



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

HAUSÜBUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR EXPERIMENTE BEI SCHULARBEITEN

ID 293

Mag. Dr. Michael Schwarzer

Mag. Otto Tschauko

BG/BRG Reutte

Reutte, im Juni 2011

Inhaltsverzeichnis

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG.....	4
1.1 Ausgangssituation.....	4
1.1.1 Motivation	4
1.1.2 Das Experiment in der didaktischen Literatur	5
1.1.3 Die Auswirkungen der neuen Reifeprüfung.....	6
1.2 Ziele des Projekts.....	7
1.2.1 Start des dritten Durchgangs.....	7
1.2.3. Evaluation.....	7
2 DURCHFÜHRUNG	8
2.1 Einige Daten zum Projekt	8
2.2 Chronologie	8
2.3 Die HÜ-Box.....	9
2.4 Der Moodlekurs.....	9
3 EVALUATION	11
3.1 Schularbeiten.....	11
3.2 Hausübungsbox	11
3.3 Genderaspekt	12
3.4 Kompetenzorientierung.....	12
4 REFLEXION UND AUSBLICK	13
4.1 Probleme	13
4.2 Schularbeiten.....	13
4.3 Matura 2.0	14
4.4 Hausübungsbox	14
4.5 Zukunft.....	14
5. LITERATUR.....	15

ABSTRACT

Das Projekt baut auf den Erfahrungen der Imst-Projekte 1115, 1245 und 1701 auf. Im Rahmen dieses Projektes liegt jetzt der Schwerpunkt auf der Erarbeitung von Übungsmöglichkeiten für SchülerInnen. Die SchülerInnen sollen die Möglichkeit erhalten einfache Experimente zu Hause zu üben. Dies dient als Ergänzung zu den Übungsstunden im Unterricht.

Die Ergebnisse der ersten drei Projekte zeigen, dass die Auswahl der Experimente sich an den Lernzielen orientieren muss. Experimente sollten jene Fähigkeiten, die SchülerInnen auch in einem guten Frontalunterricht nicht in diesem Ausmaß erlernen können, fördern. Mit Experimenten bei Schularbeiten wird nicht Fachwissen getestet. Man muss sich dazu bekennen, auf Fachfragen teilweise zu verzichten, damit die SchülerInnen die Fähigkeit zum Beschreiben sowie Durchführen und Auswerten von Experimenten unter Beweis stellen müssen. Die Planung von Experimenten, die Überprüfung von Theorien und die Entwicklung von Hypothesen können im Unterricht als Ziel experimenteller Arbeit definiert werden, überfordern aber die SchülerInnen in Prüfungssituationen. In Prüfungssituationen kann man nur rezeptartig bereits eingeübte Fähigkeiten abprüfen. Trotzdem ist das Experiment in Prüfungssituationen eine logische Konsequenz eines kompetenzorientierten Physikunterrichts.

Schulstufe: 11. Schulstufe
Fächer: Physik
Kontaktpersonen: Mag. Dr. Michael Schwarzer / Mag. Otto Tschauko

Erklärung

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation

Die Ausgangssituation wurde bereits bei den Vorgängerprojekten¹ ausführlich beschrieben und soll daher hier nur mehr kurz wiedergegeben werden.

1.1.1 Motivation

Das Experiment spielt im Physikunterricht seit jeher eine große Rolle. Früher waren es meistens Demonstrationsexperimente, die die LehrerIn vorgeführt hat. Seit etwa 25 Jahren sind SchülerInnenexperimente im Physikunterricht Standard. Mit der Einführung dieser Experimentiergeräte konnten die SchülerInnen erstmals eigenständig Versuche aus allen wichtigen Gebieten der Physik (Mechanik, Optik, Wärmelehre und Elektrizität) durchführen.

