



**IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Kompetent durch praktische Arbeiten – Labor, Werkstätte & Co

**EXPERIMENTE BEI DER MÜNDLICHEN PHYSIKMATURA**

**ID 1155**

**Mag. Dr. Michael Schwarzer**

**Mag. Otto Tschauko**

**BG/BRG Reutte**

Reutte, im Juni 2014

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>2</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
1.1 Motivation.....	4
1.2 Grundlegende Überlegungen.....	5
1.3 Allgemeine Bemerkungen .....	6
1.4 Verschiedene Möglichkeiten des Einsatzes von Experimenten .....	7
<b>2 ZIELE DES PROJEKTS.....</b>	<b>9</b>
2.1 Fertigstellung der Box .....	9
2.2 Verbreitung der Idee .....	9
2.3 Einsatz bei der mündlichen Matura.....	9
2.4 Evaluation .....	9
<b>3 DURCHFÜHRUNG.....</b>	<b>10</b>
3.1 Chronologie.....	10
3.2 Die HÜ-Box .....	10
3.3 Die Matura .....	11
<b>4 ERGEBNISSE.....</b>	<b>12</b>
4.1 Die neue Box .....	12
4.2 Verbreitung .....	12
4.3 Fragebogen.....	13
<b>5 EVALUATION .....</b>	<b>14</b>
5.1 Hausübungsbox .....	14
5.2 Genderaspekt .....	14
5.3 Die Matura .....	15
<b>6 REFLEXION UND AUSBLICK .....</b>	<b>16</b>
6.1 Probleme.....	16
<b>5. LITERATUR .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ANHANG .....</b>	<b>19</b>

## ABSTRACT

*Zu den Kompetenzen, die im Rahmen der neuen, mündlichen Matura in Physik abgefragt werden sollen, zählt auch die Planung und die Durchführung von Experimenten. Im Leitfaden für die Physikmatura heißt es dazu: „Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen, und protokollieren“. Da die Fragen im Rahmen der mündlichen Matura in Zukunft aus einem Pool gezogen werden, müssen alle möglichen Experimente, die im Aufgabenpool vorhanden sind, vom Prüfer vorbereitet werden. Wenn man fünf Experimente einbaut, müssen alle fünf im Kabinett so vorbereitet werden, dass sie innerhalb von wenigen Minuten zur Verfügung stehen.*

*Im Rahmen des Projektes wird eine Box, die rund zwanzig Versuche ermöglicht, erstellt und erprobt. Die Versuche, bei denen der Schüler/ die Schülerin den Umgang mit verschiedenen Messmethoden und Auswertungsverfahren übt, sind großteils quantitativ. In den zwanzig Versuchen wird der Umgang mit Messgeräten (Multimeter, Thermometer, ...) und die Auswertung (Diagramme, Mittelwert, ...) eingeübt.*

*Mit dieser Box werden zwei Probleme auf einen Schlag gelöst. Der Lehrer kann eine Vielzahl an experimentellen Fragestellungen ohne großen Aufwand im Aufgabenpool einbauen und die Schülerin/der Schüler kann sich zu Hause auf die Experimente im Rahmen der mündlichen Prüfung vorbereiten. Die Box wurde in den letzten fünf Jahren als Hausübungsbox für experimentelle Physikscharbeiten erstellt und eingesetzt.*

Schulstufe: 11. + 12. Schulstufe

Fächer: Physik

Kontaktpersonen: Mag. Dr. Michael Schwarzer / Mag. Otto Tschauko

# 1 EINLEITUNG

## 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. 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.

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.<sup>1</sup>*

Damit ist die Durchführung von Experimenten bei schriftlichen Klausurarbeiten gesetzlich geregelt. Diese Regelung wird in der neuen Matura übernommen.

Im Rahmen der neuen teilzentralen Reifeprüfung werden nun auch bei der mündlichen Matura Experimente empfohlen bzw. gefordert. Das aktuelle Projekt untersucht jetzt die Möglichkeiten die in den letzten Jahren entwickelte Materialsammlung bei der neuen mündlichen Matura einzusetzen.

