

# **PHYSIK BEGREIFEN**

# **INTEGRIERTES PHYSIKPRAKTIKUM**

**Physik des Hörens, Physik des Sehens, Lehre vom Licht**

**Gerda Huf-Desoyer**  
**Gym und ORG St. Ursula-Salzburg**

Salzburg, 2004

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 GESAMTKONZEPTION</b> .....	<b>4</b>
1.1 Schulische Situation.....	4
1.2 Vorgenommene Veränderung.....	5
1.3 Grundfragen.....	5
1.4 Durchgeführtes Projekt .....	5
<b>2 PROJEKT: „PHYSIK DES HÖRENS, PHYSIK DES SEHENS, LEHRE VOM LICHT“</b> .....	<b>6</b>
2.1 Zielvorgaben .....	6
2.2 Aspekte der Grundbildung .....	6
2.3 Ideen und Konzepte.....	8
2.4 Verlauf und Durchführung des Projekts .....	12
2.5 Reflexionen zu Grundbildungsfragen und Evaluation .....	23
<b>3 RESÜMEE UND AUSBLICK</b> .....	<b>27</b>
3.1 Physik begreifen – Integriertes Physikpraktikum Physik des Hörens, Physik des Sehens, Lehre vom Licht.....	27
3.2 Wie geht es weiter? .....	27
<b>4 ANHANG</b> .....	<b>28</b>
4.1 4 „knifflige Fragen“ und die Liste der durchgeführten Schülerexperimente....	28
4.2 Statistische Auswertung der Punkte 1 bis 3 von Fragebogen 1 .....	29
4.3 Grundbildungskonzept-Handreichung.....	39

4.4	Ausarbeitung der Schülerinnen.....	40
4.5	Testfragen für 7a.....	42
4.6	Statistische Auswertung von Fragebogen 2.....	43
<b>5</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>50</b>

# ABSTRACT

*Handlungsorientiert im Rahmen des regulären Unterrichts wurden an einer AHS mit nicht-naturwissenschaftlichem Schwerpunkt fächer- und schulstufenübergreifend das Thema Optik und Teilgebiete der Akustik durchgenommen. Erprobt wurde ein „Integrierter Laborbetrieb“, der ohne Eingriff in Stundentafel oder Stundenplan auch mit sehr großen Klassenschülerzahlen funktioniert. Schülerinnen der 7. Klasse gestalten bezugnehmend auf ihre selbstständigen Ausarbeitungen und die IMST<sup>2</sup>-Leitlinien drei Unterrichtseinheiten zu Optik und Akustik in Unterstufenklassen. Gemäß dem Prinzip „Lernen durch Lehren“ wurde dieser Unterricht dann auch tatsächlich durchgeführt. Die Unternehmung bewirkte in den Jugendlichen eine Zunahme an Verständnis für Aufgabe und Probleme von Physik-Unterrichtenden und zugleich eine Zunahme an Freude am Physikunterricht an sich. Mindestens zwei Ziele guter Praxis wurden so erreicht.*

## 1 GESAMTKONZEPTION

In einem zusehends durch Errungenschaften der Naturwissenschaften und der Technisierung geprägten Zeitalter leistet Physikunterricht einen ganz wesentlichen Beitrag zur Allgemeinbildung. Es gilt einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln, dass die Technik eine der Lebensgrundlagen unserer Kultur ist!

Mit diesem Bewusstsein habe ich Kürzungen im Physikunterricht nicht nur persönlich als schmerzhaft sondern als kontraproduktiv für eine moderne, zukunftsorientierte Gesellschaft empfunden.

Laut Aussage von Rainer Gerold (dem Leiter des Direktorats „Wissenschaft und Gesellschaft“ in der EU-Generaldirektion Forschung) auf dem „Fest der Wissenschaft“ in Wien am 15.03.2004 braucht Europa in den nächsten Jahren um seine Forschungsziele erreichen zu können allein 700 000 Forscher mehr als bisher.

Es müssten also Kinder und Jugendliche zu naturwissenschaftlich-technischen Belangen stärker hin- und nicht weggeführt werden.

Nichtsdestotrotz, den vorgegebenen Rahmenbedingungen muss man sich als Lehrer anpassen. Dem optimalen Nutzen von schmaler gewordenen Zeitressourcen kommt vermehrt Bedeutung zu.

### 1.1 Schulische Situation

Die Schule St. Ursula-Salzburg ist eine nicht koedukativ geführte Schule für ca. 500 Mädchen mit sprachlichem Schwerpunkt im Gymnasium und musikalischem Schwerpunkt im Oberstufenrealgymnasium. Das Schulgebäude wird zurzeit moder-

nisiert und erweitert.

## 1.2 Vorgenommene Veränderung

Im Zuge dieses Umbaus bekam durch den großartigen Einsatz von HR Dr. Silvia M. Elisabeth Göttlicher OSU Obfrau des Schulvereins und Provinzialin, der an dieser Stelle herzlich gedankt sei, der herkömmliche Physiksaal mit aufsteigenden Bankreihen einen etwas größeren Kustodiatsraum von ca. 34 Quadratmetern dazu. Dieser zusätzliche Raum wurde zunächst provisorisch möbliert und auf diese Weise von mir für Schülerexperimente adaptiert.

## 1.3 Grundfragen

- ❖ Wie kommt man dem Traum eines „nachhaltigen Unterrichts“ möglichst nahe?
- ❖ Wie kommen Jugendliche zu mehr Freude am Erlernen physikalischer Inhalte und zu mehr Einblick in die Bedeutung der Physik für sie persönlich?
- ❖ Was sind gute Aufgabenstellungen in der Optik für selbstständiges theoretisches und experimentelles Arbeiten?
- ❖ Welche Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen werden beim Lösen der Aufgaben erworben?
- ❖ Wie wirkt sich zusätzlicher Einsatz moderner Medien auf inhaltliches Lernen im Kapitel Optik aus?
- ❖ Warum sollten gerade die verwendeten Methoden dauerhaft bleibende Beiträge bewirken?

## 1.4 Durchgeführtes Projekt

Eine der durchgeführten Unterrichtsaktivitäten möchte ich in das IMST<sup>2</sup>-Programm aufnehmen. Dies ist „Physik des Hörens, Physik des Sehens, Lehre vom Licht“. Dieses Projekt wurde am ersten IMST<sup>2</sup>-Workshop in Ysper konzipiert und durch das IMST<sup>2</sup>-Team unterstützt. Im Folgenden wird es detailliert beschrieben und bewertet.

## 2 PROJEKT: „PHYSIK DES HÖRENS, PHYSIK DES SEHENS, LEHRE VOM LICHT“

### 2.1 Zielvorgaben

- ❖ Schülerinnen der 7. Klasse sollen selbstständige theoretische Ausarbeitung von Antworten auf vorgegebene Ausgangsfragen vornehmen.
- ❖ Selbstständige experimentelle Untersuchung von Ausgangsfragen in Teams durchführen – Beobachtung und Benotung durch die Lehrerin während des Vorgehens
- ❖ Laufende Protokollierung bzw. Dokumentation durch die Schülerinnen, Reflexion
- ❖ Aufgrund dieser Protokolle Erstellung von eigenen Unterrichtseinheiten für die Unterstufe durch die Schülerinnen
- ❖ Abhalten von Schulstunden durch Schülerinnen der Oberstufe in ausgewählten Klassen der Unterstufe
- ❖ Mündliche und schriftliche Rückfragen der so unterrichteten, jüngeren Mädchen an die 7. Klasse, evtl. Interviews
- ❖ Dokumentation durch Fotos und Film
- ❖ Test als Überprüfung der Lernergebnisse der 7. Klasse

In den meisten Unterrichtsstunden sollte „Integrierter Praktikumsbetrieb“ zum Einsatz kommen (gleichzeitiges Arbeiten über zwei miteinander verbundene Physikräume – siehe Kapitel 2.4). Schließlich war es eines meiner Hauptziele, diese von mir erdachte, handlungsorientierte Arbeitsmethode zu erproben.

### 2.2 Aspekte der Grundbildung

Insbesondere wollte ich folgende Leitlinien des S1-Schwerpunktprogrammes von IMST<sup>2</sup> umsetzen:

#### **Relevanz für die Bewältigung alltagsbezogener Probleme**

Das erworbene Wissen soll als gewinnbringend für die Schülerinnen erlebt werden, insbesondere beim persönlichen Einsatz von Brillen, optischen Filtern, stereoskopischem Sehen, Verwendung von Spiegeln, Linsen, diversen optischen Geräten, sowie bei eventuellen Augenoperationen ...

## **Einsicht und Verständnis für die gesellschaftliche Relevanz der Physik**

Die Jugend soll zu der Erkenntnis gelangen, dass Randgruppen wie Sehbehinderte oder Hörbehinderte dank physikalischer Errungenschaften in die Gesellschaft leichter (re)integriert werden können.

## **Physikalische Erkenntnisse als kulturelles Erbe einstufen**

Die Einsicht soll erreicht werden, dass die Erfindung und der Einsatz von Fernrohren sowie die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit maßgeblich zum Verständnis und zur Verankerung des heliozentrischen Weltbildes beigetragen haben.

## **An Voraussetzungen der Schülerinnen anknüpfen**

Wie Forschung gezeigt hat, können neue Informationen beziehungsweise Begriffe leichter gelernt werden, indem an Vorwissen und Vorerfahrungen angeknüpft wird. Dies soll erreicht werden durch Miteinbeziehen von bereits bekannten Unterstufenbüchern zum Thema Optik und Akustik.

## **Erfahrungsgelenktes lernen**

Mit der Methode des „Integrierten Praktikums“ sollen sowohl theoretische als auch experimentelle Aspekte abgedeckt werden, in beiden Fällen auch unter Einsatz moderner Medien. Konkretes Planen, Durchführen, Dokumentieren und Deuten von Experimenten trägt zum „Be-greifen“ bei, gibt tiefere Einsicht, weckt Neugierde, Kreativität und Spaß.

## **Im sozialen Umfeld lernen**

Physikalische Experimente sollen in möglichst kleinen Gruppen zielorientiert durchgeführt werden. Gemeinsames Lernen und Arbeiten ist effektiver als Frontalunterricht und macht Spaß.

## **Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen**

Parallel zum Physikunterricht sollen im Psychologie- und Philosophieunterricht Aspekte der Neuropsychologie, der Wahrnehmung durch alle Sinnesorgane und insbesondere des Sehens abgehandelt werden. An dieser Stelle danke ich herzlich den Psychologielehrerinnen Prof. Mag. Elisabeth Schönleitner, Mag. Monika Böhm und Prof. Mag. Gertraud Schobersberger für ihren Parallelunterricht.

## **Anwendung von Wissen**

Vorher gelerntes Fachwissen und Fertigkeiten sollen angewendet werden, indem Schülerinnen selbst Klassen jüngerer Mitschülerinnen unterrichten.

## **Lernende und Lehrende als Partner**

Indem Lernende in die Rolle der Lehrenden schlüpfen, und auf diese Weise mehr Einblick in Aufgaben und Probleme von Lehrern gewinnen, werden sie möglicherweise befähigt, bessere Rückmeldungen an ihre eigenen Professoren über deren Unterricht zu geben. Auf diese Weise erhalten die Mädchen die Möglichkeit, sich besonders aktiv am eigenen Bildungsprozess zu beteiligen.

## **Stellenwert innerhalb der Fächer**

Sowohl in Physik als auch in Psychologie ist das Thema Auge beziehungsweise Sinneswahrnehmung meiner Überzeugung nach als ein ganz wesentlicher Grundbildungsinhalt einzuschätzen.

## **2.3 Ideen und Konzepte**

Dieses Kapitel zeigt auf, wie sich aus meiner vagen Vorstellung „Ich möchte etwas zur weiteren Verbesserung und zur eventuellen Stellenwerterhöhung des Physikunterrichts an unserer Schule beitragen“ im Laufe der Zeit und mit Unterstützung von IMST<sup>2</sup> in drei Schritten ein klares Konzept für eine „gute Praxis“ entwickeln ließ.

Nachdem ich Herrn Universitätsprofessor Dr. Helmut Kühnelt während einer Physiktagung am 2. Oktober 2003 in Salzburg meine Art des „Unterrichtens über zwei Physikräume“ erläutert hatte, ermutigte er mich zu diesem, meinem ersten IMST<sup>2</sup>-Projekt. Daraufhin sandte ich dem IMST<sup>2</sup>-Team mein

**grundlegendes Konzept.**



## Entwurf meines Beitrages zur Verbesserung des Physikunterrichts

Von Schülerinnen selbst durchgeführte Experimente stehen seit Jahren im Mittelpunkt des Physikunterrichts St. Ursula. Zugegeben, es war nicht immer ein einfaches Unterfangen bei Klassenschülerzahlen bis 34. Die Situation für alle Beteiligten hat sich nun radikal verbessert – durch einen neuen zweiten Physikraum.

Erprobt wurde die Vorgangsweise bei der 3A: Die Mädchen führten mit Begeisterung in vier Gruppen, zu viert mit je einem Multimeter ausgerüstet, selbst Strom- und Spannungsmessungen durch. Währenddessen verrichtete die andere Hälfte der Klasse im benachbarten und durch eine offene Zwischentüre verbundenen, herkömmlichen Physiksaal mit aufsteigenden Bankreihen eine Stillarbeit auf Arbeitsblättern. In der nachfolgenden Unterrichtsstunde wurden die Gruppen dann getauscht, in der dritten Unterrichtseinheit die jeweiligen Ergebnisse präsentiert.

Diese Art des Unterrichts ist bei den Schülerinnen ausgezeichnet angekommen. Die Vorteile einer derartigen Vorgehensweise liegen auf der Hand.

Für das laufende Schuljahr plane ich nun Folgendes:

- ❖ Ausbau dieser Art der Schüleraktivitäten
- ❖ Erprobung für Unterstufe und Oberstufe
- ❖ Zweckmäßige und möglichst flexible Einrichtung des zweiten Physikraumes
- ❖ Einsatz von Übungscomputerprogrammen und Internet in den Physikräumen.

Ich überlegte mir, welche Klassen und welche Themen in Frage kämen. Auf dem IMST<sup>2</sup>-Workshop in Ysper entwickelte ich das erste konkrete Konzept für das Vorhaben. Das Projekt erhielt einen Namen.

Zu Hause in Salzburg wandte ich mich an meinen Kollegen Mag. Paul Krenn, der, ebenfalls „Hauptfach-Physiker“ in St. Ursula, zwar keine Zeit für Workshops hatte, aber prinzipiell bereit war, beim Umsetzen der IMST<sup>2</sup>-Ideen mitzumachen. Gemeinsam entwarfen wir **ein verbessertes Konzept** und sandten es Anfang Dezember per E-Mail dem Betreuerteam zu. Mag. Robert Pitzl vom IMST<sup>2</sup>-Team sah dazu zunächst keinen Ergänzungsbedarf.

Projekt: „Physik begreifen – Integriertes Physikpraktikum im Gymnasium und ORG St. Ursula – Salzburg“

Thema: „Physik des Hörens, Physik des Sehens, Lehre vom Licht“

Schulstufe: Gymnasium mit sprachlichem Schwerpunkt: 7a, 7b

ORG mit musikalischem Schwerpunkt: 7r

Der geplante fächerübergreifende Unterricht mit BU und BE kann nicht stattfinden, da die 7. Schulstufe kein BU hat und nur Teile der Klasse an BE teilnehmen.

Bei der Klassenkonferenz wurde das Projekt vorgestellt, wobei sich die PP Lehrer bereit erklärten, parallel zu uns über die menschlichen Sinne in Psychologie zu unterrichten.

Aktuelles zum Projekt:

- Internetanschluss im 2. Physikraum zum selbständigen Arbeiten der Schülerinnen wurde schon installiert
- Zusätzliche Computer für die Schüler werden sobald wie möglich bereitgestellt.
- Mit großen Klassen (Schülerinnenzahl bis 34) wurde bereits probeweise nach obigem Konzept des integrierten Praktikums erfolgreich gearbeitet, fotografisch dokumentiert und Ergebnisse im PH-Schaukasten ausgestellt.
- Anlässlich des Elternsprechtages am Freitag, 28.11.03 erhielten wir sehr positive Reaktionen auch der Eltern zu dieser Art des praktischen Arbeitens.

Eine Idee, die wir umsetzen wollen:

- Im Rahmen des fächerübergreifenden und schulstufenübergreifenden Unterrichts sollen Schülerinnen der 7. Klassen bezugnehmend auf ihre selbständigen Ausarbeitungen eine Unterrichtseinheit in den 4. Klassen zum Thema Optik (Auge) bzw. in den 5. Klassen zum Thema Akustik (Ohr) gestalten.