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

Lehrstoff der 5. und 6. Klasse²:

Die SchülerInnen sollen folgende physikalische Bildungsziele erreichen:

*-mittels einfacher **Schülerexperimente** insbesondere die Fähigkeit zum Beobachten, Beschreiben und Berichten sowie Planen, Durchführen und Auswerten entwickeln³*

Wenn man die Lernziele der Oberstufe erfüllen will, kann man auf SchülerInnenexperimente nicht verzichten. Das zeigt auch ein Blick auf die Lernziele des Oberstufenlehrplans. 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.⁴

Damit ist die Durchführung von Experimenten bei schriftlichen Klausurarbeiten gesetzlich geregelt. Es ist aber nicht sinnvoll und auch nicht erlaubt, im Rahmen der schriftlichen Klausurarbeit Arbeitstechniken zu verlangen, die vorher nie im Rahmen einer Schularbeit eingeübt wurden. Dies gilt in Physik genauso wie in allen anderen Fächern, wie zum Beispiel die Hörverständnisübungen in den Fremdsprachen. Daher werden auch bei Schularbeiten Experimente durchgeführt.

¹ Experimente bei Physikschularbeiten: ID 1115, ID1242 und ID1701

² Entspricht der 9. und 10.Schulstufe

³ Auszug aus dem Lehrplan 2004: BGBl. II Nr. 277/2004 v. 8.7.2004

⁴ BGB für die Republik Österreich, 123.Verordnung; ausgegeben am 12. Juni 2007. Teil II

1.1.2 Das Experiment in der didaktischen Literatur

Experimente im Unterricht lassen sich nach verschiedenen Kriterien einteilen. Man kann sie nach der Organisationsform (SchülerInnen- oder LehrerInnenexperimente) oder nach der Art der Datenerfassung (qualitativ oder quantitativ) unterscheiden. Häufig werden Experimente auch nach der Unterrichtsphase, in der sie eingesetzt werden, unterteilt. Es gibt Einstiegs-, Erkenntnis- und Wiederholungsexperimente⁵.

Berge und Volkmer⁶ haben eine Einteilung für Experimente in Testsituationen entwickelt. Dabei unterscheiden sie zwischen wiederholenden, weiterführenden und themenunabhängigen Experimenten. Die Experimente unterscheiden sich auch beim Schwierigkeitsgrad des experimentellen Aufbaus und in der Komplexität der Aufgabe. Die folgende Tabelle zeigt die Einteilung nach Berge und Volkmer, die sich als sehr nützlich erwiesen hat. Im Rahmen dieses Projektberichtes beziehe ich mich immer auf diese Einteilung. Eine genaue Analyse zeigt, dass der Lehrplan in Österreich Schülerexperimente in allen Schwierigkeitsstufen erwartet.

Während das Erstellen von Diagrammen und die Durchführung von einfachen Experimenten⁷ mit wiederholenden (Stufe I) und weiterführenden (Stufe II) Experimenten mit bekannten Versuchsaufbau (Stufe I) und geführten Experimentieren (Stufe II) erreicht werden kann, ist die Entwicklung und Einschätzung von Hypothesen⁸ nur mit themenunabhängigen Experimenten die ein selbstständiges Experimentieren (Stufe III) erfordern möglich. Die ersten drei Projekte haben gezeigt, dass bei Schularbeiten nur Experimente der Stufe I und II möglich sind. Dies gilt für die Bindung an das Unterrichtsthema, für den Schwierigkeitsgrad und für die Komplexität.

⁵ Schwarzer Michael: Mathematik im Physikunterricht

⁶ Berge; Volkmer; Schülerexperimente als Testsituation

⁷ Siehe Lehrplan

⁸ Siehe Lehrplan

Stufe	Bindung an das Unterrichtsthema	Schwierigkeitsgrad des experimentellen Aufbaus	Komplexität der Aufgabe
I	Wiederholendes Experimentieren Ein aus dem Unterricht bekanntes Experiment wird von den Schülerinnen und Schülern wiederholt. Beispiel: Bestimmung der Federkonstanten einer Schraubenfeder	Bekannter Versuchsaufbau mit genauer Anleitung Beispiel: Bestimmung der Dichte verschiedener Holzkörper	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.
II	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.	Geführtes Experimentieren Die Arbeitsschritte sind vorgegeben und mit Teilaufgaben verknüpft. Beispiel: Es soll geprüft werden, ob ein Eisendraht dem ohmschen Gesetz gehorcht.	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.
III	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?	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.	Experiment mit komplexer Struktur Das Experiment bezieht sich auf unterschiedliche Themen. Beispiel: Ermittle die Werte der Heizwiderstände und Leistungsstufen einer Kochplatte mit 7-Takt-Schaltung (s. a. S. 72).

