterrichtselemente, die in der 6. Klasse Realgymnasium ein- und umgesetzt wurden.

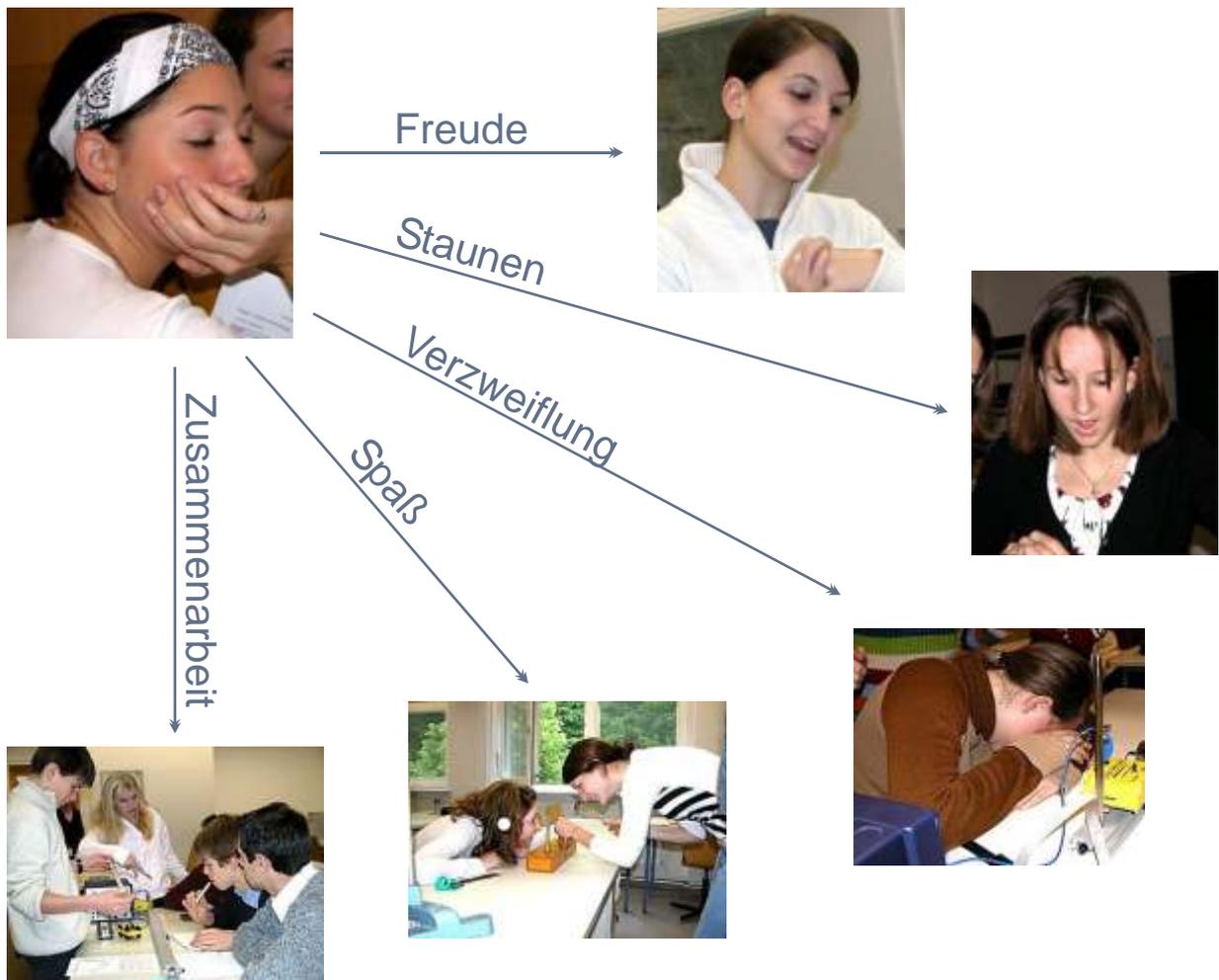
### Wir wollten und wollen erreichen, dass . . .

. . . der Physikunterricht im Schulalltag einen eigenen Charakter, ein eigenes Profil gewinnt. Er soll sich nicht nur in den Inhalten, sondern auch in der Methodik vom Unterricht in anderen Fächern unterscheiden. Die SchülerInnen sollen mit dem Physiksaal und dem Physikunterricht nicht nur "ruhig zuhören" und "auswendig lernen" verbinden. Wenn sie zum Physiksaal kommen, sollen sie wissen, dass hier anders gearbeitet wird, dass sie hier direkte, praktische Erfahrungen sammeln können. Die Physikstunden sollen sich im Schulalltag der SchülerInnen von den anderen Stunden "abheben".

Da wir in der Physik zwar sehr hohe Ansprüche zu erfüllen haben (auch vom Lehrplan her), allerdings leider keinerlei daran angepasste Bedingungen vorfinden (z. B. kleine Gruppen wie in einigen anderen Fächern), ist dies ein sehr anspruchsvolles und schwierig zu erreichendes Ziel. Dennoch ist es unserer Ansicht nach lohnenswert, es anzustreben.

Allerdings muss man sich von einigen Ansprüchen lösen, wie etwa der Vorstellung, einen lückenlosen Streifzug durch die Physik machen zu können. Wir haben uns als Hauptthema "Schwingungen und Wellen" im Allgemeinen und den "Dopplereffekt und seine Anwendungen" im Speziellen gewählt.

Die praktischen Arbeiten bezogen sich zum größten Teil auf dieses Thema. Die übrigen Kapitel der 6. Klasse Realgymnasium wurden sehr gestrafft behandelt, wobei man sich auf die Theorie beschränkte.



Wir möchten, dass die SchülerInnen von einem teilnahmslosen "Absitzen" der Unterrichtsstunden weg kommen zu einem Arbeiten, mit dem sie sich identifizieren können, bei dem sie auch emotional berührt sind:

- Freude über ein gelungenes Experiment,
- Staunen über ein unerwartetes Ergebnis,
- Verzweiflung, wenn etwas auch beim wiederholten Versuch nicht gelingt,
- Spaß beim Arbeiten,
- beim Zusammenarbeiten in einer Gruppe.

