



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S6 „Titel des Schwerpunktes“

DISKO UND PHYSIK

Verschiedene Elemente einer Diskothek physikalisch betrachtet

ID 570

OStR Mag. Theodor Duenbostl

Theodor.Duenbostl@univie.ac.at

GRG10 Ettenreichgasse 41-43

1100 Wien

Wien, Juli 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 Ausgangssituation.....	5
1.2 Lehrplanbezug	5
1.3 Herausforderungen, Ziele und Erwartungen	6
2 METHODEN / DURCHFÜHRUNG	7
2.1 Vergabe der Themen	7
2.2 Fragestellungen an die Schüler/innen.....	7
2.3 Geplante Unterrichtsthemen	7
2.4 Unterrichtsmethoden.....	8
2.4.1 Expertenvorträge	8
2.4.2 Experimente, die die Schüler/innen selbst durchführen	8
2.4.3 Demoexperimente.....	8
2.4.4 Computersimulation	8
2.4.5 Berechnungen.....	8
2.5 Zeitlicher Ablauf	8
2.6 Unterrichtsmodule	9
2.6.1 Lautsprecherboxen	9
2.6.2 Lasershow und Nebelmaschine	10
2.6.3 Bildprojektoren	10
2.6.4 Spiegelkugel – Lichtausbreitung und Reflexion	11
2.6.5 Farben.....	11
2.6.6 Schwarzlicht.....	12
2.6.7 Lärmmessung und „Lärmampel“	13
2.6.8 Seifenblasen	13
2.7 Expertenvorträge	14
2.7.1 Lärmschäden aus der Sicht des Technikers	14
2.7.2 Lärmschäden aus der Sicht des Arztes.....	15
2.8 Lautstärkemessung bei Diskomusik.....	15

3	ERGEBNISSE	16
3.1	Messergebnisse	16
3.1.1	Auswertung der Messwerte an den Lautsprecherboxen	16
3.1.2	Audiogramm einer Schülerin	16
3.1.3	Lautstärkemessung in der Disko	17
3.1.4	Lautstärkemessung beim Schulball	18
3.2	Meinung der Schüler/innen – Bericht der externen Evaluation	18
3.2.1	Ziele des Projektes.....	18
3.2.2	Erhebungsmethode und Vorgangsweise bei der Auswertung.....	18
3.2.3	Auswertung der Aussagen	19
3.2.4	Resumée.....	27
3.3	Ergebnisse aus Sicht des Projektleiters	27
3.3.1	Erhöhung der Motivation	27
3.3.2	Querverbindung Physikunterricht und Freizeit	28
4	DISKUSSION UND AUSBLICK	29
4.1	Diskussion der Ergebnisse der externen Evaluatorin.....	29
4.2	Nachhaltigkeit	30
4.3	Beteiligung der Schüler/innen	30
4.4	Ausblick.....	30
4.4.1	Mögliche Verbesserungen	30
4.4.2	Projektwiederholung.....	31
4.4.3	Außerschulische Lernorte	31
4.4.4	Veränderung des Unterrichts	31
5	ANHANG	32
5.1	Schülererwartungen.....	32
5.2	Lautsprecherboxen	32
5.3	Lasershow und Nebelmaschine	33
5.4	Farben.....	33
5.5	Schwarzlicht.....	34
5.6	Vorträge zum Thema „Lärmschäden“	34
5.7	Lautstärkemessung beim Schulball 2007.....	36
5.8	Unterrichtsmaterial zum Thema Lärm und Lärmschutz	36
6	LITERATUR.....	37

ABSTRACT

Das Projekt sollte die Verbindung von Alltag und Schule zeigen und die Möglichkeit geben, theoretisches Wissen in der Praxis anzuwenden. Zur Steigerung des Interesses am Physikunterricht sollte die Disko in die Schule gebracht werden.

Anhand von optischen Effekten in der Disko wurden wesentliche Themen des Optik-lehrstoffs durchgearbeitet. Durch Expertenvorträge wurden Themen der Akustik vertieft und auf die Gefahren durch Lärm eindringlich verwiesen.

Den Schüler/innen gefiel die Verbindung zwischen Freizeitaktivitäten und Physik und sie waren auch beeindruckt von den möglichen Folgen zu lauter Musik.

Ihre Motivation für den Physikunterricht konnte jedoch nicht mehr gesteigert werden, weil sie bereits im Jahr davor ein sehr erfolgreiches Projekt („Physik des Praters“) durchgeführt hatten. Sie verglichen die beiden Projekte immer wieder miteinander und kamen zu dem Schluss, dass ihnen das Prater-Projekt besser gefallen hatte. Als einen Grund nannten sie, dass beim Prater-Projekt mehr Aktivitäten außerhalb der Schule stattgefunden hatten. Weiters fühlten sie sich in diesem Schuljahr lernmäßig mehr belastet.

Schulstufe: 11. Schulstufe, 7. Klasse Gymnasium

Fächer: Physik

Kontaktperson: OStR Mag. Theodor Duenbostl

Kontaktadresse: BG 10, 1100 Wien, Ettenreichgasse 41-43

Schüler/innen: 20, davon 14 Mädchen

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation

Die Klasse hat im Schuljahr 2005/06 Teile des Physikunterrichts im Rahmen des MNI-Projekts „Physik des Praters“ erlebt. Die Begeisterung der Schüler/innen für diese Unterrichtssequenzen war im Vergleich zu den herkömmlich gestalteten Unterrichtsstunden sehr groß. Die Klasse bestand aus 14 Schülerinnen und 6 Schülern, die großteils nicht sehr an Naturwissenschaften interessiert waren. Das Gymnasium hat im Vergleich zum Realgymnasium weniger naturwissenschaftliche Fächer und wird wohl auch deshalb von vielen Schüler/innen ausgewählt. Daraus ergibt sich, dass Schüler/innen im Gymnasium häufig besonders schwer zu motivieren sind, den Physikunterricht aktiv mitzugestalten.

1.2 Lehrplanbezug

Zitate aus dem Physiklehrplan:

.... Ziel des Physikunterrichts ist daher die Vermittlung des nötigen Rüstzeuges zum verstehenden Erleben von Vorgängen in Natur und Technik und keinesfalls nur das Informieren über sämtliche Teilgebiete der Physik.

Das Ziel ist der Erwerb folgender Fähigkeiten, Fertigkeiten und Werthaltungen:

- *Informationen sammeln, hinterfragen und argumentieren können*
- *eigene Arbeiten zielgruppengerecht präsentieren können*
- *Problemlösungsstrategien einzeln und im Team entwickeln können*
- *eigenständig arbeiten können*
- *umweltbewusst handeln können*
- *mit Expertinnen und Experten sprechen, Expertenmeinungen hinterfragen und grundlegendes Fachvokabular richtig anwenden können*
- *physikalische Zusammenhänge darstellen können*
- *Diagramme erstellen und interpretieren können*

Dabei ist exemplarisch an mindestens einer Thematik pro Schulstufe eine größere Erklärungstiefe anzustreben und vermehrte Möglichkeit zur eigenständigen Befassung zu geben. Dies ist nach Möglichkeit auch fächerübergreifend durchzuführen.

Spezielle Themen aus dem Lehrplan:

Akustik als Wiederholung und Erweiterung des Lehrstoffs der 6. Klasse

Optik:

- Ausbreitung des Lichtes
- Brechung und Totalreflexion
- Interferenz und Beugung

1.3 Herausforderungen, Ziele und Erwartungen

- Durch die Themenstellung und einen gemeinsamen Besuch einer Diskothek soll die Motivation der Schüler/innen für physikalische Betrachtungen noch weiter intensiviert werden.
- Die Schüler/innen sollen ermutigt werden, ihre eigenen Freizeitaktivitäten physikalisch zu hinterfragen und zu analysieren.
- Physikalisches Grundwissen soll nachhaltiger erworben werden, indem praxisbezogene Aufgaben gelöst werden.

2 METHODEN / DURCHFÜHRUNG

2.1 Vergabe der Themen

Das Projekt sollte die Verbindung von Alltag (Freizeitverhalten) und Schule zeigen und die Möglichkeit geben, theoretisches Wissen in der Praxis anzuwenden.

Das Hauptthema des Projekts war daher die Behandlung von Elementen, wie sie in der Disco vorkommen. Dazu musste bei den Schüler/innen erhoben werden, was ihnen bekannt war und was sie sich wünschten.

2.2 Fragestellungen an die Schüler/innen

Die Schüler/innen wurden über das geplante Projekt informiert und sollten ihre Erwartungen angeben, indem sie auf zwei Fragen schriftlich antworten mussten. Mit Hilfe dieser Befragung wurden dann die Themen festgelegt.

1. Wobei kommt in der Diskothek Physik vor?
2. Was wünschst du dir im Unterricht über Physik der Disco zu hören?

Zahlreich wurden als Antwort auf die erste Frage Lichteffekte, Schwarzlicht und Nebelmaschinen genannt, aber auch Lautsprecher und Verstärker.

Bei der zweiten Frage waren ebenfalls Schwarzlichtlampen (UV-Lampen) und Nebelmaschinen im Vordergrund. Allerdings äußerten manche Schüler zum Unterschied von den Schülerinnen gar keine Wünsche. Dies war bereits ein Signal, dass das Projekt vielleicht nicht ganz so spannend verlaufen könnte wie das des Vorjahres.

2.3 Geplante Unterrichtsthemen

Nach der Befragung der Schüler/innen und der Berücksichtigung des Lehrplans ergaben sich die folgenden Einheiten:

- Untersuchung von Lautsprecherboxen
- Lautstärkemessung und Gefahren durch Lärm
- Einsatz einer Nebelmaschine zur Sichtbarmachung von Strahlengängen
- Spiegelkugel als Basis für das Thema Reflexion
- Bildprojektoren
- Farben und Farbmischung
- UV-Licht und dadurch hervorgerufene Lichteffekte
- Interferenzerscheinungen
- Lasershow und ihre Erzeugung

Bei all diesen Themen wurde als Ausgangspunkt die Disco gewählt und zu einer ausführlichen physikalischen Erklärung übergeleitet.

2.4 Unterrichtsmethoden

2.4.1 Expertenvorträge

Da die Themen „Lärm“ und „Lärmvermeidung“ im Alltag große Bedeutung haben, sollte mindestens ein Vortrag zu diesen Themen von einem außerschulischen Experten gehalten werden. Diesem würden die Schüler/innen vermutlich eher Glauben schenken als dem Physik- oder Biologielehrer, wenn es um die Gefährdung des Hörvermögens geht.

2.4.2 Experimente, die die Schüler/innen selbst durchführen

Die Schüler/innen planten Experimente und führten sie selbst durch, wo dies möglich war. Für das Kapitel „Optik“ waren Experimentiergeräte für Schüler/innen vorhanden und wurden entsprechend eingesetzt.

2.4.3 Demoexperimente

Aufwändigere Experimente oder solche, für die das Material nur in einfacher Stückzahl vorhanden war, wurden vorgezeigt. Das Experiment wurde dabei von Schüler/innen durchgeführt.

2.4.4 Computersimulation

Zur Vertiefung gewisser Themen wie z.B. „Überlagerung von Schwingungen“ (Grundlage für eine Lasershow) eigneten sich Simulationen am Computer. Es gibt dazu eine Reihe von Programmen im Internet, bei denen man alle Parameter entsprechend verändern kann. Diese standen den Schüler/innen auch zu Hause zur Verfügung, da sie alle private Internetnutzer sind.

2.4.5 Berechnungen

Die Auswertung von Messdaten erfolgte mit einer Tabellenkalkulation. Einfache Berechnungen (z.B. die Schichtdicke bei der Interferenz) wurden mit Hilfe des Taschenrechners vorgenommen.

