



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

S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“

EXPERIMENTE BEI PHYSIKSCHULARBEITEN

ID 1115

Mag. Dr. Michael Schwarzer

**BG/BRG Reutte
Gymnasiumstr. 10
6600 Reutte/Tirol**

Reutte, Juli 2008

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
1 EINLEITUNG	4
1.1 Ausgangssituation.....	4
1.1.1 Motivation.....	4
1.1.2 Die Situation in der Klasse	6
1.1.3 Das Experiment in der didaktischen Literatur.....	6
1.2 Ziele des Projekts	7
2 DURCHFÜHRUNG	9
2.1 Zeitlicher Ablauf	9
2.2 Die Vorbereitung	9
2.3 Die Hausübungsbox.....	10
2.4 Die Schularbeiten.....	10
3 ERGEBNISSE	12
3.1 Interviews.....	12
3.2 Die Schularbeiten.....	13
4 REFLEXION UND AUSBLICK	15
4.1 Reflexion	15
4.1.1 Warum sind Experimente bei Schularbeiten sinnvoll?	15
4.1.2 Auswahl der Experimente	16
4.1.3 Schularbeiten	17
4.1.4 Übungsmöglichkeiten.....	18
4.2 Ausblick.....	19
4.2.1 Welche Ziele sollte man verfolgen?	19
4.2.2 Matura.....	19
4.2.3 Zusammenfassung	20
5 LITERATUR	21
6 ANHANG	22

ABSTRACT

Das Gesamtprojekt besteht aus drei Teilen. Im Schuljahr 2007/08 wurden in einer 7.Klasse bei zwei der drei Physikschularbeiten je eine experimentelle Aufgabe gestellt. Im Schuljahr 2008/09 wird im Rahmen eines Folgeprojektes bei den Schularbeiten und bei der schriftlichen Reifeprüfung ein Experiment durchgeführt. In weiterer Folge sollen die Ergebnisse dann verbreitet werden.

Die Ergebnisse des heurigen Projektes zeigen, dass die Auswahl an Experimenten, die direkt zum Lehrstoff der Schularbeit passen, begrenzt ist. Es erscheint daher sinnvoll themenunabhängige Experimente anzukündigen. Außerdem sollten Schüler/innen schon in der 5. und 6. Klasse auf praktische Leistungsfeststellungen vorbereitet werden. Die Schüler/innen finden die neue Form der Schularbeiten angenehm, vor allem weil die Schularbeiten nicht mehr reine Schreivarbeiten sind!

Schulstufe: 11. Schulstufe

Fächer: Physik

Kontaktperson: Mag. Dr. Michael Schwarzer

Kontaktadresse: BG/BRG Reutte; Gymnasiumstraße 10; 6600 Reutte

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation

1.1.1 Motivation

Das Experiment spielt im Physikunterricht seit jeher eine große Rolle. Früher waren es meistens Demonstrationsexperimente, die der/die Lehrer/in vorgeführt hat. Mit Demonstrationsexperimenten lässt sich aber nur bedingt die physikalische Arbeits- und Denkweise erklären, daher wurde nach einer Möglichkeit gesucht die Schüler/innen am Experimentieren teilnehmen zu lassen. In Österreich sind Schüler/innenexperimente im Physikunterricht seit etwa zwanzig Jahren Standard. Damals wurden im Rahmen einer bundesweiten Aktion alle allgemein höher bildenden Schulen mit geeigneten Geräten ausgestattet. Die Versuchsgeräte sind so gestaltet, dass maximal acht Vierergruppen gleichzeitig experimentieren können. Mit der Einführung dieser Experimentiergeräte konnten die Schüler/innen erstmals eigenständig Versuche in allen wichtigen Gebieten der Physik (Mechanik, Optik, Wärmelehre und Elektrizität) durchführen. Diese Experimentiergeräte werden heute im Regelunterricht von allen Lehrer/innen regelmäßig eingesetzt. Unsere Schule besitzt dafür seit sechs Jahren einen speziell eingerichteten Übungsraum mit Labortischen und einer zentralen Stromversorgung.

Im Jahre 2004 ist für die Oberstufe ein neuer Lehrplan in Kraft getreten. In Physik ist erstmals die Durchführung von Schüler/innenexperimenten ein Teil des Lehrstoffs. Diese Art von Experimenten ist also aus den allgemein didaktischen Empfehlungen in den Kernstoffbereich gewandert.

Lehrstoff der 5. und 6. Klasse¹:

*Die Schülerinnen und Schüler sollen folgende physikalische Bildungsziele erreichen:
-mittels einfacher **Schülerexperimente** insbesondere die Fähigkeit zum Beobachten, Beschreiben und Berichten sowie Planen, Durchführen und Auswerten entwickeln²*

Zusätzlich ist der Lehrplan 2004 kein Rahmen- sondern ein Kernstofflehrplan. Dadurch ist der/die Physiklehrer/in in der Oberstufe eigentlich verpflichtet Schüler/innenexperimente durchzuführen. Diese Neuerung wirft einige Fragen auf:

- Wie soll man die Leistung bei Experimenten beurteilen?
- Was lernt der/die Schüler/in bei Experimenten wirklich?
- Ist der Lernerfolg des Einzelnen bei Experimenten überhaupt messbar?

Die Beantwortung dieser Fragen würde aber den Rahmen dieser Arbeit und des Projektes weit sprengen.

¹ Entspricht der 9. und 10.Schulstufe

² Auszug aus dem Lehrplan 2004: BGBl. II Nr. 277/2004 v. 8.7.2004

Im Rahmen dieses Projektes gehe ich von der These aus, dass der Sinn und Nutzen von Experimenten im Unterricht außer Frage steht. Wenn man die Lernziele der Oberstufe erfüllen will, kann man auf Experimente nicht verzichten. Das zeigt ein Blick auf die Lernziele des Oberstufenlehrplans:

Ziel des Physikunterrichts ist daher die Vermittlung des nötigen Rüstzeuges zum verstehenden Erleben von Vorgängen in Natur und Technik und keinesfalls nur das Informieren über sämtliche Teilgebiete der Physik.