1.1.3 Die Auswirkungen der neuen Reifeprüfung

Durch die neue kompetenzorientierte teilzentrale Reifeprüfung ändert sich an den gesetzlichen Voraussetzungen und an den Rahmenbedingungen für dieses Projekt nichts viel. Die schriftliche Reifeprüfung in Physik ist nicht zentralisiert und es gibt auch keine neuen Regelungen, daher bleiben die Rahmenbedingungen so wie sie sind.

Da der Unterricht so wie die Fragen zur Matura kompetenzorientiert sein sollte, lohnt sich ein Blick auf die Definition von Kompetenz:

*Kompetenzen sind die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können*⁹.

Jede Änderung wird in Richtung Kompetenzorientierung gehen. Kompetenz wird hier im Sinne von Nachhaltigkeit und Verständnis im Gegensatz zu lexigraphischem Wissen verstanden. Das soll nicht heißen, das Fachwissen für das Verständnis nicht wichtig ist. Kompetenz in Physik heißt auch experimentelle Kompetenz und Verständnis für die Arbeitsweise der Physik als Wechselspiel zwischen Theorie und Experiment. Durch die Betonung dieser Kompetenzorientierung werden Experimente und SchülerInnenexperimenten im Unterricht wichtiger. Daher wird die Frage nach den Möglichkeiten des Einsatzes von Experimenten im Rahmen von schriftlichen und praktischen Leistungsfeststellungen aktueller. Im allen Kompetenzmodellen sind praktische Fähigkeiten als Kompetenz explizit ausgeführt. Es stellt sich also die Frage, ob nicht alle schriftlichen Klausurarbeiten einer kompetenzorien-

⁹ Siehe Weinert 2001, S. 27 f

tierten Matura in Zukunft ein Experiment enthalten sollten? Eine noch bessere Einbindung von SchülerInnenexperimenten in den Unterricht und in die Leistungsfeststellung ist eine wichtige Voraussetzung für einen kompetenzorientierten Unterricht mit Zukunft. Dafür wurden in diesem vierjährigen Projekt wichtige Erfahrungen gesammelt.

1.2 Ziele des Projekts

1.2.1 Start des dritten Durchgangs

Nachdem es in den Schuljahren 2007/08 und 2008/09 einen ersten Durchlauf mit Experimenten bei Schularbeiten und einer Reifeprüfung gegeben und im letzten Schuljahr ein zweiter Durchgang gestartet wurde, sollten nun alle Erfahrungen in einen dritten Durchlauf einfließen. Dieser dritte Durchlauf wurde erstmals in zwei 7. Klassen parallel gestartet.

Dabei lag der Schwerpunkt eindeutig bei der Übungsmöglichkeit für SchülerInnen. Vor allem sollen die Übungsmöglichkeiten für die SchülerInnen zu Hause verbessert werden. Die in den letzten Jahren verwendete Hausübungsbox mit Experimenten zu Elektrizität, Magnetismus und Halbleiter wurde neu konzipiert. In der achten Klasse war der probeweise Einsatz von fertigen Experimentierkästen der Firma Conrad zum Thema Halbleiter geplant. Parallel dazu wurde ein Moodlekurs mit Unterlagen und Protokollvorlagen entwickelt.

Die zweite zentrale Frage war die Art der möglichen Experimente. Das große Ziel wären geführte themenunabhängige Experimente, die in dieser Form nicht vorher geübt wurden. Ein Grund für dieses Ziel ist neben grundlegenden pädagogischen Überlegungen die einfache Tatsache, dass es zu einem begrenzten Stoffgebiet nur eine sehr geringe Zahl bei Schularbeiten durchführbarer Experimenten gibt. Mit themenunabhängigen Experimente wäre der Spielraum viel größer. Die Hausübungsbox soll also nur grundlegende Messtechniken vermitteln, die an in anderer Kombination bei der Schularbeit eingesetzt werden. Das entspricht der Stufe II nach Berge-Volkmer. Bei themenunabhängigen Experimenten ist die Verwendung einer Formelsammlung sinnvoll, damit die SchülerInnen sich auf das Experiment konzentrieren können und nicht an fehlendem Formelwissen scheitern.

