

**Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“**

Herausgegeben von der

**Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“**

des Interuniversitären Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung

der Universitäten Klagenfurt, Wien, Innsbruck, Graz

Johann Kuno Mangold

## **Schülerversuche effektiver gestalten**

PFL-Naturwissenschaften, Nr. 72

IFF, Klagenfurt, 2001

Redaktion:  
Helga Stadler

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung vom BMBWK.

# Inhaltsverzeichnis

Abstract / Kurzfassung

## Schülerversuche effektiver gestalten

<b>1. Einleitung</b>	1
<b>2. Methode und Durchführung der Datenerhebung</b>	2
2.1 Der Unterricht	2
2.2 Methoden	3
<b>3. Ergebnis und Interpretation der Daten</b>	4
3.1 Der Schülerfragebogen:	4
3.2 Analyse der Videoaufnahme	5
3.2.1 Analyse einer Videoszene (ohne Transkript)	5
3.2.2 Analyse einer Videoszene (Mädchengruppe) unter zu Hilfe- nahme des Transkripts 1	5
Mein Gespräch mit der Schülergruppe	5
3.3 Analyse des Transkripts 2: Arbeitsgespräch einer Bubengruppe (aus einer Aufnahme mit einem Kassettenrecorder)	6
Meine Anweisung an die Klasse	6
3.4 Beobachtung des Videos aus Schülersicht	7
3.5 Unangekündigte schriftliche Überprüfung des Wissens	7
3.6 Auswertung der Testfrage	8
<b>4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</b>	8
<b>5. Danksagung</b>	10

<b>Anhang</b>	11
A1 Eingangsfragebogen	11
Auswahlfragen:	11
Offene Fragen	11
Auswertung Mädchen	12
Auswertung Buben	12
A2 Transkript 1: Aus einer Videoaufzeichnung der Stunde	14
A3 Transkript 2: Aus einer Kassettenrecorderaufzeichnung an einem Arbeitsplatz	16
A4 Beobachtung des Videos aus Schülersicht (statistisch)	19
Verbale Auswertung der Schülervideoanalyse:	20
A5 Auswertung der Testfrage	23
A6 Arbeitsblatt	24
A7 Testblatt	25
<b>Literatur</b>	26

# **Schülerversuche effektiver gestalten**

(Abstract / Kurzfassung)

Schülerübungen stellen einen wichtigen Bestandteil in meinem Physikunterricht dar. Sind sie aber dazu angetan, das physikalische Verständnis der Schüler/innen zu vertiefen oder bedeuten sie nur eine "gemütliche Stunde" für die Schüler/innen? Meine Prüfungsfragen zu Themen, die in Schülerversuchen erarbeitet wurden, konnten von Schüler/innen nicht besser beantwortet werden als Fragen zu Themen, die im Frontalunterricht abgehandelt wurden. Um herauszufinden, woran das liegt, habe ich mittels Fragebögen, Videoaufnahmen und Transkripten sowie Wissenstests einen Abschnitt meines Unterrichts, den die Schüler in Form von Schülerübungen erarbeiten mussten, untersucht.

Die Auswertung der Daten in Bezug auf Motivation und Lernergebnis zeigte, dass die Schülerversuche bei den Schüler/innen, so wie ich es erwartet hatte, sehr beliebt waren und wie schon in früheren Fällen war auch hier der Ertrag bei der Überprüfung des Wissens mittels eines Tests ernüchternd. Die mit Hilfe der Regionalgruppe durchgeführte Analyse der Arbeitsblätter und der Tests ergab, dass eine mögliche Ursache darin zu sehen sein könnte, dass die inhaltliche und methodische Gestaltung der Arbeitsblätter das Lernen der Schüler/innen nicht optimal unterstützt hat und die Arbeitsblätter nur zum Teil als Vorbereitung auf die Testfragen dienen konnten. Die Daten ergaben aber auch wichtige Hinweise darauf, wie der Gruppenunterricht durch organisatorische Maßnahmen und durch gezieltere Interventionen meinerseits verbessert werden könnte.

Johann Kuno Mangold

BG Blumenstraße 4

6900 Bregenz

e-mail-Adresse: [jk.mangold@vol.at](mailto:jk.mangold@vol.at)

# 1. Einleitung

Für mich sind die Schülerübungen ein wesentlicher Bestandteil des Physikunterrichts seit 1985, als wir in unserer Schule die Übungssätze bekamen und erstmals die Möglichkeit hatten Schülerübungen durchzuführen. Der subjektive Eindruck, dass die Schüler dies ganz gerne als Abwechslung haben, dabei aber auch in Bezug auf ihr Verständnis profitierten, wurde zum Teil durch einzelne Rückmeldungen von ehemaligen Schüler/innen verstärkt, zum Teil durch Berichte von Medizinstudent/innen, die erzählten, dass sie sich bei den physikalischen Übungen, die ziemlich am Beginn des Medizinstudiums stehen, relativ leicht tun.

