

Reihe "Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen"

Herausgegeben von der

Abteilung "Schule und gesellschaftliches Lernen"

des Interuniversitären Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung

Hertha Craigher

**Entdeckendes Lernen
im Physikunterricht**

oder

**"Wenn Du eine weise Antwort willst,
mußt Du vernünftig fragen."**

(J. W. von Goethe)

PFL-Naturwissenschaften, Nr. 16

IFF, Klagenfurt-Wien 1996

Redaktion:
Dr. Helga Stadler

Die Hochschullehrgänge "Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen" (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung "Schule und gesellschaftliches Lernen" des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung von BMUKA und BMWVK.

Entdeckendes Lernen im Physikunterricht

oder

**"Wenn Du eine weise Antwort willst,
mußt Du vernünftig fragen."**

(J. W. von Goethe)

(Abstract / Kurzfassung)

Die Arbeit beleuchtet eine Phase des entdeckenden Lernens genauer. Eine siebente Gymnasiums-
klasse erarbeitete die Grundzüge der geometrischen Optik an Hand von mehr oder weniger
offenen Fragestellungen.

Über diese Arbeitsweisen werden verschiedene Daten erhoben. Diese werden einander gegen-
übergestellt, miteinander verglichen und kommentiert. Daraus ergeben sich einerseits Konse-
quenzen für meine zukünftige Unterrichtsarbeit, die kurz besprochen werden.

Andererseits läßt die Arbeit die Bedeutung der Aktionsforschung bei der Entwicklung neuer
Unterrichtsmethoden erkennen.

Mag. Hertha Craigher
GRG 4, Wiedner Gürtel 68
1040 Wien

Inhaltsverzeichnis

I. Ausgangssituation	1
1) Beschreibung des Vorhabens	1
2) Beschreibung der Klasse	2
II. Durchführung	4
1) Die Phase des "entdeckenden Lernens"	4
a) Erstellung der Aufgaben und Arbeitsblätter	4
b) Die Arbeitsphase der Schülerinnen und Schüler	4
c) Nachbesprechung und Aufarbeitung	5
d) Referate	5
III) Die Beurteilung	5
IV) Methoden und Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen und der Datenerfassung	6
1) Interviews	6
2) Fragebogen	6
3) Unterrichtsbeobachtung durch die Regionalgruppe	8
4) Persönliche Eindrücke - Auszüge aus dem Forschungstagebuch	8
5) Kommentare zu den Daten aus 1) bis 4)	9
6) Konsequenzen für meine zukünftige Arbeit	9
V) Zusammenfassung	10
Anhang	

I. Ausgangssituation

1) Beschreibung des Vorhabens

1.1 Vorgeschichte

In den letzten Jahren habe ich im Physikunterricht mehrere Unterrichtsformen erprobt. Diese seien hier kurz geschildert, um die bisher von mir verwendeten Unterrichtsformen von der Arbeitsform "Entdeckendes Lernen", die ja Inhalt dieser Studie ist, abzugrenzen.

- a) Die Schülerinnen und Schüler arbeiten selbständig, wobei der Inhalt ihrer Arbeit durch "Arbeitsblätter" in einem sehr engen Rahmen vorgegeben ist. Diese Arbeitsblätter enthalten Fragestellungen, deren Beantwortung die Schülerinnen und Schüler Schrittweise einem von mir vorher überlegten Ziel (Lerninhalt) näher bringen soll.
- a1) Alle Schülerinnen und Schüler arbeiten an der gleichen Problemstellung. Nach einer Phase, in der in Gruppen gearbeitet wird, erfolgt ein "Erfahrungsaustausch" unter den einzelnen Gruppen und eine gemeinsame Zusammenfassung des erarbeiteten Inhalts.

Beispiele:

- 2. Klasse: Dichte
- 3. Klasse: Ohmsches Gesetz
- 4. Klasse: Reflexionsgesetz
- 5. Klasse: Bestimmung der Reaktionszeit, Sprungkraft
- 7. Klasse: Verstärkerwirkung eines Transistors, Funktionsweise eines LC - Schwingkreises

- a2) Die Schülerinnen und Schüler Arbeiten in Gruppen. Jede Gruppe bearbeitet eine andere Fragestellung. Am Ende der Arbeitsphase stellen die Gruppen einander ihre Ergebnisse vor. Dies kann in Form von Meßreihen, graphischen Darstellungen und (oder) wörtlichen Interpretationen erfolgen. Diese Arbeitsmethode setze ich bevorzugt beim quantitativen Arbeiten ein.

