



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

S3 „Themenorientierung im Unterricht“

PHÄNOMEN FARBE

ID 577

Mag.^a Sigrid Freinberger

Mag. Martin Kaiblinger, Mag.^a Claudia Kallinger, Mag. Luis Lufua,

Mag.^a Elisabeth Schrittwieser

BG/BRG Lilienfeld

Lilienfeld, Jänner, 2006

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----------|
| INHALTSVERZEICHNIS | 2 |
| ABSTRACT | 4 |
| 1 EINLEITUNG | 5 |
| 1.1 Ausgangssituation..... | 5 |
| 1.1.1 Die Schüler/innen..... | 5 |
| 1.1.2 Fächerübergreifendes Projekt..... | 5 |
| 1.1.3 Der naturwissenschaftliche Unterricht an unserer Schule..... | 6 |
| 1.1.4 Die Rolle des MNI - Fonds | 6 |
| 1.1.5 Themenauswahl..... | 6 |
| 1.1.6 Lehrplanbezug | 7 |
| 1.2 Ziele | 8 |
| 1.3 Methoden, Konzepte | 9 |
| 1.3.1 Experimente | 9 |
| 1.3.2 Referate | 10 |
| 1.3.3 Inhalte zusammenfassen und vortragen | 10 |
| 1.3.4 Homepage, Texte ausarbeiten, Farben beschreiben | 10 |
| 1.3.5 Vorbereitung der Präsentation | 11 |
| 1.3.6 Exkursion, Vorträge | 11 |
| 2 PROJEKTVERLAUF | 12 |
| 2.1 Experimente - Protokolle - Theorie | 12 |
| 2.1.1 Spektren..... | 12 |
| 2.1.2 Photometrie..... | 14 |
| 2.1.3 Dioden..... | 15 |
| 2.1.4 Chromatographie | 16 |
| 2.2 Weiter Experimente mit geringerem Aufwand..... | 18 |
| 2.3 Referate | 19 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.4 | Exkursionen und Vorträge..... | 20 |
| 2.4.1 | Exkursion ins Landesmuseum Niederösterreich | 20 |
| 2.4.2 | Naturfarben Auro – ein Vortrag | 20 |
| 2.4.3 | Farbberatung | 21 |
| 2.5 | Schularbeitsvorbereitung | 21 |
| 2.6 | Fächerübergreifende Beiträge, Projektmappe | 22 |
| 2.7 | Präsentation..... | 22 |
| 3 | SCHWERPUNKT 3 – THEMENORIENTIERUNG IM UNTERRICHT | 23 |
| 4 | EVALUATION..... | 27 |
| 4.1 | Indikatoren | 27 |
| 4.1.1 | Beobachtung..... | 27 |
| 4.1.2 | Befragungen | 27 |
| 4.1.3 | Fragebogen..... | 27 |
| 4.1.4 | Schülerleistungen | 27 |
| 4.2 | Ergebnisse | 27 |
| 4.2.1 | Ergebnisse der Beobachtung..... | 27 |
| 4.2.2 | Befragung | 29 |
| 4.2.3 | Fragebögen,..... | 32 |
| 4.2.4 | Schülerleistungen | 38 |
| 5 | SCHLUSSFOLGERUNGEN | 40 |
| 6 | LITERATUR..... | 43 |

ABSTRACT

Das Farbenprojekt des BG/RG Lilienfeld wurde fächerübergreifend in Physik und Chemie durchgeführt und durch Beiträge aus Informatik, Mathematik, Religion, Bildnerische Erziehung ergänzt. Die Schüler/innen sollten verschiedenste Aspekte des Themas Farbe kennen lernen und eine Methodenvielfalt im Unterricht erleben, bzw. den Unterricht aktiver als sonst üblich mitgestalten. Dazu wurden gemeinsam Experimente durchgeführt und protokolliert, Referate gehalten, Texte geschrieben, der PC in unterschiedlichster Weise (Internetrecherche, Kurvenauswertung, Messsystem) eingesetzt, eine Projektmappe angelegt und eine Präsentation des Projekts gestaltet.

Da nicht alle Schüler/innen die gleichen Aufgaben zu erledigen hatten, sondern zum Teil nach eigenen Interessen und Stärken wählen konnten, war keine/r aus der Klasse überfordert. So waren auch Schüler/innen, die sonst schwächer und wenig motiviert sind, sehr engagiert und leisteten ebenso wertvolle Beiträge zum Projekt

Schulstufe: 11

Fächer: Physik, Chemie, Informatik, Mathematik, Religion, Bildnerische Erziehung

Kontaktperson: Mag^a. Sigrid Freinberger

Kontaktadresse: Klosterrotte 1, 3180 Lilienfeld

Schüler/innen: 13

1 EINLEITUNG

Farbe im weitesten Sinn ist ein Thema, das sich wie ein roter Faden durch den ganzen Oberstufenlehrplan¹ aus Physik und aus Chemie zieht. Allerdings sind einzelne Inhalte dazu breit verstreut und Zusammenhänge nicht immer offensichtlich zu erkennen. Da mich dieses Thema aber persönlich als Ganzes sehr interessiert, wollte ich ein einziges größeres Kapitel daraus machen und fand bei der Durchsicht meiner Literatur, dass hier viele Zugänge auch aus anderen Fächern möglich und sehr interessant wären. Da sich einige meiner Kollegen sofort bereit erklärten in ihrem Gegenstand auch einen Beitrag zu liefern und es mir auch möglich schien den Unterricht durch Einsatz vielfältiger Methoden möglichst abwechslungsreich und attraktiv zu gestalten, war für mich klar, dass daraus ein Projekt werden sollte. Als ich schließlich während einer AG – Tagung aus Chemie auf den MNI – Fonds und seine IMST – Projekte aufmerksam gemacht wurde, war auch der Rahmen für das Projekt gefunden.

1.1 Ausgangssituation

1.1.1 Die Schüler/innen

Das Projekt wurde mit den Schüler/innen der 7. Klasse des RG, mit verstärktem Unterricht in Biologie, Physik und Chemie, durchgeführt. Diese Gruppe bot sich an, da sie nur aus 13 Schüler/innen bestand und ich sie sowohl in Physik also auch in Chemie unterrichtete. Somit sahen wir einander 5 Stunden pro Woche, wobei zwei Stunden davon hintereinander stattfanden, sodass Experimente ohne Zeitdruck durchgeführt werden konnten. Ich kannte die Schüler/innen zudem bereits sehr gut, da ich sie seit der 5. Schulstufe in Physik bzw. Chemie führte und ich wusste daher sehr gut über die Stärken und Schwächen der einzelnen Schüler/innen bescheid. Ich wusste auch, dass sie alle arbeitswillig waren und ich hatte über all die Jahre ein sehr gutes Verhältnis zu ihnen aufgebaut. Ein weiterer Grund diese Klasse auszuwählen war für mich, dass die Schüler/innen Physikschararbeiten schreiben mussten, ein gewisser Arbeitsdruck und Erfolgsdruck daher von Anfang an gegeben war.

1.1.2 Fächerübergreifendes Projekt

Alle Kollegen, die ich um Mitarbeit beim Projekt bat, waren sofort dazu bereit. Besonders hervorheben möchte ich meine Kollegin aus Mathematik, Mag.^a Elisabeth Schrittwieser, die ich bat die mathematischen Erklärungen zur Theorie des Lambert -

¹ Genaueres siehe unter Kapitel 1.1.6 Lehrplanbezug

Beerschen Gesetztes (Photometrie) im Mathematikunterricht durchzunehmen. Sie hat sich daraufhin sehr intensiv damit auseinandergesetzt und sich auch das physikalische und chemische Hintergrundwissen dazu angeeignet. Dadurch wurde die Vernetzung von Physik und Mathematik, die meiner Meinung nach in der Oberstufe unbedingt notwendig ist, und an der wir beide immer wieder arbeiten, verstärkt.

1.1.3 Der naturwissenschaftliche Unterricht an unserer Schule

Obwohl es in der Oberstufe unserer Schule immer ein Realgymnasium gibt, das wiederum meistens in einen DG - Zweig und einen Biuk/Ph – Zweig unterteilt ist, scheinen mir trotzdem die naturwissenschaftlichen Fächer – mit Ausnahme von Biologie - bei den Schüler/innen nicht besonders beliebt zu sein. So gab es in den letzten Jahren zwar immer ein stark besetztes Wahlpflichtfach Biologie und heuer auch wieder einmal das Wahlpflichtfach Mathematik, aber die Wahlpflichtfächer Physik und Chemie sind schon seit langem nicht mehr zustande gekommen. Auch Physikolympiadekurse oder Chemieolympiadekurse gibt es nicht. So war eines meiner Ziele, diese beiden Fächer durch das Projekt etwas populärer zu machen.

Außerdem finden in unserer Schule eher wenige Projekte statt und ich wollte damit einen Schritt in diese Richtung machen.

1.1.4 Die Rolle des MNI - Fonds

Ich wollte dieses Projekt gerne über den MNI – Fonds machen, da ich mir von der Zusammenarbeit mit Experten sehr vieles erhoffte. Zum einen natürlich Hilfe bei der Planung, Entwicklung und Durchführung meines Projekts, zum anderen aber auch Ideen, Anregungen und Wissensvermittlung wie Unterricht generell besser, effektiver und für alle Beteiligten freudvoller stattfinden kann.

1.1.5 Themenauswahl

Ich hatte bereits über einige Jahre hinweg eine enorme Menge an gutem „Farbmaterial“ angesammelt. So stapelten sich Zeitschriften, wunderbare Bücher, CDs, Versuchsanleitungen, Internetausdrucke und Filme. Die Fülle war so enorm, dass eine Auswahl notwendig wurde. Mein Hauptkriterium dabei war, dass sich physikalischer und chemischer Aspekt überschneiden sollten, dass sie ineinander greifen sollten. So wählte ich beispielsweise das Kapitel Leuchtdioden aus, weil durch Messen der Kennlinie und Besprechung des Leitungsmechanismus' der physikalische Beitrag gegeben war, durch Besprechung der Halbleiterelemente und des Aufbaues von Leuchtdioden der chemische Anteil dazukam. Andere Kapitel, wie etwa das Thema Tomatenketchup, schlug ich den Schüler/innen vor und wir trafen gemeinsam eine

Entscheidung, ob wir es behandeln sollten oder nicht.

1.1.6 Lehrplanbezug

In diesem Schuljahr startete der neue Lehrplan in Chemie. Da dieser sehr viele Freiheiten bezüglich der Einteilung des Lehrstoffes erlaubt und sogar die organische Chemie nicht wie bisher erst in der 8. Klasse, sondern bereits in der 7. Klasse durchgenommen werden kann, waren die Voraussetzungen für das Projekt auch von daher optimal.

Zitat aus: Kommentar zum Lehrplan AHS-Oberstufe „Chemie“:²

„Der neue Chemielehrplan - LEHRPLANKOMMENTAR

Es ist kein Stein am anderen geblieben! Der neue Lehrplan Chemie für die Oberstufe hat eine völlig neue Struktur und ist mit dem bisher gültigen Lehrplan in keiner Weise vergleichbar. Was im Konkreten ist nun so ganz anders?(.....)

Ein Lehrplan für zwei Jahrgangsstufen

Der Lehrstoff ist nicht mehr wie bisher in die beiden Jahrgangsstufen 7. und 8. Klasse aufgeteilt. Er ist für beide Jahrgänge gültig. Die Verteilung der Inhalte nehmen die Chemielehrerinnen und Chemielehrer selbstständig vor. Damit wurde ein großer Freiraum für die Lehrfreiheit geschaffen und Inhalte können für fächerübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht besser mit anderen Unterrichtsfächern etwa mit Biologie oder Physik koordiniert werden. Es braucht daher auch die klassische Fachsystematik nicht mehr streng eingehalten zu werden, also allgemeine und anorganische Chemie in der 7. Klasse bzw. organische Chemie und Biochemie, in der 8. Klasse.“

Der gesamte, im Zuge des Projekts durchgenommene Stoff, ist Teil des Physik- bzw. Chemielehrplans, wenn auch die Systematik zumeist eine andere ist. Beispiele: Nach dem Physiklehrplan fällt das Thema Halbleiter (Dioden und Leuchtdioden) unter das Kapitel: Materialwissenschaften – Miniaturisierung), die Dopplerverschiebung wird bei der Behandlung des Kosmos – Einblicke in die Struktur von Raum und Zeit) besprochen und Spektren behandelt man eher unter dem Kapitel: Grundzüge der modernen Atomphysik.