Wenn ich aber den aktuellen Unterricht evaluiere und dabei feststelle, dass bei Testfragen zu Schülerversuchen die Ergebnisse nicht besser sind als bei Themen, die in anderen Unterrichtsformen erarbeitet wurden, widerspricht dies meinen Erwartungen. Die Frage, warum die Schüler/innen nach Schülerversuchen bei Tests nicht besser abgeschnitten haben, konnte ich für mich nicht beantworten. Aufgrund meiner bisherigen Erfahrungen vermutete ich, dass eine Reihe von Aspekten dafür verantwortlich sind, wie etwa die Gruppen- und Klassengrößen, zeitlicher Druck, Schwierigkeiten mit den Geräten.

Als Lehrer entwickelte ich die Vorstellung, dass ich den Lehrplan möglichst erfüllen sollte, was mich bei der Stofffülle des Physiklehrplans meist unter Zeitdruck bringt. Fallen dann, aus welchen Gründen immer, noch Stunden aus, sei es, weil die Klasse nicht da ist oder ich wegen einer Fortbildungsveranstaltung verhindert bin, überlege ich mir, wo ich die Zeit einholen kann. Was im Schülerexperiment durchgeführt werden kann, ist als Lehrerexperiment meist schneller und - im Ergebnis oft präziser - auszuführen. Außerdem kann ich mir bei Lehrerexperimenten den Arbeitslärm, der sich bei Schülerversuchen meist ergibt, ersparen.

Dieses Für und Wider beschäftigt mich seit längerer Zeit. Im Mittelpunkt der vorliegenden Studie stehen daher zunächst folgende Fragestellungen:

- Führen die Schülerexperimente in meinem Unterricht zu einem besseren Verständnis in diesem Stoffgebiet?
- Empfinden sie die Schüler als Bereicherung?
- Fördern sie Eigenständigkeit im Problemlösen?

Im Verlaufe der Untersuchung stellte sich heraus, dass die verwendeten Untersuchungsinstrumente nur zum Teil geeignet waren, Hinweise zu geben, wie die genannten Fragestellungen zu beantworten wären. Statt dessen erhielt ich einige nützliche Hinweise darauf, wie ich den Unterricht mit Schülerübungen verbessern kann, um ihn für die Schüler, was das Lernergebnis betrifft, erfolgreicher zu gestalten.

## 2. Methode und Durchführung der Datenerhebung

### 2.1 Der Unterricht

Im Jänner 2001 kündigte ich meiner 7. Klasse Realgymnasium an, dass ich bei ihnen eine Analyse des Unterrichts mit Schülerübungen durchführen möchte. Mit der Klasse komme ich gut aus. Die Klasse war damit einverstanden, dass ich ihre Arbeit bei Schülerversuchen untersuche.

Ich wählte für meine Untersuchung das Thema Beugung. Im Unterricht hatte ich in Form von Frontalunterricht die Beugung am Doppelspalt besprochen. Ich gab den Hinweis, dass die Beugung am Gitter nach denselben Gesetzmäßigkeiten abläuft wie am Doppelspalt (Beugungsmaxima und Minima) und kündigte für die nächste Stunde die Schülerübungen an. Das Arbeitsblatt (s. Anhang) dazu sandte ich den Schüler/innen bereits einige Tage vorher per e-Mail, so dass die Schüler/innen die Unterlagen bereits hatten.

Ziel der Schülerübung war es, zu entdecken, unter welchen Bedingungen es zu Beugungserscheinungen des Lichts kommt, wovon das Aussehen des Beugungsspektrums abhängt und wie mit Hilfe relativ einfacher optischer Methoden sehr kleine Größen (Strecken) messbar sind.