Die Namen der beteiligten Lehrer:

PH: Gerda Huf-Desoyer, Paul Krenn

PP: Elisabeth Schönleitner, Monika Böhm (UP) mit Betreuerin Gertraud Schobersberger

Nach nochmaligem Überdenken entwickelte ich schließlich unter Verwendung der Grundbildungskonzept-Handreichung (siehe Anhang 4.3) das

**endgültige Konzept für meine Arbeit mit der 7. Klasse.**

**1. Woche/ 2. Woche/ 3. Woche**

**Didaktische Strukturierung für den Unterricht**

<b>Ziele</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Kenntnis der Funktionsweise des Sinnesorgans Auge und optischer Korrekturen</li> <li>❖ Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht und ihrer Gesetze</li> <li>❖ Kenntnis einer Methode zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Alltagsbewältigung</li> <li>❖ Gesellschaftsrelevanz</li> <li>❖ Berufliche Orientierung/ Augenarzt, Optiker</li> <li>❖ Wissenschaftsverständnis</li>   <li>❖ Kulturelles Erbe</li> </ul>

<b>Thema</b>
Physik des Sehens

<b>Fachperspektiven</b>	<b>Schülerperspektiven</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Aufbau des Auges</li> <li>❖ Fehlsichtigkeit</li> <li>❖ Brechung, Reflexion, Linsen, Spiegel</li> <li>❖ Geometrische Optik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Anknüpfen an das Vorwissen UST-Optik</li> <li>❖ Wer trägt eine Brille warum?</li> <li>❖ Brillen, Spiegel, Sonnenbrillen mitnehmen, Lichtleiter, optische Instrumente</li> </ul>

<b>Skizze der Unterrichtssequenz</b>		
<b>Ablauf &amp; Methodik</b>		
<b>Ablauf</b>	<b>Methode</b>	<b>Begründung durch Leitlinie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Aufbau Auge und Korrektur durch Linsen</li> <li>❖ Spiegelarten, Linsenarten, Strahlengang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Bevorzugt „Integrierter Praktikumsbetrieb“ Schülerversuche: 4 Gruppen zu zweit</li> <hr style="width: 50%; margin: 5px auto;"/> <li>❖ Stillarbeit: Bücher, CD-ROM, 3 Aufgabenstellungen auf Overhead-Folien, 4 „knifflige“ Fragen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen</li> <li>❖ An Voraussetzungen der Schülerinnen anknüpfen</li> <li>❖ Wissenskonstruktion</li> <li>❖ Erfahrungsgeleitet lernen</li> <li>❖ In sozialem Umfeld lernen</li> </ul>

Bemerkung zur Methode: die 4 „kniffligen Fragen“ und die Angabe, welche Schülerversuche tatsächlich gemacht wurden, finden sich in Anhang 4.1

## **2.4 Verlauf und Durchführung des Projekts**

Anfangs des Schuljahres ließ ich wie in allen anderen Klassen und wie in jedem Jahr den lehrplanmäßigen Stoff von den Schülerinnen auch in der 7a selbst gewichten. Jedes Mädchen hatte dabei eine bestimmte Anzahl von Punkten zu vergeben, die Ergebnisse dieser Umfrage flossen dann in meine Jahresplanung ein. Von der 7a-Klasse erhielt das Kapitel Optik die meisten Punkte zugeteilt. Das war noch vor der Erstellung meines Unterrichtskonzeptes.

### **2.4.1 Vorbereitungsphase**

Es war mir wichtig, im Vorfeld dieses Projektes abzuklären, ob meine Idee des „Integrierten Praktikums“, des gleichzeitigen Arbeitens über 2 miteinander verbundene Physikräume sich überhaupt in die Tat umsetzen lässt. Durch einen Zufall – die Karenzierung einer „Hauptfach-Biologin“ – durfte ich in diesem Schuljahr die gesamte Unterstufe (bis auf zwei Klassen) in Physik unterrichten. Also erprobte ich den Betrieb mit allen mir zur Verfügung stehenden – vor allem sehr großen und teils pubertierenden – Klassen.

Ich ersuchte Kollegen Mag. Paul Krenn meinen Physikunterricht der größten Klasse (3b mit 34 Schülerinnen) zu beobachten und mir danach Rückmeldung zu geben. Im Folgenden sind die Ergebnisse seiner Beobachtung zu lesen:

### **2.4.2 Beobachtung des „Integrierten Praktikumsbetriebs“ der 3b durch einen Kollegen – Kurzbericht**

Das Hauptaugenmerk lag darauf, zu beobachten inwieweit zwei Klassenhälften, die unabhängig voneinander und mit unterschiedlichen Unterrichtsmethoden arbeiten, einander beeinflussen.

Meine Beobachtung war, dass trotz der Größe der Klasse (34 Schülerinnen) der Unterricht sehr geordnet und zielgerichtet ablief.

Zu Beginn des Unterrichts wurde eine kurze mündliche Wiederholung abgehalten, die es dank der rasch aufeinanderfolgenden, präzise gestellten Fragen ermöglichte, dass sich fast die ganze Klasse daran beteiligte. Anschließend war ein Teil der Schülerinnen im Physik-Saal konzentriert mit der Ausarbeitung einer Vorlage beschäftigt, während vier Gruppen zu je vier bis fünf Schülerinnen im kleinen, benachbarten Physikraum Schülerexperimente zu den Themen „Schmelzsicherung“ und „Salzlösung leitet den elektrischen Strom“ vorbereiteten. Am Ende der Unterrichtsstunde wurden dann die Ergebnisse vor der Klasse präsentiert.

Auffallend war, dass die selbstständige Ausarbeitung im Physiksaal einer doch sehr großen Zahl an Schülerinnen sehr diszipliniert und geräuscharm verlief, was das experimentelle Arbeiten im benachbarten Physikraum erleichterte.

Abschließend muss festgehalten werden, dass diese Form der Arbeit (getrennte

Gruppen in zwei verschiedenen Räumen mit unterschiedlichen Unterrichtskonzepten) sehr gut gelungen ist und den Schülerinnen neue Möglichkeiten der Arbeit zugänglich gemacht hat. Die Schülerinnen wirkten sehr motiviert.

Mag. Paul Krenn

### **2.4.3 Projektstart**

Die 7a unterrichte ich seit dem vorigen Schuljahr. Es ist eine kleine Klasse mit 14 Schülerinnen. Im Laufe des Projektes kam eine 15. Schülerin hinzu. Am Physikunterricht schienen mir alle bisher nicht wirklich extrem interessiert, ließen aber im Wesentlichen ganz ohne Murren alles über sich ergehen und hatten stets gute Noten. Eine besonders begabte Schülerin will Lehrerin von Mathematik oder Naturwissenschaften werden.

Am 10.12.2003 begann ich mit der ersten Unterrichtseinheit gleich mit der Methode des integrierten Praktikums noch ohne IMST<sup>2</sup> näher vorzustellen. Problemlos teilte sich die Klasse. Während ein Teil im herkömmlichen Physiksaal die theoretische Arbeit verrichtete, experimentierten die restlichen acht Schülerinnen in Gruppen zu zweit im benachbarten, durch eine offen stehende Türe verbundenen Physikraum.

Am 11.12.2003: Besuch von Universitätsprofessor Dr. Helmut Kühnelt und Mag. Robert Pitzl aus dem S1-Projektteam.

Ich zeigte den beiden meine didaktische Strukturierung für den Unterricht, die konkreten Arbeitsaufträge für Stillarbeiten und Schülerexperimente und die vier „kniffligen“ Fragen für die erste Arbeitsphase. Wir besprachen das Procedere.

Anschließend gab es ein Gespräch der Direktorin Prof. Mag. Eva Maria Vogel mit den Herren vom S1-Team zum Stellenwert der Naturwissenschaften an unserer Schule und zur Bedeutung der Physik für die Allgemeinbildung der Mädchen insbesondere.

### **2.4.4 Vorstellen des Projektes**

Unter Verwendung je einer Unterrichtsstunde stellte ich meiner Klasse 7a und anschließend den Parallelklassen 7b und 7r, die von Kollegen Krenn unterrichtet werden, Folgendes vor:

- ❖ das Thema,
- ❖ den Projektrahmen und
- ❖ IMST<sup>2</sup> Grundgedanken und Leitlinien.
- ❖ 4 „knifflige Fragen“ (siehe Anhang 4.1); sie sollten zum Nachdenken und Wissen-anwenden anregen
- ❖ Zusätzlich machte ich eine Umfrage nach den möglichen Berufswünschen der Schülerinnen und

❖ ließ sie unter näherer Erläuterung Fragebogen 1 ausfüllen.

Vor dem Erwähnen des Themas begann ich mit den Worten: „Stellt euch vor, ihr könnt nichts sehen! Stellt euch vor, ihr könnt nichts hören! Wie wäre euer Leben anders verlaufen!“ Ich wies auf die Bedeutung gut funktionierender Augen und Ohren hin, erwähnte, dass wir durch die Hilfe unserer Sinne von klein auf lernen und ein taubes Kind behindert aufwachsen müsste, dass Physik es möglich macht, ein erstes Sinnesorgan, das Ohr komplett zu ersetzen, dass man beim Auge auch daran arbeitet, dies aber noch komplizierter wäre, usw.

## Fragen zur Auseinandersetzung mit physikalischer Grundbildung

1) Bei der Auswahl von physikalischen Lerninhalten ist mir wichtig (kreuze an!):

	trifft genau zu				trifft gar nicht zu
Weltverständnis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kulturelles Erbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alltagsbewältigung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gesellschaftsrelevanz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wissenschaftsverständnis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Berufliche Orientierung und Studierfähigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2) Bei der Auswahl von Methoden im Physikunterricht ist mir wichtig:

Anknüpfen an Vorwissen und Erfahrungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anwendungsbezogenes Lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erfahrungsgeleitetes Lernen (Schülerexperimente, Referate, selbstständiges Erarbeiten des Stoffes)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wissen in verschiedenen Zusammenhängen anwenden lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In sozialem Umfeld lernen (Gruppenarbeiten)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mit Unterstützung des Lehrers lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3) Persönliche Stellung zur Physik und zum Physikunterricht:

Physik interessiert mich ganz besonders	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Physik ist ein wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In meinem Berufsleben werde ich mit Physik zu tun haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Physik halte ich für besonders schwer verständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mit dem bisherigen Physikunterricht war ich zufrieden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Folgende Verbesserungsvorschläge habe ich:


Bemerkung: statistische Auswertung siehe Anhang 4.2

### 2.4.5 Projektverlauf

Kapitelweise nahm ich die didaktische Strukturierung für den Unterricht nach der Grundbildungskonzept-Handreichung (von August 2003, siehe Anhang 4.3) vor. Dieses Handout wurde uns am IMST<sup>2</sup>-Workshop in Ysper zur Verfügung gestellt und sollte sich jetzt als sehr hilfreich erweisen. Zu späterem Zeitpunkt wurden auch Schü-

lerinnen von mir dazu angehalten „ihre Schulstunden“ nach den Leitlinien von IMST<sup>2</sup> zu konzipieren (siehe Anhang 4.4).

Im Rahmen der Semesterschlusskonferenz im Februar vor den Lehrern und im Rahmen einer Elternvereinsversammlung im März stellte ich mittels PowerPoint-Präsentation die Leitlinien von IMST<sup>2</sup> vor und die ersten Ergebnisse des Projektes.

Anfang Februar während der physikalischen Fortbildungswoche in Wien wurden mir verschiedene Physik-CDs mit Computersimulationen optischer Experimente vorgestellt. Zwei davon schaffte ich an und diese erwiesen sich als sehr hilfreich.

Um auch dem Sprachenschwerpunkt unserer Schule gerecht zu werden, bat ich eine Deutsch-Kollegin, Prof. Mag. Heidemarie Soucek, eine Rhetorik-Stunde in der 7a zu halten. Derart wurden die Mädchen für ihren eigenen Unterricht mit rhetorischen Grundkenntnissen ausgestattet.

Beginnend mit 19. März hielten die Mädchen der 7a in Gruppen insgesamt drei Schulstunden ab, unterbrochen durch das 1. Feedback nach der ersten durch eine Gruppe gehaltene Stunde:

- ❖ Thema „Farben“ in der 2a
- ❖ 1. Feedback
- ❖ Thema „Akustik“ in der 2a
- ❖ Thema „Physik des Auges“ in der 4b

#### **2.4.6 Feedback und Abschluss**

Die Schülerinnen der 7a erhielten nach der ersten gehaltenen Stunde einen ersten Bewertungsbogen (Fragebogen 2) und füllten ihn genau und gewissenhaft aus.



# 1. Feedback zum Projekt

1) Bei der Auswahl von physikalischen Lerninhalten wurde geachtet auf (kreuze an!):

	trifft genau zu				trifft gar nicht zu
Weltverständnis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kulturelles Erbe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alltagsbewältigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesellschaftsrelevanz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschaftsverständnis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Berufliche Orientierung und Studierfähigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2) Bei der Auswahl von Methoden im Physikunterricht wurde geachtet auf:

Anknüpfen an Vorwissen und Erfahrungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anwendungsbezogenes Lernen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfahrungsgeleitetes Lernen (Schülerexperimente, Referate, selbstständiges Erarbeiten des Stoffes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissen in verschiedenen Zusammenhängen anwenden lernen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In sozialem Umfeld lernen (Gruppenarbeiten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit Unterstützung des Lehrers lernen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3) Zusammenfassend:

Mit dem Projektunterricht war ich zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

4) Weitere Fragen:

Was hat bei diesem Projekt gut geklappt?

Was war besonders interessant?

Was war nicht so gut?

Auf welche Weise könnte man das besser machen?

Was hat sich in welcher Weise in deiner Einstellung zur Physik bzw. dem Physik-Unterricht geändert?

Welche Erfahrung hast du als Lehrerin gemacht bzw. als Beobachterin des Unterrichts von Mitschülerinnen?

Glaubst du, dass du für dich Wesentliches dazu gelernt hast?  
Was insbesondere?

Hat dir der Physikunterricht in den letzten Wochen mehr Freude als vorher gemacht?

In der Woche vor Ostern bekamen die Schülerinnen der 7a eine Sammlung von 54 Fragen (siehe Anhang 4.5) zum Kapitel Optik als Orientierungshilfe für den schriftlichen Test zur Überprüfung ihres Fachwissens ausgehändigt. Letzterer fand in der Woche nach Ostern am 16. April statt. Er fiel, wie von mir erwartet, insgesamt gut aus. Die Mädchen wurden angehalten, am 5. Mai 2004 ein zweites Mal den Feedback-Bogen (Fragebogen 2) auszufüllen. Nachdem nun alle selbst Unterricht abgehalten hatten, war es für mich interessant, eine eventuelle Änderung ihrer Einstellungen gegenüber vorherigem Feedback beobachten zu können. Das stellte den Abschluss des Projektes dar.

#### **2.4.7 Eine Übersicht über Feedback-Antworten der 7a (1. Feedback am 2. April 2004)**

(Statistische Auswertung der Punkte 1) bis 3) siehe Anhang 4.6)

ad 4)

##### **Was hat bei diesem Projekt gut geklappt?**

Ganz einheitliche Antworten:

*Teamwork, gute Zusammenarbeit in der Gruppe und das Experimentieren.*

Zwei Schülerinnen antworteten gleich an dieser Stelle:

*Alles hat gut geklappt.*

##### **Was war besonders interessant?**

Bis auf eine fehlende Antwort:

Die Experimente oder ganz bestimmte Experimente wie „Laser und Rauch“, „Farbfilter“ und „Polarisationsfilter“

##### **Was war nicht so gut?**

*Wenige Aufzeichnungen*

*Nicht alles wurde verglichen.*

*Zuwenig schriftlich, von dem wir für den Test lernen können.*

2 Schülerinnen bemängelten Versuchsanleitungen bei NTL-Kästen.

##### **Auf welche Weise könnte man das besser machen?**

*Genauerer Vergleich der Ergebnisse, Diktieren des Wichtigsten in Hinblick Test, immer wieder das Wichtigste gemeinsam aufschreiben*

##### **Was hat sich in welcher Weise in deiner Einstellung zur Physik bzw. dem Physik-Unterricht geändert?**

*Dass man Spaß daran haben kann, Learning-by-doing!*

*Offt mehr Spaß, aber anstrengend*

*Interessanter gemacht, da man alles selbst erlernen kann*

*Abwechslungsreicher Unterricht*

*Man geht mit bestimmten Dingen im Alltag anders um*

*Dass Physik nicht trocken ist*

4 haben an dieser Stelle gar nicht geantwortet, 5 mit „nichts“

### **Welche Erfahrungen hast du als Beobachterin des Unterrichts von Mitschülerinnen gemacht?**

*Streng sein in einer Klasse damit kein Wirbel entsteht*

*Man muss den Unterricht besonders für jüngere Schülerinnen besonders interessant gestalten, um ihre Aufmerksamkeit zu bekommen.*

*Es ist schwer die Schüler zu begeistern, verständlich Erklären ist schwer.*

*Klasse unterrichten ist nicht leicht, es muss immer Action geben.*

*Lehrer zu sein ist nicht leicht.*

*Wie schwer es ist, eine Stunde zu gestalten, das dann auch so hinüberzubringen und kleineren Kindern etwas beizubringen.*

*Streng sein in einer Klasse damit kein Wirbel entsteht. (2 Schülerinnen antworteten ident.)*

*Schüler sind anstrengend, vergessen ziemlich schnell, was man ihnen sagt, wollen immer unterhalten werden.*

*Es ist schwer, die Schüler zu begeistern.*

*Aufwändig, Stunde vorzubereiten.*

*Vorbereiten und Halten von Unterrichtsstunden ist anstrengend und zeitaufwändig.*

*Disziplin der Schüler, es ist schwer Lehrer zu sein.*

*Das war sehr interessant – jetzt viel mehr Gefühl für die gute „Zuführung“ des Stoffes.*

### **Glaubst du, dass du für dich Wesentliches dazu gelernt hast?**

Wurde nur von 11 konkret mit „ja“ beantwortet, 3 blieben eine konkrete Antwort schuldig, somit auch für die nächste Frage.