---

<sup>1</sup> BGB für die Republik Österreich, 123.Verordnung; ausgegeben am 12. Juni 2007. Teil II

## 1.2 Grundlegende Überlegungen

Die Durchführung der neuen Reifeprüfung wird im Bundesgesetzblatt vom 30. Mai 2012, 174. Prüfungsordnung AHS geregelt. Die Aufgabenstellung zur mündlichen Prüfung ist im Paragraph §29 geregelt.

*§ 29. (1) Im Rahmen der mündlichen Teilprüfung ist jeder Prüfungskandidatin und jedem Prüfungskandidaten im gewählten Themenbereich eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung, welche in voneinander unabhängige Aufgaben mit Anforderungen in den Bereichen der Reproduktions- und Transferleistungen sowie der Reflexion und Problemlösung gegliedert sein kann, schriftlich vorzulegen. Gleichzeitig mit der Aufgabenstellung sind die allenfalls zur Bearbeitung der Aufgaben erforderlichen Hilfsmittel vorzulegen. [bundesgesetzblatt,2012]*

Der Begriff kompetenzorientiert wird dabei nicht näher beschrieben. Dieser wird im Leitfaden „Die kompetenzorientierte Reifeprüfung aus Physik“ [bmukk, 2012] definiert und erläutert. Dabei werden drei Handlungskompetenzen Wissen organisieren, Erkenntnisse gewinnen und Schlüsse ziehen definiert. Für die Durchführung von Experimenten im Rahmen der Matura ist der Bereich Erkenntnisse gewinnen wichtig (siehe Kasten 1).

Durch E 3 wird der Einsatz von Experimenten bei der mündlichen Reifeprüfung impliziert. Da es aber drei Kompetenzbereiche mit je vier Punkten gibt, muss natürlich nicht jede Aufgabe ein Experiment enthalten. Im oben erwähnten Leitfaden werden vier mögliche Varianten für den Einsatz von Experimente: Demonstrationsexperimente, Freihandexperimente, interaktiven Bildschirmexperimente oder Applets und eine Materialsammlung.

Kompetenzen, die die Schülerin / der Schüler im Rahmen des Thema Erkenntnisse gewinnen erwerben soll.

***Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren***

*Ich kann einzeln oder im Team ...*

*E 1 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen und/oder Messungen durchführen und diese beschreiben.*

*E 2 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.*

*E 3 zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen, und protokollieren.*

*E 4 Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten)*

### 1.3 Allgemeine Bemerkungen

Man sollte beachten, dass man bei der Matura nicht Experimente verlangen kann, die im Unterricht nicht ähnlich behandelt bzw. durchgeführt wurden. Das Experiment kann neuartig sein, aber es sollten bei der Prüfung keine Kompetenzen verlangt werden, die nicht eingeübt wurden. Selbst bei einfachen Applets kann man nicht erwarten, dass die Schülerin/der Schüler in der kurzen Vorbereitungszeit die Bedienung lernt. Durch den Wegfall der Vorbereitungsstunden vor der mündlichen Matura kann man die praktischen Kompetenzen für die möglichen Versuche mit den Kandidaten nicht mehr gezielt wiederholen und üben.

#### Die Vorbereitungszeit

Die Vorbereitungszeit für eine mündliche Prüfung beträgt mindestens 20 Minuten und kann für Experimente verlängert werden:

*Zur Vorbereitung auf jede mündliche Teilprüfung ist eine im Hinblick auf das Prüfungsgebiet und die Aufgabenstellung angemessene Frist von mindestens 20 Minuten, in den Prüfungsgebieten „Lebende Fremdsprache“ jedoch mindestens 15 Minuten, einzuräumen. In Gegenständen der Gegenstandsgruppe der NAWI, wo experimentelle Aufgabenstellungen einfließen sollen, und in Darstellender Geometrie (wegen grafischer und praktischer Aufgabenstellungen) sollte aufgrund dieser Bestimmung die Vorbereitungszeit angemessen erhöht werden können. [1]*

Da man vor der Ziehung nicht weiß, ob die Kandidatin/der Kandidat ein Experiment durchführen muss, ist eine flexible Lösung anzustreben. Wenn die Kandidatin/der Kandidat ein Experiment zieht, dann erhält er die Frage sofort, ansonsten 15 Minuten später. Das Gesetz erlaubt auch eine generelle Erhöhung der Vorbereitungszeit in Gegenständen aus der Gegenstandsgruppe NAWI.