Beispiele:

- 6. Klasse: Quantitative Experimente zur Wärmelehre
- 6./7. Klasse: Quantitative bzw. qualitative Experimente zur Schwingungslehre

- b) Ein größeres Kapitel (z.B. Wärmelehre - Wetterkunde; Oberstufe) wird von den Schülerinnen und Schülern in Form von Einzelreferaten erarbeitet. Dabei lege ich Wert darauf, daß bei Abhaltung des Referats eine inhaltliche Zusammenfassung unter den Mitschülerinnen und Mitschülern verteilt wird.
- c) In der zweiten Klasse wählte ich schon des öfteren folgendes Vorgehen: Am Beginn des Unterrichtsjahres fordere ich die Schülerinnen und Schüler auf, im Unterricht einfache Experimente vorzuzeigen, die sie von zu Hause oder aus Experimentierbüchern (für Kinder) kennen. Sie dürfen die Experimente in der Klasse durchführen. Anschließend werden die physikalischen Inhalte besprochen, soweit es in dieser Altersstufe möglich ist. Die Versuche werden gemeinsam schriftlich zusammengefaßt. In ähnlicher Weise können die Schülerinnen und Schüler auch Zeitungsberichte oder physikalische Rätsel präsentieren.

1.2 Das eigentliche Vorhaben

Nach meinen Erfahrungen mit den vorher beschriebenen Arbeitsmethoden wollte ich nun für ein bestimmtes Kapitel einen offeneren Einstieg, eine offenere Arbeitsweise als bisher wählen. Ich entschloß mich für das Kapitel "Optik" und wählte dafür die 7A aus. (Beschreibung der Klasse s. weiter unten).

Die Schüler sollten durch weitgehend offene Fragestellungen bzw. durch Arbeitsblätter zum entdeckenden Lernen bzw. zu einem sehr selbständigen Arbeiten angeregt werden. Diese Arbeitsweise kannte ich bis dahin nur aus Gesprächen mit Kolleginnen und Kollegen. Um eigene Erfahrungen damit zu machen, und meinem Spektrum an Unterrichtsmethoden eine neue Facette hinzuzufügen, wollte ich diese für mich neue Methode ausprobieren.

Dabei waren für mich folgende **Fragestellungen** interessant:

- 1) Welche Art von Arbeitsanleitungen bevorzugen die Schülerinnen und Schüler? (offene, sehr stark lenkende?)
- 2) Wie gefällt den Schülerinnen und Schülern diese Arbeitsweise?
- 3) Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten werden ihrer Meinung nach bei dieser Arbeitsweise besonders gefördert?
- 4) Was geht für sie dabei verloren?
- 5) Empfinden die Schülerinnen und Schüler mehr oder weniger Leistungsdruck als beim Frontalunterricht?
- 6) Wie empfinden sie ihren Arbeitseinsatz dabei?
- 7) Von welchem Interesse sind die Fragestellungen für sie?

Die Antworten darauf wollte ich aus Schülerinterviews, aus einer Befragung der Klasse mittels Fragebögen, aus den Aufzeichnungen aus meinem FTB und aus einer Unterrichtsbeobachtung durch die Regionalgruppe bekommen.

Das Kapitel "Geometrische Optik" wählte ich aus zweierlei Gründen:

Zum einen paßte es vom Zeitpunkt her gut in den Jahresstoff, zum anderen fand ich besonders für dieses Thema viele Anregungen in den verschiedensten Büchern.

Die Gründe, warum meine Wahl auf die 7A fiel, sind dem nächsten Kapitel zu entnehmen.

Abschließend sei noch erwähnt, daß der in dieser Arbeit beschriebene Zeitraum die Monate November, Dezember, Jänner und Februar umfaßt.

2) Beschreibung der Klasse

Die 7A ist ein neusprachliches Gymnasium. Am Beginn dieser Arbeitsphase (Ende Oktober 1995) bestand sie aus 16 Schülerinnen und 5 Schülern. Zu Weihnachten verließ ein Schüler und am Ende des Semesters eine Schülerin die Klasse.

Der Oberstufenunterricht im Fach Physik umfaßt im neusprachlichen Gymnasium die 6., 7. und 8. Klasse, wobei die Stundenaufteilung mit 3 - 2 - 2 gegeben ist. Ich habe also alle Schülerinnen und Schüler dieser Klasse schon in der sechsten Klasse unterrichtet.