*Das Ziel ist der Erwerb folgender **Fähigkeiten, Fertigkeiten** und Werthaltungen:*

- Informationen sammeln, hinterfragen und argumentieren können
- **eigene Arbeiten** zielgruppengerecht präsentieren können
- Problemlösungsstrategien einzeln und im Team entwickeln können
- **eigenständig** arbeiten können
- umweltbewusst handeln können
- mit Expertinnen und Experten sprechen, Expertenmeinungen hinterfragen und grundlegendes Fachvokabular richtig anwenden können
- **physikalische Zusammenhänge darstellen können**
- **Diagramme erstellen und interpretieren können**
- **konzeptuales Wissen anwenden können**
- **fachbezogene Fragen formulieren können**
- **einfache Experimente planen und durchführen können**
- Hypothesen entwickeln, einschätzen und diskutieren können
- Gefahren erkennen, einschätzen und sicherheitsbewusst handeln können¹

Als logische Folge des veränderten Kernstoffs wurde im Jahre 2007 auch die Reifeprüfungsverordnung für die schriftliche Klausurarbeit aus Physik angepasst:

Es können auch experimentelle Aufgaben gestellt werden. Um die Lösung des theoretischen Teiles einer solchen Aufgabe auch dann zu ermöglichen, wenn der praxisorientierte oder experimentelle Teil der Aufgabe falsch oder nicht gelöst würde, müssen fiktive Messergebnisse angegeben werden, durch welche die eigenständige Leistung beim Ablauf des Experimentes keine Beeinträchtigung erfahren darf.²

Damit ist die Durchführung von Experimenten bei schriftlichen Arbeiten gesetzlich geregelt. Es ist aber nicht sinnvoll und auch nicht erlaubt, im Rahmen der schriftlichen Klausurarbeit Arbeitstechniken zu verlangen, die vorher nie bei einer Schularbeit eingeübt wurden. Dies gilt in Physik genauso wie in allen anderen Fächern, wie zum Beispiel die Hörverständnisübungen in den Fremdsprachen. Daher startet dieses Projekt bereits in der 7.Klasse mit Experimenten bei Schularbeiten. Wenn die Schüler/innen im nächsten Schuljahr zur Matura antreten, haben sie bereits vier Schularbeiten mit experimenteller Aufgabenstellung geschrieben. Sie sind damit ausreichend auf die Matura vorbereitet.

¹ Auszug aus den Lernzielen des Lehrplans 2004

² BGB für die Republik Österreich, 123.Verordnung; ausgegeben am 12. Juni 2007. Teil II

1.1.2 Die Situation in der Klasse

Die Schüler/innen besuchten die 7.Klasse eines Realgymnasiums. Ich bin in dieser Klasse auch Klassenvorstand und unterrichte seit der fünften Klasse Mathematik. In der 7. und 8. Klasse können die Schüler/innen zwischen Darstellender Geometrie und verstärktem Unterricht in Physik und Biologie wählen. 13 der insgesamt 19 Schüler/innen haben Physik und Biologie gewählt. Der Rest der Klasse hat sich für Darstellende Geometrie entschieden und schreibt nur in diesem Fach Schularbeiten. Die Physik-Biologieschüler/innen schreiben in der siebten und achten Klasse in beiden Fächern Schularbeiten. In der siebten Klasse gibt es drei Schularbeiten mit je 50 Minuten, in der achten Klasse schreiben sie eine Schularbeit mit 100 Minuten und eine Schularbeit mit 150 Minuten. Die Matura dauert vier volle Stunden also 240 Minuten.

Die Gruppe, mit der das Projekt durchgeführt wird, hat also 13 Schüler/innen. Obwohl die Gruppe klein ist, ist sie zu groß für die klassischen Schüler/innenversuche, die ja nur in achtfacher Ausfertigung vorhanden sind!

Die Hälfte der 13 Schüler/innen besucht seit zwei Jahren das Freifach Physikolympiade. Im Rahmen der Wettbewerbe zur Physikolympiade müssen auf allen Ebenen (Schul-, Landes-, und Bundeswettbewerb) Experimente unter Zeit- und Leistungsdruck durchgeführt werden. Zwei Schüler erreichten 2008 sogar das Bundesfinale der besten 15 Schüler/innen. Diese Schüler haben also schon sehr viel Erfahrung mit Experimenten in Testsituationen. Es gibt aber auch einige sehr leistungsschwache Schüler/innen, die nur mit viel Fleiß positive Leistungen erbringen. Im Rahmen des Projektes sollte man gerade auf diese besonders Rücksicht nehmen, da sie besonders gute Lernunterlagen und Hilfestellung benötigen.

Als Kursleiter der Physikolympiade an der Schule habe ich viel Erfahrung mit der Durchführung und Bewertung von Experimenten in Testsituationen. Bei den Schul-, Landes- und Bundeswettbewerben im Rahmen der Physikolympiade haben die Schüler/innen für das Experiment¹ eine Stunde Zeit. Dabei werden die Genauigkeit und die Interpretation der Ergebnisse anhand der Protokolle bewertet. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe eines Punkteschlüssels, der wie bei Schularbeiten am Angabezettel² ersichtlich ist!

1.1.3 Das Experiment in der didaktischen Literatur

Experimente im Unterricht lassen sich nach verschiedenen Kriterien einteilen. Man kann sie nach der Organisationsform (Schüler/innen- oder Lehrer/innenexperimente) oder nach der Art der Datenerfassung (qualitativ oder quantitativ) unterscheiden. Häufig werden Experimente auch nach Unterrichtsphase, in der sie eingesetzt werden, unterteilt. Es gibt Einstiegsexperimente, Erkenntnisexperimente und Wiederholungsexperimente³. Außerdem gibt es bei Experimenten im Unterricht einen unter-

¹ Aufgabenstellung zum Schul- und Landeswettbewerb: siehe Anhang 1 und 2

² Aufgabenstellung für die Schularbeiten: siehe Anhang 3 und 4

³ Schwarzer Michael: Mathedik im Physikunterricht

schiedlich intensiven Einsatz von Messgeräten. Das Spektrum reicht hier von reinen Freihandversuchen bis zu Demonstrationsexperimenten mit aufwändigen Aufbauten.¹ Für Experimente bei Schularbeiten eignen sich nur Experimente mit nicht zu hohem quantitativem Anspruch. Es steht etwa ein Viertel der Zeit einer Schularbeit für das Experiment zur Verfügung. Durch den engen Zeitrahmen (15 bis 60 Minuten) bei Schularbeiten erscheinen Wiederholungsexperimente sinnvoll. Der Einsatz von Messgeräten ist durch die Ressourcen begrenzt.

Berge und Volkmer² haben eine Einteilung für Experimente in Testsituationen entwickelt. Dabei unterscheiden sie zwischen wiederholenden, weiterführenden und themenunabhängigen Experimenten. Die Experimente unterscheiden sich in Struktur und Schwierigkeitsgrad. Die folgende Tabelle zeigt die Einteilung nach Berge, Volkmer.