2.5 Zeitlicher Ablauf

Projektbeginn: September 2006

Projektende: April 2007

<i>Zeit</i>	<i>Thema</i>	<i>Physikalische Inhalte</i>	<i>Methode</i>
Ende September/ Anfang Oktober 2006	Abstrahlverhalten von Lautsprechern	Beugung	Schüler/innen messen Lautstärke und protokollieren die Messwerte, Berechnungen
Mitte Oktober 2006	Lasershow und Nebelmaschine	Überlagerung von Schwingungen	Demoexperimente, Computersimulation

November 2006	Spiegelkugel, Projektoren	Lichtausbreitung und Reflexion Optische Abbildung	Demoexperimente, Berechnungen
Ende November/Anfang Dezember 2006	Farbfilter	Spektrum, Farbmischung	Experiment für Schüler/innen-Gruppen Computersimulation
Anfang Dezember 2006	Schwarzlicht	Spektrum, UV-Strahlung	Experiment für Schüler/innen-Gruppen, Demoexperiment
14. Dezember 2006	Lärmmessung in der Schule beim Tag der Oberstufe Vorstellung der „Lärmampel“		
Dezember 2006	Seifenblasen	Interferenz an dünnen Schichten	Schüler/innen-Experimente, Demoexperiment
13. Dezember 2006	Vortrag von Dipl. Ing. Gaafar	Lärm und Schutz vor Gehörschäden, Auswirkung auf das Volksvermögen	Vortrag eines Experten von der AUVA
14. Februar 2007	Vortrag von Dr. Klaus Eberhard	Gehörschäden, Aufnahme eines Audiogramms	Vortrag eines Arbeitsmediziners
27. April 2007	Lautstärkemessung auf dem Schulball		

2.6 Unterrichtsmodule

2.6.1 Lautsprecherboxen

Die Aufgabenstellung war die Untersuchung des Abstrahlverhaltens von Lautsprecherboxen. Gemeinsam mit Prof. Franz Knapp, der die Schulband des GRG10 leitet, wurden die geeigneten Vorbereitungen getroffen. Mit Hilfe eines Sondenmikrofons sollte die Intensität des abgestrahlten Tons im Umkreis eines Lautsprechers von den Schüler/innen ausgemessen werden.

Der Unterschied von Hochton- und Tieftonlautsprechern sollte erkannt werden. Beide Lautsprecher strahlten einen Sinuston mit der Frequenz 1 000 Hz und in einem weiteren Versuch einen Ton mit 100 Hz ab.

Im Bereich um den Lautsprecher wurden in 10-Grad-Schritten Messpunkte angebracht. Der Reihe nach wurde zunächst beim Hochtonlautsprecher die Intensität des abgestrahlten Signaltons von 1 000 Hertz in 1 m Abstand bestimmt und notiert.



Dann wurde der Vorgang für einen Ton mit 100 Hz wiederholt.

Die beiden Messreihen wurden anschließend für den Tieftonlautsprecher durchgeführt. Die Messergebnisse wurden in die Tabellenkalkulation eingegeben und für die grafische Darstellung aufbereitet.

Abb. 1: Messung vor dem Lautsprecher

2.6.2 Lasershow und Nebelmaschine

Dem Wunsch nach der Lasershow wurde durch den Ankauf eines einfachen Laserprojektors entsprochen. Um jedoch die Wirkungsweise dieses Gerätes zu erfassen, wurden entsprechende Vorversuche durchgeführt.

Zunächst wurde die Schwingungsüberlagerung mit Hilfe eines Laserstrahls gezeigt. Der Versuch wurde folgendermaßen durchgeführt:

Ein Laserstrahl wurde an 2 Spiegeln auf Blattfedern reflektiert. Die Blattfedern wurden in Schwingung versetzt, wobei ihre Schwingungsebenen unter 90 Grad angeordnet waren. Als Ergebnis der Überlagerung erhielt man Muster auf dem Schirm, so genannte Lissajous-Figuren.

Danach wurden mit Hilfe eines speziellen elektronischen Signalgebers Lissajousfiguren mittels Oszilloskop sichtbar gemacht. Dieser Signalgeber wurde von mir selbst hergestellt und erzeugt die beiden unter 90 Grad versetzten Schwingungen elektronisch.

Erst nach diesen Erklärungen kam der Laserprojektor zum Einsatz. Mit Hilfe der Nebelmaschine wurde die von dem Projektor erzeugte Lasershow noch eindrucksvoller.

Die Nebelmaschine erzeugte durch Verdampfen einer speziellen Flüssigkeit Wassertropfen, an denen das Licht reflektiert bzw. gestreut wurde.



Abb. 2: Laserprojektor



Abb. 3: Lasershow

2.6.3 Bildprojektoren

Die Funktionsweise eines Diaprojektors wurde anhand von Experimenten besprochen, die die Schüler/innen selbst durchführen konnten. Wenn auch Diaprojektoren den Schüler/innen kaum mehr bekannt sind, werden sie doch in abgewandelter Form noch immer eingesetzt, z.B. zur Bildprojektion auf Gebäude, Gehwege oder Wände in der Disko.



Abb. 4: Sichtbarer Strahlengang beim Modell eines Diaprojektors

Auch der Datenprojektor (Beamer) arbeitet prinzipiell nach dem gleichen Prinzip.

Als Voraussetzung wurden optische Abbildungen durch Linsen behandelt, wozu wieder Experimente für die Schüler/innen zur Verfügung standen. Das Experimentierset bestand aus einer Lichtquelle und verschiedenen Linsen, mit deren Hilfe die unterschiedlichen Abbildungen gezeigt und besprochen wurden. Mit dem Experimentierset konnte ein einfacher Diaprojektor zusammengestellt werden, so dass alle Schüler/innen die für die Bildprojektion wesentlichen Teile unmittelbar kennenlernten.

Als Abschluss wurde ein Demoexperiment zum Diaprojektor aufgebaut. Dabei kam wieder die Nebelmaschine zum Einsatz, die die Strahlengänge bei der Abbildung gut erkennbar machte.

2.6.4 Spiegelkugel – Lichtausbreitung und Reflexion

Spiegelkugeln waren den Schüler/innen bekannt und sind auch bei ihren Wünschen vorgekommen. *Eine Kugel ist mit kleinen Spiegeln beklebt und dreht sich. Bei Beleuchtung der Kugel werden Lichtpunkte an den Wänden erzeugt.*



Abb. 5: Spiegelkugel

Ziel der Einheit war die Erklärung der Beobachtung, dass sich die Lichtpunkte sehr schnell auf der Wand bewegen, obwohl sich die Kugel selbst nur langsam dreht. Am Beginn der Einheit stand die Wiederholung

des Reflexionsgesetzes, das allen Schüler/innen aus der Unterstufe bekannt sein musste. Es standen Experimentiersets für die Schüler/innen zur Verfügung. In diesen befanden sich neben ebenen Spiegeln und einer optischen Scheibe mit Winkelgrad-Einteilung auch gebogene Spiegel, um auch Hohl- und Wölbspiegel zu besprechen.

Die Schüler/innen sollten den Spiegelstreifen auf die optische Scheibe legen und einen Lichtstrahl auf den Spiegel richten. Danach wurden Einfallswinkel und Reflexionswinkel abgelesen.

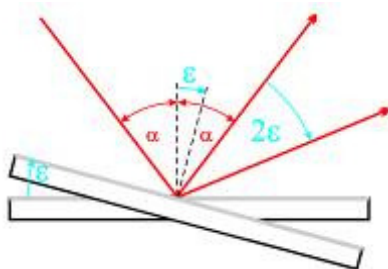


Abb. 6: Drehung des reflektierten Strahles

Anschließend wurde der Spiegel um einen bestimmten Winkel verdreht und die Ablenkung des reflektierten Lichtstrahls bestimmt. Es stellte sich heraus, dass dieser um den doppelten Winkel abgelenkt wird.

Die doppelt so große Ablenkung des Lichtstrahls bei Verdrehung des Spiegels um einen bestimmten Winkel ist eine Ursache für die rasche Bewegung der Lichtpunkte an der Wand. Die zweite Ursache ist der längere Weg der Lichtpunkte auf der von der Lichtquelle weit entfernten Wand.

2.6.5 Farben

Das Thema „Additive Farbmischung“ wurde mit Experimenten begonnen, die die Schüler/innen selbst durchführen konnten. Durch eine Farbblende vor der Experimentierleuchte wurden bunte Lichtkegel erzeugt, die durch Spiegel auf eine Projektionsfläche abgelenkt wurden. Dort entstanden die entsprechenden Mischfarben.

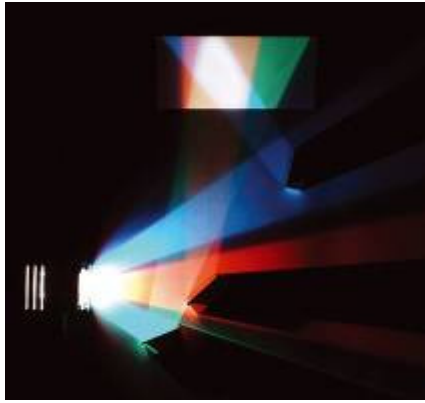


Abb. 7: Farbmischung bei den Gruppen-Experimenten

Anschließend projizierten drei Diaprojektoren mit Farbfiltern große Farbkreise. Durch Verschieben der Projektoren konnten die Farben gemischt werden. Dabei war gut zu erkennen, dass die Mischung aller drei Grundfarben mit gleicher Intensität weiß ergibt.

Parallel dazu haben sich die Schüler/innen mit Hilfe von Simulationsprogrammen im Internet mit diesem Thema beschäftigt (Applets auf Physik-Seiten, siehe Literatur). Dies leitete über zur Besprechung der Farbmischung in Grafikprogrammen.

Die Behandlung der additiven Farbmischung war notwendig zur Erklärung der Farben beim Farbfernsehgerät und Computerbildschirm.

Vielen Schüler/innen war nicht bewusst, dass beim Farbdrucker die Farben auf andere Weise (subtraktive Farbmischung) zustande kommen und dass dies zu unterschiedlichen Eindrücken eines Bildes auf dem Bildschirm und in gedruckter Form führen kann.

Im Anschluss an die additive Farbmischung wurden noch die farbigen Schatten analysiert. Die Mischfarben wurden mit dem Ausblenden einzelner Grundfarben

durch Hindernisse im Lichtweg erklärt. Die Schüler/innen konnten alle Möglichkeiten ausprobieren, indem sie entweder Gegenstände oder sich selbst in den Lichtweg brachten.



Abb. 8: Farbmischung mit Diaprojektoren

2.6.6 Schwarzlicht

Da bei den Wünschen der Schüler/innen sehr oft die Lichteffekte durch Schwarzlichtlampen vorgekommen waren, wurde das Thema ausführlich behandelt.

Unter Schwarzlichtlampen versteht man spezielle Leuchtstoffröhren, die vermehrt ultraviolettes Licht abstrahlen. Eine spezielle Beschichtung sorgt dafür, dass das sichtbare Licht weitgehend absorbiert wird und nur blaue und kurzwelligere Anteile (UV) durchgelassen werden.



Abb. 9: Farben, die im UV-Licht leuchten

Das UV-Licht ließ verschiedene Stoffe anders erscheinen als das sichtbare Licht. Weiße Stoffe der Bekleidung und die Zähne erschienen in strahlendem Weiß und Klebebänder in speziellen Farben (Neonfarben) leuchteten besonders hell auf. Mit den Klebebändern wurden diverse Muster erzeugt, die im abgedunkelten Raum im UV-Licht besonders hell leuchteten.

Ein Stempel mit dem Schul-Logo wurde mit einer speziellen UV-Tinte auf die Hand gestempelt. Bei normaler Beleuchtung war der Stempelabdruck unsichtbar, im UV-

Licht leuchtete er auf. *Derartige Stempel werden mitunter zur Eintrittskontrolle in Diskotheken verwendet.*

In weiterer Folge prüften die Schüler/innen Geldscheine auf ihre Echtheit und lernten so die entsprechenden Sicherheits-Merkmale kennen.