² <http://www.gemeinsamlernen.at> [Stand 08. 02. 2007]

Auszug aus dem Lehrstoff des Lehrplans für die 7. und 8. Klasse³:

7. und 8. Klasse:

- *Licht als Überträger von Energie begreifen und über den Mechanismus der Absorption und Emission die Grundzüge der modernen Atomphysik (Spektren, Energieniveaus, Modell der Atomhülle, Heisenberg'sche Unschärferelation, Beugung und Interferenz von Quanten, statistische Deutung) verstehen*
- *Einblicke in die Struktur von Raum und Zeit (Entwicklungsprozesse von Weltansichten zur modernen Kosmologie, Gravitationsfeld, Grundgedanken der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie, Aufbau und Entwicklung des Universums) gewinnen*
- *Einblicke in die Bedeutung der Materialwissenschaften (Miniaturisierung, Erzielung definierter Eigenschaften durch kontrollierte Manipulation, Bionik) gewinnen und deren physikalische Grundlagen können*

1.2 Ziele

Übergeordnetes Ziel dieses Projekts war es eine Verbesserung meines Unterrichts zu erreichen. Ich wollte herauszufinden, wie ich die Freude der Schüler/innen an den naturwissenschaftlichen Fächern erhöhen kann und wie ich auch schwächere Schüler/innen gewinnen kann.

Ziele im Einzelnen:

- Selbstständigkeit, Kreativität und Mitdenken bei Experimenten; die Schüler/innen sollten lernen, einen Versuch mit einer genauen Versuchsvorschrift möglichst alleine durchzuführen beziehungsweise diese Versuchsvorschrift hinterfragen und verstehen können
- Alle Schüler/innen – gute wie schlechtere - sollten den Unterricht aktiv und ohne Leistungsdruck mitgestalten können; alle sollten sich entfalten können und sich gegenseitig unterstützen
- Durch die Behandlung des Stoffes in anderen Fächern sollten die Schü-

³ <http://www.gemeinsamlernen.at> [Stand 08. 02. 2007]

ler/innen erkennen, dass der physikalische und chemische Blickpunkt nur eine Perspektive ist

- Der Unterricht sollte abwechslungsreich und interessant erlebt werden
- Physik und Chemie sollten als wissenschaftliche Gegenstände erlebt werden, die wichtige Erkenntnisse liefern, welche auch im Alltag angewendet werden können.

| Ziel | Maßnahme | Indikator | Untersuchung |
|---|---|---|--|
| Fördern des selbstständigen Arbeitens | Änderung der Betreuungsdichte bei SS-Experimenten | S/S-Beobachtung | Projekttagbuch, Beobachtung |
| S/S-Aktivität erhöhen | Individuelle Arbeitsaufträge, interessanterer, abwechslungsreicherer Unterricht | Anzahl, Gestaltung der S/S-Arbeiten, (freiwillige) S/S-Leistungen | Anzahl und Qualität der Projektarbeiten, Beobachtung |
| Fächerdenken vermindern | Fächerübergreifender Unterricht, Referate | S/S-Ideen, gesteigertes Interesse und Verständnis | Befragung, Bereitschaft Referate zu halten, spezielle Prüfungsfragen |
| Interessanter Unterricht | Methodenvielfalt | S/S-Aktivität, Aufmerksamkeit | Fragebogen, Projekttagbuch |
| Physik, Chemie = nützliche Wissenschaften | Alltagsbezogene Themen + wissenschaftlichen Hintergrund vermitteln | Vermehrtes Verständnis für den Sinn des naturwissenschaftlichen Unterrichts | Fragebogen, Projekttagbuch |

1.3 Methoden, Konzepte

1.3.1 Experimente

Ich wählte einige Versuche, wie sie auch Studienanfänger durchführen müssen, da-

mit die Schüler/innen einen Einblick ins Laborleben eines naturwissenschaftlichen Studenten bzw. einer Studentin bekommen und behandelte dann auch die mögliche Anwendung im Alltag.

Beispiel: Spektrale Zerlegung von Licht – Wellenlängenbestimmung; Anwendung: Nahrungsmittelanalyse.

Zu Beginn hatten die Schüler/innen noch genaue Anweisungen und Arbeitsvorschriften und führten die Experimente gut beaufsichtigt und mit meiner Hilfe durch. Das erste Experiment wurde gemeinsam protokolliert und genaue Richtlinien vorgegeben. Mit jedem weiteren Versuch verlangte ich mehr Selbständigkeit und schließlich mussten die Schüler/innen im Zuge der Physikschararbeit ein Experiment alleine durchführen und korrekt protokollieren.

1.3.2 Referate

Gemeinsam stellten wir 13 Referatsthemen auf. Dabei spannte sich der Bogen von rein naturwissenschaftlichen Themen über Kunst, Religion bis hin zur Psychologie der Farben. Jeder Schüler bzw. jede Schülerin musste ein Thema als Powerpointpräsentation ausarbeiten, vortragen und ein Handout für die Mitschüler/innen schreiben.

1.3.3 Inhalte zusammenfassen und vortragen

Wichtige fachspezifische Inhalte, die mir zu schwierig zum Selbsterarbeiten durch die Schüler/innen erschienen oder wo ich genaue Vorstellungen hatte, wie der Stoff aufgearbeitet werden sollte, fasste ich sorgfältig vorher zusammen und teilte Kopien davon aus. Da ich aber so wenig Frontalunterricht wie möglich halten wollte, unterteilte ich meine Zusammenfassungen in kleine gut fassbare Kapitel und bat die Schüler/innen sich ein solches Kapitel genau durch zu lesen und es dann mit eigenen Worten vor der Klasse wiederzugeben. Es fanden sich immer sofort Freiwillige dazu.

1.3.4 Homepage, Texte ausarbeiten, Farben beschreiben

Zwei Schüler der 7R hatten die Idee unser Projekt auch auf der Schulhomepage zu veröffentlichen und ich war sofort damit einverstanden. Beide waren sehr gut in Informatik und arbeiteten völlig selbständig an der Homepagegestaltung. Andere beschäftigten sich gerne mit der Bedeutung einzelner Farben und gestalteten Plakate darüber und der Rest arbeitete wichtige Texte aus vorgelegten Büchern aus oder schrieb Zusammenfassungen von Vorträgen.

1.3.5 Vorbereitung der Präsentation

Da unser Projekt vor den Eltern der Schüler/innen präsentiert wurde, war es notwendig, alle bereits vorhandenen PP-Präsentationen umzuarbeiten bzw. neue zu gestalten. Dies war wesentlich schwieriger als ich gedacht hatte, war aber ein ganz wichtiger Punkt. Beim Vereinfachen der fachspezifischen Inhalte lernten die Schüler/innen enorm viel und arbeiteten dabei – da es für ihre Eltern war – auch sehr motiviert.

1.3.6 Exkursion, Vorträge

Zum Zeitpunkt des Projekts fand im Niederösterreichischen Landesmuseum in St. Pölten gerade eine Schwerpunktausstellung zum Thema Farbe statt, und so führte ich zur Auflockerung eine Exkursion dorthin durch. Zusätzlich hörten wir an der Schule einen Vortrag über Naturfarben von einem Vertreter der Firma Auro Naturfarben und eine Stilberaterin aus Linz erklärte uns vieles über die Wirkung und Psychologie von Kleiderfarben.

2 PROJEKTVERLAUF

Hier beschreibe ich nun konkret welche Inhalte in welcher Weise behandelt worden sind. Versuchsvorschriften, Protokolle, fächerübergreifende Beiträge, PP – Präsentationen und anderes Material findet man im Anhang. Aus dem Grund der Übersichtlichkeit habe ich einiges anders zusammengefasst als es im Projekt tatsächlich abgelaufen ist. Die Versuche 2.1.1. bis 2. 1. 4. fanden zwar in der genannten Reihenfolge statt, das Halten der Referate, Vorbereiten auf die Präsentation, die Schularbeit,... passierten jedoch dazwischen. Inhalte, Aufgaben und Methoden wechselten so einander häufig ab, wie von einem der Gutachter nach Einreichen des Projekts empfohlen wurde. Dies stellte sich nicht nur als sehr wichtig für die Schüler/innen heraus, sondern auch ich empfand es rasch als langweilig, wenn wir zu lange an einer Stelle hängen blieben.

2.1 Experimente - Protokolle - Theorie⁴

2.1.1 Spektren

2.1.1.1 Versuch: Gitterspektrum von weißem Licht und Bestimmung der Wellenlängen der farbigen Anteile

Nachdem ich den Schüler/innen das Ziel des ersten Experiments geschildert hatte, mussten sie zu zweit oder zu dritt den in der Anleitung dargestellten Aufbau nachbauen. Ich erklärte Schritt für Schritt den Sinn und die Funktion der einzelnen Bestandteile (Netzgerät, Linse, Gitter) und wir schafften es gemeinsam, dass alle sechs Gruppen ein schönes Regenbogenspektrum am Schirm abgebildet hatten. Nachdem ich den Schüler/innen klar gemacht hatte, was sie nun messen müssen und wie sie die ganze Anordnung am besten justieren, notierten sie eifrig ihre Werte und die ersten Rechnungen begannen. Nachdem alle erkannt hatten, dass ihre Ergebnisse in etwa mit denen der anderen Gruppen zusammenpassten, wurde der Versuch abgebaut und wir begaben uns als nächstes in den EDV – Raum um das Protokoll zu erstellen.

2.1.1.2 Protokoll zum Gitterspektrum

Zunächst machte ich den Schüler/innen klar, dass das korrekte Protokollieren eine ganz wesentliche Aufgabe beim naturwissenschaftlichen Arbeiten ist und dass mir daher große Sorgfalt dabei wichtig ist. Nach einer kurzen Diskussion über die Forma-

⁴ s. Anhang I und II

tierung, meinten einige, es wäre schöner ein einheitliches Format für alle Protokolle auszuarbeiten. Gesagt, getan – rasch einigte man sich wer das Format erarbeitet und alle anderen übernahmen es dann. Die Theorie zur Beugung der Lichtstrahlung am Gitter behandelte ich während des Protokollierens und eine Kurzform davon wurde auch in das Protokoll übernommen.

Die Versuchsskizze zeichneten wir während der Stunde mit der Hand in das ausgedruckte Protokoll. Zwei Schüler machten aber zu Hause freiwillig eine Zeichnung mit dem Computer und alle anderen fügten diese Zeichnung in der darauf folgenden Stunde ein.

Aus Zeitgründen wurde bei keinem Protokoll eine Fehlerrechnung durchgeführt, deren Notwendigkeit jedoch besprochen.

2.1.1.3 Weitere Versuche

Wir führten zum Thema Spektren noch weitere Versuche durch, diese wurden jedoch nicht protokolliert.

Diese Versuche waren

- Prismenspektrum von weißem Licht
- Prismenspektrum einer Quecksilberdampflampe
- Flammenfärbung
- Gitterinterferenz mit dem Laser und daraus Bestimmung der Wellenlänge des Laserlichts als Schularbeitsbeispiel

2.1.1.4 Spektren - Theorie

Den theoretischen Hintergrund und die Anwendung zu diesem Thema inklusive der Entwicklung von Atommodellen bekamen die Schüler/innen von mir zusammengefasst für ihre Projektmappe. Damit sie sich intensiv damit auseinandersetzten, ich es aber nicht vortragen musste, teilte ich einzelnen Schüler/innen abgeschlossene Unterkapitel zum Vorbereiten für die Abschlusspräsentation zu. Jeder und jede konnte sich aussuchen welchen Teil er übernimmt und nachdem auch hierfür ein einheitliches Format erstellt worden war, bereitete jede/r ihren/seinen Teil vor und präsentierte ihn vor den anderen. Rasch stellte sich heraus, dass die Schüler dabei sehr viel lernen und auch Spaß dabei haben. Schülerkommentar: *„Das ist ja plötzlich ganz verständlich, wenn man sich so damit auseinandersetzt“*

2.1.2 Photometrie

2.1.2.1 Versuch: Photometrische Bestimmung des Kupferanteils in Messing

Die Schüler/innen sollten die kupferhaltigen Batteriepole von alten 4,5 V Flachbatterien abzwicken und eine genau bestimmte Menge davon nach Versuchsvorschrift behandeln, sodass das Kupfer letztendlich als blauer Kupfertetraminkomplex vorlag. Wieder erklärte ich genau was zu tun war, teilte eine Versuchsvorschrift aus und gab alle benötigten Behälter und Geräte aus, lies die Schüler/innen aber dann in drei Gruppen selbständig arbeiten. Dies erwies sich zu diesem Zeitpunkt als Fehler, den ich jedoch erst zum Schluss des Experiments bemerkte. Nur eine der drei Gruppen lieferte letztendlich brauchbare Eichlösungen zum Erstellen der Eichgerade. Nach nur einem Versuch waren die Schüler/innen offenbar noch nicht soweit, dass sie sich Gedanken über den Versuch bzw. die Versuchsanleitung machten. Außerdem war dies nun der erste chemische Versuch und da der letzte Chemieunterricht in der 4. Klasse der Unterstufe stattgefunden hatte, war das nötige Vorwissen der Schüler offensichtlich auch nicht vorhanden. Der Fehler den die beiden anderen Gruppen gemacht hatten bestand darin, dass sie zwar die Probe wie vorgeschrieben behandelte, dass sie aber die Eichlösungen ohne Abwiegen von Kupfersulfat herstellten und somit nur Wasser mit Salpetersäure und Ammoniak behandelten. Sie hatten also den Sinn der Eichlösungen nicht verstanden, sonst hätten ihnen spätestens nach Feststellen der Farblosigkeit der ersten Eichlösung Zweifel an der Richtigkeit ihres Tuns kommen müssen. Aber immerhin eine Gruppe führte alles korrekt durch, ich hatte etwas gelernt und wir konnten mit der photometrische Messung der Lösungen weitermachen.