Stufe	Bindung an das Unterrichtsthema	Schwierigkeitsgrad des experimentellen Aufbaus	Komplexität der Aufgabe
I	<p>Wiederholendes Experimentieren Ein aus dem Unterricht bekanntes Experiment wird von den Schülerinnen und Schülern wiederholt. Beispiel: Bestimmung der Federkonstanten einer Schraubenfeder</p>	<p>Bekannter Versuchsaufbau mit genauer Anleitung Beispiel: Bestimmung der Dichte verschiedener Holzkörper</p>	<p>Experiment mit linearer Struktur Dem Experiment liegt nur ein eng begrenztes Thema zugrunde Beispiel: Die Stromstärke für ein, zwei, drei ... gleiche, in Reihe geschaltete Widerstände bestimmen.</p>
II	<p>Weiterführendes bzw. vertiefendes Experimentieren Beispiel: Im Unterricht ist der Widerstand metallischer Leiter bestimmt worden. Im Test ist der Widerstand einer Glühlampe im kalten und heißen Zustand zu messen.</p>	<p>Geführtes Experimentieren Die Arbeitsschritte sind vorgegeben und mit Teilaufgaben verknüpft. Beispiel: Es soll geprüft werden, ob ein Eisendraht dem ohmschen Gesetz gehorcht.</p>	<p>Experiment mit verzweigter Struktur Im Versuch spielen zwei oder mehr Variable eine Rolle Beispiel: Untersuchung des Auftriebs bei einem ganz in Wasser eintauchenden Körper. Außer dem Volumen könnte auch die Masse den Auftrieb beeinflussen.</p>
III	<p>Themenunabhängiges Experimentieren Eine bekannte Methode wird auf ein im Unterricht nicht behandeltes Thema angewandt. Beispiel: Wie schnell bewegt sich eine Luftblase in einem mit Wasser gefüllten Rohr bei verschiedenen Neigungswinkeln?</p>	<p>Selbstständiges Experimentieren Es wird nur die Aufgabe gestellt, die Schülerinnen und Schüler übernehmen die Planung des Versuchs, den Aufbau, die Durchführung und die Interpretation der Ergebnisse. Beispiel: Stelle fest, mit welcher Winkelgenauigkeit eine vorgegebene Wasserwaage arbeitet.</p>	<p>Experiment mit komplexer Struktur Das Experiment bezieht sich auf unterschiedliche Themen. Beispiel: Ermittle die Werte der Heizwiderstände und Leistungstufen einer Kochplatte mit 7-Takt-Schaltung (s. a. S. 72).</p>

1.2 Ziele des Projekts

Das Projekt besitzt ein ganz klar formuliertes Ziel. Im Rahmen der schriftlichen Matura 2008/09 soll es in Physik an unserer Schule eine experimentelle Aufgabenstellung geben! Da die Schüler/innen Physik nicht zur Matura wählen müssen, wird die Zahl der Maturanten in Physik kleiner als 13 sein. Nach einer ersten Befragung am Ende des heurigen Schuljahres werden 6 oder 7 Schüler/innen zur schriftlichen Matura an-

¹ Experimente im Physikunterricht: aus: Materialien für das experimentelle Seminar I Lehramt Gymnasium Fachdidaktik Physik der Universität Regensburg(siehe Internetquellen)

² Berge; Volkmer; Schülerexperimente als Testsituation

treten. Die Schüler/innen, die aus heutiger Sicht in Physik schriftlich antreten, sind erwartungsgemäß durchwegs Schüler/innen mit guten Leistungen in Physik.

Als Vorbereitung auf das eigentliche Projektziel gab es im Schuljahr 07/08 eine ganze Reihe von Vorarbeiten.

1. Zwei der drei Schularbeiten enthielten ein Experiment. Dies war eine besondere Herausforderung, da die Schularbeiten nur 50 Minuten lang sind, so dass für das Experiment nur ca. 12 bis 15 Minuten zur Verfügung standen.
2. Vor der ersten Schularbeit mit dem Experiment wurde ein für die Schüler/innen verständlicher und transparenter Beurteilungsschlüssel erarbeitet.
3. Die Durchführung einer Probeschulararbeit wurde geplant. Dadurch können die Schüler/innen ohne Versagensangst und Leitungsdruck die neue Situation erproben. Solche Probeschulararbeiten gibt es in vielen Fächern, die neu auf dem Stundenplan stehen. Die Probeschulararbeiten werden korrigiert, aber nicht in die Jahresnote miteinbezogen.
4. Zusätzlich zum Beurteilungsschlüssel erhielten die Schüler/innen Lernunterlagen. Dafür war es auch notwendig eine Liste der möglichen Versuche bzw. möglicher Versuchsthemenbereiche zu erstellen und diese mit dem Lernstoff eine Woche vor der Schularbeit bekannt zu geben.
5. Vor der ersten Schularbeit sollte eine Hausübungsbox entwickelt werden. Diese Box sollte es den Schülern ermöglichen auch zu Hause einfache Experimente und den Umgang mit Messgeräten zu üben.

2 DURCHFÜHRUNG

2.1 Zeitlicher Ablauf

Oktober	2007:	Start-up-Workshop: Erstellung des Zeitplans und Klärung wichtiger Fragen.
November	2007:	Genauere Information der Schüler/innen über das Projekt und Erstellung einer Versuchsliste.
Dezember	2007:	Erste Schularbeit ohne Experiment.
Jänner	2007:	Zusammenstellung und Ausgabe der Hausübungsbox
bis März	2008:	Übungsstunden mit den Schülern im Regelunterricht. Diese wurden nicht regelmäßig sondern, wie bisher, nach Bedarf und dem Stoff angepasst durchgeführt
14. April	2008:	Erste Schularbeit mit Experiment ¹ . Als Experiment wurde die Spannung an einer Kartoffelbatterie bestimmt.
18.-19. April	2008:	Schreibworkshop
6. Juni	2008:	Zweite Schularbeit mit Experiment ² . Als Experiment wurde das Spektrum einer Quecksilberdampfampe vermessen.
Juni	2008:	Evaluation durch Interviews

2.2 Die Vorbereitung

Ein wichtiger Teil des Projektes war die Vorbereitung auf die Schularbeiten. Dazu gehört vor allem auch die Information der Schüler/innen. Im Laufe des Schuljahres erhielten sie Informationen über die Beurteilung von Experimenten. Bei den Experimenten in Testsituationen werden die Durchführung und die Genauigkeit der Messung bewertet. Da der/die Lehrer/in beim Experiment nicht zuschauen kann, wird das Protokoll für die Beurteilung herangezogen. Das heißt, dass auch die Protokollführung wichtig ist und indirekt mitbeurteilt wird. Zur Protokollführung zählen Versuchsaufbauten genauso wie eine exakte Darstellung der Messergebnisse und deren Auswertung. Die Schüler/innen erhielten rechtzeitig vor der Schularbeit eine Liste der Kriterien zur Beurteilung von Experimenten. Diese Liste wurde mit ihnen besprochen und enthielt folgende Punkte:

1. Versuchsaufbau im Heft! Möglichst genaue Skizze! (Keine Kunstwerke)
2. Beschreibung der Versuchsdurchführung.
3. Messergebnisse: Tabelle.