In der letzten Einheit zu diesem Thema wurde gezeigt, wie UV-Licht Inhaltsstoffe sichtbar machen kann. In manchen Getränken (Tonicwater) ist Chinin enthalten, das im UV-Licht grünlich leuchtet. Die Weißmacher in Waschmitteln (heute stark reduziert) lassen die Wäsche besonders weiß erscheinen und im UV-Licht aufleuchten. Der gegenteilige Effekt wird bei speziellen Waschmitteln für dunkle Gewebe gewünscht, weshalb es eigene Waschmittel für dunkle Wäsche gibt.

2.6.7 Lärmmessung und „Lärmampel“



Abb. 10: Lautstärke des MP3-Players

Beim Themenkreis „Lärm“ kam mir ein Gerät in den Sinn, das ich auf einer Lehrmittelmesse gesehen hatte. Je nach Lautstärke leuchteten die Ampellampen grün, gelb oder rot auf. Dieses Gerät ließ ich für das Projekt nachbauen und erweitern. Ich wollte die Anzeige der gemessenen Lautstärke in dB integriert haben und außerdem einen Anzeigebalken mit 10 Lampen. Das Lautstärkemessgerät selbst sollte abnehmbar und batteriebetrieben sein, sodass es überall einsetzbar ist. Als Anzeigelampen wurden 5 grüne, 3 gelbe und 2 rote Glühlampen gewählt.



Abb. 11: Lärmampel

Die Lampen werden vom Lautstärkemessgerät angesteuert. Grün signalisiert gefährlose Lärmumgebung, gelb erhöhten und rot gefährlichen Lärmpegel.

Die Lampen werden vom Lautstärkemessgerät angesteuert. Grün signalisiert gefährlose Lärmumgebung, gelb erhöhten und rot gefährlichen Lärmpegel.

Die Schüler/innen sollten einen Ohrhörer ihres MP3-Players an das Gerät halten und die Lautstärke so einstellen, wie sie üblicherweise hören. Das erschreckende Ergebnis war, dass fast alle eine zu hohe Lautstärke eingestellt hatten (teilweise über 100 dB).

Die „Lärmampel“ kam auch am „Tag der Oberstufe“ zum Einsatz. Bei dieser Veranstaltung präsentierten Oberstufenschüler/innen Projekte für die Schüler/innen der Unterstufe. Die Schüler/innengruppen der Unterstufe bekamen die Aufgabe, möglichst laut zu schreien, den Messwert abzulesen und möglichst viele der Anzeigelampen zum Leuchten zu bringen.

2.6.8 Seifenblasen

Eine Seifenblasenmaschine bildete den Einstieg zum Themenkreis Interferenz. *Die Farben an schillernden Seifenblasen kommen durch Interferenz von Licht an der dünnen Seifenhaut zustande. Je dünner die Seifenhaut ist, desto farbenprächtiger ist die Erscheinung.*

Um die Schwarzlichtlampe wieder einmal zum Einsatz zu bringen, versuchten wir zunächst mit Hilfe eines maschinellen Seifenblasenspenders Seifenblasen aus einer

speziellen Seifenlösung zu erzeugen. Diese leuchteten bei UV-Licht, das Ergebnis war allerdings enttäuschend. Die Seifenblasen verschmutzten jedoch den Experimentiertisch und den Fußboden, was man bei normalem Licht nicht erkannte. Im UV-Licht konnte man selbst nach mehrmaliger Reinigung noch immer die Spuren dieses Experiments erkennen.

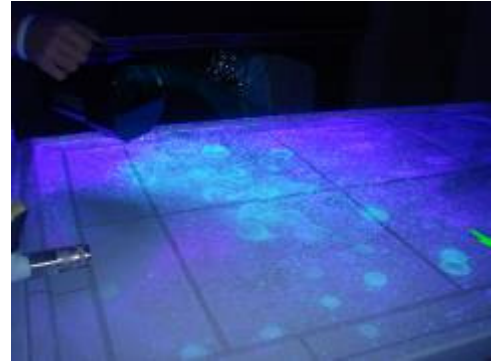


Abb. 12: Seifenlösung im UV-Licht

Für die Farberscheinungen wurde eine „normale“ Seifenlösung verwendet. Die Seifenblasenmaschine erzeugte Seifenblasen, deren Haut zu dünn war, um besonders kräftige Farben zu erhalten.

Die Schüler/innen erzeugten dann mit Hilfe von Trinkhalmen die Seifenblasen selbst und konnten dadurch die schönsten Farben beobachten, bis zum Zerplatzen der Seifenblasen. Unmittelbar davor waren kleine schwarze Punkte in der Seifenhaut erkennbar. *Das sind Stellen, an denen die Schichtdicke nahezu null ist (schwarzer Fleck).*

2.7 Expertenvorträge

2.7.1 Lärmschäden aus der Sicht des Technikers

Das mangelnde Bewusstsein der Gefährdung des Hörvermögens bei den Schüler/innen veranlasste mich zur Einladung eines Experten der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) in die Schule.

Herr Dipl.Ing. Gaafar begann seinen Vortrag mit Informationen zur Funktionsweise des Gehörs, was den Schüler/innen großteils aus dem Biologieunterricht bekannt war. Anschließend erklärte er die möglichen Schädigungen des Gehörs durch Lärmeinwirkung und dass diese auch irreparabel sein können.

Der Schwerpunkt des Vortrags war die Lärmschwerhörigkeit und der Gehörschutz im Berufsleben. Dabei versuchte der Vortragende den Schüler/innen eindringlich klar zu machen, wie wichtig entsprechende Schutzmaßnahmen sind, da fehlender Lärmschutz durch die Krankheitsfolgen den Staat belastet. Als besonders gefährdet nannte er die Angestellten in Diskotheken, die zum Unterschied zu den Besuchern dem Lärm täglich ausgesetzt sind.



Abb. 13: Vortrag des AUVA-Technikers

Der Vortragende spielte Hörbeispiele vor, die simulierten, wie ein schwerhöriger Mensch bestimmte Worte oder Tonbeispiele hört. Er wies auf die Aufgaben der AUVA hin, zu denen neben Hilfestellung zur Lärmvermeidung und Entwicklung von Maßnahmen zum Gehörschutz auch die Erstellung von Audiogrammen gehört.

2.7.2 Lärmschäden aus der Sicht des Arztes

Im zweiten Expertenvortrag zum Thema „Lärm“ ging es eher um den privaten Bereich als um das Berufsleben. Der Arbeitsmediziner Dr. Eberhard wiederholte eingangs den Aufbau des Gehörs, ging dann jedoch schnell auf die Schallweitergabe ein. Er zeigte z.B. mit einer Stimmgabel, dass der Schall nicht nur über das Ohr aufgenommen, sondern auch über die Schädelknochen weitergeleitet wird.

Mit Hilfe von Audiogrammen wird das Hörvermögen getrennt für beide Ohren getestet. Der Testperson wird ein Ton mit bestimmter Frequenz mit steigender Lautstärke vorgespielt. Sobald die Person den Ton hört, gibt sie das durch Drücken eines Tasters bekannt. In dem Audiogramm kann man dann ablesen, welche Lautstärke die Testperson benötigt, um verschiedene Frequenzen zu hören.

Von einer Schülerin wurde ein Audiogramm aufgenommen und nach einer halben Stunde Musikhörens zu Vergleichszwecken ein zweites.

Dr. Eberhard wies am Schluss seines Referats darauf hin, dass die besondere Gefahr für das Gehör heute davon ausgeht, dass sich die Schallquelle unmittelbar am Ohr befindet.

Er wies auch noch auf eine weitere Belastung des Körpers durch Schall hin. Bei den starken Lautsprechern, wie sie teilweise in Autos angebracht werden, erzeugen die tiefen Töne so starke Luftschwingungen, dass sie spürbar sind.

2.8 Lautstärkemessung bei Diskomusik

Eigentlich war geplant, dass Schüler/innen mit dem Lautstärkemessgerät in einer Diskothek an verschiedenen Stellen Messungen vornehmen. Sie sollten eine Zeichnung anfertigen und diese Stellen einzeichnen. Dann sollten sie an den ausgewählten Punkten die Lautstärke messen und eintragen.

Da diese Aufgabe nur unzureichend umgesetzt wurde, wurde die Aufgabenstellung auf Lautstärkemessungen beim Schulball ausgedehnt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Messergebnisse

3.1.1 Auswertung der Messwerte an den Lautsprecherboxen

In der Tabelle stehen die Messergebnisse für die Lautstärke, wie sie das Sondenmikrofon lieferte.

Zunächst wurden mit Hilfe des Maximalwertes, der bei den beiden Lautsprechern an unterschiedlichen Stellen auftrat, die Prozentanteile berechnet.

Die grafische Darstellung (Prozentzahlen gegen Winkel aufgetragen) war jedoch unbefriedigend. Daher wurden die entsprechenden kartesischen Koordinaten berechnet, mit dem Prozentsatz der aufgenommenen Intensität multipliziert und dann ein x/y-Diagramm angefertigt.

Tiefton	Tiefton	Hochton
1000 Hz	100 Hz	1000 Hz
4,0	7,0	7,5
5,0	7,0	7,5
6,0	8,0	7,0
7,0	7,5	6,0
7,5	8,0	5,5
8,0	8,0	6,0
7,5	8,0	6,0
7,0	7,0	5,0

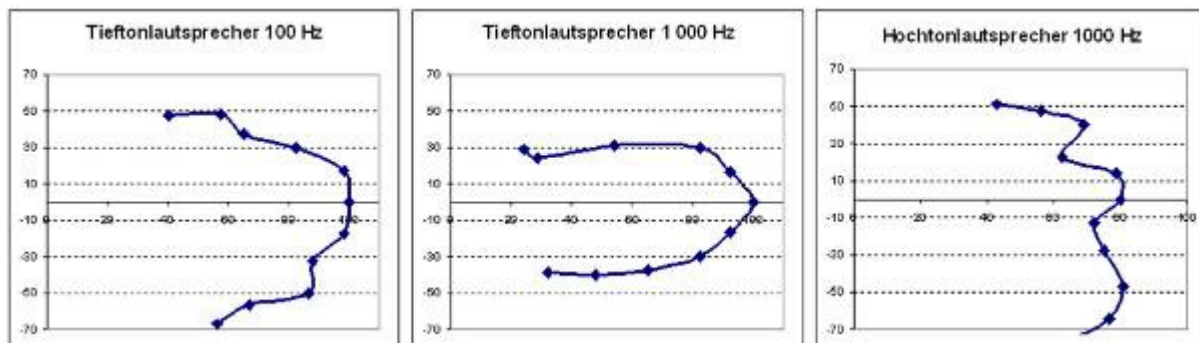


Abb. 14: Grafisch aufbereitetes Ergebnis der Lautsprecheruntersuchung

Das Ergebnis entsprach der Erwartung aufgrund der Beugung der Schallwellen. Derartige Diagramme werden normalerweise in der Schule nicht aufgenommen. Die Messung der Intensität bei 100 Hz am Hochtonlautsprecher konnte nicht durchgeführt werden, da der Lautsprecher diesen tiefen Ton sehr schlecht abstrahlte.

3.1.2 Audiogramm einer Schülerin

Eine Schülerin, die sich freiwillig gemeldet hatte, sollte zwischen zwei Audiogrammen eine halbe Stunde lang mit Kopfhörern laute Musik hören.

Nach dem ersten Audiogramm sagte ihr der Arzt auf den Kopf zu, dass sie offenbar entgegen der Anweisung bereits Musik gehört hatte. Er konnte das aus dem Diagramm ablesen. Die Schülerin musste zugeben, ihren MP3-Player auf dem Schulweg verwendet zu haben. Die Schüler/innen der Klasse waren beeindruckt davon, dass ein Audiogramm soviel Information enthält.

Sehr zum Erstaunen der Schüler/innen empfahl der Arzt der betroffenen Schülerin statt auf den Führerschein auf ein Hörgerät zu sparen. Ob sie das ernst nahm?



