

Thomas Graf

**Reflexion zum Tagespraktikum
an der Pestalozzischule in Tübingen
im Rahmen des Lehramtsstudiums
an der Fakultät für Sonderpädagogik in Reutlingen**

Formale Bedingungen

Schule:	Pestalozzischule Tübingen
Zeit:	Sommersemester 2004
Dauer:	28.04.04 – 14.07.04 jeweils Mittwoch von 7.40 – 9.10 Uhr
Sonderpädagogische Fachrichtung:	Lernförderung
Klassenstufe:	8
Schülerzahl:	11
Unterrichtsfach:	Physik
Unterrichtsthema:	Optik
Wissenschaftlicher Schwerpunkt:	Anregungen zum physikalischen Denken
Ausbildungslehrer:	Herr Treutlein
Mentor:	Herr Dr. Jauch
Studenten:	Doreen Wagner Anita Armbruster Maike Deiß Thomas Graf
Ausarbeitung:	Thomas Graf
	Stand: Juli 2004

Strukturelle Bedingungen

Schulische Rahmenbedingungen

Die Pestalozzischule in Tübingen ist eine Förderschule im Schulgebiet Feuerhägle. Das Schulgebäude wird gemeinschaftlich genutzt mit einem Gymnasium. Die räumliche Trennung wird durch getrennte Eingänge und separierte Schulhöfe erreicht. Auch Verbindungstüren im Gebäude sind auf Betreiben des gymnasialen Kollegiums geschlossen. Durch diese räumlichen Maßnahmen ist eine Begegnung der Schüler der unterschiedlichen Schularten weitgehend ausgeschlossen. Gemeinschaftliche Aktivitäten finden nicht statt.

Das Einzugsgebiet der Schule umfasst den Kreis Tübingen. Statistisch ergäbe sich daraus eine Planvorgabe von ca. 300 Schülern. Tatsächlich besuchen ca. 110 Schüler die Förderschule, davon sind ca. 35% Ausländer. Durchschnittlich 60% der Schüler absolvieren nach der 10.Klasse eine Schulfremdenprüfung zum Hauptschulabschluss. Perspektivisch erwartet die Schüler nach der Förderschule ein Berufsvorbereitungsjahr, die Förderberufsfachschule oder eine Werker Ausbildung. Häufig führt der Weg der Schüler nach einem 11. und 12. Schuljahr in die Arbeitslosigkeit.¹

Situation der Klasse

Herr Treutlein ist Rektor der Pestalozzischule und unterrichtet in der betreffenden 8.Klasse als Fachlehrer Chemie und Physik. Der Unterricht findet in geeigneten Fachräumen statt. Die Niveaustufe des Unterrichts orientiert sich inhaltlich an den Lehrplanvorgaben der Hauptschule, die Lerninhalte sind aber entsprechend den Lernvoraussetzungen der Schüler deutlich anschaulicher zu vermitteln.

Die Vorerfahrungen der Schüler bezüglich naturwissenschaftlichen Arbeitens stützen sich auf die physikalischen Themen Wärmelehre und Mechanik in der Klassenstufe 7 und auf einen vorausgegangenen Block Chemie in der 8.Klasse. Inhaltlich soll in den geplanten Unterrichtsvorhaben ein Einstieg in das physikalische Denken und naturwissenschaftliche Arbeiten durch den Schwerpunkt Optik erreicht werden. Auch wenn ein vollständiger Kanon entsprechend den Lehrplaninhalten kaum zu erreichen ist, soll durch die exemplarische Behandlung von Einzelphänomenen ein Verständnis für Teile der Wirklichkeit vermittelt werden

Die Unterrichtsgestaltung folgt drei methodischen Aspekten. Durch ein frontal geführtes Lehrer-Schüler Gespräch oder individuelle Zuwendung in der Gruppenarbeit sollen

¹ Angaben nach Herr Treutlein im Vorgespräch am 28.04.04

Interessen geweckt oder Anregungen gegeben werden und eine Verbalisierung der behandelten Inhalte erreicht werden. Das experimentelle Arbeiten steht im Mittelpunkt des Unterrichts und soll durch die konkrete Handlung das Wesen der naturwissenschaftlichen Herangehensweise veranschaulichen und zu eigenem Forschen anregen. Der Hefteintrag soll helfen die Lernergebnisse zu memorieren und Anregungen zur Dokumentation bieten.

Situative Bedingungen

Anthropologische Voraussetzungen

Entwicklungspsychologisch verbindet sich diese Altersphase mit einer physiologischen Neugier und auch der Prozess der voranschreitenden Individuation stellt die Jugendlichen vor gewaltige Probleme. Auf der Suche nach der eigenen Rolle in einer Welt deren Grenzen sich öffnen werfen sich Fragen nach der eigenen Stellung im Ganzen und im sozialen Kontext auf. Gerade hier liegt aber auch eine Chance des naturwissenschaftlichen Unterrichts, da er Orientierung in der Welt bietet, indem er Zusammenhänge erforscht und die Ordnung in der Natur aufzeigt. Darüber hinaus ist die Variationsbreite bezüglich der Leistungsfähigkeit, des Erfahrungshintergrundes und auch der sprachlichen Fähigkeiten als ursächlich für die Schwierigkeit anzusehen, alle Schüler gleichermaßen für die inhaltlichen Zusammenhänge zu begeistern.

Von den 11 Schülern der 8.Klasse sind drei Mädchen, die sich in der koedukativ geführten Klasse, möglicherweise auch als Folge ihrer Unterrepräsentanz, solidarisieren und ein klischeehaft geschlechtstypisches Desinteresse an naturwissenschaftlichem Unterricht demonstrieren. Insgesamt scheint das Sozialgefüge der Klasse durchaus verhandelbar und auch von der Anwesenheit bestimmter Schüler oder von den organisatorischen und thematischen Bedingungen des Unterrichts abzuhängen.