Einige Schülerinnen und Schüler kannte ich vom Mathematikunterricht in der ersten und zweiten, bzw. vom Physikunterricht in der zweiten Klasse. 10 Mädchen hatte ich in der dritten und vierten Klasse als Klassenvorstand und in Physik. Sie waren damals eine typengemischte

Klasse (Gymnasium und Realgymnasium), insgesamt 30 Schülerinnen. Aus stundenplantechnischen Gründen handelte es sich in diesen zwei Jahren um eine reine Mädchenklasse. Bei einigen wenigen Gelegenheiten haben diese 10 Schülerinnen in der vierten Klasse auch schon Bekanntschaft mit Schülerübungen (Z. B. Reflexionsgesetz) geschlossen.

Der Unterricht in der sechsten Klasse lief im wesentlichen als Frontalunterricht ab, wobei ich sehr oft versuchte, die Schülerinnen und Schüler zu selbständigem Denken anzuregen. Dies gelang mir besonders gut bei folgenden Kapiteln:

- Trägheit: die Erde - ein Inertialsystem?
- Verkehrserziehung (im Anschluß an die Bewegungslehre)
- Reibungskräfte (im Straßenverkehr, im Sport)
- Wetterkunde (im Anschluß an die Kapitel "Verhalten von Gasen", Phasenübergänge, spezifische Wärme)

Bei der gemeinsamen Erarbeitung der obigen Kapitel zeigte die Klasse großes Interesse, was sich in einer besonders intensiven Mitarbeit manifestierte.

Beim Kapitel "Gravitation, Raumfahrt, Planetensystem" zeigte die Klasse naturgemäß ganz besonderes Interesse. Auch Schülerinnen und Schüler, die sich sonst sehr wenig am Unterrichtsgeschehen beteiligten, waren eifrig bei der Sache, wenn es z. B. um die Diskussion, die Erörterung eines bestimmten Zusammenhanges, einer bestimmten Problemstellung ging. Manche von ihnen erstaunten mich mit einem sehr großen Fach- bzw. Detailwissen.

Am Beginn der siebenten Klasse mußte ich die Teile aus der Schwingungslehre, die ich noch am Ende der sechsten Klasse besprochen hatte, wiederholen und das Kapitel abschließen. Es folgte eine kurze Experimentierphase zu diesem Thema (s. 1.1. - a2), an der sich die Schülerinnen und Schüler mit Interesse beteiligten, und die ihnen offensichtlich Spaß machte. Die abschließenden Betrachtungen, Überlegungen und Experimente zum Thema "Akustik" stießen ebenfalls auf große Beteiligung.

So weit die "physikalische Vorgeschichte" der Klasse. Hinsichtlich des "schulischen Umfelds", indem diese Phase des "entdeckenden Lernens" stattfand, erscheinen mir einige Punkte erwähnenswert:

- Gerade in dem Zeitraum, den diese Studie umfaßt, hatte die Klasse große Schwierigkeiten in einem Hauptgegenstand. Beide Schularbeiten eines Semesters mußten wiederholt werden. Das war für die Schülerinnen und Schüler sicherlich eine große Belastung und wurde für sie in diesem Semester zu einem großen Problem. (s. Fragen 8, 9 und 10 des Fragebogens, Anhang II)
- Darüber hinaus gab es Spannungen und Zwistigkeiten innerhalb der Klasse, deren Ursache(n) ich hier nicht näher ausführen möchte.

Aus diesen Gründen herrschte über lange Zeiträume hinweg eine sehr gespannte Stimmung in der Klasse. Sie konnten daher - meiner Meinung nach - nicht mit jener Lockerheit und Unbekümmertheit an die verschiedenen physikalischen Problemstellungen herangehen, die ich mir eigentlich erwünscht und aus meinen bisherigen Erfahrungen mit der Klasse auch erwartet hätte. Ihre Gedanken waren, so glaube ich, größtenteils sehr mit anderen Problemen beschäftigt, die zu diesem Zeitpunkt besonders wichtig für sie waren.