Abb. 15: Aufnahme eines Audiogramms

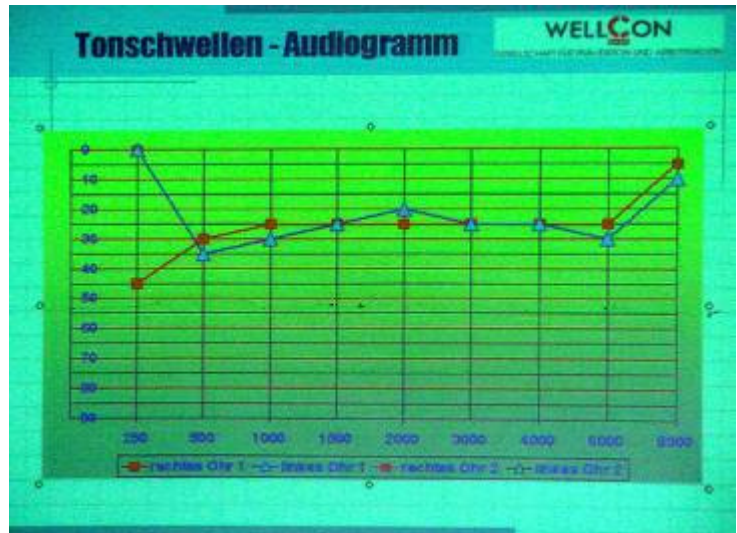


Abb. 16: Das Audiogramm der Schülerin

3.1.3 Lautstärkemessung in der Disko

Von dieser Aufgabenstellung waren die Schüler/innen wenig begeistert und brachten unterschiedlichste Begründungen vor, warum sie dies nicht durchführen wollten.

Eine Schülerin erklärte sich schließlich bereit, in einer Sporthalle beim Volleyballtraining Lautstärkemessungen vorzunehmen. Sie kam zu dem Ergebnis, dass es an verschiedenen Stellen praktisch keine Unterschiede in der Lautstärke gab, sondern in der ganzen Halle laut war.

Eine Schülerinnengruppe besuchte dann doch eine Diskothek und erledigte die Messaufgabe. Sie trugen die Messstellen in eine Zeichnung ein und gaben dazu den gemessenen Lautstärkewert an. Diese Zeichnung präsentierten die Schüler/innen Mitschüler/innen.

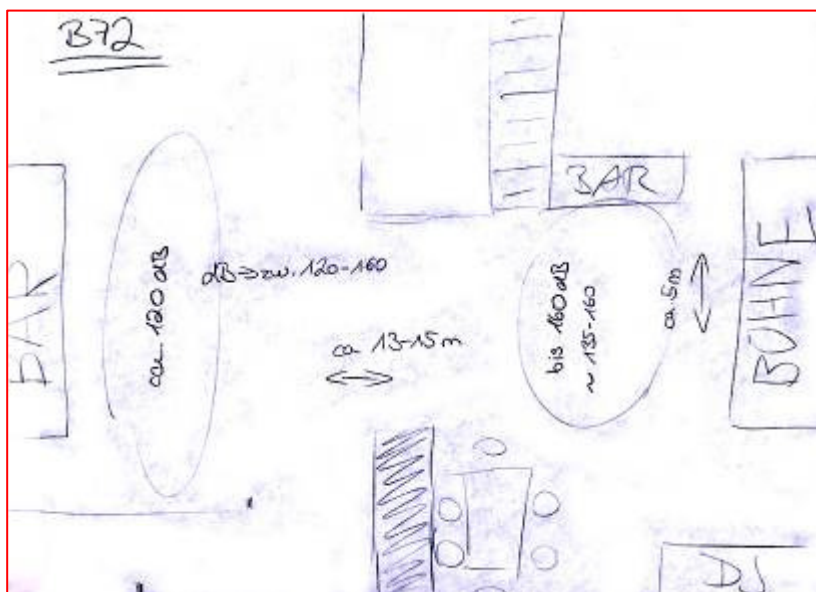


Abb. 17: Lautstärke in einer Disko

3.1.4 Lautstärkemessung beim Schulball

Im Ballsaal war die Lautstärke eindeutig zu hoch, was auch die Ballbesucher unangenehm bemerkten. Nach Intervention bei der Musikgruppe wurde die Lautstärke etwas reduziert. Die Messung ergab dann 102 dB weniger, was einer Halbierung der Lautstärke entspricht.

In der Disko des Schulballs wurde ebenfalls die Lautstärke gemessen, wobei Spitzenwerte bis zu 120 dB auftraten.

Diese Messungen wurden in der darauf folgenden Unterrichtsstunde besprochen und wieder auf die Gefahren zu lauter Musik hingewiesen.



Abb. 18: Lautstärkemessung beim Schulball

3.2 Meinung der Schüler/innen – Bericht der externen Evaluation

Ich wurde eingeladen, das MNI-Projekt, das Mag. Theodor Duenbostl im Schuljahr 2006/07 am Bundesgymnasium 10, Ettenreichgasse, durchführte, zu evaluieren. Wir einigten uns auf Gruppeninterviews mit ausgewählten Schüler/innen aus der betroffenen 7. Klasse.

Dr. Anna Streissler¹, anna.streissler@univie.ac.at

3.2.1 Ziele des Projektes

Die Ziele des Projektes formulierte der Lehrer in dem IMST-Projektantrag: „Durch die Themenstellung und gemeinsame Besuche einer Diskothek soll die Motivation der Schüler/innen für physikalische Betrachtungen [nach dem im vorangegangenen Schuljahr durchgeführten Projekt „Physik des Praters“, Anna Streissler] noch weiter intensiviert werden. Die Schüler/innen sollen ermutigt werden ihre eigenen Freizeitaktivitäten physikalisch zu hinterfragen und zu analysieren. Physikalisches Grundwissen soll nachhaltiger erworben werden, indem praxisbezogene Aufgaben gelöst werden.“

3.2.2 Erhebungsmethode und Vorgangsweise bei der Auswertung

Ich verwendete für die Gruppeninterviews einen Frageleitfaden, den ich mit Professor Duenbostl abgesprochen hatte:

- Einstieg: kurze Beschreibung des Projektes
- positive Aspekte
- negative Aspekte

¹ Kultur- und Sozialanthropologin mit Schwerpunkt Kinder- und Jugendforschung und Bildungsforschung. Lektorin an der Universität Wien, Projektmitarbeiterin am IUS Klagenfurt.

- Tipps und Verbesserungsvorschläge
- Wenn die Schüler/innen in einem Jahr an das Projekt zurückdenken, woran werden sie sich erinnern?
- Welche Unterschiede sehen sie zwischen dem Projekt „Disko und Physik“ und dem im Vorjahr durchgeführten Projekt „Physik des Praters“?
- Hat dieses Projekt ihr Interesse an Physik verändert?
- Abschlussfrage: Was sie sonst noch über das Projekt sagen wollen;

Die vier Interviews mit jeweils vier Schüler/innen fanden am 25. April statt. Ich stellte mich am Anfang einer Physikstunde kurz vor und erklärte den Sinn und Ablauf der Interviews. In meiner Vorstellung betonte ich, dass ich selbst keine Lehrerin sei und auch nicht viel Ahnung vom Stoff hätte, den die Schüler/innen im Projekt lernten, dass sie daher das Interview nicht als Prüfung verstehen sollten. Ich führte die Interviews durch, um die Meinungen der Schüler/innen zum Projekt zu erfahren, die wichtig für ihren Lehrer zur Weiterentwicklung dieses oder eines ähnlichen Projektes seien. Ich würde die Antworten in anonymer Form Professor Duenbostl weiterleiten, daher brauchten sie sich nicht zu fürchten, auch kritische Aspekte des Projekts zu diskutieren.

Die Interviews waren von unterschiedlicher Dauer. Mit zwei Gruppen konnte ich konstruktive und anregende Interviews führen, die 30 bzw. 37 Minuten dauerten, während die anderen zwei Interviews mit 15 bzw. 17 Minuten viel kürzer waren. Hier kam das Gespräch nur phasenweise in Fluss und bei meiner Abschlussfrage, wie es den Schüler/innen beim Interview ergangen sei, meinten sie zögerlich, es sei ihnen unangenehm gewesen. Mir stand ein kleiner Raum in der Schule zur Verfügung, der für die Interviews reserviert wurde, wobei wir beim letzten Interview mehrmals von jüngeren Schüler/innen gestört wurden, welche die Türe aufmachten und wieder zuschlugen. Diese Störung ließ das letzte Interview abrupt enden.

Ich nahm alle Interviews mit einem digitalen Tonbandgerät auf, transkribierte sie und wertete sie inhaltsanalytisch und texthermeneutisch aus. Auf Grund meiner Ausbildung als Ethnographin ist mir das Wiedergeben von Originalpassagen wichtig, da ich der Überzeugung bin, dass dadurch nicht nur Inhalte, sondern auch Einstellungen, Bewertungen, Beziehungen und Stimmungen deutlich werden. Da diese Daten außerdem die einzigen Evaluationsergebnisse zu dem Projekt sind, wollte ich sie in größtmöglicher Fülle und Dichte wiedergeben. Originalpassagen aus den Interviews setze ich in der folgenden Darstellung der Ergebnisse in Anführungszeichen. Ergänzungen meinerseits in den Originalzitaten habe ich mit eckigen Klammern gekennzeichnet, Auslassungen von Worten oder Sätzen habe ich mit drei Punkten in runder Klammer gekennzeichnet, besondere durch Stimmabsetzen betonte Worte habe ich kursiv gesetzt. Auf Grund der Tatsache, dass nur wenige Schüler/innen befragt wurden, verwende ich eine genderneutrale Darstellung, damit bestimmte Aussagen nicht möglicherweise auf bestimmte Schüler/innen zurückführbar sind.

3.2.3 Auswertung der Aussagen

3.2.3.1 Einstiegsfrage

Das Projekt fand vor den Osterferien statt und dauerte ein paar Wochen. Inhaltlich ging es um „die ganzen physikalischen Zusammenhänge in der Disko“, also um die

Lautstärke, um die Lautsprecher, um Lichteffekte, z.B. durch die Nebelmaschine, Laserspiele und die Diskokugel. Drei Aspekte fanden die Schüler/innen besonders bemerkenswert: 1) Gastvorträge eines Arztes und eines „Herrn von der AUVA“, die über das menschliche Gehör und Hörschäden referierten. Ein Arzt machte mit einer Schülerin einen Hörtest und riet ihr am Ende, statt auf ein Auto auf ein Hörgerät zu sparen. Dies führte manchen Schüler/innen vor Augen, wie laut sie oft Musik hörten und wie schädlich das sein könne. 2) Sie selbst ließen Unterstufenklassen am „Tag der Oberstufe“ einen Wettbewerb austragen, welche Klasse am lautesten schreien konnte und maßen die Lautstärke. Außerdem maßen sie die Lautstärke bei MP3-Playern. „Wir wollten den Schülern zeigen, wie schädlich laute Musik ist“, wobei eine der befragten Gruppen diskutierte, ab wie viel Dezibel ein Schaden eintreten konnte (sie tippten auf 100 Dezibel). Außerdem hätten sie den Unterstufenschüler/innen die Diskokugel, Neon- und UV-Licht „vorstellen dürfen“. 3) Der dritte Punkt löste die stärksten emotionalen Reaktionen aus und sorgte fast bei allen Schüler/innen für Unverständnis und Abwehr: die Tatsache, dass sie mit einem Messgerät in Diskos hätten gehen sollen, um an Ort und Stelle Messungen zur Lautstärke und dem Raum durchzuführen. Manchen war die Aufgabenstellung nicht klar („Ist das nicht so irgendwas mit dem Abstand?“), die Meinung der großen Mehrheit der befragten Schüler/innen war jedoch, dass der Besuch einer Disko mit einem so großen und auffälligen Messgerät peinlich und praktisch unmöglich sei. Es sei am Anfang des Semesters zwar geplant gewesen, dass Schüler/innen so eine Messung durchführten, das habe aber gar nicht funktioniert.