Individuelle Voraussetzungen

A. ist eine türkischstämmige Schülerin mit einer guten Auffassungsgabe und ohne sprachliche Schwierigkeiten. Ohne übertriebenes Interesse zu zeigen erfüllt sie Arbeitsaufträge schnell aber oft flüchtig. Sie wirkt reif und strahlt eine gewisse Überlegenheit aus, ist aber meist unpünktlich oder erscheint gar nicht zum Unterricht.

B. und C. sind deutsche Schülerinnen, die sich zumindest im Physikunterricht eng verbinden. Während B. oft verträumt erscheint mimt C. die Vernünftigere. Die Anwesenheit von C. Zwillingbruder in der Klasse führt gelegentlich zu Sticheleien die sicherlich ihre

Leistung beeinflussen. Häufiges Tuscheln und Geheimniskrämerei zwischen beiden Mädchen führt dazu, dass beide dem Unterrichtsgeschehen nur schwer folgen. Arbeitsaufträge müssen häufig wiederholt werden. Interesse für den Unterrichtsgegenstand ist kaum zu wecken und selbstgesteuertes Experimentieren findet kaum statt.

D. ist der erwähnte Zwillingbruder. Seine Leistungen sind schwach und die Lernmotivation ist gering. Seinen sozialen Status in der Klasse definiert er durch provokantes Verhalten, für welches er Anerkennung findet und wodurch er Unruhe in die Klasse bringt. In der Gruppenarbeit sucht er die Nähe zu einem besseren Partner, dem er die Ausführung des Arbeitsauftrages überlässt. Er fühlt sich schnell überfordert und reagiert dann leicht gereizt oder mit Leistungsverweigerung.

E. scheint der schwierigste Schüler der Klasse zu sein, was im Zusammenhang mit Überkompensation seiner Schwächen zu sehen ist. Seine Rolle in der Klasse ist eher dominant, was vielleicht auf seine sprachliche Gewandtheit zurückzuführen ist. Insgesamt war er während des Unterrichtsprojekts nur zweimal anwesend, weshalb sich vorliegende Einschätzung hauptsächlich auf das Urteil von Herr Treutlein stützt.

F. ist ein deutscher Schüler, der sich üblicherweise stark an E. orientiert. In den beobachteten Unterrichtssituationen arbeitete er bevorzugt mit G. zusammen, der ein selbstsicheres Auftreten hat. Seine Leistungen sind eher schwach. Er zeigt sich aber durchaus interessiert solange er nicht abgelenkt wird und entwickelt in interessanten Experimentierphasen auch eigene Ideen.

G. ist ein weltgewandter, aufgeweckter Asylant aus dem Kosovo. Er ist voller Energie und auch leistungsfähig, was aber durch seinen Migrationshintergrund nur schwer in unterrichtliche Bahnen zu lenken ist. Da er permanent von Abschiebung bedroht ist, ist seine Motivation stark von seinen Eigeninteressen abhängig. Sein häufiges Schuleschwänzen stört die Klassenmoral und sein Gehabe bringt leicht Unruhe in die Klasse. Am experimentellen Arbeiten im Physikunterricht scheint er einen gewissen Gefallen zu haben, sodass er in bestimmten Phasen engagiert und kreativ mitarbeitet.

H. ist ein deutscher Schüler, der sehr aufgeweckt ist und zu den Leistungsstärksten der Klasse gehört. In seinem Sozialverhalten ist er flexibel, sodass er sich am ehesten auf Zusammenarbeit mit wechselnden Partnern einlässt. Meist arbeitet er engagiert mit, wobei er aber auch seine Mitschüler in den Hintergrund drängen kann. Die Frage nach der Rechtfertigung seiner Sonderbeschulung lässt sich vielleicht dahingehend beantworten, dass seine Leistung von emotionalen Schwankungen beeinflusst werden kann und bei monotonen oder anstrengenden Tätigkeiten weit hinter seinem Potential zurück bleibt.

I. und K. sind ebenfalls deutschstämmig und sehr interessiert am naturwissenschaftlichen Unterricht. Sie arbeiten eng zusammen und grenzen sich gegen ihre Mitschüler etwas ab. K. ist umgänglich und im Unterrichtsgeschehen eher unauffällig. Dadurch wirkt er etwas schwerfällig im Denken obwohl seine Beiträge einen gewissen Erfahrungshintergrund erkennen lassen. I. ist diesbezüglich forscher. Er beobachtet genau, beteiligt sich lebhaft an Unterrichtsgesprächen und entwickelt auch eigene Ideen.

L. ist Kurde und hat einen Migrationshintergrund. Er ist seit 2-3 Jahren in Deutschland und verfügt nur über geringe deutsch Kenntnisse. Als Asylant hat er den Status einer befristeten Aufenthaltserlaubnis. Durch die Migrationserfahrung scheint er traumatisiert. Innerhalb der Klasse hat er einen schlechten sozialen Status und es scheint fraglich ob er von den Mitschülern akzeptiert wird. Er wirkt stoisch und hält auch von sich aus Distanz zu seinen Mitschülern. Er leistet kaum einen unterrichtlichen Beitrag und überlässt auch in der Experimentierphase die Aktivität gern seinem Partner, so er einen findet. Auch wenn er im Unterrichtsgeschehen unauffällig wirkt erforderten die sprachlichen, sozialen und kulturellen Barrieren intensive Zuwendung, mit der Zielsetzung die soziale Integration voran zu treiben.