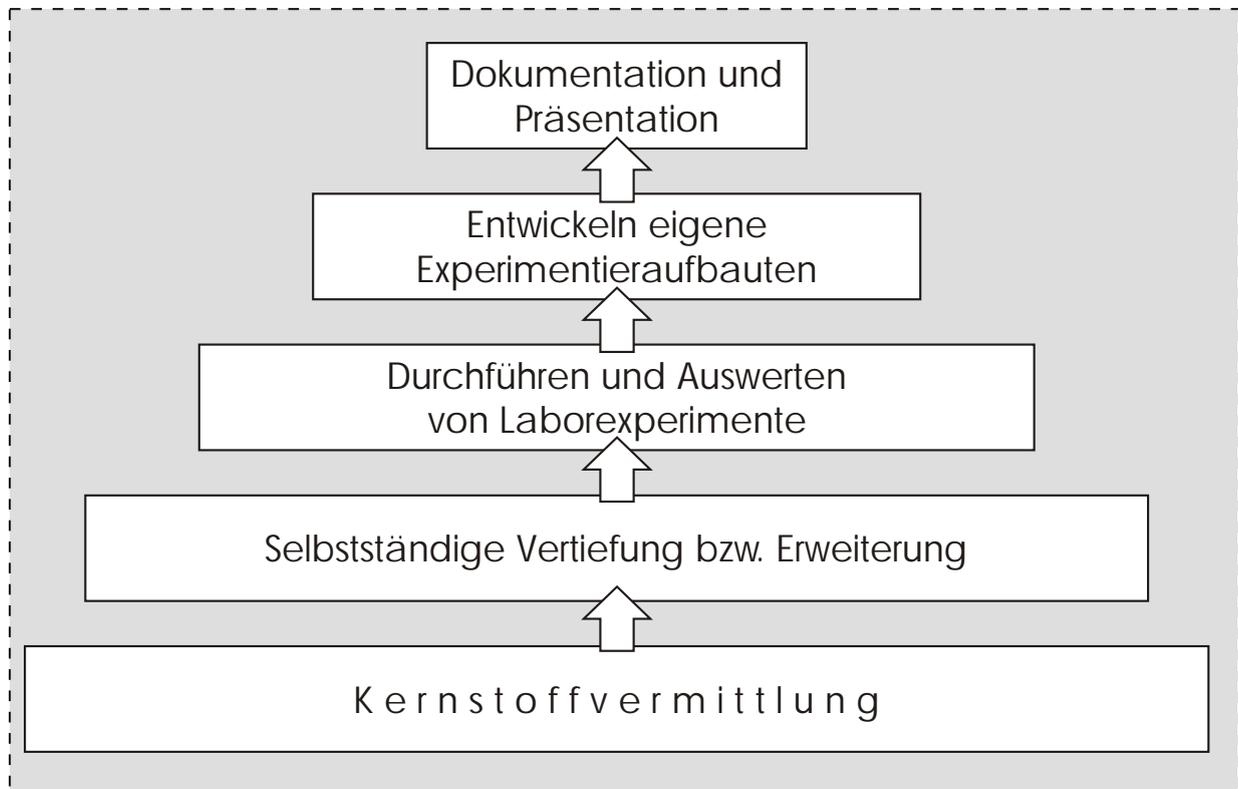
Nicht zu unterschätzen ist unserer Ansicht nach auch der Faktor Abwechslung. Die beste Methode wird früher oder später für die SchülerInnen langweilig.

Hier gab es von Anfang an ein gewisses Dilemma. Einerseits wollten wir den SchülerInnen für die Behandlung und Ausarbeitung der ihnen übertragenen Aufgaben und Arbeiten ausreichend Zeit geben. Andererseits war uns die Gefahr bewusst, dass ein zu langes Beharren auf dem gleichen Thema mit sich bringen kann, dass man seiner überdrüssig wird.

Da es uns sehr wichtig war, dass die SchülerInnen ihre Arbeitsergebnisse in möglichst professionelle, präsentierbare Form bringen, nahmen wir diese Gefahr in Kauf und hofften, dass dieses Ziel (Präsentation) ausreichend Motivation auch für längere Zeit mit sich bringt.

## 2. Das Konzept.

Um Abwechslung in den Unterricht zu bringen, und um die SchülerInnen verschiedenartige Erfahrungen sammeln zu lassen, wurde versucht, ein möglichst breites Spektrum an unterschiedlichen Unterrichtselementen und Handlungsarten einzubauen.



*Anmerkung: Die breite der Balken steht nicht für die Wichtigkeit oder den zeitlichen Rahmen der einzelnen Unterrichtselemente.*

Diese fünfstufige Hierarchie von Unterrichtselementen wird nicht bei allen Themen eines Unterrichtsjahres durchlaufen, sondern nur bei dem ausgewählten Projektthema. In den übrigen Bereichen muss man sich (aus zeitlichen Gründen) auf die erste oder die erste und zweite Stufe beschränken.

Der Kernstoff wird im Klassenverband vermittelt, alle anderen Handlungsarten erfolgen in Gruppen, wobei das selbstständige Arbeiten der SchülerInnen im Vordergrund steht.

Die selbstständige Vertiefung und Erweiterung bezog sich im durchgeführten Projekt auf die Anwendung des Dopplereffektes in Wissenschaft und Technik. Die "Laborexperimente" waren klassische Schulexperimente zum Thema

Schwingungen und Wellen. Darüber hinaus hatten die Gruppen die Aufgabe, eine Experimentieranordnung zum Dopplereffekt zu überlegen, zu planen und auch zu bauen.

Alle Arbeiten waren zu dokumentieren und für eine Präsentation im Klassenverband aufzubereiten.

Inhaltlich waren die Arbeiten in diesem Jahr auf das Thema "Christian Doppler und der Dopplereffekt" ausgerichtet. Im Hintergrund stand allerdings das Ziel, in anderen Jahren und mit anderen Klassen an anderen Themen in ähnlicher Weise zu arbeiten.

## 3. Die Umsetzung.

### 3.1 Kernstoffvermittlung:

Bereits bei von uns früher getesteten Unterrichtsmodellen wurde von den SchülerInnen immer wieder der Wunsch geäußert, die grundlegenden (und bei Tests bzw. Prüfungen geforderten) Inhalte gemeinsam zu besprechen und ihnen nicht deren Erarbeitung als "Arbeitsaufträge" selbst zu überlassen.

Auch wir sehen, dass dabei die Gefahr zu groß wäre, dass falsche Vorstellungen und Modellbildungen entstehen. Deshalb erfolgte der Einstieg sowohl in das in der Folge vertieft behandelte Thema "Schwingungen und Wellen" bzw. "der Dopplereffekt", als auch die übrigen Themen, in traditioneller Weise.

Es wurde dabei aber darauf geachtet, dass nur die unverzichtbaren Basisinhalte in dieser Form vermittelt wurden. Diese Inhalte waren auch Prüfungsstoff für alle SchülerInnen.

### 3. 2 Selbstständige Vertiefung bzw. Erweiterung.

Für diese und die nachfolgenden Arbeiten wurde die Klasse in Gruppen von 3 - 4 SchülerInnen eingeteilt.

Aufgabenstellung für die SchülerInnen: zu einem der angeführten Themen Informationen zu sammeln und für eine Präsentation im Klassenverband aufzubereiten:

1. Das Leben Christian Dopplers und der Dopplereffekt mathematisch betrachtet.
2. Der Dopplereffekt im Straßen- und Flugverkehr
3. Anwendung des Dopplereffekts in der Medizin.
4. Anwendung des Dopplereffekts in der Astronomie.

Als Quellen dienten verfügbare Bücher, CD-ROMs, sowie das Internet. Bei der Zusammenstellung und Aufbereitung der Themen wurde besonderer Wert darauf gelegt, dass gefundenes Material nicht einfach 1 : 1 übernommen wird.

Grafiken und wo möglich auch Bilder und einfache Animationen sollten selbst erstellt werden.



Für diese und andere Arbeiten hatten wir in einem kleineren Nebenraum einige Computer aufgestellt. Die SchülerInnen waren zwar zumeist schnell und erfolgreich, wenn es um das Auffinden von Informationen im Internet ging. Entgegen unseren Erwartungen waren sie aber trotz Informatikunterricht kaum in der Lage bzw. darauf vorbereitet, selbst gestalterisch tätig zu sein. Es ergab sich somit die anfangs nicht eingeplante Notwendigkeit, eine Einführung in Bildbearbeitung, Grafik und Präsentation zu machen.