## Was insbesondere?

Einige Schülerinnen nahmen hier Bezug auf physikalische Inhalte:

*Subtraktive, additive Farbmischung, Regenbogen, Brechung des Lichts, Optik, Teile der Wellenlehre, verschiedene Augenfehler, neue Experimente, Polaroidfolien*

Die überwiegende Mehrheit nahm hier Bezug auf pädagogische Fragen wie:

*Unterricht aus der Sicht des Lehrers gesehen*

*Wie man 50 Minuten lang Schüler unterhält*

*Man hat den Unterricht aus der Sicht des Lehrers gesehen*

*Das Unterrichten der Kinder*

*Das Umgehen mit Schülern*

*Wie man Stunden vorbereitet*

*Umgang mit Kindern war sehr interessant. Man hat gelernt, wie wichtig es ist, dass man die Kinder „im Griff“ hat.*

## Hat dir der Physikunterricht in den letzten Wochen mehr Freude als vorher gemacht?

8 Schülerinnen „ja“, 2 „ein wenig“, 2 „gleich geblieben“, eine Schülerin sehnt sich nach herkömmlichen Strukturen, eine in diesem Schuljahr neu an die Schule gekommene Schülerin schrieb ihren Namen auf den Fragebogen und Folgendes: „Ja, auf jeden Fall. Mein Physikunterricht war bis auf dieses Jahr immer uninteressant und frontal gestaltet. Ich hatte viel Freude daran und habe auch viel dazu gelernt.“

### 2.4.8 Eine Übersicht über Feedback-Antworten der 7a (2. Feedback am 5. Mai 2004)

(Statistische Auswertung der Punkte 1) bis 3) siehe Anhang 4.6)

Zu eventuell sich überschneidenden Antworten vom 1. Feedback ist v.a. Folgendes hinzugekommen:

ad 4)

#### Was hat bei diesem Projekt gut geklappt?

*Das Verständnis für den Stoff*

*Dass wir alles selbstständig gelernt haben und jeder mitgearbeitet hat*

*Das von uns Gelernte haben wir verstanden*

*Das Unterrichten in den anderen Klassen*

*Selbst zu unterrichten*

*Selbst Stunden in den unteren Klassen halten und vorbereiten*

### **Was war besonders interessant?**

*Gemeinsames Experimentieren*

*Die Versuche und das Vorbereiten einer Unterrichtsstunde und auch das Unterrichten selbst hat großen Spaß gemacht!*

*Spektralfarben*

*Selber Experimente machen*

*Selbsterarbeiten des Stoffes*

*Die Themen*

*Die Themen, die wir behandelt haben – Licht*

*Versuche „auf eigene Faust“*

### **Was war nicht so gut?**

*Wir haben wenig schriftlich festgehalten oder miteinander verglichen, was mich in Hinblick auf den Test etwas nervös gemacht hat.*

*Wir hatten bis eine Woche vor dem Test keine vollständigen, einheitlichen Unterlagen zum Lernen.*

### **Auf welche Weise könnte man das besser machen?**

*Viele haben sich beschwert, dass sie keine Mitschrift haben, doch ich glaube, dass auch dies ein Teil des Projektes ist und man von selbst eine Zusammenfassung schreiben sollte. Fehler der Schüler!*

### **Was hat sich in welcher Weise in deiner Einstellung zur Physik bzw. dem Physik-Unterricht geändert?**

*Alles! Hatte immer Probleme und nie wirklich einen Gefallen am Physik-Unterricht gehabt, und jetzt freue ich mich auf den Physik-Unterricht.*

*Physik-Unterricht kann interessant sein.*

*Durch verstandene Physik erhält man ein gewisses Weltverständnis; Lehren ist nicht leicht*

*Physik hat auch besonders in Medizin Bedeutung*

*Es ist lustiger!*

*Habe gesehen, dass es neben dem „trockenen“ Stoff auch sehr interessante*

*und nette Versuche bzw. Themen gibt.*

*Physikunterricht war interessanter*

*Diese Art des Unterrichts hat mir die Physik etwas näher gebracht. Ich bin in den Physikunterricht lieber gegangen als vorher. Ich habe es toll gefunden, dass wir selbst so aktiv sein konnten.*

Nur 3 Schülerinnen antworteten mit: *nichts*

**Welche Erfahrungen hast du als Beobachterin des Unterrichts von Mitschülerinnen gemacht?**

*Wie schnell eine Stunde vorbei geht und den Stoff verständlich hinüberzubringen. Wie schwer es ist, Schüler zu begeistern und in Schach zu halten.*

*Schüler können ganz schön anstrengend sein, v.a. wenn sie in mittlerem Alter sind.*

*Lehren ist nicht leicht, man selbst versteht es aber besser, wenn man es anderen erklären muss.*

*Schüler freuen sich auch einmal andere Gesichter als Lehrer vor sich zu haben. Es ist sehr viel Arbeit, eine Stunde vorzubereiten.*

*Dass eine Stunde vorzubereiten viel Arbeit bedeutet, war aber eine positive, lehrreiche Erfahrung*

*Eine Schulstunde beansprucht viel Vorbereitungszeit*

*Es war eine tolle Erfahrung, hat sehr viel Spaß gemacht. Es ist gar nicht so leicht, Schüler für etwas zu begeistern (in der 4. Klasse hat man das stark gemerkt). Vorbereiten der Stunde hat viel Zeit beansprucht. Aber ich möchte diese Erfahrung nicht missen und würde es sofort wieder machen! Versuche sind sehr gut angekommen!*

*Unterrichten ist gar nicht so leicht. Man merkt erst wenn man selbst eine Stunde vorbereiten muss, wie viel Arbeit dahinter steckt.*

*Es ist schwierig, eine Stunde interessant zu gestalten und die Schüler für den Lernstoff zu begeistern.*

*Schwierig, Stunden vorzubereiten. Eine Stunde als Lehrer ist sehr lange, schwierig, kleine Kinder dazu zu bringen, zuzuhören und aufzupassen, den Unterricht interessant zu gestalten.*

**Glaubst du, dass du für dich Wesentliches dazu gelernt hast? Was insbesondere?**

*Ja, ich habe sehr viele Themen der Optik behalten: „Auge“, „Fehlsichtigkeit“, „Brechung des Lichtes“ etc.*

*Viele Experimente und Grundwissen*

*Ja, Verständnis in vielen Bereichen*

*Ja, Totalreflexion in Medizin, 3D-Sehen durch Polarisationsfilter*

*Die Lehrer etwas besser zu verstehen, auf Wünsche anderer (= Schüler) eingehen*

*Ich glaube, dass ich gelernt habe, mich in manchen Situationen in den Lehrer hineinzuversetzen.*

*Ja, ich habe die Sicht eines Lehrers kennengelernt.*

*Besserer Umgang mit jüngeren Schülerinnen*

*Ja. (Der Stoff wurde uns sehr „handfest“ dargeboten und Lehrer sein ist gar nicht so leicht.)*

*Allgemeinwissen wurde erweitert*

3 haben geantwortet: *Nein*

### **Hat dir der Physikunterricht in den letzten Wochen mehr Freude als vorher gemacht?**

*Auf jeden Fall!*

*Yes, meistens zumindest*

*Ja, Gruppenunterricht lockert den Unterricht auf*

*Auf jeden Fall! Wir haben die Physik und auch den Unterricht von einer ganz anderen Seite kennengelernt.*

6 haben geantwortet: *Ja*

1 Antwort: *Gleich geblieben*

*Der Unterricht war zwar lockerer, aber ich konnte kein System erkennen. Glaube aber, durch Protokolle und Stoff selbst erarbeiten mehr lernen zu können, da man sich mehr damit beschäftigt. Trotzdem ist mir „Frontalunterricht“ mit Experimenten lieber.*

*Ich bevorzuge es, wenn der Lehrer mit uns spricht und dann etwas notieren lässt, was ich mir nach dem Unterricht anschauen kann.*

## **2.5 Reflexionen zu Grundbildungsfragen und Evaluation**

### **2.5.1 Aussagen der Schülerinnen**

Auf meine Frage: „Was glaubst du, wirst du später noch wissen?“, antworteten die Schülerinnen sehr unterschiedlich:

*Das, was wir uns durch Experimente und Versuche selbst erarbeiten mussten.*

*Ich werde mich bestimmt noch an das Unterrichten erinnern. Das war eine neue, sehr interessante Erfahrung. Es hat mich aber bestätigt, dass ich später sicher nicht unterrichten will.*

*Die Erfahrungen als Lehrer; stofflich: das Grundwissen*

*Die Situation als Lehrer. Das Grundwissen, werde mich wahrscheinlich nicht mehr an alle Einzelheiten erinnern. Vielleicht vergesse ich auch wichtigere Dinge wieder, können aber bei Bedarf sowieso jederzeit nachgeholt werden.*

*Wie schwer es ist, eine Klasse zu unterrichten, es aber trotzdem Spaß gemacht hat.*

*Die Erfahrung, in Gruppen etwas zu erarbeiten und wie viel Zeit es kostet, eine ganze Stunde vorzubereiten.*

*Additive, subtraktive Farbmischung, Totalreflexion, Polarisation*

*Alles über Fehlsichtigkeit, die Erfahrungen als „Lehrerin“ werden mir in Erinnerung bleiben*

*Auf jeden Fall werde ich die Erfahrung, einmal Lehrerin zu sein, nicht so schnell bzw. nie vergessen. Dadurch, dass wir uns den Stoff praktisch selbst erarbeitet und beigebracht haben, habe ich sehr viel dazu gelernt und werde auch später noch viel davon wissen. Was ich auch noch gut fand war, nachdem wir uns ein Kapitel erarbeitet haben, dies auch noch wiederholt haben.*

*Dass „Herr Römer“ und nicht „die Römer“ die Lichtgeschwindigkeit gemessen haben.*

*Ich denke, dass ich später das Grundlegende wissen werde, was auch zum Grundwissen gehört. Aber ich denke, die tiefgründigen Dinge werde ich mir später nicht mehr merken können.*

*Es war eine tolle Abwechslung zu manch anderem Unterricht, der oft sehr trocken ist. Ich finde es toll von Ihnen, dass Sie so viel Zeit außerhalb des Unterrichts in dieses Projekt gesteckt haben (viele andere Lehrer scheuen sich vor so etwas).*

Einsatz der 2 Physik-CDs: über den Einsatz der 2 Physik-CDs haben die Schülerinnen geantwortet, dies wäre gut als Ergänzung zu den Experimenten, aber keinesfalls ein Ersatz für dieselben.

Die Klassensprecherin der 7a schrieb folgendes für den Jahresbericht:



## IMST<sup>2</sup> Projekt

Wir Schüler beschwerten uns ja des Öfteren über die nicht gerade beliebte Lehrmethode des Frontalunterrichts. Frau Prof. Huf setzte dem in einigen Klassen, unter anderem auch bei uns in der 7a, abrupt ein Ende: Hoppel-di-hopp, jetzt ist IMST<sup>2</sup> angesagt. Mehr oder weniger freiwillig gingen wir die Sache an, ohne natürlich genau zu wissen was uns erwarten würde. Die ersten Physikstunden verliefen recht stressfrei, diese Methode des Selbst-Lernens sagte uns absolut zu, wir konnten die ganze Stunde mit dem Zusammenbauen von Teilen der NTL-Kästen verbringen, Experimente machen und das alles ohne wirklich beobachtet und schon gar nicht beurteilt zu werden, noch nicht zumindest...

Ein Prinzip von IMST<sup>2</sup> ist das Selbst-Erarbeiten des Stoffes, der Lehrer spielt dabei nicht wirklich eine große Rolle und wir erlebten tatsächlich, man kann es kaum glauben, eine Frau Prof. Huf, die sich leise im Hintergrund hielt, die meiste Zeit jedenfalls. Wir bekamen einen Auftrag, entweder praktisch zu arbeiten oder die Theorie dazu aus dem Buch zu erarbeiten, und ab da waren wir dann mehr oder minder für diese Stunde auf uns allein gestellt. Ich müsste wohl lügen, würde ich sagen es ging nicht chaotisch zu. Sehr produktiv waren wir anfangs jedenfalls nicht, wir wussten zum Teil auch gar nicht so genau, was wir nun eigentlich tun sollten, aber einfach herumprobieren war ja auch ganz lustig, also störte uns das nicht weiter. Ein bisschen ernster wurde es als wir Protokolle mitschreiben mussten, aber der wahre Ernst begann erst ein paar Wochen danach. Wir sollten das, was wir uns gerade selbst beigebracht hatten, nun auch anderen beibringen, wir sollten eine Unterrichtsstunde in einer Unterstufenklasse halten! Wirklich keine leichte Aufgabe, so stressfrei es vorher war so absolut hektisch wurde es zum Schluss. Wir bildeten 3 Gruppen, eine, die den Schülerinnen der 2a die Farblehre näher bringen sollte, eine die Akustik und die dritte sollte die 4b einige Bereiche der Optik lehren. Die Themengebiete konnten wir uns selbst aussuchen, das erleichterte die Arbeit aber nicht wesentlich. Das Wichtigste: wir mussten den Stoff zuerst einmal zu 100% selbst verstehen um ihn dann richtig und verständlich weitergeben zu können und schließlich weiß man ja nicht auf welche Fragen unsere zukünftigen Schüler kommen, also legten wir alles daran, nicht, im wahrsten Sinne des Wortes, wie ein Fragezeichen dazustehen, Frau Prof. Soucek erteilte uns sogar Rhetorikunterricht. So gut wie nur möglich vorbereitet stürzten wir uns ins Abenteuer des Unterrichtens, natürlich nervös aber dennoch motiviert den „Kleinen“ jeweils eine spannende Stunde zu bieten... Geschafft!!!

Die 3 Stunden hatten wir doch recht gut gemeistert und einiges an Erfahrung mitgenommen, unter anderem auch Verständnis für Lehrer und die Schwierigkeiten des Unterrichtens.

IMST<sup>2</sup> empfanden wir im Grunde genommen ganz gut, trotzdem kommen wir zu dem Schluss, dass Lehrer doch nicht ganz unnötig sind und der Mittelweg, in dem Fall zwischen Frontalunterricht und absoluter Freiarbeit, wie immer der goldene ist.

*Sonja Trattner*

## 2.5.2 Reflexionen der Lehrer

### Paul Krenn

Da zur Zeit der Abgabe dieses Protokolls das Projekt in der 7b und 7r noch nicht abgeschlossen war, fehlt leider dieser Teil.

## **Gerda Huf**

Die Schülerrückmeldungen waren insgesamt sehr erfreulich und machen mir Mut, in dieser Richtung weiterzuarbeiten. Der Wert des Experimentierens, vor allem des eigenen Experimentierens und der Gruppenarbeit steht auch bei den Schülerinnen außer Zweifel. Andererseits waren ebenfalls sinnvoll kritische Betrachtungen zu vermerken, wie dass das Aufbrechen von herkömmlichen Strukturen und das abrupte Einführen von eigenverantwortlichen Lernphasen zeitweise den Schülerinnen das Gefühl einer Orientierungslosigkeit und Unsicherheit vermittelt hätten. Ich habe mich bemüht, durch abschließende Zusammenfassung, dem Überreichen einer Liste von 54 möglichen Testfragen und einer Stunde Fachdiskussion diesem Gefühl gegenzusteuern.

Interessant war für mich, anhand der schriftlichen Schülerrückmeldungen zu beobachten, dass mit nur 3 Ausnahmen sich zwischen dem ersten und dem abschließenden zweiten Feedback (also zumeist durch das Abhalten eigener Unterrichtsarbeit verursacht) noch weiteres sich in der Einstellung der Mädchen zur Physik an sich und zur Bedeutung des Physikunterrichts für sie verändert hat.

## **3 RESÜMEE UND AUSBLICK**

### **3.1 Physik begreifen – Integriertes Physikpraktikum Physik des Hörens, Physik des Sehens, Lehre vom Licht**

Ich bin zu dem Ergebnis gekommen, dass ich den „Integrierten Praktikumsbetrieb“ weiter ausbauen werde und mich zusehends um fächerübergreifenden und fächerparallelen Unterricht bemühen werde. Unterricht mit dem Ziel eines vorführbaren Ergebnisses wirkt motivierend für alle Beteiligten.

Die IMST<sup>2</sup>-Leitlinien als Begründung für die Gewichtung des Stoffes und die Methodenwahl waren eine große Hilfe für meinen Unterricht. Ich werde sie in Zukunft für die Vorbereitungen meiner Unterrichtsstunden heranziehen und ebenso meine Schülerinnen mit diesen Grundideen konfrontieren.

Ich danke dem IMST<sup>2</sup>-Betreuungsteam, insbesondere Prof. Kühnelt und Mag. Pitzl.

Verstärkt werde ich Schulleitung, Lehrerkollegium, Schülerinnen und Eltern darauf hinweisen, dass, warum und in welcher Weise die Ausbildung unserer Jugend in Physik und in Naturwissenschaften insgesamt eine ganz wesentliche Grundlage für die Allgemeinbildung in einer modernen, zukunftsorientierten Gesellschaft darstellt.

### **3.2 Wie geht es weiter?**

Für das folgende Schuljahr plane ich das Projekt: „Frauen und Technik - ausgezeichnete Forscherinnen mit Bezug zu St. Ursula-Salzburg“ mit einer Vortragsserie ehemaliger Schülerinnen von St. Ursula, die jetzt erfolgreich in der physikalischen Forschung tätig sind und wissenschaftliche Preise errungen haben.

„Physik des Hörens“ diene als motivierender Einstieg zu einem fortführenden Projekt, das in Kooperation mit der Tiroler medizintechnischen Firma Med-El erfolgen soll. Die Schülerinnen und ich planen die Erstellung einer CD „Taub und trotzdem hören“. Sie soll schildern, auf welche Weise Physik das erste Sinnesorgan, das Ohr, komplett ersetzt. Dieses zukünftige Projekt soll auch Einblick in die Forschung bewirken und den Transfer von Wissenschaft zur Anwendung, sowie Physik in ihrer schönsten und unmittelbaren Relevanz zum Wohle des Menschen aufzeigen. Die CD soll schließlich auch anderen Physiklehrerinnen und Physiklehrern für deren Unterricht zugänglich gemacht werden, und derart als ein nach außen gerichteter Beitrag von St. Ursula-Salzburg zur weiteren Aktualisierung und Verbesserung von naturwissenschaftlichem Unterricht wirken.

## 4 ANHANG

### 4.1 4 „knifflige Fragen“ und die Liste der durchgeführten Schülerexperimente

1. Frage: Film, erste Einstellung und Action: die Schauspielerin blickt in ihren Handspiegel und möchte ihr Make-up in Ordnung bringen. Wie sehen sie im Spiegel, wie sie ihren Lippenstift aufträgt. Und was sieht die Schauspielerin?
2. Frage: Wieso kann ein Autofahrer in stockdunkler Nacht die von den eigenen Scheinwerfern angestrahlte Straße sehen? Nach dem Reflexionsgesetz dürften doch die Strahlen gar nicht zu ihm zurückkommen!
3. Frage: Unter zwei Wassergläsern liegt je eine Münze. Ein Glas ist mit Wasser gefüllt und mit einem Deckel zugedeckt. Wieso kannst du die Münze nur unter dem leeren Glas erkennen?
4. Frage: Ein großbauchiger Krug aus durchsichtigem Glas ist mit einem Deckel versehen und mit Wasser gefüllt. In dem Krug befinden sich 6 verschiedene Halbedelsteine. Wie groß sind die Steine tatsächlich?