Inhaltliche Bedingungen

Lehrplanvorgaben²

In Anlehnung an die Lehrplanvorgaben des Bildungsplanes der Hauptschule, werden an der Pestalozzischule ab der 7. Klasse die naturwissenschaftlichen Fächer Chemie und Physik unterrichtet. Da die inhaltlichen Bereiche verglichen mit den Anforderungen der Hauptschule stark eingeschränkt sind, beschränkt sich der Physikunterricht auf die Lehrpläneinheit 4: Wirkungsweise optischer Geräte, die wahlweise zu LPE 3: Funktion und Aufbau elektrischer Schaltungen empfohlen wird. Die beiden Inhaltsbereiche LPE 1: Kraft und mechanische Arbeit und LPE 2: Stromkreis die im Lehrplan der Hauptschulen verbindlich vorgeschrieben sind werden in dieser Klassenstufe nicht behandelt.

Die Leitidee des Physikunterrichts auf dieser Klassenstufe umfasst ein erlebnishaftes Kennenlernen von Naturerscheinungen. Bewusstes Beobachten soll eingeübt werden und grundlegende Gesetzmäßigkeiten mittels Versuchen an einfachen optischen Geräten vermittelt werden.

² Ministerium für Kultus und Sport Baden Württemberg: Bildungsplan für die Hauptschule. Stuttgart, 1994.

Die verbindlichen Inhalte der Lehrplaneinheit umfassen gemäß dem Lehrplan der Hauptschule: Bilder, Abbildungen, Spiegelbild, Reflexion, Bilder mittels optischer Linsen, Kamera, Brille und Lichtbrechung.

Inhaltliche Vorüberlegungen

Um den situativen Bedingungen (Leistungsfähigkeit der Schüler, Sozialverhalten und zeitlicher Rahmen) gerecht zu werden, wurde das Thema Optik als eines der spannendsten Teilgebiete der Physik für die Dauer des Tagespraktikums angesetzt. Von Herrn Treutlein wurden mit Mitteln der Stiftung für Bildung und Behindertenförderung GmbH Experimentierkästen³ im halben Klassensatz neu angeschafft. Dadurch wurden Möglichkeiten geschaffen, zu optischen Phänomenen mit anspruchsvollen Experimenten die einfach durchzuführen sind einen anschaulichen Zugang zu finden.

In den Versuchsbeschreibungen zu diesen Experimentierkästen wird der Lehrgang entsprechend den Lehrplanvorgaben systematisch aufgebaut. Diese Struktur konnte unter den gegebenen Voraussetzungen nicht einfach übernommen werden. Einerseits war den Schülern das Arbeiten mit den Experimentierkästen nicht vertraut, so dass dies in einer Unterrichtseinheit erst einmal zu thematisieren war, andererseits ist der Lehrgang zu komplex um ihn im vollen Umfang zu behandeln. Um einen wissenschaftlich haltbaren, kognitiv anspruchsvollen und methodisch machbaren Kanon zu erreichen, sollte auf einen komplexen Einstieg ein systematischer Aufbau zu exemplarischen Sachverhalten folgen.

Da die Schüler zum Praktikumsbeginn zwei Wochen an Betriebspraktika teilnahmen war die Stundenzahl für eigene Unterrichtsversuche stark eingeschränkt. Dadurch eröffnete sich aber auch die Möglichkeit methodisch-didaktische Fragen unter Berücksichtigung einer inhaltlich logischen Struktur zu erörtern, eigene Vorbehalte gegenüber dem Fach abzubauen und selbständig verschiedene Experimente bezüglich ihrer Anschaulichkeit und Umsetzbarkeit auszuprobieren.

Überlegungen zur Konzeption

Die Themen zu den Unterrichtsversuchen wurden jeweils in einer der vorher stattfindenden Besprechungsrunden festgelegt. Die Unterrichtsthemen sollten sich aus den vorherigen Stunden entwickeln, wobei jedes Thema ein Einzelphänomen behandelt und erst in der Gesamtschau ein umfassender Überblick zu wesentlichen Aspekten des Themas Optik gegeben ist.

³ Cornelsen Experimenta: Schülerexperimentiergeräte – SEG Optik. Berlin, 2000.

Methodische Anregungen wurden mit der Zielsetzung besprochen, eine situationsadäquate Methode zu entwickeln, die das Interesse möglichst aller Schüler weckt und einen gewissen Aufforderungscharakter zum eigenständigen Experimentieren hat. Als ausgesprochen hilfreich erwies sich im Praktikumsverlauf die Stationenarbeit, die vielfältige Zugänge zu dem Tagesthema eröffnete, einen schnellen Wechsel von Einzelaspekten zuließ und trotz unterschiedlicher Vorerfahrungen anschauliche Einsichten in physikalische Zusammenhänge ermöglichte.

Während der Unterricht in Partnerarbeit zu je zwei Studenten vorbereitet und geleitet wurde, wurden die Experimentierphasen meist durch alle anwesenden Studenten und durch Herr Treutlein und Herr Jauch unterstützend begleitet. Insbesondere bei der Stationenarbeit war so eine intensive und produktive Betreuung möglich.

Eine zunehmende Abstraktion bei der Darstellung von Versuchsaufbauten und der Skizzierung von Versuchsergebnissen entwickelte sich im Verlauf des Praktikums. Wenn anfänglich noch eine fotografische Abbildung des Versuchsaufbaus präsentiert wurde oder der Schattenwurf direkt auf ein unterlegtes Zeichenpapier übertragen wurde, waren es später sehr schematische Darstellungen, bei denen die einzelnen Komponenten durch vereinbarte Symbole repräsentiert wurden.