#### Die Ziehung der Fragen

Das größte Problem bei der Durchführung von Experimenten ist die Ziehung der Fragen. Die Lehrerin/der Lehrer muss alle Experimente, die er im Fragenpool untergebracht hat, so weit vorbereiten, dass er das gewählte Experiment sofort bereitstellen kann. Dadurch wird die Zahl der Experimente begrenzt. Organisatorisch kann man alle Prüfungen aus Physik in einem geeigneten Raum in der Nähe des Kabinetts durchführen. Wenn alle Physikprüfungen aus allen Klassen am selben Tag durchge-

führt werden, dann können die Lehrer auch beim Aufbau von Experimenten zusammenarbeiten.

Wie im Kapitel 1.4 erläutert, sollten die Lehrer auf Freihandexperimente, Applets und Experimente aus einer Materialsammlung (Box, Schülerversuche) zurückgreifen. Bei diesen Möglichkeiten hält sich der Vorbereitungsaufwand in Grenzen und es können Aufgaben im Sinn der gewünschten Kompetenz erstellt werden.

## **1.4 Verschiedene Möglichkeiten des Einsatzes von Experimenten**

### **Demonstrationsexperimente**

Demonstrationsexperimente dienen in erster Linie der Veranschaulichung von Lerninhalten. Da der Schüler diese im Unterricht nicht selbst durchgeführt hat, ist es auch nicht sinnvoll dies im Rahmen der Matura zu verlangen. Demonstrationsversuche sind meist Versuche mit einem hohen Vorbereitungsaufwand. Typische solche Experimente sind Halbleiterschaltungen, Elektronenablenkung, Elektronenbeugung, Waltenhofensches Pendel und die Wellenwanne.

Bei vielen dieser Versuche reicht ein Foto oder ein kurzer Film um den Effekt zu zeigen. Diese Fotos oder Filme kann man im Unterricht selber machen. Für die mündliche Prüfung ist es dann vollkommen ausreichend, wenn die Schülerin/der Schüler anhand der Bilder oder Filme den Effekt erklärt. Ein Aufbau des gesamten Experimentes ist dann nicht notwendig bzw. nicht sinnvoll. Manchmal kann man zur Demonstration des Effekts auch eine Simulation (siehe Kap. 3.3.) einsetzen. Mit dieser Art von Experimenten werden vor allem die Kompetenzen E1 und E4 abgeprüft (siehe Kasten 1).

### **Freihandexperimente**

Freihandversuche sind meist einfache, kurze Demonstrationsversuche die nur quantitative Ergebnisse liefern. Sie lassen sich vom Lehrer/von der Lehrerin leicht vorbereiten und vom Schüler/der Schülerin in der Vorbereitungszeit mit geringem Zeitaufwand durchführen. Die Erklärung von Freihandexperimenten führt meist zu einer kompetenzorientierten Frage, da man bei der Beantwortung entsprechend der Kompetenz E2 Phänomene in der Natur und Umwelt erklären muss. Da die Vorbereitung auch für den Lehrer nicht aufwändig ist, sollte man Freihandexperimente vermehrt einsetzen. Typische einfache Experimente wären die Trinkente oder die Newton Wiege. Simulationen und Applets

## **Applets und Simulationen**

Applets und Simulationsprogramme sind leicht verfügbar und es ist kein Aufbau notwendig. Ein Laptop mit den installierten Programmen ist völlig ausreichend. Die Schülerin/der Schüler kann bei der Vorbereitung auf die mündliche Matura auch zu Hause üben. Bei guten Simulationen kann damit auch die Kompetenz E3, die Planung und Durchführung von Experimenten geprüft werden. Im Rahmen der Simulation elektrischer Schaltung muss die Kandidatin/der Kandidat zum Beispiel wissen wie die Messgeräte zu verwenden sind um die richtigen Ergebnisse zu erhalten. Man kann aber auch Simulationsprogramme, wie das Yenka, verwenden