#### **Durchgeführte Schülerexperimente:**

Arbeitsaufträge für das Praktikum: NTL-Schülerversuchskästen mit Anleitung

Versuch O 2.1: Reflexion am ebenen Spiegel

Versuch O 2.3: Reflexion am Hohlspiegel

Versuch O 2.6: Reflexion an Wölbspiegel

Versuch O 3.1: Brechung an planparalleler Platte

Versuch O 3.6: Das Umlenk- und Umkehrprisma

Versuch O 4.1: Brechung an Sammellinsen

Versuch O 4.5: Brechung an Zerstreuungslinsen

Versuch O 5.1: Farbzerstreuung an Prisma

Selbst zu entwerfende Versuchsanordnung: Korrektur durch verschiedene Brillen

Weitere Versuche:

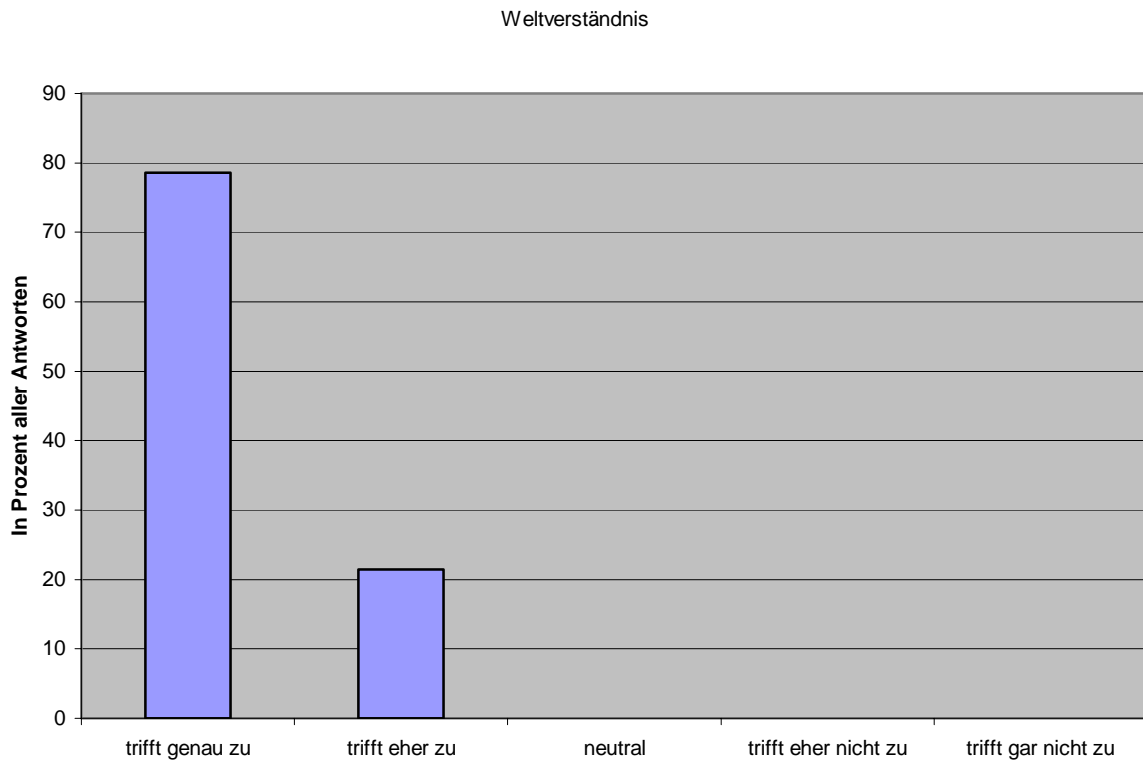
- Huygenssches Prinzip – Wellenwanne
- Additive und subtraktive Farbmischung mittels eines Overhead-Gerätes und Overhead-Folien von Duenbostl „Physik erleben 4“

- Bauen einer Lochkamera

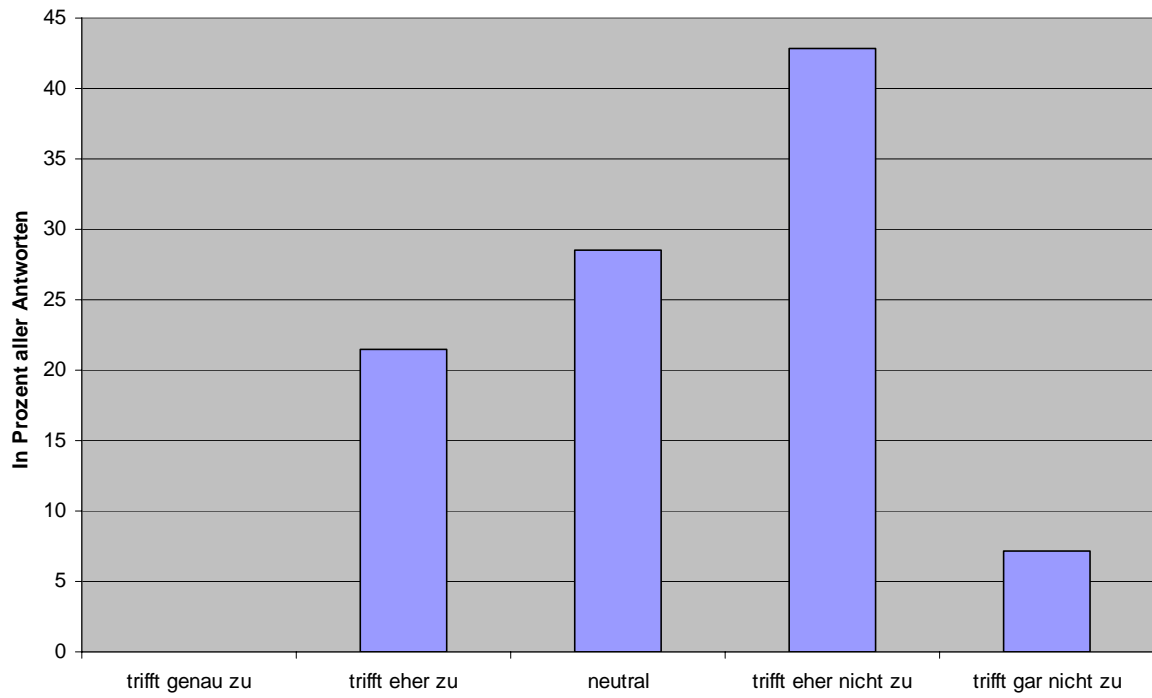
Alle anschließend auch im Test abgefragten Versuche zur Wellenoptik wurden jeweils mit Assistenz zweier Schülerinnen im Frontalunterricht durchgeführt.

## 4.2 Statistische Auswertung der Punkte 1 bis 3 von Fragebogen 1

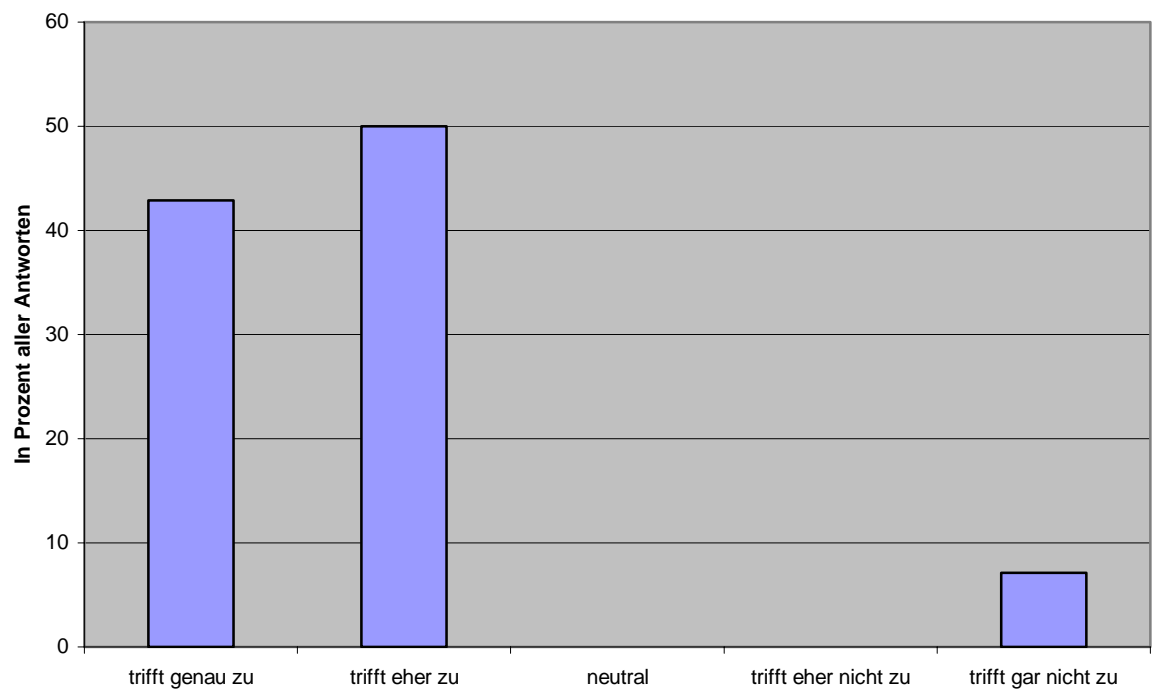
1) Bei der Auswahl von physikalischen Lerninhalten ist mir wichtig:



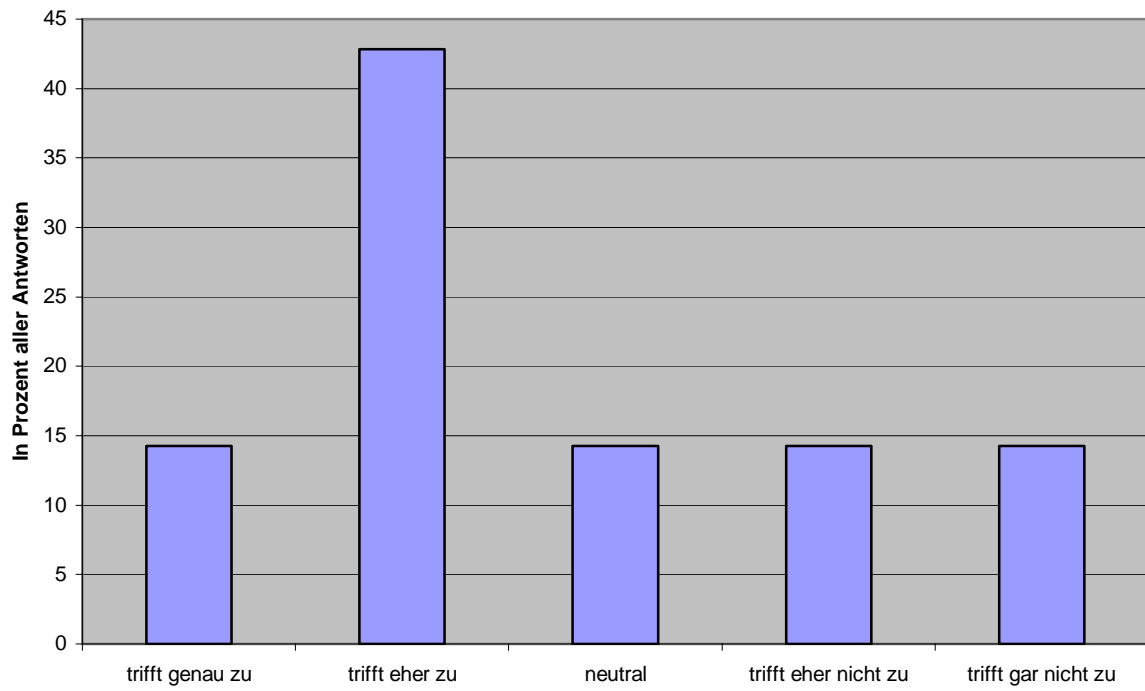
### Kulturelles Erbe



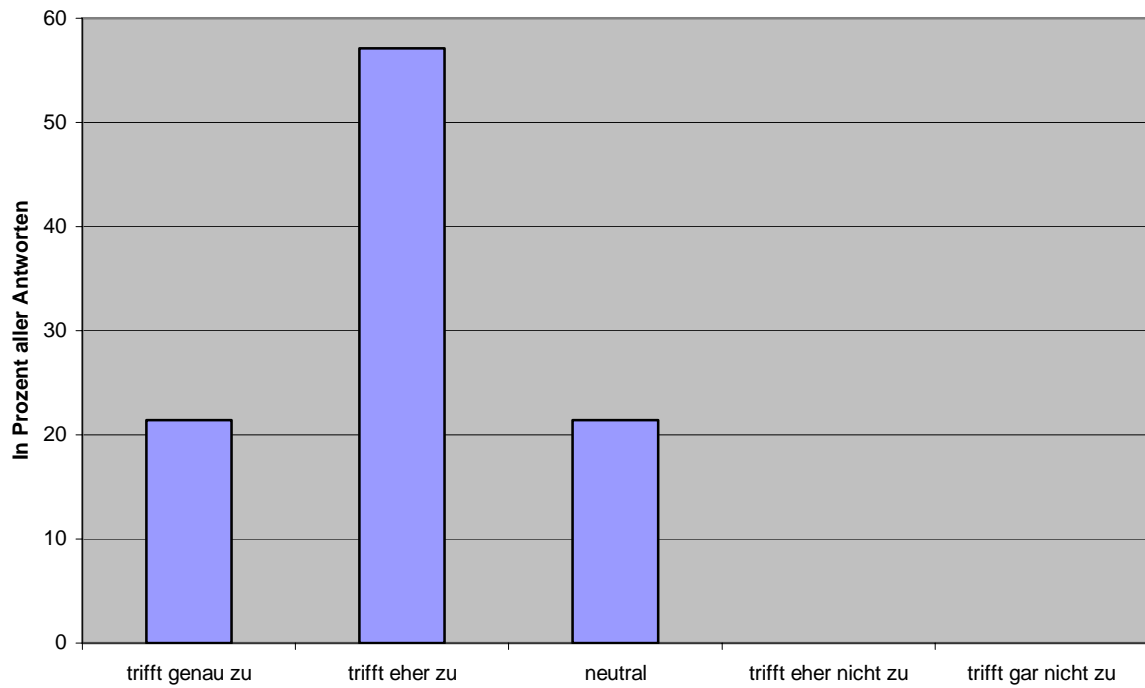
### Alltagsbewältigung



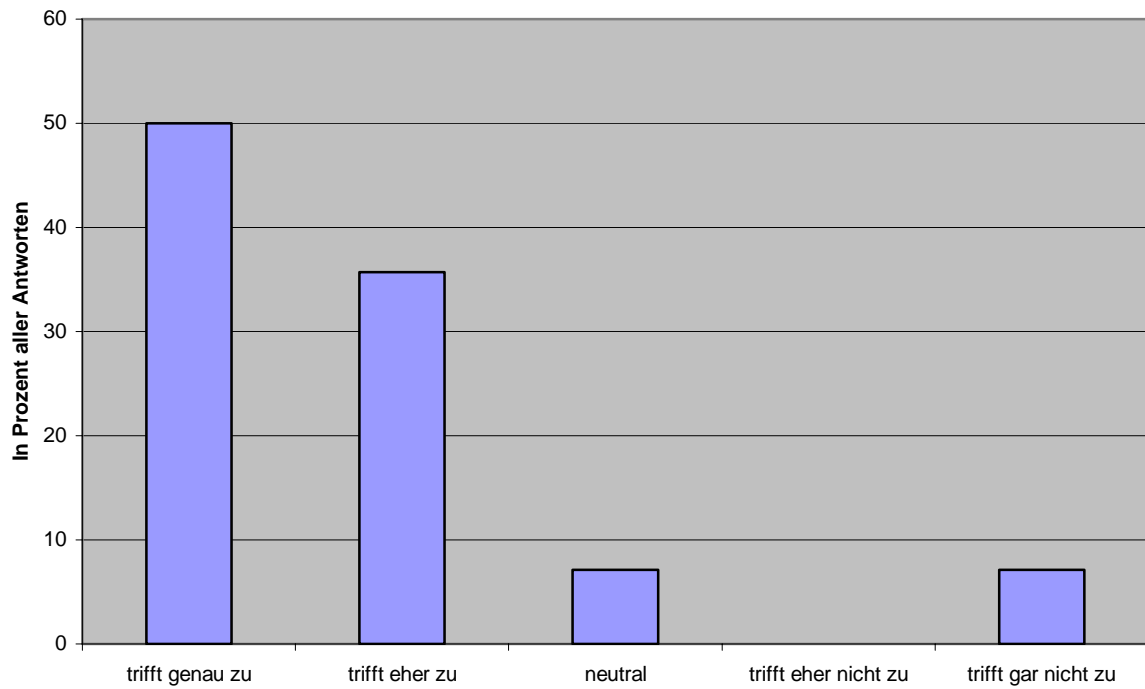
### Gesellschaftsrelevanz



### Wissenschaftsverständnis

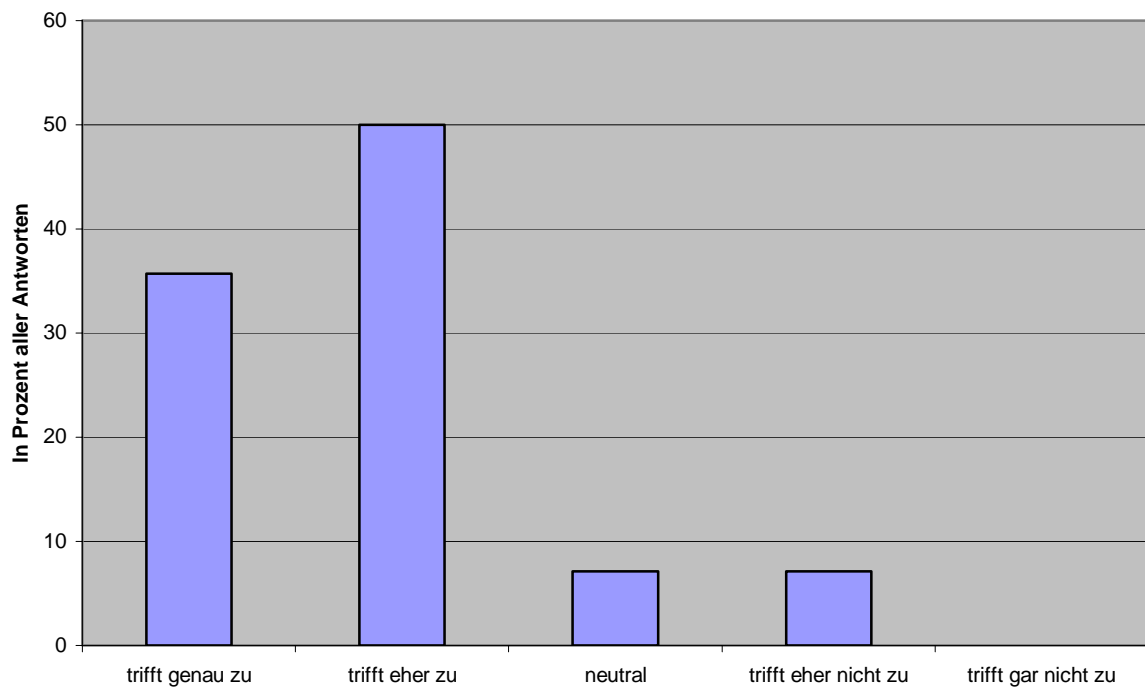


### Berufliche Orientierung und Studierfähigkeit



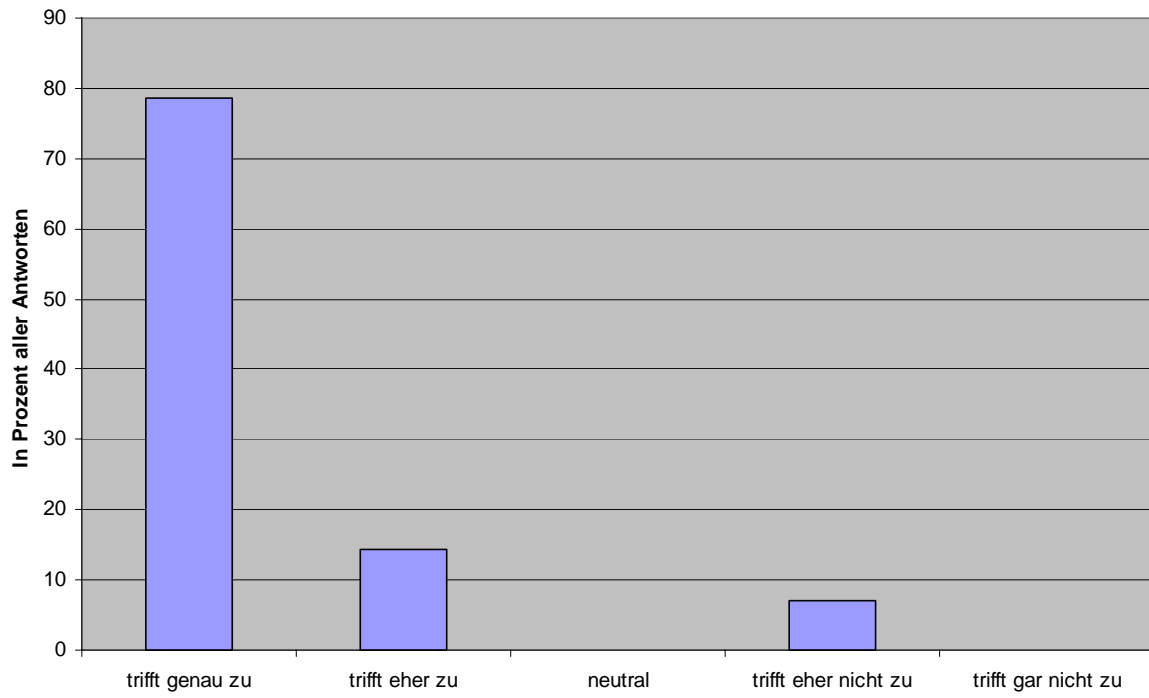
2) Bei der Auswahl von Methoden im Physikunterricht ist mir wichtig:

### Anknüpfen an Vorwissen und Erfahrungen

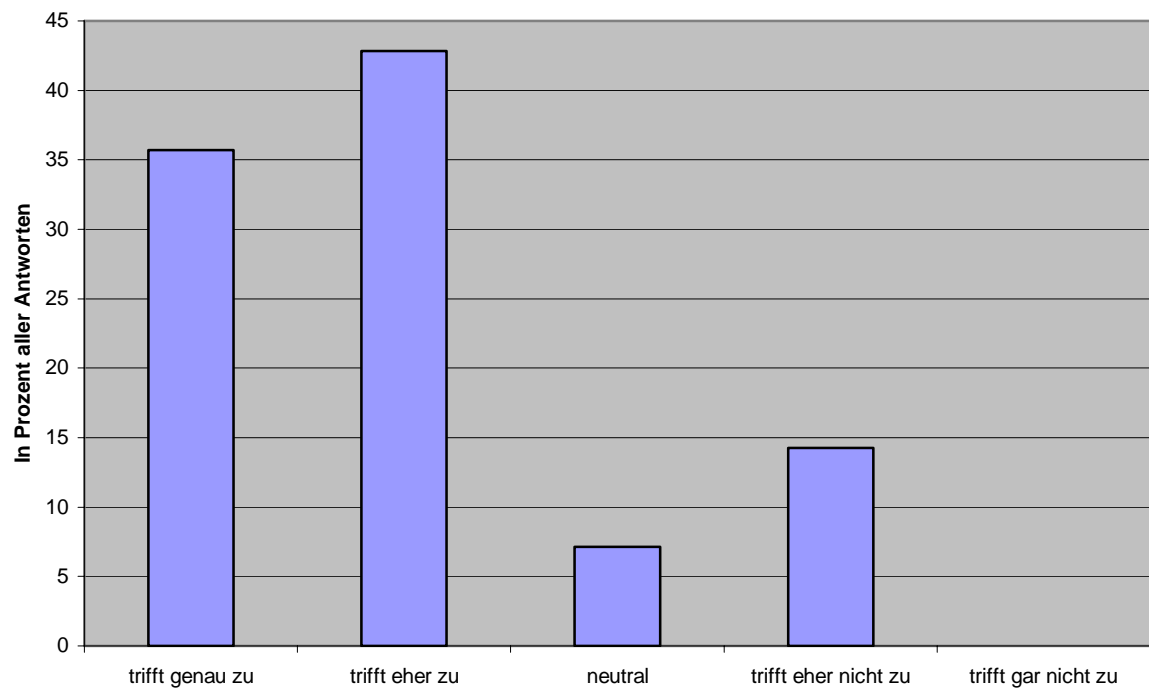




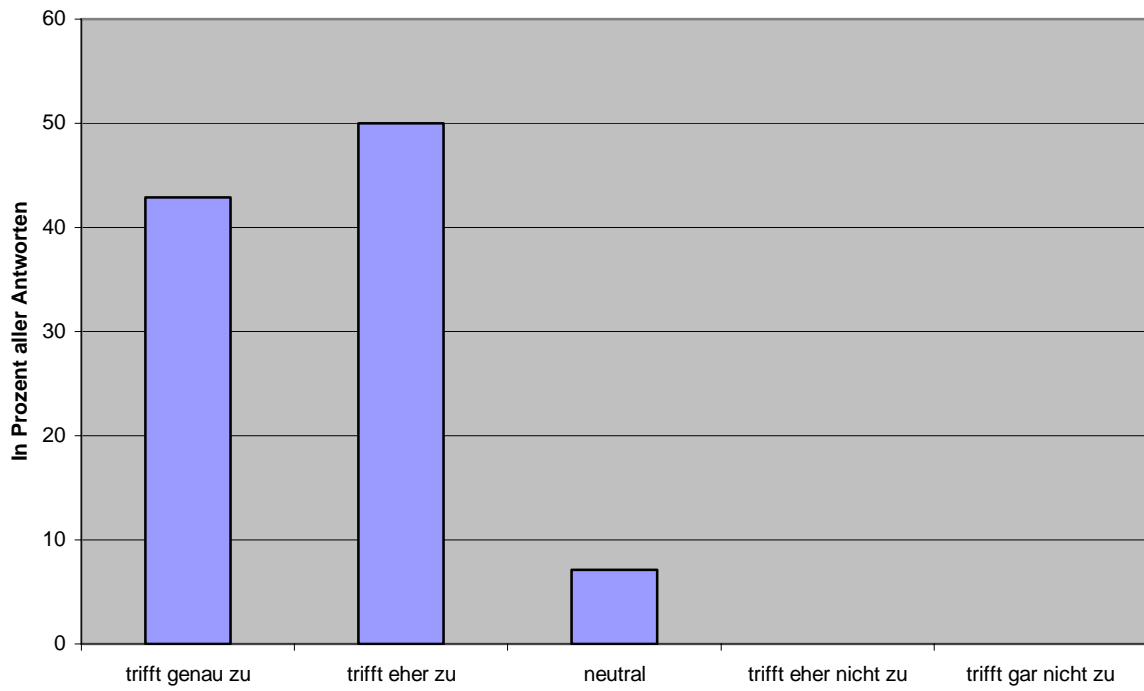
### Anwendungsbezogenes Lernen



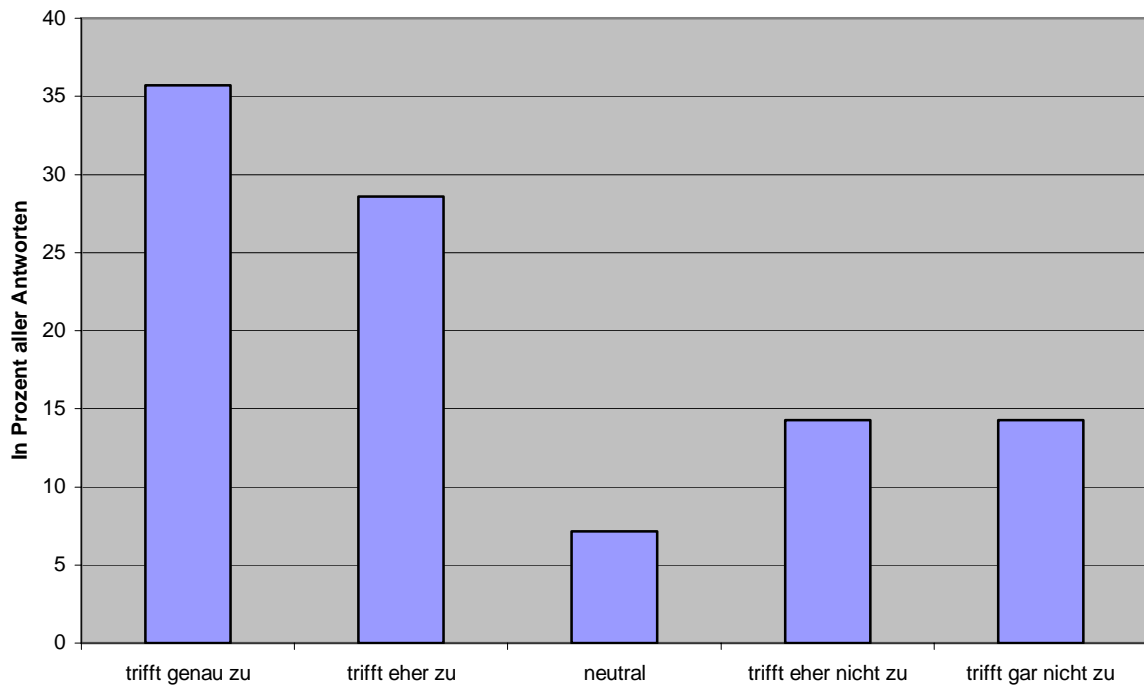
### Erfahrungsgelitetes Lernen



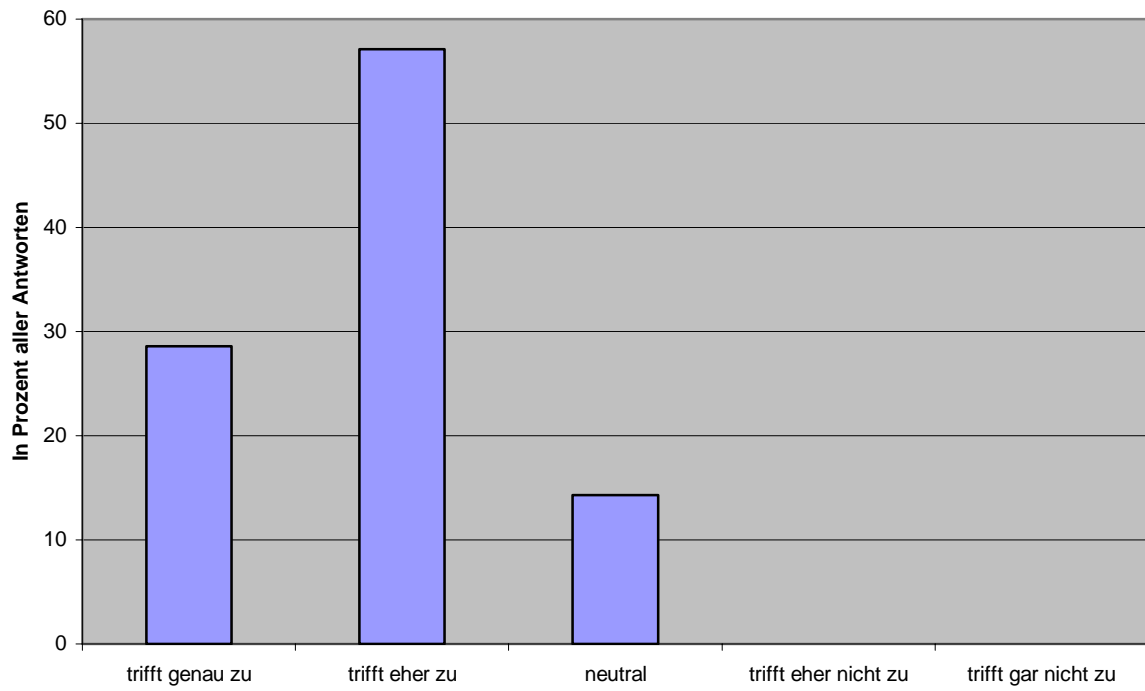
### Wissen in verschiedenen Zusammenhängen anwenden lernen