1.2.3. Evaluation

Im Rahmen der Evaluation soll das Erreichen der Lernziele genauso überprüft werden wie die Einstellung der SchülerInnen zu experimentellen Prüfungsaufgaben. Der Schwerpunkt der Evaluation soll auf die Hausübungen und auf mögliche Hilfestellungen für die Vorbereitung auf experimentelle Tests in Unterricht gelegt werden. Im Rahmen der Evaluation soll der Genderaspekt besondere Beachtung finden.

2 DURCHFÜHRUNG

2.1 Einige Daten zum Projekt

Das Projekt wurde erstmals in zwei 7.Klassen parallel durchgeführt. Die Gruppen sind beide sehr klein (13 und 10 SchülerInnen), da der Rest der Klasse DG besucht. Eine Klasse wurde von Prof. Schwarzer die andere von Prof. Tschauko unterrichtet. In beiden Klassen sitzen nicht sehr viele gute und an Physik interessierte SchülerInnen. Die Klasse von Prof. Schwarzer kann man ohne Übertreibung als leistungsschwach bezeichnen. Das ist ein großer Unterschied zum ersten Durchgang, wo sehr viele SchülerInnen die Olympiade besuchten und die Hälfte der Klasse dann schriftlich maturierte. Bei diesen beiden Klassen rechnen wir mit maximal 1 bis 2 Maturanten pro Klasse. Die Klassen sind gut gemischt. In beiden Klassen gibt es annähernd gleich viel Buben wie Mädchen. Prof. Schwarzer hat die Klasse seit der 5.Klasse! Prof. Tschauko ist Klassenvorstand und unterrichtet die Klasse zusätzlich in Mathematik. Interessant ist sicher auch der Vergleich zwischen den beiden Klassen was die Ergebnisse und die Einstellung der SchülerInnen zum Projekt betrifft.

2.2 Chronologie

- September 2010: Auswahl von 10 Experimenten mit dem Schwerpunkt Messtechnik. Im Gegensatz zu den früheren Jahren wurden Experimente aus allen Gebieten der Physik ausgesucht. Es wurden auch Experimente ausgewählt, die in den Stoff der 8.Klasse passen und erst durchgeführt werden. Die Bauteile dafür wurde teilweise bereits ausgeteilt.
- Oktober 2010: Beschaffung der Materialien und Erprobung der geplanten Experimente.
- November 2010: Ausarbeitung eines Moodlekurses, der sowohl Protokollvorlagen als auch Fotos des Versuchsaufbaus enthält. Außerdem finden die SchülerInnen dort auch links zur Theorie des Experiments.
- Dezember 2011: Vorarbeiten für den zweiten Teil der HÜ-Box. Da man in Reutte kein Spezialgeschäft für Elektronikhandel findet, sind wir gemeinsam nach München gefahren um bei Conrad geeignete Bauteile und ein Lernpaket zu begutachten und auszuwählen.
28. März 2011: Erste Schularbeit mit Experiment. Als Experiment musste der Spannungsabfall sowie die Teilströme an parallel geschalteten Widerständen gemessen und werden.
30. Mai 2011: Zweite Schularbeit mit Experiment. Als Experiment musste die Dichte eines Steins ermittelt werden. Das Volumen wurde über den dort Anstieg eines Wasserspiegels und die Masse über eine „Federwaage“ bestimmt. Dieses Experiment stellt eine Abwandlung der Hausübungsexperimente dar, weil die SchülerInnen das Federgesetz zur Massebestimmung verwenden müssen.
- Mai – Juni 2011: Evaluation des Projekts mit Fragebogen und anhand der Ergebnisse bei den Schularbeiten