Diese Messung erfolgte am Computer mittels des Datenerfassungssystems ULAB und des Kolorimeter Sensors von Vernier. Die Lösungen der einen Gruppe wurden aufgeteilt und jede Gruppe bestimmte schließlich für sich die Absorption des Lichtstrahls durch die Proben, nahm somit eine Eichgerade auf und bestimmte letztendlich den Kupfergehalt im Messing der Batteriepole.

2.1.2.2 Protokoll zur Photometrie

Bei diesem Protokoll war den Schüler/innen die Struktur des Protokolls sofort klar, es war trotzdem noch jede Menge Hilfestellung dabei nötig. Obwohl auch beim Protokollschreiben in Gruppen gearbeitet werden durfte, waren die Schüler/innen noch sehr unsicher und verlangten ständige Kontrolle ihrer Arbeit. Das zeigte mir jedoch, dass sie die Arbeit ernst nahmen und ihnen ein gutes Ergebnis ebenso wichtig war wie mir. Zu meiner Freude gestalteten sie die Protokolle auch mit Bildern und forma-

tierten recht übersichtlich, so dass man bereits von einem Fortschritt sprechen konnte.

2.1.2.3 Photometrie – Theorie: Physik, Chemie und Mathematik in einem!

Die Besprechung der Theorie zur Photometrie fand in fächerverknüpfender Form statt. Während meine Kollegin, Frau Mag.^a Elisabeth Schrittwieser, in Mathematik das Lambert-Beer'sche Gesetz herleitete und verschiedenste Beispiele dazu rechnete, erklärte ich die notwendigen chemische und physikalische Begriffe und Grundlagen. Darüber fand dann auch eine angekündigte mündliche Prüfung statt, wobei ich verschiedene Fragen stellte und die Schüler sich freiwillig melden konnten. Noch nie hatte ich erlebt, dass bei nahezu allen Fragen ein Großteil der Schüler antworten wollte. Offensichtlich hatte sich der Stoff durch diese intensive Besprechung und durch das Betrachten von verschiedenen Seiten sehr gut eingeprägt und da sich die Schüler/innen auch zum Rechnen von Beispiele zahlreich meldeten (was normalerweise überhaupt nicht der Fall ist) gehe ich davon aus, dass hier die Vernetzung von Physik und Mathematik gut gelungen ist.

2.1.3 Dioden

2.1.3.1 Aufnahme von Diodenkennlinien von Leuchtdioden

Nach dem teilweise missglückten Photometrie Versuch wollte ich es nun besser machen und las bei Thomas Seilnacht⁵ über die Aufbereitung von Experimenten nach: „*Sie [Experimente] sind von jedem Schüler und jeder Schülerin durchführbar und vom Versuchsaufbau leicht durchschaubar.*

Es darf keine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorliegen: Versuchsanleitungen erfolgen in der Initiationsphase oder punktuell bei der Einführung von Variationsmöglichkeiten durch mündliche Mitteilungen oder kurze Vorführungen durch den Lehrer oder durch andere Arbeitsgruppen.“

Dieser Anweisung folgend baute ich die (einfache) Schaltung zur Aufnahme der Diodenkennlinie vor der Unterrichtsstunde auf, zeichnete eine Schaltskizze davon an die Tafel und erklärte den Schüler/innen die Schaltung, die Funktion der einzelnen Schaltungsbestandteile (vor allem der LEDs) und die Aufgabe, die sie durchzuführen hatten. Es erfolgten nun wieder eine Einteilung in Zweier- und Dreiergruppen und der

⁵ Seilnacht, T., (3/98), chimica didactica, unter These 4. findet man: Kriterienkatalog für verstehendes und zusammenschauend-soziales Lernen, Punkt 5 und Punkt 7, <http://www.seilnacht.com/Schulv6.htm> [Stand 08. 02. 2007]

Nachbau meiner Schaltung in den einzelnen Gruppen. Nach dem drei Messwertta-
bellen (für eine rote, eine grüne und eine gelbe LED) pro Gruppe vorhanden waren,
begann wieder das Protokollieren.

2.1.3.2 Protokoll zu Diodenkennlinien

Da der Schularbeitstermin bereits sehr nahe gerückt war und ich diesen Lehrstoff
unbedingt zur Schularbeit geben wollte, übernahmen wir ein fertiges Protokoll aus
leifiphysik⁶, besprachen es durch und änderten es nur bezüglich unserer Messwerte.
Die Kennlinien mussten die Schüler/innen mit dem Programm geogebra⁷ zeichnen,
was ihnen allerdings keine Schwierigkeiten bereitete, so dass alles rasch beendet
war.

2.1.3.3 Dioden – Theorie

Da inzwischen viele praktische Arbeit durchgeführt worden war und ich wie bereits
erwähnt Stoff für die Schularbeit benötigte, hatte ich nun kein schlechtes Gewissen,
als ich hier relativ viel chemisches (Halbleiter, Aufbau des Periodensystems, Atom-
bindung) wie auch physikalisches (Leitungsmechanismus, Dotieren, Dioden, LED,
Lichtaussendung, Weißlichtdioden) Fachwissen in Form eines Frontalunterrichts
vermittelte. Zum Teil machte ich es aber wieder analog wie bei der Photometrie, d.h.
die Schüler/innen fassten einige von mir zusammengeschriebene Abschnitte in eige-
nen Worten vor dem Rest der Klasse zusammen. Dies bewährte sich ein weiteres
Mal. Fast alle Schüler/innen waren sehr aktiv und auch ich empfand diese Art der
Wissensvermittlung als sehr angenehm. Da das Mitschreiben entfiel ging alles trotz-
dem sehr rasch vor sich und gleichzeitig hatten die Schüler/innen den Stoff auch
schon einmal verarbeitet. Durch diese Methode merkte man auch gleich wo es Ver-
ständnisprobleme gab.

2.1.4 Chromatographie

2.1.4.1 Dünnschichtchromatographie von Lebensmittelfarbstoffen und grünen Blättern

Gleich zu Beginn des Projekts bestellte ich bei der Firma Hedinger ein Farbstoff –

⁶ http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph10/versuche/15led/led. [04.01.2007], das Protokoll findet
man im Anhang II, 1.4

⁷ <http://www.geogebra.org/cms/> [04.01.2007]

Experimentierset⁸. Damit kann man die Farbstoffe von Gummibären, Paprikapulver, Roter Grütze und anderen Lebensmitteln sowie von grünen Blättern chromatographisch trennen und analysieren. Als die Schüler/innen dieses Set mit den genannten Lebensmitteln sahen waren sie leicht für das Experiment zu gewinnen. Sie wollten eigentlich gleich damit beginnen und waren gar nicht erfreut als ich ihnen mitteilte, dass das eher eines unserer letzten Experimente sein wird. Es zeigte sich hier die Wichtigkeit des Alltagsbezugs.

Ich erklärte den Schülern zunächst das Prinzip der Chromatographie und teilte sie dann wieder in Gruppen ein. Jede Gruppe sollte ein anderes Lebensmittel untersuchen, eine Gruppe sollte grüne Blätter zerreiben und deren Farbstoffe auftrennen. Da alle Gruppen dasselbe Laufmittel benötigten, stellten wir dieses und andere, zur Aufarbeitung der Lebensmittel nötige Chemikalien, für alle gemeinsam her, wobei die Schüler/innen aber dabei halfen. Jede Gruppe entnahm dann die benötigte Menge. Anschließend teilte ich wieder Versuchsanleitungen aus. Bei diesem Versuch war eine andere Variante nicht denkbar. Das hatte mehrere Gründe: Nicht jede Gruppe hatte exakt gleiche Vorschriften, die Anleitungen waren sehr verständlich geschrieben, die Schüler/innen hatten nun doch schon einige Erfahrung und wussten, dass sie genau arbeiten mussten. Die Meldung eines Schülers bei einem vorhergehenden einfachen Experiment (s. 2.2 Carotinoide): „*dieses Mal machen wir aber wirklich alles genau und überlegen uns die Anleitung*“ lies mich hoffen, dass alles klappen würde.

Und so war es dann auch, bis auf ein Missgeschick (zwei Mädchen gaben das Laufmittel zur Farbstoffmischung statt in die Trennkammer) gab es keine Zwischenfälle und ich stellte fest, dass sich die Notwendigkeit meiner Anwesenheit im Wesentlichen auf das Bereitstellen von Glasgefäßen oder Ähnlichem beschränkte. Alle waren konzentriert bei der Arbeit und lieferten weitgehend selbständig brauchbare Ergebnisse.

2.1.4.2 Protokolle zur Chromatographie

Jede Gruppe schrieb nun selbst (recht rasch, wie ich feststellte) ein Protokoll ohne meine Hilfe. Die Protokolle mussten die Schüler/innen dann als Anhang an meine Mailadresse schicken, ich korrigierte sie und die Schüler/innen fügten dann den Ausdruck in ihre Projektmappe ein. Bei der Durchsicht der Protokolle wurde ich sehr positiv überrascht, es waren kaum Korrekturen nötig, die meisten Arbeiten waren vorbildlich.

⁸ Hedinger GmbH & Co. KG, Lehrmittel, Stuttgart: Experimentierset Farbstoffe, Broschüre Farbstoffe Bestellnr.: EFL009

2.2 Weitere Experimente mit geringerem Aufwand

Außer diesen vier aufwendigeren Experimenten und den unter 2.1.1.3 genannten führten wir noch einige Experimente – zum Teil gemeinsam, zum Teil auch wieder in Gruppen - durch, die nicht besonders zeitaufwendig waren und die auch nur notiert (nicht genau protokolliert) wurden.

Dies waren:

- Beleuchten von farbigen Gegenständen mit rotem, grünen oder blauen Scheinwerfern zum Thema Körperfarben, subtraktive Farbmischung
- Mischen von farbigen Lichtern zum Thema Lichtfarben, additive Farbmischung
- Diodenschaltung um dessen „Ventilwirkung“ zu überprüfen
- Regenbogenversuch mit Bromwasser (eher missglückter Versuch)
- Carotinoide: Gewinnung des orangen Farbstoffes aus Karotten, um die Besprechung des chemischen Struktur von Farbstoffen aufzulockern

Ich möchte die Bemerkung ergänzen, dass das Durchführen der Experimente das Arbeitsklima angenehm verbessert hat. Die Kooperation und Kommunikation zwischen den Schüler/innen wurde spürbar gefördert. Damit kann ich nur unterstreichen, dass das Lernen im sozialen Umfeld eine wichtige Leitlinie für die Gestaltung von Unterricht sein sollte:

„Leitlinien für die Methodenwahl:

- An Voraussetzungen der Schüler/innen anknüpfen [...]
- An authentischen Problemen und anwendungsbezogenen lernen [...]
- Erfahrungsgeleitet lernen [...]
- Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen [...]
- Mit instruktionaler Unterstützung lernen [...]
- Im sozialen Umfeld lernen [...]⁹

⁹ Anton M., u.a., Ein dynamisches Konzept für mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung. Handreichung für die Praxis, S. 4ff; <http://uni-salzburg.at/fl>

2.3 Referate¹⁰

Alle Schüler/innen hatten im Laufe des Projekts zu Hause ein Referat vorzubereiten. Sie mussten dabei folgende Auflagen erfüllen: Das Referat muss in Form einer Powerpoint – Präsentation ausgearbeitet sein, alle Schüler/innen mussten ein Handout des Referats bekommen, es muss ein Farbthema sein, aber nicht unbedingt mit physikalischem oder chemischen Inhalt und es musste etwa 10 Minuten dauern.