II. Durchführung

1) Die Phase des "entdeckenden Lernens"

a) Erstellung der Aufgaben und Arbeitsblätter

Als physikalischen Inhalt für diese Phase wählte ich die Lichtbrechung, die Totalreflexion, die Abbildung durch Linsen. In der ersten Stunde bekamen die Schülerinnen und Schüler die Aufgabenstellungen "Harpunieren einer Plastilinkugel" (Lichtbrechung) bzw. "Das geldgierige Wasser" (Totalreflexion) gestellt. (s. Anhang I) Sie arbeiteten dabei in Gruppen, wobei sich jede Gruppe für eine der beiden Aufgabenstellungen entscheiden konnte. In dieser Stunde waren die Mitglieder meiner Regionalgruppe anwesend. Sie verfertigten Tonbandprotokolle von der Arbeit der einzelnen Gruppen und hielten ihre Beobachtungen auch schriftlich fest. Anschließend hatten wir noch Gelegenheit, in der Gruppe darüber zu sprechen. Auszüge aus den Tonbandprotokollen und der Unterrichtsbeobachtung werden im Kapitel IV besprochen.

Die weiteren Arbeitsaufträge erhielten die Schülerinnen und Schüler in Form von Arbeitsblättern. (s. Anhang I)

Bei deren Erstellung versuchte ich, folgende Bedingungen weitgehendst einzuhalten:

- Die Schülerinnen und Schüler sollten ihr Wissen möglichst eigenständig erweitern.
- Da ich ein bestimmtes inhaltliches Lernziel vor Augen hatte, mußte mit Hilfe der Arbeitsblätter eine gewisse Lenkung der Schülerinnen und Schüler erfolgen.
- Der experimentelle Teil sollte größtenteils mit Hilfe der in den Schülerversuchsgeräten vorhandenen Ausrüstung zu bewältigen sein.

b) Die Arbeitsphase der Schülerinnen und Schüler

Am Anfang der Stunde wurden die Arbeitsblätter ausgeteilt, und ich besprach sie kurz mit der gesamten Klasse. Dann führten die Schülerinnen und Schüler die jeweiligen Experimente in Gruppen von drei bis sechs Personen durch. Sowohl auf die Zusammensetzung der Gruppe als auch auf ihre Größe nahm ich keinen Einfluß.

Ein Gruppenmitglied füllte das Arbeitsblatt aus, alle anderen konnten das erst tun, nachdem das Experiment wieder abgebaut worden war. Der Grund dafür liegt darin, daß der Physiksaal in unserer Schule ein gleichzeitiges Experimentieren und Protokollführen fast unmöglich macht. (Die "Bänke" sind ca. 40 cm schmal und 2 m lang, der Saal ist aufsteigend mit unterschiedlich tiefen Treppenabsätzen. Die Stromversorgung erfolgt mit drei bis vier Kabeltrommeln. In einer solchen Stunde gleicht der Saal einem Parcours für einen Hindernislauf.)

Während des Arbeitens mußte ich immer wieder einzelnen Gruppen Hilfestellung geben oder aber auch Fragen beantworten. Wenn diese meiner Meinung nach von allgemeinem Interesse waren, notierte ich sie mir und warf sie bei der Nachbesprechung wieder auf. Über größere Zeiträume hindurch war ich jedoch sehr entlastet und konnte die Schülerinnen und Schüler beim Arbeiten beobachten und meine Beobachtungen im FTB festhalten. (s. IV/3)

c) Nachbesprechung und Aufarbeitung

Von mindestens einem Gruppenmitglied sammelte ich das ausgefüllte Arbeitsblatt ab, sah mir die Ergebnisse bzw. die Interpretationen oder Vermutungen der Schülerinnen und Schüler an und nahm in der nächsten Physikstunde dazu Stellung.

d) Referate

Den Abschluß dieser Phase bildeten Referate, deren Themen von den Schülerinnen und Schülern selbst gewählt wurde. Dabei kamen sehr interessante Inhalte zur Sprache, die größtenteils mit äußerster Genauigkeit ausgeführt wurden:

- Fernrohre
- Zielfernrohre
- Overheadprojektoren
- Spiegel
- Kontaktlinsen
- Feldstecher
- 3-dimensionales Sehen
- Auge

III) Die Beurteilung

Wie mit den Schülerinnen und Schülern vorher besprochen, zog ich in dieser Phase folgende Punkte als Beurteilungskriterien heran:

- Exaktheit des Versuchsaufbaus: Während die Schülerinnen und Schüler arbeiteten, hatte ich genügend Zeit, ihren Versuchsaufbau und ihren Umgang mit den Geräten zu beobachten und mir auch Notizen dazu zu machen.
- Sorgfalt beim Ausfüllen der Arbeitsblätter
- Genauigkeit und sprachlicher Ausdruck beim Formulieren der Antworten
- Inhaltliche Richtigkeit einzelner Überlegungen (z.B. Blatt 2/6 oder Blatt 3/11)
- Stundenwiederholungen, in denen mir die Schülerinnen und Schüler über ihre Arbeit in der vorhergehenden berichteten und zu ihren Ergebnissen Stellung nahmen
- Inhalt, Durchführung und visuelle Aufbereitung der Referate

Einige Punkte des Fragebogens (s. Anhang II) geben Auskunft darüber, wie die Schülerinnen und Schüler diese Beurteilungsmethode empfunden haben. Mehr darüber ist dem Punkt IV/2 zu entnehmen.

IV) Methoden und Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen und der Datenerfassung

1) Interviews

Es wurden je zwei Schülerinnen und Schüler interviewt. Die wichtigsten Aussagen aus diesen Befragungen sind im Folgenden zusammengefaßt:

- Die Schülerinnen und Schüler hatten Spaß an der Arbeit. Sie fanden das entdeckende Lernen lustig und probierten auch gerne etwas Neues (d.h. nicht durch das Arbeitsblatt Vorgegebenes) aus. *"Es hat alle eher mehr angesprochen."*
- Das gemeinsame Erarbeiten in der Gruppe wird von den Schülerinnen und Schülern geschätzt.
- Selbst Erarbeitetes merkt man sich leichter.
- Beim sturen Auswendiglernen lernt man weniger
- Es nehmen mehr Schülerinnen und Schüler aktiv am Unterricht teil, als beim Frontalunterricht.
- Es gibt weniger Lerndruck.
- *"Nicht Theorie und dann Praxis, sondern Praxis und dann ein bißchen Theorie"*
- Man lernt, *"wie man ein Experiment angeht, wie man selber an etwas herangeht, wie man selber Gesetze herausfinden kann, nicht so sehr irgendwelche Formeln."*
- Der Unterricht ist für beide Seiten abwechslungsreicher.
- *"Die, die sich beim Frontalunterricht berieseln lassen, arbeiten beim Experimentieren intensiver mit, bei der Nachbesprechung nicht."*
- Die Arbeit in der Gruppe wird nicht immer gleichmäßig auf alle Gruppenmitglieder aufgeteilt.
- Diese Arbeitsweise ließe sich mit Doppelstunden besser durchführen, weil man nach dem Experimentieren auch noch Zeit zur Nachbereitung hat.
- Der Versuchsaufbau bereitet des öfteren große Schwierigkeiten.
- Der Protokollführung wurde ein zu große Bedeutung beigemessen, sie wurde zu streng bewertet.

2) Fragebogen

Der Schülerfragebogen (s. Anhang II) lieferte mir auf die im Folgenden aufgelisteten Fragestellungen die entsprechenden Antworten:

- a) Die Akzeptanz dieser Phase des entdeckenden Lernens durch die Schülerinnen und Schüler (Fragen 1 und 4)
Den Schülerinnen und Schülern gefällt diese Arbeitsweise gut und sie macht ihnen mehr Spaß als der Frontalunterricht.
- b) In welchem Ausmaß sind bzw. fühlen sich die Schülerinnen und Schüler bei dieser Art des Unterrichts gefordert ? (Fragen 2 und 3)
Ihr Einsatz ist größer als im Frontalunterricht, und sie finden eine Stunde selbständigen Arbeitens etwas anstrengender als eine Stunde Frontalunterricht.
- c) Wie sehen die Schülerinnen und Schüler den Ertrag, den Erfolg und die Bedeutung eines solchen Arbeitens ? (Fragen 5, 6 und 7)

Sie haben das Gefühl, mehr als beim Frontalunterricht geleistet zu haben. Etwas mehr als die Hälfte von ihnen verstehen einen physikalischen Inhalt besser bzw. viel besser, nachdem sie sich selbständig mit ihm auseinandergesetzt haben.

Die Schülerinnen und Schüler sind größtenteils der Meinung, daß das selbständige Arbeiten für ihr weiteres Leben von großer Bedeutung ist.