2.3 Die HÜ-Box

In den letzten Jahren wurden mehrere Varianten ausprobiert. Am Anfang gab es nur ein paar genau zum Stoff passende Versuche rund um das Multimeter. Im nächsten Jahr war der Kernpunkt immer noch das Multimeter. Die Versuche bezogen sich aber schon auf Experimente aus dem Stoff der 6. und 7. Klasse. Aufbauend auf den Erfahrungen der letzten Jahre wurde diesmal von Anfang an ein Gesamtkonzept für die Hausübungsbox entwickelt. Dabei sollten Versuche aus den Gebieten Mechanik, Optik, Wärme und Elektrizität vorkommen. Die Kriterien für die Auswahl waren Durchführbarkeit, Preis, und Ausbaufähigkeit. Die Experimente sollten für ungeübte SchülerInnen ohne direkte Hilfe durch den Lehrer durchführbar sein. Der Preis für das gesamte Paket sollte 20 Euro nicht übersteigen und die Experimente sollten noch Variationen oder Kombinationen für Testfragen zulassen. Die Wahl fiel schlussendlich auf folgende Experimente:

Mechanik:

- Bestimmung der Federkonstante eines Kugelschreibers
- Bestimmung der Dichte eines Steins
- Ermittlung der Erdbeschleunigung mit einer Pendelschwingung

Optik:

- Bestimmung der Brennweite einer Linse
- Bestimmung der Wellenlänge einer Diode mit Gitterbeugung

Strom:

- Stromstärke und Spannungsmessung
- Kartoffelbatterie

Wärme:

- Messung der Abkühlung mit einem NTC-Widerstand

Halbleiter (8.Klasse):

- Kennlinie einer Diode
- Bestimmung des Planckschen Wirkungsquantum mit einer Diode

Ergänzung für die achte Klasse: Versuche mit einem günstigen Versuchssatz zum Thema Halbleiter!

2.4 Der Moodlekurs

Für die Beschreibung der Hausübungsversuche wählten wir bewusst die in der Schule viel verwendete Moodleplattform. Dadurch war es nicht notwendig alle Anleitungen mit der Hausübungsbox auszuteilen. Die SchülerInnen können von zu Hause aus auf die Protokolle zugreifen und diese sogar am Computer ausfüllen und ausdrucken. Bei Erstellung entdeckten wir noch einen zweiten Vorteil. Man kann sehr einfach Zusatzmaterial zu Verfügung stellen. Das Material reicht von Fotos zum Versuchsaufbau bis zu Links mit ähnlichen Versuchen, Tabellen u.s.w. Das führte dazu, dass die SchülerInnen bei der Erledigung der Hausübungen sicher nicht eigenständig arbeiten mussten. Da die Experimente ohne Aufsicht durch den Lehrer durchgeführt werden müssen waren wir das bewusst auf der vorsichtigeren Seite.

Die Schularbeiten mit Experiment fanden im März und im Mai statt. Bei der Bekanntgabe des Schularbeitsstoffs wurden auch darauf hingewiesen, welche Experimente aus der HÜ-Box die SchülerInnen können müssen.

Bei der ersten Schularbeit hatten die SchülerInnen ihr Experimentierset mitzubringen, um die gestellte Aufgabe damit durchzuführen. Für den Fall, dass eine SchülerIn das Set vergessen hat, sind Ersatzsets vorbereitet worden. Der Aufwand für die Vorbereitung bzw. das Zusammenräumen der Experimente war somit vernachlässigbar. Das Experiment bestand darin die Teilspannungen und die Stromstärke an zwei Serienwiderständen zu messen. Jede SchülerIn erhielt unterschiedliche Widerstände. Damit wurde das Abschreiben der Messergebnisse verhindert.

Bei der zweiten Schularbeit gab es ein Experiment, welches nicht 100% in den Hausübungen vorbereitet wurde. Wir wählten die Kombination aus zwei Experimenten mit einer leichten Abwandlung. Die SchülerInnen mussten die Masse eines Steines mit einem Gummiband bestimmen. Die Federkonstante wurde ihnen dabei vorgegeben. Das Volumen wurde wir beim HÜ-Experiment mit einem kleinen Plastikbecher bestimmt. Aus diesen beiden Messergebnissen mußte die Dichte berechnet werden.

Die Vorbereitung war sehr aufwändig, da jeder Stein eine andere Masse hatte. Auch die für die „Waage“ verwendeten Gummibänder hatten unterschiedliche Eigenschaften. Daher mussten wir für alle „Waagen“ die Federkonstante bestimmen. Da wir alle Steine und Waagen nummerierten konnten wir so die Genauigkeit der Messungen kontrollieren. Die SchülerInnen vermerkten die Nummer ihres Versuchsaufbaus auf dem Angabezettel. Durch die verschiedenen Werte für die Masse und das Volumen wurde auch ein Abschreiben verhindert.