Um dieses Ziel zu erreichen, sollten die Schüler/innen

- eine qualitative Aufgabe lösen, bei der mit 2 verschiedenen optischen Gittern zunächst die Beugungserscheinungen bei monochromatischem Licht zu beobachten waren. Bei Entfernung des Farbfilters waren Beugungsspektren zu beobachten.
- eine quantitative Aufgabe ausführen. Mit Hilfe eines feineren Gitters (Rowlandgitter 600 Striche/mm) sollte die Wellenlänge einzelner Farbbereiche einer weißen Lichtquelle ermittelt werden. Die Farbbereiche werden durch Farbgeläser, die in den Strahlengang gebracht werden, festgelegt. (vgl. Anhang Arbeitsblatt)

**Die Physikstunde am 8. 3. 2001, 8.00 Uhr bis 8.50 Uhr, Physiksaal 1, BG Blumenstraße:**  
Die Schüler/innen hatten in einer der vorherigen Stunden die Beugung am Doppelspalt durchgenommen. Die Schüler/innen hatten die Arbeitsblätter schon dabei. Die Arbeit wurde in 5 Gruppen (2x3 und 3x4) ausgeführt. Vorgabe war, dass reine Mädchen- und Bubengruppen zu bilden sind. Dies praktiziere ich schon längere Zeit so, weil ich den subjektiven Eindruck habe, dass es bei gemischten Gruppen öfter zu einer von mir unerwünschten Arbeitsteilung in der Form kommt, dass die Buben den experimentellen Teil durchführen und die Mädchen die Messergebnisse aufschreiben.

So ergaben sich eine Mädchengruppe mit 4 Schüler/innen und 4 Bubengruppen.

Die einzelnen Gruppen führten die Versuche durch und berechneten die Wellenlängen, wobei die Ergebnisse zwar von der Größenordnung (10-er-Potenz) her stimmten, der Messfehler aber doch bis zu 25% ausmachte. Eine der Gruppen war relativ rasch fertig und so beauftragte ich sie noch die Wellenlänge des He-Ne-Lasers zu messen, wobei sie den Laser und das Gitter auf dem Lehrerpult aufstellten und eine gegenüberliegende Wand als Projektionsfläche nutz-

ten. Sie kamen dabei auf einen Wert von 634 nm, was einer Abweichung von 1,2 nm entspricht. Dabei konnten sie sehen, dass durch Vergrößern der Abstände der Winkel viel genauer bestimmbar ist. Nach Verräumen der Übungsgeräte war leider keine genauere Besprechung der Ergebnisse von allen Gruppen mehr möglich, da die Schüler gedanklich schon in der nächsten Unterrichtsstunde waren. Die Schüler hatten im Anschluss an die Stunde eine 2-stündige Informatikschularbeit. Dieser Umstand war für den Unterrichtsertrag nicht gerade stimulierend. Ich habe leider erst spät davon erfahren und konnte die Stunde nicht verschieben. Außerdem wollte ich für das Regionaltreffen am darauffolgenden Wochenende Daten sammeln. Ein Schüler meinte zwar, dass der Schülerversuch eine entspannte Atmosphäre biete und dies gut als Einstimmung für die Schularbeit sei. Dies sei erwähnt, weil der Schulalltag tatsächlich von vielen solchen Parametern bestimmt ist.

## 2.2 Methoden

Um die in der Einleitung genannten Fragen beantworten zu können, wählte ich folgende Methoden:

- Einen Schüler-Fragebogen, um zu erfahren, wie Schüler/innen Schülerversuche wahrnehmen.
- Eine Videoaufnahme der Stunde mit Schülerübungen, um die Arbeit der Schüler/innen und meine Arbeit zu beurteilen. Der Schüler, der das Video aufnahm, bemühte sich einen repräsentativen Querschnitt zu bekommen, indem er alle Gruppen eine Zeit lang aufnahm. Da zu diesem Schülerversuch ziemlich abgedunkelt werden musste, ist die Bildqualität natürlich nicht besonders gut. Trotzdem kann man einen gewissen Eindruck von der Arbeit gewinnen und brauchbare Informationen entnehmen. Ich gab dazu keinerlei Anweisung. Ich fragte die Schüler/innen nur, ob sie mit der Aufnahme einverstanden sind. Sie sollen nach Möglichkeit so arbeiten, wie sie sonst arbeiten.
- Kurzes Transkript aus dem Video (Mädchengruppe).
- Aufnahme des Arbeitsgesprächs einer Bubengruppe mit dem Kassettenrekorder.
- Transkript dieses Arbeitsgesprächs.
- Analyse des Videos durch die Schüler in der nächsten Stunde. Die Idee dazu kam bei einem Treffen meiner Regionalgruppe in Innsbruck. Dazu stellte ich den Schülern 9 Fragen. Leider musste ich bei der Auswertung erkennen, dass die Fragen nicht sehr offen gehalten waren und sie die Schüler verleiteten einfach mit Ja oder Nein zu antworten.
- Eine unangekündigte schriftliche Überprüfung des Wissens über den Inhalt der Schülerübung ebenfalls in der nächsten Stunde.
- Eine fast gleichlautende Frage wie bei der unangekündigten Überprüfung dazu in einem normalen, angekündigten Physiktest etwa eineinhalb Monate später.