## **Die Versuchsbox**

Damit die Lehrerin/der Lehrer nicht alle Versuche aufbauen muss, kann man auch eine Materialsammlung zur Verfügung stellen, aus der die Schülerin/der Schüler die notwendigen Bauteile selbst auswählt und den Versuch aufbaut. Dafür eignen sich die klassischen SchülerInnenversuchskästen, die die Schülerin/der Schüler im Unterricht bereits kennengelernt haben. Die klassischen Schülerversuche sind schon nach Gebieten sortiert, so dass man der Schülerin/den Schüler für ein Experiment nur die entsprechende Box und eine Beschreibung der Aufgabe zur Verfügung stellen kann. Die Schülerin/der Schüler muss dann selbstständig den Versuch aufbauen und durchführen. Natürlich muss bei der Auswahl die beschränkte Vorbereitungs- und Prüfungszeit berücksichtigt werden.

Man kann auch eine eigene Sammlung, die aus einfachen Geräten besteht zusammenstellen. Ein Multimeter, Widerstände, Batterie, Gummiband als Feder und eine Plastiklinse ermöglichen bereits eine große Anzahl an Versuchen. Diese Versuchsbox kann die Schülerin/der Schüler dann auch mit nach Hause nehmen und verschiedene Experimente vor der mündlichen Prüfung üben. In Rahmen dieses Projektes wird eine solche Box zusammengestellt und erprobt. Mit dieser Art der experimentellen Prüfung kann am ehesten die Kompetenz E3 überprüft werden.

## **2 ZIELE DES PROJEKTS**

### **2.1 Fertigstellung der Box**

Nachdem die Hausübungsbox in den letzten fünf Jahren entwickelt erprobt und erweitert wurde soll sie nun im Rahmen dieses Projektes fertiggestellt werden. Dafür werden alle bisher eingesetzten Versuche überarbeitet und die besten ausgewählt. Die Anleitungen für das Experimentieren zu Hause werden mit den Erfahrungen und Evaluationen der letzten Jahre überarbeitet. Dies erscheint besonders wichtig, da die SchülerInnen sich in Zukunft ohne Arbeitsgemeinschaftsstunden auf die mündliche Matura vorbereiten müssen. Daher ist ein Paket, das eine gezielte Übung ohne Lehrerhilfe ermöglicht dringend notwendig.

### **2.2 Verbreitung der Idee**

Da die neue Reifeprüfung mit der Ziehung der Fragen im nächsten Schuljahr startet und dann jeder Lehrer vor derselben Aufgabe stellt, sollen die Ergebnisse der bisherigen Projekte und die Idee der Hausübungs- und Maturabox verbreitet werden.

### **2.3 Einsatz bei der mündlichen Matura**

Anhand zweier Schüler soll die Box auch bei der mündlichen Matura eingesetzt werden. Dabei liegt das Hauptaugenmerk natürlich auf der selbstständigen Vorbereitung. Beide Schüler sollen Mitte März eine Box erhalten, mit der sie sich gezielt vorbereiten können. Ob sie im Rahmen der mündlichen Matura tatsächlich ein Experiment durchführen müssen, wird erst kurz vor der Matura entschieden.

### **2.4 Evaluation**

Im Rahmen der Evaluation in den laufenden Schularbeitengruppen soll das Erreichen der Lernziele genauso überprüft werden wie die Einstellung der Schüler/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.

Die beiden Maturanten sollen im Rahmen eines Interviews zu ihren Erfahrungen mit der Box befragt werden.

## **3 DURCHFÜHRUNG**

### **3.1 Chronologie**

Direkt betroffen von dem heurigen Projekt sind zwei Schüler. Eine davon besucht den Schwerpunkt mit Schularbeiten und kennt daher die Box, der andere Schüler hat DG gewählt und noch keine Tests oder Schularbeiten mit Experiment geschrieben. Beide Schüler werden mündlich zur Matura antreten und die Box in der Vorbereitung verwenden.