3.2.3.2 Positive Aspekte

Die Schüler/innen beschrieben das Projekt aber im Großen und Ganzen positiv und lobten auch ihren Lehrer. Es gab einige sehr allgemeine Aussagen wie: „Es war eine nette Abwechslung.“, „besser als normaler Unterricht“, man könne sich „ein bissl vorstellen, wie das alles funktioniert“, es sei „schon interessant, wie die Sachen funktionieren“. Versuche seien interessanter als anderer Stoff. Die Schüler/innen schätzten die Behandlung „aktuelle[r] Themen“, und den „praktische[n] Bezug“ statt „nur Theorie“. „Es war interessant anzuschauen, weil wenn man in der Disko ist, beachtet man diese Sachen eigentlich gar nicht.“, „Ich fand's auch cool, dass wir in Diskotheken gehen sollten... dass das so in den Unterricht einbezogen wird.“ Es wurde über die Lautstärke in der Klasse geredet. Interessant sei gewesen, wie laut es noch immer sei, wenn es halbwegs ruhig sei (also der Unterschied zwischen subjektivem und objektivem Lautstärkeempfinden). Ein/e Schüler/in machte die interessante Zusammenfassung: „So, im Unterricht total lustig, aber ich glaub nicht, dass ich was gelernt habe.“

„Der Professor nimmt sich viel Mühe dafür, man merkt, dass er außerhalb der Stunden viel vorbereitet“, die große Mühe wurde auch in einigen anderen Aussagen thematisiert. Außerdem setze er sich sehr ein, „ihm ist das wichtig, dass wir das verstehen“, „er fragt uns auch immer, was wir gerne machen würden“. Als Beispiel für den großen Einsatz führten einige Schüler/innen das Praterprojekt im letzten Jahr an, wo Professor Duenbostl den Schüler/innen „alles gezahlt“ hätte. „Es gibt Lehrer, die kommen rein, machen ihren Stoff und gehen wieder. Er will, dass wir das verstehen. Er erklärt das so lange, bis wir wenigstens so tun, als würden wir es verstehen, er vervollständigt unsere Sätze... er setzt sich wirklich ur dafür ein“, diesen Einsatz empfand ein/e Schüler/in als „bewundernswert“.

3.2.3.3 Negative Aspekte

Die Schüler/innen kritisierten auch einige Punkte am Projekt. Ihre „Begeisterung hält sich in Grenzen“, vielen sei „Physik als Unterrichtsfach egal“. Das Projektarbeiten hätte etwas von seinem Neuigkeitswert eingebüßt, „weil wir das schon so lange so machen“. Der Unterricht sei „so locker“, dadurch „nehmen [wir] es nicht so ernst“.

Bei vielen Argumenten hatte ich den Eindruck, dass die Schüler/innen zumindest implizit immer wieder Vergleiche mit dem Praterprojekt herstellten. Im Gegensatz zum letzten Jahr hätten sich die Rahmenbedingungen zum Schlechteren verändert: Es hätten sich nicht alle Schüler/innen beteiligt, seit der 7. Klasse wäre an der Schule die schulautonome Regelung eingeführt worden, dass 20% Fehlen erlaubt sei, dadurch „kommen ein paar einfach nicht“. Das Projekt sei „zeitlich nicht durchgehend“ gewesen, „es hat sich hingezogen“ und wäre „nicht so beeindruckend“ gewesen, weil sie „nicht so viel gemacht“ hätten. Negativ empfanden die Schüler/innen außerdem, dass wir viel in der Schule gemacht haben, [und] wenn wir etwas außerhalb gemacht haben, dann alleine und nicht mit der ganzen Klasse“. Die Formeln wären teilweise unverständlich („Lambda und Delta und irgendwas mit Dezibel“), wobei ein/e andere/r Schüler/in einräumte: „Er nimmt eh schon eine minimale Anzahl von Formeln“, die „aber (...) trotzdem zu viel“ sei, so ein/e andere/r Befragte/r.

Das Thema kreiste immer wieder um die praktische Unmöglichkeit, ein Lautstärkemessgerät in eine Disko mitzunehmen. „Nur eine Person hat das Gerät mitgenommen, obwohl es geheißen hat, das macht jeder“ und diese Person bevorzugte eine Sporthalle statt einer Disko. „Es ist eine süße Idee...aber dass man da mit so einer Kiste herumrennt...“ Eine andere Gruppe meinte gar, die Türsteher würden bei der Taschenkontrolle meinen, die Schüler/innen würden versuchen, „eine Bombe“ in die Disko zu schmuggeln. Abgesehen von der Tatsache, dass die Mitnahme eines so großen, unhandlichen Gerätes Schwierigkeiten bereiten würde, wäre auch die Messung selbst in einer Disko zum Scheitern verurteilt: „Es ist bummvoll, da kann man nicht einmal ein paar Schritte machen“ (die aber zum Bestimmen der Raummaße wesentlich wären). Um Bedingungen vorzufinden, unter denen man messen könnte, „müsste man schon um neun Uhr hingehen“, eine Zeit, in der nur viel jüngere Jugendliche die Disko besuchten. Diese Idee fanden die meisten Schüler/innen schlichtweg „peinlich“.

Eine Gruppe antwortete auf die Frage nach negativen Aspekten sehr allgemein („Es war schon ok“, „interessantes Thema“, „keine Erwartungen“, daher „nicht enttäuscht“), ich hatte aber den Eindruck, dass diese Schüler/innen sich entweder kaum an das Projekt erinnern konnten oder befürchteten, Kritik könne sich negativ auf sie auswirken.

3.2.3.4 Tipps

Die Schüler/innen hatte einige Tipps zur Verbesserung des Projektes:

Rahmenbedingungen: Das Projekt sollte länger dauern, zeitlich durchgehend sein (so könnten sie „am Thema bleiben“ und dadurch den Stoff besser verstehen) und weniger Theorie behandeln. Der Zeitplan sollte „straffer“ sein, jede Stunde sollte es „konkrete Anweisungen für jede Person oder Gruppen“ geben und die Durchführung sollte „verpflichtend“ sein.

Verwirrende Notizen an der Tafel: Die Notizen des Lehrers an der Tafel beschrieben einige Schüler/innen als „chaotisch bzw. „verwirrend“: „Er ist nicht wirklich unorganisiert, aber er macht vieles auf einmal, das ist verwirrend.“

Messung im Jazzkeller besser organisieren: Einen Vorfall gab es, den die Schüler/innen als chaotisch empfanden: Um die Schallmessungen nachzuholen, gingen einige Schüler/innen einmal in den Jazzkeller in der Schule. Sie hätten ausmessen sollen, wie sich die Schallwellen ausbreiten, keiner habe die Werte mitgeschrieben, worauf der Lehrer „dann aus dem Gedächtnis irgendwelche Werte an die Tafel geschrieben“ hätte. Diese Messung sei schlecht vorbereitet und „schlecht organisiert“ gewesen.

Lautstärkenmessung in der Disko mit Lehrer und allen Schüler/innen: Auch bei der Frage nach Tipps wurde wieder die Mitnahme eines Lautstärkenmessgerätes in die Disko thematisiert. Der Lehrer solle „aktiv dabei sein“ und „mit der ganzen Klasse [in die Disko] gehen, damit man merkt, dass es ein Schulprojekt ist“. „Aber wenn er z.B. selber nicht mitkommt, dann würde es auch nicht stattfinden, weil ich glaub nicht, dass irgendwelche selber in die Disko gehen und das dann messen“. Sie sollten außerdem das Gerät „alle zusammen verwenden“. Ein kleineres Gerät wäre vielleicht weniger problematisch, wobei ein/e Mitschüler/in auf die Kostenfrage hinwies: „Wer weiß, ob das die Schule zahlt oder ob er selbst es zahlt“.

Vorträge von Expert/inne/n: Bezüglich der Vorträge des Arztes und dem Herrn von der AUVA hatten die Schüler/innen unterschiedliche Meinungen. Manche fanden gut, dass diese Experten in die Schule eingeladen wurden, andere fanden, der Arzt hätte zu viel aus dem Bereich der Biologie und zu viele Details erzählt, während der andere Vortrag „besser aufgebaut“ und „interessanter“ gewesen wäre.

3.2.3.5 Wenn sie in einem Jahr an das Projekt zurückdenken, woran werden sie sich erinnern?

Auf diese Frage kamen sehr unterschiedliche Antworten:

„Ich persönlich würd mich an fast alles erinnern, weil es ein aktuelles Thema ist (...) an die Diskokugel würd ich mich sicher erinnern, weil da gibt's ja genug in der Disko (...), ich würd mich schon erinnern an das Nebelgerät, an das Messgerät mit den Lichtern vor allem.“ Auch andere Schüler/innen meinten, dass man sich praktische Dinge und „Versuche generell“ merke. „...an die Sachen, die er uns gezeigt hat, an die Nebelmaschine, an die Diskokugel“.

Wie der folgende Interviewausschnitt zeigt, prägen sich die Schüler/innen zwar visuelle Eindrücke von den Experimenten ein, aber nicht alle haben deren Sinn verstanden: „Das war so grün bis rot, die Farben durch (zweite/r Schüler/in:) „grün, gelb, rot“ (erste/r Schüler/in:) „und dann: je lauter man war, desto... (zweite/r Schüler/in:) „desto grüner wurde es, oder?“ (erste/r Schüler/in:) „nein, roter!“ (zweite/r Schüler/in:) „Aha?“ (erste/r Schüler/in:) „Ja, dann wurde es eben oben ganz rot, wenn es zu laut war und so“ (dritte/r Schüler/in:) „Das Licht ist so aufgestiegen mit der Lautstärke, das war so angekoppelt.“

Ein/e Befragte/r meinte, an das Thema Licht (Farben, wieso man überhaupt etwas sieht, Spektren) würde sie/er sich am besten erinnern, weil „was man am längsten durchgenommen hat, das bleibt halt hängen“. Interessanter Weise wurde dieser Überbegriff aber nur von dieser Person erwähnt, während viele andere Schüler/innen

nur die Geräte aufzählten, mit denen sie Versuche zu Licht durchgeführt hatten². Eine andere Person fand den Vortrag des Arztes am einprägsamsten.

Ein Vorfall fand in zwei Gruppen besonderen Anklang, nämlich der Ausfall der Nebelmaschine, den einige Schüler/innen als besonders „cool“ bezeichneten. Der Lehrer wollte den Versuch fortsetzen, worauf ein/e Schüler/in vorgeschlagen hätte, selbst Rauch zu erzeugen. Dies griff der Lehrer laut Beschreibung der Schüler/innen offensichtlich dankbar auf, sehr zu deren großem Erstaunen. „[Schüler/in fragt in der Stunde:] Na, sagt die Frau Direktor da nichts dazu? [der Lehrer antwortete:] Nein, ihr werdet ja gequält für physikalische Experimente“. „Das war die coolste Physikstunde!“

Im Gegensatz zum Praterprojekt hätte es weniger Formeln gegeben und es sei kaum gerechnet worden, eine positive Erinnerung. Es wurden aber auch Vermutungen über negative Erinnerungen angestellt: „Es hat sich keiner beteiligt“, „es ist ur vorbei-gezogen“, da die Schüler/innen in der 7. Klasse „sehr beschäftigt mit anderen Sachen“ gewesen seien. „Aber ehrlich gesagt, ich würd mich in zehn Jahren noch eher an das Praterprojekt erinnern, als an das Diskoprojekt, ich weiß nicht, ich fand das *viel cooler!*“

3.2.3.6 Wichtigste Unterschiede zu „Physik im Prater“

Wie bereits erwähnt, verglichen die Schüler/innen bei ihren Antworten auf viele Fragen das Projekt „Physik der Disko“ implizit oder explizit mit dem Vorjahresprojekt „Physik des Praters“. Die Begeisterung über dieses Projekt ist noch ein Jahr später zu spüren: „Er hat so für freiwillige Leute so die Achterbahn gezahlt und hat dann so gemessen, auch mit der Kamera gefilmt und auch gemessen, wie schnell das ganze ist und welche Höhe und *alles* Mögliche, und dann haben wir das auch mit Coach 5 ausgewertet. Das war viel interessanter, find ich.“ Die folgende Tabelle stellt die beiden Projekte an Hand von Aussagen der Schüler/innen systematisch gegenüber.