## 3. Ergebnis und Interpretation der Daten

### 3.1 Der Schülerfragebogen:

Die Schülerübungen werden von den Schüler/innen durchwegs positiv aufgenommen. Stellt man die Schüler/innen vor die Wahl zwischen Schülerübung und Lehrervortrag, so heißt der Sieger eindeutig Schülerübung. Die Schüler/innen sind der Meinung, dass sie Stoffgebiete, die in Form von Schülerübungen behandelt werden, besser verstehen und dabei selbständiger beim Lösen von Problemen werden.

Der größere Teil der Klasse schätzt sich als "aktiver Partner" im Team ein. Dies deckt sich durchaus mit meinen Beobachtungen in dieser Klasse. Die Schülerübungen geben ihnen die Möglichkeit Teamarbeit zu üben. Die Schüler/innen sehen auch, dass die Gefahr besteht, bei den Übungen durch Mitschüler abgelenkt zu werden. Die Einteilung in reine Mädchen und Bubengruppen wird besonders von den Mädchen, die in dieser Klasse eine Minderheit sind, abgelehnt.

Mit den Angaben zu den Übungen kommen die meisten zurecht. Darüber, ob die Aufgabenstellungen eher rezeptartig oder offener sein sollten, gab es keine eindeutige Aussage.

Bei den freien Antworten wird von einigen Schüler/innen das selbständige Lernen und die Abwechslung Theorie – Praxis betont. (vgl. Anhang Eingangsfragebogen Frage 11 Auswertung Buben)

*Lockert den Unterricht auf, nicht so theoretisch.  
Damit man nicht nur Theorie macht, sondern auch praktische Übungen dazu.  
Dass man selber die Theorie in Praxis umwandeln kann.*

*Das selbständige Arbeiten ist eine wichtige Erfahrung und lässt die Schule nicht immer so theoretisch erscheinen.  
Dass man selbständig das Erlernte anwenden muss.  
Wenn man fertig ist, kann man noch selber Sachen ausprobieren -> neue Erfahrungen.*

*Nähe zur Praxis, man versteht den Sinn von Physik eher in einem Versuch, als nur mit grauer Theorie.*

Wichtig sind für sie auch verständliche Angaben und die Nachbesprechung der Übung. Als Anregungen empfehlen einzelne Schüler mehr praxisnähere Experimente, kleinere Gruppen und etwas mehr Zeit für die Durchführung. Einzelnen Schülern missfallen die veraltete Ausrüstung und die teilweise langweiligen Versuche. Mehrere beklagen sich über das Stören durch Mitschüler/innen. Die Mädchen sehen ein gewisses Konkurrenzverhalten und ungleich starke Teams als Nachteil.

## 3.2 Analyse der Videoaufnahme

### 3.2.1. Analyse einer Videoszene (ohne Transkript)

Das Video zeigte, dass sich die Schüler/innen durch das Video kaum stören ließen. Was mir beim Betrachten des Videos auffiel, war

1. der Zeitfaktor: Das Herholen der Geräte aus dem Schrank, der sich im Physiksaal selbst befindet dauert bei einigen Gruppen ca. 3 min. Die schnellste Gruppe dagegen hat bereits nach etwa dreieinhalb Minuten den Spalt scharf abgebildet, während die anderen erst herumprobieren. Etwa 7 min vor Schluss sind alle Geräte wieder verräumt. Einige sind noch am Rechnen. Etwa die Hälfte der Schüler/innen wartet aber nur noch das Ende der Stunde ab und will auch nicht mehr die Ergebnisse vergleichen. Da die Schüler/innen anschließend eine zweistündige Informatikschularbeit hatten, war dies zwar verständlich, trotzdem bleibt mir ein gewisses Unbehagen, dass diese Zeit nicht besser genutzt wird. Dieses Unbehagen verspüre ich auch üblicherweise im Unterricht, doch sieht man sich das Video an, wird dies besonders deutlich vor Augen geführt.
2. Vor allem aber ist zu erkennen, dass diese Art von Unterricht für die Schüler/innen nichts Neues ist und sie doch recht vertraut mit den Übungsgeräten sind.

Enttäuschend fand ich, dass ich in den einzelnen Sequenzen nur andeutungsweise die individuelle Arbeitsweise der einzelnen Gruppen erkennen konnte. Die einen arbeiten ziemlich zielgerichtet zu einem Ergebnis hin, während andere doch zeitweilig unschlüssig herumstehen. Für eine genauere Untersuchung müsste man die Kamera während des ganzen Versuchs auf eine Gruppe gerichtet haben.

### 3.2.2. Analyse einer Videoszene (Mädchengruppe) unter Zuhilfenahme des Transkripts 1

Das Transkript 1 stammt aus einem Ausschnitt, bei dem ich bei der einzigen Mädchengruppe vorbeischaute. Die Szene lieferte eine einigermaßen gute Tonqualität, so dass die Transkription möglich war. Die anderen Szenen waren nicht so zusammenhängend.

#### Mein Gespräch mit der Schüler/innengruppe

Gleich zu Beginn ist zu bemerken, dass ich ziemlich zielorientiert auf die Ergebnisse hinarbeite und die Schüler/innen mit Anweisungen und Fragen überfalle. (vgl. Anhang Transkript 1 Zeitzähler 14.50).

Lehrer: *Jetzt müsstet ihr halt schauen, dass ihr das Beugungsmaximum Nullter Ordnung und das 1. Ordnung, dass ihr die noch auf den Schirm bringt.*

Lehrer: *Den Schirm vielleicht ein bisschen näher herfahren oder das.*

Lehrer: *Wie könnte man das noch erzielen?*

Lehrer: *Indem man das? ..*

Lehrer: *Tust du den Schirm auf die optische Bank ..*

Meine Anweisungen und Fragen wirken auf mich sehr hektisch und ungeduldig. Das Gespräch mit den Schülerinnen läuft nach dem Muster des fragend entwickelnden Unterrichts - hier in der Kleingruppe - ab. Im Gesprächsverlauf ist zu erkennen, dass die Schülerin Sabrina durchaus richtige Sachverhalte erkennt: (Transkript 1 ab Zeitzähler 15.18 – 15.45)

Lehrer: *Was ist der weiße Streifen auf dem Schirm?*  
 Sab: *Ist es Nullter Ordnung? [Gedankenpause] Also das Beugungsmaximum 0.-ter Ordnung.*  
 Lehrer: *Richtig*  
 Sab: *Und das ist erster Ordnung?...*  
 Lehrer: *Das Beugungsmaximum erster Ordnung zeigt sich als?*  
 Sab: *... als Regenbogen*  
 Lehrer: *Ja als Spektrum. da werden die Farben bereits aufgespalten.*

Dieser Dialog, der nur zwischen mir und Sabrina stattfindet – die anderen Gruppenmitglieder nehmen nicht daran teil – zeigt, dass ich in dieser Phase den Schülerinnen keine Gelegenheit gebe, die Phänomene selber zu beschreiben und damit der Erkenntnisprozess zu kurz kommt. Ich interpretiere dieses Gespräch so, dass ich versuche Leerlauf zu verhindern. Im Unterricht empfinde ich allgemein Leerläufe als unangenehm, weil sie die Schüler gerne dazu animieren, sich nichtunterrichtlichen Tätigkeiten oder Gesprächen zu widmen. Andererseits ist es aber wichtig, dass die Schüler/innen die Chance des Selbsterkennens bekommen. Im gegenständlichen Fall waren aber bestimmt die gewährten Gedankenpausen zu kurz.

### **3.3 Analyse des Transkripts 2: Arbeitsgespräch einer Bubengruppe (aus einer Aufnahme mit einem Kassettenrekorder)**

Bei der Durchsicht des Transkripts 2 ist zu erkennen, dass die Bubengruppe recht selbständig arbeitet und auch die gewünschten Ziele, das Erkennen von Beugungsspektren und das Ermitteln der Wellenlänge von verschiedenen Spektralfarben, erreicht. Die Lehrerinterventionen sind bei weitem nicht so massiv wie im vorigen Abschnitt bei der Mädchengruppe. (siehe Abschnitt 3.2.2). Aber auch hier ist zu erkennen, dass ich eher ungeduldig bin, d. h. man gewinnt den Eindruck, dass ich es kaum erwarten kann, dass die Schüler das Phänomen sehen.

#### **Meine Anweisungen an die Klasse**

Ein weiterer Aspekt fiel mir beim Anhören der Kassette auf. (s. Anhang Transkript 2 Zählerstand 180) Meine Stimme wird etwas lauter und ich kann folgenden Text hören:

Lehrer: *Bitte geht jetzt zur Messung der Wellenlänge über! Messt den Abstand vom Gitter zum Schirm und dann den Abstand der Beugungserscheinungen auf dem Schirm und zwar jeweils zu der gewählten Farbe hin.*

Hier wird ein Hinweis für die ganze Klasse gegeben. Was ist jedoch, wenn keiner zuhört? Dazu habe ich mir auch die entsprechende Stelle im Video genauer angesehen, bzw. angehört. (vgl. Transkript 1: Zeitzähler 13.56 min bis 14.23 min) Die Kamera ist zunächst bei der vorhin erwähnten Bubengruppe und wechselt dann zur Mädchengruppe.

Lehrer beginnt mit lauter Stimme

Lehrer: *Bitte geht jetzt zum Messen der Wellenlänge .....*

Sab: *Da messen wir das a und das l*

Sab: *Habt ihr schon alles festgestellt, was festgestellt werden muss?*

Man hört den Lehrer im Hintergrund mit lauter Stimme: *vom Gitter zum Schirm und dann den Abstand der Beugungserscheinungen...*

[Verschiedene Schüler sagen etwas ]  
Der Lehrer ist mit seinen allgemeinen Ausführungen fertig.

Daraus erkenne ich, dass sich zum Beispiel die Mädchengruppe trotz der laueren Stimme des Lehrers überhaupt nicht angesprochen fühlt und ihrer eigenen Arbeit nachgeht. Wie die anderen Gruppen darauf reagierten konnte ich dem Datenmaterial leider nicht entnehmen. Aus dem Arbeitslärm während meiner Erklärungen schließe ich aber, dass auch die anderen Gruppen sich nicht angesprochen fühlten. Am ehesten noch die in der Bubengruppe, von der ich das Transkript 2 anfertigte, weil es dort thematisch passte, weil ich mich gerade dort befand. (vgl. Anhang Transkript 2 ab Zählerstand 180 – 208)

### **3.4 Beobachtung des Videos aus Schülersicht**

Die Schüler/innen empfanden, dass sie sich durch die Videoaufnahme kaum beeinträchtigen ließen. Manche erkennen ein etwas anderes Verhalten, manche sind etwas "aufgedreht". Ein Schüler meint, dass das Video die Arbeit fördert, dass man sie ernster nehme.

Mehrere stellten fest, dass es ziemlich laut ist.  
Die Schüler hatten den Eindruck, dass sie die gegebenen Arbeitsanweisungen größtenteils verstanden hatten.

Zum Lehrerverhalten im Video erwähnten 8 von 18 Schüler/innen, dass der Lehrer hilfsbereit ist. Einige gaben an, dass Freiräume vorhanden waren und dass man sie zum Experimentieren und Ausprobieren nutzen konnte.

### **3.5 Unangekündigte schriftliche Überprüfung des Wissens**

In der unmittelbar darauffolgenden Stunde am 13. 3. 2001 führte ich eine kurze schriftliche Mitarbeitüberprüfung zum Thema der letzten Stunde durch. Die Testfrage lautete:

*Wie bestimme ich die Wellenlänge einer monochromatischen Lichtquelle?*

Die Antworten dazu waren für mich eher enttäuschend:

Von 18 abgegebenen Fragebeantwortungen ließen 7 Antworten auf ein Verständnis des Versuchs schließen. Ein 8. Schüler lieferte neben einer richtigen Formel auch eine teilweise brauchbare Skizze, verwechselte aber bei der Beschreibung die Beugung mit der Brechung. 2 Schüler/innen gaben nur eine völlig irrelevante Skizze ohne jegliche Erklärung ab. 4 Schüler/innen lieferten eine mangelhafte Skizze mit einer mangelhaften Beschreibung. 4 Schüler/innen lieferten nur eine falsche Erklärung bzw. gar nichts.

Dies ergibt 44% positive Antworten. 56% mangelhafte bis falsche Antworten.

### 3.6 Auswertung der Testfrage

Am 26. 4. 2001, also 7 Wochen nach dieser Schülerversuchsstunde führte ich einen Test zum Thema Optik durch. Für die Untersuchung bedeutsam war folgende Aufgabenstellung: (vgl. Anhang Testfrage)

*Du willst die Wellenlänge einer monochromatischen Lichtquelle bestimmen.*

*a) Wie sieht der Versuchsaufbau schematisch aus? Was brauchst du dafür?*

*b) Was musst du messen um die Wellenlänge bestimmen zu können?*

Bei der Auswertung fiel zunächst auf, dass bei der genannten Aufgabe am wenigsten Punkte erreicht wurden, nämlich nur 42% der möglichen Punkte, während im Gesamtschnitt 54% der erreichbaren Punkte erzielt wurde.

Eine genauere Analyse ergab folgendes Bild:

Teil a) zum Versuchsaufbau machte besonders große Schwierigkeiten, nur 32% der Punktzahl wurde erreicht, während Teil b) mit 59% der erreichbaren Punkte mit den anderen Aufgaben des Tests vergleichbar war. Dieses Ergebnis könnte mehrere Ursachen haben.

Der Schülerversuch war zweiteilig, erstens das Beugungsspektrum zeigen, zweitens die Wellenlänge des Lichtanteils einer weißen Lichtquelle, der ein bestimmtes Farbglas passieren kann, bestimmen. Wenn diese beiden Arbeiten auch unmittelbar in einem fachlichen Zusammenhang stehen, sahen die Schüler das als getrennte Phänomene an und reproduzierten in ihren Antworten nur jenen Teil des Arbeitsblattes, der sich mit der Wellenlängenbestimmung befasste. Unter "Beschreibung des Versuchsaufbaus" verstanden sie dann die Skizze zur Messung des Winkels. (vgl. Anhang Arbeitsblatt)

Es könnte also sein, dass sie auf den Begriff Wellenlängenbestimmung hin alles, was dazu auf dem Arbeitsblatt unter dieser Überschrift steht, hingeschrieben haben, d.h. auf Reizworte hin ein eingelerntes Bild aus dem Gedächtnis abriefen. Das Wiedergeben des Versuchsaufbaus verknüpften die befragten Schüler/innen vermutlich mit den komplizierten Strahlengängen durch die optischen Bauteile und ließen lieber die ganze Zeichnung weg. Dabei kam es mir im Wesentlichen darauf an, dass sie mir nennen können, welche Bauteile gebraucht werden und wie man das Beugungsspektrum erhält. Vermutlich erschien die Zeichnung beim Lernen schon zu schwierig und wurde daher erst gar nicht genau angeschaut.

## 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Auf die Frage, ob die Schüler/innen die Schülerversuche als Bereicherung empfinden und ob sie – aus der Sicht der Schüler/innen - deren Eigenständigkeit fördern, erhielt ich bei der Untersuchung durchwegs positive Antworten. Die Schüler/innen schätzen eine Abwechslung im Unterricht. Aus einigen freien Antworten zum Fragebogen (Anhang Eingangsfragebogen) geht hervor, dass die Schüler/innen die Schülerversuche als Möglichkeit zum selbständigen Problemlösen sehen. Den Eindruck der Schüler/innen bestätigte auch das Video und das Transkript 2 der Kassettenrekorderaufzeichnung: Sie ließen erkennen, dass die Schüler/innen über weite Strecken die Versuche selbständig aufbauten und Arbeitsanweisungen durchlasen.

Die Frage, ob die Schülerübungen zu einem höheren Verständnis beitragen, ergab zunächst ein widersprüchliches Ergebnis.

- Die Schüler/innen sind, wenn ich die Fragebogenergebnisse heranziehe (siehe Anhang Eingangsfragebogen Frage 3) zwar überwiegend der Meinung, dass Schülerversuche zu einem besseren Verständnis führen und auch die Antworten zu den offenen Fragen des Fragebogens belegen dies recht deutlich.
- Bei Überprüfung des Wissens zu diesem Sachgebiet in der herkömmlichen Weise in Testform, konnte ich feststellen, dass die Schüler/innen diese Stoffgebiete ähnlich wie andere nicht im Schülerversuch durchgenommene Themen lernen. Sie lernen, was zu einer Überschrift in ihren Unterlagen steht, vergessen aber auf die Querverbindungen bzw. Hinweise "Versuchsaufbau wie vorhin", weil dieser etwas komplizierter aussieht. (vgl. Anhang Arbeitsblatt).