- d) Inwieweit beeinflussen äußere Umstände (s. Beschreibung der Klasse) die Schülerinnen und Schüler beim Arbeiten ? (Fragen 8, 9 und 10)

Sie empfanden die Klassensituation in dieser Arbeitsphase als angespannt und waren dadurch etwas negativ beeinflusst. Mehr als die Hälfte von ihnen konnte sich jedoch gut konzentrieren.

- e) Einzelheiten über die Aufgabenstellungen, die Protokollführung, die Gruppengröße und über Fragen, die innerhalb einer Stunde nicht geklärt werden konnten (Fragen 11, 12, 13, 14 u. 15). Die Fragen und Aufgabenstellungen waren für etwas weniger als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler von Interesse.

Konkrete Vorgaben, bzw. Angaben, an denen man sich orientieren kann, werden mehrheitlich gewünscht. Offene Fragen, die auch noch am Stundenende ungeklärt sind, stören die Schülerinnen und Schüler.

Die mehrheitlich gewünschte Gruppengröße sind 3 oder 4 Personen.

Die Protokollführung wird als notwendig empfunden.

- f) Einschätzung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich Lerndruck und Benotung (Fragen 16, 17, 18, 19 und 20)

Beim selbständigen Arbeiten empfinden die Schülerinnen und Schüler weniger Lerndruck als beim Frontalunterricht. Die Benotung wird von gleich vielen Schülerinnen und Schülern als gerecht bzw. als ungerecht empfunden.

Die Bewertung der Protokolle empfanden sie mehrheitlich als gerecht, aber auch als verzichtbar.

- g) Häufigkeit des selbständigen Arbeitens in anderen Gegenständen (Frage 21)

Wie oft wünschen sich die Schülerinnen und Schüler solche Phasen ? (Fragen 22, 23 und 24)

In anderen Gegenständen haben sie selten Gelegenheit zum selbständigen Arbeiten. Man sollte solche Phasen aber ihrer Meinung nach oft einbauen.

Andererseits glauben sie mehrheitlich, daß das selbständige Arbeiten ihre Mitschülerinnen und Mitschüler wenig bis gar nicht anspricht.

Mehr als *die Hälfte jedoch fühlt sich selbst stark angesprochen.*

- h) Inwieweit werden - nach Meinung der Schülerinnen und Schüler - durch diese Arbeitsweise fachspezifische Ziele des Lehrplans erfüllt ? (Frage 26)

Nur wenige der fachspezifischen Ziele des Österreichischen Lehrplans kann man nach Meinung der Schülerinnen und Schüler beim Frontalunterricht besser erreichen als beim selbständigen Lernen:

Fertigkeit im Gebrauch der Mathematik

Fertigkeit in der Lösung einfacher physikalischer Aufgaben

Fähigkeit, physikalische Formeln mit Hilfe bekannter Gesetze oder bekannter Modelle zu erklären

Alle anderen Zielsetzung lassen sich ihrer Meinung nach durch selbständiges Arbeiten besser erreichen.

- i) Wie sehen die Schülerinnen und Schüler die Rolle des Lehrers in einer solchen Unterrichtsphase? (Frage 27)

Der Frontalunterricht erfordert weniger Vor- bzw. Nachbereitungszeit und ist für den Lehrer weniger anstrengend als selbständige Schülerarbeit. Die Beobachtungsmöglichkeit für die Mitarbeit ist ihrer Meinung nach bei beiden Unterrichtsformen *ziemlich gleich*.

3) Unterrichtsbeobachtung durch die Regionalgruppe

Als Einstieg in das Kapitel "Geometrische Optik" wählte ich die beiden Experimente "Harpunieren einer Plastilinkugel" und "Das geldgierige Wasser". In dieser Stunde waren die Mitglieder meiner Regionalgruppe anwesend und beobachteten die Klasse beim Arbeiten. Wir besprachen die Stunde anschließend in der Gruppe, und von jedem Gruppenmitglied bekam ich ein schriftliches Protokoll zu seinen Beobachtungen. Im Folgenden will ich einige, mir wichtig erscheinende Ausschnitte wiedergeben:

- Nach dem Durchlesen der Anleitung (oder auch noch davor) kommt es zu einer Phase des "Spielens" und "Herumprobierens".
- *"Wasser wird irgendwie eine optische Täuschung hervorrufen, nehme ich an."*
Die Idee einer "optischen Täuschung" bzw. einer "Sinnestäuschung" kommt in jeder Gruppe mindestens einmal vor. Eine Gruppe spricht sogar von einem "Zaubertrick".
- Die Schülerinnen und Schüler arbeiten im Team sehr gut zusammen.
- Das Experiment wirkt auf die Schülerinnen und Schüler motivierend.
- Probieren gefällt ihnen besser als zielführende Diskussionen. Eine Schülerin will zu Hause weiterexperimentieren.
- Der Versuch wird mehrmals wiederholt.
- Wenn Ratlosigkeit eintritt, wenn die Gruppe momentan nicht mehr weiterweiß, flüchten sich die Schülerinnen und Schüler in eine genaue Protokollführung und bemühen sich besonders um korrekte Formulierungen.
- Selbst in einer Gruppe von vier gibt es Schülerinnen und Schüler, die sich sehr an der Problemlösung beteiligen, während andere über weite Strecken unbeteiligt bleiben.

4) Persönliche Eindrücke - Auszüge aus dem Forschungstagebuch

In beliebiger Abfolge möchte ich hier Auszüge aus dem FTB wiedergeben, wobei die Namen der Schülerinnen und Schüler willkürlich durch Blockbuchstaben ersetzt sind:

- A; B; C; D; E; I; und J beginnen nicht zu arbeiten.
- Der Begriff "Einfallswinkel" macht größere Probleme.
- C, D und E spielen mit den Spiegeln und kümmern sich nicht um die Anleitung.
- G schreibt etwas Anderes.
- H dreht das Licht im Physiksaal ab, damit ihre Gruppe besser beobachten kann.
- Zwei Gruppen arbeiten mit einem Einfallswinkel von 120° .
- Ich fühle mich sehr entlastet und habe Gelegenheit, die Schülerinnen und Schüler beim Arbeiten zu beobachten. Darüber hinaus kann ich auch noch in das FTB schreiben.
- Ich muß den Schülerinnen und Schülern sagen, sie sollten lieber weniger Punkte, diese aber dafür um so genauer durchnehmen.
- I und J plaudern, ebenso F und G.
- B, D und E lösen ein Mathematikbeispiel.
- Nach 10 Minuten: I und J plaudern noch immer, ihre Kerze ist noch nicht entzündet (auch noch nicht nach 25 Minuten).

- Manche Erkenntnisse der Schülerinnen und Schüler können unter Umständen nicht sofort besprochen werden. (z.B. Astigmatismus schiefer Bündel)
- Man bekommt Übung im Erstellen von Arbeitsblättern.
- Erst in der siebenten Klasse mit dem Experimentieren zu beginnen, ist zu spät!
- Sieben Personen in einer Gruppe sind zuviel.

5) Kommentare zu den Daten aus 1) bis 4)

Die Ergebnisse aus den Schülerinterviews, den Fragebögen und auch diejenigen aus der Unterrichtsbeobachtung durch die Regionalgruppe fallen überwiegend und sehr eindeutig zugunsten der selbständigen Schülerarbeit aus.

Die Schülerinnen und Schüler waren größtenteils mit Freude und Vergnügen an der Arbeit. Sie zeigten Einsatzfreude und hatten den Eindruck, etwas zu leisten. Das selbständige Arbeiten fördert ihr Verständnis und sie haben weniger Lerndruck als im Frontalunterricht.

Verbesserungswürdig ist der Zeitrahmen. Doppelstunden eignen sich für selbständiges Arbeiten besser, da die Nachbereitung unmittelbar nach der Arbeitsphase der Schülerinnen und Schüler erfolgen kann, wie es auch von ihnen gewünscht wird.

Die Frage und Bedeutung der Protokollführung sollte ich für mich noch einmal neu überdenken und vor dem Beginn einer solchen Phase mit der Klasse besprechen, möglicherweise gemäß dem Grundsatz "Weniger ist mehr".

Was meine Eintragungen in das FTB anlangt, so fällt auf, daß ich fast ausschließlich nur jene Eindrücke und Situationen festgehalten habe, die mir mißfallen haben. Eifriges und interessiertes Arbeiten, genaues Beobachten und intensive Beschäftigung mit den Fragestellungen habe ich offensichtlich erwartet und stillschweigend vorausgesetzt. Sie waren zweifellos mehrheitlich vorhanden und schienen mir aber dennoch einer Notiz in meinem FTB nicht wert gewesen zu sein.