¹ Aufgabenstellung siehe Anhang 3; Homepagebericht siehe Anhang 5

² Aufgabenstellung siehe Anhang 4; Homepagebericht siehe Anhang 6

4. Rechnung: Gesuchte Ergebnisse eventuell ausrechnen
(Fiktive Messergebnisse sind angegeben!)
5. Darstellung der Ergebnisse: Graph; Antwort
6. Fehlerbetrachtung: *Wie genau sind meine Ergebnisse?*

In den letzten Stunden vor der ersten Schularbeit wurden dann noch über die Messgenauigkeit gesprochen. Der Anspruch an die Messgenauigkeit kann bei einem Experiment, das weniger als 15 Minuten dauern soll, nicht hoch sein. Klar ist aber auch, dass nicht jedes Messergebnis richtig ist, sonst könnte ein Schüler ja, ohne das Experiment durchzuführen, Messergebnisse erfinden. Daher muss eine Grenze eingeführt werden. Je nach Versuch liegt die sinnvolle Grenze bei etwa 10 – 20% Fehler. Wenn der Fehler größer ist, dann gibt es Punkteabzug. Eine weitere Grenze ist jener Bereich, indem das Ergebnis physikalisch sinnvoll ist (z.B. Die Wellenlänge für sichtbares Licht sollte zwischen 400- 700nm liegen).

2.3 Die Hausübungsbox

Die Hausübungsbox war ein besonderes Anliegen von mir. In der Klasse gibt es eine Reihe sehr guter Schüler/innen, die die Physikolympiade besuchen und daher den Umgang mit Messgeräten wöchentlich üben. Auf der anderen Seite gibt es aber auch leistungsschwache Schüler/innen, die nur mit sehr viel Fleiß positive Ergebnisse erzielen. Besonders für die zweite Gruppe wollte ich die Möglichkeit schaffen, auch zu Hause zu üben. Die Box besteht aus einem Multimeter, Batterie, einigen Kabeln und elektronischen Bauteilen, sowie Magnet und Kompass. Damit kann man viele Versuche zum Thema Elektromagnetismus durchführen. Mit dem Multimeter sind einfache Versuche zum Stromkreis möglich. Die Schüler/innen sollten auf alle Fälle lernen, wie man Stromstärke und Spannung misst. Der Kompass und der Magnet erlauben Magnetfeldmessungen bei einer Spule und die Bestimmung der Stromrichtung mit Hilfe der rechten Handregel. Eine Leuchtdiode ermöglichte die Bestimmung des Planckschen Wirkungsquantums mit Hilfe der Wellenlänge.¹

2.4 Die Schularbeiten

Das Kernstück des Projektes waren natürlich die Schularbeiten. Die erste Schularbeit im Dezember wurde noch ohne Experiment durchgeführt. Dies hatte zwei Gründe:

- Das Schularbeitenfach Physik startet erst in der 7. Klasse. Vorher schreiben die Schüler/innen höchstens Test in diesem Fach. Schularbeiten in Physik stellen also für die Schüler/innen eine Neuerung dar.
- Schüler/innen und Lehrer hatten so mehr Zeit sich auf die Neuerung vorzubereiten. Die Schüler/innen hatten Zeit Experimente im Unterricht oder mit der Hausübungsbox zu üben. Auch ich als Lehrer benötigte einige Zeit um die

¹ Ein Foto der ersten Version der Hausübungsbox findet man im Anhang 7.

Hausübungsbox vorzubereiten, die Übungsstunden gezielt zu planen und die Schularbeiten vorzubereiten.

Die Schularbeiten mit Experiment fanden im März und Juni statt. Im Rahmen des Schularbeitenstoffs wurden bei beiden Schularbeiten jeweils fünf Experimente als mögliche Schularbeitenexperimente bekannt gegeben. Damit wurde einerseits dem Gesetz genüge getan, der eine Bekanntgabe des Schularbeitenstoffs verlangt und andererseits konnten sich die Schüler gezielt vorbereiten. Damit wurden bei den beiden Schularbeiten nur wiederholende Experimente mit einem bekannten Aufbau und einer linearen Struktur durchgeführt.¹

Beide Schularbeiten verliefen sehr angenehm ruhig. Bei der Vorbereitung der Versuche und beim Zusammenräumen hat mir eine Kollegin geholfen. Dies ist aber nicht unbedingt notwendig. Man muss nur vor und nach der Schularbeit Zeit haben. Es hat sich bewährt die Schularbeit in der ersten Stunde zu schreiben, damit man vorher genug Zeit hat. Nachher hatte ich jeweils eine Freistunde. Sollte diese nicht der Fall sein, ist Hilfe beim Zusammenräumen der Experimente sicherlich von Vorteil. Da das Zusammenräumen der Versuchsaufbauten in die nächste Stunde reicht, sollte der Schularbeitenraum (Physiksaal) in der Folgestunde frei sein.

Vor der ersten Schularbeit im März waren die Schüler/innen sehr nervös. Die Bedenken der Schüler/innen bezogen sich hauptsächlich auf die Fehleranfälligkeit der Geräte. Auch während der Schularbeit waren die Schüler/innen nervös. Die Aufgabe des Lehrers bestand darin dafür zu sorgen, dass alle Geräte funktionieren und im Notfall das Gerät gegen ein bereit gestelltes Ersatzgerät auszutauschen. Dabei sollte man einige Erfahrung mit Schüler/innenexperimenten haben, um entscheiden zu können, ob der Fehler im Aufbau oder beim Messgerät liegt. Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, dass Schüler/innen kein Zeitgefühl für das Experiment haben. Daher war es wichtig darauf zu achten, dass der/die einzelne Schüler/in nicht viel mehr als die vorgesehenen 12 bis 15 Minuten für das Experiment verbraucht. Natürlich blieb es dem/der Schüler/in überlassen, falls notwendig mehr Zeit für das Experiment zu verwenden. Bei der zweiten Schularbeit war die Nervosität bereits geringer. Die Zeitfrage änderte sich nicht. Einige Schüler/innen verbrauchten beim Experiment trotz Hinweis zu viel Zeit und empfanden daher die Schularbeit als zu lang!

¹ Siehe Berge, Volkmer: Tabelle Kap 1.1.3

3 ERGEBNISSE

Für die Evaluation wurden zwei Methoden gewählt. Einerseits wurden am Ende des Schuljahres Interviews durchgeführt, andererseits wurden die Ergebnisse der Schularbeiten mathematisch analysiert.

3.1 Interviews

Es wurden insgesamt sechs Einzelinterviews durchgeführt. Mit Hilfe eines Kollegen wurde ein Fragenkatalog für Einzelinterviews erstellt. Dieser Kollege hat die Interviews dann nach der letzten Schularbeit durchgeführt und ausgewertet. Der Kollege ist kein Klassenlehrer. Er kannte daher die Schüler/innen nicht persönlich, was ich für besonders wichtig hielt. Die Interviews liefern ein gutes Bild des Projektes aus der Sicht der Schüler/innen.

Die folgende Seite stellt eine Zusammenfassung der Interviews dar. Die Zusammenfassung hat der Kollege Manuel Sarapatka verfasst. Ich möchte den Bericht so stehen lassen und erst bei der Reflexion kommentieren.

In der Evaluation wurde nach der persönlichen Meinung der Schüler/innen zu diesem neuen Schularbeitentyp gefragt. In Interviews wurden sechs Schüler/innen befragt, wobei die Auswahl der Kandidaten/innen möglichst ausgeglichen bezüglich Geschlecht und schulischer Leistung erfolgte. Die Auswahl wurde anhand einer Notenliste getroffen.

Alle Befragten waren der Meinung, dass die Physikschararbeit mit integriertem Experiment gegenüber dem „alten“ Schularbeitentyp zu bevorzugen ist. Als Gründe dafür wurden genannt:

- *Es ist nicht alles nur Schreibearbeit.*
- *Der Praxisbezug ist größer.*
- *Auf das Experiment kann man sich gut vorbereiten.*
- *Die Nervosität wird durch Experimente verringert.*
- *Themen werden durch Experimente besser greifbarer und verständlicher.*
- *Es entsteht eine weniger angespannte Atmosphäre während der Schularbeit.*

Als einziger Nachteil des neuen Systems wurde der Faktor Zeit genannt. Auf die Frage nach der Zeit, die das Experiment bei der Schularbeit benötigt, ergab sich jedoch ein differenziertes Bild. Während leistungsschwächere Schüler/innen einen gewissen Zeitdruck spüren und vor allem Angst haben, nicht rechtzeitig fertig zu werden, ist die Aufgabe für die besseren Schüler/innen genau das Gegenteil. Sie gaben an, dadurch mehr Zeit für den Theoriebereich zu haben. Dieses Zeitplus macht sich sowohl während der Schularbeit als auch schon bei der Lernphase auf die Schularbeit bemerkbar.

Einigkeit herrschte bei den Schüler/innen bei der Frage, ob sich das Experiment positiv oder negativ auf die Noten auswirkt. Die Mehrheit war der Meinung, dass es nun einfacher wäre, eine bessere Note zu bekommen. Das lag in ihren Augen vor allem

daran, dass man sich bisher sowohl im Unterricht, wie auch individuell zu Hause, sehr gut auf die Experimentaufgabe vorbereitet konnte.

Durch die gute Vorbereitungsmöglichkeit auf die Experimente ergab sich für die Schüler/innen auch kein erhöhter Zeitaufwand in der Vorbereitung auf die Schularbeiten. Die besseren Schüler/innen gaben sogar an, dass der zeitliche Aufwand der Lernphase vor einer Schularbeit nun geringer sei als früher. Die leistungsschwächeren Schüler/innen gaben an, dass sie prinzipiell gleich lange für die Schularbeiten lernen müssen als bisher.

Die Antworten auf die Frage nach der Verwendung der Hausübungsbox ergaben ein unterschiedliches Bild. Während Mädchen die Box auch zu Hause intensiv für die Vorbereitung verwendeten, gaben die Jungen an, sich ohne die Hausübungsbox auf die Schularbeiten vorbereitet zu haben. Nur ein Junge gab an, sich einmal zu Hause mit der Box auf ein Experiment vorbereitet zu haben.

Bei der Beurteilung der Hausübungsbox waren sich die Befragten einig. Sie wurde von allen als sehr positiv bezeichnet.

Die Auswahl der Experimente wurde von allen Schüler/innen als sehr gut bezeichnet. Kleinere Probleme gab es bei den Messungen, vor allem wenn man abschätzen musste, ob die Messung noch im Toleranzbereich liegt oder nicht.

Alle Schüler/innen würden, wenn sie die freie Wahl hätten die Schularbeit mit Experiment zu wählen.

3.2 Die Schularbeiten

Als zweiten Teil der Evaluation habe ich die erreichten Punkte bei den einzelnen Aufgaben und den Notendurchschnitt bei den drei Schularbeiten analysiert. Aus der Punktezahl kann man rein mathematisch einiges ablesen. So habe ich festgestellt, dass die erreichte Punktezahl der Schüler/innen bei der experimentellen Aufgabe gleich hoch ist wie bei den theoretischen Aufgaben und höher ist als bei Rechenaufgaben. Die Tabelle zeigt die Prozentzahl der erreichten Punkte bei den einzelnen Aufgaben als Mittelwert über alle 13 Schüler.

	1	Exp.	3	4.
2.SA	78%	76%	80%	55%
3.SA	82%	65%	71%	69%

Bei der zweiten Schularbeit war die Rechenaufgabe (4.Aufgabe) eindeutig die schlechteste. Alle anderen liegen statistisch gesehen gleich. Bei der dritten Schularbeit wurden beim Experiment am wenigsten Punkte erreicht. Die Abweichung liegt aber auch noch im statistischen Schwankungsbereich und ist vor allem auf Fehler bei der Auswertung der Messdaten zurückzuführen.

Der Notendurchschnitt und die Leistung der einzelnen Schüler/innen haben sich gegenüber der ersten Schularbeit ohne Experiment nicht geändert. 6 bzw. 8 Schüler/innen hatten die gleiche Note wie bei der ersten Schularbeit. Drei Schüler/innen waren besser und vier bzw. zwei Schüler/innen waren schlechter als im Herbst. Auch der Notendurchschnitt hat sich nicht wesentlich verändert. Nur bei einer Schülerin kann man einen direkten Zusammenhang zwischen der schlechten Leistung beim Experiment und den schlechten Note feststellen. Diese Schülerin hat grundlegende Verständnisprobleme bei der Elektrizität und daher das Experiment vollständig falsch durchgeführt. Die Tabelle zeigt den Notendurchschnitt und den Mittelwert der erreichten Punktezahl bei den drei Schularbeiten.

	Notendurchschnitt	Punktdurchschnitt	Besser	schlechter	Gleich
1.SA*	2,77	33,1			
2.SA	2,92	33,6	3**	4**	6**
3.SA	2,69	34,0	3**	2**	8**

* Schularbeit ohne Experiment am 17. Dezember 2007.

** Anzahl der Schüler/innen im Vergleich zur ersten Schularbeit

4 REFLEXION UND AUSBLICK

4.1 Reflexion

Die Reflexion ist in diesem Fall auch ein Ausblick, da das Projekt von Anfang an auf zwei Jahre ausgelegt war. Das Folgeprojekt ist bereits genehmigt. Alle in der Evaluation und der Reflexion präsentierten Ergebnisse fließen in das Folgeprojekt ein!

4.1.1 Warum sind Experimente bei Schularbeiten sinnvoll?

Im Laufe des Schuljahres habe ich mit immer wieder die Frage gestellt, wozu das Ganze gut ist. Was wird besser, wenn man Experimente bei Schularbeiten einführt? Wie bereits erwähnt möchte ich die Frage auf der Grundlage der im Lehrplan definierten Lernziele beantworten und nicht eine Grundsatzdiskussion über den Sinn von Experimenten führen.

Einige der Lernziele des Lehrplans 2004 lassen sich nur mit Experimenten verwirklichen. Das heißt, dass der Einsatz von Schüler/innenexperimenten unbedingt notwendig ist. Wenn Experimente im Unterricht durchgeführt werden, dann aber experimentelle Fähigkeiten bei Schularbeiten/Tests nicht abgefragt werden, dann stellt sich sehr bald die Frage nach dem Sinn solcher Unterrichtsmethoden. Mit einem gut aufbereiteten Demonstrationsexperiment lässt sich der gleiche inhaltliche Lernerfolg in kürzerer Zeit erzielen.

Bis jetzt wurde im Unterricht meist die Mitarbeit der Schüler/innen während der Experimente beurteilt. Im Rahmen von Stundenwiederholungen und anderen Lernkontrollen wird meist nur mehr der kognitive Lernerfolg überprüft. Die experimentellen Fertigkeiten werden in die Leistungsbeurteilung nicht mehr berücksichtigt. Das hat zur Folge, dass die Versuche meist nur von einem/einer Schüler/in in der Gruppe durchgeführt werden. Viele Schüler/innen wissen auch nach mehreren Versuchsstunden nicht, wie man die einzelnen Versuche aufbaut. Die aus Kostengründen und Platzmangel notwendige Gruppenarbeit steht dem Erreichen der Lernziele eigentlich im Weg. Laut Dr. Michael Anton von der Universität München führt das dazu, dass der Sinn von experimentellem Unterricht in Deutschland bereits in Frage gestellt wird. Einerseits versucht man mit interaktiven CDs Computereperimente zu ermöglichen und andererseits erkennt der Staat das Sparpotenzial in Schulen, das sich durch den Verzicht auf Übungsräumen ergibt.¹

Natürlich sollte nicht alles was im Unterricht geschieht nach der Abprüfbarkeit beurteilt werden, aber Schüler/innen sollten die Möglichkeit haben das Erlernete bei Leistungsfeststellungen auch einzusetzen. Die Durchführung von Experimenten bei Schularbeiten oder Tests ist daher nur mehr eine logische Folge der in den Lernzie-

¹ Persönliches Gespräch am 18. April 2008 im Rahmen des IMST-Schreibworkshops

len geforderten Experimente. Durch praktische Schularbeiten oder Tests werden die Experimente aufgewertet. Wenn die Schüler/innen wissen, dass auch der Aufbau der Experimente und die experimentellen Fähigkeiten geprüft werden, müssen sie bereits bei der Durchführung der Experimente besser mitarbeiten und mitdenken. Dies konnte auch im Rahmen dieses Projektes beobachtet werden.

Natürlich gibt es auch andere Möglichkeiten Leistungen im Rahmen von Laborunterricht oder Übungsstunden zu beurteilen. Das ist aber eine Frage nach der Prüfungskultur im Allgemeinen. Wie bereits erwähnt ist die Frage nach der Erreichung der Lernziele und deren Überprüfung eine Frage, die weit über das Projekt hinausgeht und hier nicht behandelt werden soll.

4.1.2 Auswahl der Experimente

Im Rahmen des Projektes sollte auch die Frage geklärt werden, welche Experimente sich für Schularbeiten eignen. Für die ersten zwei experimentellen Schularbeiten wurden wiederholende Experimente ausgewählt. Die Schüler/innen konnten sich gut darauf vorbereiten und empfanden die Experimente daher eher als Entlastung. Wiederholendes Experimentieren eignet sich dazu die Merkfähigkeit bzw. die Lernfähigkeit der Schüler/innen zu überprüfen. Solche Experimente können im Rahmen des Schularbeitsstoffs angekündigt werden und sorgen vor allem bei fleißigen und lernwilligen Schülern/innen für die Möglichkeit einer punktuellen Vorbereitung, wie dies auch bei Theorieaufgaben möglich ist. Dies wurde von den Schüler/innen der Versuchsklasse auch gemacht. Die Schüler/innen wussten, dass sie eines von nur fünf Experimenten zur Schularbeit bekommen werden. Vor allem die Mädchen haben von der Möglichkeit Gebrauch gemacht und sich zu Hause mit Hilfe der Hausübungsbox auf die Schularbeit vorzubereiten. Aus der Sicht der Schüler/innen sind solche Experimente gut lernbar und verringern die reine Schreibearbeit bei Schularbeiten. Daher hatten die Schüler/innen auch das Gefühl sich gut darauf vorbereiten zu können und bessere Noten zu erhalten. Wie im Kapitel 3.2 ausgeführt wurde, veränderten sich die Noten aber nicht. Die Schularbeiten wurden also nicht leichter, durch die gute Vorbereitung fühlten sich die Schüler/innen aber sicherer.

Allerdings stellt sich die Frage, ob damit physikalische Arbeits- und Denkweisen erlernt werden oder nur das Kurzzeitgedächtnis geübt wird. In Sinne der Einteilung nach Berge und Volkmer¹ ist die Frage zu klären, ob in Rahmen einer Schularbeit weiterführende oder themenunabhängige Experimente sinnvoller sind. Statt einem bekannten Aufbau sollten auch geführte Experimente mit verzweigter Struktur möglich sein.

Wenn man davon ausgeht, dass die Ziele eines modernen Physikunterrichts darin bestehen physikalische Denk- und Arbeitsweisen kennen zu lernen und zu verstehen, dann sind wiederholende, kochrezeptartige Experimente eher kontraproduktiv. Man muss sich sogar die Frage stellen, worin der Unterschied zwischen einem im Rahmen eines guten Frontalunterrichts erklärten Experiments und der kochrezeptartigen Durchführung besteht. Schüler/innen lernen dabei nicht einmal den selbstständigen Umgang mit Messgeräten, da sie nur das Rezept abarbeiten. Etwas provokant

¹ Siehe Kapitel 1.2.1

könnte man formulieren, dass für das Erlernen der physikalischen Denkweise eine gute Erklärung sicher besser ist als ein stundenlanges Nachbauen von Experimenten.

Der Sinn vom Experimenten im Unterricht besteht aber nicht darin, die Merkfähigkeit zu prüfen. Dafür eignet sich ein Frontalunterricht besser. Bei Experimenten sollen die Schüler/innen die physikalische Arbeitsweise verstehen lernen. Dazu gehört auch der Umgang mit Messgeräten. Dies sollte auch bei Schularbeiten geprüft werden. Aus heutiger Sicht erscheinen weiterführende oder sogar themenunabhängige Experimente bei Schularbeiten geeigneter. Vieles spricht dafür, dass die in den Projektzielen formulierte Versuchsliste für die Schularbeiten und für die Matura nicht sinnvoll ja sogar kontraproduktiv ist. Bei manchen Kapiteln gibt es wenig Versuche. Fällt nun eine Schularbeit in einen solchen Themenbereich, dann gibt es nur sehr wenige mögliche Versuche. Die Schüler/innen müssen dann nur die zwei oder drei Versuche aus der Liste auswendig lernen. Dann stellt sich eher bald die Frage, warum man überhaupt Experimente durchführt. Bei der Matura können experimentelle Aufgaben aus dem gesamten Oberstufenstoff gewählt werden. Die punktuelle Vorbereitung ist daher nicht mehr möglich. Ein/e Schüler/in, der/die in Physik antritt, sollte in der Lage sein, ein neuartiges Experiment mit eingeübten Arbeitstechniken durchzuführen.