Zur Veranschaulichung der Themenbereiche wurden zwei Lehrausgänge durchgeführt:

#### *Der Dopplereffekt im Straßenverkehr:*

Zusammen mit einer lokalen Fahrschule wurde eine Freilanddemonstration des Dopplereffekts durchgeführt:



- Motorrad fährt mit unterschiedlicher Geschwindigkeit an Beobachter (SchülerInnen) vorbei.

- Beobachter auf Motorrad fährt an Schallquelle vorbei.

Beide Abläufe wurden akustisch (auf Minidisk) festgehalten und später ausgewertet.



Für die Variante “Motorrad fährt an Schallquelle vorbei” wurde von einer lokalen Feuerwehr eine alte Sirene mit Handkurbel geliehen. Ein Schüler fuhr als Beifahrer mit dem MD-Rekorder auf dem Motorrad

an der betätigten Sirene vorbei. Nachträglich stellte sich hier allerdings heraus, dass die Windgeräusche für eine Auswertung der Aufnahme zu stark waren. Hier müsste auf einen geeigneten Windschutz des Mikrofons geachtet werden.

*Anwendung des Dopplereffekts in der Medizin:*



In einer Exkursion zum Landeskrankenhaus Salzburg wurden den SchülerInnen in der Gefäßabteilung die Einsatzmöglichkeiten der Doppler-Sonografie demonstriert.

*Unsere Erfahrung mit diesem Unterrichtselement:*

Es sollte unbedingt eingesetzt werden. Dabei ist es aber wichtig, dass die Gruppen an unterschiedlichen Themen arbeiten. Wenn sie wissen, dass nur sie an einem Thema arbeiten, gibt es mehr Identifikation mit diesem, “ihrem” Thema und können sie sich auch nicht auf andere verlassen.

Um zu vermeiden, dass sich insbesondere bei den Präsentationen die zuhörenden SchülerInnen

geistig “verabschieden” und um bei allen SchülerInnen ein abgerundetes und einigermaßen umfassendes Bild des behandelten Themas zu vermitteln, ist es empfehlenswert, die referierten Themen als Prüfungselemente für Alle mit einzubeziehen. Wir hatten die zu Beginn nicht gemacht, was sich als Nachteil herausstellte.

Ein weiterer Aspekt ist, dass die SchülerInnen hier sehr selbstständig arbeiten können und wenig Betreuung brauchen. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil man sich dann besser um die experimentierenden Gruppen kümmern kann!

### 3.3 Durchführen und Auswerten von Laborexperimenten.

Damit der Dopplereffekt in größerem Zusammenhang gesehen werden kann, wurde der gesamte Bereich “Schwingungen und Wellen” in den Projektablauf einbezogen und umfangreich behandelt.

Klassische Schulexperimente waren hier von den SchülerInnen durchzuführen und auszuwerten. Dabei war uns die Anzahl der von den Gruppen tatsächlich durchgeführten Experimente weniger wichtig. Bedeutsamer war uns, dass die SchülerInnen nicht nur nach vorgegebener Anleitung (ohne Verständnis) handelten, sondern sich mit “ihrem” Experiment intensiv beschäftigten.



Um dies zu erreichen, war auch hier wieder die Aufgabe gestellt, die Arbeiten in Bildern festzuhalten und für die spätere Präsentation auch die Theorie zum Experiment grafisch und textlich aufzubereiten. Da die SchülerInnen wussten, dass bei der Präsentation auch nachgefragt wird,

erwarteten wir ein entsprechend ernsthaftes Herangehen an die gestellten Aufgaben.

Auch hatten die einzelnen Gruppen unterschiedliche Experimente bzw. Messungen durchzuführen. Dies war einerseits eine Notwendigkeit, da für die Oberstufenexperimente keine eigenen Schülerversuchsgeräte zur Verfügung standen. Es musste somit größtenteils mit den Lehrer-Experimentiergeräten gearbeitet werden, die allerdings naturgemäß meist nur in einfacher Ausführung vorhanden waren.



Andererseits sahen wir darin aber auch einen Vorteil. Da die Gruppen unterschiedliche Experimente durchzuführen und auszuwerten hatten, lag eine größere Verantwortung bei ihnen; sie konnten sich nicht auf andere Gruppen verlassen, und von diesen später nur das "Ergebnis" in Erfahrung bringen.

Den SchülerInnen ein selbstständiges Experimentieren zu ermöglichen, ist zweifellos wünschenswert. Zugleich ist dies aber auch das heikelste Element eines auf SchülerInnenaktivität orientierten Physikunterrichts. Besonders in Abschnitten, in denen die Experimente mit größerem technischem Aufwand verbunden sind, ergibt sich automatisch ein sehr hoher Betreuungsbedarf bei den experimentierenden Gruppen. Auch werden hohe Anforderungen an die für die Gruppen verfügbaren Unterlagen gestellt.

Eine genaue Ablaufplanung war somit für uns sehr wichtig. Dies auch deshalb, weil gleichzeitig unterschiedliche Experimente durchgeführt wurden, die vom Lehrer alle (zumindest in gewissem Umfang) im Blick gehalten werden mussten.

Wir wollten dies durch zwei Maßnahmen erreichen zu können:

#### 1. Aufteilung der Arbeiten.

Wie bereits oben ausgeführt, wurden von den SchülerInnen parallel zum Experimentieren weitere Arbeiten ausgeführt (Dokumentation der Arbeiten, selbstständige Vertiefung bzw. Erweiterung). Diese Arbeiten können von den SchülerInnen nach einer Einführung sehr eigenständig ausgeführt werden. Es gab somit immer nur drei oder vier Gruppen, die gleichzeitig experimentierten.

#### 2. Unterlagen.

Hauptsächlich wurde mit der Schulbuchreihe "Faszination Physik" gearbeitet. Auf der dazu gehörenden CD-ROM sind viele Experimente multimedial aufbereitet. Die SchülerInnen konnten sich damit gut auf die Experimente vorbereiten.



Da die verfügbaren Computer für die Aufbereitung der Experimente und die Recherchen zu den vertiefenden Themen benötigt wurden, mussten diese Vorbereitungsarbeiten von den SchülerInnen größtenteils zu Hause durchgeführt werden.

In den Unterrichtsstunden standen allerdings zusätzlich die ebenfalls zur Reihe "Faszination Physik" gehörenden Arbeitshefte zur Verfügung, in denen die Experimente in Bild und Text nochmals in Kurzform dargestellt sind. In Form von Kopien aus diesen Arbeitsheften wurden den Gruppen die Arbeitsaufträge erteilt.

*Unsere Erfahrung mit diesem Unterrichtselement:*

Trotz der beschriebenen organisatorischen Maßnahmen funktionierten diese Unterrichtseinheiten nicht immer in der Form, wie wir uns dies gewünscht hatten. Defekte bei Geräten und auch Situationen, in denen ein nur in einfacher Ausführung vorhandenes Gerät von mehreren Gruppen gleichzeitig benötigt wurde, führten wiederholt zu hektischen Zuständen.

Dazu kam gelegentlich mangelhafte Vorbereitung der SchülerInnen. Wenn man sich dann nicht sofort um eine Gruppe kümmern konnte, führte dies bei diesen SchülerInnen entweder zu Frustration oder dazu, dass dieser Umstand als Begründung (Vorwand) für ihre Passivität verwendet wurde. Da auch andere Arbeiten zu machen gewesen wären, wäre dies allerdings nicht nötig gewesen.