Im Gegensatz zum Ministerium (PISA / BIST) möchten wir eine kontinuierliche Evaluation des gesamten Projektes. Daher wird als Fortsetzung der Vorgängerprojekte eine siebte Klasse mit demselben Fragebogen wie im letzten Jahr befragt werden. Die Klasse hat 12 SchülerInnen.

September 2013: Auswahl zusätzliche Experimente für die mündliche Matura

Oktober 2013: Workshop

November 2013: Beschaffung der Materialien und Erprobung der geplanten Experimente. Überarbeitung der bisherigen Protokolle

Dezember 2013: Kontaktaufnahme mit dem Fachdidaktikzentrum. Planung einer Bundesarbeitsgemeinschaft im Schuljahr 2014/15

Feber 2014: Erstellung einer Kernstoffliste für die mündliche Matura und das Wahlpflichtfach

März 2013: Innovationstag. Ausgabe der Box an die Maturanten

Mai 2014: Evaluation mit Fragebogen in der 7. Klasse

Juni 2014: Durchführung der Matura und Interview mit den betroffenen Schülern

### **3.2 Die HÜ-Box**

In den letzten Jahren wurden mehrere Varianten der Box 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 wurde im letzten Jahr ein Gesamtkonzept für die Hausübungsbox

entwickelt. Dabei sollten alle Gebiete (Mechanik, Optik, Wärme und Elektrizität) und alle für Experimente wichtigen Kompetenzen in der Box vorkommen. Zu den experimentellen Kompetenzen gehört neben der korrekten Verwendung eines Multimeters, der genauen Bestimmung von Längen und Zeiten, auch die Auswertung mit Hilfe von Diagrammen, Mittelwerten und Protokollen.

Im Rahmen dieses Projektes wurde die Box noch einmal völlig überarbeitet. Die Box ist nun wirklich eine Box und keine Schuhschachtel mehr. Ein Thermometer ermöglicht mehr Versuche zur Wärme. Der NTC soll allerdings nicht ersetzt werden, da das Ablesen der Temperatur aus einem Temperatur-Widerstandsdiagramm eine wichtige grundlegende Kompetenz darstellt. Die neue Box wurde in einer siebten Klasse eingesetzt. Die Erfahrungen der SchülerInnen mit der Box wurden mit demselben Fragebogen wie in den letzten Jahren evaluiert.

Die Box wurde im Laufe des Jahres mit neuen Versuchen erweitert. Dafür war zum Teil auch neues Material notwendig. Außerdem wurde besseres Material getestet. Während wir in den letzten Jahren versucht haben die Box möglichst billig zu halten, sind wir von diesem Ziel abgewichen. Da man für die Matura nicht sehr viele Boxen an der Schule benötigt ist der Preis nicht so wichtig. Wir planen in der mit etwa 50€ pro Box statt der bisherigen 30€! Es wurden auch einige Versuche ohne Protokoll aufgenommen. Dadurch lernen die SchülerInnen selbstständig Protokolle zu verfassen.

Im Wahlpflichtfach an unserer Schule werden traditionell viele Versuche durchgeführt. Meist bekamen die Schüler im Rahmen der Matura auch eine experimentelle Aufgabe. Es ist daher sinnvoll für die neue Matura eine erweiterte Box für WPF-SchülerInnen zu entwickeln, die auf der bestehenden Box aufbaut.

### **3.3 Die Matura**

Da eher begabte SchülerInnen zur Matura antreten ist der Einsatz der Box sicher unproblematischer als bei einer ganzen Klasse. Mitte März haben die Schüler die Box erhalten. Für den Schüler mit WPF wurde die Box erweitert. Es sind jetzt 12 anspruchsvollere Experimente zu verschiedenen Themen möglich. Damit ist die Box auch in der neuen Matura für das Wahlpflichtfach einsetzbar. Die Erfahrungen der beiden Schüler mit der Box wurden in Interviews evaluiert.