3 EVALUATION

Für die Evaluation wurde ein Fragebogen¹⁰ verwendet. Außerdem wurden wie in den letzten Jahren die Ergebnisse bei den Schularbeiten analysiert. Schwerpunkt der Evaluation waren die Hausübungsbox und die Einstellung der SchülerInnen zu den Experimenten bei Schularbeiten.

3.1 Schularbeiten

Zwei der drei Schularbeiten wurden mit Experiment durchgeführt. Bei der ersten Schularbeit mit Experiment wurde ein Hausübungsexperiment wiederholt. Die Aufgabe, Strom und Spannung bei einem Serienwiderstand zu messen, wurde von den meisten SchülerInnen ordentlich durchgeführt. Die SchülerInnen erreichten gleich viele Punkte wie bei den anderen Aufgaben der Schularbeit.

Bei der zweiten Schularbeit wurde ein Experiment ausgearbeitet, das sich aus ‚Teilschritten‘ einzelner Hausübungsexperimente zusammensetzte. Bei der Zusammenstellung wurde versucht, der Notwendigkeit von Kompetenzorientierung und Nachhaltigkeit Rechnung zu tragen.

Die Bestimmung der Masse mit einem Gummiband mit bekannter Federkonstante war teilweise neu. Bei den Hausübungen wurde die Federkonstante bei bekannter Masse bestimmt; bei der Schularbeit war es umgekehrt. Das Ergebnis war eher ernüchternd. Viele SchülerInnen scheiterten an der Gleichsetzung der Schwerkraft mit der Federkraft. Da von vielen SchülerInnen auch das Volumen nicht richtig bestimmt wurde, ist das Ergebnis auf eine schlechte Vorbereitung von Seiten der SchülerInnen zurückzuführen.

Der Fragebogen ergab, dass jene SchülerInnen aus der Klasse, die beim Experiment schlechter abgeschnitten hat, auch eher eine Schularbeit ohne Experiment wünschen und nicht der Meinung sind, dass die Schularbeit durch das Experiment leichter wird.

SchülerInnen mit schlechten Noten glauben, dass man sich nicht gut auf die Experimente vorbereiten kann und sie haben mehr Angst, dass das Experiment bei der Schularbeit nicht funktioniert. Kaum jemand hat Angst bei der Schularbeit etwas kaputt zu machen.

3.2 Hausübungsbox

Die Hausübungsbox inkl. Moodlekurs war sicher das zentrale Ziel dieses Projekts. Dieses Ziel wurde auch erreicht. Die Box kostet etwa 20€ und wurde gegen Kautionsausgabe, damit sie langfristig eine funktionierende HÜ-Box gesichert werden. Der dazugehörige Moodlekurs steht im Netz.

Die Umfrage ergab, dass die SchülerInnen mit den besseren Schularbeitennoten die Box eher selten verwendet haben. In Summe wurde sie aber als hilfreich angesehen. Der Moodlekurs wurde positiv durchwegs positiv bewertet. Die Beschreibung der Experimente wurde als verständlich und ausreichend bewertet. Die SchülerInnen sind auch der Meinung, dass die Experimente ihr physikalisches Verständnis gefördert haben.

¹⁰ Siehe Anhang

3.3 Genderaspekt

Der Unterschied zwischen Mädchen und Buben ist nicht so ausgeprägt wie in den letzten Jahren. Der Unterschied zwischen den beiden Klassen ist viel größer. Auffallend sind nur drei Punkte:

- Mädchen wünschen eher eine Schularbeit ohne Experimente als Buben und das obwohl die Buben eher schlechter abgeschnitten haben als die Mädchen.
- Die Angst vor nicht funktionierenden Experimenten ist bei Mädchen größer
- Die Hausübungsbox wurde von den Mädchen häufiger verwendet als von Buben.