Im nächsten Schuljahr wird es bei beiden Schularbeiten themenunabhängige Experimente geben. Als Schularbenstoff sollen nicht mehr Experimente angegeben werden. Das ist dann so ähnlich wie bei einer Hörverständnisübung, wo die Schüler/innen die Textstelle auch nicht kennen. Die Schülerinnen sollten in der Lage sein bestimmte Messgeräte zu bedienen und die Ergebnisse darzustellen. Solche Experimente sollten also eine höhere Schwierigkeitsstufe nach Berge und Volkmer¹ aufweisen. Vor allem bei mehrstündigen Schularbeiten sollten weiterführende Experimente mit verzweigter Struktur möglich sein.

Allerdings besteht dann die Gefahr der Überforderung der schwächeren Schüler/innen. Man sollte aber bedenken, dass auch bei Mathematikschularbeiten nicht vollkommen neuartige Aufgaben gestellt werden. Im Regelfall gibt es Aufgaben mit bekanntem Rechenweg. Die Schüler/innen müssen zum Beispiel Differenzieren können, die abzuleitende Funktion ist vor der Schularbeit nicht bekannt. Dies würde übertragen auf die Physikschularbeit bedeuten, dass die Schüler/innen bestimmte Grundfertigkeiten beherrschen, den speziellen Versuch aber nicht vorher geprobt haben. Daher möchte ich am Anfang des Schuljahres im Rahmen von Methodentrainingstagen eine Einheit gestalten, bei der sie die wichtigsten Grundtechniken üben können.

4.1.3 Schularbeiten

Die Probeschularbeit wurde nicht wie geplant durchgeführt. Das hatte hauptsächlich organisatorische Gründe. Mit nur zwei Wochestunden Physik in der 7. Klasse ist die Stundenanzahl sehr gering. Eine Probeschularbeit kostet aber mit Vor- und Nachbesprechung mindestens vier Stunden. Eine mögliche Alternative wäre es nur ein Experiment als praktischen Test durchzuführen. Dies könnte bereits in der sechsten

¹ Siehe Kapitel 1.2.1

Klasse passieren. Dann könnte man in der 7. Klasse mit experimentellen Aufgaben bereits bei der ersten Schularbeit starten.

Die Schularbeiten stellen organisatorisch keine schwierige Aufgabe dar. Man benötigt vor und nach der Schularbeit etwas Zeit zum Aufbauen und Abräumen. Mit einem Kollegen/einer Kollegin als Assistenten geht das schneller. Der zweite Lehrer/die zweite Lehrerin ist aber nicht unbedingt notwendig. Als Lehrer/in muss man ein bisschen mehr auf die Zeiteinteilung der Schüler/innen achten. Vor allem bei den experimentellen Aufgaben vergessen sie gern die Zeit. Das wird sich aber mit mehr Übung auch legen. Während der Schularbeit ist die Unterstützung durch einen zweiten Lehrer/ einer Lehrerin eine Beruhigung, falls Versuche nicht funktionieren.

Das größte Problem aus der Sicht der Schüler/innen war die Frage ob ein Messergebnis genau genug ist. Da die Schüler/innen ja nicht wissen, was das richtige Messergebnis ist, können sie auch nicht abschätzen wie genau sie gemessen haben und sind daher verunsichert. Allerdings wissen die Schüler/innen auch bei Theoriefragen nicht ob die Erklärung ausreichend genau ist oder nicht. Wenn sie zum Beispiel den Transistor erklären müssen, dann können eine paar Zeilen genügen, es kann aber auch sein, dass der Lehrer mehr erwartet. Bei Rechenaufgaben sagt ihnen keiner das richtige Ergebnis. Auch in Mathematik kennen sie die Lösungen nicht. Das heißt, dass die Experimente hier keine Ausnahme bilden. Außerdem soll die Messgenauigkeit ja auch bewertet werden. Genaueres Arbeiten führt zu genaueren Ergebnissen und das führt zu mehr Punkten.

Für die Korrektur sollte man sich vorher überlegen, wo man die Grenze für die Messgenauigkeit ansetzt. Wenn man den Versuch vorher selbst durchführt und eine exakte Fehlerrechnung anschließt, kann man recht gut abschätzen, wie genau die Schüler/innen arbeiten können und sollen. Bei Überschreitung dieser Grenzen gibt es Abzüge. Damit die Schüler/innen die Messergebnisse nicht einfach erfinden und sich damit unter anderem viel Zeit ersparen, sollte das Ergebnis unbekannt sein. Dies wurde bei den beiden Schularbeiten durch kleine Tricks verwirklicht. Bei der ersten Schularbeit wurden für die Kartoffelbatterie unbekannte Elektrodenkombinationen verwendet, so dass die entstehende Spannung für Schüler/innen nicht vorhersehbar war. Bei der zweiten Schularbeit wurde bei der Vermessung des Spektrums eine vorher nicht benutzte Quecksilberdampf Lampe verwendet. Bei den Übungsstunden mussten die Schüler die Wellenlänge einer Leuchtdiode vermessen.

4.1.4 Übungsmöglichkeiten

Obwohl die Hälfte der Schüler/innen die Hausübungsbox nicht verwendet hat, ist eine Übungsmöglichkeit sicher notwendig. Schüler/innen, die sich auf eine Schularbeit gezielt vorbereiten wollen, sollten dazu auch die Möglichkeit haben. Die Übungsstunden allein sind zu wenig, da Schüler/innen manchmal fehlen und den Stoff vor einer Schularbeit noch einmal wiederholen wollen.

Eine Übungsbox für zu Hause muss ja nicht alle Versuche ermöglichen. Der Kern der Box ist das Multimeter. Dazu benötigen die Schüler noch ein paar Bauteile. Das Ganze kostet weniger als 20 Euro und könnte langfristig mit Kautionsgeld finanziert werden. Die Hausübungsbox für die Vorbereitung auf die Matura ist eine andere Ge-

schichte. Wenn man alle Bereiche des Oberstufenstoffs mit einer Versuchsbox abdecken will, benötigt man sicher etwas mehr Geld.

Wahrscheinlich geht es auch ohne Hausübungsbox. In Englisch gibt es ab der ersten Klasse Hörverständnisübungen bei Schularbeiten und keine Übungsmöglichkeiten für zu Hause. Das soll kein Vorbild sein, aber man kann von Schülern/innen auch erwarten die Übungsstunden zu nutzen um sich ausreichend vorzubereiten.