## **4 ERGEBNISSE**

Für die Evaluation der wurde ein Fragebogen 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.

### **4.1 Die neue Box**

Da die Box in den letzten Jahren nach dem Motto aus allen Gebieten und mit möglichst allen Methoden entwickelt wurde war eine Erweiterung nicht schwierig. Was man mit einem Multimeter misst ist sekundär. Besonders im Gebiet der Mechanik und der Wärme waren neue Versuche gefragt. Die Wärme wurde durch die Einführung eines Thermometers und die Mechanik durch die Einführung einer Geschwindigkeits- und Reibungsmessung.

Im Rahmen des Wachpflichtfaches wurden einige Versuchsmaterialien ergänzt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Versuche im WPF auch so oder so ähnlich durchgeführt wurden. Die Versuche sind anspruchsvoller und die Theorie schwieriger. Zum Beispiel muss mit Hilfe eines mit Wasser gefüllten Hohlspiegels der Brechungsindex von Wasser ermittelt werden. Außerdem wurden Versuche zur Bestimmung des spezifischen Widerstandes und der Temperaturabhängigkeit von Widerständen eingefügt.

### **4.2 Verbreitung**

Die Verbreitung der Idee wurde erfolgreich in die Wege geleitet. In Zusammenarbeit mit dem neuen RECC Innsbruck wird im Herbst eine Arbeitsgemeinschaft in Tirol durchgeführt. An einem Nachmittag soll allen interessierten Lehrern die Idee erklärt werden. Im Dezember gibt es auch eine zweitägige Bundesarbeitsgemeinschaft. Im Rahmen dieser Veranstaltung wird auch die Idee der Experimente bei Schularbeiten erklärt. Außerdem sollen auch gemeinsam Aufgaben formuliert werden. Auf der Homepage des RECC werden alle Unterlagen für den Einsatz im Unterricht zu finden sein.

### 4.3 Fragebogen

Mit einem kurzen Fragebogen wurde wie im Vorjahr erhoben, ob sich die Einstellung zu Experimenten und zur Physik geändert hat. Die Ergebnisse gleichen denen des Vorjahres. SchülerInnen würden nicht auf die Experimente verzichten und sehen auch die Kompetenz, die sie dabei erwerben als positiv. SchülerInnen bewerten die Experimente bei Schularbeiten in Vergleich zu Theorieaufgaben, die meist reine Schreiarbeit sind positiv. Durch die Verbesserung der Experimentieranleitungen und der Einbindung in den Unterricht fühlen sich die SchülerInnen laut Umfrage auch gut vorbereitet.

### 4.4 Matura

Der Kandidat mit dem Kernfach Physik erhielt kein Experiment. Da nur wenige Experimente zur Auswahl standen und wir ein Spekulieren verhindern wollten, entschieden wir uns dafür kein Experiment zu geben. Eine Kollegin gab in einer Parallelklasse ein Experiment. Der Kandidat dort entschied sich aber für die zweite Kernstofffrage.

Der Kandidat, der im Wahlpflichtfach antrat, wusste von vornherein, dass er sicher zwei Experimente bekommen würde. Daher war seine Vorbereitung und Eistellung zu den Experimenten eine andere. Die Frage drehte sich dann um den Brechungsindex verschiedener Glaskörper. Mit Laserpointer und Lineal musste der Kandidat die Brechungsindices ermitteln. Die Prüfung bestand nun in der Erklärung der Vorgangsweise und einer Diskussion der Ergebnisse. Dabei war auch eine Fehlerbetrachtung eingeplant. Eine erneute Durchführung des Versuchs ist natürlich nicht sinnvoll. Im Rahmen der verlängerten Vorbereitungszeit wurde das Experiment ja bereits mehr oder weniger erfolgreich durchgeführt.

Da es sich um eine Wahlpflichtfachprüfung handelte war die Prüfungsdauer mit 10 Minuten bereits ähnlich wie im nächsten Jahr. Die 10 Minuten waren der Fragestellung angemessen.