Praktikumsverlauf

Übersicht

Tag	Lehrer	Thema
28.04.04	Herr Jauch	Einführung in das Praktikum
05.05.04	Herr Treutlein / Herr Jauch	Verlaufsplanung / Experimentieren
12.05.04	Herr Treutlein / Herr Jauch	Verlaufsplanung / Experimentieren / Besprechung der Unterrichtskonzeption von Herrn Treutlein
19.05.04	Herr Treutlein	Astronomisches Fernrohr
09.06.04	Doreen Wagner / Maïke Deiß	Licht und Schatten
16.06.04	Anita Armbruster / Thomas Graf	Lichtbrechung
23.06.04	Doreen Wagner / Maïke Deiß	Spiegel
30.06.04	Anita Armbruster / Thomas Graf	Optische Linsen
07.07.04	Anita Armbruster / Doreen Wagner	Optische Abbildungen
14.07.04	Maïke Deiß / Thomas Graf	Farben

Zur Realisierung der Unterrichtsvorhaben

19.05.04 Astronomisches Fernrohr

Die erste Unterrichtseinheit stand unter dem Thema des Kennenlernens:

1. sollten die Schüler und die Lehramtsstudenten die Möglichkeit haben einen ersten Eindruck von den jeweils anderen zu gewinnen, weshalb diese Stunde auch von Herr Treutlein gehalten wurde. Um das gegenseitige Wiedererkennen zu erleichtern wurde jedem ein Klebeetikett gegeben, das er mit seinem Namen versehen konnte. Dies war aber auch eine Quelle der Irritation, da diese Art der Identifikation von einzelnen Schülern abgelehnt wurde, die Aufkleber teilweise nicht gut hafteten oder Gelegenheit der Ablenkung boten. In der Sitzordnung war ein gewisses Territorialverhalten erkennbar, wodurch sich die Schüler einen Rückzugs- oder Schutzraum zu verschaffen suchten. Einzelne Schüler bestanden auf einem bestimmten Platz auch wenn dieser für das Unterrichtsgeschehen ungünstig orientiert war, andere rückten schneckenhausartig zusammen.
2. wurde das Thema Optik begonnen, nachdem der Physikunterricht lange unterbrochen war. Im abgedunkelten Raum wurde mit einem Strahler zur Decke geleuchtet. Mit begleitenden Fragen wurde dieses alltägliche Phänomen problematisiert und ein Zusammenhang von optischen Phänomenen und Licht hergestellt. Von Interesse war die Unsichtbarkeit von Licht und dessen geradlinige Ausbreitung, auch wenn dies nicht explizit angesprochen wurde. Den Schülern bot sich in dieser Unterrichtsphase die Gelegenheit eigene Vermutungen anzustellen und eigene Assoziationen zu dem gegebenen Thema zu äußern.
3. mussten die Schüler mit den Experimentierkästen vertraut gemacht werden, für deren Umgang keine Vorerfahrungen vorlagen. Da die beiliegende Gebrauchsanweisung zu komplex ist, wurden wesentliche Elemente des Kastens auf einer Folie herausgestellt und teilweise umbenannt (Bsp.: Behälter statt Küvette). Da es sich bei den Geräten um zerbrechliche Instrumente handelt, wurden vor dem praktischen Kennenlernen des Kastens genaue Verhaltensanweisungen gegeben, die in wenigen Merksätzen gebündelt wurden. Danach wurden Zweiergruppen gebildet, die mit je einem Kasten versehen eine erste Untersuchung des Kasteninhalts vornahmen.
4. sollte ein Einstieg mittels eines komplexen Themas geschaffen werden, das in dieser frühen Phase kaum zu erklären ist und dennoch Interesse weckt, da es einen vertrauten Sachverhalt mit einfachen Mitteln problematisiert. Der Versuch „Astronomisches Fernrohr“⁴ steht in dem systematisierten, vorliegenden Kurs an 15. Stelle (von 20 Versuchen zur Strahlenoptik). In der

⁴ Siehe: Versuchsbeschreibung/Gebrauchsanleitung zu Cornelsen Experimenta.

kurzen Experimentierphase dieser Stunde konnten mit diesem Versuch die regelmäßig wiederkehrenden Elemente – Profilschiene, Klemmschieber, Kondensator und Bikonvexlinse – eingeführt werden und die experimentelle Reduktion auf die grundlegenden Elemente der phänomenerzeugenden Variablen veranschaulicht werden.

Das Lernziel war das beobachtete Phänomen des Umkehrbildes. Durch das eigene Handeln konnte erfahren werden, dass das Ausrichten der Linsen und die Versuchsvorgaben zu Linsenstärke und Bildweite ein exaktes Arbeiten erfordern. Hektische Betriebsamkeit führt zu unbrauchbaren Beobachtungen.

Fraglich bleibt, ob der skelettartige Versuchsaufbau unter den gegebenen Bedingungen ein zu großes Abstraktionsvermögen erforderte. Kann vielleicht gerade dadurch der Spannungsbogen nur bei einzelnen Schülern bis in die Phase des freien Experimentierens aufrechterhalten werden, weil der Zusammenhang von Versuchsanordnung und astronomischem Fernrohr nicht unmittelbar eingesehen wird?

09.06.04 Licht und Schatten

Zentrales Thema dieser Unterrichtsstunde war die strahlenförmig geradlinige Ausbreitung des Lichts, die durch den Schattenwurf verdeutlicht werden sollte. Zur Durchführung der angestrebten Versuche waren als neue Komponenten die Leuchte aus dem Experimentierkasten und ein Transformator notwendig. Organisatorisch musste diesmal außer der Einteilung in Gruppen auch ein Umstellen der Tische bewältigt werden, die, um einen beidseitigen Zugang zum Versuchsaufbau zu gewährleisten, radial um die beiden Versorgungsstationen des Physikraumes angeordnet werden sollten.