Während des dritten Seminars des PFL - Lehrganges hatte ich gemeinsam mit mehreren Kolleginnen und Kollegen die Gelegenheit, im Rahmen einer offenen Fragestellung selbst die Schülerrolle einzunehmen. Das genaue Beobachten unseres Verhaltens nimmt so mancher meiner Eintragungen in das FTB die Schärfe:

- Auch wir begannen nicht sofort zu arbeiten.
- Auch wir mußten uns erst auf das Thema einstimmen.
- Auch bei uns kamen die einzelnen Gruppen unterschiedlich weit bei der Beantwortung der Fragestellungen.
- Auch für uns waren 50 Minuten zu kurz. Wir mußten aufhören, als wir gerade erst so richtig in Schwung gekommen waren.
- Auch wir wollten offengebliebene Fragen sofort beantwortet haben.
- Auch wir hatten trotzdem das Gefühl, dabei etwas geleistet und gelernt zu haben.

6) Konsequenzen für meine zukünftige Arbeit

- In Klassen mit drei Wochenstunden Physik (6. Klasse, 8. Klasse Realgymnasium) möchte ich mich in Zukunft um eine Doppelstunden bemühen. Bei nur zwei Wochenstunden Physik habe ich Bedenken, daß nach Einführung einer Doppelstunde in einzelnen Wochen gar kein Physikunterricht stattfindet, falls dieser eine Tag ausfällt.

- Hinsichtlich der Protokollführung möchte ich versuchen, die Protokolle nicht nach jeder einzelnen Unterrichtsstunde abzusammeln. Möglicherweise ist es auch für die Schülerinnen und Schüler sinnvoll, nicht einzelne Stunden, sondern eher ganze "Arbeitsphasen" (ca 3 - 4 Stunden) auf einmal und übersichtlich zu protokollieren.
- Mehr als vier Personen sollten nicht in einer Gruppe arbeiten.

Diese oben genannten Veränderungen bzw. Neuerungen möchte ich bei meiner Arbeit in Zukunft berücksichtigen.

V) Zusammenfassung

Für mich als Lehrer ergeben sich aus der vorliegenden Arbeit im wesentlichen 3 Gedanken:

- 1) Auch für einen Lehrer wie mich, der schon mehr als 20 Dienstjahre auf dem Buckel hat, ist es notwendig und wichtig, neue Unterrichtsmethoden kennenzulernen und auszuprobieren. Die Gründe dafür mögen sehr vielfältig sein. Sie können zum einen in einer wachsenden Unzufriedenheit mit der eigenen Unterrichtsarbeit liegen und zum anderen in Neugierde, Experimentierfreudigkeit und in der Freude an der Entwicklung neuer Unterrichtsmethoden. Die letzteren Beweggründe waren für mich ausschlaggebend, und ich wünsche mir, daß mich diese Neugierde etc. auch in den nächsten 10 bis 15 Jahren nicht verläßt.
- 2) Unterrichtsmethoden, bei denen die Schülerinnen und Schüler eigenverantwortlich und selbständig arbeiten, die Teamarbeit fördern, die sie selbst etwas entdecken lassen und die ihr Wissen und ihre Fertigkeiten schrittweise vergrößern, müssen entwickelt werden und in immer verstärktem Ausmaß zum Einsatz kommen. Dies scheint mir ein wichtiger Punkt bei der Vorbereitung auf die Berufswelt zu sein.
- 3) Jedes "Experimentieren" mit neuen Methoden, jede Innovation sollte womöglich Hand in Hand gehen mit genauen Beobachtungen, mit dem Erfassen und Auswerten von Datenmaterial. Gerade im Fall der vorliegenden Studie weichen meine eigenen Eindrücke (FTB) in manchen Punkten doch sehr weitgehend davon ab, was Schülerinnen und Schüler empfinden bzw. Kolleginnen und Kollegen beobachten und empfinden.

Mit den Methoden der Aktionsforschung habe ich ein Rüstzeug kennengelernt und in die Hand bekommen, das es mir erlaubt, Unterrichts- und Lernmethoden von möglichst vielen Seiten her zu beleuchten und zu beobachten, und eine einseitige Sichtweise zu verhindern. Nach Absolvierung des PFL - NAWI Lehrganges bin ich mutig genug, mich auch in Zukunft vor Innovationen nicht zu scheuen. Darüber hinaus habe ich aber jetzt auch noch die Möglichkeit, die Effizienz solcher Vorhaben begleitend zu beobachten und zu überprüfen.