



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

S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“

DAS OSZILLOSKOP IM PHYSIKLABOR – ZUSAMMENARBEIT MIT DER FACH- HOCHSCHULE

ID 734

**Christa Haimann
Ingrid Müller**

BG/BRG Villach St. Martin

Villach, Juli 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Ausgangssituation.....	4
1.2 Das Physiklabor in der Oberstufe	6
1.3 Ziele des Physiklabors	8
1.4 Warum Schwerpunkt Oszilloskop?	8
2 METHODEN, DURCHFÜHRUNG UND EVALUATION DES OBERSTUFEN - PHYSIKLABORS	10
2.1 Ableiten von physikalischen Gesetzen.....	10
2.1.1 Durchführung.....	10
2.1.2 Erfahrungen und Evaluation	11
2.2 Arbeiten mit dem Oszilloskop.....	13
2.2.1 Durchführung.....	13
2.2.2 Erfahrungen und Evaluation	14
2.3 Halbleitertechnologie.....	16
2.3.1 Durchführung.....	16
2.3.2 Erfahrungen und Evaluation	17
2.4 Besuch der Fachhochschule.....	18
2.4.1 Durchführung.....	18
2.4.2 Bericht einer Schülerin.....	18
3 ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN	20
4 ANHANG	22
4.1 Anhang 1: Arbeitsblätter zum Ableiten von physikalischen Gesetzen	22
4.2 Anhang 2: Musterprotokoll zum Ableiten von physikalischen Gesetzen.....	25
4.3 Anhang 3: Arbeitsblätter zum Arbeiten mit dem Oszilloskop.....	26
4.4 Anhang 3: Oszilloskope Fragebogen	29

ABSTRACT

Am RG_neu des BG/BRG Villach St. Martin wurde heuer zum zweiten Mal das Oberstufenlabor in Physik durchgeführt. Einer der Schwerpunkte dieses schulautonomen Faches ist die Einführung des Oszilloskops als Mess- und Demonstrationsgerät, ein weiterer ist die Halbleitertechnologie. Krönender Abschluss des Oberstufenlabors ist schließlich der Besuch der Fachhochschule, wo die Schüler/innen ihre erworbenen Kenntnisse in einem „richtigen“ Labor anwenden können, indem sie eine elektronische Schaltung selbst löten und auf ihre Funktion überprüfen.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Inhalten, der Durchführung und der Evaluation des Oberstufenlabors. Abschließend wird gezeigt, wie positiv sich der Laborunterricht auf die Schülerzahlen und das Niveau im gesamten RG_neu ausgewirkt hat.

Schulstufe: 10

Fächer: Physik

Kontaktperson: Mag. Christa Haimann

Kontaktadresse: 9500 Villach, Mondscheingasse 3

1 EINLEITUNG

Seit dem Schuljahr 2002/03 wird im RG_neu des BG/BRG St. Martin in Villach naturwissenschaftliches Labor und verstärkter Informatikunterricht angeboten. Mit der Einführung dieses schulautonomen Zweiges ist es gelungen, nicht nur mehr, sondern auch leistungsstärkere Schüler/innen für das Realgymnasium zu gewinnen. Über die Entwicklung des RG_neu wurden bereits vier Arbeiten im Rahmen von Imst²/S2 bzw. MNI veröffentlicht:

- 2003: Realgymnasium_neu mit Labor und Informatik am BG/BRG St. Martin in Villach (Christa Haimann, Irmtraut Weinstich)
- 2004: Zwei Jahre Laborunterricht im Realgymnasium_neu am BG/BRG St. Martin in Villach – ein Rückblick (Irmtraut Weinstich, Christa Haimann)
- 2005: Evaluation Realgymnasium_neu – Informatik (Marianne Rohrer, Heimo Senger)
- 2005: Fortsetzung der Evaluation des RG_neu am BRG St. Martin in Villach (Christa Haimann, Irmtraut Weinstich)

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Inhalten und der Durchführung des Oberstufen – Physiklabors.

1.1 Ausgangssituation

Das BG/BRG Villach St. Martin ist eine von zwei AHS in Villach. Im heurigen Schuljahr 2006/07 besuchten 1308 Schüler/innen unsere Schule, 123 Lehrer/innen unterrichteten 46 Klassen, darunter 4 Abendschulklassen.

Am BG/BRG St. Martin werden an der Tagesschule derzeit drei Zweige angeboten:

- Bilingualer Zweig (Englisch als Arbeitssprache)
- Neusprachlicher Zweig (Französisch, Italienisch oder Latein ab der 3.Klasse)
- Realgymnasium RG_neu

Schwerpunkt des RG_neu ist einerseits das Naturwissenschaftliche Labor, andererseits eine vertiefte Ausbildung in Informatik. Das Naturwissenschaftliche Labor umfasst die Gegenstände Biologie (jeweils 1-stündig in der 3. Klasse und in der 5. Klasse), Physik ($\frac{3}{4}$ -stündig in der 4. Klasse, 1-stündig in der 6. Klasse) und Chemie ($\frac{3}{4}$ -stündig in der 4. Klasse, jeweils 1-stündig in der 7. und 8. Klasse).

Die Schüler/innen werden im Labor und im Theorieunterricht vom gleichen Lehrer unterrichtet, was zu einer bestmöglichen Wechselwirkung zwischen Theorie und

Praxis führt. Eine eigene Note unterstreicht aber die Eigenständigkeit des Laborunterrichts.

Die Laboreinheiten werden 14-tägig geblockt durchgeführt. In der Unterstufe wird das Biologielabor am Vormittag unterrichtet, Physik- und Chemielabor finden in der Mittagszeit von der 5. bis zur 7. Stunde statt. Alle Oberstufenlabors werden am Nachmittag durchgeführt.

Studentafel der typenbildenden Fächer des RG_neu (ab 2007/08)

	Unterstufe				Oberstufe			
	1. Kl.	2. Kl.	3. Kl.	4. Kl.	5. Kl.	6. Kl.	7. Kl.	8. Kl.
Biologie	2	2	3	-	2	2	3	2
Biologie/Labor	-	-	1	-	1	-	-	-
Physik	-	2	-	3	2	2	3	2
Physik/Labor	-	-	-	0,75	-	1	-	-
Chemie	-	-	-	2	-	-	3	2
Chemie/Labor	-	-	-	0,75	-	-	1	1
Mathematik	4	4	-	-	4	4	3	3
Math. und GZ	-	-	4	4,5	-	-	-	-
GWK	2	1	2	2	2	1	2	2
Textverarbeitung	1	-	-	-	-	-	-	-
Informatik	1	1	1	2	-	3	1	1
Inf. – Kunst	-	-	-	-	1	-	-	-
Inf. – Mathematik	-	-	-	-	1	-	-	-
Inf. – GIS	-	-	-	-	-	-	1	-

Aufgrund der Stundenkürzungen im Schuljahr 2003/04 stehen den Fächern Biologie und Physik für die 3. und 4. Klasse insgesamt nur mehr 3 Stunden zur Verfügung. Da in den vergangenen Jahren sehr schlechte Erfahrungen mit 1-Stundenfächern gemacht wurden, einigten sich die Kolleg/innen auf folgende Studentafel: in der 3. Klasse wird schwerpunktmäßig Biologie unterrichtet (3 Stunden Unterricht, 1 Stunde Labor), Physik entfällt. In der 4. Klasse gibt es dafür keinen Biologieunterricht mehr, dafür wird schwerpunktmäßig Physik unterrichtet (3 Stunden Physik, $\frac{3}{4}$ Stunde Labor). Obwohl uns Lehrer/innen das Ausmaß an Biologie- bzw. Physikstunden in einem Schuljahr zu Beginn sehr hoch schien, sind wir nach zwei Jahren Erprobung durchaus zufrieden damit.