Die erste Hälfte der Unterrichtseinheit wurde von Doreen Wagner angeleitet. Effektiv erzeugte sie mittels eines Schattenspiels einen Eindruck von der entstellenden Wirkung eines verzerrten Schattens. Mit der Darstellung von teils paradoxen Schattenbildern aus mehr oder weniger bekannten Cartoondarstellungen knüpfte sie an Vorerfahrungen an und leitete zur ersten Versuchsanordnung über.

In einer sehr komplexen Anweisung zeigte sie den Versuchsaufbau als fotografische Abbildung auf einer Folie, beschrieb die Verkabelung des Trafos, erklärte den Arbeitsauftrag und machte Anmerkungen zur Dokumentation. Dank ihres beherzten Vorgehens bei der Veränderung der Tischordnung und der konkreten Unterstützung bei Versuchsaufbau und Durchführung kam es, abgesehen vom Drücken des Sicherungsknopfes, in dieser Unterrichtsphase zu keinen bedeutsamen Irritationen.

Die Lampe wurde auf die Schiene montiert, verkabelt und so ausgerichtet, dass der Lichtkegel längs auf den Tisch fiel. Als Schattenkörper diente ein Teelicht. Das Experiment führte, unterstützt durch praktische Hilfen zu dem Ergebnis, dass der Schatten, abhängig vom Abstand des Schattenkörpers zur Lichtquelle, heller oder dunkler und länger oder kürzer ist. Zur Dokumentation wurde ein Zeichenpapier unterlegt, auf dem die Schattenränder nachgezeichnet und bis zur Lichtquelle verlängert wurden.

Der zweite Versuch wurde von Maike Deiß geleitet. Wiederum wurde mit einer fotografischen Abbildung der Versuchsaufbau erklärt. Das Zusammenführen von je zwei Gruppen zu einer, wurde mit der Notwendigkeit von zwei Lichtquellen für den Versuchsaufbau begründet. Das jetzt entstehende Schattenbild zeigte wieder den konisch auf die Lichtquelle zuführenden Schattenkegel, ließ aber infolge der beiden Lichtquellen auch eine Differenzierung von Halbschatten und Kernschatten erkennen. Die Dokumentation erfolgte analog zum ersten Versuch.

Da uns die Veränderung der Tischordnung und die Gruppeneinteilung in ähnlicher Weise während des gesamten Praktikums beschäftigen würde, musste dieses Thema in der Nachbesprechung thematisiert werden. Auch wenn dieses Problem durch das handelnde Zurechtrücken anschaulich gelöst und aus der sachlichen Notwendigkeit begründet wurde, ist damit ein Aufbrechen von Sozialstrukturen verbunden, was zur Verunsicherung der Schüler und zum Verlust eines imaginären Schutzraumes führen kann. Die Komplexität der einführenden Aufgabenstellung hätte nach didaktischen Gesichtspunkten besser in einzelne Aspekte entzerrt werden müssen, führte aber in der gegebenen Situation zu einer Dynamik, die die Initiative der Schüler herausforderte. Hauptsächlich sprachliche Barrieren einzelner Schüler ließen eine Zergliederung in abgeschlossene Einzelschritte sinnvoll erscheinen.

Die unproblematische Handhabung der Geräte aus den Experimentierkästen erleichterte den Aufbau der Versuchsanordnung, auch wenn das Experiment abweichend von der Anleitung den situativen Anforderungen angepasst wurde.

16.06.04 Lichtbrechung

Diese Stunde wurde von Thomas Graf gehalten. Als einleitenden Impuls bewegte er einen Wasserbehälter vor dem Gesicht. Das optische Phänomen der Lichtbrechung im Wasser sollte durch die Parallelverschiebung des Gesichts je nach Stellung und Winkel des Gefäßes visualisiert werden. Die Zurückhaltung in der Beobachtung und in der Verbalisierung des Eindrucks seitens der Schüler lag möglicherweise an der mangelnden Bereitschaft zur Fokussierung der Aufmerksamkeit auf eine, zu diesem Zeitpunkt unbekannte Person.

Der erste Versuch wurde als Schemadarstellung entsprechend den Symbolen der Versuchsbeschreibung von Cornelsen Experimenta auf Folie präsentiert, die Symbolik der Darstellung war offensichtlich leicht nachvollziehbar. Neben formalen Fehlern (beispielsweise waren zu erfragende Begriffe auf der Folie nicht abgedeckt), war auch die verfrühte Verwendung spezifischer Ausdrücke ein Beitrag zu einer „Dynamik des Nichterreichens der Schüler“⁵.

Die Veränderung der Tischordnung, die Gruppeneinteilung und der Aufbau des Versuchs wurde von den Schülern weitgehend selbständig ausgeführt. Begleitet von den anwesenden Kommilitonen und Mentoren führte die Experimentierphase zu den gewünschten Beobachtungen. Das mittels Schlitzblende erzeugte Strahlenbündel wurde im Wasserbehälter abgelenkt und erschien beim Wiederaustritt parallel verschoben. Diese Beobachtung sollte auf teilweise vorgezeichneten Karten dokumentiert werden. Dieser Auftrag war offensichtlich unklar formuliert. Durch Abstellen des Stromes wurde die Experimentierphase beendet.

Die Beobachtungen sollten nun verbalisiert und in einem dynamischen Tafelanschrieb, der die Symbolik der Laufkarten aufgriff, visualisiert werden. Die Absicht, den Hefteintrag, der auch das Formulieren wesentlicher Beobachtungen umfasste, mittels der Laufkarten zu beschleunigen, ist nicht gelungen.