Die Schüler/innen wählten folgende Themen:

1. Himmelsblau und Abendrot
2. Farben in der Malkunst (auf zwei Schüler/innen aufgeteilt)
3. Lebensmittelfarben
4. Tomatenketchup
5. Dopplereffekt
6. Farben in Religion und Kultur
7. Flaggen und ihre Farbbedeutungen
8. Kennzeichnen mit Farben
9. Der Regenbogen
10. Farben in der Psychologie
11. Farbsymbolik in den Kulturen
12. Carotin

Die Referate wurden hinsichtlich der Qualität des Vortrags, hinsichtlich der PP – Präsentation und hinsichtlich des Inhalts von mir bewertet. Ich lies ab dem 5. Referat auch die Klasse alle Vorträge bezüglich dieser Punkte bewerten, was dazu führte, dass die Referate ab da wesentlich besser wurden. Die Schüler/innen waren kritischer als ich, sprachen jedoch auch mehr Lob aus. Beides scheint ein Ansporn gewesen zu sein. Insgesamt haben wir alle durch die Vielfalt der Themen viel Interessantes dazugelernt, einiges musste ich dann nicht mehr unterrichten, da die/der Vortragende Schüler/in es bereits sehr gut vorgebracht hatte.

Bewusst lies ich auch Themen zu, die mit naturwissenschaftlichen Fächern nichts zu

¹⁰ s. Handzettel davon s. Anhang V und zugehörige Powerpointpräsentation (nur solche mit physikalischen oder chemischen Themen)

tun haben. Ich wollte damit andere Perspektiven einfließen lassen und Schüler/innen, die sich mit einem physikalischen oder chemischen Thema überhaupt nicht anfreunden konnten die Möglichkeit geben nach ihrem Interesse zu wählen. Die Literatur zu den Referaten wurde großteils von mir bereitgestellt, wobei ich es positiv bewertete, wenn jemand zusätzliche Recherchen anstellte.

2.4 Exkursionen und Vorträge

2.4.1 Exkursion ins Landesmuseum Niederösterreich

Genau passend fand Anfang Oktober im Landesmuseum Niederösterreich ein Schwerpunktwoche zur Sonderausstellung "Abenteuer Farbe" statt.

In Fallbeispielen und Experimentierstationen konnten die Schüler/innen viel Interessantes von der Farbwahrnehmung über die Sinnesorgane bis zu den vielfältigen Funktionen der Farbe im Pflanzen und Tierreich lernen. Einige Schulen waren ebenso vertreten wie die berühmten Physikanten und zahlreiche „Farbvorträge“ und Vorführungen konnten gebucht werden. Aus terminlichen Gründen wählte ich eine (altersgemäße) Show der Physikanten (ich war selbst sehr neugierig auf die beiden Herrn), einen Vortrag über die Farben des Weltalls und eine Führung durch die Farbausstellung. Wir fuhren am Freitag, den 6. Oktober mit dem Bus nach St. Pölten und ergründeten zunächst auf eigene Faust die Ausstellung. Ab dann folgte eine Enttäuschung auf die andere, sodass dieser Vormittag zwar eine brauchbare Abwechslung zum üblichen Schulalltag war, aber der große Erfolg, den ich mir vorgestellt hatte, blieb aus. Der erste Grund für meine Enttäuschung war der Vortrag über die Farben des Weltalls. Da kamen nämlich keine Farben darin vor. Wir bekamen zwar eine nette Einführung über Sternbilder, aber der Vortragende verlor tatsächlich kein Wort über Sternfarben oder etwas in der Art. Nun hoffte ich, dass die Physikanten mehr zum Thema zu bieten hatten. Das hatten sie auch, aber leider nahm trotz anderer Angaben auch eine Gruppe von Volksschulkindern an dieser Show teil und die Physikanten legten auf diese Gruppe ihr Hauptaugenmerk. „Meine Großen“ fanden die Show daher verständlicherweise sehr kindisch. Eine weitere Gruppe fand sich außerdem viel zu spät ein, sodass die Show letztendlich mit fast 40 Minuten Verspätung begann. Folge: Wir konnten an der abschließenden Führung nicht mehr teilnehmen, da wir sonst unseren Zug verpasst hätten.

2.4.2 Naturfarben Auro – ein Vortrag

Eigentlich plante ich auch zur Firma Auro eine Exkursion. Da sich diese jedoch in Kärnten befindet und ein Herr dieser Firma, Herr Hawle, sich sofort bereit erklärte

nach Lilienfeld zu kommen, entschied ich mich für einen Vortrag an unserer Schule. Man sah zwar nur wenig, aber es dauerte nicht so lange (nur zwei Stunden – die wieder eintauschte - entfielen) und kostete nichts, da Herr Hawle für die Firma auch Werbung machte. Der Vortrag war recht gut vorbereitet, es wurden Produkte, Rohstoffe und Beispiele gezeigt sowie verschiedene OH – Folien aufgelegt.

Inhalt des Vortrages: Nachwachsende Rohstoffe, Stoffkreisläufe in der Natur, Pigmente und Farbstoffe, Bindemittel, Verwitterung, Deklaration der Auro-Rohstoffe

Die Schüler/innen schrieben während des Vortrages mit und bekamen auch Informationsmaterial.

2.4.3 Farbberatung

Auch dabei handelte es sich um einen Vortrag, der in unserer Schule stattfand. Frau Sigrid Kiesenhofer, eine Farbberaterin aus Linz, kam für mehrere sehr lehrreiche und unterhaltsame Stunden zu uns. Besonders die Schülerinnen freuten sich darauf und sie wurden auch nicht enttäuscht. Frau Kiesenhofer besprach den Einfluss von Farben auf unsere Psyche und unser Wohlbefinden. Die Schüler/innen wurden aufgefordert Farben einmal wirklich genau zu betrachten, feine Nuancierungen wahrzunehmen und sich Gedanken darüber zu machen, dass dieselbe Farbe nicht von jedem Menschen gleich wahrgenommen wird. Weiters wurde über den Einfluss der Farbe auf unser Gemüt gesprochen und wie man durch Tragen bestimmter Farben Botschaften vermitteln kann. Frau Kiesenhofer versuchte uns dann beizubringen, an welchen Gesichtszügen wir selbst erkennen können, ob man mit einer bestimmten Kleiderfarbe klarer Konturen, einen offeneren, wacheren Blick, ... hat. Sie sprach darüber wie Werbung unsere Einstellung zu bestimmten Farben beeinflusst und welche Farben von welchen Alters-/Berufsgruppen bevorzugt werden. Sehr interessant für die Jugendlichen war auch die Beratung zum Thema Vorstellungsgespräch, Matura, Prüfung: Sie bekamen genaue Anweisungen mit welcher Farbe und in welchem Stil sie wo am besten auftreten sollten um damit Kompetenz, Stärke, Seriosität,... zu vermitteln.

2.5 Schularbeitsvorbereitung¹¹

Da der Lehrstoff im Zuge dieses Projekts anderes vermittelt wurde als die Schüler/innen es sonst gewohnt sind (viel mehr frontal unterrichtet und in einem Heft mitgeschrieben), stellte ich zur Sicherheit Arbeitsblätter mit Übungsfragen (und Antwort-

¹¹ s. Anhang III

ten) über den Schularbeitsstoff zusammen, teilte sie allen aus und überlies es den Schüler/innen selbst diese Blätter auch durchzuarbeiten. Außerdem erhielten sie punktweise zusammengefasst, was sie alles können sollten (Erwartungshorizont). Vor der Schularbeit teilte ich Fragebögen aus, um zu erheben wie hilfreich diese Maßnahmen waren und um zu erfahren wie gut sie sich für die Schularbeit vorbereitet fühlten.

2.6 Fächerübergreifende Beiträge¹², Projektmappe¹³

Wie bereits erwähnt wurde die Photometrie fächerverknüpfend unter Beteiligung der Fächer Mathematik, Chemie und Physik unterrichtet. Informatik, Religion und Bildnerische Erziehung lieferten ergänzend Beiträge zum Thema Farbe, diese standen jedoch nicht in einem engeren Zusammenhang mit einem naturwissenschaftlichen Inhalt. Ursprünglich sollte auch im Fach Psychologie eine „farbige“ Unterrichtseinheit stattfinden. Da aber eine Schülerin durch ein Referat und Frau Kiesenhofer im Zuge ihres Vortrags die vorgesehene Thematik behandelten, wurde davon Abstand genommen. Alle Beiträge wurden, wie überhaupt die Gesamtheit aller Arbeiten, am PC geschrieben und in der Projektmappe gesammelt.

2.7 Präsentation

Die Präsentation war schließlich der Höhepunkt und zugleich Endpunkt des Projekts. Sie fand vormittags in Kurzform vor der gesamten Oberstufe unserer Schule statt und abends vor den Eltern der Schüler/innen. Dabei wurden eigens ausgearbeitete Powerpoint – Präsentationen¹⁴ vorgeführt, zahllose Plakatwände aufgestellt, Versuche aufgebaut und erklärt, Fotos des gesamten Projektverlaufs gezeigt und ein buntes Buffet hergerichtet.

¹² s. Anhang IV

¹³ s. gesamter Anhang

¹⁴ siehe Anhang: PP - Präsentation Spektren und PP – Präsentation Photometrie

3 SCHWERPUNKT 3 – THEMENORIENTIERUNG IM UNTERRICHT

In diesem Kapitel möchte ich die Ziele des Schwerpunkts 3 in Bezug zum Projekt setzen und die Zuordnung zu diesem Schwerpunkt begründen.

Betrachtet man das Profil dieses Schwerpunkts, so findet man einige Punkte erfüllt:

Auszug aus dem Profil: S3 - Themenorientierung im Unterricht¹⁵

„Im Schwerpunkt 3 werden Initiativen begleitet und gefördert, die eine veränderte Unterrichtsgestaltung – traditionelle Inhalte unter neuen Blickwinkeln – erproben und sich mit aktuellen fachdidaktischen Unterrichtskonzepten auseinandersetzen.“

Aus 1.3 Methoden, Konzepte ersieht man, dass das auch Ziel des Projekts war. Wissenserwerb durch selbständiges Experimentieren, Protokollieren, Referieren über physikalische und chemische sowie über nicht naturwissenschaftliche „Farbthemen“, Präsentieren und das Gestalten einer Homepage waren ein wichtiger Teil des Unterrichts.

Folgende Schwerpunkte können darüber hinaus in S3 vorgenommen werden:

Themenstellungen

Ein Thema ist mehr als ein Lehrplaninhalt oder eine Überschrift in einem Lehrbuch, ein Thema ist mehr als die Sache an sich. Eine Sache, ein Inhalt muss erst zum Thema gemacht werden, indem zum Beispiel eine Erklärung, eine Absicht, ein Ziel oder ein Impuls hinzugefügt wird.

Wie werden Lehrplaninhalte „verpackt“, um Lernen zu initiieren, Interesse zu wecken und Motivation auszulösen? Mit welchen „Überschriften“ kann man Schülerinnen und Schüler locken, sich mit den vorgesehenen Inhalten auseinanderzusetzen?“

Hier kann als Beispiel die Chromatographie genannt werden. Das Interesse für dieses Verfahren und die Motivation für die Durchführung des Versuchs konnte durch das Chromatographieren von bekannten Lebensmitteln erhöht werden. Die Notwendigkeit Atommodelle zu entwickeln und die Wichtigkeit experimentelle Ergebnisse theoretisch erklären zu können, wurde durch die bedeutenden Anwendungen der Spektralanalyse unterstrichen und ihr Sinn damit verdeutlicht. Schließlich sei noch erwähnt, dass durch Behandeln des Themas Leuchtdioden, die wichtige Anwendungen von physikalischem Wissen in der Technologie sind, Interesse geweckt werden konnte.

¹⁵ http://imst.uni-klu.ac.at/7_zentrale_massnahmen/mni/schwerpunkte/s3/schwerpunktbeschreibung/
[Stand 08. 02. 2007]

„Fachinhalte

Themenorientierte Unterrichtsgestaltung richtet sich nach dem altersgemäßen Vorwissen und nach den persönlichen Vorerfahrungen von Schülerinnen und Schülern und geht auf ihre aktuellen Probleme ein. Themenorientierte Unterrichtsgestaltung setzt fachliches Wissen in Beziehung zur Lebenswelt der Lernenden.