Wir ziehen daraus zwei Lehren:

1. Den SchülerInnen jedenfalls ausreichend Zeit für die Experimente einräumen. Wir betrachten die Anzahl der durchgeführten Experimente auch als nicht entscheidend. Allerdings konnte dies den SchülerInnen nur teilweise vermittelt werden. "Wir sind im Rückstand, weil das Gerät nicht funktioniert hat.", oder "... weil Sie keine Zeit für uns hatten." waren wiederholte Klagen der SchülerInnen.

2. Der Organisation und Verteilung der Arbeiten kommt entscheidende Bedeutung zu. Je genauer man hier plant, umso stressfreier läuft der Unterricht.

Es wurde von uns allerdings auch sehr positiv vermerkt, dass sich im Laufe des Jahres die Selbstständigkeit der SchülerInnen (zumindest in einigen Gruppen) in dieser Hinsicht merkbar verbessert hat. Haben sie zu Jahresbeginn bei jeder "Kleinigkeit" gefragt, organisierten sie sich später häufig selbst Hilfe. Bemerkungen unsererseits zeigten, dass die SchülerInnen diesen Zuwachs an Selbstständigkeit und Kompetenz selbst als solchen allerdings kaum oder gar nicht wahrnahmen.

Das selbstständige Experimentieren der SchülerInnen ist in einem handlungsorientierten Physikunterricht unverzichtbar. Durch die

beschriebenen Maßnahmen war es trotz einiger schwieriger Situationen bewältigbar. Den SchülerInnen müssen aber die Ziele (nächstes mal) aber noch deutlicher gemacht werden. Etwa, dass man auch aus nicht gelungenen Experimenten etwas lernt, dass die Anzahl der durchgeführten Experimente nicht so entscheidend ist, dass man beim Experimentieren zusätzlich wichtige Kompetenzen gewinnt (Arbeitsorganisation, Selbstständigkeit im Handeln),...

Es zeigte sich nämlich, dass wir mit dem Arbeitsfortschritt oft mehr zufrieden waren als die SchülerInnen selbst.

### 3.4 Entwickeln eigener Experimentieraufbauten.

Als Herausforderung und um den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, weitere Erfahrungen zu sammeln, wurde dieses Unterrichtselement vorgesehen. Es sollte nicht nur (wie in Abschnitt 3) nach vorgegebenen Anleitungen genau gearbeitet werden, sondern es sollten auch eigene Ideen entwickelt und umgesetzt werden. Praktisches Arbeiten fördern war dabei ein wesentliches Anliegen. Es sollte ein Projekt im Kleinen durchgeführt werden, das alle Elemente eines großen Projektes beinhaltet: Planung, Arbeitsorganisation, Materialbeschaffung, Vorrichtungsbau, Durchführen und Auswerten von Experimenten und Messungen mit den gebauten Vorrichtungen.



Es war nicht denkbar, dass alle SchülerInnen an der gleichen Vorrichtung bauten, andererseits war aus Kostengründen Aspekten der praktischen Durchführbarkeit eine Begrenzung nötig. Wir entschieden uns für drei Vorrichtungen, an denen

die Gruppen abwechselnd bauten:

1. Wellenwanne mit motorisch bewegbarem Wellenerreger
2. Vorrichtung zur Messung der Geschwindigkeit eines Modellfahrzeuges mit Ultraschall auf Basis des Dopplereffektes.
3. Rotierende Schallquelle zur Demonstration des Dopplereffektes aufgrund auftretender Schwebungserscheinungen.

*Details zu den Vorrichtungen befinden sich in Kapitel 5*

Wir sind dabei von Anfang an davon ausgegangen, dass einige Arbeiten von den SchülerInnen auch zu Hause gemacht werden (je nach technischen Möglichkeiten).

*Unsere Erfahrung mit diesem Unterrichtselement:*

Positiv zu vermerken ist, dass zum Schluss die Vorrichtungen tatsächlich funktionsfähig waren und auch nicht ohne Stolz präsentiert wurden. Für umfangreicheres Experimentieren damit fehlte zum Schluss allerdings die Zeit.

Der Weg dahin war allerdings sehr mühsam und konfliktreich. Die Konflikte ergaben sich einerseits zwischen den SchülerInnen (wer arbeitet mehr und wer weniger?) und auch zwischen Lehrer und SchülerInnen. Dies v. a. hinsichtlich der zu Hause (oder in der Freizeit in der Schule) durchzuführenden Arbeiten. Auch sahen viele SchülerInnen keinen Sinn darin, Löcher Bohren und Bauteile zusammenschrauben zu sollen.

Wir sehen zwar auch dabei einen deutlichen Erfahrungsgewinn bei den SchülerInnen und beabsichtigen, ähnliche Arbeiten in kommenden Jahren auch wieder einzubauen. Allerdings nicht mehr in diesem Umfang und mit deutlich einfacheren Vorrichtungen als Zielsetzung. Es war tatsächlich so, dass sehr viel Zeit für Arbeiten verwendet werden musste, die kaum etwas mit den physikalischen Inhalten zu tun hatten.

Die gemachte Erfahrung zeigt uns, dass es wesentlich besser ist, kleine, überschaubare, und von einzelnen Gruppen von Anfang bis Ende umsetzbare Ziele zu setzen. Schon um den

SchülerInnen zu zeigen, dass am Bildschirm simulierte Abläufe nur eine Seite sind, deren Umsetzung in die physische Realität aber eine zweite, oft viel schwieriger zu erreichende Seite ist, ist den Einsatz dieses Unterrichtselementes wert.

### 3.5 Dokumentation und Präsentation.

Mit diesem Unterrichtselement haben wir bereits in den vergangenen Jahren sehr positive Erfahrungen gesammelt.

1. Die SchülerInnen gewinnen zusätzliche Kompetenzen, die sie auch in anderen Bereichen einsetzen und nutzen können.
2. Wir haben immer auf eine elektronisch unterstützte Dokumentation und Präsentation geachtet. Hier können die SchülerInnen gestaltend und kreativ tätig sein. Dies tun sie in der Regel sehr gerne.
3. Es zeigt sich, dass die SchülerInnen ernsthafter arbeiten, wenn sie vor der Klasse später ihre Arbeiten präsentieren müssen. Bei aller vorgegebenen "coolness" will sich da doch niemand blamieren.



Für die Arbeiten verwendeten wir für die Erstellung der Grafiken und die Bearbeitung der Bilder das *Corel*-Programmpaket, für die Erstellung der Präsentationen das Programm *Mediator*.

Diese Programme sind hervorragend für diese Arbeiten geeignet und auch in akzeptabler Zeit so weit zu erlernen, dass sie für die vorgesehenen Arbeiten eingesetzt werden können. Den SchülerInnen (sie kennen zumeist nur *powerpoint* als Präsentationsprogramm) hat v. a. der *Mediator*

mit seinen gestalterischen Möglichkeiten sehr gut gefallen.



*Unsere Erfahrung mit diesem Unterrichtselement:*

Diese Arbeiten und auch die Ergebnisse fielen größtenteils sehr positiv aus. Gewisse Problemen ergaben sich dadurch, dass die SchülerInnen (trotz Informatikunterricht) mit dem Arbeiten mit solchen Programmen nicht vertraut waren. Es musste deshalb zu Beginn eine Einführung in diese Programme gegeben werden.