Prater	Disko
<i>Rahmenbedingung Zeit</i>	
(implizit: in der 6. Klasse war noch mehr Zeit)	Der Zeitmangel wurde in der 7. Klasse ein „riesiges Problem“: „Fast jeder von uns hat 3 oder 4 Mal Nachmittagsunterricht“. Außerdem hätten sie viel Hausübung in anderen Fächern und würden viele außergewöhnliche Aktivitäten setzen (z.B. eine Exkursion nach Polen und eine Sprachintensivwoche in England). Selbstkritisch meinte ein/e Befragte/r, es werde ausgenutzt, wenn in einem Fach nicht so viel verlangt werde.

² Keine/r der Schüler/innen verwendete Fachvokabular wie „Strahlengang“, „Reflexion“, „additive und subtraktive Farbmischung“, die im IMST-Antrag erwähnt sind.

<i>Physik am „eigenen Leib“ erfahren oder nicht</i>	
<p>„Da waren wir selber im Prater und haben es selbst ausprobiert“; hautnah, „mehr gemacht“ hingegangen, selber gefahren, lustiger;</p> <p>„Er hat uns eingeladen, auf jedes zweite Gerät“</p>	<p>Nur wenige Schüler/innen haben physikalische Zusammenhänge am eigene Leib ausprobiert;</p>
<i>Beteiligung mancher/aller Schüler/innen</i>	
<p>Alle Schüler/innen haben mitgemacht. Es sind alle zusammen in den Prater gefahren, sie waren „mehr beteiligt“.</p>	<p>Beteiligung auf Basis von Freiwilligkeit, nur eine Schülerin hat das Gerät versucht zu verwenden</p> <p>Es gehen nicht viele zusammen fort. Es gibt viele Grüppchen in der Klasse mit sehr unterschiedlichen Musikstilen.</p>
<i>Durchführungsort</i>	
<p>Das Projekt war im Freien.³</p> <p>„Es hat sicher auch eine große Rolle gespielt, dass das Praterprojekt draußen war und nicht in der Schule“; Es sei lustig gewesen, aus der Schule raus zu kommen.</p> <p>„Es war Sommer, wir waren draußen.“</p> <p>Eine/r der wenigen Schüler/innen, die keine großen Unterschiede zwischen den beiden Projekten sah: „Der einzige Unterschied war, dass wir [beim Praterprojekt] mehr draußen waren“</p>	<p>Das Projekt war in der Schule. Für viele Schüler/innen war es dadurch weniger attraktiv aber es gab auch eine gegenteilige Meinung: „Er hat die Disko in die Klasse geholt, das war schon super!“</p>
<i>praktischer Bezug</i>	
<p>Der praktische Bezug war größer, denn „den Prater kennt jeder“.</p>	<p>„Einige Leute gehen sehr selten oder gar nicht in die Disko“.</p> <p>Das Projekt war interessant wegen dem Lärm, das betreffe einen stärker im Alltag.</p> <p>Die Lautstärke von MP3-Playern beeindruckte eine/n Schüler/in: „Nicht, dass man einen Gehörschaden kriegt, aber es beeinflusst das Hören.“</p>

³ Bei Freiluftunterricht wurde auch ein drittes Projekt erwähnt: eine „coole“ Schnitzeljagd, die ebenfalls draußen stattgefunden hätte. Mir war aber nicht klar, in welchem Fach und ich versäumte nachzufragen.

<i>Sichtbarkeit des Messgerätes</i>	
„Man sieht nicht gleich, dass man verkauft ist.“	Das Messgerät sei so groß, könnte für eine „Bombe“ gehalten werden und sei „peinlich“.
<i>Aufgabenstellungen</i>	
Ich hatte den Eindruck, die Schüler/innen empfanden die Aufgabenstellung beim Praterprojekt konkreter. Es hätte Arbeitsblätter gegeben, sie hätten mit Hilfe der Videoaufnahmen und dem Computerprogramm Coach 5 Geschwindigkeit, Höhe und Abstände ausgerechnet.	Nur ein/e einzige/r Schüler/in fand das Diskoprojekt besser als das Praterprojekt, da habe sie/er sich nämlich beim Aufzeichnen der Diagramme gar nicht ausgekannt. Eine Schülerin habe eine Lautstärkemessung in einer Sporthalle gemacht, statt in einer Disko, aber die Messung habe nicht gut geklappt, denn „er hat das auch nicht so toll erklärt“.

Beim Praterprojekt kamen noch drei weitere Faktoren hinzu, die offensichtlich die Erinnerung an dieses Projekt positiv beeinflussen: 1) Mit den Messungen habe der Lehrer „uns die Lügen bewiesen“, z.B. falsche Angaben an Geräten über deren Geschwindigkeit aufgedeckt. 2) Die Auswertung mit Hilfe von Video und Computerprogramm kommt einigen Schüler/innen mit Interesse an neuen Medien sicher entgegen. 3) Die Schüler/innen traten bei einem Wettbewerb der Bank BA-CA an und errangen den 2. Platz, was sich in weiteren Aktivitäten mancher Schüler/innen außerhalb der Schule niederschlug und am Ende des Schuljahres mit einem gemeinsamen Besuch in einem Eissalon gefeiert wurde. Im Gegensatz dazu vermutete eine Gruppe, dass der Besuch einer Disko mit dem Lautstärkemessgerät nicht nur ihnen peinlich gewesen wäre: „Er wär sich auch blöd vorgekommen, wenn er mit uns in die Disko gegangen wäre.“

3.2.3.7 Hat das Projekt das Interesse der Schüler/innen an Physik geändert?

Viele Schüler/innen machten hier recht vage Aussagen: eine Person sei „nicht mehr interessiert als vorher“, das Interesse sei „etwas höher“, das Interesse sei „ein bissl angesprochen wieder“. Der Projektunterricht sei „besser als trockener Stoff“, „wecke das Interesse während der Stunde“, aber das eigene Interesse sei „nicht enorm gesteigert“ worden. „Ich weiß nicht, ich verbind das nicht so mit Physik.“ Eine Person widerspricht sich selbst etwas: „Das Interesse hat es nicht geweckt, aber es war halt interessant zu erfahren, wie diese Sachen funktionieren.“ „Wenn ich will, würd ich mich eh interessieren.“

Bei einer Person, wo früher wenig Interesse vorhanden war, sei dieses gesteigert worden. Ein/e andere/r Schüler/in: „Das mit dem Arzt hat mich schon interessiert.“ Auch bei dieser Frage verglichen zwei Schüler/innen explizit Disko- und Praterprojekt: „Beim Praterprojekt hab ich mich wirklich mehr für Physik interessiert, das [Diskoprojekt] ist wirklich nur an mir vorbeigezogen, weil wir nicht wirklich viel gemacht haben.“ „Ein paar Sachen hab ich wirklich nicht gewusst, dass das so mit der Physik beweisbar ist“, wodurch das Interesse geweckt worden sei. Ein weiterer Vergleich

wurde ebenfalls angestellt, nämlich der zwischen Physik der Unterstufe und der Oberstufe: Im Vergleich zur Unterstufe sei Physik viel interessanter, der Lehrer vermittele es besser, unter anderem durch mehr Versuche.

3.2.3.8 Abschluss

Bei der Abschlussfrage konnten die Schüler/innen das Projekt noch einmal Revue passieren lassen und Ergänzungen zum bereits Gesagten vornehmen. Zwei negative Aspekte wurden hier erwähnt: Die Mehrzahl der Formeln verstehe man nicht und beziehe sie nicht auf den Alltag. Außerdem sei Physik „ein Fach, wo man nur gut sein kann, wenn es einen wirklich interessiert.“ Die Mehrzahl der Aussagen waren jedoch positiv, bezogen sich aber vor allem auf andere Aktivitäten im Physikunterricht: Sie hätten Versuche mit einem Nagelbett gemacht, die der ORF letztes Jahr auch für die Wissenschaftssendung „Newton“ gefilmt hätte. Anlässlich einer Ausstellung für Physik hätten sie mit einer Schüssel mit Wasser durch Reibung Geräusche erzeugt. Eine Gruppe erzählte von ihren Erfahrungen bei der Preisverleihung in der BA-CA Kärntnerstraße: „Da haben wir auch einiges vorstellen dürfen, das ist auch sehr interessant für andere Menschen, die das vielleicht auch nicht jeden Tag sehen!“ Hier konnten die Schüler/innen also im Unterricht erworbenes Wissen selbst an andere weitervermitteln, also in die Lehrerrolle schlüpfen. Anlässlich dieses Wettbewerbes hätten sie auch Geld bekommen, von dem unter anderem das Eisessen am Ende des letzten Schuljahres bezahlt wurde. Außerdem erschien ein Artikel „in Kronenzeitung oder Kurier“ über die Schüler/innen und „ihr“ Projekt. Professor Duenbostl sei aber auch mit anderen Klassen aktiv, so hätte er mit einer 8. Klasse eine Exkursion nach Hamburg, um dort „ICE, Airbus und Schiffe“ anzuschauen.

Überhaupt erzählten die Schüler/innen bei der Abschlussfrage noch viel, vor allem Positives, über ihren Lehrer: „Also auf jeden Fall muss man ihn für seinen Einsatz im Unterricht loben, das macht nicht jeder!“ Die Versuche und Projekte zu „aktuellen Themen“ kamen bei den Schüler/innen insgesamt gut an, besonders diejenigen außerhalb der Schule, „er bemüht sich schon“, „er macht sich dadurch sehr beliebt“, eine Gruppe fand gar, Prof. Duenbostl sei „der coolste Lehrer“. Auch wenn nicht immer alles so klappe, wie er sich das vorstelle, solle „er (...) so weitermachen wie bisher!“ Er solle sich „nicht abbringen lassen (...) vielleicht interessieren sich andere Klassen mehr dafür“. Veränderungen fielen „wahrscheinlich auf Kosten irgendwelcher anderer Sachen“. Eine Person erkannte auch die hinter Projektunterricht zu Alltagsthemen stehende Intention: Sein Unterricht rege an, „in Physik zu denken (...) es hat auch viel mit Allgemeinbildung zu tun, auch wenn man sich nicht alles merkt (...) wenn die Kinder einen später fragen: Warum ist das so?“, dann könne man vielleicht ein paar Zusammenhänge erklären. Ungewöhnlich bewerteten die Schüler/innen auch die Tatsache, dass der Lehrer von ihnen Feedback einhole. Er bemühe sich wirklich, dass die Schüler/innen den Stoff verstünden. Dafür frage er oft nach. Trotzdem hatten manche den Eindruck, seine Erklärungen wären oft kompliziert und vermieden es Gegenfragen zu stellen, die peinlich sein könnten. Außerdem sei er enorm geduldig: „Man kann ihm 100 000 Mal die selbe Frage stellen, und er wird das beantworten!“ (andere/r Schüler/in:) „Er zuckt überhaupt nicht aus.“ „Er ist so lieb (...) bitte welcher Lehrer macht das, teilt das Geld auf, das über ist vom Praterprojekt und sagt: Wir gehen jetzt alle zusammen zum Tichy Eis essen?“ (andere/r Schüler/in:) „Er hat uns alle eingeladen!“ Bei einigen Aussagen klang auch ein gewisser Stolz der Schüler/innen auf ihren Lehrer durch: Er sei ein angesehener Lehrer, nicht nur in ihrer

Schule, denn sie hätten in der Unterstufe ein Physikbuch von Prof. Oudin, Prof. Duenbostl und Thomas Brezina gehabt. „Er ist auch ur bekannt auf der Universität!“