Der Informatikunterricht umfasst in der Oberstufe 8 Wochenstunden, drei davon werden anderen Gegenständen (Kunst, Mathematik, GWK) zum fächerübergreifenden Arbeiten zur Verfügung gestellt.

1.2 Das Physiklabor in der Oberstufe

Das Physiklabor in der Oberstufe wurde, wie schon das Unterstufenlabor, von den Kolleginnen Mag. Christa Haimann und Mag. Ingrid Müller entwickelt und in den ersten Jahren auch von ihnen gehalten. Bereits ein Jahr vor der erstmaligen Durchführung machten sich die Kolleginnen Gedanken über mögliche Inhalte.

Folgende Punkte waren für die Themenfindung wichtig:

- Die Inhalte sollten möglichst attraktiv sein.
- Das Oberstufenlabor sollte sich im Niveau wesentlich vom Unterstufenlabor unterscheiden.
- Die Laborinhalte sollten, wie in der Unterstufe, direkten Bezug zu dem im Unterricht durchgenommenen Stoff haben.
- Es sollte auf die Schülerversuchskästen, die im Schuljahr 2002/03 für das Unterstufenlabor von der Firma Leybold ankaufte worden waren, sowie andere, bereits vorhandene Materialien zurückgegriffen und nach Möglichkeit auf neuen Anschaffungen verzichtet werden.

Schließlich entschied man sich für drei große Themenbereiche:

- Ableiten von physikalischen Gesetzen
- Arbeiten mit dem Oszilloskop
- Halbleitertechnologie

Der Themenbereich Oszilloskop konnte nur deshalb gewählt werden, weil unsere Schule bereits vor Einführung des Oberstufenlabors drei Oszilloskope besaß. Zwei weitere hofften wir vom MNI-Fond gesponsert zu bekommen.

Während das Oszilloskop sehr gut zum Lehrplan der 6. Klasse – Schwingungen und Wellen – passt, sind Halbleiter überhaupt nicht mehr im Kernstoff vorhanden und wurden daher als Erweiterungstoff in die 6. Klasse aufgenommen.

Neben diesen großen Gebieten wurden immer wieder auch Versuche zum laufenden Stoff durchgeführt, wie zum Beispiel Erzeugung einer stehenden Transversalwelle, Bestimmung der Wellenlänge des Lichtes mit Hilfe der Beugung, Versuche zur Polarisierung.

Ein besonderes Highlight sollte die Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Villach darstellen, die den Schüler/innen die Möglichkeit bieten sollte, an der FH zu experimentieren. Dadurch hofften wir, den Horizont der Schüler/innen zu erweitern und das Interesse an einem technischen Beruf zu wecken.

Im heurigen Schuljahr 2006/07 nahmen zwei Klassen, die 6D und die 6E am Laborunterricht teil, welcher alternativ 14-tägig am Montagnachmittag stattfand (6D in der A-Woche, 6E in der B-Woche). Die Anzahl der Laborstunden in den beiden Klassen differierte sehr. So fiel im Sommersemester der B-Montag gleich dreimal auf einen

Feiertag, einmal war die Klasse in Irland; der A-Montag fiel dagegen nie aus. Daher hatte die 6E Klasse 4 Laboreinheiten weniger als die 6D.

In der folgenden Tabelle ist ein Querschnitt über die durchgeführten Laboreinheiten dargestellt, wobei die 6E aus obengenannten Gründen nicht alle Einheiten durchführte.

Durchgeführte Laboreinheiten

WINTERSEMESTER	1	Ableiten von physikalischen Gesetzen
	2	Ableiten von physikalischen Gesetzen
	3	Ableiten von physikalischen Gesetzen / Kennenlernen des Oszilloskops
	4	Ableiten von physikalischen Gesetzen / Messen mit dem Oszilloskop
	5	Kopplung von Schraubenfedern / Messen mit dem Oszilloskop / Hörgrenzen
	6	Test zum Ableiten von physikalischen Gesetzen / Stehende Transversalwellen
	7	Überlagerung von Wellen
	8	Bestimmung der Lichtwellenlänge mit Hilfe der Beugung
SOMMERSEMESTER	9	WH: Serien- und Parallelschaltung (Labortest der Unterstufe)
	10	Kennlinien von elektronischen Bauelementen
	11	NTC und LDR – Widerstände / Durchlassspannung einer Diode
	12	Diode im Gleich- und Wechselstromkreis / Ein- und Zweiweggleichrichtung
	13	Transistor
	14	Steuerschaltungen des Transistors
	15	Besuch der Fachhochschule (1½ Einheiten)
	16	Theoretischer und Praktischer Test (½ Einheit)

1.3 Ziele des Physiklabors

- Die Schüler/innen des RG_neu sollen durch das selbständige Arbeiten im Labor Kompetenzen entwickeln, die Schüler/innen aus anderen Zweigen nicht besitzen. Dadurch soll das RG_neu insgesamt aufgewertet werden.
- Das Selbstvertrauen der Realist/innen soll durch diese erworbenen Kompetenzen gestärkt werden.
- Den Schüler/innen soll die Möglichkeit geboten werden, an der Fachhochschule zu experimentieren. Dadurch soll ihr Horizont erweitert und das Interesse an einem technischen Beruf geweckt werden.
- Das übergeordnete Ziel ist es, die Oberstufe des RG_neu durch den Laborunterricht so attraktiv zu gestalten, dass mehr und vor allem leistungsstärkere Schüler/innen nach der 4. Klasse unserer Schule erhalten bleiben.

1.4 Warum Schwerpunkt Oszilloskop?

Das Oszilloskop wurde aus mehreren Gründen als einer der Schwerpunkte des Oberstufenlabors gewählt:

- Schon im Normalunterricht haben Schüler/innen immer ein besonderes Interesse an diesem Demonstrations- und Messgerät gezeigt.
- Das Oszilloskop ergänzt ein wichtiges Stoffgebiet der 6. Klasse, nämlich die Schwingungs- und Wellenlehre. Es war zu erwarten, dass die Schüler/innen durch das Arbeiten mit dem Oszilloskop ein besseres Verständnis für diese wichtigen Bereiche der Physik entwickeln würden. In der Halbleitertechnologie können mit Hilfe des Oszilloskops bei Dioden- und Transistorschaltungen komplexe Zusammenhänge erkannt werden.
- Die Beherrschung des Oszilloskops ist anspruchsvoll und gibt daher den Schüler/innen des Realgymnasiums das Gefühl, in diesem Bereich Kompetenzen zu entwickeln, die Schüler/innen aus anderen Zweigen nicht besitzen.

Prof. Winfried Egger von der Fachhochschule Villach sagt zum Einsatz von Oszilloskopen in der modernen Elektronik folgendes:

„Elektronik in der heutigen industriell-technologischen Welt bedeutet, sich nicht nur mit statischen elektrisch-elektronischen Schaltungen, sondern sich vermehrt mit nieder- und hochfrequenten System-, Apparate- und Signal-Entwicklungen zu beschäftigen.“

Damit ergibt sich die Notwendigkeit einer hochfrequenz-tauglichen Messtechnik, welche sich grundsätzlich auf die zeitliche und frequenzabhängige Darstellung von Messwerten und Parametern rückführen lässt.

Das Messen von stationären und hochfrequenten Spannungen und deren graphische Darstellung durch Oszilloskope ist so zum wichtigsten Messszenario geworden. Modulierte, gepulste Signale mit Überschwüngen und Resonanzeigenschaften lassen sich nur graphisch darstellen und analysieren. Weiters bieten moderne Oszilloskope und deren spezielle Abwandlungen als Digital-Spektrum-Analyzer und HF-Impedanzanalysatoren usw. die Möglichkeit der mathematischen und statistischen Auswertungen.

Um eine Basis für diese neue graphisch-analytische Messtechnik zu schaffen, sollte frühzeitig in Schule und Lehre das Basiswissen um mehrkanalige Oszilloskope auch bei einfachsten Messübungen gelehrt werden, wobei der Lernwert und das Begreifen durch Schülerinnen durch die sichtbare Darstellung der wirklich realen Spannungen sehr hoch ist.“

2 METHODEN, DURCHFÜHRUNG UND EVALUATION DES OBERSTUFEN -PHYSIKLABORS

Die Themenbereiche des Physiklabors können in drei Gruppen unterteilt werden:

- Ableiten von physikalischen Gesetzen
- Arbeiten mit dem Oszilloskop
- Halbleitertechnologie / Zusammenarbeit mit der Fachhochschule

2.1 Ableiten von physikalischen Gesetzen

Dieser Schwerpunkt wurde zu Beginn des Physiklabors im 1. Semester durchgeführt, parallel zum Arbeiten mit dem Oszilloskop. Die Schüler/innen sollten lernen, physikalische Gesetze mit Hilfe von Experimenten abzuleiten.

2.1.1 Durchführung

Anhand einfacher Beispiele aus der Mathematik wurden zunächst die häufigsten Zusammenhänge – Formeln – Funktionen – zwischen mathematischen / physikalischen Größen wiederholt. Den Schüler/innen wurde folgender Arbeitsauftrag aus Hausübung gegeben:

Bestimme die folgenden Funktionen und zeichne sie mit Hilfe einer Wertetabelle:

- 1) Ein gleichschenkelig rechtwinkliges Dreieck hat die Seite a . Gib den Flächeninhalt A als Funktion der Seitenlänge a an und zeichne die Funktion für $a = 1 \text{ cm} \dots\dots 5 \text{ cm}$.
- 2) Ein gleichschenkelig rechtwinkliges Dreieck hat den Flächeninhalt A . Gib die Seitenlänge a als Funktion des Flächeninhalts A an und zeichne die Funktion für $A = 1 \text{ cm}^2, 5 \text{ cm}^2, 10 \text{ cm}^2, \dots 25 \text{ cm}^2$.
- 3) Ein Rechteck mit den Seitenlängen a und b hat den Flächeninhalt $A = 8 \text{ cm}^2$. Gib die Länge der Seite b in Abhängigkeit von der Seite a an und zeichne die Funktion für $a = 1 \text{ cm}, \dots\dots\dots 6 \text{ cm}$.
- 4) Ein Beförderungsbetrieb hat folgende Konditionen: Grundpreis: 9 € Preis pro km: 3,5 €. Gib den Gesamtpreis P als Funktion der Beförderungsstrecke x an und zeichne die Funktion für $x = 1 \text{ km}, 2 \text{ km}, 4 \text{ km} \dots\dots\dots 10 \text{ km}$.
- 5) Ein Beförderungsbetrieb hat folgende Konditionen: kein Grundpreis, Preis pro km: 4,5 €. Gib den Gesamtpreis P als Funktion der Beförderungsstrecke x an und zeichne die Funktion für $x = 1 \text{ km}, 2 \text{ km}, 4 \text{ km} \dots\dots\dots 10 \text{ km}$.

Mit diesen 5 Beispielen wurden die häufigsten, in der Physik vorkommenden Funktionen abgedeckt (außer exponentielle Zunahme / Abnahme). Die Schüler/innen erhielten außerdem ein „Funktionenblatt“, auf dem alle Funktionen dargestellt sind.

Nach diesen Vorbereitungen wurde mit dem Experimentieren begonnen. Folgende Gesetze sollten bestimmt werden (Arbeitsblätter im Anhang):

- 1) Stromstärke I als Funktion der Länge L eines Drahtes (bei konstanter Spannung): $I \sim 1/L \rightarrow I = k/L$
- 2) Stromstärke I als Funktion der Dicke d eines Drahtes (bei konstanter Spannung): $I \sim d \rightarrow I = k \cdot d$

- 3) Hebelgesetz: Benötigte Kraft F als Funktion des Kraftarms r : $F \sim 1/r \rightarrow F = k/r$
- 4) Bewegung auf der schiefen Ebene: Weg s als Funktion der Zeit t : $s \sim t^2 \rightarrow s = k \cdot t^2$
- 5) Dehnung x einer Schraubenfeder als Funktion des an ihr hängenden Gewichts F_G : $x \sim F_G \rightarrow x = k \cdot F_G$
- 6) Schwingungsdauer einer Schraubenfeder T als Funktion der an ihr hängenden Masse m : $T \sim \sqrt{m} \rightarrow T = k \cdot \sqrt{m}$

Bei der Auswertung der Versuche mussten die Schüler/innen immer nach demselben Schema vorgehen (siehe Musterprotokoll im Anhang):

- eine Wertetabelle erstellen und das Diagramm zeichnen
- aus dem Diagramm die Art der Funktion bestimmen
- die Proportionalitätskonstante k bestimmen und ins Internationale Maßsystem umwandeln
- den physikalischen Zusammenhang als Gesetz (Formel) anschreiben

Die Durchführung der einzelnen Experimente dauerte im Mittel weniger als eine Unterrichtsstunde, in einer Laboreinheit konnten also zumindest zwei Experimente durchgeführt werden. Um Abschreiben in Maßen zu halten, wurden folgende Maßnahmen getroffen:

- den Gruppen wurden unterschiedliche Versuche zugewiesen
- nach Beendigung des Versuchs musste ein „Stundenprotokoll“ abgegeben werden, das nur die Wertetabelle und das Diagramm enthielt – dies war auch die Kontrolle dafür, ob der Versuch richtig durchgeführt und das Gesetz richtig erkannt wurde
- Die Protokolle wurden von den Schüler/innen einer Gruppe abwechselnd geschrieben und mussten innerhalb einer Woche abgegeben werden.

2.1.2 Erfahrungen und Evaluation

Es hat sich gezeigt, dass es den Schüler/innen trotz der unserer Meinung nach sorgfältigen Vorbereitung schwer fiel, die Versuche richtig auszuwerten. So mussten noch mehrere Unterrichtsstunden dafür aufgewandt werden, die Vorgangsweise nochmals zu erläutern und Protokolle zu verbessern. Schließlich haben jedoch fast alle Schüler/innen verstanden, worum es geht. Ende Oktober wurde schließlich anhand einer Mitarbeitskontrolle getestet, ob die Schüler/innen nun in der Lage sind, aus einer Wertetabelle ein physikalisches Gesetz abzuleiten. Dieser Arbeitsauftrag wurde von den Schüler/innen zu mehr als 80% erfüllt. Große Schwierigkeiten bereitete die Umwandlung der Proportionalitätskonstanten in das internationale Maßsystem.

In der letzten Laborstunde des Schuljahres wurde den 16 Schülern der 6 E Klasse (in dieser Klasse gibt es keine Mädchen) als „Praktischer Test“ nochmals eine Aufgabe gestellt, die zeigen sollte, ob sie nun wirklich in der Lage sind, ihr Können auf beliebige Probleme anzuwenden. Es sollte die Frequenzabhängigkeit des Wechselstromwiderstandes einer Spule mit geschlossenem Eisenkern bestimmt und das entsprechende Gesetz gefunden werden. Dieses Thema war bisher noch nicht im Unterricht behandelt worden. Die folgende Arbeitsanleitung zeigt, dass die Schüler, die diesmal allein arbeiteten, den Versuch im Wesentlichen selbständig planen und durchführen mussten.

Arbeitsanleitung: *Es soll der Widerstand einer Spule mit geschlossenem Eisenkern im Wechselstromkreis in Abhängigkeit von der Frequenz bestimmt werden.*

Überlege, wie du den Versuch durchführst, zeichne den entsprechenden Schaltplan mit den benötigten Messgeräten und baue die Schaltung auf.

Der Funktionsgenerator wird auf 4 V (Voltmeter einbauen!) eingestellt, die Frequenz von 100 Hz bis 1000 Hz variiert ($f = 100 \text{ Hz}; 200 \text{ Hz}; 400 \text{ Hz}; 600 \text{ Hz}; 800 \text{ Hz}; 1000 \text{ Hz}$).

Auswertung: *Gib den Zusammenhang zwischen Frequenz f und Widerstand $R_L = R_L(f)$ a) in einer Tabelle b) in einem Diagramm c) als Formel an.*

Bei der Auswertung wurden für die drei Teilaufgaben (Schaltplan + Aufbau / Messung + Berechnung des Widerstandes / Auswertung) je 4 Punkten vergeben.

Alle Schüler erkannten, dass der Widerstand mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes durch die Messung von Spannung und Stromstärke bestimmt werden muss. Elf Schüler bauten die Schaltung vollkommen richtig auf, fünf von ihnen hatten Probleme beim Einbau oder Anschluss des Funktionsgenerators, nur ein Schüler baute das Amperemeter falsch ein.

Die Messungen wurden von allen Schülern bis auf einen ohne Probleme durchgeführt, bei der Berechnung des Widerstandes machte die Hälfte von ihnen einen Fehler beim Umwandeln der mA in A oder vergaß überhaupt, die mA in Ampere umzuwandeln.

Immerhin sieben der sechzehn Schüler werteten ihren Versuch auch vollkommen richtig aus, sechs Schüler machten kleinere Fehler; nur drei von ihnen konnten das Gesetz nicht herausfinden.

In Summe wurden im Schnitt 9,9 von 12 möglichen Punkten erreicht, was ein sehr schönes Ergebnis ist. Noch erfreulicher waren aber der Eifer und die Freude, mit der die Schüler beim Experimentieren waren.

2.2 Arbeiten mit dem Oszilloskop

Unsere Schule besaß bereits vor Einführung des Oberstufenlabors drei Oszilloskope, die schon vor mehreren Jahren von einem Industriebetrieb gesponsert worden waren. Im Sommer 2005 wurde ein weiteres Oszilloskop von der Schule angekauft, allerdings erwies sich der Unterricht (4 Oszilloskope für 12 Schüler/innen) als etwas mühsam. Entweder mussten jeweils drei Schüler/innen zusammenarbeiten, oder die Gruppen wurden nochmals geteilt. Im Herbst 2007 konnten schließlich mit Hilfe des MNI-Fonds zwei weitere Oszilloskope angeschafft werden, sodass ab diesem Schuljahr ein effizienter Unterricht gewährleistet ist.

2.2.1 Durchführung

Zu Beginn des ersten Semesters wurde – parallel zur Einführung der Schwingungslehre – der Aufbau und die Funktionsweise des Oszilloskops im Normalunterricht theoretisch besprochen und gleichzeitig die ersten Laborübungen durchgeführt. In den ersten drei Einheiten (die jeweils eine Unterrichtsstunde dauerten) sollten die Schüler/innen lernen, das Gerät einzustellen und mit seiner Hilfe Spannungen und Frequenzen zu messen. Dazu wurde ihnen eine gekürzte Bedienungsanleitung zur Verfügung gestellt.

Eine der ersten Übungen war, dass ein Schüler/eine Schülerin der Gruppe ein bestimmtes Signal am Frequenzgenerator erzeugen und durch Verdrehen der Knöpfe die Einstellungen am Oszilloskop so ändern sollte, dass das Signal nicht mehr erkennbar war. Der Partner/die Partnerin musste dann das Signal wieder herstellen. Auf diese Art lernten die Schüler/innen spielerisch das Oszilloskop zu bedienen. Manchmal gelang es ihnen nicht, das Signal wieder herzustellen und wir Lehrerinnen waren gefordert.

In den folgenden Laboreinheiten wurde das Oszilloskop immer wieder eingesetzt, zum Teil auch mit dem Ziel, dass den Schüler/innen durch ständige Beschäftigung mit dem Gerät seine Bedienung zur Selbstverständlichkeit wurde. Beispiele dafür waren die Einheiten:

- Stehende Transversalwellen: Die Frequenzen, bei denen Resonanz auftritt, wurden exakt mit dem Oszilloskop bestimmt
- Überlagerung von Wellen: Die zu überlagernden Wellen wurden zuerst im Dualbetrieb dargestellt, dann mit Hilfe der ADD – Taste überlagert. Besonders eindrucksvoll für die Schüler/innen war, dass bei Überlagerung zweier phasenverschobener harmonischer Wellen gleicher Wellenlänge, aber unterschiedlicher Amplitude wieder eine einfache harmonische Welle entsteht. Bei der Überprüfung der Formel für die Schwebungsfrequenz $f_S = f_1 - f_2$ führten die Schüler/innen nochmals eine Frequenzbestimmung mit Hilfe des Oszilloskops durch.

- Diode im Gleich- und Wechselstromkreis: Der Spannungsabfall an der Diode und am Vorwiderstand konnte anschaulich dargestellt werden. Auch der Unterschied zwischen Ein- und Zweiweggleichrichtung wurde vielen Schüler/innen erst bei der Betrachtung des Oszilloskopbildes klar.

2.2.2 Erfahrungen und Evaluation

➤ **Blockung des Laborunterrichts**

Im vergangenen Schuljahr 2005/06, als die drei Einheiten „Einführung in das Arbeiten mit dem Oszilloskop“ zum ersten Mal durchgeführt wurden, waren die Stunden geblockt, d.h. im Oktober wurden die Laboreinheiten wöchentlich durchgeführt, im November entfielen sie. Dies hatte den großen Vorteil, dass die Schüler/innen in kurzen zeitlichen Abständen immer wieder am Oszilloskop arbeiteten und schnell mit seiner Handhabung vertraut wurden.

Im heurigen Schuljahr 2006/07 konnten diese Blockungen aus stundenplantechnischen Gründen nicht durchgeführt werden. Zwischen der ersten und der zweiten Einheit lag ein Abstand von vier Wochen, man musste in der zweiten Stunde (trotz Wiederholungen im Normalunterricht) praktisch wieder von vorne beginnen. Es wäre also wünschenswert, in dieser Phase die Laboreinheiten geblockt, am besten wöchentlich, durchzuführen.

➤ **Fragebogen der 6. Klassen**

Am Ende des Jahres wurden beide Klassen, das waren insgesamt 33 Schüler/innen, zum Arbeiten mit dem Oszilloskop befragt. Der Fragebogen befindet sich im Anhang. Die Ergebnisse waren in den beiden Klassen so ähnlich, dass sie nicht extra aufgelistet werden.

Ergebnisse:

(1) War das Erlernen der Bedienung des Oszilloskops schwierig/leicht?

Leicht			schwierig
27,3 %	45,5 %	21,2 %	6,1 %

(2) War die theoretische Vorbereitung (Beschreibung der Funktionweise und Kurzfassung der Bedienungsanleitung) ausreichend/nicht ausreichend?

ausreichend			nicht ausreichend
33,3 %	60,6 %	6,1 %	0,0 %

(3) Welche Experimente haben dir am besten gefallen?

Partnerarbeit (4x)

Hörgrenzen (8x)

Stehende Welle (9x)

Überlagerung von Wellen (5x)

(4) Waren die Aufgaben einfach/schwierig?

einfach			schwierig
15,2 %	57,6 %	27,3 %	0,0 %

(5) War der Umfang der Arbeitsaufträge pro Laboreinheit zu gering/zu groß?

zu gering			zu groß
0,0 %	30,3 %	63,6 %	6,1 %

(6) War genügend Möglichkeit für Rückfragen?

ja			nein
48,5 %	30,3 %	15,2 %	6,1 %

(7) Würdest du dir zutrauen, die Bedienung des Oszilloskops einem Schüler/einer Schülerin einer Parallelklasse zu erklären?

ja			nein
45,5 %	21,2 %	21,2 %	12,1 %

Zusammenfassung:

Fast drei Viertel der Schüler/innen haben die Bedienung des Oszilloskops relativ leicht gelernt, die theoretische Vorbereitung wurde von über 90% von ihnen als ausreichend gefunden. Die Aufgabenstellung erschien den meisten Schüler/innen nicht schwierig, aber umfangreich. Mehr als die Hälfte der Schüler/innen traut sich zu, das Oszilloskop Mitschüler/innen erklären zu können.

➤ Können die Schüler/innen nun wirklich mit dem Oszilloskop umgehen?

Um dies herauszufinden, befragte Koll. Müller die Schüler/innen der 6 D am Ende des Schuljahres nochmals. Sie legte an das Oszilloskop ein nicht erkennbares Signal und es war Aufgabe der Schüler/innen, dieses ordentlich darzustellen, sowie die effektive Spannung und die Frequenz zu messen. Praktisch allen Schüler/innen gelang es, das Signal richtig darzustellen, die übrigen Aufgaben wurden von fast zwei Drittel (genau 63%) von ihnen richtig durchgeführt.

2.3 Halbleitertechnologie

Bereits im Herbst 2004 lud Prof. Winfried Egger von der Fachhochschule Villach Physikkollegen aus Kärnten ein, um mit ihnen über Kooperationsmöglichkeiten zwischen Schule und Fachhochschule zu sprechen. Seine Vorschläge reichten von Vorträgen über Halbleitertechnologie an den Schulen bis zur Organisation von einem oder mehreren Workshops auf der FH, bei welchen den Schüler/innen die Möglichkeit geboten werden sollte, elektronische Schaltungen zusammenzulöten.

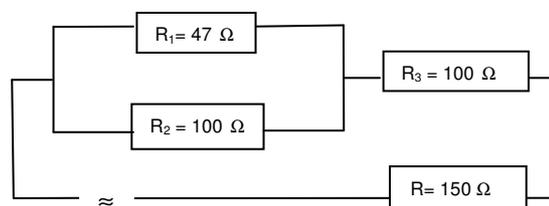
Da wir zu diesem Zeitpunkt bereits auf der Suche nach interessanten Themenbereichen für das im folgenden Schuljahr erstmals stattfindende Oberstufenlabor waren, kam dieses Angebot wie gerufen. Das Kapitel Halbleiter, das im Kernstoff des Physiklehrplans nicht mehr vorkommt, wurde kurzentschlossen in die 6. Klasse verlegt. Bei mehreren Treffen mit Prof. Egger wurde ein Konzept für eine Zusammenarbeit entwickelt, die den Bedürfnissen unseres Labors angepasst war. Im Jänner 2006 fand ein ganztägiges SCHILF-Seminar an unserer Schule statt, an dem alle Kolleg/innen, die in der Oberstufe Physik unterrichteten, teilnahmen. Bei diesem Seminar zeigte uns Prof. Egger einige Feinheiten und Tricks beim Umgang mit dem Oszilloskop. Außerdem wurden Ideen für weitere Laboreinheiten gesammelt und die Transistorschaltung, welche die Schüler/innen an der Fachhochschule zusammenlöten sollten, besprochen.

2.3.1 Durchführung

Bereits zu Beginn des 2. Semesters wurde das Kapitel Gleichstrom – Stromverzweigungen – Schaltung von Messgeräten wiederholt. Da dieses Thema Schwerpunkt in der 4. Klasse war, wurde den Schüler/innen nur eine kurze Zusammenfassung des in der Unterstufe erworbenen Wissens ausgeteilt, mit dem Auftrag, dies bis zur nächsten Laborstunde zu wiederholen. In dieser wurde ein kurzer Test durchgeführt, der fast identisch mit dem Labortest der 4. Klasse war:

WIEDERHOLUNG STROMKREISE

- 1) *Zeichne in den gegebenen Stromkreis alle Messgeräte ein, die nötig sind, um alle auftretenden Spannungen und Stromstärken zu messen.*



- 2) *Welchen Zusammenhang zwischen den Spannungen und den Stromstärken kannst du erkennen? Schreibe die Gleichungen allgemein an.*
- 3) *Baue den Stromkreis zusammen mit einem Amperemeter, das die Gesamtstromstärke misst und einem Voltmeter, das die Netzspannung misst.*
- 4) *Miss alle auftretenden Spannungen und Stromstärken und schreibe sie im obigen Schaltplan dazu.*

5) Setze deine gemessenen Werte in die in Punkt 2 aufgestellten Gleichungen ein und überprüfe so deine Messungen.

Vor dem Aufbauen des Stromkreises wurden die Punkte 1) und 2) korrigiert und ergaben eine Mitarbeiternote.

Nachdem die Schüler/innen sich mit dem Aufbauen und Vermessen von Stromkreisen wieder vertraut gemacht hatten, konnten die weiteren Einheiten in Angriff genommen werden. Auf die Schaltung von Messgeräten wurde deshalb besonderes Augenmerk gelegt, weil durch einen falschen Einbau eines Amperemeters empfindliche Bauteile (Dioden, Transistoren) zerstört werden können. Zur Vereinfachung der Kontrolle durch Lehrer/innen und Schüler/innen werden seit dem heurigen Schuljahr für die Amperemeter ausschließlich gelbe Kabeln verwendet.

Als Einleitung zum Themenbereich Halbleitertechnologie hielt Prof. Winfried Egger in der Klasse einen einstündigen Vortrag über die Bedeutung der Halbleitertechnologie, der auf großes Interesse bei den Schüler/innen stieß.

Bei den Halbleiter - Laboreinheiten wurde nach Möglichkeit immer nach demselben Schema vorgegangen:

- Arbeitsauftrag spätestens eine Woche vor dem Labor: dies kann die Erarbeitung von neuem Stoff, Überlegung einer funktionellen Schaltung, Vorbereitung des Experiments, sein
- Mitarbeitskontrolle über den Arbeitsauftrag am Beginn der Laborstunde (maximal 10 Minuten, meist erheblich kürzer)
- Durchführung der Experimente; Abgabe von Stundenprotokollen, welche nur die Ergebnisse der Messungen enthalten
- Kurzes Protokoll über einen Teilbereich der Laborstunde, dieses ist jeweils nur von einem der Schüler der Gruppe zu erstellen und spätestens eine Woche nach der Laborstunde abzugeben.

Folgende Laboreinheiten zu den Halbleitern wurden durchgeführt:

- 1) Kennlinien von elektrischen Bauelementen
- 2) NTC, LDR – Widerstand; Durchlassspannung einer Diode
- 3) Diode im Gleich- und Wechselstromkreis; Ein- und Zweiweggleichrichtung
- 4) Grundversuche zum Transistor
- 5) Transistor - Steuerschaltungen

2.3.2 Erfahrungen und Evaluation

Es hat sich gezeigt, dass die Schüler/innen doch einiges Wissen aus der Unterstufe mitgebracht haben: Bei der Mitarbeitskontrolle über Stromkreise wurden im Schnitt 4,5 Punkte von 6 Punkten erreicht. Zwei Schüler, die das Unterstufenlabor nicht besucht, aber an einem „Schnellsiedekurs“ in der 5. Klasse teilgenommen haben, erreichten nur 3 bzw. 2 Punkte.

Als gute Einführung hat sich der Arbeitsauftrag vor der Laboreinheit mit anschließender Kontrolle in Form einer kurzen schriftlichen Überprüfung erwiesen. Die Korrektur der Überprüfung ist nicht sehr zeitintensiv, sie dauerte pro Laborgruppe im Schnitt nur ca. 15 Minuten. Die Schüler/innen hatten das Gefühl, für das Labor etwas arbeiten zu müssen, wodurch der Stellenwert desselben stieg. Der Verzicht auf Protokolle über die gesamte Laborstunde zugunsten eines Kurzprotokolls eines Teilversuches hat zu einer wesentlichen Senkung des Arbeitsaufwandes der Lehrer geführt.

2.4 Besuch der Fachhochschule

Die Laboreinheit auf der Fachhochschule war sicher das Highlight des Oberstufenlabors. Gemeinsam mit Prof. Winfried Egger wurde eine dem Können der Schüler/innen angepasste Transistor – Verstärkerschaltung entwickelt, die vieles beinhaltete, aber trotzdem nicht zu aufwendig zu löten war.

2.4.1 Durchführung

Das Prinzip einer Transistor-Verstärkerschaltung wurde im Unterricht besprochen und es wurde auch eine Laboreinheit dazu durchgeführt. Vor dem Besuch der Fachhochschule wurde den Schüler/innen von Prof. Egger folgende Aufgabe gestellt: Es ist eine Schaltung zu überlegen, bei der ein Lämpchen aufleuchtet, wenn a) ein Taster betätigt wird, b) zwei Kabel in eine Flüssigkeit eintauchen (Prinzip der Füllstandsmessung) oder c) ein NTC-Widerstand erwärmt wird (Prinzip des Feuermelders). Die Entwicklung des Schaltplans wurde in einer Physikstunde in Gruppenarbeit durchgeführt und anschließend besprochen. Damit sollte sichergestellt werden, dass jeder/jede wusste, was er/sie auf der Fachhochschule eigentlich zusammenlötete.

2.4.2 Bericht einer Schülerin

„Zum Abschluss des Physiklaborunterrichts besuchte unsere Klasse, die 6D, die Fachhochschule Villach.

Unsere Klasse war im Laborunterricht in 3 Gruppen geteilt, und jede arbeitete einen Nachmittag lang in der Fachhochschule. Dort wurden wir von Dipl.Ing. Winfried Egger sehr freundlich empfangen. Wir gingen in einen der Laborräume und er erklärte uns, wie man eine elektronische Verstärkerschaltung aufbaut. Danach mussten wir selbständig eine Schaltung zusammenstecken und anschließend zusammenlöten. Wenn wir nicht mehr weiter wussten, half uns Dipl.Ing. Egger, das Problem zu lösen.

Es war ein sehr spannender Nachmittag, da wir mit neuen Bauteilen und Geräten experimentieren konnten. Obwohl die Atmosphäre entspannter war als in der Schule, hatten wir das Gefühl, dass jeder fleißig mitarbeitete, und zum Schluss brachten doch alle die Dioden zum Leuchten.

Da wir in unserer Schule diese speziellen Geräte nicht besitzen, war es ein sehr abwechslungsreicher Versuch und auch eine neue Erfahrung, die uns sehr bereicherte. Es wäre schön gewesen, wenn wir mehr Versuche durchgeführt hätten, denn wir hatten alle sehr viel Spaß beim Arbeiten.“

(aus dem Jahresbericht 2006/07)



Schüler/innen der 6 D mit Prof. Winfried Egger beim Zusammenstecken, Löten und Überprüfen der Transistorschaltung.

3 ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN UND ENDEVALUATION

Nach einer sehr intensiven Entwicklungs- und Vorbereitungsphase für das Oberstufenlabor stellt sich die Frage: Sind die von den Kolleginnen doch eher hoch gesteckten Erwartungen erfüllt worden, hat sich der hohe Arbeitsaufwand gelohnt?

Der Arbeitsaufwand für eine Laboreinheit in der Oberstufe war im Einführungsjahr enorm: für Planung (was kann überhaupt gemacht werden), Ausprobieren der Experimente und Erstellung der Arbeitsblätter wurden pro Laboreinheit im Schnitt 8 – 10 Stunden benötigt. Nach den Laboreinheiten mussten die Arbeitsblätter zum Teil neu überarbeitet werden, zusätzlich Protokolle angeschaut und die Beurteilung der Laboreinheit überlegt werden. Vor allem das Einfordern und Korrigieren der Protokolle stellte für uns Lehrerinnen auch im zweiten Oberstufen-Laborjahr noch ein ständiges Problem dar (z.B: wer hat von wem abgeschrieben?). Daher wurde heuer begonnen, das System umzustellen: Die Schüler/innen erhielten eine Woche vor der Laboreinheit Arbeitsaufträge (Wiederholung eines Kapitels aus der Unterstufe, Internetrecherche, Überlegen einer Schaltung,), die am Beginn der Laboreinheit schriftlich überprüft wurden. Dafür entfielen ausführliche Protokolle über die gesamte Laborstunde, stattdessen wurden Kurzprotokolle über Teilversuche verlangt und diese jeweils nur von einem Schüler/einer Schülerin der Gruppe. Das führte nicht nur zu einer Arbeitersparnis für die Lehrerinnen, sondern auch dazu, dass sich die Schüler/innen schon vor der Laboreinheit mit dem Thema auseinandersetzten, was sich wiederum positiv auf das Verständnis und die Durchführung der Experimente auswirkte. Dieser Weg sollte unbedingt weiterverfolgt werden.

Als problematisch erwies sich, dass es Schüler/innen, die eine oder mehrere Laboreinheiten nicht anwesend waren (Krankheit, Projekte,), kaum möglich war, das Versäumte nachzuholen. Dies wirkte sich besonders bei den Arbeitseinheiten mit dem Oszilloskop negativ aus.

Sehr erfreulich war, dass während des Laborunterrichts eigentlich alle Schüler/innen mit großem Eifer bei der Arbeit waren – wir haben uns allerdings auch sehr bemüht, abwechslungsreiche und interessante Experimente zu finden. Praktische Tests haben gezeigt, dass die Schüler/innen beim Experimentieren Kompetenzen erworben haben, die über einen bloßen Wissenserwerb hinausgehen.

Die Einführung des Laborunterrichts hat sich auch auf die Schülerzahlen und das Niveau im RG_neu äußerst positiv ausgewirkt. So befinden sich in den dies- und nächstjährigen fünften Klassen bereits mehr Realist/innen als Gymnasiast/innen (die bilingualen Schüler/innen nicht mitgezählt), während in den Jahren davor die Schüler/innenzahlen im Realgymnasium immer mehr abgenommen haben (heuer gab es überhaupt nur noch vier Maturant/innen). Vor allem aber hat sich der Anteil der leistungsstarken Schüler/innen in der Unterstufe des RG_neu wesentlich erhöht. Von den 103 Schüler/innen der vierten RG_neu Klassen hat ein Drittel einen ausgezeichneten oder guten Erfolg, nur 6 von ihnen haben keine Aufstiegsberechtigung. Wie folgende Tabelle zeigt, bleiben im Gegensatz zu früher viele der guten und sehr guten Schüler/innen nach der vierten Klasse an unserer Schule.

	Schülerzahlen 2006/07 in den 4. Klassen des RG_neu	Davon bleiben an un- serer Schule	
	Absolut	Absolut	Prozent
Mit Auszeichnung	23	14	61%
Mit Gutem Erfolg	11	6	55%
„Normalschüler/innen“	63	24	38%
Nicht Aufstiegsberechtigt	6	-	-
Summe	103	44	43%

Von den 44 Schüler/innen des RG_neu, die in die fünfte Klasse aufsteigen, haben also 20 die 4. Klasse mit ausgezeichnetem oder gutem Erfolg abgeschlossen. Auch wenn das vielleicht ein einmaliges Ereignis ist, bleibt zu hoffen, dass dieser Trend in den folgenden Jahren weiter besteht.

Der Einsatz aller am RG_neu beteiligten Lehrer/innen hat sich also durchaus gelohnt. Wir Physiklehrer/innen werden das Oberstufenlabor in den kommenden Jahren in dieser Form weiterführen, mit den oben genannten Änderungen, die hoffentlich zu einem verringerten Arbeitsaufwand führen werden.

4 ANHANG

4.1 Anhang 1: Arbeitsblätter zum Ableiten von physikalischen Gesetzen

VERSUCH 1+2: STROMSTÄRKE ALS FUNKTION DER LÄNGE / DER DICKE EINES DRAHTES

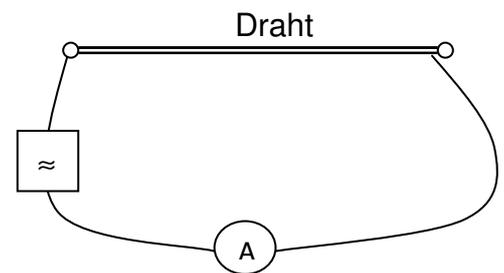
Aufgabe: Die Stromstärke als Funktion der Länge / der Dicke eines Drahtes (bei konstanter angelegter Spannung) ist zu ermitteln

Aufbau: gemäß Abbildung.

Versuchsdurchführung:

Isolatoren zuerst in einer Entfernung von 20 cm aufstellen. Blauen Draht (NTL) einspannen. Nicht abschneiden!!!

Kabel bei 0 - 20 V \approx anstecken (gelbes Netzgerät), Drehknopf ganz nach links drehen. Strom einschalten, Spannung langsam erhöhen, bis das Amperemeter (Messbereich 300 mA) 200 mA anzeigt.



Versuch 1: Stromstärke als Funktion der Länge des Drahtes

Länge des Drahtes variieren von 20 cm bis 80 cm: $I = I(L)$

Versuch 2: Stromstärke als Funktion der Dicke des Drahtes

Bei 100 cm Isolatorendistanz Stromstärke $I = 50$ mA einstellen, dann Draht doppelt, dreifach spannen, I darf dabei 300 mA nicht überschreiten: $I = I(d)$

VERSUCH 3: BEWEGUNG AUF DER SCHIEFEN EBENE

Aufgabe: Der auf der schiefen Ebene zurückgelegte Weg s als Funktion der Zeit t ist zu ermitteln

Versuchsdurchführung:

Man legt die schiefe Ebene so auf, dass sich das erhöhte Ende nur etwa 1 cm über der Auflagefläche befindet. Dann misst man den Weg, den die Kugel in 1, 2, 3, ...5 Sekunden zurücklegt (Die schiefe Ebene muss so flach sein, dass die Kugel wirklich 5 Sekunden benötigt!). Zuerst Stoppuhr einschalten, dann bei z.B. 10 s die Kugel loslassen und mit der Messung beginnen. Jede Messung 5 – 10 mal durchführen und dann den Mittelwert bilden.

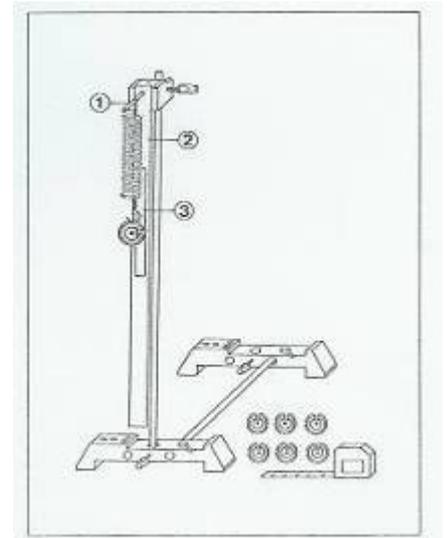
VERSUCH 4: DEHNUNG EINER SCHRAUBENFEDER

Aufgabe: Die Längenänderung Δx einer Schraubenfeder als Funktion der an ihr ziehenden Kraft F ist zu ermitteln

Aufbau: gemäß Abbildung

Die Steckachse (1) wird in die mittlere obere Bohrung des Muffenblocks gesteckt. Auf die Steckachse wird zuerst die Blattfeder, dann die harte Schraubenfeder ($\varnothing 1,5 \text{ cm}$) gehängt.

An die Blattfeder wird ein Papierstreifen (3) geklebt, auf dem die Ausdehnung der Feder markiert werden kann.



Versuchsdurchführung:

Zunächst wird das Ende der unbelasteten Feder (= Ruhelage der Feder) am Streifen markiert, dann der Reihe nach 1, 2, 3,6 Laststücke an die Feder gehängt und jeweils das Ende der gedehnten Feder am Streifen vermerkt. 1 Laststück hat eine Masse von 50 g (\triangleq N).

VERSUCH 5: SCHWINGUNGSDAUER EINER SCHRAUBENFEDER

Aufgabe: Die Schwingungsdauer T einer Schraubenfeder als Funktion der an ihr hängenden Laststücke = Massen m ist zu bestimmen.

Verwendete Geräte und Aufbau: wie bei Versuch 1, die Blattfeder wird weggelassen.

Versuchsdurchführung:

An die harte Feder ($\varnothing 1,5 \text{ cm}$) werden nacheinander 1, 2 6 Laststücke (50 g) gehängt. Die Feder wird jeweils ca. 1 cm gedehnt und dann losgelassen. **Unter einer Schwingung versteht man eine Auf- und Abbewegung.** Um die Schwingungsdauer einigermaßen genau zu bestimmen, lässt man das Federpendel 10 mal auf- und abschwinge (beim Loslassen mit 0 zu zählen beginnen!) und bildet anschließend den Mittelwert. Es ist einfacher, mit 6 angehängten Laststücken zu beginnen und danach die Anzahl der Laststücke zu verringern.

VERSUCH 6: ZWEISEITIGER HEBEL

Aufgabe: Die Größe der Gleichgewichtskraft am Hebel als Funktion des Kraftarms (= Abstand Drehachse - Angriffspunkt der Kraft) ist zu bestimmen.

Aufbau: gemäß Abbildung

Die Skala wird mit Hilfe zweier Haltebügel an einem Muffenblock befestigt. Die Steckachse (3) für den Hebel wird in die mittlere Bohrung des oberen Muffenblocks gesteckt. Den Zeiger (2) mit dem spitzen Ende in den Hebel hineinstecken.

Versuchsvorbereitung:

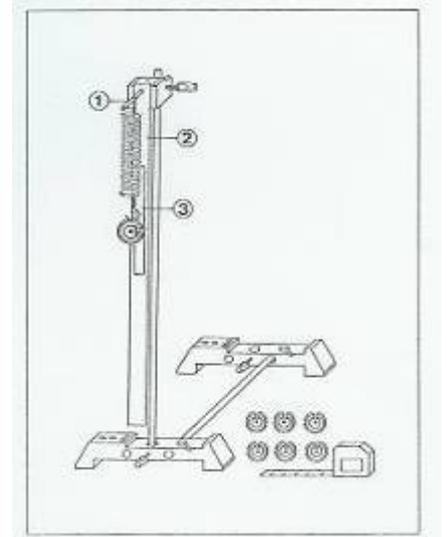
Der Hebel muss zuerst austariert werden. Dazu verschiebt man den Tariereiter (1) so lange, bis der Zeiger nach unten (Pos. 0) zeigt.

Versuchsdurchführung:

An einer Seite des Hebels werden 2 Laststücke im Abstand 6 – 9 cm von der Drehachse (= Lastarm) befestigt. Um den Gleichgewichtszustand herzustellen, zieht man die andere Seite des Hebels mit dem Kraftmesser (3 N) nach unten, bis der Zeiger wieder auf die Pos. 0 zeigt. Diese Gleichgewichtskraft hängt von der Entfernung des Kraftmessers vom Drehpunkt (= Kraftarm) ab. Man beginnt bei der äußersten Position und geht dann so weit nach innen wie möglich (3 N dürfen nicht überschritten werden!!).

Achtung: Der Abstand zwischen den Löchern beträgt 1,5 cm

Der Kraftmesser muss lotrecht ausgerichtet werden.