#### **S1: Brechungsindex**

Materialliste: Glaswürfel, Glasplatte, Millimeterpapier, Laserpointer, wasserlöslicher Stift

Bestimme den Brechungsindex der beiden vorliegenden Glaskörper (Würfel und Platte) möglichst genau und erkläre jeweils deine Vorgangsweise.

## 5 EVALUATION

### 5.1 Hausübungsbox

Die Fertigstellung der Hausübungsbox inkl. Moodlekurs war sicher das zentrale Ziel dieses Projekts. Dieses Ziel wurde auch erreicht. Die Box kostet etwa 40 €, und wurde gegen Kautionsausgabe ausgeteilt, damit soll 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 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.

Die genauere Ausarbeitung der Protokolle hat sich bewährt, da verschiedene Schwächen der ersten Protokolle ausgebessert wurden. Außerdem wurde die Zahl der Versuche erweitert. Durch die Konzentration auf die mündliche Matura wurde die Box noch einmal verbessert.

Die Ergänzung mit Experimenten für das Wahlpflichtfach war problemlos möglich. Da die grundlegenden Messmethoden vorkommen sind Ergänzungen nicht schwierig. Es wurden jene Experimente aus dem Wahlpflichtfach ausgewählt, die mit wenig Aufwand möglich sind und einen höheren experimentellen und theoretischen Aufwand bedeuten.

### 5.2 Genderaspekt

Der Unterschied zwischen Mädchen und Knaben 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 Knaben und das, obwohl die Knaben 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 Knaben.

### 5.3 Die Matura

Die Vorbereitung auf die mündliche Matura mit der Box sahen alle drei Kandidaten als zielführend und hilfreich an. Mit der Box und den Anleitungen kann man sich gezielt auf das mündliche Experiment vorbereiten. Auch die Erweiterung für das Wahlpflichtfach war kein Problem. Der WPF-Schüler erhielt die Box mit 12 weiteren Experimenten auch in der Vorbereitungszeit für die Übung zu Hause.

Bei der Matura selbst wurde nur eine Prüfung mit Experiment durchgeführt. Der eine Kandidat wählte aus praktischen Gründen die andere Frage und der zweite Kandidat aus dem Kernfach erhielt kein Experiment. Einzig der Wahlpflichtfach Schüler musste ein Experiment in der Vorbereitungszeit durchführen. Dabei zeigte sich, dass die Vorbereitungszeit nicht übermäßig verlängert werden muss, falls die Frage sich ausschließlich auf das Experiment bezieht. Die Zeit, die der Kandidat/die Kandidatin ansonsten den Theorieteil vorbereitet wird hier für das Experiment verwendet. Wenn die Frage aber noch einen längeren Theorieteil enthält, dann muss die Vorbereitungszeit dementsprechend verlängert werden. Hier empfiehlt sich eine Einigung vor Erstellung der Fragen. Als Entscheidungsgrundlage sollte die Länge des Experimentes inklusive Auswertung sein. Das ist eine Grundlage bei der Auswahl der Experimente.

Die zweite entscheidendere Frage ist das Ziel der Prüfung. Um experimentelle Kompetenz nachzuweisen, muss man keine längeren Experimente im Rahmen einer Prüfungssituation durchführen. Solche praktische Kompetenzen sind verschiedene Messmethoden genauso wie deren Auswertung mit Hilfe von Diagrammen und Formeln und eine Betrachtung der Genauigkeit.

# 6 REFLEXION UND AUSBLICK

## 6.1 Probleme

Die Probleme der ersten Jahre sind fast vollständig gelöst worden. Es gibt genug Ideen für Experimente bei Schularbeiten. Die Zusammenstellung der gesamten Box ermöglicht alle Messmethoden bei Prüfungen und Tests einzusetzen. Wie bei der Physikolympiade müssen die SchülerInnen in der Lage sein die verschiedenen Messmethoden korrekt einzusetzen. Eine Liste der Kompetenzen wird in Zukunft den SchülerInnen ausgehändigt.