In einer zweiten Experimentierphase wurde der Wasserbehälter durch verschiedene Glaskörper ersetzt. Wünschenswert wäre eine systematische Beobachtung durch verändern jeweils einer Variablen. Der Logik, vom Rechteckkörper zu konvexem oder konkavem Glaskörper voranzuschreiten oder gezielt die Strahlenbündel von Schlitz- und Dreischlitzblende zu vergleichen, folgten nur wenige Schüler unaufgefordert.

Allgemein bewegte sich diese Unterrichtseinheit auf einem zu hohen Abstraktionsniveau und die inhaltliche Vorstrukturierung behinderte das erforderliche situative Reagieren. Dies zeigte sich auch bei dem Einsatz der Kästen, die zwar vielfältige Möglichkeiten der Modifikation aber nur wenig Anreiz zum spielerischen Experimentieren boten.

23.06.04 Spiegel

.Die von Maike Deiß und Doreen Wagner vorbereitete Stunde basierte auf einem völlig anderen Konzept. Nachdem mittlerweile schon verschiedene optische Phänomene besprochen worden sind und grundlegende Vorstellungen zur Ausbreitung des Lichts erfahren wurden, sollte nun das Problem des Spiegels aus unterschiedlichsten Perspektiven betrachtet werden.

⁵ Anmerkung von Herr Treutlein in der Nachbesprechung am 16.06.04.

An vier Stationen sollten die Schüler mit verschiedenen Phänomenen konfrontiert werden. Die Tischordnung und der Aufbau der Stationen wurde vor Unterrichtsbeginn arrangiert. Jede Station wurde von einem Studenten betreut.

Station 1: Hier kam Material aus dem Experimentierkasten zum Einsatz. Auf der Profilschiene musste, nach Skizze auf dem Arbeitsblatt, die Lampe, der Kondensator mit Dreischlitzblende und der Objektisch montiert werden. Die drei parallelen Lichtbündel wurden vom Spiegel auf dem Objektisch reflektiert, wobei sich der Einfallswinkel und der Ausfallwinkel mit der Bewegung des Spiegels veränderten.

Station 2: Verschiedene spiegelnde Materialien lagen an der Station aus. Die Schüler erkannten welche Materialien sich besonders gut als Spiegel eignen und wie die Oberfläche beschaffen sein muss. Neben eigenen Umwelterfahrungen fanden Spiegelbilder auf gewölbten Flächen Beachtung und die Spiegelschrift.

Station 3: In einem kleinen Rollenspiel mimte der Antagonist die Bewegungen des Spiegelbildes und erlebte, dass das Spiegelbild mit Ausnahme der Seitenverkehrtheit dem Protagonisten in Bewegungen und Abstand entspricht. An einem richtigen Spiegel wurden mit Spielfiguren vergleichbare Situationen nachgespielt.

Station 4: Mit Periskop, Magic Bank und Spiegel im Spiegel wurden optische Täuschungen erzeugt. In einer Zusatzaufgabe mussten die Schüler ein Labyrinth nachfahren, wobei die Bewegungen an der Projektionswand nur seitenverkehrt zu sehen waren.

Die Lernziele wurden an der jeweiligen Station direkt auf Arbeitsblättern dokumentiert, so dass annähernd die gesamte Stunde für Experimente zur Verfügung stand. Die Aktivierung der Schüler zu selbständigem Forschen ist dank der attraktiven Stationen sehr gut gelungen. Insbesondere die Zusatzaufgabe der 4. Station erregte Aufmerksamkeit, da sich hier gerade auch leistungsschwächere Schüler durch besonders gute Leistungen hervortaten.

Der Einsatz des Experimentierkastens rückte in dieser Stunde aus dem Zentrum der Aufmerksamkeit. Der Versuchsaufbau wirkte, verglichen mit den anderen Stationen, sehr streng. In der Gesamtschau der Stationen repräsentierte dieser Aufbau, neben spielerischem und phänomenologischem Zugang, den formalen Charakter des naturwissenschaftlichen Arbeitens.

30.06.04 Optische Linsen

In der überwiegend von Anita Armbruster gehaltenen Stunde lag der Schwerpunkt auf der Betrachtung vom Strahlengang durch Sammel- und Zerstreuungslinse. Die angestrebten

Lernziele waren die Bedeutung des Brennpunkts und in einer zweiten Phase die Ermittlung der Brennweite.

Zum Einstieg ging die ganze Klasse auf den Schulhof, mit dem Auftrag mittels Sammellinse ein Stück Papier anzubrennen. Trotz schönen Wetters gelang dies nicht, aber ein erster Eindruck des Brennpunkts war gegeben. Zurück im Klassenzimmer erfolgte die Einteilung in Kleingruppen und die Veränderung der Tischordnung wie gehabt.

Der Versuchsaufbau wurde mit einer Folie in der vertraut schematischen Darstellung visualisiert und der Arbeitsauftrag – Untersuchung der Linsenform an Glaskörpern – geben. Der Verlauf der drei isolierten Lichtbündel konnte auf dem Objektisch gesehen und ein Zusammenhang zu konvexer oder konkaver Linse hergestellt werden. Durch kennzeichnen der äußeren Lichtbündel mittels farblicher Folie wurde das Überkreuzen der Lichtbündel deutlich und eine Verknüpfung mit Umkehrbildern vorbereitet.

In einer zweiten Experimentierphase sollte durch Thomas Graf die Untersuchung der Brennweite angeleitet werden. Da hierzu die Linsen eingesetzt werden mussten, war ein Umbau der Apparatur notwendig. In der verbleibenden Restzeit waren aber keine Beobachtungsergebnisse mehr zu erarbeiten.

Im Nachhinein erwies sich die erste Experimentierphase als zu lang. Das unterschiedliche Arbeitstempo der Schüler berücksichtigend, hätte das Experiment unterbrochen werden können nachdem alle die wesentlichen Untersuchungen angestellt hatten. Beim bestehenden Zeitdruck hätte, abweichend von der Planung, eine kurze Aufgabenpräsentation genügt, die sich während des Experimentierens hätte präzisieren lassen.