4.2 Ausblick

4.2.1 Welche Ziele sollte man verfolgen?

Es hat sich gezeigt, dass ein sinnvoller Einsatz von Experimenten bei Schularbeiten nicht eine punktuelle Leistungsfeststellung sein sollte. Viel eher soll der Einsatz von experimentellen Tests in allen Schulstufen forciert werden. Nur so kann ein nachhaltiger Lernerfolg garantiert werden und man läuft nicht Gefahr, die Schüler/innen in der 7.Klasse zu überfordern.

Daher erscheint es sinnvoll und notwendig die Schüler/innen auf ein Experiment in Testsituationen vorzubereiten. Die Einübung von experimentellen Tests muss aber nicht in der 7. Klasse beginnen. Gerade die 5. Klasse (Mechanik) und die 6. Klasse (Elektrizität) bieten genug Gelegenheiten für experimentelle Tests. Solche Tests müssen nicht immer die ganze Klasse betreffen und auch nicht sehr aufwändig sein. Berge und Volkmer¹, Volkmer² und Hepp³ liefern da jede Menge gute Ansätze und Ideen.

Ein mittelfristiges Ziel wäre es, dass die Schüler/innen am Beginn der 7. Klasse bestimmte Grundtechniken erlernt haben. Solche Grundtechniken sollten der Umgang mit Geräten (Multimeter, Stoppuhr, Thermometer, elektrische Bauteile) und das Beherrschen bestimmten Techniken (Graph zeichnen, Mittelwert bestimmen) außerdem sollten sie ein Protokoll verfassen können. Alle diese Grundtechniken gehören zu den Lernzielen des Physik- und Mathematikunterrichts. Obwohl die Ziele sehr optimistisch klingen sind sie nicht zu hoch gegriffen.

4.2.2 Matura

Die Matura stellt eine neue Herausforderung dar. Das Experiment bei der Matura dauert eine ganz Stunde. Ein Maturaexperiment muss allein schon wegen der Länge eine höhere Schwierigkeit aufweisen. Daher sind die Anforderungen an die Schüler/innen höher. Der Zeitruck wird aber geringer, da 15 Minuten auch bei einem kurzen Experiment immer einen Zeitdruck verursachen. Man kann sicher themenunab-

¹ BERGE, VOLKMER; Lernerfolgskontrolle durch Experimente; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

² VOLKMER; Einstieg in die Lernkontrolle mit Experimenten; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

³ HEPP Ralph; Experimente im Unterricht bewerten; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

hängige Experimente mit verzweigter oder sogar komplexer Struktur durchführen. Bei der Matura müssen ja nicht alle 13 Schüler/innen antreten. Von den Maturanten/innen in Physik kann man bestimmte experimentelle Fähigkeiten erwarten. Sie sollten auch in der Lage sein ein komplexeres Experiment aus dem Oberstufenstoff durchzuführen, auch wenn dieses nicht vorher bei einer Übungsstunde erprobt wurde.

Das Experiment bei der Matura könnte aus dem Stoff der gesamten Oberstufe stammen. Das wirft wieder die Frage nach der Vorbereitung und der Übungsmöglichkeiten auf. Aus heutiger Sicht erscheint es wichtig, dass die Schüler/innen den Umgang mit den Messgeräten und die Protokollführung sowie die Darstellung von Messergebnissen üben. Außerdem kann man von einem/einer Maturanten/in eine einfache Fehlerbetrachtung erwarten.

Für das Folgeprojekt ergeben sich damit vier Fragen:

1. Bei mehrstündigen Schularbeiten habe die Schüler/innen auch mehr Zeit für das Experiment. Die Zeit beträgt 25 Minuten bis zu einer Stunde bei der Matura! Wie können solche längeren Experimente aussehen?
2. Gibt es eine neue Hausübungsbox für die 8.Klasse bzw. für die Matura? Die Hausübungsbox für die achte Klasse muss Halbleiterbauteile enthalten. Die anderen Kapitel der achten Klasse (elektromagnetisches Spektrum, Relativitätstheorie und Kernphysik sowie Radioaktivität) ermöglichen keine Schüler/innenexperimente. Die Hausübungsbox für die Matura ist schon etwas komplizierter, weil sie ja den gesamten Oberstufenstoff abdecken soll!
3. Gibt es eine Versuchsliste für die Schularbeiten der 8. Klasse und für die Matura oder gibt es themenunabhängige Experimente? Eine geschlossene Versuchsliste ermöglicht zwar eine bessere Vorbereitung, aber fördert nicht die Eigenständigkeit der Schüler/innen.
4. Wie kann sich der Schüler vorbereiten? Die Frage stellt sich vor allem für die Maturanten/innen. Während in Mathematik die ganze Klasse schriftlich antritt und jeder/jede Mathematiklehrer/in im Unterricht den Stoff für alle wiederholt, treten in Physik nur ein paar Schüler/innen an. Diese mussten sich bereits bisher zu Hause auf die schriftliche Matura vorbereiten. Ein Experiment verschärft die Situation.

4.2.3 Zusammenfassung

Sowohl die Durchführung als auch die Korrektur der ersten Schularbeiten sind gut gelaufen und die Schüler/innen haben die Neuerung gut angenommen. Damit wurden alle Voraussetzungen für die schriftliche Matura geschaffen. Im nächsten Schuljahr müssen bei Schularbeiten längere, themenunabhängige Experimente geplant werden. Wahrscheinlich werden sechs Schüler/innen zur Matura mit Experiment antreten.

5 LITERATUR

BERGE OTTO ERNST, VOLKMER MARTIN; Lernerfolgskontrolle durch Experimente; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

BERGE OTTO ERNST, VOLKMER MARTIN; Schülerexperimente als Testsituation; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

BERGE OTTO ERNST; Experimentieraufgaben mit mehreren Lösungswegen; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

BRANDT REINHARD; Andere Länder – andere Tests; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

GUDJONS Herbert; Handlungsorientiert lehren und lernen; Klinkhardt; Bad Heilbrunn 1989

HEPP Ralph; Experimente im Unterricht bewerten; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

LABUDDE Peter; Alltagsphysik in Schülerversuchen; Dümmler; Bonn 1996

MIE Klaus; Black-Box-Aufgaben mit elektrischen Widerständen; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

ROBERT Renate, MEYER Anne-Katrin und HEPP Ralph; Experimentelle Praktika im Physikunterricht; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

SCHEU Horst; Lernen beim Experimentieren; Aulis-Verlag Deubner & CO KG; Köln 2000

SCHWARZER Michael; Mathedik im Physikunterricht; IMST-Projektbericht; 2004

VOLKMER Martin; Einstieg in die Lernkontrolle mit Experimenten; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

VOLKMER Martin; Experimente als Teil komplexer Aufgaben; Unterricht Physik 13; Heft 71/72

Internetadressen:

<http://www.physik.uni-regensburg.de/didaktik/>: Experimente im Physikunterricht: aus: Materialien für das experimentelle Seminar I Lehramt Gymnasium Fachdidaktik Physik der Universität Regensburg; (30.6.2008)