Dieser Umstand und das Faktum, dass SchülerInnen diese Programme in der Regel nicht zu Hause zur Verfügung haben, lässt uns allerdings überlegen, ob wir trotz der deutlich schlechteren Möglichkeiten, die das Programm powerpoint bietet, doch in Zukunft darauf reduzieren sollten.

Vielfach wollten SchülerInnen ihre Präsentationen zu Hause noch verfeinern, hatten allerdings aus dem angeführten Grund nicht die Möglichkeit dazu. Soweit möglich, haben wir ihnen dies in der Schule (an Nachmittagen oder am Wochenende) ermöglicht, was allerdings keine praktikable Dauerlösung darstellt.

Ursprünglich hatten wir uns das Ziel gesetzt, mit den SchülerInnen aus den Einzelpräsentationen eine einheitliche, geschlossene multimediale Präsentation zu erstellen. Dieses Ziel wurde nicht erreicht. Aus der gemachten Erfahrung halten wir dies auch für kaum erreichbar und auch nicht erforderlich. Es ist ausreichend, wenn die einzelnen Gruppen ihre Präsentationen erstellen.

#### 4. Der Physiksaal: Ausstattung und bauliche Maßnahmen

Bereits im Schuljahr 2002/03 haben wir mit drei Klassen mit einem Unterricht in dieser Form begonnen. Dabei konnten (bzw. mussten) wir sehen, dass unsere "Standard"-Physiksäle für diesen Unterricht nicht optimal geeignet sind. Wir haben deshalb in den Sommerferien 2003 einen Physiksaal in Eigenregie etwas umgebaut.

Die wichtigsten Elemente dabei waren:

1. Um Platz zu gewinnen, wurden zwei Kästen aus dem Physiksaal entfernt und am Gang aufgestellt.
2. Zwei der fix montierten Schülertische (je 4 Sitzplätze) haben wir entfernt und dadurch vor der Tafel eine große freie Fläche erhalten. Für die meisten Klassen waren dennoch

ausreichend Sitzplätze verfügbar. Für die wenigen größeren Klassen standen bewegliche Tische bereit.

3. Zwei jeweils 2,5x1,5 m große, alte Tische haben wir vom Dachboden der Schule geholt und mit Rollen auf den Füßen versehen. Sie konnten bei Bedarf auf die gewonnenen freien Flächen geschoben werden und als Arbeitstische dienen.

4. Zusätzlich haben wir eine alte Werkbank vom Dachboden geholt, um auch größere Arbeiten (bohren, sägen, . . .) durchführen zu können.

5. Drei Tische mit Computerarbeitsplätzen wurden eingerichtet.

## 5. Die gebauten Vorrichtungen im Detail

### 1. Wellenwanne:

Grundgerüst: Holzwanne (100 x 60 cm), die mit Plastikfolie ausgelegt wurde. An den Längsseiten wurden Führungsnuten (für die Räder des Laufwagens) in die Stirnflächen gefräst.



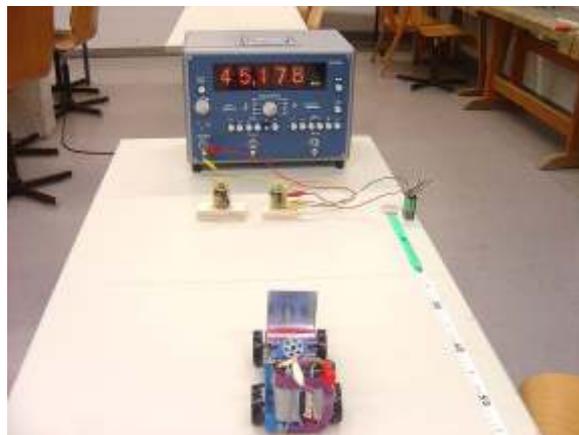
Der Laufwagen besteht aus zwei Holzplatten. Als Achse dienen 6 mm durchmessende Eisenstangen. Die Räder werden von einem regelbaren (6 - 9 V) Elektromotor angetrieben. Dadurch konnten unterschiedliche Vorschubgeschwindigkeiten erreicht werden.

Auf der Platte montiert ist der Wellenerreger. Da die Eigenkonstruktion nicht fertig wurde, wurde ein Wellenerreger aus der Lehrmittelsammlung verwendet.

### 2. Geschwindigkeitsradar:

Aus einem Spielzeug-Bausatz wurde ein Auto zusammengesetzt. An der Vorderseite wurde eine Aluminiumplatte als Reflektor für die Ultraschall-

wellen angebracht. Durch einen regelbaren Motor konnten verschiedene Geschwindigkeiten erreicht werden.



Sender und Empfänger wurden aus einem Bausatz einer Lehrmittelfirma hergestellt. Die Signale des Empfängers wurden einem Vielfachmessgerät zugeführt.

### 3. Rotierende Schallquelle:

Begonnen wurde mit einem Grundgerüst, auf welchem eine drehbare Holzachse (ca 2m lang) montiert wurde. An den beiden Enden befand sich eine Schallquelle. Mit einer Handkurbel sollte die Holzachse zu drehen sein ( die damit erreichte Geschwindigkeit sollte ausreichen, um eine Schwebung zu erreichen). Vor allem auch die technisch funktionierende Anbindung der Luftzufuhr für die Pfeifen bereitete Schwierigkeiten, sodass die Vorrichtung nicht zu Ende geführt wurde.

## 6. Evaluierung des Projektes bzw. Unterrichtes

### 6.1 Gewählte Methode.

Basis der Evaluierung bildete ein Fragebogen, der von den SchülerInnen Ende Juni 2004 ausgefüllt wurde.

Ein Teil davon war von den SchülerInnen durch die Vergabe von Punkten zu beantworten (um eine statistische Auswertung zu ermöglichen). Ein

anderer Teil verlangte die Formulierung von eigenen Ideen.

Bei der Erstellung dieses Fragebogens war uns sehr wichtig, dass die SchülerInnen zwischen der Bewertung der Relevanz der einzelnen Unterrichtselemente und der Bewertung der Umsetzung im abgelaufenen Unterrichtsjahr unterscheiden.

-----  
Der Fragebogen:  
-----

Österreichweit ist die Physik auf der Suche nach neuen Methoden und Inhalten, um den Unterricht für die SchülerInnen gewinnbringender zu machen und zu einer nachhaltigen Verbesserung der Kenntnisse und Kompetenzen im physikalisch-technischen Bereich zu führen.

Verbesserungen sind nur möglich, wenn auch von den SchülerInnen sachliche Rückmeldungen über den Unterricht gegeben werden. Dazu soll dieser Fragebogen helfen. Nimm dir deshalb bitte die Zeit, über die einzelnen Fragen nachzudenken und deine Meinung aufzuschreiben (möglichst unabhängig von deiner Zufriedenheit mit der Note und dem Lehrer).

1. Bewertung der Unterrichtselemente:

Bewerte, ob die angeführten Unterrichtsteile deiner Meinung nach gemacht oder nicht gemacht werden sollten.

1 . . . sollen auf alle Fälle gemacht werden    5 . . . sollen keinesfalls gemacht werden

Die Theorie wird auf unverzichtbaren Kernstoff beschränkt, um Unterrichtszeit für andere Arbeiten zu gewinnen.	1	2	3	4	5
Vertiefende Theorie (z. B. Anwendungen) wird selbstständig in Gruppen erarbeitet.	1	2	3	4	5
Experimente werden nicht vom Lehrer vorgeführt, sondern selber (in Gruppen) vorbereitet und durchgeführt.	1	2	3	4	5
In einem Teil der Experimente wird auch gemessen und die Ergebnisse werden quantitativ (zahlenmäßig) ausgewertet (Berechnungen).	1	2	3	4	5
Planen und Bauen von Vorrichtungen für Experimente (Wellenwanne, . . .)	1	2	3	4	5
Dafür wird gelegentlich auch außerhalb des Unterrichts gearbeitet.	1	2	3	4	5
Die Experimente und Teile der Theorie werden am Computer medial aufbereitet.	1	2	3	4	5
Die mediale Aufbereitung wird für eine Präsentation vor der Klasse verwendet.	1	2	3	4	5

Kreuze an, ob nachfolgende Behauptungen zutreffen oder nicht zutreffen. Versuche dabei nicht mit einzubeziehen, wie gut die Umsetzung im Unterricht tatsächlich gelungen ist! (dies erfolgt weiter unten)

1 . . . trifft voll zu                      5 . . . trifft überhaupt nicht zu

Beim selbstständigen Experimentieren erlange ich wichtige zusätzliche Kompetenzen.	1	2	3	4	5
Beim Arbeiten mit dem Computer erlange ich wichtige zusätzliche Kompetenzen.	1	2	3	4	5
Beim Präsentieren der Arbeit erlange ich wichtige zusätzliche Kompetenzen.	1	2	3	4	5
Bei den Präsentationen anderer Arbeiten gewinne ich zusätzliches physikalisches Wissen.	1	2	3	4	5
Das geringere Faktenwissen aus dem gekürzten Kernstoff wird durch obige zusätzliche Kompetenzen mehr als ausgeglichen.	1	2	3	4	5
Durch das praktische Arbeiten bekomme ich mehr persönlichen Kontakt zum Thema.	1	2	3	4	5
Ich würde die Zusammenhänge besser verstehen, wenn alles der Lehrer vorführen und erklären würde.	1	2	3	4	5

## 2. Bewertung der Umsetzung im Unterricht:

Bewerte, wie gut die angeführten Unterrichtsteile deiner Meinung nach im Unterricht umgesetzt werden konnten.

1 . . . sehr gut gelungen

5 . . . überhaupt nicht gelungen

Beschränkung auf den Kernstoff und seine Vermittlung.	1	2	3	4	5
Selbstständige Erarbeitung der vertiefenden Theorie (z. B. Anwendungen) in den Gruppen.	1	2	3	4	5
Selbstständige Durchführung der Experimente.	1	2	3	4	5
Messung und Auswertung (Berechnungen) der Experimente.	1	2	3	4	5
Planen und Bauen von Vorrichtungen für Experimente (Wellenwanne, . . .)	1	2	3	4	5
Gelegentliche Arbeiten auch außerhalb des Unterrichts.	1	2	3	4	5
Mediale Aufbereitung am Computer.	1	2	3	4	5
Präsentation vor der Klasse.	1	2	3	4	5

## 3. Kritik und Verbesserungsvorschläge:

Konkretisiere deine Bewertung (von oben) in Worten und überlege dir nach Möglichkeit Verbesserungsvorschläge.

Die Theorie wird auf unverzichtbaren Kernstoff beschränkt, um Unterrichtszeit für andere Arbeiten zu gewinnen.

Vertiefende Theorie (z. B. Anwendungen) wird selbstständig in Gruppen erarbeitet.

Experimente werden nicht vom Lehrer vorgeführt, sondern selber (in Gruppen) vorbereitet und durchgeführt.

In einem Teil der Experimente wird auch gemessen und die Ergebnisse werden quantitativ (zahlenmäßig) ausgewertet (Berechnungen).

Planen und Bauen von Vorrichtungen für Experimente (Wellenwanne, . . .)

Dafür wird gelegentlich auch außerhalb des Unterrichts gearbeitet.

Die Experimente und Teile der Theorie werden am Computer medial aufbereitet.

Die mediale Aufbereitung wird für eine Präsentation vor der Klasse verwendet.

*Anmerkung: Auf dem Original-Fragebogen war zur Beantwortung der Fragen wehr freier Platz zur Verfügung.*

#### 4. Wie sollte deiner Meinung nach ein optimaler Physikunterricht aussehen?

Versuche, einen Physikunterricht zu beschreiben, wie er deiner Meinung nach für die SchülerInnen am interessantesten und gewinnbringendsten wäre. Berücksichtige dabei, dass mit bis zu 30 SchülerInnen gearbeitet werden muss! Wie sollte bei deiner bevorzugten Methode die Notenfindung erfolgen?

-----  
 Ende des Fragebogens  
 -----

#### 6.2 Auswertung der SchülerInnenantworten.

1 . . . sollen auf alle Fälle gemacht werden 5 . . . sollen keinesfalls gemacht werden	Anzahl der SchülerInnenangaben				
	1	2	3	4	5
Die Theorie wird auf unverzichtbaren Kernstoff beschränkt, um Unterrichtszeit für andere Arbeiten zu gewinnen.	11	10	2	2	0
Vertiefende Theorie (z. B. Anwendungen) wird selbstständig in Gruppen erarbeitet.	8	9	2	3	3
Experimente werden nicht vom Lehrer vorgeführt, sondern selber (in Gruppen) vorbereitet und durchgeführt.	11	6	4	2	2
In einem Teil der Experimente wird auch gemessen und die Ergebnisse werden quantitativ (zahlenmäßig) ausgewertet (Berechnungen).	0	6	11	5	3
Planen und Bauen von Vorrichtungen für Experimente (Wellenwanne, . . .)	12	4	5	2	2
Dafür wird gelegentlich auch außerhalb des Unterrichts gearbeitet.	3	2	5	3	12
Die Experimente und Teile der Theorie werden am Computer medial aufbereitet.	13	9	2	1	0
Die mediale Aufbereitung wird für eine Präsentation vor der Klasse verwendet.	7	11	4	2	1

1 . . . trifft voll zu 5 . . . trifft überhaupt nicht zu	Anzahl der SchülerInnenangaben				
	1	2	3	4	5
Beim selbstständigen Experimentieren erlange ich wichtige zusätzliche Kompetenzen.	10	12	2	0	1
Beim Arbeiten mit dem Computer erlange ich wichtige zusätzliche Kompetenzen.	14	10	0	0	1
Beim Präsentieren der Arbeit erlange ich wichtige zusätzliche Kompetenzen.	5	14	3	1	2
Bei den Präsentationen anderer Arbeiten gewinne ich zusätzliches physikalisches Wissen.	0	10	9	4	2
Das geringere Faktenwissen aus dem gekürzten Kernstoff wird durch obige zusätzliche Kompetenzen mehr als ausgeglichen.	4	7	8	5	1
Durch das praktische Arbeiten bekomme ich mehr persönlichen Kontakt zum Thema.	11	12	2	0	0
Ich würde die Zusammenhänge besser verstehen, wenn alles der Lehrer vorführen und erklären würde.	3	1	6	10	5

1 . . . sehr gut gelungen  
5 . . . überhaupt nicht gelungen

Anzahl der SchülerInnenangaben

	1	2	3	4	5
Beschränkung auf den Kernstoff und seine Vermittlung.	1	5	8	7	4
Selbstständige Erarbeitung der vertiefenden Theorie (z. B. Anwendungen) in den Gruppen.	6	12	6	1	0
Selbstständige Durchführung der Experimente.	6	12	4	3	0
Messung und Auswertung (Berechnungen) der Experimente.	1	6	11	5	2
Planen und Bauen von Vorrichtungen für Experimente (Wellenwanne, . . . )	7	8	4	2	4
Gelegentliche Arbeiten auch außerhalb des Unterrichts.	6	9	4	3	3
Mediale Aufbereitung am Computer.	18	5	1	1	0
Präsentation vor der Klasse.	11	7	5	0	0

Die Rückmeldungen zeigen:

- Der Großteil der Schüler ist für eine Beschränkung der Theorie auf den Kernstoff.
- Die Selbstständige Vertiefung der Theorie in Gruppen wird zwar mehrheitlich befürwortet, allerdings von einem Viertel der SchülerInnen nicht für günstig empfunden.
- Die Mehrheit der SchülerInnen möchte selbst experimentieren. Das erfassen und Auswerten von Messungen wird allerdings weniger gewollt.
- Das Planen und Bauen von eigenen Experimentiervorrichtungen wird zwar von sehr vielen SchülerInnen begrüßt, allerdings soll dafür keine Freizeit verwendet werden.
- Die mediale Aufbereitung der Experimente am Computer findet eine starke Zustimmung. Etwas geringer ist die Begeisterung für die Präsentation dieser Arbeiten vor der Klasse.
- Die SchülerInnen sind mit großer Mehrheit davon überzeugt, dass sie beim selbstständigen Experimentieren, beim Aufbereiten am Computer und beim Präsentieren dieser Arbeiten wichtige Zusatzkompetenzen erlangen, und dass sie dadurch mehr persönlichen Kontakt zum Thema bekommen. Dem entsprechend erwarten sich nur wenige SchülerInnen, dass sie die Zusammenhänge besser verstünden, wenn alles der Lehrer vorführen und erklären würde.
- Trotz der Zustimmung zu den praktischen Arbeiten, sind die SchülerInnen nur eingeschränkt der Überzeugung, dass das geringere Faktenwissen durch die vermittelten Zusatzkompetenzen ausgeglichen werden.
- Auch nur als gut bis durchschnittlich wird der Wissensgewinn durch die Präsentationen der anderen Arbeiten eingeschätzt.
- Die Beschränkung auf den Kernstoff und seine Vermittlung wird als mäßig durchschnittlich bewertet.
- Die Unterrichtselemente, bei denen die SchülerInnen selbstständig und praktisch tätig werden konnten, wurden generell als gelungen bzw. sehr gelungen bewertet. Gewisse Einschränkungen gab es lediglich beim Messen und Auswerten von Experimenten, beim Planen und Bauen von Vorrichtungen und beim Arbeiten in der Freizeit.

### Auswahl an SchülerInnenmeinungen zu den Punkten 3 und 4 des Fragebogens

Die Theorie wird auf unverzichtbaren Kernstoff beschränkt, um Unterrichtszeit für andere Arbeiten zu gewinnen.

Der Stoff ist sicherlich gekürzt. Dies ist jedoch nicht zum Nachteil, da man sich selbst erarbeiteten Stoff leichter und länger merkt. Der Unterricht ist außerdem interessanter als Frontalunterricht.

Wäre sehr gut, da wir, glaube ich, wenn wir mit Experimenten und Versuchen arbeiten, uns viel besser etwas unter den einzelnen Themengebieten vorstellen können, uns mit dem Thema vertraut machen können und offener und aufmerksamer gegenüber dem Stoff sein können.

Wenn das der Fall ist, dann checken wir Schüler später nichts bei den Arbeiten. Daher mehr Kernstoff.

Ich denke nicht, dass man die durch die Beschränkung auf die Kerntheorie gewonnene Zeit für andere Arbeiten als Ersatz für das geringere Fachwissen sehen kann. Ich möchte jedoch nicht bestreiten, dass selbstständiges Arbeiten zu einem besseren Verständnis der Physik führt. Doch dieses kann man sich gut selbst später aneignen. Den versäumten Stoff nachzulernen empfinde ich jedoch als schwieriger.

Vertiefende Theorie (z. B. Anwendungen) wird selbstständig in Gruppen erarbeitet.

Die Arbeit in den Gruppen funktioniert meistens sehr gut. Natürlich gibt es immer Mitschüler, die andere die ganze Arbeit machen lassen. Dies sollte auch bei der Notengebung berücksichtigt werden.

In Gruppen macht es mehr Spaß, und wenn man nicht weiterkommt, fragt man ein Gruppenmitglied.

Finde ich schwierig, wenn sich keiner auskennt, mag es auch keiner vertiefen.

Die vertiefende Theorie konnte unsere Gruppe bei unserem Thema schon ziemlich gut erarbeiten. Und so bekommt man selbst mehr Interesse für Physik und es bleibt einem länger im Gedächtnis.

Nicht immer die beste Lösung, da manchmal in den Gruppen nicht immer gearbeitet wurde. Aber das Ganze dann nochmals mit dem Lehrer im Unterricht aufzubereiten wäre gut.

Experimente werden nicht vom Lehrer vorgeführt, sondern selber (in Gruppen) vorbereitet und durchgeführt.

Das ist für mich ganz wichtig! Durch die Durchführung und Vorbereitung lerne ich mehr über mein Experiment. Wenn das Experiment vom Lehrer gemacht wird, können wir nur zuschauen . . . fad!!

Die Lehrer müssen den Schülern mehr vertrauen. Man muss den Schülern mehr Zeit geben. Wenn man selber auf etwas drauf kommt, ist das das Beste. Wenn der Lehrer immer Angst hat, dass etwas kaputt geht, braucht man den Schülern gar kein Experiment zur Aufgabe stellen.

Meistens ist das so und ich persönlich finde das schon gut, weil man immer etwas mitkriegt, ob man will oder nicht.

Finde ich gut. Man versteht den Hintergrund und die Zusammenhänge besser.

Dabei entsteht oft Chaos. Nur interessierten Schülern nützt das etwas, da sie so selbst Erfahrung sammeln. Jene die nicht interessiert sind, werden sich auch nicht bemühen, und so ist die Chance auf einen erfolgreichen Versuch gering. Gut würde ich finden, wenn einige freiwillige Schüler unter Anleitung des Lehrers den Versuch vorführen.

Voll Kacke, weil die Lehrer ja alles besser wissen, sollen sie uns auch die Experimente vorführen. Die Schüler machen wahrscheinlich das Meiste falsch . . . schlechte Noten. Der Lehrer hat den Job.

In einem Teil der Experimente wird auch gemessen und die Ergebnisse werden quantitativ (zahlenmäßig) ausgewertet (Berechnungen).

Ist gut, um einen Bezug zum Thema herzustellen. Die Formeln merkt man sich dadurch schneller und es ist dadurch um einiges interessanter. Das Berechnen gibt den Versuchen erst einen wirklichen Sinn.

Solche Berechnungen sollten vom Lehrer durchgeführt werden, da man von den Schülern nicht verlangen kann, dass sie noch nicht Gelerntes oder gerade gelerntes sofort mathematisch interpretieren können.

Was bringen einem die Zahlenwerte? Ich wüsste nicht, was ich damit anfangen sollte - verschwendete Zeit.

Berechnungen bei einem Experiment werden unvermeidlich sein, denn es soll ja was dabei herauskommen. Meiner Meinung nach sind Berechnungen nicht nötig.

Planen und Bauen von Vorrichtungen für Experimente (Wellenwanne, . . . )

Abwechslungsreich, allerdings nicht gut, wenn man dafür zu viel Freizeit geben muss.