Die aktuelle 7.Klasse ist eine schwache Klasse. Sie haben große Probleme nach einem halben Jahr ohne große Wiederholung eine Messung mit Strom durchzuführen. Die Erfahrungen mit dieser Klasse führten zu einer Vereinfachung der Stromversuche. Die 9V-Batterie wurde durch eine 4,5 Volt Batterie ersetzt. Damit kommt es seltener zu einer Zerstörung von Sicherungen und Bauteilen. Der Einsatz eines Potentiometers wurde noch einmal überdacht. Das wir auf die variable Spannung nicht verzichten wollen, werden in Zukunft Potentiometer mit gelöteten Anschlüssen eingesetzt.

## 6.2 Matura

Die Box wird für den ersten Einsatz bei der neuen Matura im Laufe des nächsten Schuljahres „fertiggestellt“. Die Arbeit wird in Zusammenarbeit mit dem RECC - Innsbruck erledigt. Das RECC stellt dafür ein Schuljahr lang 4 Werteinheiten zur Verfügung.

Im nächsten Jahr werden auch die Fragen erstmals gezogen. Daher müssen die SchülerInnen mit einem Experiment rechnen, aber es ist keineswegs fix, dass sie eines bekommen. Im Kernstoff des BRG Reutte werden 7 bis 10 experimentelle Aufgaben im Pool sein. Die Wahrscheinlichkeit ein Experiment durchführen zu müssen beträgt daher ca. 15%. Geplant ist zwei Boxen für das Fach Physik und zwei Boxen für das Wahlpflichtfach zusammenzustellen und diese am Prüfungstag bereitzustellen. Im Rahmen der Prüfung ist es dann auch möglich zum Beispiel statt dem fehleranfälligen Potentiometer ein Netzgerät bereits zustellen. Damit sind die Experimente leichter durchzuführen.

Außerdem soll ein Vorschlag für den Inhalt und die Benotung experimenteller Prüfungen ausgearbeitet werden.

## Erklärung

*"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Videodateien, 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."*

## 5. LITERATUR

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>

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

SCHWARZER Michael: Experimente bei Physikscharbeiten, 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,

Bundesgesetzblatt 2012; BUNDESGESETZBLATT FÜR DIE REPUBLIK ÖSTERREICH  
Jahrgang 2012 Ausgegeben am 30. Mai 2012 Teil II

174. Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über die Reifeprüfung in den allgemein bildenden höheren Schulen (Prüfungsordnung AHS)

BMUKK 2012: Die kompetenzorientierte Reifeprüfung aus Physik; Herausgeber und Verleger: Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 1010 Wien

Link

[1] BMUKK 2013: (30.1.2014)

<http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung.xml#toc3-id12>

## 6. ANHANG

	stimmt	stimmt eher	keine Angabe	stimmt eher nicht	stimmt nicht
Experimente sind in der physikalischen Forschung wichtig.					
Alle Erkenntnisse in der Physik stammen aus Experimenten.					
Ich möchte mehr Schülerexperimente im Unterricht.					
Ich hätte lieber eine Schularbeit ohne Experimente.					
Experimente machen die Schularbeiten leichter.					
Ich kann besser rechnen als Experimente durchführen.					
Man kann sich gut auf die Schularbeitenexperimente vorbereiten.					
Ich habe Angst, dass ich bei den Schularbeitenexperimenten etwas kaputt mache					
Ich habe Angst, dass das Schularbeitenexperiment nicht funktioniert					
Man kann Experimente bei Schularbeiten nicht objektiv beurteilen					
Ich habe das Experimentierset zu Hause oft verwendet!					
Das Durchführen der Experimente hat mein physikalisches Verständnis gefördert.					
Die Heimexperimente waren wichtig für die Vorbereitung auf die Schularbeit.					
Der Moodlekurs war sehr hilfreich für die Durchführung der Heimexperimente.					
Ich würde mir spannendere Experimente wünschen.					
Die Beschreibungen der Experimente im Moodlekurs waren ausreichend.					
Ich würde wieder den Schwerpunkt Physik- Biologie wählen.					