### In sozialem Umfeld lernen

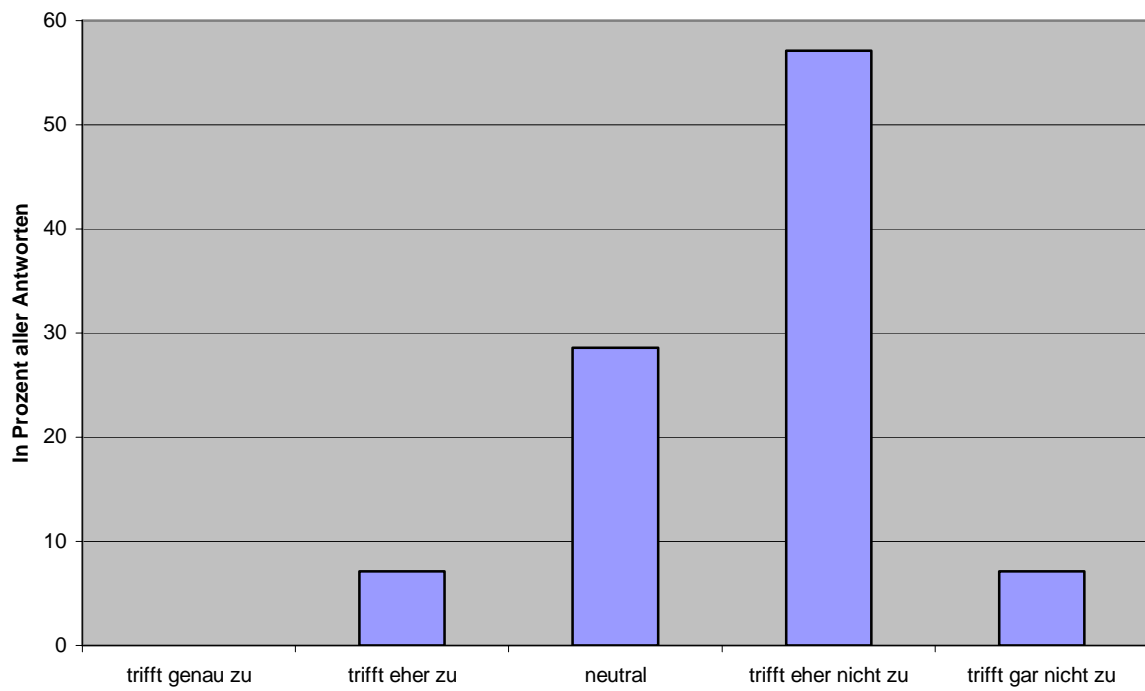


Mit Unterstützung des Lehrers lernen

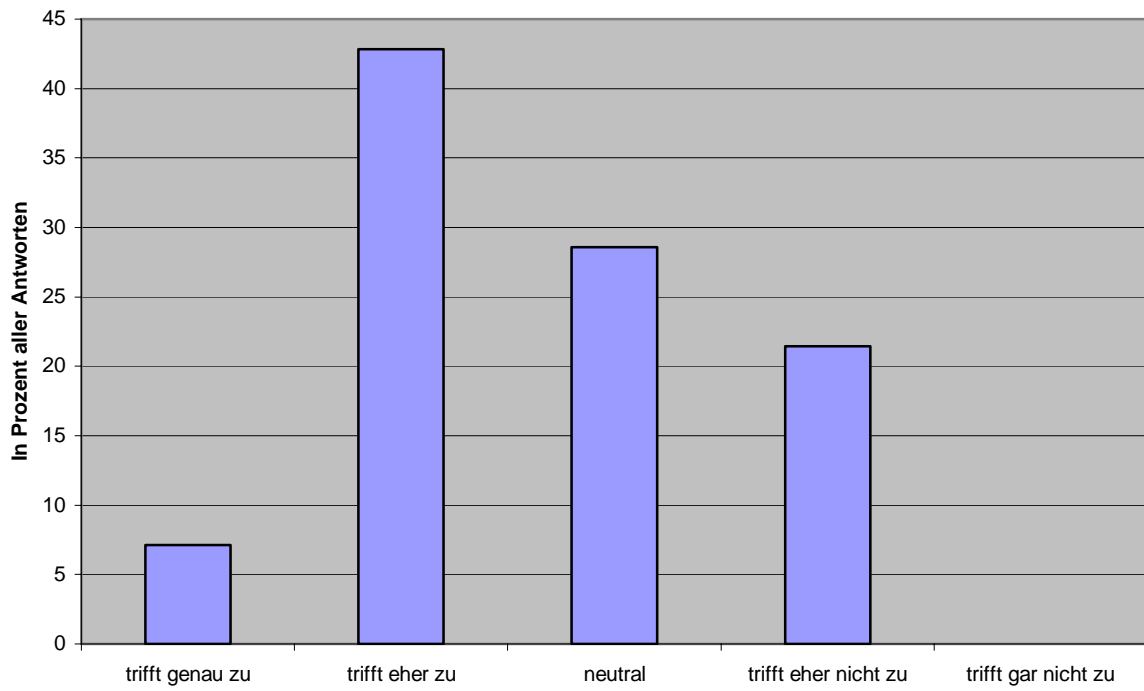


### 3) Persönliche Stellung zur Physik und zum Physikunterricht

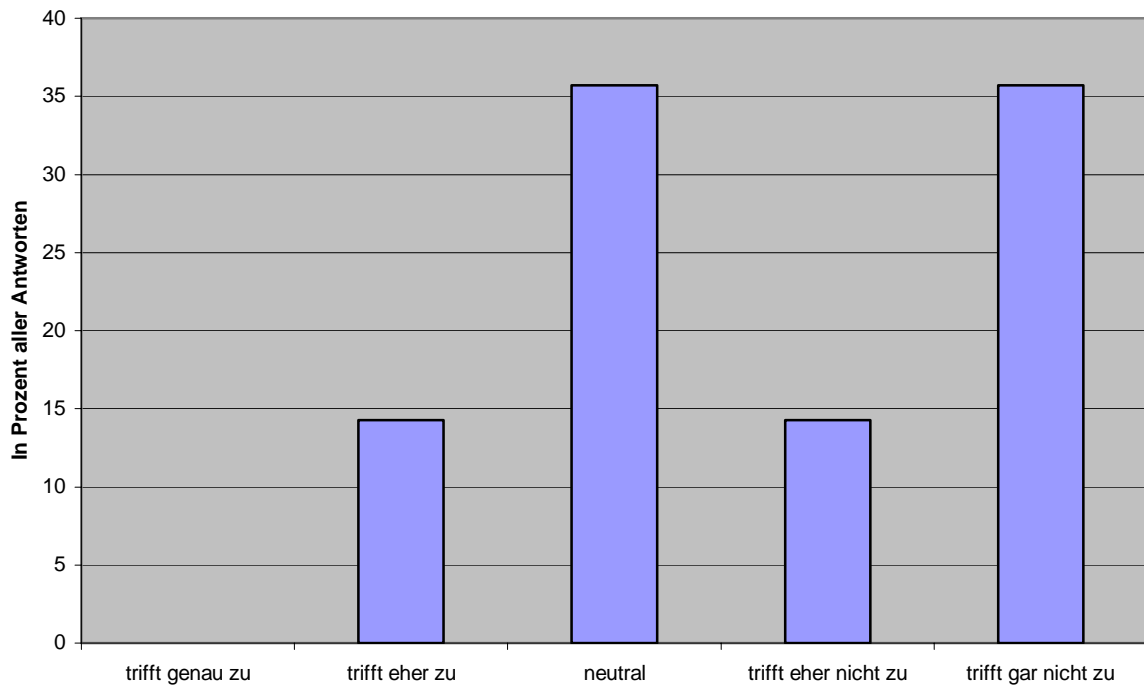
Physik interessiert mich ganz besonders



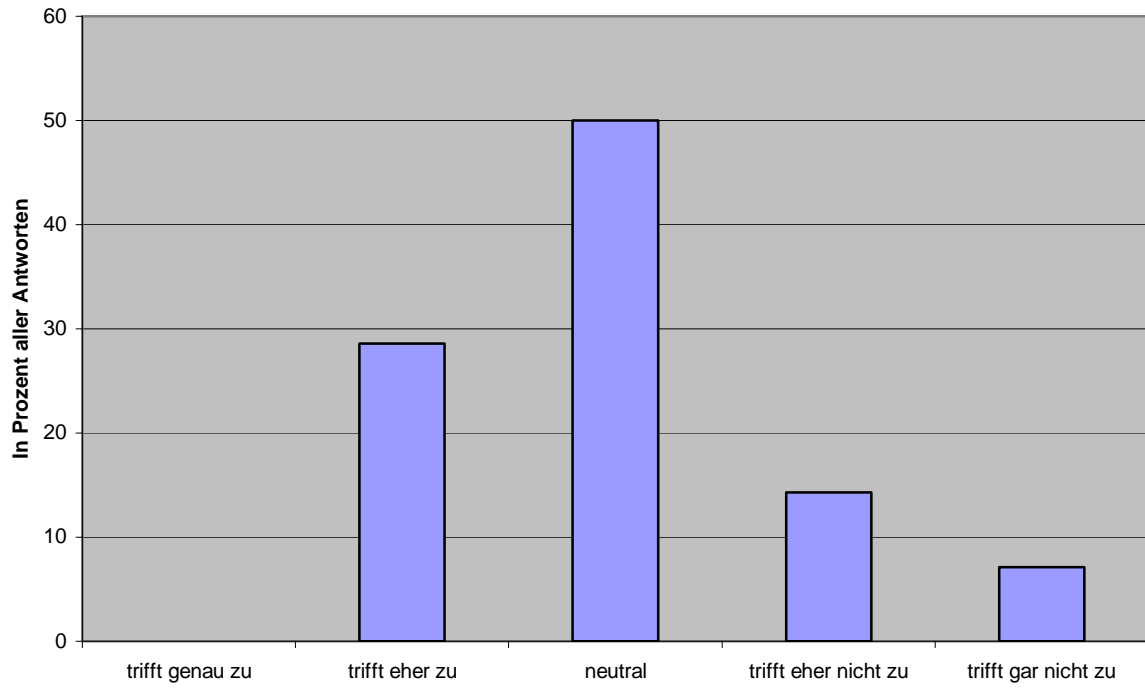
Physik ist ein wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung



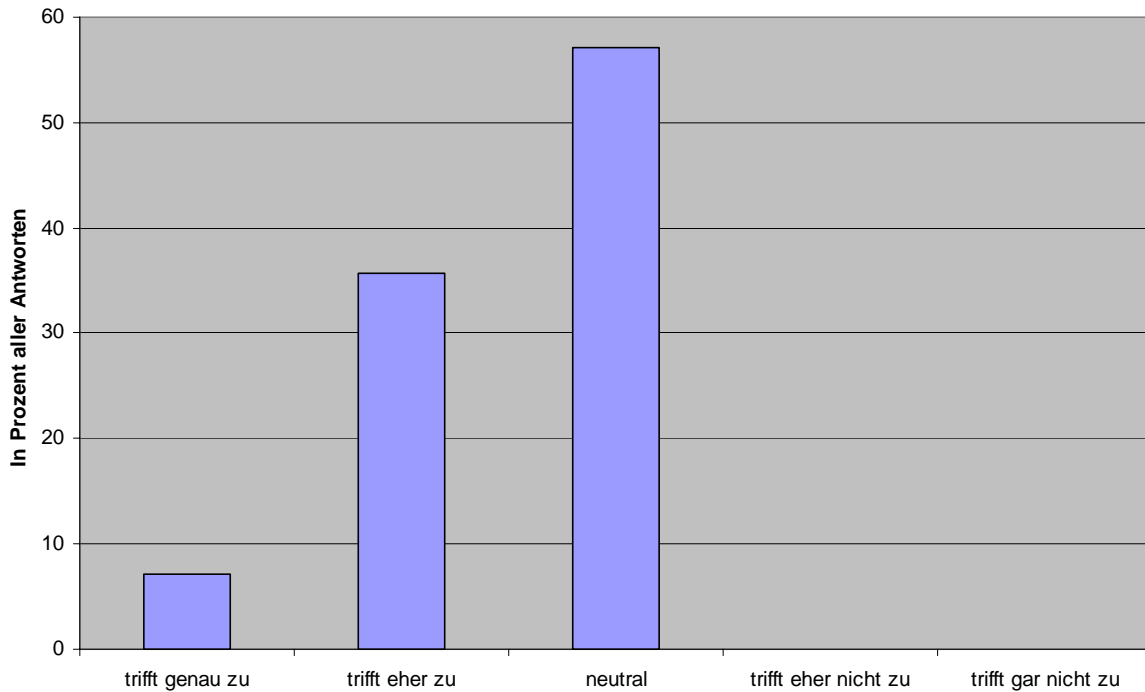
In meinem Berufsleben werde ich mit Physik zu tun haben



Physik halte ich für besonders schwer verständlich



Mit dem bisherigen Physikunterricht war ich zufrieden



Bemerkung: Verbesserungsvorschläge hatten erstaunlicherweise nur vier Schülerin-

nen:

*mehr Zeit für genauere Erklärungen*

*mehr Versuche, anschaulichere Erklärungen durch Folien und Skizzen*

*mehr Zeit für das neue Projekt*

*mehr Zeit für das praktische Arbeiten*

## 4.3 Grundbildungskonzept-Handreichung

### DIDAKTISCHE STRUKTURIERUNG FÜR DEN UNTERRICHT

nach Grundbildungskonzept-Handreichung August 2003

<p><b>ZIELE</b></p> <p>Hier wird der Bezug zum <b>Lehrplan</b> formuliert (allgemeine Bildungsziele, didaktische Grundsätze und Inhalte)</p> <p>Die Ziele werden operationalisiert und kommen in Form eines <b>Lernzielkatalogs</b> zum Ausdruck.</p>	<p>Hier wird der Bezug zu den inhaltlichen und methodischen Leitlinien des <b>GBK</b> formuliert.</p>
---	---

<p><b>FACHPERSPEKTIVE</b></p> <p>In diesem Feld wird die Sachstruktur der <b>Wissenschaft</b> aufgegriffen.</p> <p>Wissenschaftliche <b>Sichtweisen</b> und <b>Prozesse</b> des Faches sowie die dazu nötigen <b>Fachbegriffe</b> werden dargestellt.</p> <p><b>Fachwissen</b> und <b>Fachkönnen</b> werden erläutert.</p> <p>Die Deutung und Bedeutung für Individuum und Gesellschaft wird klar gelegt.</p>	<p><b>THEMA</b></p> <p>bündelt, gewichtet und strukturiert die Inhalte</p> <p>Begründung der konkreten Themenstellung durch die <b>Inhaltlichen Leitlinien</b>.</p> <p>Das Thema schafft die Verbindung zwischen <b>Fach- und Schülerperspektiven</b>.</p>
---	--

<p><b>SCHÜLERPERSPEKTIVEN</b></p> <p>Hier werden die <b>sozio-kulturellen</b> sowie <b>kognitiven</b> und <b>affektiven Voraussetzungen</b> der Schüler/innen dargelegt.</p> <p>Die sogenannten <b>Präkonzepte</b> der Schüler/innen werden erhoben und/oder Erkenntnisse aus der Forschung einbezogen.</p> <p><b>Vorwissen – Vorerfahrungen – Vorstellungen</b> <b>Interessen - Einstellungen – Gefühle</b></p>	<p><b>FACHPERSPEKTIVE</b></p> <p>In diesem Feld wird die Sachstruktur der <b>Wissenschaft</b> aufgegriffen.</p> <p>Wissenschaftliche <b>Sichtweisen</b> und <b>Prozesse</b> des Faches sowie die dazu nötigen <b>Fachbegriffe</b> werden dargestellt.</p> <p><b>Fachwissen</b> und <b>Fachkönnen</b> werden erläutert.</p> <p>Die Deutung und Bedeutung für Individuum und Gesellschaft wird klar gelegt.</p>
--	---

### SKIZZE DER UNTERRICHTSSEQUENZ ABLAUF & METHODIK

<p>Hier werden <b>Inhalte, Methoden, Medien</b> und <b>Material</b> angeführt und der <b>Ablauf</b> geplant.</p>	
Ablauf	Methoden
Begründung durch Leitlinien	

<p>Woran kann man das <b>Erreichen der Ziele</b> erkennen (Kriterien)?</p>	<p>Wie kann man das Erreichen der Ziele feststellen (Methoden)?</p>
--	---

## 4.4 Ausarbeitung der Schülerinnen

### Didaktische Strukturierung für den Unterricht – Schülerarbeit 1 7a strukturiert selbst ihren Unterricht für die 4b

Ziele		
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Kenntnisse über Ausbreitung und Farbe des Lichtes</li> <li>❖ Brechung des Lichtes</li> <li>❖ Aufbau des Auges und Korrekturen von Fehlsichtigkeit</li> </ul>		
Thema		
Licht/ Auge/ Sehen		
Fachperspektiven	Schülerperspektiven	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Brechung des Lichtes</li> <li>❖ Aufbau des Auges</li> <li>❖ Fehlsichtigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Wer trägt eine Brille und warum?</li> <li>❖ Anknüpfen an das Vorwissen</li> <li>❖ spannende Versuche</li> </ul>	
Skizze der Unterrichtssequenz		
Ablauf & Methodik		
Ablauf	Methode	Begründung durch Leitlinie
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ kurzer Einstieg</li> <li>❖ V: Ausbreitung des Lichts</li> <li>❖ V: Zustandekommen eines reellen Bildes</li> <li>❖ V: Aufbau des Auges</li> <li>❖ Netzhaut → Zustandekommen des aufrechten Bildes im Gehirn</li> <li>❖ Bild scharfstellen</li> <li>❖ V: Brechung des Lichtes</li> <li>❖ Fehlsichtigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Versuche</li> <li>❖ CD-ROM</li> <li>❖ kleine Wiederholungen</li> <li>❖ „Diktat“</li> <li>❖ Overhead</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Anknüpfen an Vorwissen</li> <li>❖ Schüler mit einbeziehen</li> <li>❖ Anwendung in verschiedenen Zusammenhängen lernen</li> </ul>
Woran kann man das Erreichen der Ziele erkennen (Kriterien)?		Wie kann man das Erreichen der Ziele feststellen (Methoden)?
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Verständnis wecken</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ kleine Wiederholungen am Ende der Stunde</li> </ul>



## Didaktische Strukturierung für den Unterricht – Schülerarbeit 2 7a strukturiert selbst ihren Unterricht für die 2a

Ziele
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Was Schall ist</li> <li>❖ Wie sich Schall ausbreitet</li> <li>❖ Hörbereiche</li> <li>❖ Was ist ein Echo und wie funktioniert das</li> </ul>

Thema
Akustik

Fachperspektiven	Schülerperspektiven
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Schall – was ist das?</li> <li>❖ Ohne Stoffteilchen keine Schalleitung/ Schallausbreitung</li> <li>❖ Schallgeschwindigkeit</li> <li>❖ Echo</li> <li>❖ Hörbereich</li> <li>❖ Resonanzkörper</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Alltagsbewältigung</li> <li>❖ Bedeutung des Hörens</li> <li>❖ Gesellschaftsrelevanz (sollen auch mit Schwerhörigen Geduld haben und auch verstehen, dass sie wirkliche Probleme mit dem Verständnis haben)</li> </ul>

Skizze der Unterrichtssequenz		
Ablauf & Methodik		
Ablauf	Methode	Begründung durch Leitlinie
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Brainstorming</li> <li>❖ Schallkanone → Theorie: was ist Schall? Wie schnell ist Schall?</li> <li>❖ Theorie → Versuch mit Glasglocke</li> <li>❖ Stimmgabel → Instrumente/ Resonanzkörper</li> <li>❖ Theorie: Echo</li> <li>❖ Lautsprecher</li> <li>❖ CD</li> <li>❖ Gehörtest → Theorie: Hörbereich</li> <li>❖ (Hörgeräte)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Viel Zeit für Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Schallkanone</li> <li>❖ Feder</li> <li>❖ Stimmgabel</li> <li>❖ CD</li> <li>❖ Lautsprecher</li> <li>❖ Oszilloskop</li> <li>❖ Gehörtest → erklären → Frage stellen → Schülerinnen dürfen Experimente machen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Anknüpfen an Vorwissen und Erfahrungen</li> <li>❖ realitätsnahe Probleme und Bezüge erklären</li> <li>❖ erfahrungsgelenkt lernen – Versuche</li> <li>❖ Gruppenarbeit – Versuche</li> </ul>

Woran kann man das Erreichen der Ziele erkennen (Kriterien)?	Wie kann man das Erreichen der Ziele feststellen (Methoden)?
❖	❖ Wiederholungen am Schluss