4.2 Anhang 2: Musterprotokoll zum Ableiten von physikalischen Gesetzen

Protokoll zur 1. Laboreinheit am

NAME:

GRUPPE:

Versuch 1: Stromstärke in Abhängigkeit von der Länge eines Drahtes

Aufbau: gemäß Arbeitsanleitung

Versuchsdurchführung:

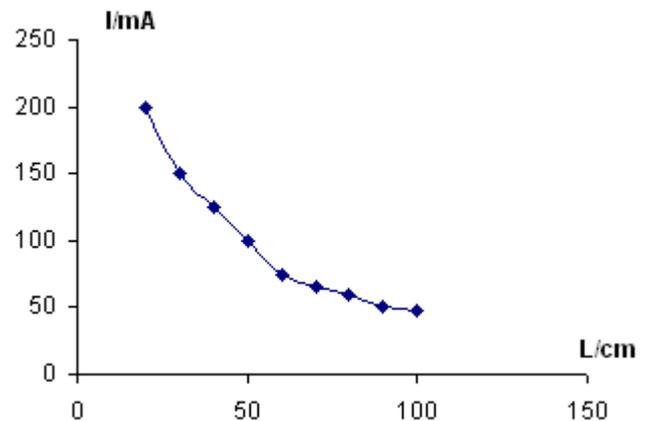
Verändert wurde: Länge des Drahtes L [L] = 1 cm

Gemessen wurde: Stromstärke I [I] = 1 mA

Tabelle:

L [cm]	I [mA]	k [mA.cm]
20	200	4000
30	150	4500
40	125	5000
50	100	5000
60	75	4500
70	65	4550
80	60	4800
90	50	4500
100	47	4700
	MW:	4616,7

Diagramm:



Gesetzmäßigkeit: Die Stromstärke ist indirekt proportional zur Länge des Leiters.

Formel: $I \sim \frac{1}{L} \Rightarrow I = k \cdot \frac{1}{L} \Rightarrow k = I \cdot L$

$$\bar{k} = 4616,7 \text{ mA.cm} = 4616,7 \cdot 0,001 \text{ A} \cdot 0,01 \text{ m} = 0,046 \text{ Am}$$

Ergebnis: $I = \frac{4616,7}{L}$ [I] = 1 mA [L] = 1 cm

$$I = \frac{0,046}{L}$$
 [I] = 1 A [L] = 1 m

4.3 Anhang 3: Arbeitsblätter zum Arbeiten mit dem Oszilloskop

1. EINHEIT: KENNENLERNEN DES GERÄTS

Diese Einheit dient dazu, das Gerät kennen zu lernen und ein Signal darzustellen.

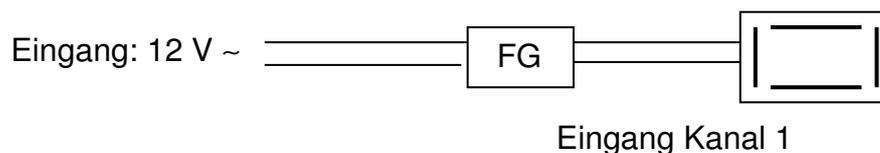
Verwendete Geräte: Oszilloskop (Oszi)

Netzgerät

Funktionsgenerator (FG)

Der Funktionsgenerator liefert 3 Arten von Spannungen (Sinus-, Dreieck- und Rechteckspannung) mit einstellbarer Frequenz (bis 20 000 Hz) und Amplitude (\approx bis 6 V). **Achtung: Die Skalierung der Frequenz ist nicht genau!!!**

Versuchsaufbau:



Versuchsdurchführung:

- Oszilloskop voreinstellen
- Frequenz am FG auf ca. 50 Hz einstellen, die Spannung auf 0 V (Drehknopf bis Anschlag links)
- am FG langsam die Spannung erhöhen
- Signal durch Einstellung des Zeitkoeffizienten (TIME/DIV) und des Y-Ablenkungsfaktor (VOLTS/DIV) darstellen
- verschiedene Einstellungen am Oszi (Zeit- und Y-Ablenkungsfaktor) wählen, um ihren Einfluss auf die Darstellung des Signals zu beobachten
- Tasten Y-MAG.x5 und Taste X-MAG.x10 drücken, Knöpfe Y-POS.I und X-POS verdrehen, um den Einfluss auf die Darstellung des Signals zu beobachten

Die ersten drei Punkte des Versuchs sollen mehrmals durchgeführt werden: ein Schüler verändert Frequenz und Größe des Signals und der Einstellungen am Oszi so, dass das Signal am Oszi zunächst nicht erkennbar ist. Der andere Schüler muss das Signal darstellen.

2. EINHEIT: MESSEN AM OSZILLOSKOP

Bei dieser Einheit soll das Messen am Oszi geübt werden

Verwendete Geräte und Versuchsaufbau: wie bei Einheit 1, zusätzlich ein Voltmeter, das die Spannung am Ausgang des Funktionsgenerators misst.

Ein Schüler stellt Frequenz und Spannung am Funktionsgenerator ein und verändert eventuell die Einstellungen am Oszi, der andere Schüler stellt das Signal dar und misst Frequenz und Spannung (siehe Anleitung: Arbeiten mit dem Oszi – Messung). Dieser Versuch soll so oft durchgeführt werden, bis beide Schüler das Messen beherrschen. Er soll sechsmal in untenstehender Tabelle dokumentiert werden (die Werte können / müssen nicht exakt übereinstimmen!!)

Gehe dabei folgendermaßen vor:

- a) Frequenz am Oszi: Einstellung (Time/Div):s/cm
 Länge des Signals: cm
 ⇒ Schwingungsdauer T: s
 ⇒ Frequenz $f = 1/T =$ Hz
- b) U_{eff} am Oszi: Einstellung (Volts/Div): V/cm
 Höhe des Signals:cm
 ⇒ Spitzenspannung U_S : V
 ⇒ Effektive Spannung $U_{\text{eff}} = U_S / \sqrt{2}$:V

Versuch	f (FG)	f (Oszi)	U_{eff} (Voltmeter)	U_S (Oszi)	U_{eff} (Oszi)
1					
2					
3					
4					
5					
6					

3. EINHEIT: HÖRGRENZEN

Bei dieser Einheit soll die untere und die obere Hörgrenze der Schüler bestimmt werden. Außerdem soll der Frequenzbereich bestimmt werden, in dem das Ohr besonders empfindlich ist

Verwendete Geräte: Oszi, Netzgerät, Funktionsgenerator (FG)

NTL Platte, NTL Elektronikkasten, NTL Lautsprecher

Aufbau: Wie bei Einheit 2, statt des Voltmeters wird der Lautsprecher parallel zum Oszi geschaltet.

Versuchsdurchführung: Soll selbst überlegt, und vor dem Ausfüllen der Tabelle mit dem Lehrer besprochen werden.

Auswertung:

Name	Untere Hörgrenze	Hör-ze	Obere Hörgrenze	Frequenzbereich, in dem das Ohr besonders empfindlich ist

4.4 Anhang 3: Oszilloskope Fragebogen

(1) War das Erlernen der Bedienung des Oszilloskops schwierig/leicht?

...............

leicht schwierig

(2) War die theoretische Vorbereitung (Beschreibung der Funktionweise und Kurzfassung der Bedienungsanleitung) ausreichend/nicht ausreichend?

...............

ausreichend nicht ausreichend

(3) Welche Experimente haben dir am besten gefallen?

(4) Waren die Aufgaben einfach/schwierig?

...............

einfach schwierig

(5) War der Umfang der Arbeitsaufträge pro Laboreinheit zu gering/zu groß?

...............

zu gering zu groß

(6) War genügend Möglichkeit für Rückfragen?

...............

ja nein

(7) Würdest du dir zutrauen, die Bedienung des Oszilloskops einem Schüler/einer Schülerin einer Parallelklasse zu erklären?

...............

ja nein