3.4 Kompetenzorientierung

Nach vier Jahren Erfahrung mit Experimenten bei Schularbeiten zeigt sich, dass das Durchführen von Experimenten Einzelarbeit viel mehr zur Entwicklung der praktischen Fähigkeiten beiträgt als die klassischen SchülerInnenexperimente in Gruppen. In der Gruppe werden die Experimente immer von denselben SchülerInnen aufgebaut und ausgewertet. Bei Experimenten in Einzelarbeit muss jeder die Fähigkeiten im Umgang mit Messgeräten erwerben. Außerdem muss jeder Protokoll führen und auswerten.

Es zeigt sich auch, dass Experimente, die nicht rezeptartig geführt sind, viel mehr Kompetenz erfordern. Die notwendigen Kompetenzen sind neben der reinen Messarbeit auch richtige Verwendung von Formeln, exaktes Arbeiten und Protokollieren.

Bei themenunabhängigen Experimenten ist dazu noch ein solides Grundwissen aus allen Gebieten notwendig. Das Grundwissen muss nachhaltig vorhanden sein. Die schlechten Ergebnisse bei der 2. Schularbeit zeigen, dass SchülerInnen in der 7. Klasse nicht in der Lage sind ohne gezieltes Wiederholen ein einfaches Kräftegleichgewicht zur Bestimmung der Masse anzuwenden. Damit ergibt sich beim Einsatz themenunabhängiger Experimente automatisch die Notwendigkeit von Kompetenzorientierung und Nachhaltigkeit.

4 REFLEXION UND AUSBLICK

4.1 Probleme

Das bereits bewährte Team Tschauko, Schwarzer hat die klar formulierten Ziele umgesetzt. Wir haben bei der Entwicklung der Hausübungsbox sicher sehr tief angesetzt. Die Experimente sind geführt also rezeptartig und das Protokoll ist vorgefertigt. Dabei ist uns klar, dass damit die vor 2 Jahren formulierten Ziele nicht erreicht werden. Unsere Idee ist es, den SchülerInnen den Einstieg so leicht wie möglich zu machen. Keine SchülerIn kann nun mit ruhigen Gewissen behaupten, dass er die Anleitung nicht verstanden hat bzw. die Hausübung nicht machen kann.

Unser Hauptaugenmerk liegt nun darin den SchülerInnen im Unterricht klar zu machen, dass das Experimentieren weiter gehen muss. Nur in weiterführenden Experimenten kann die Arbeitsweise eines Physikers ersichtlich werden. Dies wurde in der Vorbereitung auf die letzte Schularbeit begonnen und soll im nächsten Jahr fortgesetzt werden. Der Erfolg dieser Bemühungen entscheidet sicher über die weitere Zukunft des Projektes.

4.2 Schularbeiten

Bei der Organisation der zweiten Schularbeit stellte sich heraus, dass dies mit einem deutlichen zeitlichen Mehraufwand verbunden ist. Das Projektteam musste im Vorfeld das nötige Material besorgen und daraus eine entsprechende Anzahl an Experimentiersets zusammenstellen. Die Sets waren einheitlich gestaltet, aber die verwendeten Steine waren leicht unterschiedlich in ihrer Größe. Dies erhöht die Transparenz der Versuchsdurchführung und erleichtert eine nachträgliche Beurteilung der Arbeit einerseits. Andererseits bedeutet es einen Mehraufwand, da für jedes Set die Messergebnisse im Vorfeld ermittelt und protokolliert werden müssen.

Da nach dieser Stunde der Saal durch eine andere Klasse belegt war, mussten die Sets umgehend abgebaut werden. Auch hier wäre ein zusätzlicher zeitlicher und räumlicher Freiraum wie bei der Vorbereitung von Vorteil gewesen. Die Administration hat das Projektteam bei der Vorbereitung und Durchführung der Schularbeit sowohl mit zeitlichen Freiräumen als auch mit Saalbelegungen unterstützt.

In der Zukunft wird abzuklären sein, wie sich der administrative Mehraufwand bewerkstelligen lässt, wenn in weiteren Klassen Physikschararbeiten mit Experimenten durchgeführt werden!

In einer der beiden Klassen wurden bei der zweiten Schularbeit mit Experiment nur drei Schüler mit dem Experiment fertig. Der Großteil hatte den experimentellen Teil nur angefangen, während zwei SchülerInnen das Experiment nicht durchführten. (Im Gegensatz dazu wurde bei der ersten Schularbeit mit Experiment dieses von allen SchülerInnen durchgeführt. Zwei Drittel der SchülerInnen erreichten dabei mehr als die Hälfte der dafür vorgesehenen Punkte.)