Wie werden Fachinhalte aus verschiedenen Blickwinkeln anders zusammengesetzt, um für Schülerinnen und Schüler einen sinnstiftenden Kontext herzustellen? Wie wird Wissenskonstruktion im eigenen Wissensnetz ermöglicht? Wie werden innere Stoffverbindungen anders als nach der Fachsystematik aufgebaut? Welche Fachmethoden eignen sich, in Zusammenhang mit welchen Inhalten, um von Schülerinnen und Schülern als für sie bedeutsam erkannt zu werden? [...].“

Die Themenstellung – Phänomen Farbe – allein legt schon den Schluss nahe das Projekt in diesen Schwerpunkt einzuordnen. Das Vorwissen der Schüler/innen war mir bestens bekannt und wurde berücksichtigt, da ich die Klasse seit 4 Jahren führe. Die Fachsystematik quer zum Lehrplan lag, habe ich bereits unter 1.1.6 Lehrplanbezug erläutert, der sinnstiftende Kontext wurde durch die fächerübergreifenden Inhalte geschaffen.

“Lehrplan

Die Lehrpläne richten sich nach aktuellen fachdidaktischer Prinzipien und Konzepte und sie berücksichtigen die Ergebnisse internationaler Vergleichsstudien. Anforderungen und Komplexitätsgrad von Aufgabenstellungen werden im Rahmen der Lehrplanziele auf den Wissens- und Erfahrungsstand der Schülerinnen und Schüler abgestimmt.

Welches Unterrichtsdesign entspricht den Spezifika der neuen Lehrpläne? Mit welchen Unterrichtsarrangements werden die Ziele der jeweiligen Ebene (allgemein pädagogische, fachdidaktische, fachliche Ebene) erarbeitet? Welche der Zielrichtungen finden besondere Beachtung: Fachwissen aneignen und anwenden, Fachfertigkeiten oder allgemeine Fertigkeiten üben und einsetzen, Einstellungen und Meinungen artikulieren?“

Durch das Projekt wurden viele Ziele aus der Bildungs- und Lehraufgabe des Lehrplans¹⁶ erfüllt; u.a.

„Ziel [des Physikunterrichts] 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

¹⁶ <http://www.gemeinsamlernen.at/> [Stand 08. 02. 2007] zu finden unter Lehrpläne & Recht

- eigenständig arbeiten können
- physikalische Zusammenhänge darstellen können
- Diagramme erstellen und interpretieren können
- einfache Experimente planen und durchführen

.....“

“Fachübergreifender Unterricht

Fachübergreifender Unterricht – innerhalb der naturwissenschaftlichen Fächer oder fachübergreifend mit anderen Fächern – bedarf einer speziellen Zielsetzung entsprechend seiner Form. Die Vielfalt der möglichen Bezüge von beteiligten Fächern äußert sich für diese Zusammenarbeit in der Vielzahl der Begriffe für fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht: fachüberschreitend, fächerverbindend, fächerkoordinierend, fächerergänzend und integriert. Die jeweilige Form ergibt sich aus der Akzentuierung der an einer Themenstellung beteiligten Fächer und wird für die jeweilige Zielsetzung definiert.

Welche Form der Zusammenarbeit der Fächer wird angestrebt, welche Akzente werden gesetzt? Welches gemeinsame Ziel und welche fachinternen Ziele werden verfolgt?“

Siehe 2.6 fächerübergreifende Beiträge, Projektmappe; höchstes Ziel des fächerübergreifenden Ansatzes war für mich ein intensiveres Verknüpfen von Mathematik- und Physikunterricht. Am Beispiel der Photometrie ist das auch sehr gut gelungen.

“Sprache und Begriffsbildung

Die klare Trennung in Alltags- Fach- und Wissenschaftssprache trägt zu einer konkreteren Begriffsbildung bei, ebenso das Aufgreifen unterschiedlicher Ausdrücke für ein und denselben Begriff in den einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen. Die Unterstützung von Begriffsbildung mit Hilfe von Symbol- und Bildvorstellungen fördert den Aufbau eigener Wissensnetze. Geeignete Mittel hierzu sind unter anderem Mappingmethoden wie Mind Mapping und Concept Mapping oder auch selbstgestaltete Karteikarten.

Welche Methoden werden eingesetzt, um die Begriffsbildung zu fördern? Wie viel Aufmerksamkeit wird der Trennung in Alltags- und Fachsprache gewidmet? Auf welche Art und Weise werden unterschiedliche Ausdrucksformen und Ausdrucksmöglichkeiten der Schülerinnen und Schüler aufgegriffen. Wie kommen Texte und Aufgabenstellungen zum Einsatz, welche Bücher sind wofür geeignet?“

Die Begriffsbildung wurde vor allem durch selbständiges Ausarbeiten der Referate nach zum Teil vorgegebener Literatur, durch Wiederholen und Erklären von fertigen Texten in eigenen Worten, durch Schreiben der Präsentation und der Protokolle und

durch Wiedergeben von Inhalten im Zuge der Schularbeit gefördert.

4 EVALUATION¹⁷

4.1 Indikatoren

4.1.1 Beobachtung

Die Schüler/innen wurden während des gesamten Projektablaufs von mir im Hinblick auf Selbständigkeit, Engagement, Motivation und Zusammenarbeit mit den Mitschüler/innen beobachtet. Diese Beobachtungen hielt ich in einem Projekttagbuch ebenso fest wie Bemerkungen von Schüler/innen, die mir bedeutsam erschienen.

4.1.2 Befragungen

Manchmal befragte ich ausgewählte Schüler/innen unmittelbar nach einem Projektabschnitt und hielt ihre Antworten fest.

4.1.3 Fragebogen

Vor der Schularbeit und nach Abschluss des Projekts teilte ich Fragebögen aus. Ich wollte damit herausfinden, ob sie nun mehr Sinn im Physik/Chemieunterricht sahen und ob der Unterricht interessanter geworden ist.

4.1.4 Schülerleistungen

Mittels Protokolle, Referate, Führen einer Projektmappe, einer mündlichen Prüfungen, einer Schularbeit, freiwillige zusätzliche Arbeiten und der Bereitwilligkeit für alle geforderten Leistungen habe ich Lernfortschritte und Engagement erkundet.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Ergebnisse der Beobachtung

Gleich bei Durchführung des ersten Experiments (Spektren) stellte sich heraus, dass zwei Schüler/innen Schwierigkeiten bei der Zusammenarbeit hatten, obwohl sie Freundinnen waren. Da sie ständig mit Problemen zu mir kamen, machte ich den Vorschlag, dass sie sich trennen und jede bei einer anderen Gruppe mitarbeiten sollte. Auch bei zwei weiteren Mädchengruppen gab es Schwierigkeiten, während die Burschengruppen (gemischte Gruppen bildeten sich in keinem der Versuche) gut harmonierten. Ich stellte fest, dass in allen drei „schwierigen“ Mädchengruppen eine

¹⁷ gelesen: Burkard Ch. Eikenbusch G., Praxishandbuch Evaluation in der Schule

besonders gute und ein sehr schwache Schülerin kombiniert waren. Da sich die Mädchen nicht umgruppieren wollten, musste eine andere Lösung gefunden werden. Diese bestand darin, dass jedes Mädchen jeweils einen Teil des Versuchs alleine machte und der anderen dann ihren Teil erklärte. Mit der Zeit kannte jede die Schwächen der anderen und nahm darauf Rücksicht beziehungsweise halfen sie einander schließlich und wurden kompromissbereiter. Dies war meiner Meinung nach ein wichtiger sozialer Lernprozess und es stellte sich mit der Zeit ein angenehmes Lernklima ein, das gelegentlich auch noch kulinarisch aufgebessert wurde (mehrmals wurden Kuchen und Kekse in die Stunden mitgebracht). Eine Schülerin machte folgende Bemerkung: *„Bei diesem Projekt lerne ich meine Klassenkameraden besser kennen und die Teamarbeit wird immer einfacher“*. Einige andere stimmten sofort zu und auch ich fühlte mich sehr wohl und vertraut unter meine Gruppe.

Die Selbständigkeit der Schüler erhöhte sich im Laufe der drei Monate deutlich: Dies konnte ich beim Experimentieren feststellen. Mit jedem weiteren Versuch arbeiteten die Schüler/innen konzentrierter und sicherer. Sie beschafften sich notwendiges Material mehr und mehr alleine und fragten nicht mehr immer nur mich, sondern versuchten auch durch gemeinsames Überlegen zu einem richtigen Schluss zu kommen. Der letzte große Versuch – die Chromatographie – wäre fast ohne meine Anwesenheit richtig durchgeführt worden. Denn alle Gruppen erarbeiteten ihren Versuch nach Versuchsvorschrift alleine. Das heißt ich stellte alle Materialien (Bechergläser, Chemikalien, Farbstoffe, ...) am Lehrtisch zusammen, die Schüler/innen holten sich alles Notwendige und begannen mit dem Versuch. Nur zweimal wurde ich bezüglich der Versuchsdurchführung etwas gefragt und diese beiden Fragen dienten zur Absicherung ob die Vorgehensweise so stimme. Zum Schluss schafften es alle Gruppen ohne mein Zutun den Farbstoff/ das Farbstoffgemisch aus ihrer Probe zu isolieren. Das Auftragen der Farbstoffe auf die DC – Folien und die Entwicklung der Chromatogramme bereitete schließlich ebenfalls keine Schwierigkeiten mehr und es passierte nur einer Gruppe ein Missgeschick: Sie vermischten die mobile Phase mit dem isolierten Farbstoffgemisch, statt es in die Chromatographiekammer zu geben. Beachtlich ist auch, dass das Wegräumen aller Materialien zur Selbstverständlichkeit wurde. Die Schüler/innen liefen nicht beim Läuten aus dem Saal raus, sondern verließen ihren Platz wirklich erst, wenn er ganz sauber war. Das sehe ich als großen Erfolg an.

Auch beim Schreiben der Powerpointpräsentationen für die Vorstellung des Projekts vor den Eltern zeigte sich die zunehmende Selbständigkeit sehr deutlich. Zu Beginn schrieben die Schüler/innen noch alles viel zu kompliziert ab, der Mut zur Vereinfachung war kaum vorhanden und die Seiten waren voll gestopft mit Informationen, die die Eltern nie „verkräftet“ hätten. Während die Zusammenstellung der erstes Präsen-

tation daher für mich noch sehr anstrengend war, da mich meist alle Gruppen gleichzeitig benötigt hätten, lief das Schreiben der letzten Präsentation – die Photometrie – fast ohne mein Zutun ab und sie wurde mindestens so gut. Vor allem aber war dafür nur noch ein Bruchteil der Zeit nötig.

Weiters stellte ich fest, dass die Schüler/innen obwohl sie doch sehr versiert im Umgang mit dem Computer sind, Schwierigkeiten beim Suchen von geeigneten Bildern und Texten aus dem Internet hatten. Auch hier stellte sich eine Verbesserung ein, ich wurde bald nicht mehr bei jeder Information oder bei jeder Grafik gefragt, ob sie geeignet wäre. Die Schüler/innen wählten mit der Zeit mit mehr Selbstvertrauen und ohne Absicherung durch meine Meinung geeignetes Material aus.

4.2.2 Befragung

Befragungen führte ich nach der Exkursion ins Landesmuseum und nach den Vorträgen durch. Ich befragte jedes Mal 2 Schüler und zwei Schülerinnen und da wiederum gute und schwächere.

Fragen und Antworten nach der Exkursion:

1. Hat dir die Exkursion prinzipiell gefallen?

Eher ja, war besser als Unterricht.

2. Was hat dir besonders gut gefallen?

Die Ausstellung war am interessantesten;

Der Sternevortrag war auch gut, obwohl man dabei nichts über Farben gelernt hat.

3. Was hat dir nicht gefallen, bzw. was hat dich gestört?

Es war zuwenig Zeit, um alles anzuschauen oder auszuprobieren.

Die Physikantenshow war blöd.

Wegen der bereits unter 2.4.1 erwähnten „Missgeschicke“ fanden die Befragten die Exkursion zwar „ganz in Ordnung“ (Nicole Franke) aber sie hatten nicht das Gefühl, dass es ihnen viel gebracht hätte. Kristina Lurger meinte, dass man „Ideen für die eigene Präsentation sammeln konnte“, der Lernerfolg war aber eher gering, jedenfalls geringer als ich erhofft hatte. Hauptgrund dafür war, dass die Schüler/innen beim selbständigen Durchgehen durch die Ausstellung zuwenig aufmerksam waren und auch „zu bequem“ (Nicole) um sich alles durchzulesen. Die Schüler/innen hätten meiner Meinung nach am meisten von einer guten Führung durch das Museum und

die Ausstellung profitieren können.

Fragen und Antworten nach dem Aurovortrag:

1. Hat dich der Vortrag interessiert?

Eher ja: 3 der 4 Schüler/innen; das Thema hat mich nicht interessiert: 1 Schülerin

2. Was hast du besonders gut daran gefunden?

Interessant war: Woraus ein Farbanstrich besteht, warum ein Anstrich verwittert, wie wichtig ein Stoffkreislauf ist

3. Was könnte man weglassen bzw. was hat dich gestört?

Der Werbeteil für die Firma war unwichtig, der Mann war unsympathisch

Es wäre besser gewesen, die Schüler/innen darauf vorzubereiten, dass Herr Hawle für die Produkte der Firma Werbung machen würde und sie vor vergleichbaren Produkten anderer Firmen hervorheben würde, dass dafür aber keine Kosten für den Vortrag anfallen würden. Nun musste ich das im Nachhinein besprechen, da sich durch die Werbung eine sehr negative, zum Teil ablehnende Haltung der Schüler/innen gegenüber dem Vortragenden und dem Vortrag selbst eingestellt hatte. So bezogen sich die ersten Rückmeldungen sofort nur auf diesen Teil des Vortrages. Dass wir auch sehr lehrreiche Information bekommen hatten, erschien den Schüler/innen durch die hervorgerufene Ablehnung zunächst nur wenig bewusst, bzw. in den Hintergrund gedrängt worden zu sein. Erst nach meiner Erklärung über den Grund der Werbung überlegten sie, was sie gelernt hatten und konnten Fragen zum Inhalt des Vortrages emotionslos beantworten.

Fragen und Antworten nach der Farbberatung:

1. Hat dich der Vortrag interessiert?

Ja: eine Schülerin, ein Schüler

Ja, sehr sogar: ein Schülerin, eine Schüler

2. Was hast du besonders gut daran gefunden?

Ich wusste nicht, dass Farben unser Aussehen und unsere Wirkung auf andere so sehr beeinflussen können und dass man mit der Kleidung ausdrücken kann, wie man andere schätzt.

Die Schüler fanden es sehr wichtig, dass Frau Kiesenhofer, die Bedeutung von korrekter, den Anlass entsprechender, Kleidung betonte und Tipps (Imageberatung) dazu gab.

3. Was könnte man weglassen bzw. was hat dich gestört?

Der praktische Teil - die Typenfindung (Sommer/Herbst/Winter/Frühling) - war zu lang.

Während die Burschen hier eher zurückhaltend und nur einsilbig antworteten, schilderten die Mädchen genauer was ihnen besonders gefallen hatte und worüber sie persönlich gerne noch mehr wissen würden. Sie überlegten welche Farben ihnen gut passen würden und besprachen „Beispiele aus ihrem Kleiderschrank“. Die Buben interessierten sich eher für den psychologischen Teil des Vortrages und fanden den Teil über die Wichtigkeit des Aussehens bei öffentlichen Anlässen und Bewerbungsgesprächen am interessantesten.

In regelmäßigen Abständen fragte ich die Schüler/innen auch über ihre Meinung zum Projekt, wollte Verbesserungsvorschläge von ihnen bzw. ihre Kritik.

Fragen über den Projektverlauf

1. Gefällt dir das Projekt bis jetzt?

Ja: 100%

2. Würdest du lieber wieder mehr Frontalunterricht haben?

Auf keinen Fall.

3. Was würdest du im Zuge des Projekts noch gerne machen oder beibehalten?

Noch mehr Experimente, weiterhin frei arbeiten und eigene Ideen verwirklichen können; Partnerarbeiten

4. Was würdest du lieber nicht (mehr) machen bzw. ändern?

Tests, Prüfungen; ich würde gerne schon vorher wissen, was in nächster Zeit geplant ist und eventuell mitentscheiden können;

5. Würdest du gerne öfter ein Projekt dieser Art machen?

Ja, auf jeden Fall.

Ich hielt auch Bemerkungen fest, die Schüler/innen während des Unterrichts machten:

„könnten wir nicht öfter ein Projekt machen“

„machen wir doch im 2. Semester gleich wieder ein Projekt“

„die Physik/Chemiestunden sind richtig angenehme Stunden zwischen durch“

„das Lernen auf diese Art bringt viel mehr“

„wir empfinden uns als gemeinsame Gruppe, die gerne arbeitet“

„wir sollten mehr Physikstunden haben“

4.2.3 Fragebögen^{18, 19}

4.2.3.1 Zum Unterricht

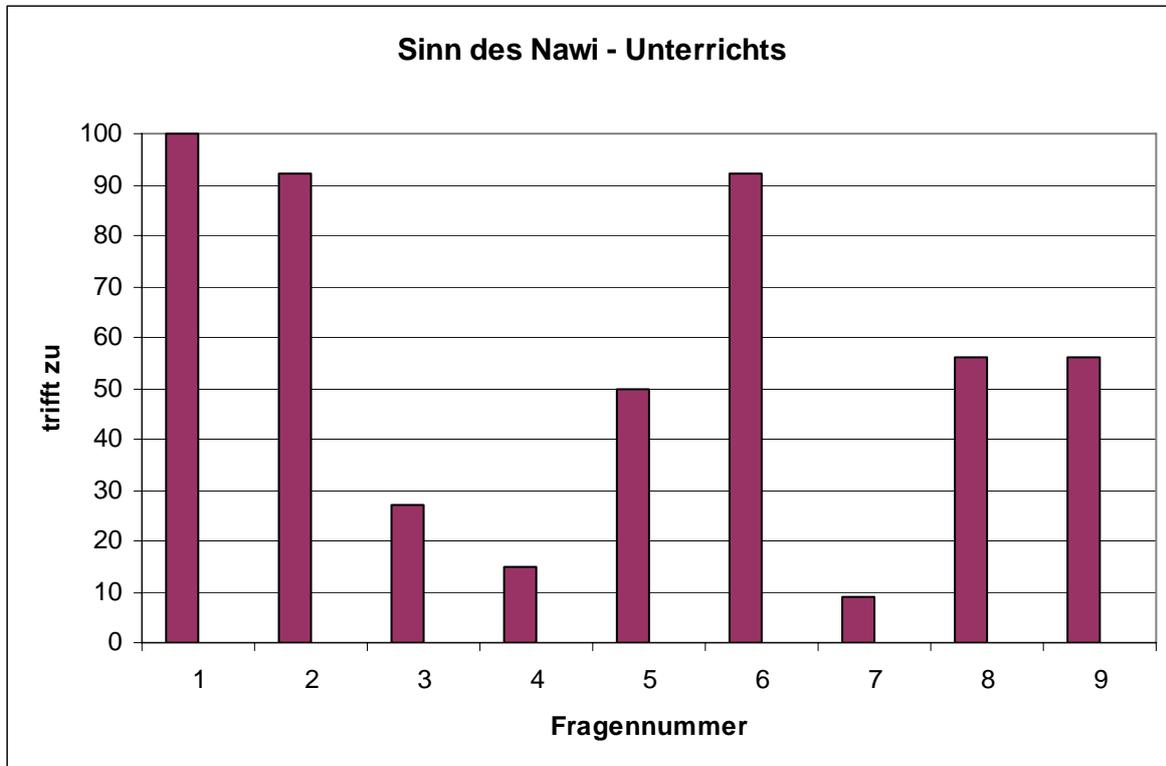
4.2.3.2 a.) Fragen zum Sinn des Naturwissenschaftlichen Unterrichts

1. Im Physik/Chemieunterricht geht es immer um Themen, die mit der Wissenschaft Physik/Chemie zu tun haben
2. Im Physik/Chemieunterricht geht es immer um physikalische/chemische Gesetzmäßigkeiten
3. Im Physik/Chemieunterricht geht es immer um physikalische Messungen und um die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Messgrößen
4. Im Physik/Chemieunterricht geht es nie um Themen, die mit unserer Umwelt/mit unserem Alltag zu tun haben
5. Der Unterricht beschäftigt sich mit Dingen, die mir im täglichen Leben begegnen
6. Findest du das selbständige Arbeiten im Hinblick auf deine weitere studentische oder berufliche Karriere von Vorteil

¹⁸ Altrichter H., Posch P.: Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht, S. 167 ff

¹⁹ Naturwissenschaften Im Unterricht Physik. (2/97), Heft 38, S. 33 ff

7. Was wir in diesen Fächern lernen, kommt mir oft sinnlos vor.
8. Der Physik/Chemieunterricht wird mir später (Ausbildung, Beruf) nützlich sein
9. Was ich im Physik/Chemieunterricht lerne, kann ich gut gebrauchen



Bei den Ergebnissen der ersten drei Fragen, die zeigen sollen, ob die Schüler/innen vor allem die Wissenschaft bzw. wissenschaftliche Methoden im Vordergrund sehen überraschten mich etwas, dass nur 27 % der Meinung waren, dass Messungen und Zusammenhänge zwischen Messgrößen in Physik/Chemie wichtig wären – oder klarer von der anderen Seite her betrachtet: 73 % meinten Messungen sind eher unbedeutend. Obwohl die Schüler/innen während des Projekts mehr und zeitaufwendigere Versuche als sonst üblich durchgeführt hatten und diese auch ausführlicher ausgewertet wurden, gaben nur 27 % an, sie hätten das Gefühl, dass Messungen im naturwissenschaftlichen Arbeiten einen bedeutenden Platz einnehmen. Vielleicht hängt das damit zusammen, dass sie sehr gerne experimentierten (s. Frage 10, 2. Fragebogen). Für sie stand möglicherweise die Arbeit an sich im Vordergrund und nicht so sehr das Ziel, Messwerte zu erhalten oder geeignete Messmethoden anzuwenden. Hier müsste man genauer nachfragen.

Umgekehrt sind jedoch fast alle der Meinung es gehe immer um die *Wissenschaft* Physik/Chemie bzw. um deren Gesetzmäßigkeiten. So wäre demnach ein Teil meines

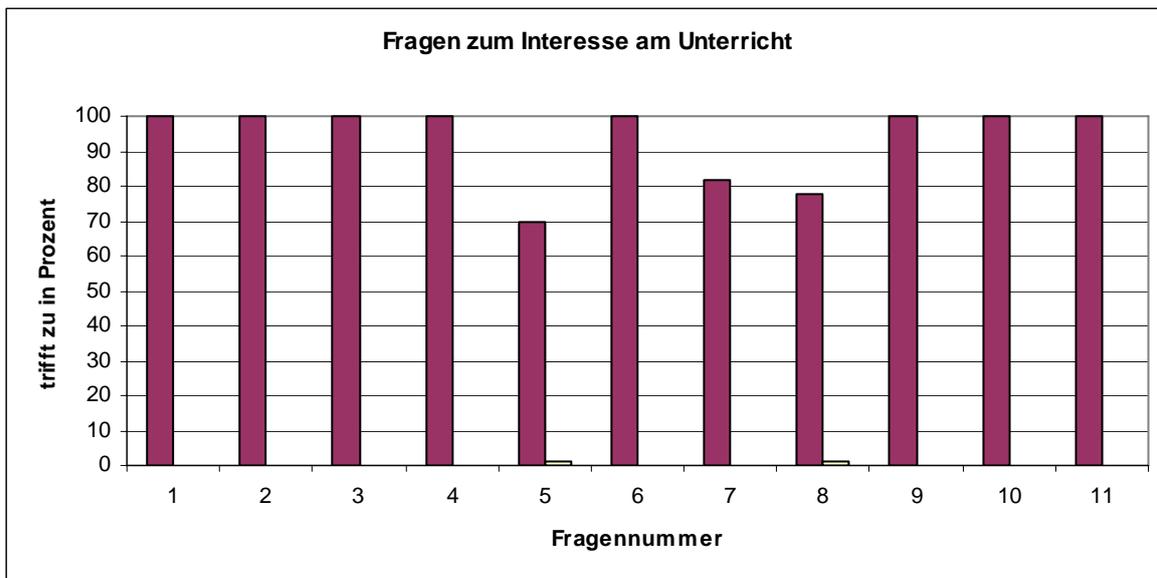
Zieles, dass die Schüler/innen Physik und Chemie als Wissenschaft ansehen erreicht worden. Dass die Schüler/innen diese Wissenschaftszweige allerdings auch als für sie (im Alltag) nützlich empfinden, so wie ich es ihnen gerne vermittelt hätte, lässt sich aus den Antworten zu den Fragen 4 und 5 nicht klar erkennen. Denn während 85% die Frage 4 vereinen – also immerhin 11 der 13 Schüler/innen der Meinung sind, Physik/Chemie behandelt Themen des Alltags, meint nur die Hälfte der Klasse, dass sich der Unterricht mit Dingen beschäftigt, die einem im täglichen Leben begegnen. Ich sehe das Ergebnis dieser beiden Fragen trotzdem als Schritt in Richtung des Erreichens meines Zieles (s. 1.2, s. 9) an, da in einem Feedbackbogen, den ich von den Schüler/Innen zu Beginn des Schuljahres bekommen hatte, die ganze Klasse der Meinung war der naturwissenschaftliche Unterricht hätte mit dem Alltag überhaupt nichts zu tun. (Anmerkung: Jede Lehrerin und jeder Lehrer unserer Schule erhielt kurz nach Schulanfang von den Schüler/innen einen solchen Feedbackbogen bezüglich ihres Faches und ihres Unterrichts. Dieser steht also nicht im Zusammenhang mit dem Projekt. Ich beziehe mich hier nur darauf, da ich dadurch hier einen Vergleich habe, bzw. einen Hinweis darauf, dass sich diese Situation durch das Projekt doch etwas verändert hat).