Ein Interpretationsansatz könnte sein, dass ich die Arbeitsform und die Testform besser aufeinander abstimmen muss. Einen konkreten Hinweis dazu erhielt ich aus einem Gespräch mit meiner Regionalgruppe: Die am Aufgabenblatt skizzierten Aufgaben widerspiegelten nur einen Teil der experimentellen Aufgabenstellung. Die Aufgaben des Tests bezogen sich nun auf das Experiment, hatten aber keine Entsprechung im Arbeitsblatt. Ein wichtiger mir selbstverständlich erscheinender Gedankenschritt fehlte den Schüler/innen und sie gaben diesem auch keine Bedeutung, da sie ihre Aufgabe im Experiment ja gelöst hatten. Diesem Umstand könnte durch eine einfachere Aufbauskizze auf dem Arbeitsblatt begegnet werden. Überhaupt dürfte der Gestaltung des Arbeitsblattes eine wichtige Rolle zukommen, der ich mich in Zukunft mit besonderem Augenmerk widmen werde. Die bisherigen Arbeitsblätter waren eine Art Versuchsbeschreibung mit ein paar Fragen, die zu beantworten sind. Ich habe mich dabei teilweise an die Versuchsmappen zu den Schülerübungsgeräten angelehnt und versucht, eine Versuchseinheit auf ein DIN A4-Blatt zu bringen. (Einsparen von Kopien). Hier könnte eine Trennung in Gerätebeschreibung und ein Arbeitsblatt mit klar strukturierten Aufgabenstellungen die Schüler/innen mehr zur Selbständigkeit im Lösen von Aufgaben hinführen und sie beim Lernen auf Tests mehr unterstützen.

Ein Testergebnis der oben beschriebenen Art besagt natürlich auch nichts über andere zentrale Aspekte des Lernens, wie Motivation, Eigenständigkeit im Problemlösen oder Üben der Teamfähigkeit.

Aus der Analyse der Videoszenen und der Transkripte habe ich die Erkenntnis gewonnen, dass ich den Schüler/innen doch manchmal etwas mehr Zeit lassen muss, dass sie selber Dinge erkennen können. Des weiteren werde ich darauf achten, dass meine Interventionen bei einer selbständig arbeitenden Gruppe diese nicht zu sehr einengen und ich den Schüler/innen mehr Freiheit gebe. Der fragend entwickelnde Unterricht erweist sich hier als besonders problematisch.

Auch im organisatorischen Bereich habe ich durch die Untersuchung Verbesserungsmöglichkeiten entdeckt. Bei Schülerexperimenten gelingt es während der Experimentierphase schwer, allgemeine Hinweise für alle zu geben, da die meisten nicht genau an derselben Stelle des Problems arbeiten. Diese werde ich nach Möglichkeit in Zukunft unterlassen. Wenn es einmal notwendig sein sollte, werde ich durch ein vorher vereinbartes Zeichen versuchen einen Anker zu setzen. Dies sollte vorher vereinbart werden. Z. B. Klatschen in die Hände oder Strom abschalten bei Gefahr in Verzug, wenn mehrere etwas falsch machen, was zur Schädigung von Versuchsgeräten führen kann. Das Wichtigste aber ist, dass klare Anweisungen am Beginn gegeben werden.

Insgesamt fand ich die Arbeit sehr interessant und aufschlussreich, habe ich doch so manchen blinden Fleck bei der Durchführung von Schülerübungen herausgefunden, an dessen Bearbeitung ich für die nächste Zeit eine neue Aufgabe finde.

Die Schülerübungen werden nach wie vor einen wichtigen Stellenwert in meinem Unterricht einnehmen. Darin wurde ich durch diese Untersuchung bestärkt. Weitere Bestätigungen lieferten mir die Beschäftigung mit der Literatur, wo z.B. die Schülerversuche als *„Maßnahme mit relativ hoher Effektivität gegenüber dem Normalunterricht“* (Häußler u. a. 1998 S. 157 ff.) eingestuft werden.

## **5. Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich den Schüler/innen der 7r Klasse des BG Blumenstraße für die gute Kooperation bei dieser Untersuchung danken. Den Mitgliedern der Regionalgruppe möchte ich für die *„kritische Freundschaft“* danken, vor allem meinem Kollegen Mag. Johannes Schüssling, der mir die Arbeit gegenlas. Mein besonderer Dank gilt aber Frau Mag. Helga Stadler für die umsichtige Betreuung, die vielen Ratschläge und Hilfestellungen bei der Erstellung dieser Arbeit.

## Literatur:

- 1) Muckenfuß, Heinz: Lernen im sinnstiftenden Kontext, Cornelsen Verlag, Berlin, 1. Auflage 1995
- 2) Altrichter, Herbert; Posch, Peter: Lehrer erforschen ihren Unterricht, Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung; Julius Klinkhardt, Bad Heilbronn, 3. Auflage 1998
- 3) Häußler, Peter; Bündler, Wolfgang; Duit, Reinders; Gräber, Wolfgang; Mayer, Jürgen: Perspektiven für die Unterrichtspraxis, Naturwissenschaftsdidaktische Forschung; IPN, Kiel 1998