## 4.5 Testfragen für 7a

### Fragensammlung zum Kapitel Optik, 7. Klasse

1. Auf welche Weise entsteht ein Bild auf der Netzhaut des Auges?
2. Was versteht man unter Akkomodation?
3. Wie behebt man Weitsichtigkeit?
4. Wie behebt man Kurzsichtigkeit?
5. Film, erste Einstellung und Action: Die Schauspielerin blickt in ihren Handspiegel und möchte ihr Make-up in Ordnung bringen. Wir sehen sie im Spiegel, wie sie ihren Lippenstift aufträgt. Und was sieht die Schauspielerin?
6. Wieso kann ein Autofahrer in stockfinsterner Nacht die von den eigenen Scheinwerfern angestrahlte Straße sehen? Nach dem Reflexionsgesetz dürften doch die Strahlen gar nicht zu ihm zurückkommen!
7. Wie lautet das Brechungsgesetz?
8. Wie lautet das Reflexionsgesetz?
9. Unter welchen Bedingungen tritt Totalreflexion auf?
10. Welche wichtige Anwendung findet die Totalreflexion in der Medizin und der Nachrichtentechnik? Erkläre anhand einer Skizze und beschreibe in Worten!
11. Wie nennt man ein Bild, das man auf einem Schirm auffangen kann?
12. Welche Gemeinsamkeit haben alle reellen, d.h. auf einem Schirm auffangbaren Bilder?
13. Auf 3 verschiedene Arten haben wir ein reelles Bild erzeugt. Welche 3 verschiedenen Arten waren das?
14. Konstruktion eines Bildes am Hohlspiegel
15. Konstruktion eines Bildes am Wölbspiegel
16. Konstruktion eines Bildes durch eine Sammellinse
17. Konstruktion eines Bildes durch eine Zerstreuungslinse
18. Konstruktion eines Bildes am ebenen Spiegel
19. Kann man virtuelle Bilder auf einem Schirm auffangen?
20. Auf welche Weise kommen virtuelle Bilder zustande und welche Gemeinsamkeit haben alle virtuellen Bilder?
21. Nenne die 7 Hauptregenbogenfarben.
22. Wird rotes oder violettes Licht am stärksten gebrochen?
23. Auf welche Weise kannst du künstlich ein Farbspektrum erzeugen?
24. Wie lautet das Huygenssche Prinzip?
25. Was weißt du über additive Farbmischung zu berichten? Nenne zwei Anwendungsmöglichkeiten.
26. Was weißt du über subtraktive Farbmischung zu berichten? Nenne zwei Anwendungsmöglichkeiten.
27. Nenne zwei Methoden der Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit und erläutere sie kurz.
28. Auf welche Weise kommt der Regenbogen zustande? Wie musst du stehen, damit du einen Regenbogen sichten kannst?
29. Auf welche Weise kommen Körperfarben zustande?
30. Welche Wellenlänge hat das sichtbare Licht (von – bis)?
31. Hat rotes oder violettes Licht die größere Wellenlänge?
32. Hat rotes oder violettes Licht die größere Frequenz?
33. Wie hängen Frequenz und Wellenlänge  $\lambda$  miteinander zusammen?
34. Nenne die Reihenfolge im elektromagnetischen Spektrum.
35. Was versteht man unter Interferenz?
36. Wann löschen zwei gleichartige Wellen einander in einem bestimmten Punkt aus (auch Skizze)?
37. Wann verstärken sich zwei gleichartige Wellen maximal (auch Skizze)?
38. Was versteht man unter Beugung?
39. Welche Größenordnung muss eine Öffnung haben, damit Beugung auftritt?
40. Unter welcher Bedingung tritt Brechung des Lichtes auf?
41. Wie groß ist die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum?
42. Ist die Lichtgeschwindigkeit in Materie größer oder kleiner als im Vakuum?
43. Was versteht man unter Dispersion des Lichtes?
44. Auf welche Weise kommt die Farbauffächerung des Lichtes beim Durchgang durch ein Prisma zustande?
45. Was versteht man unter Ergänzungs- oder Komplementärfarben?

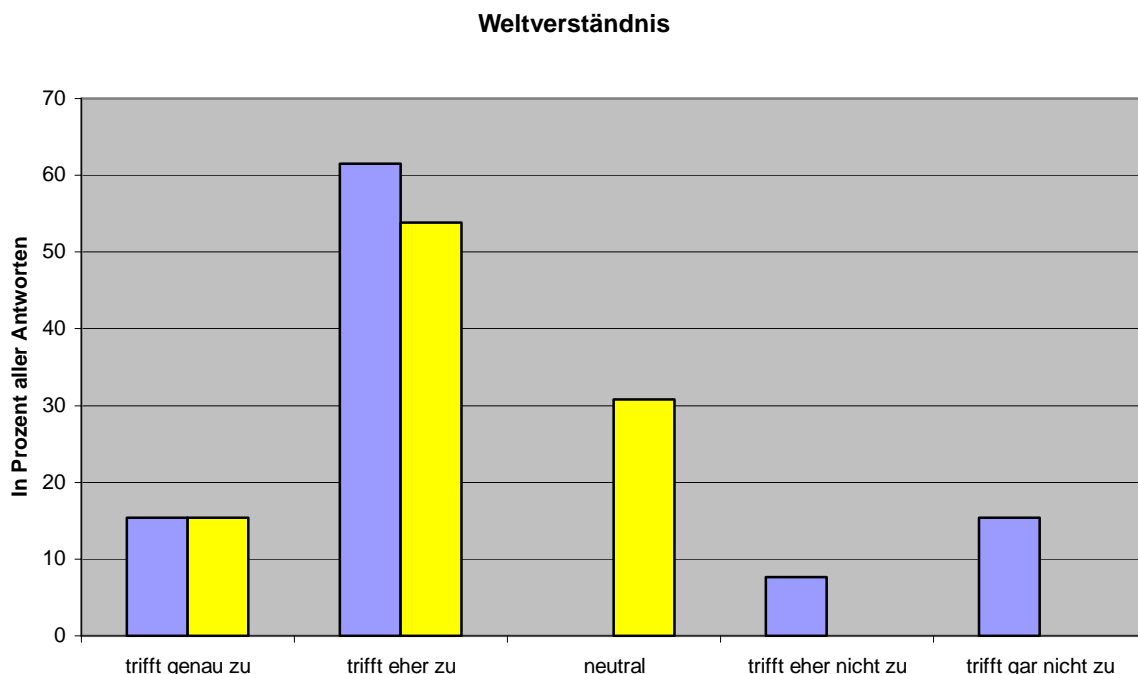
46. Was versteht man unter Polarisation?
47. Welche Anwendungen finden Polarisationsfilter?
48. Was versteht man unter Dualität oder Dualismus des Lichtes?
49. Nenne einen Kristall, der Doppelbrechung aufweist.
50. Welche Tiere verwenden den Polarisationszustand des Streulichtes am Himmel zur Orientierung?
51. Was versteht man unter Doppelbrechung?
52. Erläutere die Bedeutung der Spannungsoptik.
53. Optisch aktive Stoffe können die Schwingungsebene des Lichtes drehen. Welche Anwendung findet das in der Medizin?
54. Was versteht man unter Quanten?

## 4.6 Statistische Auswertung von Fragebogen 2

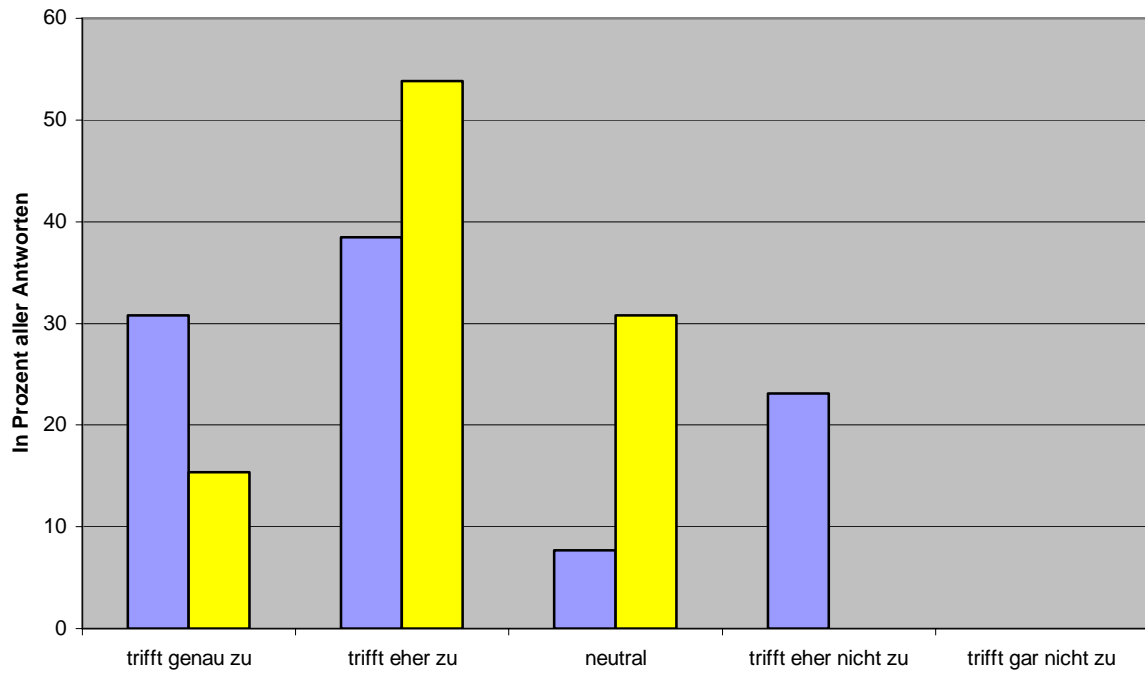
Die Schülerinnen der 7a wurden zweimal gebeten, den Fragebogen 2 auszufüllen:  
 am 2. April 2004 – Feedback 1 (blau bzw. linker Balken) und  
 am 5. Mai 2004 – Feedback 2 (gelb bzw. rechter Balken im Diagramm)

Klasse 7a

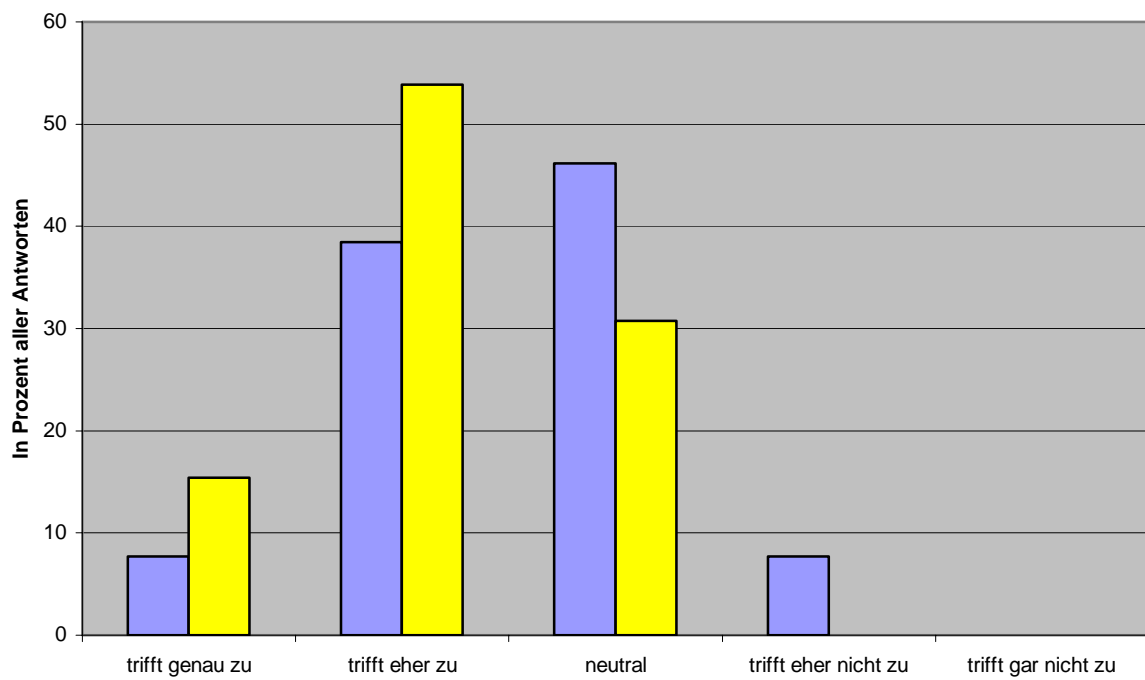
1) Bei der Auswahl von physikalischen Lerninhalten wurde geachtet auf:



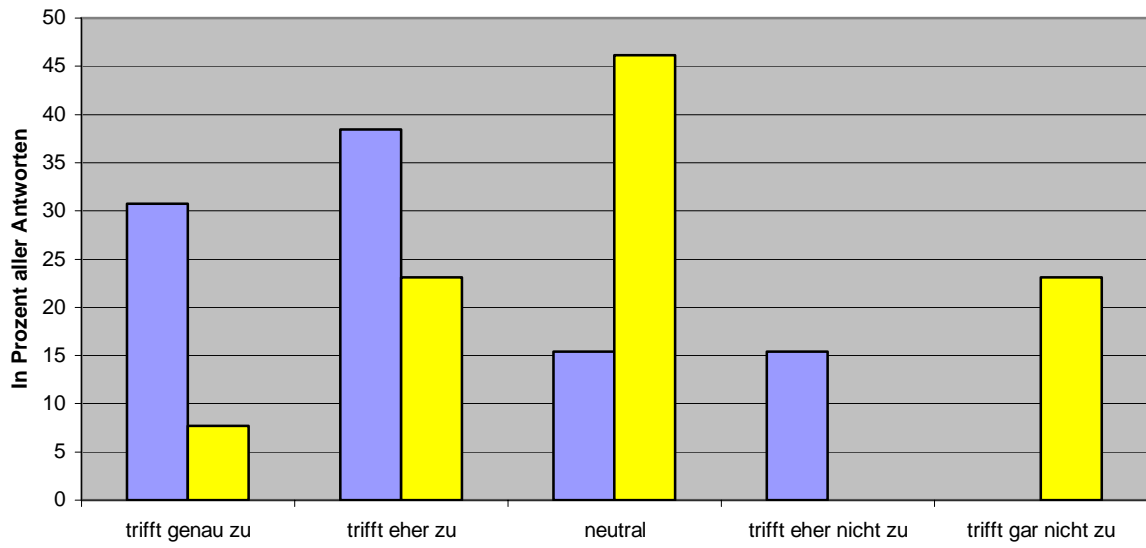
### Alltagsbewältigung



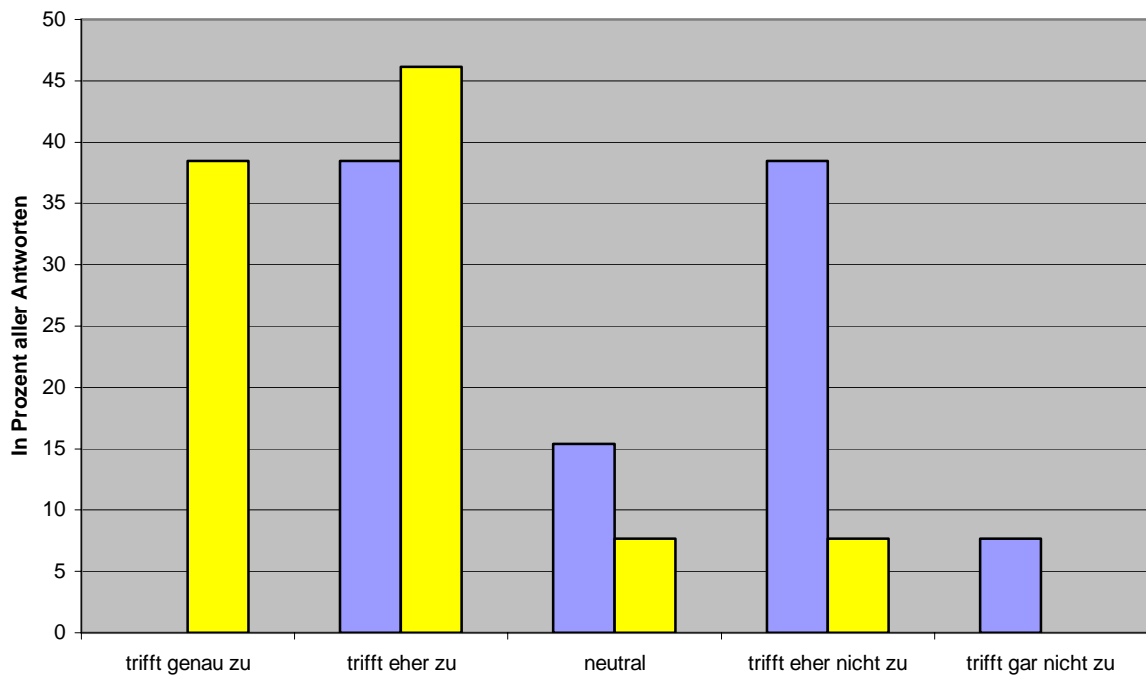
### Gesellschaftsrelevanz



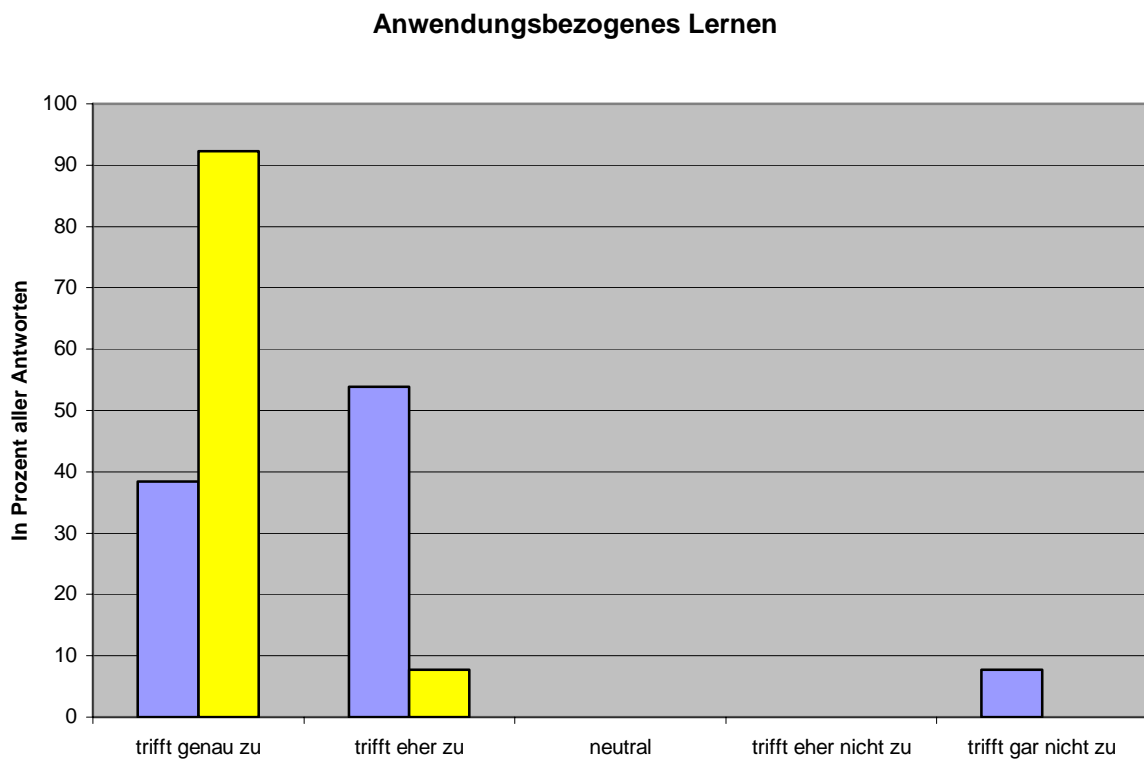
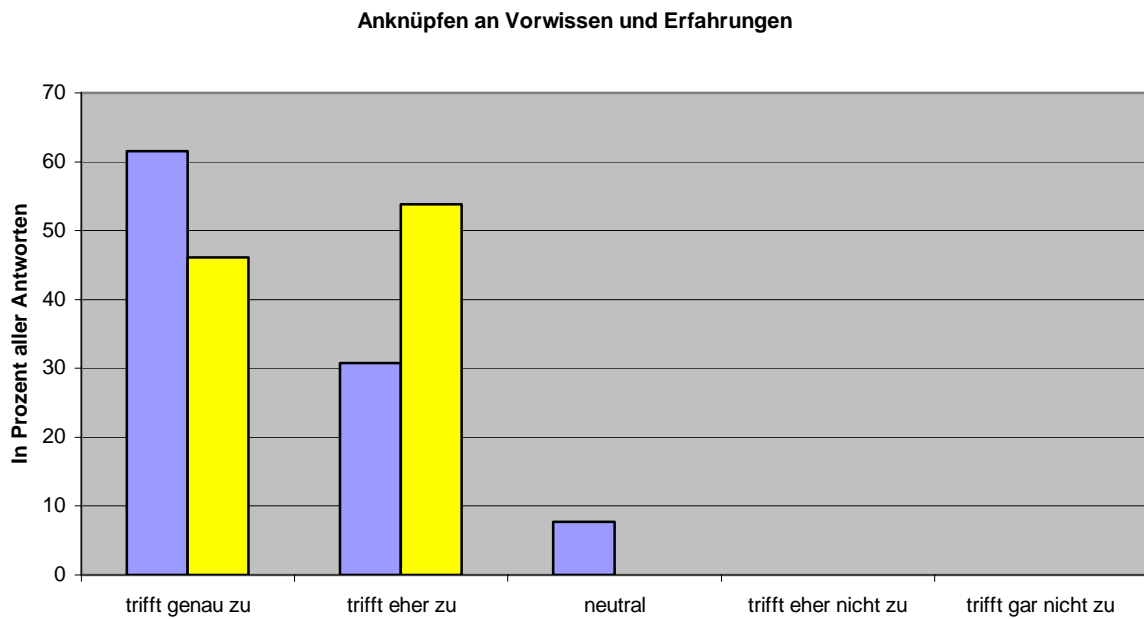
### Wissenschaftsverständnis



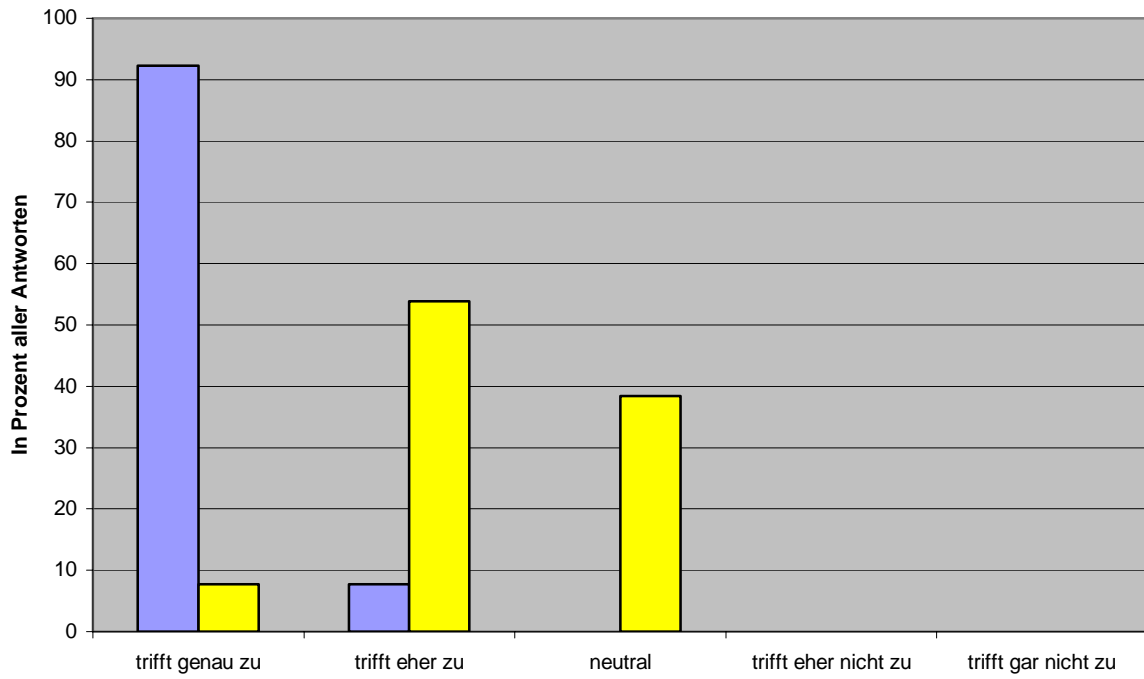
### Berufliche Orientierung und Studierfähigkeit



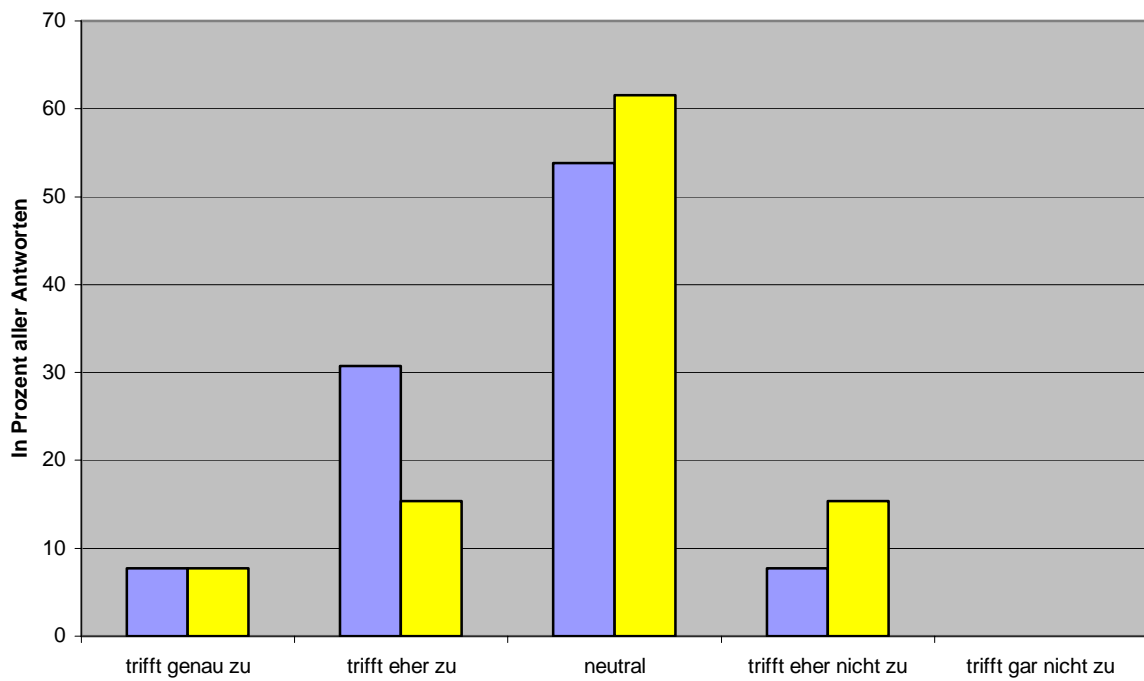
2) Bei der Auswahl von Methoden im Physikunterricht wurde geachtet auf:



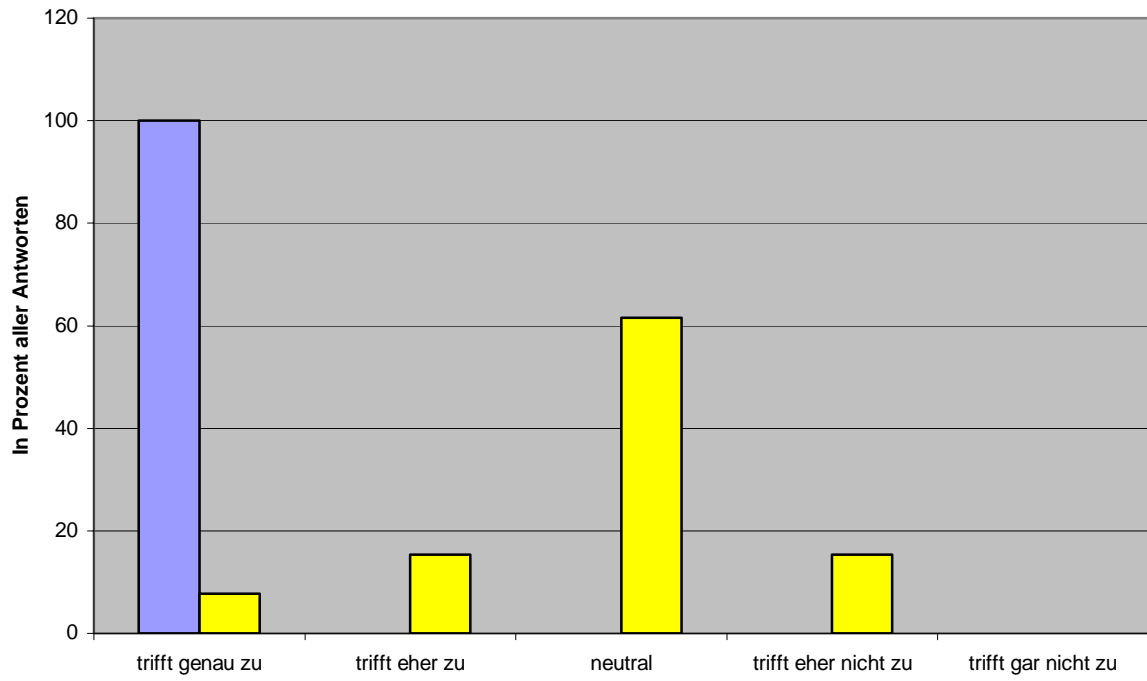
### Erfahrungsgelaitetes Lernen



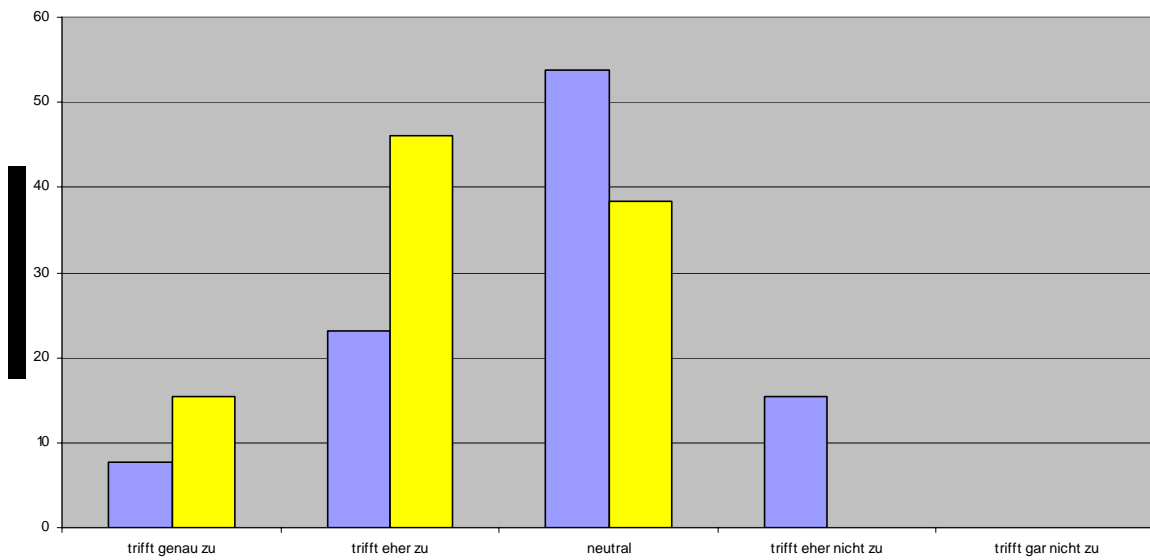
### Wissen in verschiedenen Zusammenhangen anwenden lernen



### In sozialem Umfeld lernen

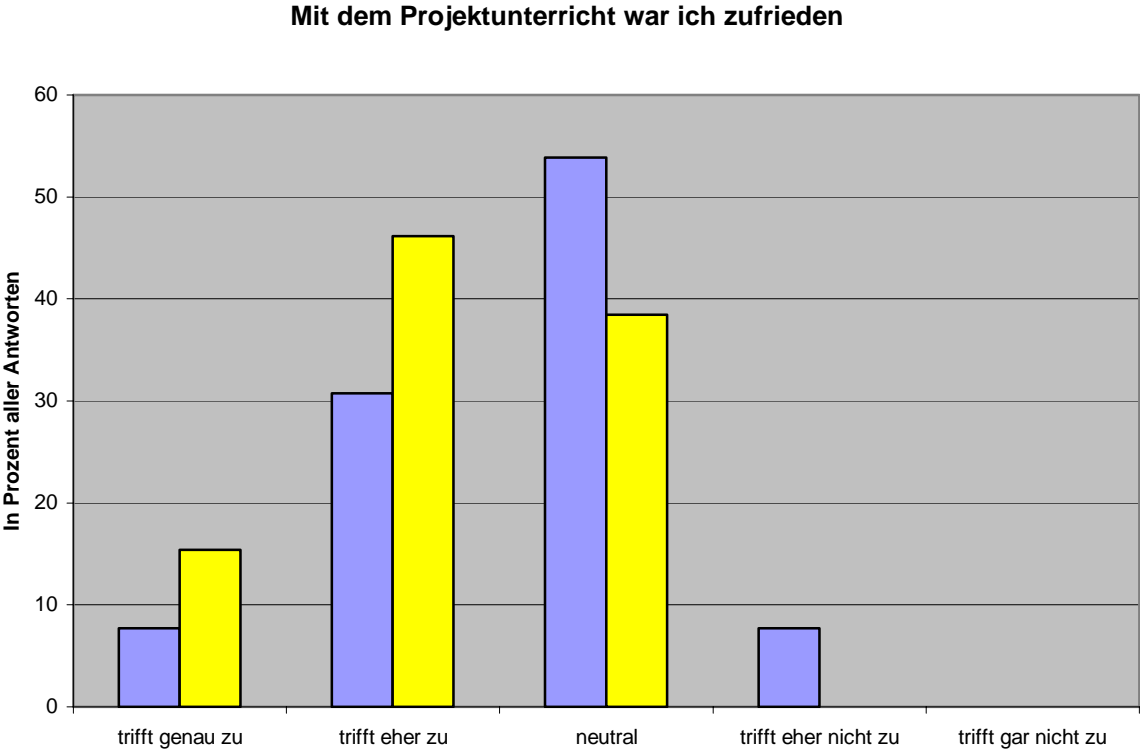


### Mit Unterstützung des Lehrers lernen





3) Mit dem Projektunterricht war ich zufrieden:



## 5 LITERATUR

KRAINER K., DÖRFLER W., JUNGWIRTH H., KÜHNELT H., et al.: Innovationen im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht Band 1, Lernen im Aufbruch, Studienverlag Innsbruck-Wien-München-Bozen 2002, ISBN 3-7065-1803-1

JUNGWIRTH H., STADLER H.: Innovationen in Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht Band 2, Ansichten – Videoanalysen zu Lehrer/-innenbildung Studienverlag Innsbruck-Wien-München-Bozen, ISBN 3-7065-1804-X

KIRCHER E., SCHNEIDER W. B.: Physikdidaktik in der Praxis. Springer Berlin-Heidelberg 2002, ISBN 3-540-41937-3

APOLIN M.: Optikpuzzle. öbv & hpt Wien 2000, ISBN 3-2090-2811-7

<http://www.heinz-muckenfuss.de/> (30.11.2003)

<http://www.ph-weingarten.de/homepage/faecher/physik/muckenfuss/gebiete/optik/reell...>  
(30.11.2003)

PLUS LUCIS 2/2003, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses LHS der österreichischen physikalischen Gesellschaft, ISSN 1606-3015

VÖLCKER D.: Mentor Lernhilfe Physik – Optik, Magnetismus, Elektrizitätslehre, Atomphysik, Mittelstufe 2, Mentor Verlag München 1998, ISBN 3-580-63661-8

WOLF F.: PhysLab Optik CD-ROM („virtuelle“ Experimente bzw. Simulationen), Klett, ISBN 3-12-772761-5

TU Berlin: Interaktive Bildschirm-Experimente Optik CD-ROM, Klett, ISBN 3-12-772581-7

PUTZ B.: „Faszination Physik 2“ incl. CD-ROM, Veritas Linz 2002, ISBN 3-7058-6115-8

SEXL, RAAB, STREERUWITZ: Physik 2, Springer 1988, HPT Wien, ISBN 3-209-00879-5

DUENBOSTL T., et al.: Physik erleben 4, Overhead-Folien, öbv & hpt Wien 1999

BECKER R., et al.: Physik heute 4, Veritas Linz 2001, ISBN 3-7058-0941-5

ASPEK W.: Audio CD der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt AUVA: Lärm macht schwerhörig - Hörbeispiele zur Lärmschwerhörigkeit

PÖHM M.: Vergessen Sie alles über Rhetorik, mvg München 2002, ISBN 3-478-73233-6