Dass alle selbstständiges Arbeiten als sehr wichtig für ihre Zukunft empfinden (Frage 6), macht mir klar, dass ich das weiterhin fördern und in den Unterricht einbauen werde, sodass die Schüler/innen auch dadurch mehr Sinn am Unterricht finden. So meint auch nur ein Schüler oder eine Schülerin, dass der Unterricht manchmal sinnlos erscheint und etwas mehr als die Hälfte der Klasse denkt, dass ihnen der Unterricht später einmal nützlich sein könnte.

b.) Fragen über das Interesse am Unterricht

1. Physik/Chemieunterricht in dieser Form macht mir Spaß
2. Ich fühle mich im Physik/Chemieunterricht sehr wohl
3. Hebt diese Art des Wissenserwerbs die Motivation und das Interesse für die Fächer
4. Der Physik/Chemieunterricht ist sehr abwechslungsreich
5. Ich bedauerte es, wenn der Unterricht ausfiel
6. Ich freue mich auf den Physik/Chemieunterricht
7. Mein Interesse für Physik/Chemieunterricht ist seit dem Projekt größer geworden

8. Ich habe auch außerhalb des Unterrichts über manche Dinge nachgedacht, die wir gelernt haben.
9. Ich experimentiere sehr gerne im Unterricht
10. Ich habe es sehr gerne, wenn wir immer wieder andere Methoden (Experimente, Referate, Präsentationen, Computertätigkeit, ...) im Unterricht anwenden.
11. Die Klasse arbeitet im Physik/Chemieunterricht sehr gut mit

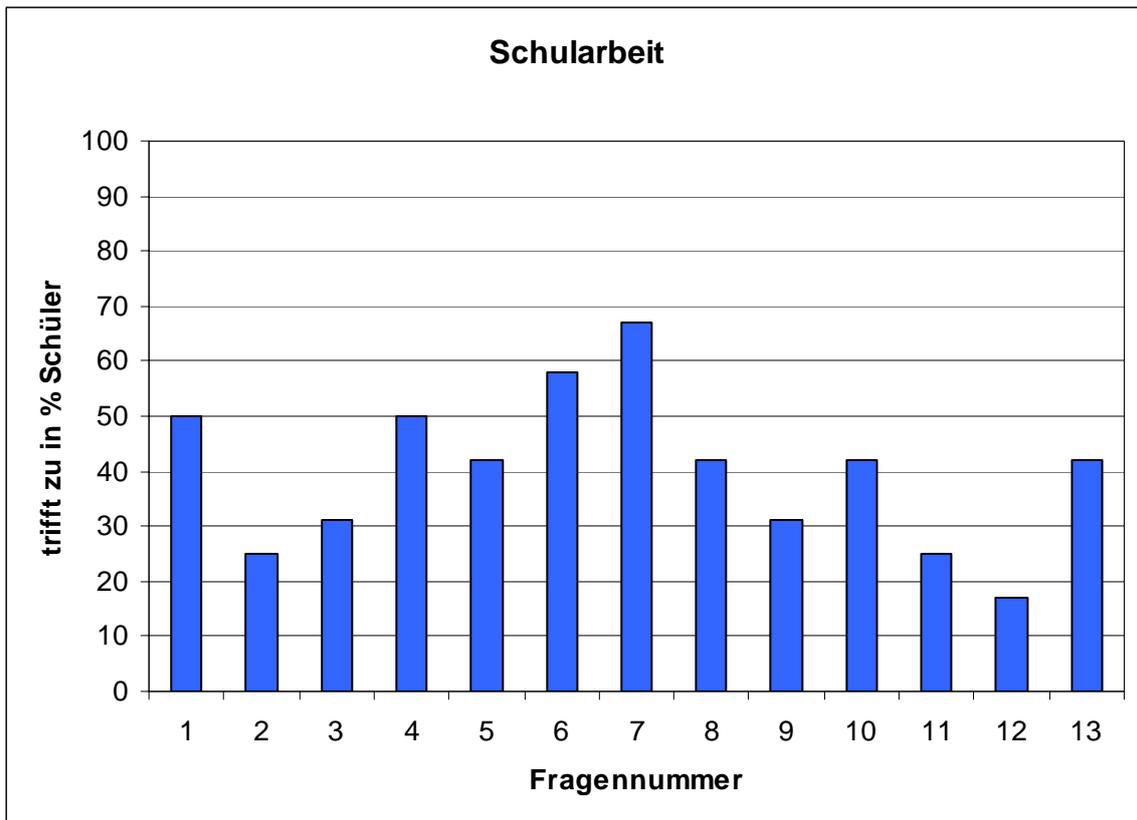


Das Ergebnis dieser Befragungen hat meine Erwartungen weit übertroffen. Mein Ziel – einen interessanteren Unterricht zu gestalten – sehe ich damit als absolut erreicht an. Die ganze Klasse gibt an Spaß am Unterricht zu haben, findet ihn in dieser Form abwechslungsreich, fühlt sich wohl und ist motiviert. 70 % der Schüler/innen bedauerten es sogar, wenn der Unterricht ausfiel und alle freuten sich auf diese Stunden. Bei 82 % ist das Interesse an den Fächern durch das Projekt erhöht worden und ebenfalls ein sehr hoher Prozentsatz, nämlich 78%, beschäftigten sich sogar außerhalb der Schulzeit mit Inhalten des Unterrichts/Projekts. Alle Schüler/innen gaben schließlich an, sehr gerne zu experimentieren, die Methodenvielfalt zu begrüßen und waren sich einig, dass die gesamte Klasse in diesen Fächern sehr aktiv sei.

4.2.3.3 Zur Schularbeit

Diesen Fragebogen teilte ich den Schüler/innen aus, da ich wissen wollte, ob sich die doch sehr zeitaufwendige Ausarbeitung von Übungsblättern und Erwartungshorizont lohnt und von den Schüler/innen angenommen bzw. genutzt wird. Zudem interessierte es mich, ob ihnen das Lernen des Schularbeitsstoffes schwer fiel, da das Festigen des neuen Wissens, wenn es in dieser Art vermittelt wurde, eher schwierig ist.

1. Ich habe die Beispiele von den Arbeitsblättern weitgehend selbständig durchgearbeitet und dann kontrolliert
2. Ich habe die Antworten des Arbeitsblattes auswendig gelernt
3. Das Lernen des Schularbeitsstoffes ist mir schwer gefallen
4. Ich kann die meisten Inhalte leicht mit eigenen Worten erklären
5. Ich habe kein Problem mit dem Erstellen eines korrekten Messprotokolls
6. Der Erwartungshorizont ist ein große Hilfe für mich
7. Ich glaube, dass ich für die Schularbeit gut vorbereitet bin
8. Ich fürchte mich vor dem praktischen Beispiel
9. Ich könnte mir vorstellen, dass ich Schwierigkeiten beim Befolgen/Verstehen der Versuchsvorschrift haben werde
10. Ich glaube, dass ich über den Schularbeitsstoff einen sehr guten Überblick habe
11. Der Stoff war für mich leicht zu verstehen
12. Ich glaube, dass es mir leichter gefallen wäre, den Stoff zu lernen, wenn er wie gewöhnlich (mehr oder weniger frontal) unterrichtet worden wäre
13. Es war kein Problem für mich den Stoff der Referate zu lernen
14. Ich glaube, dass ich zumindest ein _____ (Note) erreichen könnte



Die Hälfte der Schüler/innen nutzte die Arbeitsblätter zum Üben, sodass ich der Meinung bin der Aufwand rechtfertigt sich eher nicht. Ebenfalls 50% meinten, dass sie die Inhalte eigenständig formulieren konnten. 42% fürchteten sich vor dem praktischen Beispiel und immerhin 58% hatten ein Problem beim Protokollieren. Ich denke, dass ist darauf zurückzuführen, dass wir zum Zeitpunkt der Schularbeit erst zwei Versuche durchgeführt hatten und somit auch erst zwei Protokolle geschrieben hatten, die Übung und Sicherheit also doch noch fehlte. Obwohl nur 25% angaben, den Stoff leicht verstanden zu haben, glaubten nur 12%, dass sie sich leichter getan hätten, wenn der Stoff frontal unterrichtet worden wäre. Dieser geringe Prozentsatz überraschte mich ein wenig, zumal ich es bei Meyer²⁰ anders lautend gelesen habe.

„Sie [Projektarbeit] ist weniger geeignet, um neu erworbenes Wissen und neue Fähigkeiten zu üben und zu festigen“

67% der Schüler/innen nahmen an, dass sie gut für die Schularbeit vorbereitet wären. Dies widersprach den Notenerwartungen, den 10 der 12 Schüler/innen meinten,

²⁰ Meyer H., Was ist guter Unterricht? S. 79

dass sie entweder ein Genügend oder ein Befriedigend bekommen würden.

Tatsächlich gab es dann fünf Befriedigend, ein Genügend, zwei Gut und zwei Sehr gut, aber auch zwei Nicht genügend. Dieses Ergebnis war zwar nicht ganz so schlimm, wie die Schüler/innen angenommen hatten, es war aber schlechter als ich gehofft hatte. Eine Erklärung dafür wurde in einer gemeinsamen Besprechung gefunden: Ich hatte zu Projektbeginn angekündigt, dass für die Semesternote das Schularbeitsergebnis nicht übermäßig ins Gewicht fallen würde, sondern vor allem auch die Mitarbeit beim Projekt gerechnet wird. Darauf haben sich dann einige auch verlassen.

4.2.4 Schülerleistungen

Folgende Arbeiten konnte ich beurteilen: Schularbeit aus Physik (s. 3.2.3.2), Prüfung aus Chemie, Projektmappe, Referat, zusätzliche (nicht geforderte) Leistungen und freiwillige Meldungen.

Die Prüfung aus Chemie fand knapp nach der Schularbeit statt und fiel deutlich besser aus. Vor allem die Schüler mit schlechterem Schularbeitsergebnis waren sehr gut vorbereitet, aber auch alle anderen hatten viel gelernt. Dieser Stoff war laut Auskunft der Schüler/innen sehr leicht zu lernen, da es sich im Wesentlichen um die Photometrie handelte und diese sehr intensiv und fächerübergreifend behandelt worden war. Die Akzeptanz von (mathematischen) Rechenbeispielen in Physik, bzw. von (physikalischen) Beispielen in Mathematik war deutlich größer als üblich. Dies zeigte sich darin, dass weder in Mathematik noch in Physik, das sonst übliche Jammern über derartige Beispiele stattfand. Die Schüler/innen hatten bei der Prüfung kein Problem physikalische, chemische und mathematische Inhalte zu verbinden.

Die Projektmappe wurde nicht immer tadellos geführt, manche Schüler/innen mussten immer wieder zu mehr Ordnung und Vollständigkeit ermahnt werden. Erst wenn ein wichtiger Termin anstand, wie etwa die Schularbeit, achteten alle von sich aus auf eine ordentliche und komplette Mappe.

Die Referate hingegen waren kein Problem, vor allem die schwächeren Schüler/innen waren dankbar, dass sie mit einem nicht naturwissenschaftlichen Referat ebenfalls zu einer guten Mitarbeitsnote kommen konnten. Es wurden Themen nach eigenem Interesse gesucht und diese dann umso besser und interessanter vorgetragen. Auch die Klasse freute sich, wenn ihr Horizont durch andere „fächerfremde“ Themen erweitert wurde.