Für diese Form des Unterrichts bietet sich der Experimentierkasten an. Das Auffinden der Materialien gestaltet sich aber oft umständlich und zur Wahrung der Ordnung ist nach Abschluss einer Experimentierphase ein Zurückräumen notwendig. Es dauert auch eine gewisse Zeit, bis die Schüler die Möglichkeiten des selbstgesteuerten Experimentierens erkennen und sich für die Versuche begeistern.

07.07.04 Optische Abbildungen

Aufgrund der guten Erfahrungen mit der Stationenarbeit wurde diese Unterrichtsform von Doreen Wagner und Anita Armbruster wieder aufgegriffen. Zu Unterrichtsbeginn waren die Stationen bereits eingerichtet und die anwesenden Kommilitonen zur Betreuung der Stationen eingeteilt.

Zur Einführung des Themas diente der ca. 1m³ große Karton, der auch in der 1. Station als überdimensionale Lochkamera zum Einsatz kommen sollte. Sichtbar von der Fensterfront

abgewandt, erkannte Anita Armbruster, deren Oberkörper im Karton verborgen war, die Bewegungen vor dem Fenster. Das Interesse der Schüler an diesem Phänomen war geweckt und die Gruppeneinteilung zur Stationenarbeit folgte.

Station 1: Außer dem großen Karton stand noch ein kleineres Modell einer Lochkamera bereit, an der die Bewegungen kontrolliert manipuliert werden konnten. Lernziel war die bewusste Wahrnehmung des Umkehrbildes und der veränderten Bewegungsrichtungen, die auf einem Arbeitsblatt dokumentiert wurden.

Station 2: Die verfügbaren Linsen des Experimentierkastens wurden so gehalten, dass sie das Licht der Deckenbeleuchtung im Brennpunkt bündeln. Der senkrechte Abstand von der Linse zur Tischplatte wurde gemessen und in einer Tabelle eingetragen. Die Schüler erkannten, dass die Bezeichnung auf der Linse eine Angabe zur Brennweite ist. Über die Bezeichnung $f = -100$ auf der Zerstreuungslinse konnte spekuliert werden, da offensichtlich kein Brennpunkt zu finden war. Mit einer Zusatzaufgabe wurde der Zusammenhang von Bild- und Gegenstandsweite mit Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Abbildung angedeutet aber nicht abschließend geklärt.

Station 3: Die Versuchsaufbau V11 diente als physikalisches Augenmodell, dem ein biologisches Augenmodell gegenübergestellt wurde. Die Apparatur wurde nach der Darstellung in der Versuchsbeschreibung aufgebaut. Die Wendel der Glühlampe diente als abzubildender Gegenstand, die Linse $f = +100$ als Linse und der Schirm als Netzhaut. Der Student erklärte, dass der Eindruck eines aufrechtstehenden Bildes erst durch eine Verarbeitungsleistung des Gehirns entsteht. Mit Bildtafeln von optischen Täuschungen konnten die Schüler zu Leistungen des Gehirns Erfahrungen machen. Als Zusatzaufgabe konnte, unter Zuhilfenahme des Versuchsaufbaus, die Funktion der Brille simuliert werden.

Station 4: Auch an dieser Station wurde der Versuch nach der Darstellung in der Versuchsbeschreibung aufgebaut. Auf der Profilschiene wurde die Lampe, der Kondensator mit Diahalter und die Linse $f = +50$ montiert. Verschiedene Dias konnten eingelegt und das Bild an die Wand projiziert werden. Durch verschieben der Linse wurde die Bildschärfe eingestellt. Ein Schriftdia veranschaulichte, dass das Dia kopfstehend und seitenverkehrt eingelegt werden muss.

Die Stationenarbeit wurde wieder gut angenommen, wenn auch das Interesse an den einzelnen Stationen stark variierte. Besondere Aufmerksamkeit erweckte die große Lochkamera und auch die optischen Täuschungen wurden begeisternd angenommen. Die Untersuchungen zur Brennweite bedurften deutlich stärkerer Motivationsanschiebe.

Die Versuchsanleitungen aus Cornelsen Experimenta boten hilfreiche Anregungen, wenn auch naturwissenschaftlich betrachtet das Augenmodell ungenau ist. Im menschlichen Auge wird die Sehschärfe nicht durch Verschieben der Linse eingestellt, sondern durch Verändern der Linsenwölbung.

14.07.04 Farben

Diese Unterrichtsstunde umfasste das vielleicht komplexeste aber auch reizvollste Thema der Optik. Die Herausforderung bestand darin, die vielfältigen Aspekte der Newtonschen Farbenphysik mit Eindrücken von Goethes Farbenlehre zu verbinden. Maik Deiß und Thomas Graf entschlossen sich daher, die bewährte Form der Stationenarbeit weiterzuführen. Der Stationenaufbau und die Raumordnung wurden vorher arrangiert, und neben den Kommilitonen wurden auch Herr Treutlein und Herr Jauch mit der Betreuung der Stationen betraut. Der initiale Impuls wurde durch eine Regenbogenabbildung gegeben.

Station 1: Zur Farbzerlegung mittels Dreieckprisma wurde eine Apparatur aus dem Experimentierkasten aufgebaut. Die Schüler erkannten, dass sich Licht mit Hilfe des Prismas in die Spektralfarben zerlegen lässt und stellten den Bezug zum Regenbogen her. Die Farbfolge wurde auf einer vorgefertigten Skizze dokumentiert. In einer zweiten Aufgabenstellung konnte untersucht werden, ob sich spektralreines Licht weiter aufspalten lässt.