Finde ich sehr gut!! Selbstständiges Bauen und Planen sehr lustig!!

Ist theoretisch sinnvoll, funktioniert praktisch jedoch nur mäßig (Materialprobleme, . . . )

Schlecht organisiert. Manche Gruppen haben gar nichts gemacht, oder erst nach Aufforderung des Lehrers, da wir die Projekte selbst zu Hause machen müssen!

Planen, bauen von Experimenten ging gut. Jeder hatte eine Idee und man konnte gut zusammenarbeiten und man konnte die Arbeiten untereinander aufteilen.

Dafür wird gelegentlich auch außerhalb des Unterrichts gearbeitet.

Gelegentlich ok, aber nicht zu oft - Schule = Stress.

Man kann vom Schüler nicht verlangen, dass er seine Freizeit für Physik verwendet, denn ein Schüler hat sich im Gegensatz zum Studenten noch nicht spezialisiert und muss sich somit um mehrere Fächer kümmern.

Das ist nicht selbstverständlich, und der Lehrer müsste das eigentlich auch verstehen. Falls sich der Schüler auch in der Freizeit mit dem Projekt beschäftigt, sollte dies auf alle Fälle vom Lehrer gewürdigt werden.

Nur die was eine bessere Note haben wollen kommen am Wochenende und nach der Schule.

Die Experimente und Teile der Theorie werden am Computer medial aufbereitet.

Ja, das trifft auch zu und ist auch wichtig, weil man dadurch alles noch einmal und genau durcharbeitet. Man lernt auch besser mit dem PC umgehen . . . sehr wichtig.

Ja, ist gut, da wir auch im späteren Leben Sachen medial aufbereiten müssen.

Sehr gut, braucht man sicher für später. Vier Leute an einem Computer bringen nichts.

Sehr gut zum besseren Verständnis. Informatikkenntnisse werden unterstützt.

Gut!! Computer wichtig für Zukunft.

Die mediale Aufbereitung wird für eine Präsentation vor der Klasse verwendet.

Wenn Mitschüler sprechen, hört man besser zu! Lernt mehr! Präsentieren vor Klasse = wichtig für späteres Leben. Man bemüht sich auch, den Stoff wirklich zu verstehen und erklären zu können.

Sehr gut!! Obwohl ich oft sehr nervös bin bei Präsentationen.

Nein! Sinnlos, Nonsens, Qual für die Schüler!

Es ist wichtig, dass man seine Arbeit auch präsentiert (Vorbereitung auf die Berufswelt).

Man sieht, was man besser machen könnte und lernt dazu.

Wie sollte deiner Meinung nach ein optimaler Physikunterricht aussehen?

Es ist sehr schwierig, mit einer großen Gruppe effizient zu arbeiten. Der Frontalunterricht eignet sich dafür am besten. Sonst müsste man die 30 Schüler in 2 Gruppen spalten.

Kernstoff, viele Experimente, Computerarbeit, nicht so viele Berechnungen.

Man sollte viele Experimente in Gruppen machen statt dem Stoff und die Notenfindung sollte von der Bemühung der Schüler abhängen und nicht von den Testnoten.

Schon so ähnlich wie jetzt, nur sollte zwischendurch vom Lehrer auch die Stoffgebiete den anderen allen erklärt werden.

Gruppenteilung - Theorie - mediale Aufbereitung, dabei ist es jedoch notwendig, dass die Lehrer miteinander kommunizieren. Wochenweises Wechseln: Theorie - mediale Aufbereitung. Notengebung ohne Tests, nur durch Mitarbeit und das endgültige Ergebnis - Präsentation der medialen Aufbereitung.

Ich weiß es nicht - müsste man sich viele Gedanken darüber machen.

Theorie nur das Nötigste! Experimente! Medien! Verständnis für Schüler! Versuchen zu vereinfachen.

Ich fand die Idee schon sehr gut. Verbesserungen: nicht so viele Projekte auf einmal; nicht so viel Stress. Was ich sehr gelungen fand: Multimedia, Projekte, nicht immer nur Theorie, sehr viel Abwechslung.

Versuche vor der Klasse mit verschiedenen Freiwilligen! Wenn jemand etwas nicht versteht, sollte ihm so lange erklärt werden, bis derjenige es begreift. Es sollte nicht ständig mit Fremdwörtern um sich geworfen werden.

### 6.3 Einschätzung und Folgerungen der unterrichtenden Lehrer

Die Rückmeldungen der SchülerInnen zeigen uns, dass sie das Grundkonzept des Unterrichts als gut und gewinnbringend für sie einschätzen.

Sowohl hinsichtlich des Arbeitens, als auch der erzielten Ergebnisse sehen wir positive und negative Aspekte:

- Die notwendigerweise stark komprimierte Wissensvermittlung (ohne Lehrerexperimente) in den Theoriestunden führte bei den SchülerInnen teilweise zu Überforderungen und auch zu Unstimmigkeiten mit dem Lehrer.
- Die vorgesehenen zu entwickelnden Experimentiervorrichtungen haben sich insgesamt als zu kompliziert und aufwändig erwiesen. Einige konnten deshalb nicht umgesetzt werden.
- Auch das ursprünglich beabsichtigte Ziel, eine homogene CD-ROM über das Projekt zu gestalten, war zu hoch gegriffen. Hier hatte man teilweise mit unerwartet geringen Vorkenntnissen der SchülerInnen in diesem Bereich zu kämpfen.
- Bei den praktischen Arbeiten an den Experimentiervorrichtungen zeigten sich sehr divergierende Erwartungen der SchülerInnen. Manche Gruppen konnten und wollten nur arbeiten, wenn sie genaue Vorgaben (Arbeitsorganisation, Baupläne, Material, . . .) erhielten. Andere zeigten sich dabei flexibler und eigenständiger. Beide Bedürfnisse ließen sich gleichzeitig aber nur eingeschränkt erfüllen.
- Durch den unterschiedlichen Arbeitseinsatz einzelner Gruppenmitglieder und die nicht vollständige Einbeziehung dieser Tatsache in die Notengebung entstanden Spannungen in den Gruppen und teilweise Unzufriedenheit mit der Benotung.
- Es zeigte sich auch, dass ein verhältnismäßig eng abgestecktes Thema für ein ganzes Unterrichtsjahr zu lang ist.
- Im Laufe des Jahres hat sich leider auch unerfreuliche schulinterne Begleitmusik eingestellt. Von gewisser Kollegenseite wurde immer wieder (bei den und über die SchülerInnen) verbreitet, dass in der Physik nichts mehr gelernt wird!

Trotz dieser Probleme und sich daraus ergebenden Verbesserungsnotwendigkeiten wollen wir an diesem Grundkonzept festhalten und es weiter verbessern. Dies auch wegen der durchwegs positiven Rückmeldungen der SchülerInnen.

Insgesamt sehen wir und auch die SchülerInnen die fünf wesentlichen Elemente dieses Unterrichtskonzeptes:

*Kernstoff - selbstständige Vertiefung - Schülerexperimente -  
Entwickeln von Vorrichtungen - multimediale Aufbereitung und Präsentation*

als sinnvoll und gewinnbringend an. Dieses Unterrichtsjahr hat allerdings gezeigt, dass wir manche Zielsetzungen allerdings etwas reduzieren sollten.

*Bruno Putz, Herbert Struber*