3.2.4 Resumée

Das diesjährige Projekt „Physik der Disko“ gefiel dem Großteil der Schüler/innen weniger gut wie das im Vorjahr stattgefundene „Physik des Praters“. Dies lag laut Meinung der Schüler/innen teilweise an externen Faktoren (Contracting, daher keine Anwesenheitspflicht, höherer Zeitaufwand in der 7. Klasse), viele stießen sich aber auch an der Idee, ein physikalisches Messgerät in eine Freizeiteinrichtung mitzunehmen, in welcher der Gruppendruck besonders hoch ist. In den Augen der meisten Schüler/innen galt dies als undurchführbar, da sie Angst vor peinlichen Situationen hatten. Diese eine Aufgabe färbte in der Vorstellung vieler Schüler/innen offensichtlich auf das ganze Projekt ab. Das von Prof. Duenbostl gesetzte Ziel, die Motivation der Schüler/innen für physikalische Betrachtungen nach dem im vorangegangenen Schuljahr durchgeführten Projekt „Physik des Praters“ in diesem Jahr noch weiter zu steigern, konnte nicht im vollen Umfang erreicht werden. Trotzdem hinterfragten die Schüler/innen einige weitere Freizeitaktivitäten physikalisch, z.B. wurde ihnen stärker die Lautstärke von Musik und die damit möglicherweise einhergehende Hörschädigung bewusst. Ich hatte jedoch den Eindruck, dass die Schüler/innen zwar viele Aspekte des Projektes interessant fanden, nur verglichen sie es immer wieder mit dem Praterprojekt, das in ihren Augen sowohl von der Organisation (klarere Aufgabenstellungen), als auch vom Veranstaltungsort (im Freien), von den verwendeten Messgeräten und Auswertungsmöglichkeiten und schließlich von der Gruppendynamik viel erfolgreicher gelaufen war. Der Gewinn eines Wettbewerbes und das Eis-Essen zu Semesterende „versüßten“ die Erinnerung an das Praterprojekt sicher zusätzlich. Das Projekt „Physik in der Disko“ bewerteten die Schüler/innen also nicht per se als schlecht, es fiel nur im Vergleich zum Vorjahrsprojekt ihrer Ansicht nach merklich ab.

3.3 Ergebnisse aus Sicht des Projektleiters

3.3.1 Erhöhung der Motivation

Die Schüler/innen hatten durch das Projekt des vorhergehenden Schuljahres sehr hohe Erwartungen an die neue Aufgabenstellung. So weit dies möglich war, waren sie schon zu Beginn des Projekts für den Physikunterricht motiviert.

Das Projekt konnte ihre Motivation nicht mehr zusätzlich steigern. Sie selbst investierten weniger Energie in die Aufgaben des Projekts, als beim Vorgängerprojekt, vor allem wenn es ihre Freizeit betraf. Als Begründung gaben sie an, dass der Lehrstoff in den anderen Unterrichtsfächern höhere Anforderungen an sie gestellt habe.

Aus meiner Sicht ist es durch das Projekt jedoch gelungen, ihre – bereits hohe Motivation für Physik – auf diesem Niveau zu halten. Ich hatte doch mehrheitlich den Eindruck, dass sie dem Unterricht nicht ablehnend gegenüberstanden und sich um eine Beteiligung bemühten.

Die Schüler/innen wünschten sich für weitere Projekte, dass sie mehr Aktivitäten außerhalb des Klassenraums enthalten sollten.

3.3.2 Querverbindung Physikunterricht und Freizeit

Durch die Behandlung der gewünschten Themen lernten die Schüler/innen einige Elemente der Disko physikalisch zu erklären. Als Rahmen für einzelne Kapitel des Physikunterrichts schien ihnen dieser Einstieg zu gefallen. Es konnten einige Effekte erklärt werden und vielleicht erinnern sich die Schüler/innen doch in dem einen oder anderen Fall an die Zusammenhänge, die sie im Physikunterricht erarbeitet hatten.

Die Begeisterung der Schüler/innen hielt sich bei diesem Projekt, das meiner Meinung nach so aus ihrem Leben gegriffen war, in Grenzen. Beispielsweise wollte ich mit der Klasse für die Unterstufenschüler/innen in der Faschingszeit eine Disko aufbauen, die Schüler/innen setzten diese Idee jedoch nicht um. Einen ursprünglich angedachten Diskobesuch lehnten die Schüler/innen als peinlich ab. Es ist mir allerdings nach Meinung der Schüler/innen gelungen, die Disko in die Schule zu holen.

4 DISKUSSION UND AUSBLICK

4.1 Diskussion der Ergebnisse der externen Evaluatorin

Nach Durchsicht der Evaluation durch Frau Streissler waren mir einige Aussagen der Schüler/innen unverständlich und ich konnte sie nur mit zu geringerer Aufmerksamkeit und Konzentration auf das Projekt erklären. Zu einigen Punkten möchte ich daher meinen Standpunkt darlegen.

1. *Zitat: „... Das Projekt fand vor den Osterferien statt und dauerte ein paar Wochen...“*
Das Projekt umfasste nahezu das ganze Schuljahr, nicht nur einen kleinen Zeitabschnitt. Die letzte Projekteinheit war die Lautstärkemessung beim Schulball am 27. April 2007.
2. *Zitat: „... Das diesjährige Projekt „Physik der Disko“ gefiel dem Großteil der Schüler/innen weniger gut wie das im Vorjahr stattgefundene „Physik des Praters“. Dies lag laut Meinung der Schüler/innen teilweise an externen Faktoren (Contracting, daher keine Anwesenheitspflicht, höherer Zeitaufwand in der 7. Klasse)...“*
Das so genannte „Contracting“ hat sich offenbar nicht auf die Anwesenheit im Physikunterricht ausgewirkt, da die Zahl der Fehlstunden etwa der des Vorjahres entsprach.
3. *Zitat: „... Es sei am Anfang des Semesters zwar geplant gewesen, dass Schüler/innen so eine Messung durchführten, das habe aber gar nicht funktioniert...“*
Die Aufgabe der Lautstärkemessung in der Disko wurde von einer Gruppe von Schülerinnen durchgeführt, eine andere Schülerin nahm Messungen in einer Sporthalle vor.
4. *Zitat: „...Messung im Jazzkeller besser organisieren: ...“*
Bei der Lautstärkemessung an den Hoch- und Tieftonlautsprechern hatte es zwar kein Arbeitsblatt gegeben, aber die Aufforderung an alle Schüler/innen, die Werte zu protokollieren. Leider hat sich nur etwa 1/3 der Klasse aktiv beteiligt und genau Protokoll geführt. Dieses sehr spezielle Experiment wurde von mir erstmalig durchgeführt und es gibt keine Versuchsanleitungen dafür. Außerdem standen wir unter Zeitdruck, da diese die einzige möglich Unterrichtsstunde dafür war.
5. Die gewünschte Lärmmessung in der Disko wurde offensichtlich von etlichen Schüler/innen als peinlich empfunden, und dieses Empfinden färbte auf das gesamte Projekt ab. Ein weiterer Punkt für die im Vergleich zum Vorjahr geringere Begeisterung an der Projektarbeit lag sicher an der schlechter funktionierenden Klassengemeinschaft.
6. Das Praterprojekt erschien in der externen Evaluation „am Papier“ viel besser als es meiner Meinung nach tatsächlich war. Die Evaluation gab ein Stimmungsbild der Schüler/innen wieder, welches ihr tatsächlich erworbenes Physikwissen bei weitem „überstrahlte“. Es war eigentlich enttäuschend, dass sich die Schüler/innen nach einem so aufwändigen Projekt nicht mehr Fakten gemerkt hätten. Allerdings hatten sich die Schüler/innen untereinander gut verstanden und hatten Spaß an der Projektarbeit, wodurch es sehr positiv in Erinnerung geblieben war.

Die Erinnerung sollte auch als Anknüpfungspunkt für physikalisches Wissen abrufbar sein.

7. Die Klasse hat im Gegensatz zum Vorjahr leistungsmäßig sehr nachgelassen, das Gesamtergebnis war „katastrophal“. In Physik gab es zwei sehr interessierte Mädchen und zwei sehr interessierte Burschen, die anderen Schüler/innen fielen im Gegensatz dazu stark ab.

4.2 Nachhaltigkeit

Ob das Projekt dazu geführt hat, dass physikalisches Grundwissen nachhaltiger erworben wurde, lässt sich nicht feststellen. Die Lösung praxisbezogener Aufgaben sollte zumindest manche Unterrichtseinheiten positiv und längere Zeit in der Erinnerung der Schüler/innen anhalten lassen.

Ich lege auf das Verstehen des Unterrichtsstoffes wert und bin ein Gegner des Auswendiglernens. Daher bemühe ich mich, einen attraktiven Unterricht zu machen. Im Laufe der Zeit habe ich das Lernen von Formeln extrem reduziert, lege jedoch Wert auf begriffliche Richtigkeit. Dass die Schüler/innen das Fachvokabular bei der Evaluation nahezu nicht einsetzten, war enttäuschend. Frau Streissler meinte jedoch, dass dies für die Nachhaltigkeit nicht maßgebend sein muss und erklärte es mit ihrer Präsentation als Nicht-Naturwissenschaftlerin.

4.3 Beteiligung der Schüler/innen

Einige Schüler/innen machten beim Projekt sehr gern mit, einige waren jedoch nicht bereit, sich mit den Projektthemen besonders intensiv auseinander zu setzen. Dies waren jedoch Schüler/innen, deren Leistung auch in anderen Unterrichtsfächern stark nachgelassen hatte. Einige Schüler/innen hatten durch vermehrte Anforderungen in anderen Fächern weniger Kapazitäten für Physik frei.

Ich hatte nicht den Eindruck, dass die Schüler/innen ungern am Projekt arbeiteten, war jedoch mitunter enttäuscht über den geringen Einsatz einzelner Schüler/innen, auch wenn er verständlich war.

Einige Aktivitäten bereiteten den Schüler/innen offensichtlich viel Freude, z.B. das Arbeiten mit der Schwarzlichtlampe oder der Einsatz der Nebelmaschine. Die Farbmischung und die farbigen Schatten verleiteten zu spielerischem Experimentieren.

Meine Vorstellungen von dem Projektablauf mussten einige Male überarbeitet werden, weil die Schüler/innen zu manchen Aktivitäten nicht bereit waren, z.B. zum Besuch einer Disko. Trotzdem konnten die wesentlichen Aufgaben des Projekts erfüllt werden.

4.4 Ausblick

4.4.1 Mögliche Verbesserungen

Bei einem weiteren Durchlauf dieses Projekts würde ich noch gezieltere Arbeitsaufträge vergeben (z.B.: Ausmessen der Diskokugel).

Ich würde außerdem ein zweites Mal das bereits vorhandene bzw. in der Zwischenzeit erworbene Wissen zur Disko abfragen. Ich würde vermutlich doch mehr Wert auf Leistungskontrolle legen, da dies offensichtlich von den Schüler/innen erwartet wird.

4.4.2 Projektwiederholung

Ich habe aus diesem Projekt gelernt, dass man an ein neues, noch nicht erprobtes Projekt vorsichtig herangehen muss, wenn man mit einer Klasse schon erfolgreich an einem anderen Projekt gearbeitet hat. Die Schüler/innen vergleichen den Projektablauf immer wieder mit dem vergangenen Projekt. Es ist schwierig, sie zu Aktivitäten zu bringen, die von ihnen nicht wie beim Vorgängerprojekt sofort als sehr angenehm empfunden werden.

Leichter scheint es mir zu sein, wenn man selbst schon Erfahrung mit dem neuen Projekt hat und daher von vornherein besser über den Ablauf Bescheid weiß. Die Begeisterung der Schüler/innen, etwas Neues im Rahmen des Physikunterrichts zu machen, kann aus unterschiedlichsten Gründen beim zweiten Mal geringer sein.