Zu meiner Überraschung gab es immer wieder vereinzelt Leistungen von Schü-

ler/innen, die ich nicht erwartet hatte. Beispiele: Zum Thema Psychologie von Farben brachte ein Mädchen einen Film von Max Lüscher mit. Sie hatte im Internet gestöbert und war auf diesen Film gestoßen. Ein Schüler arbeitete eine Grafik am Computer aus und drei Schüler/innen überarbeiteten einen Stoff, den ich an der Tafel vorgetragen hatte, damit wir ihn nicht handgeschrieben in die Projektmappe heften mussten. Ein Mädchen wollte unbedingt eine Wiederholung über den Stoff der letzten Stunde machen, da sie so stolz darauf war, dass sie alles verstanden hatte. Die beiden Schüler, die sich der Gestaltung der Homepage gewidmet hatten, boten von sich aus an, dass sie über die Weihnachtsferien weiterarbeiten würden, da wir sonst nicht damit fertig geworden wären.

Eine wichtige Beobachtung machte ich bei der Mitarbeit: Während früher beim Erarbeiten von neuen Inhalten zumeist immer wieder die gleichen Schüler/innen aktiv mitarbeiteten, zeigten nun auch häufig sonst ruhigere Mädchen auf. Dies bemerkte ich vor allem beim Zusammenfassen und Wiedergeben von neuem Stoff, den ich bereits ausgearbeitet austeilte. Die Begründung der Schülerinnen warum sie sich hier viel lieber meldeten war, dass sie keine Angst davor hätten, sich durch falsche Vorstellungen zu blamieren.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das übergeordnete Ziel meines Projekts, die Verbesserung meines Unterrichts, habe ich auf jeden Fall erreicht. Ich habe Vieles dazu gelernt, durch Lesen der in der Literatur erwähnten Bücher, durch das Projekt und durch die Schüler/innen selbst.

Ich habe gelernt, wie wichtig **Transparenz** für die Schüler/innen wirklich ist. Wenn von vorne herein klar ist, worauf Wert gelegt wird, werden die Ergebnisse zufriedener ausfallen. Wenn den Schüler/innen die **Planung** bekannt ist oder sie in ein Vorhaben gut miteinbezogen werden, identifizieren sie sich auch besser mit dem Vorhaben und machen viel engagierter und bereitwilliger mit. Dies hat bei diesem Projekt wirklich gut geklappt und während ich anfangs nur wenig von meinen Absichten mitteilte, sprach ich bald genau über alle meine Projektvorstellungen, da die Schüler öfter mit eigenen Ideen und Verbesserungsvorschlägen kamen und sie sich besser auf alles einstellten.

Auch bezüglich der Notengebung hat sich etwas verändert. Ich beurteile Leistungen nun zumeist nicht mehr alleine und gebe dann die Note bekannt, sondern frage auch die Schüler/innen um ihre Meinung. Oft sind sie kritischer oder haben begründete Einwände, ein anderes Mal finden sie sich mit einer Beurteilung besser ab, wenn man genau erklärt wie man dazu kommt.

Es ist wichtig Schüler/innen **intensiv zu unterstützen**, wenn sie alleine nicht zurecht kommen, sie aber sooft wie möglich **selbstständig** arbeiten zu lassen und ihre Ideen aufzunehmen. Die **Selbstsicherheit, Aktivität und das Interesse** der Schüler/innen erhöht sich, der Unterricht kann für alle Beteiligten zu einer gemeinsamen Teamarbeit werden. Statt eines passiven Publikums gewinnt man aktive, selbstbewußtere Schüler/innen. „Sie [Projektarbeit] vermittelt Handlungskompetenz und Selbstwertgefühl. Sie kann auf Anforderungen des Berufslebens vorbereiten“.²¹ Das gilt meiner Meinung nach nicht nur für Projektarbeit, sondern für jede Form des Unterrichts, die den einzelnen Schüler bzw. die einzelne Schülerin und deren Ideen respektiert und individuelle Leistungen berücksichtigt und fördert.

Methodenvielfalt, gute Planung und Organisation des Unterrichts sind für die Lehrperson ebenso wichtig wie für die Schüler/innen.

Dies alles kann ich jetzt, mehrer Wochen nach Beendigung des Projekts nur beto-

²¹ Meyer H., Was ist guter Unterricht ?, S. 79

nen, denn die Zusammenarbeit mit der Klasse hat sich durch das Projekt sehr positiv. Auch wenn nun wieder mehr Frontalunterricht stattfindet und Versuche nicht über mehrere Stunden hindurch gemacht werden, ist der Unterricht insgesamt nun trotzdem ein „gemeinsames Miteinander“. Auch die vormals schlechteren Schüler/innen beteiligen sich nun am Unterricht, sie trauen sich zu fragen und bemühen sich viel mehr Inhalte zu verstehen. Die Schüler/innenaktivität ist nach wie vor deutlich höher als vor dem Projekt und meist sitzen wir gemeinsam in einer Runde und beinahe jeder ist irgendwann im Laufe einer Stunde am Wort.

Die Projekterfahrung hat sich bereits auf andere Unterrichtsstunden in anderen Klassen ausgewirkt: Ich **plane nun genauer** und gebe meine Absichten auch bekannt. Nachdem ich vielfach gelesen hatte, wie wichtig das **Einbeziehen von Alltagserfahrungen** ist und das auch während des Projekts selbst merkte, versuche ich nun weniger theoretisch zu unterrichten und bin für Alternativen zu herkömmlichen Unterrichtseinstiegen hellhörig geworden.

„Die Anbindung der unterrichtenden Inhalte an alltägliche Erfahrungen und Beispiele aus der Umwelt der Schülerinnen und Schüler ist generell interessensfördernd,....“²²

So habe ich die Wärmelehre in der 6. Klasse heuer mit einer Kochstunde²³ begonnen. Wir haben Suppe und Schnitzel gekocht, aber dann Vorgänge während des Kochens von der physikalischen Seite her beleuchtet. Die Kirchhoff Gesetze in der 5. Klasse habe ich mit dem Bau von seriell und parallel geschalteten Lichterketten für den Weihnachtsbaum begonnen und immer waren diese Stunden ein voller Erfolg. Die Physik- kam nicht zu kurz dabei und der Alltagsbezug war da.

Der **fächerübergreifende** Ansatz war ebenfalls sehr wichtig. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass ergänzender Unterricht in anderen Fächern das Thema interessanter machen, dass aber fächerverknüpfender Unterricht besonders wertvoll ist.

„In multiplen Kontexten lernen: Um zu verhindern, dass neu erworbene Kenntnisse oder Fertigkeiten auf eine bestimmte Situation fixiert bleiben, sollen dieselben Inhalte in mehreren verschiedenen Kontexten gelernt werden. Der Vorteil: Multiple Kontexte sichern eine gute Nutzung des Gelernten. (...) Unter multiplen Perspektiven lernen: Beim Lernen sollte berücksichtigt werden, dass man einzelne Inhalte oder Probleme aus verschiedenen Blickwinkeln sehen oder unter verschiedenen Perspektiven beleuchten kann. Die Lernumgebung ist daher so zu gestalten, dass Kenntnisse oder Fertigkeiten unter multiplen Perspektiven erlernt und angewendet werden können.

²² Häußler P., Perspektiven für die Unterrichtspraxis, S.137

²³ Häußler P., Perspektiven für die Unterrichtspraxis, S.134

Der Vorteil: Multiple Perspektiven sichern große Flexibilität bei der Anwendung des Gelernten.“²⁴

Im Jänner werde ich mich mit Kollegin Schrittwieser zusammensetzen und wir werden den Physik und den Chemielehrplan genau auf Überschneidungen durchforsten und unseren Unterricht noch besser aufeinander abstimmen. Es soll für die Schüler selbstverständlich werden, dass Mathematik zur Physik (und zur Chemie) gehört.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass ich es durch diese Projekt offenbar geschafft habe, die zwei (in Chemie und Physik) leistungsschwächsten Schülerinnen für die Naturwissenschaften zu gewinnen. Die beiden Mädchen schlossen die 6. Klasse in Physik gerade noch positiv ab und gaben offen zu, dass sie kaum Interesse für das Fach aufbringen können. Da sie aber während des Projekts Arbeiten erledigen durften mit denen sie zeitlich und inhaltlich gut zurechtkamen und zum Teil auch selbst auswählend konnten, was sie machen wollten, ist ihr Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit und damit auch ihre Motivation stark gestiegen. Beide versuchten auch nach dem Projekt weiterhin mitzuarbeiten, sie stellten Fragen, wenn ein Thema zu schnell behandelt wurde und erarbeiteten freiwillig ein Referat zum Kapitel Nanotechnologie. Ich habe ihnen meine Beobachtungen mitgeteilt und sie sehr positiv hervorgehoben. Nun schreiben beide Mädchen über die Sommerferien ein Spezialgebiet, denn eine der beiden möchte sowohl schriftlich als auch mündlich im nächsten Jahr in Physik maturieren, die andere wird voraussichtlich in Chemie antreten.

Außerdem treten nach heutigem Stand (Juni 2007) neun weitere Schüler/Innen in einem der beiden Fächer zur Reifeprüfung im nächsten Jahr an und erstmals gibt es im Schuljahr 2007/2008 das Wahlpflichtfach Physik!

Im Rahmen dieses Projekts habe ich also gelernt mich intensiver mit meinem eigenen Unterricht zu beschäftigen. Das war neu und interessant für mich. Aus diesem und anderen bereits erwähnten Punkten betrachte ich das Projekt als vollen Erfolg. Mit dazu beigetragen hat sicher auch die Projektklasse. Es handelte sich größtenteils um motivierte, sehr leicht zu führende, leistungswillige und leistungsstarke Schüler/innen.

²⁴ Reinmann-Rothmeier G., Mandl H. Unterrichten und Lernumgebungen gestalten, S. 40

6 LITERATUR

ALTRICHTER, H. & POSCH, P. (2007). Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. Vierte erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

ANTON, M., KÜHNELT, H., MALLE, G., UNTERBRUNER, U., AMRHEIN, R., KERN, G. PITZL, R., SCHUSTER, A., STERN, T. (2003). Ein dynamisches Konzept für mathematisch–naturwissenschaftliche Grundbildung. Handreichung für die Praxis. IMST² -Schwerpunktprogramm 1 „Grundbildung“; <http://uni-salzburg.at/fl>

BURKARD, Ch., EIKENBUSCH, G., (2000). Praxishandbuch Evaluation in der Schule. Berlin: Cornelson Verlag

HÄUßLER, H., BÜNDNER, W., DUIT, R., GRÄBER, W., MAYER, J. (1998). Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Naturwissenschaftsdidaktische Forschung Kiel: IPN.

HOFFMANN, L., HÄUßLER, P., PETERS-HAFT. S. (1997). Affektive und kognitive Wirkung eines an den Interessen von Mädchen orientierten Physikunterrichts – Ergebnisse eines BLK Modellversuchs. Kiel:IPN, gelesen

KREIENBAUM, M., URBANIAK, T. (2006). Jungen und Mädchen in der Schule – Konzepte der Koedukation, Berlin, Cornelson Verlag, gelesen

MEYER, H. (2004). Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelson Verlag

Skripten:

HEDINGER GmbH & Co. KG, Lehrmittel, Stuttgart: Experimentierset Farbstoffe, Broschüre Farbstoffe Bestellnr.: EFL009

REINMANN-ROTHMEIER, G., MANDL, H., (Mai 1999). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten, überarbeitete Fassung, Forschungsberichte LMU,

Zeitschrift:

Naturwissenschaften Im Unterricht Physik. (2/97), Heft 38, Pädagogische Zeitschriften, Friedrich Verlag

Internetadressen:

<http://www.seilnacht.com/Schulv6.htm> [Stand 04. 01. 2007]

<http://www.gemeinsamlernen.at> [Stand 04. 02. 2007]

<http://imst.uni->

klu.ac.at/7_zentrale_massnahmen/mni/schwerpunkte/s3/schwerpunktbeschreibung/

[Stand 08. 02. 2007]

klu.ac.at/7_zentrale_massnahmen/mni/schwerpunkte/s3/schwerpunktbeschreibung/

[Stand 08. 02. 2007]

http://leifi.physik.uni_muenchen.de/web_ph10/versuche/15led/led [Stand 04. 01. 2007]

<http://www.geogebra.org/cms/> [Stand 04. 01. 2007]