Station 2: Hier wurde die Farbmischung nach Itten untersucht. Mit einem impressionistischen Bild und einem grobkörnigen Farbdruck sollte in einer ersten Untersuchung festgestellt werden, wie der Farbeindruck entsteht. Die Hypothesen konnten dann mittels Kreisel, der unterschiedliche Farbkombinationen rotierend vermischt, verifiziert werden. Auf einem Arbeitsblatt wurde danach der Farbkreis mit vorgefertigten farbigen Kreissegmenten hergestellt. Zur weiteren Veranschaulichung konnten komplementäre Farbeindrücke von Nachbildern wahrgenommen oder Farbnegativ und dazugehöriges Bild betrachtet werden.

Station 3: Werden schwarz-weiße Tafeln über die Kante eines Dreieckprismas betrachtet, entstehen an den Grenzflächen von schwarz und weiß bestimmte Farbeindrücke. Dies wurde von Goethe untersucht und führte ihn zu seiner Farbenlehre⁶. Ähnliche Versuche stellten die Schüler an einer Goetheschen Tafel⁷ an. Die Farbeindrücke wurden mit Farbstiften auf einem Arbeitsblatt dokumentiert und auf die von den Spektralfarben abweichende

⁶ Steiner, Rudolf (Hrsg. Neuauflage): Goethe - Farbenlehre. Verlag Freies Geistesleben. Stuttgart, 1992⁵.

⁷ dt.: Farbenlehre Band 2. Beiträge zur Chromatik. Tafel IIa.

Farbenfolge wurde hingewiesen. Ein vergleichbarer Effekt konnte in einer Zusatzaufgabe mittels rotierender weißer Scheibe mit schwarzen Linienmustern erzeugt werden.

Station 4: Die psychologische Wirkung von Farben sollte auch noch untersucht werden. Hierzu wurden, mit Bauteilen aus dem Experimentierkasten, die in rot, blau, gelb und weiß ausgelegten Innenwände eines Kartons, mit verschiedenen Farbdias ausgeleuchtet. Der entstandene Farbeffekt wurde dokumentiert und die veränderte Farbwirkung beschrieben (blau wirkt kühl; rot regt auf usw.). Eine weitere Betrachtung galt den Warnfarben von Tieren oder der Bedeutung von Farben an Verkehrszeichen.

In dieser abschließenden Unterrichtseinheit zeigte sich wieder, dass sich die Schüler durchaus für physikalische Inhalte begeistern lassen, wenn sie interessant aufgearbeitet und abwechslungsreich dargeboten werden. Nicht zu unterschätzen ist aber der erhebliche Aufwand in der Vorbereitung und bei der Betreuung der einzelnen Gruppen.

Die Experimentierkästen waren nicht mehr zentrales Thema der Unterrichtsplanung, boten aber Zugriff auf unterschiedliche Materialien und waren flexibel einsetzbar.

Resümee

Das Praktikum erwies sich als außerordentlich lehrreich, dank der differenzierten Anregungen die von den beiden ausbildungsbegleitenden Mentoren gegeben wurde. Während Herr Jauch die Aufmerksamkeit auf soziologische Aspekte wie Klassendynamik und Interaktionsbedingungen lenkte, bot die profunde Erfahrung des Schulalltags von Herrn Treutlein vielfältige Anregungen zur Unterrichtsgestaltung und zur kritischen Selbstreflexion.

Auch wenn die Zahl der Unterrichtsversuche in Folge organisatorischer Rahmenbedingungen sehr knapp bemessen war, waren es gerade die vorbereitenden Treffen, die der Umsetzung aktueller Bildungsstandards nahe kamen. So konnte ein, den situativen Bedingungen angepasstes Curriculum entworfen und im Praktikumsverlauf konkretisiert werden. Dialogisch wurden die Richtlinienvorgaben dem zeitlichen Rahmen und den Lernvoraussetzungen der Schüler angepasst, unter der Prämisse einen realen Überblick über das Themengebiet zu bieten und gleichzeitig einen Zugang zum naturwissenschaftlichen Arbeiten zu eröffnen.

Die Notwendigkeit zur partnerschaftlichen Unterrichtsvorbereitung förderte die Kooperationsfähigkeit der Lehramtsanwärter und zeigte in der Variationsbreite unterrichtspraktischer Angebote Wirkung. Die Idee der Stationenarbeit erwies sich als

ausgesprochen motivierend und wäre in dieser Form, ohne die gute Zusammenarbeit kaum vorstellbar.

Der Einsatz der Experimentierkästen war anfänglich ein zentrales Medium der Repräsentation. Der Einsatz desselben orientierte sich aber zu stark an der strukturellen Vorgabe der Experimentieranleitung, die den Richtlinienvorgaben angepasst ist. Von den Schülern wird eine hohe Abstraktionsfähigkeit erwartet und die Bereitschaft zu strukturiertem Experimentieren vorausgesetzt. Der zur Verfügung stehende Zeitrahmen verhinderte aber eine konsequente Hinführung auf das vorausgesetzte Anforderungsprofil und auch der systematisch aufgebauten Versuchsabfolge konnte nicht entsprochen werden. Im weiteren Verlauf, insbesondere beim Einsatz an den Stationen, war die Verfügbarkeit der Materialien jedoch sehr hilfreich. Der phänomenologische Zugang förderte die Bereitschaft zu spielerischem Experimentieren mit den zunehmend flexibel eingesetzten Experimenta-Materialien. Als praktikumsübergreifendes Lernziel kann die Einsicht in ein strukturiertes naturwissenschaftliches Vorgehen gesehen werden, das durch den Charakter des Experimentierkastens repräsentiert wurde.