Mit einer anderen Klasse, deren Zusammenhalt und Leistungsbereitschaft besser ist, werde ich Teile dieses Projekts im kommenden Schuljahr erneut durchführen. Mit dieser Klasse habe ich noch kein Physikprojekt durchgeführt, wohl aber schon Teile des Projekts „Physik und Sport“ in den Unterricht integriert.

4.4.3 Außerschulische Lernorte

In jedes Projekt sollte man unbedingt Aktivitäten außerhalb des Klassenraums einbeziehen. Die Schüler/innen wünschen sich eine Veränderung der Umgebung und erleben Unterricht dann viel eindringlicher. Ich habe mehrfach erlebt, dass schon die Nutzung des Schulgartens für die Schüler/innen als Veränderung des Lernorts und angenehme Abwechslung empfunden wird.

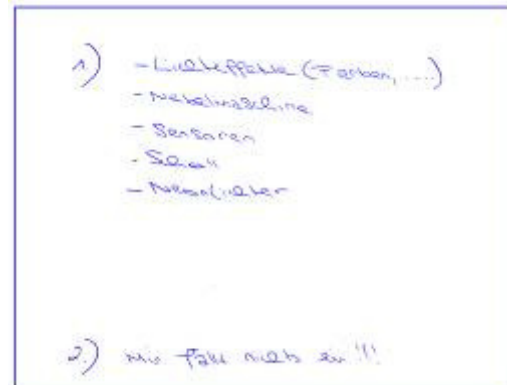
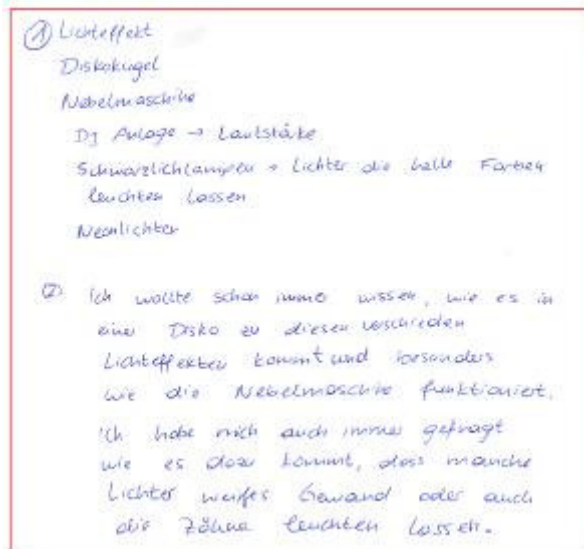
4.4.4 Veränderung des Unterrichts

Ich werde weiterhin neue Projekte im Rahmen des Physikunterrichts durchführen, wenn dies möglich ist.

Was aber noch viel wichtiger ist, ist die Veränderung des „normalen“ Physikunterrichts durch den Einsatz von Unterrichtseinheiten, die ich in Projekten erprobt habe. So wird auch die Behandlung des Lehrstoffs der 7. Klasse in Zukunft wesentliche Teile dieses Projekts enthalten.

5 ANHANG

5.1 Schülererwartungen



Beantwortung der zu Projektbeginn gestellten Fragen nach Vorwissen und Erwartungen.

5.2 Lautsprecherboxen

Der kleine Hochtonlautsprecher steht vor dem Tieftonlautsprecher

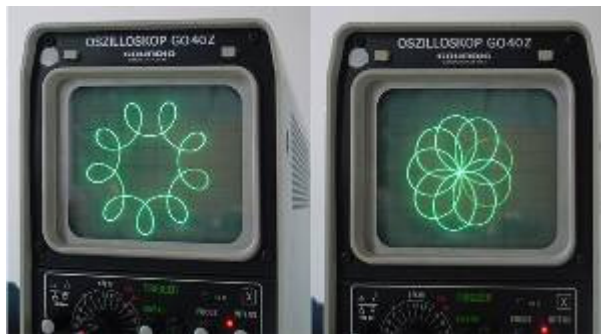


Das Sondenmikrofon zur Messung der Schallintensität



5.3 Lasershow und Nebelmaschine

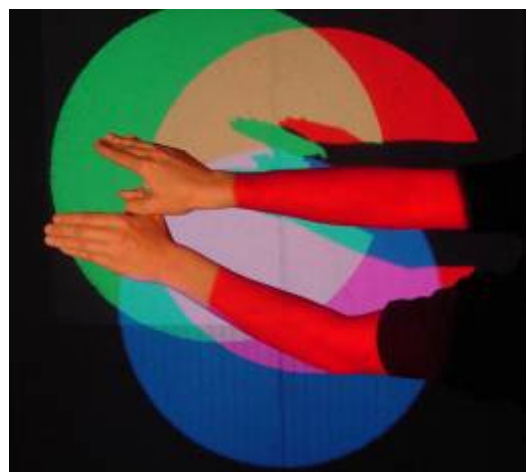
Versuchsaufbau mit Spiegeln auf schwingenden Blattfedern. Diese erzeugen bei Beleuchtung mit einem Laserstrahl Lissajous-Figuren an der Wand.



Das Oszilloskop zeigt elektronisch erzeugte Überlagerung von Kreisschwingungen.

5.4 Farben

Farbige Schatten bei der Beleuchtung mit Diaprojektoren, deren Licht durch Farbfilter in den Grundfarben erscheint.



5.5 Schwarzlicht



UV-Licht verändert den Farbeindruck oder macht Unsichtbares sichtbar.

Die Flasche hinten links enthält Chinin, das im UV-Licht aufleuchtet.

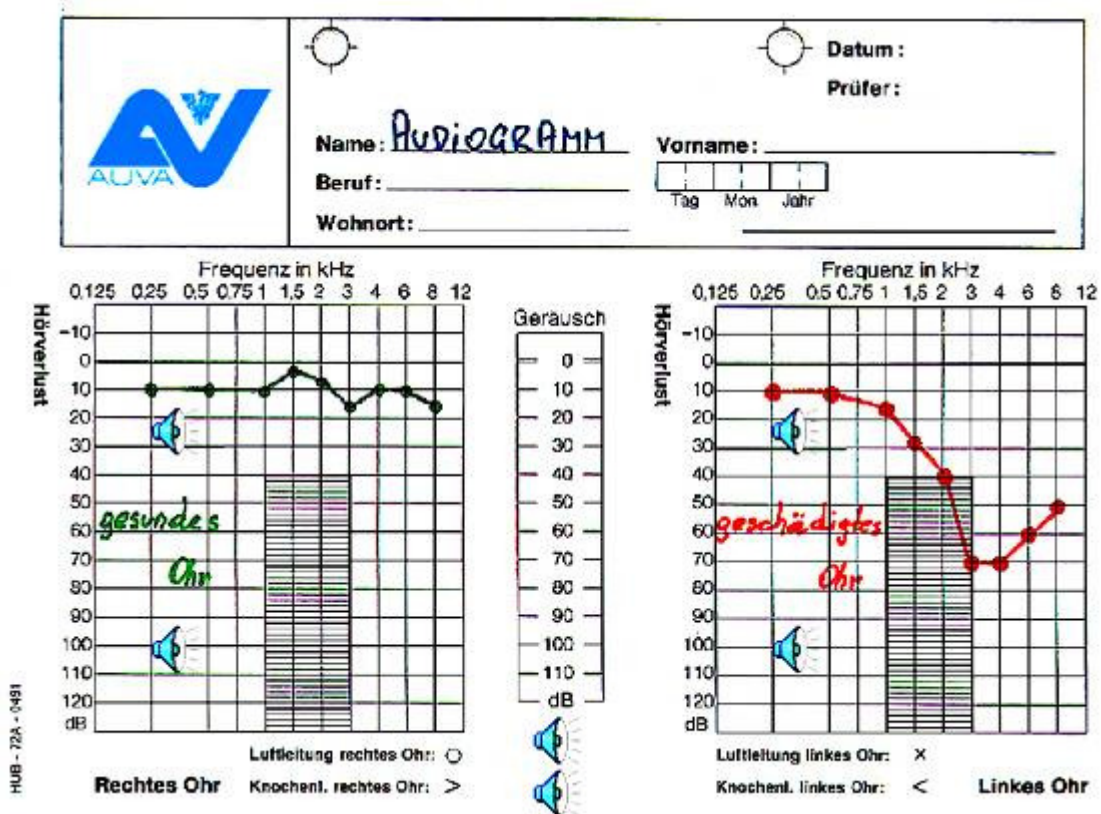


5.6 Vorträge zum Thema „Lärmschäden“



Demonstration der Schallausbreitung über die Schädelknochen

Audiogramme zum Vergleichen



Lärmwirkung

Wirkung von Lärm auf den Menschen	
Pegel	Auswirkung
ab 35 dB	Störung des Schlafes (z.B. Verlassen der Tiefschlafphase)
ab 50 dB	Belästigung
ab 50 dB	Minderung der mentalen Leistungsfähigkeit
ab 65 dB	Physiologische Reaktionen
ab 65 dB	Beeinträchtigung der telefonischen Kommunikation
Pegel	Auswirkung
ab 85 dB	Beginn der Gehörgefährdung durch „Dauerlärm“
ab 88 dB	Schreckreaktionen
ab 120 dB	Schmerzen
ab 140 dB (Spitzenpegel)	Beginn der Gehörgefährdung durch Impulsärm

Anleitung zur Lärmampel

Wieviel LÄRM macht dein Player?

Kopfhörer an das Mikrofon (grauer Knopf an der linken Seite des grünen Geräts) halten und Lautstärkereglern am Player wie gewohnt einstellen.

Gemessener Lärmpegel wird durch rote LED-Anzeige angegeben.

0 - 80 dB	ungefährlich
85 - 115 dB	gefährlich bei längerer Einwirkung
120 - 160 dB	sehr gefährlich, schon bei kurzer Einwirkung Gehörschäden

5.7 Lautstärkemessung beim Schulball 2007

Lautstärke im Ballsaal und in der Disko



5.8 Unterrichtsmaterial zum Thema Lärm und Lärmschutz

Akustische
Beispiele aus: „Lärm macht schwerhörig“

Audio CD



und Begleitheft

verfasst von

W. Aspek



AUVA: <http://www.auva.at/>

Telefon: (01) 33111 450, Fax: (01) 33111 621



Gaafar, Lärm - Vermischtes 2006

6 LITERATUR

Aspek, W. (2004). Begleitheft zur Demo-CD „Lärm macht schwerhörig“, Allgemeine Unfallversicherungsanstalt

Schreiner, J. (2000). Physik 2, öbvht Wien

Jaros et al. (2001). Basiswissen 1, öbvht Wien

Jaros et al. (2001). Basiswissen 2, öbvht Wien

Jaros et al. (2002). Basiswissen 3, öbvht Wien

Sexl, et al. 6 (2005). öbvht Wien

Sexl, et al. 7 (2006). öbvht Wien

Mathelitsch, L., Friedrich, G. (1995). Springer Verlag Berlin

Pütz, J (1973). Die Welt des Schalls – HiFi, Ultraschall und Lärm, Verlagsgesellschaft Schulfernsehen Köln

Versuchsanleitungen zu den Experimenten für die Schüler/innen:

Fa. Fruhmann GmbH NTL Manufacturer & Wholesaler, Austria (1998). Versuchsanleitungen zur Optik, Neutal

Internetadressen:

Fellner Wolfgang, Lärm-Ampel, <http://www.schallmessung.com>

(20. 6. 2007)

Technische Informationen zu Diskozubehör

<http://www.conrad.com>

(20. 6. 2007)

Applets zur Farbmischung

<http://www.gris.uni-tuebingen.de/edu/projects/grdev/applets/colormixing/GermanApplet.html>

(10. 7.2007)

<http://moltke.homeip.net/daten/auto/kap23/applets/cd7502.htm>

(10. 7.2007)

<http://bks.bk-rosenhoehe.de/azubi-2/optik/farbmischung/addsubtrfarbmischung1.htm>

(10. 7.2007)

<http://users.physik.tu-muenchen.de/kressier/Versuche/Java/phys/color/TabbedcolorBox.html>

(10. 7.2007)