Weiters war zu beobachten, dass jene SchülerInnen, die das Experiment zur Gänze durchführten, dieses zeitlich nicht hinten anstellten. Der Rest hatte größeren Respekt vor dem Experiment und schob dieses an den Schluss der Schularbeit. Interessanterweise haben jene SchülerInnen, die die Hausübungsexperimente durchführten, beim Schularbeitenexperiment nicht zwangsläufig besser abgeschnitten. Hier zeigt sich, dass der Übergang vom rezeptartigen Experimentieren zum themenunabhängigen Experiment ein gewisses Maß an Grundkompetenzen und an Nachhaltigkeit abverlangt.

4.3 Matura 2.0

Im nächsten Schuljahr wird es, wenn SchülerInnen antreten, in beiden Klassen eine schriftliche Reifeprüfung mit Experiment geben. Nach einer ersten Umfrage wird es in einer Klasse sicher 2 bis 3 Maturanten geben.

Als Vorbereitung dafür sind zwei Schritte geplant:

1. Wir möchten die HÜ-Box weiter verwenden. Zusätzlich soll die bereits heuer gekaufte Lernbox zu Halbleitern im Unterricht eingesetzt werden. Die Box kostet nur 10 Euro und beinhaltet alle Versuche, die für Halbleiter im Unterricht vorgesehen sind. Man kann damit also alle die Schülerexperimentierkästen der Firma NTL ersetzen. Der Vorteil liegt nicht nur im Preis sondern auch in der Tatsache, dass jeder/jede SchülerIn seine eigene Box im Unterricht verwenden kann. Ersatzteile müssen auch nicht teuer eingekauft sondern können als normale elektronische Bauteile bestellt werden.
2. Der heuer eingeschlagene Weg in Richtung komplexerer themenunabhängiger Experimente soll fortgesetzt werden. Bei den Schularbeiten im nächsten Schuljahr sollen nicht wiederholende Experimente eingesetzt werden. Damit wäre dann das vor 4 Jahren formulierte Ziel die experimentellen Fähigkeiten der SchülerInnen grundlegend zu verbessern erreicht. Spätestens bei der Matura kommt dann ein Experiment mit einer höheren Anspruchsstufe.

4.4 Hausübungsbox

Die Hausübungsbox scheint so weit ausgereift. Ein Feinschliff ist natürlich jederzeit möglich und einfach zu bewerkstelligen. Man benötigt nur eine Idee für einen billigen und einfach durchführbaren Versuch und kann diesen durch Austeilen weitere Bauteile und einer Beschreibung in Moodle sofort den SchülerInnen zur Verfügung stellen. Vor einer endgültigen Bewertung muss man aber noch die Evaluation im nächsten Schuljahr (nach der Matura) abwarten.

4.5 Zukunft

Die Zukunft des Projektes ist noch ungewiss. Die endgültige Entscheidung soll nach der Evaluation der Matura 2.0 im Schuljahr 2011/12 getroffen werden.

Ein weiterer Kollege würde bei einer Fortsetzung gern mitmachen. Damit würde sich die Möglichkeit ergeben, dass bei allen Physikschararbeiten in Zukunft Experimente durchgeführt werden. Der große Vorteil wäre eine Verankerung im Schulprofil. Was bei positiver Resonanz ein Pluspunkt für das RG sein könnte.

Eine Verbreitung in Tirol im Rahmen einer AG scheiterte an der geringen Anmeldezahl. Da liegt an der geringen Zahl der Schulen, die einen RG-Zweig führen. Hier könnte man eine Bundes-AG denken.

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

SCHATZL Andreas (Projektleiter für die neue Reifeprüfung):
<http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung.xml>

LABUDE 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

SCHWARZER Michael: Experimente bei Physikschararbeiten, Durchführen und Bewerten, (ID1115), IMST-Projektbericht 2008.

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

Weinert, Franz.E. (Hg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim/Basel: Beltz, 2002 (2. Auflage)

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag,