

Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen“

Herausgegeben von der

Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“

des Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung

der Universität Klagenfurt

Johannes Schüssling

**Wie kann computergestütztes Experimentieren für Kleingruppen
mit Hilfe von SchülertutorInnen organisiert werden ?**

PFL-Naturwissenschaften, 2000-02

Studie

IFF, Klagenfurt, 2002

Betreuung
Helga Stadler

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

Inhaltsverzeichnis

Wie kann computergestütztes Experimentieren für Kleingruppen mit Hilfe von SchülertutorInnen organisiert werden ?

Abstract / Kurzfassung

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangspunkt und Forschungsfrage	1
2. Vorbereitung und Durchführung der Testexperimente	2
2.1. Auswahl der Experimente und Vorbereitung der TutorInnen.....	2
2.2. Exemplarische Darstellung der Arbeitsweise bei den Experimenten	3
3. Ablauf und Methoden der Datenerhebung	6
3.1. Die Durchführung der Schülerexperimente	6
3.2. Der Fragebogen der SchülerInnen.....	6
3.3. Der Fragebogen der SchülertutorInnen.....	6
3.4. Das Gespräch mit drei 3 PFL-Fachkolleginnen.....	7
3.5. Eigene Beobachtungen und Erfahrungen.....	7
4. Ergebnisse der Datenerhebung und Interpretation.....	8
4.1. Die Meinung der SchülerInnen und TutorInnen.....	8
4.2. Das Gespräch mit den drei Fachkolleginnen.....	9
5. Schlussfolgerungen und einige organisatorische Tipps	11
Danksagung.....	11
Anhang	12
A1: Fragebogenauswertung der TutorInnen	12
A2: Transskript des Gesprächs	14
A3: Wortlaut des Textfiles der Versuchsanleitung zur Kondensatorentladung.....	19
A4: Protokollvorlage zum Experiment Kondensatorentladung	21
A5: Protokoll zum Experiment Elektromagnetische Induktion.....	22
A6: Protokoll zum Newton'schen Abkühlungsgesetz.....	24
A7: Protokoll zum Experiment Fadenpendel.....	26
A8: Tipps zu den nötigen Hardwareresourcen.....	28
A9: Tipps zum Programmhandling von Coach5	29

Wie kann computergestütztes Experimentieren für Kleingruppen mit Hilfe von SchülertutorInnen organisiert werden ?

Abstract / Kurzfassung

Für die Untersuchung dieses Themas beschaffte ich mir das Computerprogramm Coach5 von CMA (Centre for Microcomputer Application, Amsterdam, Holland), Datenlogger von TI (Texas Instruments) und mehrere Messsonden von Vernier (Vernier Software & Technologie, USA). Nachdem ich mir hauptsächlich im Selbststudium ein Grund-Handling mit diesem Messsystem angeeignet hatte, entwickelte ich mit 8 freiwilligen SchülerInnen aus der 5. bis zur 7. Klasse unseres Gymnasiums mehrere Experimente, die dann in drei Oberstufenklassen getestet wurden.

Während die Experimente in der Vorbereitungsphase die Gestalt der Endkonzeption annahmen, wurden von mir meine 8 MitarbeiterInnen zu SchülertutorInnen ausgebildet. Die so ausgebildeten SchülertutorInnen betreuten später in der Unterrichtsphase die SchülerInnengruppen und halfen diesen bei Problemen oder in schwierigeren Passagen ihres Experiments.

Die SchülertutorInnen und die SchülerInnen der experimentierenden Kleingruppen wurden in unterschiedlichen Frageböden um ihre Eindrücke zu dieser Art des Experimentierens befragt. In einem ausführlichen Gespräch mit drei Fachkolleginnen, welche diese Experimente ebenfalls kennenlernten, wurden Vorteile, Probleme und Möglichkeiten der Weiterentwicklung solcher Experimente erörtert.

Computergestütztes Experimentieren ist bestens geeignet für ein Wahlpflichtfach, ein Freifach oder für eine Unverbindliche Übung, wobei Fächer übergreifend in Physik, Chemie und Biologie gearbeitet werden kann. In solchen Unterrichtsveranstaltungen können auch SchülertutorInnen ausgebildet werden, die wesentlich zur Akzeptanz dieser Unterrichtsform beitragen.

Computerunterstütztes Experimentieren in der hier beschriebenen Form macht allen Beteiligten Spaß, bietet den SchülerInnen Erfolgserlebnisse, gibt einen Einblick in die moderne Arbeitsweise der Naturwissenschaften und schult das eigenverantwortliche Arbeiten in einem kleinen Team.

Mag. Johannes Schüssling

BG Bregenz Blumenstrasse

A-6900 Bregenz, Blumenstrasse 4

E-Mail: johannes.schuessling@aon.at

Wie kann computergestütztes Experimentieren für Kleingruppen mit Hilfe von SchülertutorInnen organisiert werden ?

1. Ausgangspunkt und Forschungsfrage

Während die heutige Gesellschaft immer mehr von den Errungenschaften der Naturwissenschaften profitiert und die Gestaltung des Alltags in Beruf und Freizeit verändert, nimmt das Interesse der jungen, in Ausbildung stehenden Menschen an den Naturwissenschaften, insbesondere jenes an Physik und Technik, eher ab. Seit einigen Jahren machen sich Schulpolitiker und Lehrer darüber Gedanken und suchen mit mehr oder weniger Einsatz nach geeigneten Maßnahmen, um im Schulbetrieb und in der Ausbildung auf den Universitäten dieser Entwicklung gegen zu steuern.

Das Forcieren von selbsttätigem Handeln z.B. in Schülerexperimenten ist sicher ein wichtiger Schritt dazu. In den 80-er-Jahren, also vor etwa 20 Jahren, hat man in Österreich damit begonnen, interessierte Gymnasien im Fach Physik mit einer Schüler-Experimentierausrüstung auszustatten. Während mein Fachkollege an meiner Schule in den vergangenen Jahren häufig von diesen Möglichkeiten Gebrauch gemacht hat, setzte ich diese Schülerexperimente seltener und nur bei einzelnen Themen ein (wie etwa "Resonanz", "Stehende Wellen", "Geometrische Optik", "Prismen- und Beugungsspektren", "Ohmsches Gesetz", "einfache elektronische Schaltungen" usw.). Durch die langjährige Nutzung ist diese Geräteausrüstung keineswegs mehr in einem optimalen Zustand; trotz großer Anstrengungen des Physikkustos ist sie z. Teil sogar unbrauchbar und unvollständig. Die Organisation und Durchführung solcher Experimentierstunden ist - auch aus Gründen der 50-Minuten-Dauer einer Physikstunde und der im Vergleich zur Schülerzahl zu geringen Anzahl der Experimentiermöglichkeiten - schwierig und wenig Erfolg versprechend.

Die Einführung grafikfähiger Taschenrechner im Jahre 1999 eröffnete neben der Mathematik auch der Physik neue Möglichkeiten. Während zuerst die Anpassung des Mathematikunterrichtes an die neue Situation unser Hauptaugenmerk verlangte, machten wir bald auch erste Versuche mit der mit Hilfe der neuen Taschenrechner möglich gewordenen automatischen Messwerterfassung und -auswertung. Es ergab sich zwar eine interessante Erweiterungsmöglichkeit für das Experimentieren von und mit Schülern, begeistert darüber waren wir aber eigentlich nicht. Verwöhnt vom Umgang mit PC und Notebook waren wir auf der Suche nach besseren Möglichkeiten.

Im ersten Wochenseminar unseres PFL-Lehrganges 2000/02 stellte Martin Lackenbacher, damals Physik-Lehramtskandidat am Institut für theoretische Physik der Uni Wien, ein PC-Programm zur Erfassung und Auswertung von Messwerten, das jenen Programmmodulen der grafikfähigen Taschenrechner in vielem weit überlegen ist. Da auch wichtige Vertreter der Lehrerfortbildung am Institut für theoretische Physik der Uni Wien dieses Programm kannten und von dessen Einsatz im Bildungsbereich mehrerer anderer Staaten wussten, beschäftigte ich mich im zweiten Abschnitt des PFL-Lehrganges mit Einsatzmöglichkeiten, welche dieses Programm im Zusammenhang mit Datenloggern und Messsonden beim Experimentieren kleiner Schülergruppen im Unterricht bieten könnte.

Nachdem ich mir selbst Grundkenntnisse für das Experimentieren mit diesem Messsystem angeeignet hatte und dabei auch so manche Tücke bei der Kommunikation zwischen WindowsXP, TI-Datenloggern und dem Coach5-Programm entdecken musste, konzipierte ich mit freiwilligen SchülerInnen, den späteren SchülertutorInnen, mehrere Experimente.

Um zu überprüfen, ob die Konzeption der Experimente und die Tätigkeit der TutorInnen erfolgreich war bzw. in welcher Hinsicht Verbesserungen durchzuführen wären, ließ ich die Experimente von Freiwilligen mehrerer Oberstufenklassen in der geplanten Art durchführen und holte mir von diesen SchülerInnen Rückmeldungen zu unserer Arbeit ein. Die Aufgabe der TutorInnen war es, sich

einzuschalten, wenn die kleinen Schülergruppen - es waren fast durchwegs Zweiergruppen - Hilfe brauchten. Mir verblieb nur die Aufgabe, die Geschehnisse zu beobachten. Für alle teilnehmenden Schülergruppen war diese Art des Experimentierens völlig neu.

Aus dieser Arbeit entstand für diese Studie die zweigeteilte Forschungsfrage:

(1) Wie können Schülerexperimente in Physik mit dem PC-Programm Coach zusammen mit Messdatenloggern und Messsonden unter Einbeziehung von SchülertutorInnen gestaltet werden?

(2) Wie sollen SchülertutorInnen ausgebildet und begleitet werden, damit sie den experimentierenden Schülergruppen erfolgreich Hilfestellung leisten können?

2. Vorbereitung und Durchführung der Testexperimente

2.1. Auswahl der Experimente und Vorbereitung der TutorInnen

Bei der Auswahl der Testexperimente spielte natürlich die Art und Anzahl der mir damals zur Verfügung stehenden Messsonden eine wichtige Rolle. In der Grundausstattung des CBL2 (Computer Based Laboratory) von Texas Instruments sind 3 Messsonden inkludiert, nämlich ein Temperatursensor, ein Lichtsensor und ein Spannungssensor. Neben den zwei CBL2 hatten wir auch zwei Ultraschall-Entfernungssensoren, die auch als selbständige Datenlogger (CBR, Computer Based Ranger) eingesetzt werden können. Für Untersuchungen zu den Gasgesetzen hatten wir uns einen Gasdrucksensor angeschafft.

Zur Rekrutierung der SchülertutorInnen luden mein Physikerkollege und ich im April alle Physik-SchülerInnen der Oberstufe ein, an dem Projekt "Von Schülern lernen - Experimentieren mit Coach" mitzumachen. Obwohl sich das Schuljahr schon dem großen Finale näherte und ein Großteil der gemeinsamen Arbeit in der Freizeit gemacht werden sollte, erklärten sich zwei Burschen aus der 5. Klasse, vier Mädchen aus einer 6. Klasse und zwei Burschen aus den 7. Klassen bereit, sich an diesem Projekt zu beteiligen.

In Anbetracht der begrenzten Zeit befassten sich die angehenden SchülertutorInnen nach einer kurzen gemeinsamen Einschulung in das neue Messsystem nur mit jenen Experimenten, bei denen sie die Schülergruppen später dann auch betreuen sollten:

Die beiden Fünftklässler und ein Siebtklässler wurden zu "Experten" jener Experimente, bei denen im wesentlichen mit dem CBR bzw. dem Ultraschall-Entfernungssensor die gedämpfte harmonische Schwingung beim Federpendel und der Zusammenhang von Auslenkung, Geschwindigkeit und Beschleunigung beim Fadenpendel untersucht werden sollten.

Die vier Mädchen aus der 6. Klasse konzentrierten sich auf die Experimente der Wärmelehre, nämlich auf das Newtonsche Abkühlungsgesetz (Anwendung des Temperatursensors), das Boyle-Mariotte-Gesetz (Anwendung des Drucksensors und Direkteingabe des Gas-Volumens) und das Gay-Lussac-Gesetz (Einsatz von Temperatur- und Drucksensor).

Der zweite Siebtklässler aus der 7. Klasse konzipierte mit mir je ein Experiment zur Entladung eines Kondensators und zur Elektromagnetischen Induktion (Einsatz eines bzw. zweier Spannungssensoren). Ein wichtiger Teil dieser Experimente stellt die Analyse der erhaltenen Messkurven mit Hilfe des Auswertungsprogrammes Coach5 dar.

Wir führten die Ausbildung der TutorInnen nur zum Teil in Plenumsitzungen aller acht, sondern meistens in kleineren Gruppen durch. Dies geschah einerseits aus Zeit- und Termingründen meiner mitarbeitenden SchülerInnen, andererseits aber auch deshalb, weil ich nicht gleichzeitig 3 oder 4

Experimentiergruppen bei der Experimentkonzeption und ihrer intensiven Vorbereitung auf den Einsatz als SchülertutorInnen optimal betreuen konnte.

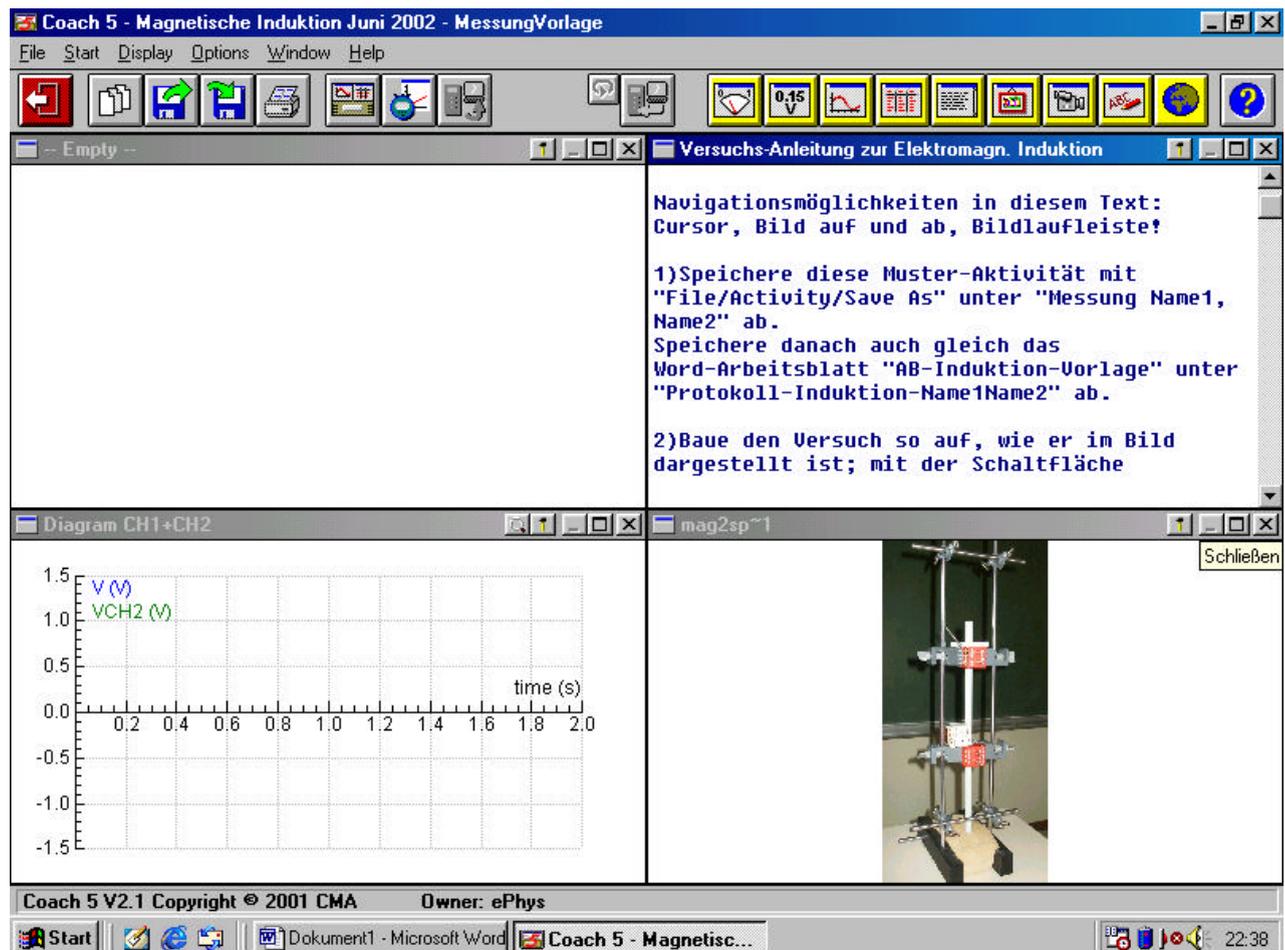
Die Vorbereitung der TutorInnen bestand im wesentlichen darin, dass sie ihre Experimente mehrmals und in mehreren Varianten ausführten. Dabei entstand auch erst die Endkonzeption des Experiments. In der Entwicklungsphase wurden die Versuchsanleitungen schriftlich auf Papier festgehalten, in der Endversion wurde diese dann als Textdatei in die Programmoberfläche von Coach5 integriert.

In dieser Einstiegsphase für das Experimentieren mit Computern entschieden wir uns dafür, die Schülergruppen so durch die Experimente zu "lotsen", dass sie dabei fast keine eigenen Gestaltungsmöglichkeiten hatten. Dazu mussten die Messeinstellungen des Experiments gesetzt und die einzelnen Auswertungsdiagramme großteils schon im Detail in ihrer Formatierung vorgegeben werden. So machten die TutorInnen auch schon erste Erfahrungen beim Gestalten von Diagrammen. Von den Schülergruppen sollten vorerst nur in wenigen Ausnahmen kleinere Diagrammergänzungen verlangt werden.

Wichtig war es auch, dass sich die TutorInnen einige Sicherheit beim Aufbau der Experimentiereinrichtung inklusive der Messwerterfassung aneigneten, um den Schülergruppen gleich zu Beginn ihrer Tätigkeit bei Bedarf helfen zu können.

2.2. Exemplarische Darstellung der Arbeitsweise bei den Experimenten

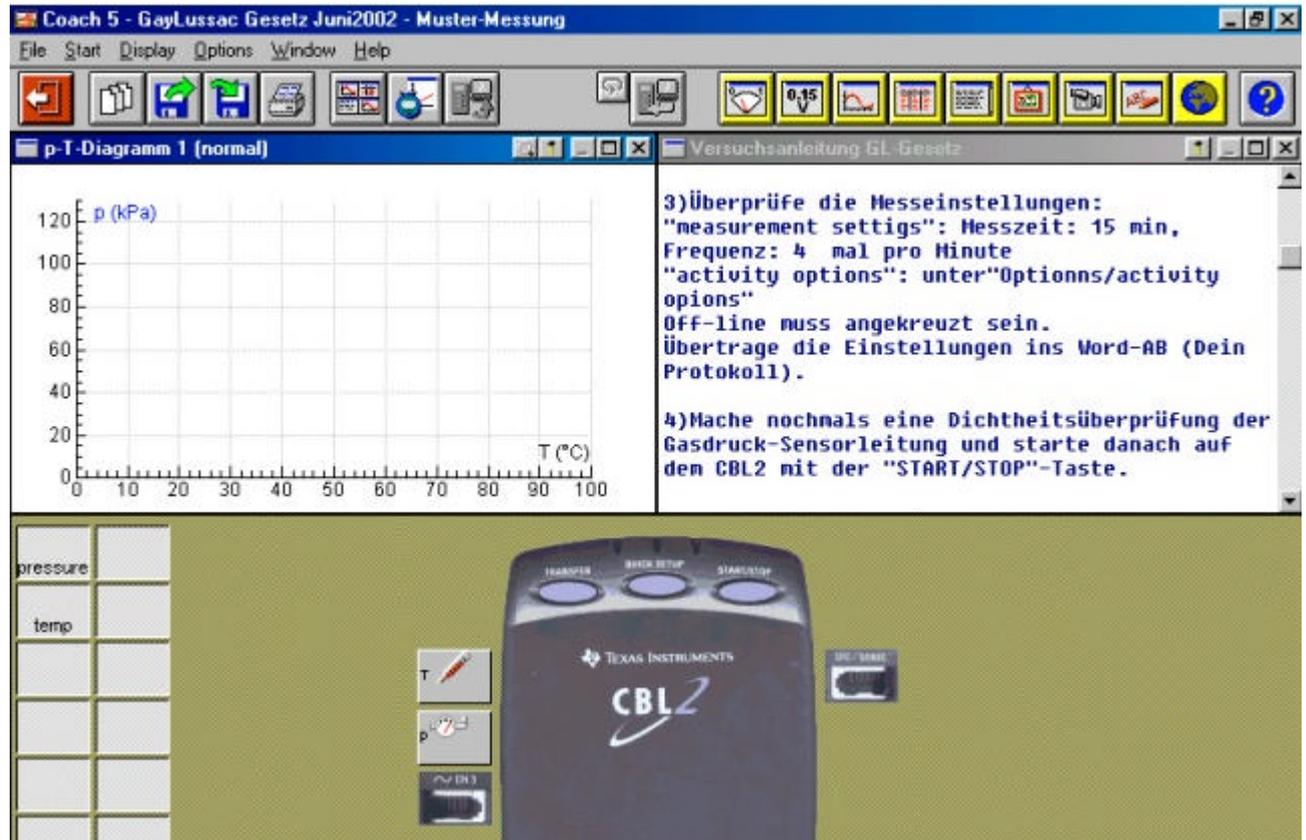
Nach der Auswahl des Projektes "Magnetische Induktion Juni 2002" müssen die Schülerteams zuerst die Aktivität "MessungVorlage" öffnen. Dann baut sich folgender Bildschirm auf:



Der Hauptbildschirm von Coach5 ist meistens in vier gleich große Teile gegliedert. In jeden dieser Bildschirmteile können Texte, Tabellen, Diagramme, Bilder sowie digitale und analoge Messanzeigergeräte geladen werden. Die Anzeige jedes Bildschirmteils kann jederzeit auch auf den

ganzen Bildschirm ausgedehnt werden, was etwa zur Anzeige der aktuellen Temperatur bei einer Online-Messung genutzt werden kann.

Die softwaremäßige Anbindung des verwendeten Datenloggers bzw. der Messsonden an den PC kann leicht und übersichtlich mit einem dreigeteilten Bildschirm gemacht werden, wie er hier dargestellt ist:



Bei den Messungen zum Gay-Lussac-Gesetz werden - wie ebenfalls auf der obigen Wiedergabe des Bildschirmausschnitts zu sehen ist - an Kanal 1 des CBL2 der Temperatur- und an Kanal 2 der Drucksensor "angeschlossen", indem man mit der linken Maustaste von links den in einem Kontextmenü ausgewählten Sensor zum entsprechenden Eingangskanal (CH1, CH2, CH3) des CBL2 herüberzieht.

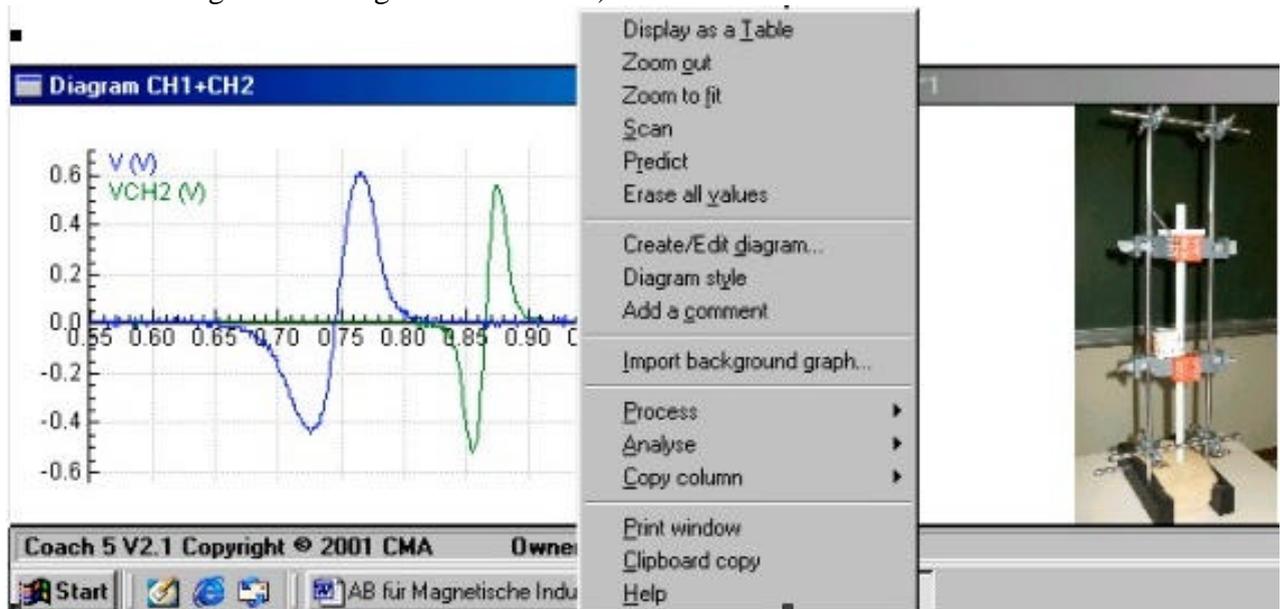
Mit dem Icon "Hyde Panel/Show Panel" im linken Bereich der Symbolleiste am oberen Bildschirmrand kann wieder auf den vierteiligen Bildschirm zurückgeschaltet werden.

Wie es bei heutigen Programmen üblich ist, steht in jedem Teilfenster des Bildschirms ein Kontextmenü zur Verfügung, das selbstverständlich bei der Darstellung eines Textes, einer Tabelle oder eines Diagrammes ganz unterschiedliche Menüpunkte anbietet. Das größte und interessanteste Kontextmenü ist das Diagramm-Kontextmenü, das weiter unten dargestellt ist:

Die einzelnen Menüpunkte sind großteils selbst erklärend. Das Untermenü von <Analyse> im Diagramm-Kontextmenü enthält zwei meiner Meinung nach ganz wichtige Punkte, die kurz erläutert werden sollen:

- Die Funktion <Area> bietet in einem Spezialbildschirm an, die Fläche zwischen einer Messkurve und der x-Achse eines Diagrammes durch numerische Integration zu bestimmen. Dies wurde bei dem hier exemplarisch dargestellten Versuch zur Elektromagnetischen Induktion auch mehrmals gemacht, um die Größe des Spannungsstoßes in den Spulen zu ermitteln. Übrigens ist die Fläche des letzten Spannungsstoßes deshalb genau halb so groß wie

die des ersten, weil die untere Spule nur halb so viele Windungen hat wie die obere (betrachte dazu das Diagramm im folgenden Screenshot).



- Fast bei allen anderen Testexperimenten wird im Menüpunkt <Analyse> die Funktion <Function-Fit> eingesetzt. Dabei kann wieder sehr übersichtlich und elegant in einem Spezialbildschirm in die Messkurve des Diagramms eine mathematische Funktion eingepasst werden. Solche Tätigkeiten erfordern natürlich Kenntnisse über die Eigenschaften mathematischer Funktionen, die in diesem Zusammenhang erfolgversprechend eingesetzt werden können. Mit den im Programm angebotenen Hilfen und ein paar vorbereitenden Tipps oder Fragen über die Versuchsanleitung kommen interessierte Schüler zu vernünftigen Ergebnissen. Je älter die SchülerInnen sind, desto kompliziertere Funktionen können dabei behandelt werden. Das Einpassen von Funktionen in Messkurven ist mit einer Unterstützung durch "trainierte" SchülertutorInnen ist für manche Schülergruppen sicher erfolgversprechender.

Für jedes Experiment wird in Coach5 ein Projekt angelegt. Alle Dateien eines Projektes (die Messeinstellungen und Messdaten, die bei der Auswertung entstandenen Daten, Textdateien der Programmbeschreibung, Bilder zur Darstellung des Experimentes, usw.) befinden sich im selben Datei-Ordner. Während die Projekte in der Programmoberfläche von Coach5 "vernünftig" beschriftet werden können, sind sie im Datei-Explorer betrachtet leider nur durchnummeriert.

Innerhalb eines Projektes können bei gleicher Hardware-Konstellation mehrere Aktivitäten ausgeführt werden. Die Ergebnisse der Messungen können natürlich auch jederzeit abgespeichert werden und später wieder ins Projekt hereingeladen werden.

Korrespondierend zu den Versuchsanleitungen, welche die Schülergruppen jeweils in einem Fenster von Coach5 vorfinden, wurde ihnen auch als Worddatei eine Vorlage für das Protokoll zum jeweiligen Versuch zur Verfügung gestellt. In dieser wurden auch gezielt Fragen zu den nötigen Tätigkeiten des Experiments und zu den Ergebnissen gestellt. Über die Zwischenablage (engl. Clipboard) können Diagramme und ganze Fenster (z.B. das Function-Fit-Fenster oder das Area-Fenster) mit allen Details in das Word-Protokoll übertragen werden.

Mit diesen Anleitungen und Vorbereitungen sollte jede SchülerInnengruppe in der Lage sein, ohne Stress in einer Doppelstunde ein Experiment durchzuführen und dabei auch ein informatives Protokoll mit Diagrammen von den selbst ermittelten Meßdaten anzufertigen.

Versuchsanleitungen und Protokollvorlagen und von Schülern erstellte Protokolle zu den vorbereiteten Experimenten können im Anhang studiert werden.

3. Ablauf und Methoden der Datenerhebung

3.1. Die Durchführung der Schülerexperimente

Die Testphase für die vorbereiteten Schülerexperimente wurde in drei Etappen ausgeführt.

Den Anfang machten wir in jener 6.Klasse, aus der auch die 4 Tutorinnen stammten. Im Rahmen einer Physikstunde meines Physikerkollegen hatten die SchülerInnen der Klasse 5 Versuchsstationen zur Auswahl, wobei 3 Experimente aus unserem Programm stammten. Die 4 Tutorinnen betreuten ihre MitschülerInnen bei den Experimenten zum Newtonschen Abkühlungsgesetz, beim Boyle-Mariotte-Gesetz und beim Gay-Lussac-Gesetz. Jene SchülerInnen dieser Klasse, welche einen dieser drei Versuche durchführen konnten, wurden in der nächsten Physikstunde in einem SchülerInnen-Fragebogen zu ihren Eindrücken befragt.

In einer 7.Klasse stand mir eine Doppelstunde zur Verfügung, um mit Freiwilligen dieser Klasse die Versuche der Wärmelehre und jene über das Faden- und das Federpendel zu testen. Alle 5 Versuchsstationen wurden dabei von den SchülertutorInnen betreut.

Zuletzt wurden auch noch in der 7. Klasse die Versuche zur Kondensatorentladung und zur elektromagnetischen Induktion von Freiwilligen getestet.

Um zu interpretierbaren Daten zu kommen, wurden auch in beiden 7. Klassen die beteiligten SchülerInnen nach der Durchführung ihres Experimentes gebeten, in einem Fragebogen ihre Meinung zu Ablauf und Organisation dieser Experimente zu äußern.

3.2. Der Fragebogen der SchülerInnen

Mit einem Fragebogen befragten wir die SchülerInnen über ihre Erfahrungen bei der Durchführung der Experimente. Der Fragebogen umfasste neun offene Fragestellungen:

- (1) Wie ist es Dir bei dieser Art von Unterricht gegangen?
- (2) Ist es für Dich vorstellbar, auch andere Experimente mit diesem Messsystem durchführen zu können?
- (3) Waren die Versuchsanleitungen im Coach-Programm (PC) für Dich verständlich und ausreichend?
- (4) Waren die Vorgaben im Word-Arbeitsblatt, welches Dein Protokoll wurde, informativ und hilfreich?
- (5) War die Hilfestellung durch die TutorInnen ausreichend?
- (6) Gibt es für Dich einen Unterschied, wenn Dir statt eines Lehrers TutorInnen bei auftauchenden Fragen oder Problemen weiterhelfen? Wenn ja, welchen?
- (7) Wie war die Zusammenarbeit in Deiner Gruppe (Teamarbeit, ...)?
- (8) Was war für Dich die zentrale Aussage des Experiments?
- (9) Hast Du Verbesserungsvorschläge oder Anregungen zu dieser Art von Unterricht?

Ohne hier schon auf die Ergebnisse dieser Befragung eingehen zu wollen möchte ich festhalten, dass es sich nicht als sehr zweckmäßig erwies, dass sich die SchülerInnen bereits nach der Durchführung eines einzigen Experiments eine Meinung bilden mussten. Außerdem habe ich Sie vielleicht zu wenig darauf aufmerksam gemacht, dass ich zwecks Optimierung von Organisation und Versuchskonzeption an einer möglichst ausführlichen Beantwortung der gestellten Fragen interessiert bin.

3.3. Der Fragebogen der SchülertutorInnen

Sehr wichtig für mich und für eine zukünftige Durchführung solcher oder ähnlicher Experimente an unserer Schule waren mir die Meinungen und Erfahrungsberichte meiner MitarbeiterInnen. Neben dem mündlichen Erfahrungsaustausch bei der Arbeit mit ihnen wurden diese wenigstens ansatzweise von den SchülertutorInnen bei der Beantwortung eines speziellen Fragebogens verschriftlicht.

Die an die SchülertutorInnen gestellten sechs Fragen lauteten wie folgt:

- (1) Hast Du dieses Projekt "Von Schülern lernen - Computergestütztes Experimentieren" als sinnvoll empfunden? Konntest Du persönlich davon profitieren? Begründe Deine Antwort.
- (2) Soll dieses Projekt im kommenden Schuljahr weitergeführt werden? Wenn ja, würdest Du Dich wieder als TutorIn zur Verfügung stellen? Kannst Du einen Grund angeben, wenn Du aus dem Team der TutorInnen ausscheiden willst?
- (3) Hast Du Wünsche hinsichtlich der Vorbereitung auf einzelne Experimente? Wenn ja, führe sie bitte an.
- (4) Hast Du Vorschläge für Verbesserungen bei der Organisation dieser von Dir als TutorIn betreuten Schülerversuche.
- (5) Worin liegt derzeit Deiner Ansicht nach das Hauptproblem bei diesen Schülerexperimenten?
- (6) Was möchtest Du sonst noch zu diesem Projekt anmerken? Verwende - wenn nötig - dazu auch die Rückseite.

3.4. Das Gespräch mit drei 3 PFL-Fachkolleginnen

Im Rahmen des dritten Wochenseminars unseres PFL-Lehrganges in Söchau (Oststeiermark) hatte ich die Gelegenheit, interessierten KollegInnen einige unserer Schülerexperimente vorzustellen. Sie benützten wie die SchülerInnen die mitgebrachten Versuchs- und Messeinrichtungen und führten diese Experimente zum Teil zur Gänze durch. Dabei diskutierten wir auch darüber, wie die vorgestellten Versuchskonzeptionen, welche den SchülerInnen bei der Durchführung der Experimente relativ wenig Handlungsspielraum lassen, weiter entwickelt werden könnten. Mein Ziel war es, die Versuchsanleitungen mit zunehmender Erfahrung der SchülerInnen immer knapper zu gestalten und die notwendigen Messparameter für die automatische Datenerhebung immer mehr von den SchülerInnen selbst ermitteln und einstellen zu lassen. Auch die Darstellung und Analyse der erhobenen Messdaten sollen sie mit immer geringeren Vorgaben im Auswertungsprogramm realisieren können.

Die konzeptionelle Weiterentwicklung der Schülerexperimente, organisatorische Gesichtspunkte bei ihrer Durchführung sowie die Ausbildung und Betreuung von SchülertutorInnen für solche Experimente sind die Themen eines mittels Audiogerät dokumentierten Gesprächs mit drei Fachkolleginnen, das ich noch am Schluss des dritten Seminars dieses PFL-Lehrganges machen konnte.

3.5. Eigene Beobachtungen und Erfahrungen

Meine eigenen Erfahrungen und Beobachtungen beim Experimentieren in der Vorbereitungs- und in der Testphase waren für mich recht hilfreich, obwohl die dabei gewonnenen Erkenntnisse in dieser Studie nicht expressis verbis angeführt sind.

In einem Workshop im Rahmen der 56. Fortbildungswoche des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts Ende Februar 2002 in Wien machte ich meine ersten gezielten Experimente mit dem damals neuen CBL2-Datenlogger von TI, wobei die Auswertung und Darstellung der gewonnenen Messdaten mit dem TI-92 erfolgte. Aufmunternd und beruhigend - da gibt es jemanden, der sich auskennt - zugleich war der Gedankenaustausch mit Martin Lackenbacher, der inzwischen das Studium abgeschlossen hatte und als junger Physikerkollege an einem Wiener Gymnasium tätig war. In seiner Diplomarbeit "Mobile Messwerterfassung" stellte er das von mir eingesetzte Messsystem mit allen Möglichkeiten vor, welche dieses zusammen mit der Computersoftware Coach5 als Erfassungs- und Auswertungsprogramm der Messdaten bieten kann.

4. Ergebnisse der Datenerhebung und Interpretation

An schriftlich festgehaltenem Datenmaterial stehen mir 17 auswertbare Fragebögen von SchülerInnen, die 8 Fragebögen meiner TutorInnen und das Transskript des Gesprächs mit meinen 3 Fachkolleginnen zur Verfügung.

4.1. Die Meinung der SchülerInnen und TutorInnen

Die Durchführung von Schülerexperimenten, bei denen zwei oder drei SchülerInnen im Team unter Einsatz eines PCs und eines Datenloggers mit automatischen Messsonden ein Experiment ausführen und dabei in schwierigeren Phasen oder bei Problemen von SchülertutorInnen betreut werden, ist aus Sicht der SchülerInnen und TutorInnen sicher eine sinnvolle Unterrichtsform, welche in Summe allen Beteiligten Spaß macht.

In Kombination mit anderen positiven Eindrücken wie "wenn man Versuche selber macht, merkt man sich das besser" oder "viel interessanter als normaler Unterricht, endlich einmal ein wenig Praxis" oder "gemütlich, informativ" ist für SchülerInnen das Spaß haben sicher ganz wichtig, da sie in dieser Hinsicht in den Naturwissenschaften von uns LehrerInnen im allgemeinen nicht verwöhnt werden. Auch die TutorInnen, welche für den größeren Teil der Vorbereitungsphase ihre Freizeit zur Verfügung stellten, betonten unisono, dass sie im kommenden Jahr wieder mitmachen wollten; "es hat Spaß gemacht" wurde dabei mehrmals als Begründung angegeben. Wichtig war ihnen aber auch, etwas gelernt zu haben: "es vergrößerte meine Kenntnisse", "ich selbst konnte einiges lernen". Auch das soziale Element war für sie wichtig, wie folgende Aussage belegt: "ich habe gerne mit anderen Schülern zusammen gearbeitet". Eine Tutorin meinte: "wenn Schüler Experimente betreuen, passen die Mitschüler besser auf".

Erfreulich war es auch, zu erfahren, dass die zur Verfügung gestellten Word-Vorlagen zur Erstellung des Versuchsprotokolls von den SchülerInnen durchwegs als informativ und hilfreich eingestuft wurden. Die Versuchsanleitungen, welche den SchülerInnen in der Programmoberfläche von Coach5 als Textdatei vorlagen, wurden nicht so uneingeschränkt positiv beurteilt. Vor allem die Einbindung dieser Versuchsanleitung in die völlig neue und unbekannte Programmoberfläche sowie die geringen Möglichkeiten, den Text übersichtlich zu formatieren, dürften dabei eine Rolle gespielt haben. Mir war klar, dass dieser Umstand manchen Teams Probleme bereiten könnte; in solchen Fällen erwartete ich mir, dass die TutorInnen die Situation durch ihre Unterstützung retten. Dies war offensichtlich mehrfach auch der Fall, was durch folgende Antworten belegt werden kann: "Großteils waren die Anleitungen verständlich, manchmal musste ich bei den Tutorinnen nachfragen" oder "Die Anleitungen [waren] teils ein wenig kompliziert, aber aufgrund des Tutors haben wir alles verstanden" oder "alleinig sicher nicht; Tutor war nötig dazu". Es gab aber auch ganz positive Meinungsäußerungen dazu wie: "ja" oder "ja, auf jeden Fall" oder "fast immer" oder: "Die Befolgung der Anleitung war einfach; der Sinn war nicht immer klar". Ein(e) Schüler(in), der(die) die Programmoberfläche sofort im "Griff hatte", schrieb: "Nach 5 Minuten Eingewöhnungszeit waren die Icons und die Instrumente des Programms leicht zu verstehen; ich habe leider nur 15 Minuten arbeiten dürfen".

Bei der Frage nach Verbesserungsvorschlägen für eine zukünftige Tutorenausbildung (Frage 3) und nach dem großen Plus bzw. Problem dieser vorgestellten Experimente (Frage 5) spielte die Einschulung in das Handling von Coach5 auch eine wichtige Rolle. Dabei ist zu bedenken, dass die Schülerteams dieses Programm das erste Mal sahen und gleich damit arbeiten mussten. Unsicherheiten im Umgang mit dem Programm waren also sicher zu erwarten. Auch drei der acht TutorInnen - darunter waren die beiden 7.Klässler, welche beide ausgezeichnete Informatikschüler sind - forderten eine bessere und ausführlichere Einschulung in dieses Programm.

Sehr positiv wurde die Arbeit der TutorInnen von den SchülerInnen beurteilt. Auf die Frage, ob die Hilfestellung der Tutoren ausreichend war, antworteten sie im Fragebogen: "ja"(8 mal) oder "ja, gute Arbeit" (3 mal so bzw. sinngemäß so) oder "ja, sie erklärten es auch 5-mal, wenn man es nicht kapierte" oder "ja, sie waren kompetent". Eine Schülerin brauchte die Hilfe der TutorInnen offensichtlich nicht und schrieb: "die Anleitung genügte"; ein Schüler bemerkte: "ja, aber einmal war er leicht überfordert". Ein Tutor aus der 7.Klasse meinte zur Kompetenz der TutorInnen, dass sie auch ausreichend die "Theorie im Hintergrund kennen" sollten, um die Versuchskonzeption zu verstehen und Fehlleistungen der SchülerInnen früher erkennen zu können. Der Tutor hatte das Experiment zur elektromagnetischen Induktion betreut, in das ich ihn offensichtlich zu wenig gründlich eingeführt hatte.

Wie ich beobachten konnte, wurden die TutorInnen von mir sicher nicht in allem optimal vorbereitet. Sie waren alle von Anfang an engagiert bei der Sache, verhielten sich aber bei ihren ersten Einsätzen zum Teil wie schlechte Lehrer, welche die Schüler all zu schnell weiter hetzen oder sofort wieder auf den richtigen Lösungsweg zurückholen. Einerseits habe ich meine Mitarbeiter in dieser Hinsicht zu wenig genau instruiert, andererseits wurden fast alle Experimente unter Zeitdruck abgewickelt, damit möglichst viele Personen erste Erfahrungen mit diesem Messsystem machen konnten. Dieser Zeitdruck, den wir uns zum Teil selber machten, verleitete auch dazu, dass sich die TutorInnen zu schnell in die Arbeit der Schülergruppen einmischten.

Mit der Frage nach der zentralen Aussage des Experiments sollte wenigstens ansatzweise getestet werden, was bei diesem Experimentieren in einem ganz neuen Umfeld an physikalischem Verständnis hängen geblieben ist. Zwei Drittel der SchülerInnen trafen den Kern der Sache recht gut, drei SchülerInnen gaben an: "Physik selber erleben" oder "Physik selber machen" oder "andern zeigen, wie etwas geht".

Als Anregungen kamen von den SchülerInnen vor allem Aufforderungen, solche Experimente öfters im Unterricht zu organisieren und mit mehr Experimentierstationen allen SchülerInnen die Möglichkeit zum mitmachen zu bieten.

Da die SchülerInnen erst in der nächsten Physikstunde ihre ausgedruckten Protokolle mit den Diagrammen und Auswertungen ihrer selbst erhobenen Messdaten erhielten, konnten sie dies beim Ausfüllen des Fragebogens auch noch nicht anführen. Wenn solche Experimente in einer Doppelstunde (z.B. naturwissenschaftliche Übungen) ausgeführt werden können, müsste auch noch genügend Zeit vorhanden sein, um auch die Protokolle für jede(n) der SchülerInnengruppe auszudrucken. Weil in den Diagrammen oft auch mehrere Graphen in unterschiedlichen Farben dargestellt werden, ist für den Ausdruck der Protokolle ein Farbdrucker ideal.

4.2. Das Gespräch mit den drei Fachkolleginnen

Das Gespräch mit drei Fachkolleginnen des PFL-Lehrganges Naturwissenschaften gliedert sich in drei Themenbereiche: Im ersten sprachen wir über die Bewertung der vorgestellten und zum Teil selbst ausprobierten Schülerexperimente, im zweiten Themenbereich ging es um Organisatorisches im Zusammenhang mit der Ausbildung der TutorInnen und im dritten Teil machten wir uns Gedanken über die konzeptionelle Weiterentwicklung der vorgestellten Schülerexperimente.

Meine Gesprächspartnerinnen fanden viel Positives an dieser Art des Experimentierens:

Die SchülerInnen

- führen den Versuch selber durch;
- haben sofort oder wenigstens nach kurzer Zeit ein Ergebnis auf dem Bildschirm;
- üben immer wieder das Arbeiten mit dem Computer;
- erleben gewissermaßen den Zusammenhang zwischen Experiment und Auswertung;

- bekommen die Versuchsanleitung über den Computer;
- können dank der zur Verfügung gestellten Vorlage ohne all zu große Anstrengungen mit eigenen Messwerten ein aussagekräftiges Protokoll anfertigen.

Fast begeistert waren die Kolleginnen von den Analyse-Funktionen, welche das Auswertungsprogramm Coach5 dem Benutzer zur Untersuchung der in Diagrammen dargestellten Messdaten bietet. Wenn z.B. in Messkurven mathematische Funktionen eingepasst werden sollen, ist fächerübergreifendes Wissen gefragt. Dabei wird auch klar, wie die Gestalt physikalischer Gesetze mit den Messdaten zusammenhängt, ja wie die Formulierungen der Gesetze geradezu aus den Messdaten entstehen. Mit mathematischem Grundwissen eines Gymnasiasten kommen SchülerInnen behutsam vom Programm unterstützt zum Ziel.

Als die Kolleginnen schon daran dachten - so meine Interpretation - , wie sie an ihren Schulen auch diese Art des Experimentierens einführen könnten, sahen sie doch einige Probleme, welche vorher geklärt werden müssten: Um in ganzen Klassen solche Versuche machen zu können, braucht man eine entsprechende Anzahl von Computermessstationen; eine Experimentiergruppe sollte höchstens aus 3 SchülerInnen bestehen; in normalen Klassen wird diese Arbeitsweise wegen des großen Hardwarebedarfs doch eher schwer einsetzbar sein. Wir überlegten, ob man vielleicht einen Stationenbetrieb organisieren könnte, bei dem an manchen Stationen auch auf eine andere Art (Vorwissen anlesen; einfacheres Experiment ohne Computer machen; ...) gearbeitet wird; in Einzelfällen könnte auch eine Einzelgruppe ein Experiment ausführen und die Klasse verfolgt den Fortgang zum Teil über einen Beamer mit.

Die Frage, wie ich mehrere parallel arbeitende Gruppen gleichzeitig betreuen würde, konnte ich mit dem Hinweis auf die Unterstützung durch die von mir ausgebildeten TutorInnen klären.

Beim Gesprächsabschnitt zur Ausbildung der TutorInnen standen vor allem organisatorische Fragen im Vordergrund: Wann sollte diese erfolgen? Wie sollte die Lehrkraft für diese Ausbildung bezahlt werden. Einig waren wir uns darin, dass die zusätzliche Arbeit des Lehrers oder der Lehrerin für die Tutorenausbildung mit Werteeinheiten entlohnt werden müsse. Einer Schule müsse dies so viel wert sein. Besonders interessierte SchülerInnen eines Wahlpflichtfaches oder Freifaches ("Computerunterstütztes Experimentieren" oder "Naturwissenschaftliches Labor") könnten zu Tutoren ausgebildet werden. Dann wären sie gelegentlich auch als Tutoren im Pflichtfach Physik einsetzbar, wenn Direktion und Kollegenschaft die damit verbundenen Änderungen des schulinternen Tagesablaufs akzeptieren oder gutheißen. Die Meinung einer Kollegin, dass sich fast automatisch eine Gruppe von SchülertutorInnen herauskristallisiert, wenn an einer Schule über mehrere Jahre mit diesem Messsystem experimentiert wird, teile ich nicht. Positiv bewerteten die Gesprächspartnerinnen, dass meine SchüllertutorInnen für ihr Engagement ein Zertifikat der Direktion erhielten.

Im dritten und letzten Teil des Gesprächs wollte ich mich mit meinen Fachkolleginnen über meine Pläne zur Weiterentwicklung der Versuchskonzeptionen unterhalten. In den bisher konzipierten Experimenten setzten die sehr detaillierten Versuchsanleitungen und die getroffenen Voreinstellungen bei den Messparametern und den Diagrammen den Aktivitäten der SchülerInnen enge Grenzen. In einer zweiten Stufe des Experimentierens mit dieser Messeinrichtung sollten sich die SchülerInnen selbst sinnvolle Messeinstellungen überlegen und auch die geeigneten Parameter zur Darstellung der gewonnenen Messdaten in den Diagrammen setzen. Die Kolleginnen bestätigten mich in dieser Ansicht und meinten, dass dies aber erst dann schrittweise begonnen werden könne, wenn die SchülerInnen das Programmhandling von Coach5 einigermaßen im Griff hätten. Die Anforderungen, die sich dann für die SchülerInnen ergeben, steigen so nach übereinstimmender Meinung deutlich an, auch wenn die grobe Versuchskonzeption immer noch vom Lehrer bzw. von der Lehrerin vorgegeben ist. Diesen zweiten Schritt werden nicht alle SchülerInnen gleich schnell und gleich gut mitmachen können; mit mehr oder weniger

Unterstützung durch LehrerIn und/oder TutorInnen wird auch dieses Ziel in einem Wahlpflichtfach oder Freifach zu erreichen sein.

Begabte und hochmotivierte SchülerInnen - war unsere gemeinsame Meinung - müssten sogar einen letzten Entwicklungsschritt mitmachen und eigenständig Experimente konzipieren können. Gemeinsam mit den SchülerInnen könnte dabei die zugrundeliegende Theorie besprochen werden; danach sollten die einzelnen Experimentierteams das Versuchskonzept erarbeiten, es durchführen und zuletzt auch ein selbst verfasstes Protokoll abgeben können.

Am Schluss des Gesprächs hatte ich das Gefühl, dass es uns alle reizen würde, diese oder ähnliche Pläne zu verwirklichen, wenn die entsprechenden Rahmenbedingungen gegeben wären.

5. Schlussfolgerungen und einige organisatorische Tipps

Meine im vergangenen Jahr gewonnenen Erfahrungen und meine Gespräche mit KollegInnen haben mir gezeigt, dass dieses computerunterstützte Experimentieren, wie ich es in dieser Arbeit beschrieben habe, einen interessanten Beitrag darstellen kann, um die Physik und die anderen Naturwissenschaften zu fördern und deren Beliebtheit bei den SchülerInnen zu steigern. Einen wichtigen Anteil an der Akzeptanz des Systems dürften auch die SchülertutorInnen haben. Wahrscheinlich erscheint auch, dass das Arbeiten mit diesem Messsystem bei den SchülerInnen und TutorInnen zur Vertiefung von Gelerntem beiträgt, neue Einsichten in naturwissenschaftlichen Fragestellungen eröffnet und die Chance bietet, wissenschaftliches Arbeiten wenigstens ansatzweise selbst zu erleben. Teil einer weiteren Studie wäre es, die zuletzt genannten Vermutungen zu bestätigen.

Diese Art des Experimentierens kann problemlos in einem Wahlpflichtfach, einem Freifach oder einer unverbindlichen Übung eingesetzt werden. Besonders geeignet erscheint es mir für ein Fach "Naturwissenschaftliches Labor" zu sein, wo wie schon in mehreren Gymnasien Österreichs - leider noch nicht an unserer Schule - Fächer übergreifend unterrichtet wird. Mit entsprechenden Messsonden können neben physikalischen Versuchen auch chemische und biologische Experimente auf die gleiche Art bearbeitet werden.

Für naturwissenschaftliche Projektarbeiten, bei denen Messdaten draußen in der Natur aufgenommen werden, ist die Messeinrichtung ebenfalls bestens geeignet, da die Datenlogger auch im Batteriebetrieb einwandfrei arbeiten.

Die SchülertutorInnen können organisatorisch sicher am besten in einem Wahlpflichtfach oder Freifach ausgebildet werden. Vor allem beim Einsatz dieser Experimentiereinrichtung für Schülerversuche im normalen Physik-, Chemie- oder Biologieunterricht erscheinen sie mir unerlässlich zu sein. Außerdem bietet sich so eine für Gymnasien neue, für alle Beteiligte interessante und Erfolg versprechende Lernsituation, bei der Teamarbeit geschult wird und Begabungen gefordert und gefördert werden können.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen SchülertutorInnen Roman Dreher, Philipp Klepp, Stephanie Frei, Aurelia Kempf, Iris Neher, Katharina Purin, Gerhard Schedler und Christian Schwärzler für ihre engagierte Mitarbeit bedanken. Meinem Physikerkollegen und Physik-Kustos Prof. Mag. Johann Kuno Mangold danke ich für alle Unterstützungen und Aufmunterungen, die ich immer wieder von seiner Seite erfahren habe. Frau Mag. Helga Stadler, meiner Regionalgruppenleiterin und Redakteurin dieser Studie, danke ich herzlich für die Tipps bei der Auswahl des Themas und speziell für die wirklich optimale Betreuung bei der Realisierung dieser Studie.

Anhang

A1: Fragebogenauswertung der TutorInnen

Frage 1:	Hast Du dieses Projekt als sinnvoll empfunden? Konntest Du persönlich davon profitieren? Begründe Deine Antwort.
1	ja, Projekt ist sinnvoll; ich konnte einiges lernen
2	ja, Projekt ist sinnvoll; ich habe ein besseres Verständnis der physikal. Vorgänge bekommen
3	es war gut und unterhaltsam, obwohl auch Freizeit dafür verwendet wurde
4	ja; es vergrößerte meine Physikkenntnisse
5	ja es war sinnvoll; wenn Schüler betreuen, passen die Mitschüler besser auf; diese Unterrichtsart ist interessanter.
6	sinnvoll; diese Unterrichtsart ist angenehmer für Schüler und Lehrer
7	sinnvoll; Aufmerksam der Klasse ist größer; Abwechslung zum Normalunterricht; für mich auch ganz nett
8	sinnvoll; Schüler können manchmal etwas besser "rüberbringen" als Lehrer; abwechslungsreicher

Frage 2:	Sollte dieses Projekt nächstes Jahr fortgesetzt werden? Wenn ja, würdest Du Dich wieder als Tutor/in zur Verfügung stellen? Kannst Du einen Grund nennen, wenn Du ausscheiden willst?
1	ja fortsetzen; ja mache wieder mit
2	ja fortsetzen; ja mache wieder mit, wegen Matura nicht mehr so viel Zeit
3	ja; ja; will nicht ausscheiden
4	ja; ja, weil es mir gefallen hat; will als Tutor nicht ausscheiden
5	ja; ja
6	ja; hat Spaß gemacht
7	Ja; ja
8	ja; ja, hat viel Spaß gemacht

Frage 3:	Hast Du Wünsche hinsichtlich der Vorbereitung der TutorInnen auf einzelne Experimente? Wenn ja führe sie bitte an.
1	Nein
2	Tutor sollte auch die Theorie im Hintergrund kennen, um so Fehler leichter zu erkennen
3	es ist so ganz gut; aber man könnte näher auf das Experiment eingehen.
4	passt ganz gut; manchmal Terminprobleme !
5	keine Wünsche
6	Nein
7	keine Wünsche
8	Vorkenntnisse der Schüler (Computer) respektieren und nicht allg. Dinge 5-mal wiederholen

A1: Fragebogenauswertung der TutorInnen (Seite 2 von 2)

Frage 4:	Hast Du Vorschläge für Verbesserungen bei der Organisation dieser von Dir als Tutor/in betreuten Schülerversuche?
1	muss noch straffer organisiert sein (Zeit, Planung)
2	zuerst einen Grundkurs im Programmhandling von Coach5 machen
3	Tutoren möglichst oft einsetzen, damit sie Erfahrung gewinnen
4	ja; man sollte einen oder zwei Fixtermine pro Woche haben !
5	nein
6	nein; außer dass der Compi manchmal abstürzte
7	nein; außer dass der Compi manchmal abstürzte
8	Nein

Frage 5:	Worin liegt derzeit Deiner Ansicht nach das Hauptproblem bei diesen Schülerexperimenten? Was ist das große Plus dieser Schülerexperimente?
1	Problem: zu wenig Übung Plus: lernen durch Praxiserfahrung; interessanter
2	Problem: Schüler haben keine Ahnung vom Coachprogramm; Plus: sehr viel selbständige Arbeit; leichte Protokollerstellung
3	Problem: Tutoren (ich bin 5.Klässler) kennen sich in Physik zu wenig aus Plus: Schüler helfen Schüler; beide profitieren; auch der Lehrer profitiert, weil die Tutoren ihm bei der Experimentierstunde Arbeit abnehmen
4	Problem: man hat erst spät im Schuljahr damit begonnen Pus: Schüler können von Mitschülern lernen (Gruppe, Tutor)
5	Problem: bei den Computern Plus: interessanter Unterricht; Schüler passen besser auf
6	Problem: Computer, die nicht immer wollen Plus: bessere Mitarbeit der Schüler; gute Abwechslung zum Regelunterricht
7	Problem: bei den Computern Plus: abwechslungsreicher Unterricht
8	Problem: Computer stürzt ab Plus: Schüler müssen selber nachdenken

Frage 6:	Was möchtest Du sonst noch zu diesem Projekt anmerken (Verwende wenn nötig auch die Rückseite)
1	zukunftsorientiert; es ist erkennbar, dass sich die Schule mit dem Fortschritt mitbewegt.
2	Versuche passten nicht zum Stoff der Klasse, Schüler war nicht klar, warum sie das Experiment machen sollten; man sollte deshalb möglichst viele Versuche für die Oberstufe konzipieren
3	es hat mich gefreut, mit anderen Schülern zusammen zu arbeiten
4	hoffentlich gibt es das nächstes Jahr wieder; war lustig und interessant
5	weitmachen
6	gute Idee; lockerer als normaler Unterricht; lehrreich
7	gute Idee; weiterführen; ist lehrreich
8	lockerer als normaler Unterricht; man lernt bei der Vorbereitung sehr viel

A2: Transskript des Gesprächs

Söchau, 12.7.2002, 11:30 Uhr

Gesprächsleiter: Johannes Schüssling

Gesprächspartnerinnen: Mag. Dr. Monika Hofer, Mag. Karin Kurz, Mag. Dr. Traudi Schwaiger

Meine Fragen richte ich jeweils an alle drei von euch; wenn bei der Beantwortung eine geäußerte Meinung nicht ergänzt wird, nehme ich an, dass sich die Meinung der anderen Kolleginnen von der vorgetragenen Meinung nur wenig bis gar nicht unterscheidet.

Ich bedanke mich sehr herzlich bei euch, dass ihr euch für diese Art von Schülerexperimenten interessiert habt; ganz besonders bin ich froh, dass es uns jetzt noch geglückt ist, Zeit für ein Interview zu finden, um Euere Einschätzung dazu zu erfahren.

Ich bitte euch nun im ersten Thema dieses Gesprächs um euere Meinung zu den Erfahrungen, die ihr gestern beim Experimentieren gemacht habt. Wie beurteilt ihr diese Art der Schülerexperimente?

Ja, ich find die Schülerexperimente ziemlich interessant. Was mir gut gefallen hat, ist, dass die Schüler das Experiment selber durchführen und sofort die Auswertung am Bildschirm ist. Also dieses Medium nutzen Computer, ist ziemlich super. Und was mir a guat gfoln hat, ist, dass die Arbeitsblätter auf elektronischem Wege den Schülern gegeben werden und dass sie dort auch das Handling mit dem Computer immer wieder dabei haben: also Einfügen von Diagrammen,

Ja, so ist es für die Schüler wirklich nachvollziehbar, der Zusammenhang zwischen dem Experiment und dieser Auswertung in Form von der grafischen Auswertung, was ja, wenn man das vorzeigt, für den Schüler nicht ersichtlich ist. Also, für mi ist do immer ein Experiment, do ist etwas am Computer: wie kann der Schüler erkennen, dass des nicht irgendeine Fiktion ist, dass ich da nicht irgendwas künstlich hingetan hab; während wenn des selber zusammengesteckt wird, wenn die selber das durchführen, ist das eindeutig klar. Dann sehen sie wirklich , dass dieser Graph zu dem Experiment dazugehört.

Und dasselbe dann auch, wenn sie die theoretische Kurve praktisch, also die mathematische Funktion dazu finden, und wann die oben in die Messdaten ja auch hineingezeichnet wird. Diese Kurve, die Funktion, ist nicht von irgendwo do, sondern es paßt mit dem, was sie jo konkret gemessen haben, überein. Was auch gut ist - aber ich glaub, da hast du viel Vorarbeit geleistet - ist dass sie das ins Word-Dokument einsetzen.

Die Schüler bekommen für das Protokoll eine Vorlage, ja.

Dass sie es genau einsetzen, nicht?

Ja, das Wichtigste dran, oder von Vorteil - finde ich - ist das bewußte Auseinandersetzen mit dem Graphen. Vom Experiment auf den Graphen kommen, da kommt die mathematische Komponente rein; zu erkennen, welcher Funktionstyp das sein kann; mit den Parametern, mit den Koeffizienten der Funktion herumspielen, des find ich enorm wichtig. Wir (als Lehrerinnen) haben uns jetzt leicht getan, die Exponentialfunktion zu erkennen. Aber die Schüler mal ganz bewußt das aussuchen zu lassen, erfordert dann schön vernetztes Denken, nebenbei noch in verschiedene Gegenständen (=Fächern).

A2: Transskript des Gesprächs (Seite 2 von 5)

Und was zusätzlich ist: ohne riesigen mathematischen Aufwand, sprich Ableitungen, Differenzieren, etc. kommen sie zu der Formel; einfach anschaulich über das Experiment. Weil warum brauch ich eine Exponentialfunktion zur Beschreibung der Messdaten? Das kann ich glauben, weil die Formel einfach so im Physikbuch steht oder weil der Lehrer es sagt. Aber so sehen sie, dass es einfach gar nicht anders geht, dass der Zusammenhang einfach so ausgedrückt werden muss.

Das Problem, was ich dabei noch seh, es muß wirklich eine Schülergruppe machen. Es muß eine entsprechende Menge an Computern da sein im Unterricht. Ich mein, wir haben es zu Dritt gemacht, und das ist wirklich sehr gut. Aber vielleicht wenn das eine Vierer-Schülergruppe ist, es muß wirklich bei einer großen Klasse für spezielle Gruppen möglich sein.

Kommen wir jetzt zu den Problemen. Du hast schon eines angesprochen. Es bedarf einer gewissen Ausrüstung. Seht ihr noch andere Probleme mit dieser Art von Schüler-Experimenten?

Ja, die Einstiegsphase in diese Art des Arbeitens. Ich stelle mir vor, dass du in den ersten Stunden, wo du es gemacht hast, am Anfang des Experiments mit ihnen am Stand rotiert bist und nicht mehr gewußt hast, bei welcher Gruppe du zuerst hingehen sollst.

Nein das war nicht so, weil ja Schülertutoren die einzelnen Stationen betreuen. Das ist ein wichtiger Teil bei diesen Schülerexperimenten.

Ja, ja schon. Aber woher kriegen die die Informationen? Irgendwann hast du die Neulinge einführen müssen.

Natürlich, diese Schülertutoren wurden von mir in der Gruppe ausgebildet. Sie haben sich das z.T. auch selber beigebracht. Das ist ein wichtiger Teil.

Aber du hast auch gesagt, es sind nicht nur Schüler dieser Klasse, die Tutoren. d. h. wenn du das dann im Unterricht machst, mußst du die ja für deinen Unterricht freistellen bzw. frei bekommen.

Können wir vielleicht dieses Thema noch ein bisschen aufschieben. Das soll später im zweiten Teil behandelt werden.

Seht ihr noch andere Probleme bei diesen Schülerexperimente?

Die Kosten, das Material anzuschaffen. Weil damit es sinnvoll ist, dürfen die Gruppen nicht größer sein als 4 Leute ...

... nicht größer als 2 oder maximal 3. Bei Gruppen mit mehr als 3 hat es keinen Sinn.

Ja, ja, aber dann brauchst du schon mindestens 10, na nit, aber doch sehr viele Computer.

Na, das Gerät selber-- brauchst du ja auch; die haben ja ein unterschiedliches Arbeitstempo, und somit kannst ihnen ja nicht einfach alles wegnehmen.

Na ja gut, aber wenn ...der macht den Versuch jetzt, die Meßdaten, und während die das Theoretische dazu und den Graph finden, kriegen es die anderen.

Ja, aber wo soll das Geld herkommen?

A2: Transskript des Gesprächs (Seite 3 von 5)

Um es in normalen Klassen, in 30-Schüler-Klassen zu machen, ist es sehr schwierig und kaum möglich

obwohl es gut wäre ...

... weil es doch relativ viel Hardware bedarf.

Bringt das was, - ich weiss es nicht - wenn das, was eine Schülergruppe macht, der Klasse über einen Beamer gezeigt wird?. Ich glaub, das bringt den anderen nichts. Das ist so, wie wenns der Lehrer selber macht. Das müssen sie wirklich selber machen.

Ja, eine Möglichkeit wäre, im Stationenbetrieb eine Station so zu haben, und andere Stationen, wo sie zuerst Vorwissen anlesen, oder das Experiment ohne Computer durchführen oder irgendwie erkennen, wie schwer das ist, wenn man keinen Computer zur Verfügung hat, mathematisch zu dieser Funktion zu gelangen, oder den Graph mit der Hand zu zeichnen, oder ich weiss es nicht...

Okay. Vielleicht gehen wir jetzt zum zweiten Thema dieses Interviews, da geht es eben um die Ausbildung dieser Tutoren.

Es kann meiner Meinung nach nicht erwartet werden, dass eine Lehrerin/ ein Lehrer über einen längeren Zeitraum, etwa ein ganzes Schuljahr, in der Freizeit ohne jegliche Entlohnung die Ausbildung und Begleitung der Schülertutorengruppe macht.

Wie könnte eurer Meinung nach eine solche Arbeit abgegolten werden? Was sagt ihr zum Vorschlag, zu einer Regelung, wenn z.B. diese Arbeit über eine unverbindliche Übung im durchschnitt im Ausmaß von 1 Wochenstunde organisiert und abgegolten wird?

Ja, ich glaub schon, es muß eine Abgeltung in Form von Werteinheiten sein. Ich will nicht mehr Geld haben, sondern ich will Zeit haben. Ich will sozusagen nicht meine Freizeit verkaufen, sondern in meiner Arbeitszeit die Schüler, die Tutoren gut einschulen können.

Also muss es in Form von Werteinheiten gemacht werden.

Ja.

Da wäre eine unverbindliche Übung eine Möglichkeit, Ja.

Aber das hängt natürlich von der Schule ab.

Eine andere Möglichkeit ist gegeben, wenn dann durch diese Art von Unterricht viele Schüler entstehen, die sich auskennen; z.B. Schüler, die das Wahlpflichtfach besuchen und die ausreichende Kenntnisse haben, die könnten ohne Zeitaufwand und Mehraufwand des Lehrers die Tutorenfunktion übernehmen.

Ein zeitliches Problem. Zuerst brauch ich einmal in der Schule die unverbindliche Übung. Ich muß einmal das Potential schaffen, dass genug Schüler sich auskennen. Und dann ist das ein reproduzierender Prozeß, dann brauch ich das als Lehrer nicht mehr selber zu übernehmen, weil dann im Unterricht genug Schüler heranerzogen werden, die sich dann auskennen.

Aber wie ist es jetzt bei den Schülern, bei den Tutoren? Kriegen die das bezahlt? oder machen die das außertourlich?

Meine Schüler machten das bei diesem Projekt großteils auch in ihrer Freizeit; sie haben am Schluß des Schuljahres Dank und Anerkennung von der Direktion und auch ein Zertifikat darüber bekommen.

Gut, sie machen es ja freiwillig und sie lernen was.

Auch das ist heutzutage schon wichtig. Wenn sich die irgendwo bewerben; solche Dinge vorzulegen, wird heutzutage geschätzt.

A2: Transskript des Gesprächs (Seite 4 von 5)

Im dritten und letzten Themenbereich möchte ich mit euch über mögliche Weiterentwicklungen solcher Experimente sprechen.

Die Schülerexperimente, wie ihr sie kennen gelernt habt, setzen den Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler durch die sehr detaillierte Versuchsanleitung und die getroffenen Voreinstellungen im Mess- und Auswertungsprogramm enge Grenzen. In dieser Form stellen sie für nur die erste Stufe bei der Realisierung solcher computerunterstützter Experimente dar.

Wie beurteilt ihr das Vorhaben, wenn in einem weiteren Schritt - gewisse Kenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit dem Messen und Auswerten vorausgesetzt - die Schüler selbst sinnvolle Meßeinstellungen überlegen und vornehmen müssen und auch die Diagramme zur Darstellung der Meßdaten selber gestalten müssen. Dabei sollen sie aber immer noch das vom Lehrer vorgegebene Versuchskonzept ausführen.

Meinst Du bei den Diagrammen die Voreinstellungen? in welchem Bereich? die Skalierung? Ja, solche Überlegungen wären sicher wichtig.

Aber ein bestimmtes Experiment wird von dir vorgegeben. Da sollen sie dran arbeiten.

Ja, nur dass sie sich selber überlegen, was für eine Meßdauer brauche ich? was für Meßfrequenzen bei der Datenerhebung sind nötig?

Das ist aber meiner Meinung nach nur dann möglich, wenn sie schon diese Art des Experimentierens mit dem Computer kennengelernt haben. Du kannst sie erst dann selber drauf los experimentieren lassen und die Versuchsanweisungen nicht mehr so eng setzen. Dann find ich es eine ganz witzige Idee, dass sie einmal herumbasteln können dran Sie müssen sich dann sogar noch tiefere Gedanken machen ...

weil sie überlegen müssen...

weil sie nachdenken müssen, wieviel Zeit brauche ich jetzt, um das aufzunehmen? Wieviel Meßpunkte setze ich jetzt in die ersten 30 Sekunden; oder brauche ich für den Prozeß, den ich anschauen (untersuchen) will, eine ganze Minute oder nur 10 Sekunden? Und das ...

sie probieren es einmal und sehen vielleicht, es ist nichts da. Und jetzt überlegen sie sich, warum?

Genau, das ist meiner Ansicht nach etwas ganz Wichtiges. Voraussetzung ist, dass das Programmhandling klar ist. Denn nur diese engen Versuchsanleitungen durchzuführen ist auf die Dauer doch zu wenig.

ja, ist auch fad wahrscheinlich...

... weil ja immer wieder dasselbe verlangt wird. Es wird ein Experiment durchgeführt, du nimmst Daten auf, du zeichnest den Graphen, und du setzt dich damit auseinander, wie du den Graphen durch eigene Funktionen beschreiben kannst. Und wenn ich das 3 mal gemacht hab, dann kann ich den Vorgang. Dann brauch ich eine neue Herausforderung, und die besteht darin, vielleicht selbst Messzeiten zu wählen, Diagramme aufzubauen und

A2: Transskript des Gesprächs (Seite 5 von 5)

... das ist ein Entwicklungsprozeß, wo die einen halt schneller und die anderen langsamer sind ...es wird sicher welche geben, die mehr Unterstützung vom Lehrer brauchen, wo man dann hin und wieder einen Tipp geben muss, dass sie halt weiter kommen. Eine Weiterentwicklung in diese Richtung ist auch eine Förderung der guten Schüler, weil die wirklich selbständig Erfahrungen sammeln und viel davon profitieren können.

Und noch einmal, in einem weiteren Schritt, könnte man das steigern, wenn man sogar die Versuchskonzeption der Schülergruppe überlässt, wenn sogar die Schüler selber das ganze Experiment konzipieren müssen.

d.h. du gibst nur das Thema vor, ...

vielleicht die Theorie dazu oder die Theorie wurde im Physikunterricht besprochen, und sie müssen das Experiment komplett konzipieren. Sie wissen natürlich: wir haben einen Drucksensor und einen Temperatursensor, und es geht um den Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur, und sie müssen das selber machen.

bimbimbim; die Kirchenglocken läuten.

Ich stelle mir vor, dass man zuerst in der Klasse gemeinsam arbeitet: Wie muß das Experiment ausschauen? Was messe ich? Und dass sie dann in Gruppen, wie in Stufe 2, selber weiterarbeiten. Aber im Wahlpflichtfach sollte das schon ein Ziel sein, dass Schüler selber auch Versuchskonzepte ausdenken und dann zu verwirklichen versuchen. Aber das sind schon hohe Ansprüche an die Schüler, wo nicht jeder so mitkann.

Herzlichen Dank für euere Anregungen und jetzt ist Schluss, jetzt läutet es zum Essen.

A3: Textfile der Versuchsanleitung zur Kondensatorentladung

Der Text kann im Coachprogramm-Editor nur minimal formatiert werden; deshalb wird hier diese "spartanische" Schrift (Courier) verwendet.

Hallo, ich führe Dich/Euch durch diesen interessanten Versuch und wünsche Dir/Euch viel Spaß und Erfolg!

Navigationsmöglichkeiten: Pfeiltasten, Bild ab/auf-Tasten und Bildlaufleiste !

1.) Speichere bitte sofort diese Aktivität mit "File/Activity/Save As" unter "MessungName1Name2" ab. So bleibt die MusterVorlage auch für andere unverändert.

2) Öffne das Word-File "AB für Kondensatorentladung" und speichere es sofort mit "Datei/Speichern unter .." unter "Kondensatorentladung Name1Name2" ab. In diese Worddatei protokollierst Du Deine Messungen und Auswertungen.

3) Baue mit den Elektronikbauteilen der Schülerversuchsausrüstung jene Schaltung auf, die in einem BS-Viertel schon angezeigt ist oder mit "Display picture" angezeigt werden kann. An den 2 Buchsen ganz links muss die Versorgungsgleichspannung von ca. 6 Volt angelegt werden; beachte wegen des Elektrolytkondensators die richtige Polung! An den 2 Buchsen oberhalb und unterhalb des Kondensators müssen die Mess-Elektroden des "Voltage sensors" angelegt werden, oben schwarz (-) und unten rot(+).

4) Überprüfe die Verbindungen vom Spannungssensor zum Datenlogger CBL2 und von dort über die serielle Schnittstelle zum PC. Speichere mit F2 den aktuellen Zustand der Vorbereitungen und steige komplett aus dem Coachprogramm aus. Damit das Coach-Programm richtig arbeitet, müssen zuerst alle Verbindungen vom Sensor zum PC eingerichtet sein, bevor man das Programm startet.

Kontrolliere nochmals die Verbindungen, vergleiche die Anschlüsse mit jenen, die durch "Show panel" sichtbar werden und klicke danach wieder auf "Hide panel".

5) Überprüfe in "Options/Activity options" die dort eingestellten Optionen. Es soll jetzt eine time-based, off-line Messung gemacht werden können. Die anderen Informationen dieses Activity-Options-Fensters sind nicht relevant.

6) Überprüfe die Messeinstellungen durch Klicken auf die Schaltfläche "Measurement settings" und übertrage die Werte ins Word-AB (es sollten 5s 1000 Hz eingestellt sein).

7) Schicke mit der Schaltfläche "Send settings" die Messeinstellungen an den Datenlogger (CBL2). Die gelbe Kontrolllampe bedeutet, dass das CBL2 aufnahmebereit und alles OK ist.

8) Lege etwa 6 Volt Spannung an und achte dabei auf die Polung; kontrolliere wenigstens einmal die Spannung des Netzgerätes mit einem Voltmeter.

Starte den Messvorgang, indem Du gleichzeitig die Start-Taste beim CBL2 drückst und den Schalter im aufgebauten Schaltkreis umlegst (Kooperation von Dir und Deinem Partner).

Während der 5 Messsekunden erlischt die gelbe Kontrolllampe; eine grüne Kontrolllampe zeigt an, dass vom CBL2 Daten gesammelt werden.

9) Hole mit der Schaltfläche "Get results" die gesammelten Daten vom Datenlogger in das PC-Programm Coach5 herein.

A3: Textfile der Versuchsanleitung zur Kondensatorentladung (Seite 2 von 2)

- 10) Im linken oberen BS-Viertel ist die Entladung des Kondensators in Abhängigkeit von der Zeit zu sehen.
Falls es Probleme geben sollte, führe die Schritte von 7 bis 10 nochmals aus. Wenn Du sie selbst nicht beheben kannst, dann wende Dich vertrauensvoll an Deine(n) Tutor(in).
- 11) Übertrage das Diagramm mit "Clipboard copy" im Diagramm-Kontextmenü (rechte Maustaste) ins Word-AB.
- 12) Starte mit "Analyse/Function-Fit" des Diagramm-Kontextmenüs das Einpassen einer mathematischen Funktion in die graphische Darstellung der Messdaten. Führe dieses Einpassen zusammen mit Deinem Tutor das erste Mal aus.
Übertrage das ganze 'Function-Fit-Fenster' mit "copy window to Clipboard" (spezielles Icon am rechten oberen Rand des Fensters) in Dein Word-AB.
Nach dem Schließen des Fensters mit OK befindet sich eine Kurve namens "Fit of V(V)" zusätzlich im Diagramm. Übertrage neuerlich das Diagramm "CH1: Voltage sensor" ins Word-AB.
Berechne aus dem Wert des Koeffizienten B die Kapazität des Kondensators C (Formel siehe AB!!)
- 13) Speichere Deine Aktivität mit F2.
Speichere Deine bisherigen Messergebnisse mit "Files/Results/Save As" unter "MessungName1Name2" ab.
- 14) Tausche den 47 kOhm-Widerstand gegen einen 10 kOhm-Widerstand aus und zeichne ein zweites Mal die Entladung des Kondensators auf:
"Send settings"; gleichzeitig Start am Datenlogger drücken und Schalter umlegen; "Get results". Im Diagramm ist eine zusätzliche Entladungskurve zu sehen.
- 15) Führe wie unter 12) beschrieben das Einpassen einer mathemat. Funktion für diese zweite Messung durch und dokumentiere dies wie beim ersten Mal, indem Du wieder das ganze Function-Fit-Fenster ins AB überträgst.
Übertrage zuletzt auch das Diagramm mit der zweiten "Fit of V(V)" ins Word-AB.
Berechne neuerlich aus dem Koeffizienten B die Kapazität desselben Kondensators. Versuche eine Erklärung des Unterschieds der beiden Ergebnisse anzugeben. Besprich Deine Meinung mit Deinem Tutor.
- 16) Im Diagramm-Kontext-Menü gibt es auch eine "Scan-Funktion". Bestimme die Entladungszeit, welche verstreicht, bis die Spannung auf $1/e$ abgesunken ist. Berechne dazu zuerst, bei welcher Spannung das der Fall ist (warum bei 37% von U_0 ?).
- 17) Speichere mit F2 den neuesten Stand Deiner Aktivität
- 18) Speichere mit "Files/Results/Save" Deine letzten Ergebnisse.
- 19) Speichere auch das Word-AB, Dein Protokoll; dieses muss dann per Diskette eventuell auf einen anderen PC-Arbeitsplatz gebracht werden, um es dort ausdrucken zu können.
Wahrscheinlich ist es von Vorteil, wenn Du noch ein wenig am Layout des Protokolls arbeitest, bevor es ausgedruckt wird.

Du warst sicher erfolgreich und kannst mit Deinen Ergebnissen zufrieden sein. Bravo !

A4: Protokollvorlage zum Experiment Kondensatorentladung

Die Entladung eines Kondensators

Experimentiererteam:

Tag und Ort der Durchführung:

Klasse:

Kurzbeschreibung:

Ein Kondensator wird auf 5-6 Volt aufgeladen und entlädt sich nach der Trennung von der Spannungsquelle über einen ohmschen Widerstand R.

C = **100 μ F** (Elektrolytkondensator; Achtung auf die Polung !);

R₁ = 47 kOhm, R₂ = 10 kOhm.

U(t) = U₀ * exp(-t / RC) R*C ... Zeitglied, [RC] = 1s

Interessant ist jene **Zeit**, in der die Spannung auf den e-ten Teil (auf 1/e von U₀) absinkt. Diese **Abklingzeit** ist ein analoger Begriff zur Halbwertszeit des radioaktiven Zerfalls und ist dann gegeben, wenn **t = RC** ist. RC nennt man auch **Zeitglied** der Formel.

1)Frage: Bei welchem Prozentsatz von U₀ ist t = RC? Bei% !!

2)Übernahme den Schaltplan der Versuchsanordnung aus der Grafik des Coach5-Programmes (*Display picture*)

3)Meine Messeinstellungen: bitte Einheiten nicht vergessen !

Messzeit:

Messfrequenz:

4)Diagramm meiner ersten Kondensatorentladung: C = 100 μ F, R = 47 kOhm

5)Hardcopy meines ‚Function-fit-Fensters‘ der ersten Kondensatorentladung:

Dem Koeffizienten **B** entspricht der Term **1/RC** in der Entladungsformel; **→RC = 1/B**

Für die Kapazität C gilt also: **C = 1/(B*R)**

Das **Rechenergebnis** für die Kapazität C meiner ersten Messung ist:

Frage: Warum stimmt das nicht genau mit der Angabe auf dem Kondensator überein?

6)Diagramm meiner ersten Kondensatorentladung inklusive der Kurve **Fit of V(V)** (Farbe und Strichstärken werden unter ‚Create/Edit Diagram‘ verändert)

7)Diagramm meiner zweiten Kondensatorentladung: C = 100 μ F, R = 10 kOhm

Fragen:

(1)Warum entlädt sich der Kondensator jetzt **schneller**?

Antwort:

(2)Wie groß ist die **Abklingzeit t_{1/e}** ? **Antwort:** t_{1/e} =

8)Hardcopy meines ‚Function-fit-Fensters‘ bei der zweiten Kondensatorentladung:

Der aus dem Koeffizienten B berechnete Wert für die Kapazität C des gleichen Kondensators ist bei R = 10 kOhm μ F

Die ‚Moral von der Geschichte‘:

Ein geladener Kondensator entlädt sich um so schneller, je

A5: Protokoll zum Experiment Elektromagnetische Induktion

Elektromagnetischen Induktion

Teamarbeit von: Gerhard und Co

Durchführungstag: 01.Juli 2002

Kurzbeschreibung:

Ein relativ schwacher Zylinder-Permanent-Magnet fällt im freien Fall durch zwei senkrecht über einander angeordnete Spulen. Mit zwei Spannungssensoren werden die in den Spulen induzierten Spannungsschübe aufgezeichnet und danach im Coach-Programm untersucht.

2 Spulen mit je 1600 Windungen, 1 Spule mit 800 Windungen (2.Messung unten)

Tipp: Unterscheide: Spannung U [1V] und Spannungstoß [1Vs]

1)Meine Messeinstellungen: inklusive der Maßeinheiten !

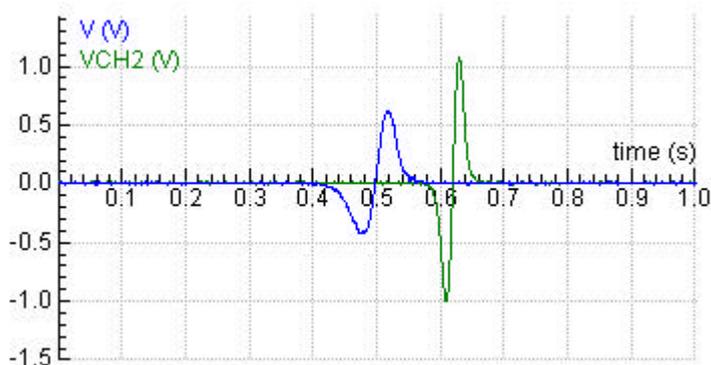
Messzeit: 2sec

Messfrequenz: 1000Hz

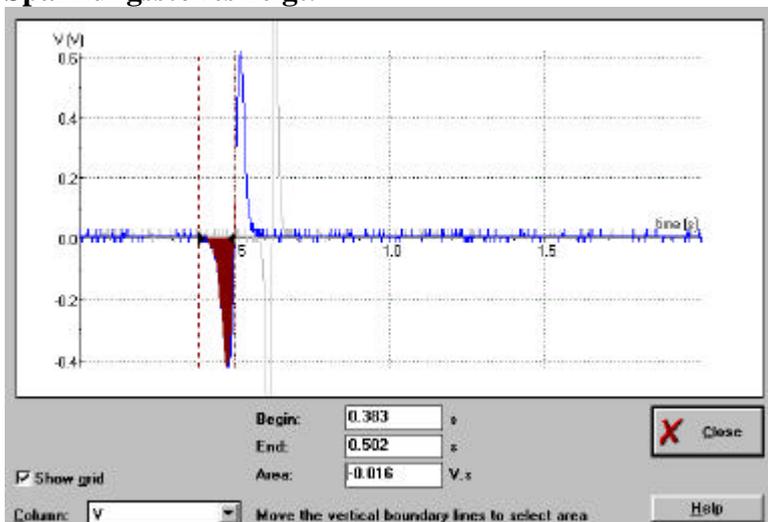
Frage: Wie viele Messdatensätze werden bei einer Messung gemacht?

Antwort: $2 \times 1000 = 2000$ Messungen

2)Diagramm meiner ersten Messung: beide Spulen sind identisch (1600 Windungen)



3)Hardcopy meines ersten ‚Area-Fensters‘, welches die numerisch integrierte Fläche des Spannungsschubes zeigt.



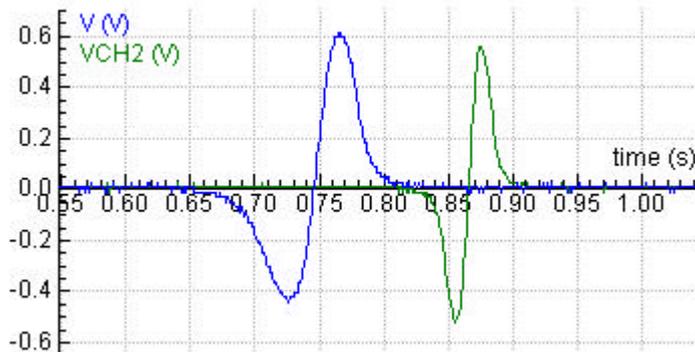
A5: Protokoll zum Experiment Elektromagnetische Induktion (Seite 2 von 2)

Größe des Spannungsstoßes: -0.016 Vs

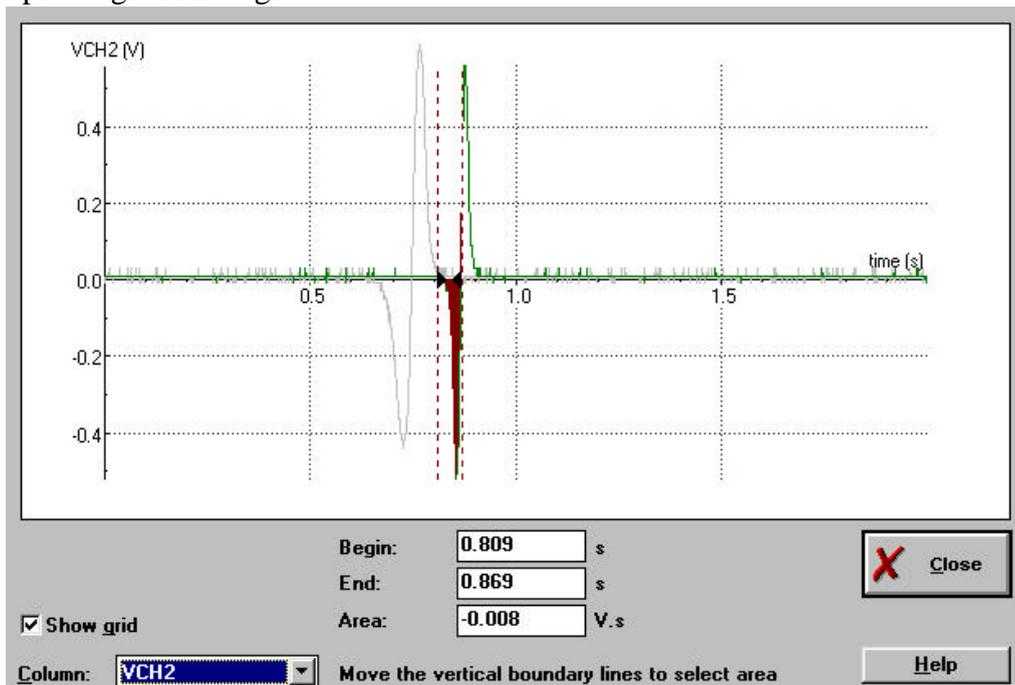
Größe des letzten Spannungsstoßes der ersten Messung: $+0.016 \text{ Vs}$

4) Diagramm meiner zweiten Messung:

erste Spule 1600 Windungen (rot), zweite Spule 800 Windungen (weiss)



5) Hardcopy meines ‚Area-Fensters‘, welches die numerisch integrierte Fläche des Spannungsstoßes zeigt.



Größe des ersten Spannungsstoßes: -0.016 Vs (1600 Windungen)

Größe des zweiten Spannungsstoßes: -0.008 Vs (800 Windungen)

6) Zusammenfassende Fragen:

(1) Wovon hängt die Größe des **Spannungsstoßes** ab?

Antwort: Von der Anzahl der Windungen und von der Stärke des Magnetfeldes

(2) Wovon hängt die Größe der **induzierten Spannung** ab?

Antwort: Von der Windungszahl und der Stärke des Magnetfeldes, aber auch von der Geschwindigkeit, mit der der Magnet durch die Spule fällt.

A6: Protokoll zum Newton'schen Abkühlungsgesetz

Newton'sches Abkühlungsgesetz

Folgende Personen behandelten in Teamarbeit dieses Thema:
Christoph, Kristina, Teresa S.

Durchführungstag: 26.6.2002

Kurzbeschreibung:

Heisses Wasser wird in ein 100 ml Glas geschüttet und die Abnahme der Temperatur wird beobachtet und aufgezeichnet.

1) Ergebnis der Bestimmung der Zimmertemperatur:

Sensor in der Luft: 24,8°C

2) Die eingestzten Messparameter inkl. Maßeinheiten: *measurement setting*

Messzeit: 15 min

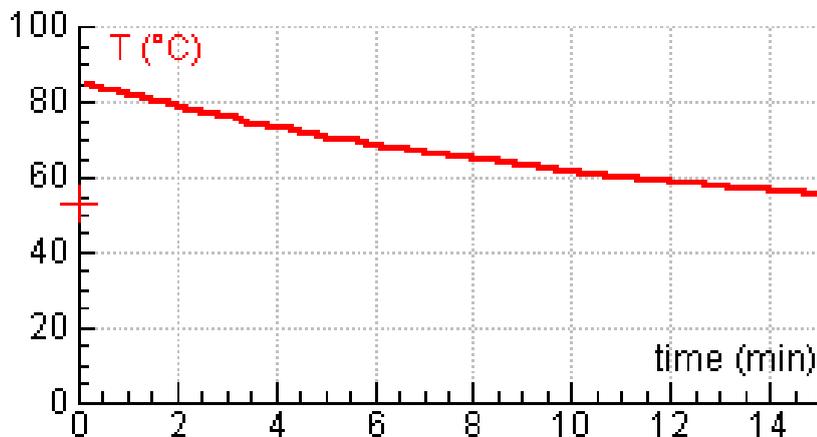
Messfrequenz: 6 mal pro Minute

Beantworte hier bitte die Frage:

Wieviel Messungen werden insgesamt gemacht und aufgezeichnet?

Antwort: 90 Messungen

3) Hier mein/unser Messdiagramm: über die Zwischenablage (Clipboard) hier her kopiert



Fragen zum Messdiagramm:

(1) **Warum** nimmt die Temperatur nicht linear ab? **Wie** nimmt sie ab?

Weil am Anfang die Temperaturdifferenz größer ist.

(2) **Bei welcher Temperatur** wird sich die Temperatur des Wassers „einpendeln“, wenn man lange genug wartet?

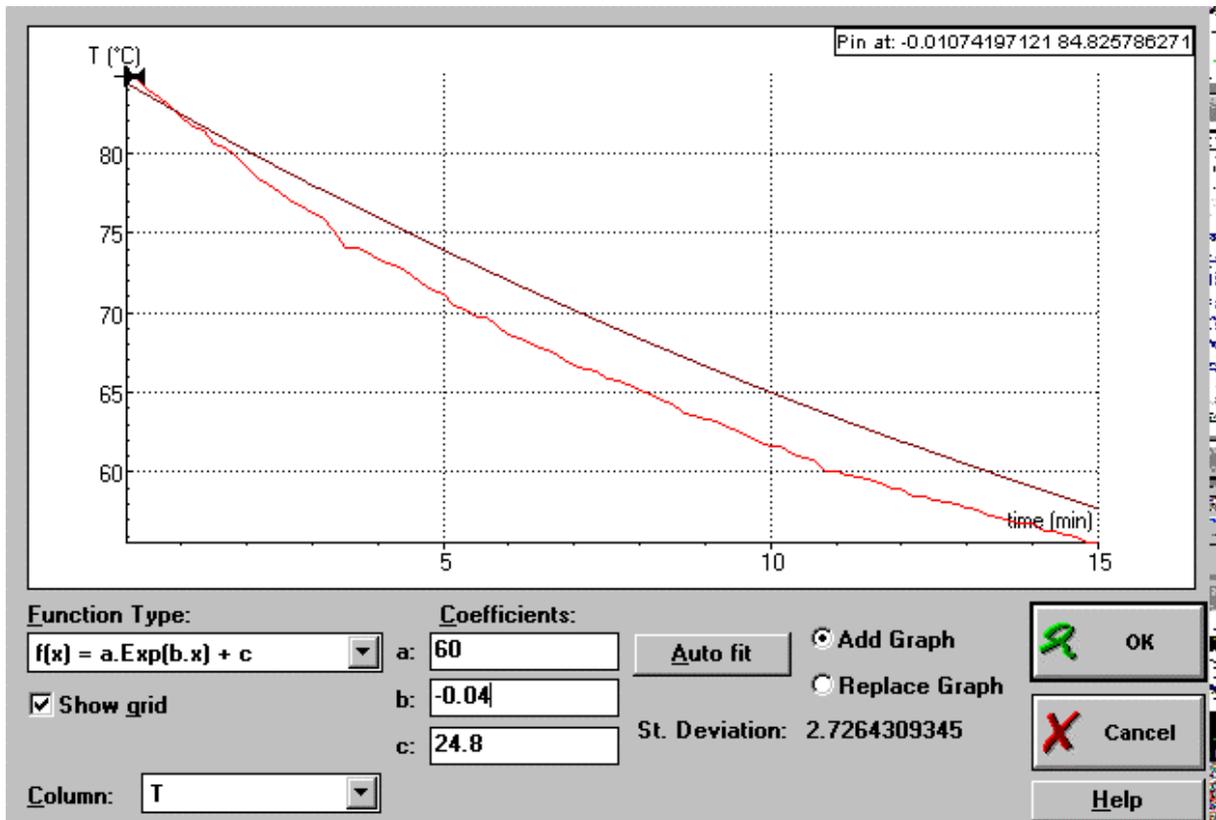
Bei der Zimmertemperatur (24,8°C)

(3) **Warum** nimmt die Temperatur **am Anfang schneller** und **später langsamer** ab? Worauf kommt es dabei Deiner Meinung nach offensichtlich an?

Auf die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Umgebung (Raumtemperatur).

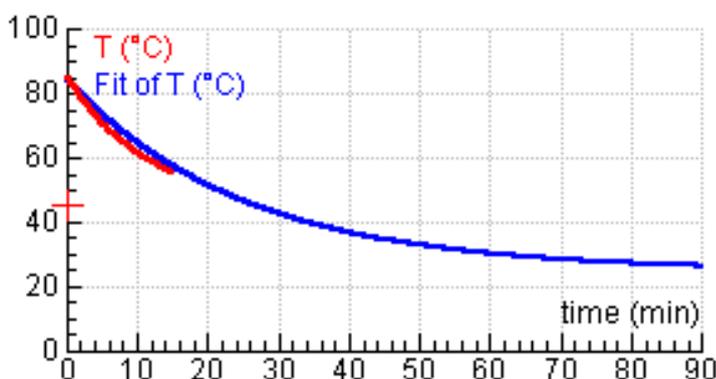
A6: Protokoll zum Newton'schen Abkühlungsgesetz (Seite 2 von 2)

4) Die Detail-Einstellungen meines ‚Function-Fit-Fensters‘ zur Approximation der Messdaten durch eine mathematische Funktion:



5) Mein Messdiagramm inklusive der eingepassten Funktion, die ich mit der Option "Function-Fit" im "Analyse"-Menüpunkt des Diagramm-Kontextmenüs erstellt habe.

Die eingepasste Funktion **Fit of T (°C)** stellt eine **Prognose** für die Temperaturentwicklung während eines Zeitraumes vom 90 Minuten dar.



A7: Protokoll zum Experiment Fadenpendel

Das Fadenpendel

Eine Teamarbeit von: Raphael & Kathi

Tag der Durchführung dieses Experimentes: 24.6.2002

Kurzbeschreibung:

Ein Basketball, der in einem Einkaufsnetz "gefangen" ist, schwingt an einem etwa 2 m langen „Faden“. Mit einem Ultraschall-Entfernungsmesser (CBR, Computer Based Ranger, Texas Instruments), der etwa 1 m entfernt auf einem Holzpodest am Boden steht, wird die sich ändernde Entfernung gemessen. Die „Aus schläge“ dürfen nicht allzu große sein. Maximal etwa 20-25 Grad.
 $y(t) = r \cdot \sin(w \cdot t)$ [von der leichten Dämpfung sehen wir bei der Auswertung ab]

1.)Meine Messeinstellungen: *measurement settings*

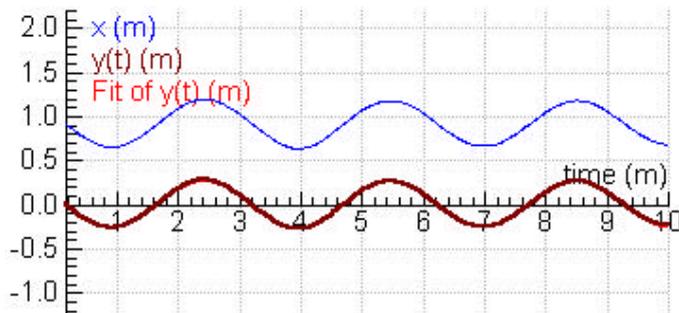
Messzeit inkl. Maßeinheit: 10 sec

Messfrequenz inkl. Einheit: 50 per sec >>> 50 Hz

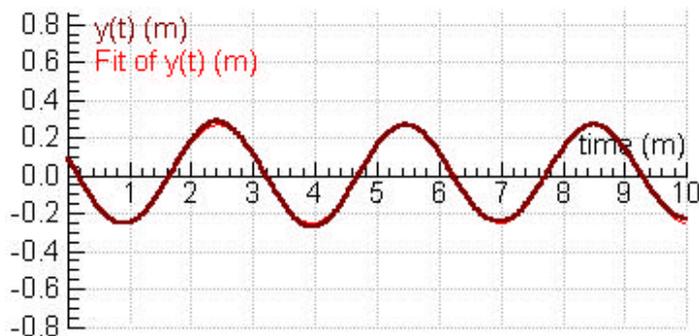
Frage: Wie viele Messungen zeichnet der CBR-Datalogger auf?

Antwort: $50 \cdot 10 = \underline{500}$ Messungen

2.)Mein Messdiagramm: zuerst mit den ursprünglichen Messdaten (die x-Werte sind die Entfernungen vom Ball zum CBR)



3.)Das s-t-Diagramm meiner harmonischen Schwingung: nur y(t)



A7: Protokoll zum Experiment Fadenpendel (Seite 2 von 3)

4.) Die Bestimmung der Periodendauer T:

Diese ändert sich übrigens auch bei kleiner werdender Amplitude **nicht** !! (r kommt in der Formel für T gar nicht vor)

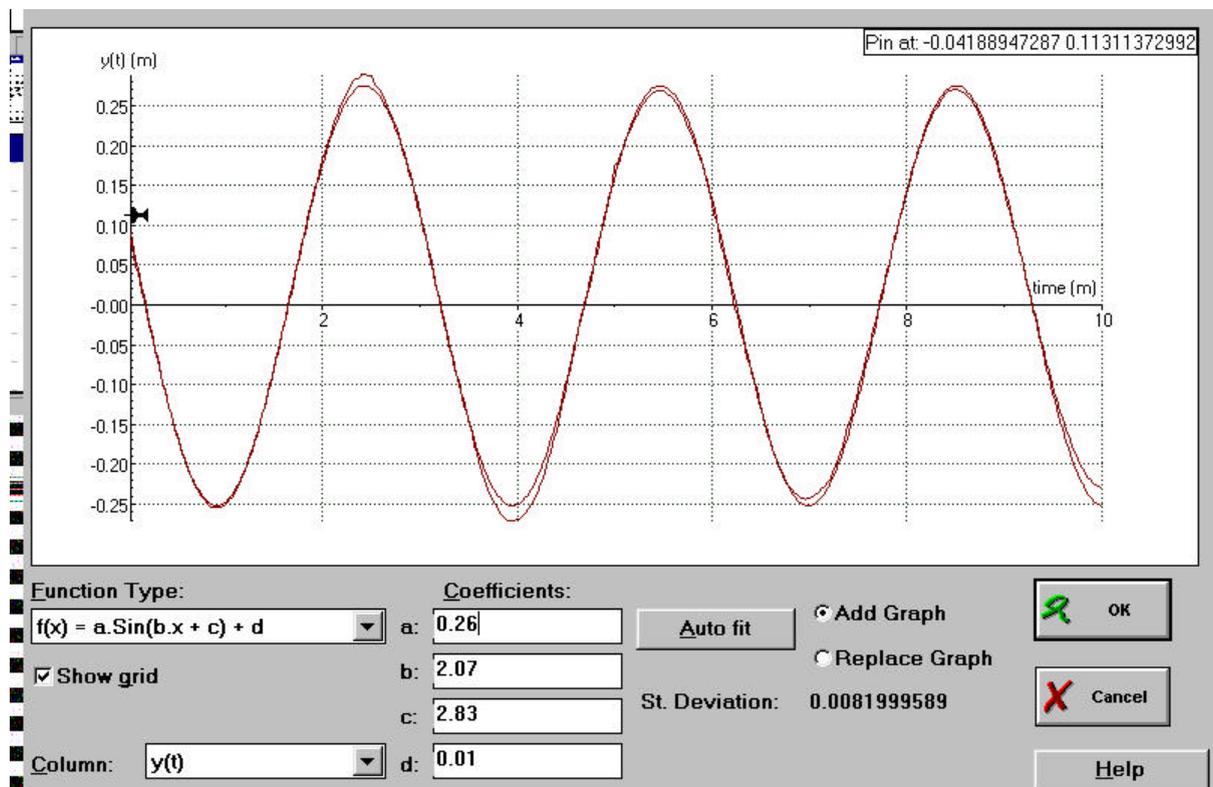
a) mit Scan-Funktion: $t_1 = 3,18$ $t_2 = 6,22$ $T = t_2 - t_1 = 3,04 \text{ sec}$

b) mit der Formel $T = 2\pi\sqrt{l/g}$; l ist die Länge des Fadens bis zur Mitte des Balles: $l = 225 \text{ cm}$

$$T = 2\pi\sqrt{(2,25\text{m} / 9,81 \text{ m/s}^2)} = 3,0091 \text{ sec}$$

c) mit der "Function-fit"-Analyse-Funktion: siehe nach 5.)

5.) Hier eine Hardcopy meines 'Function-Fit'-Fensters:



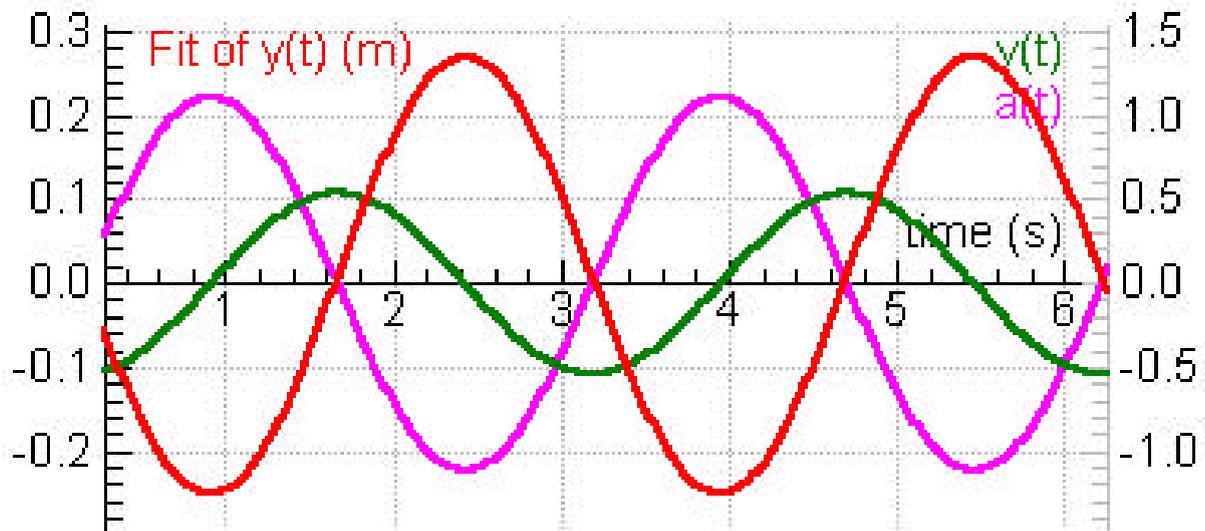
Der Koeffizient b entspricht der Kreisfrequenz $\omega = 2\pi/T \rightarrow T = 2\pi/b = 2\pi / 2,07 = 3,035 \text{ sec}$

6.) Hier mein $y(t)$ - $v(t)$ - $a(t)$ Diagramm: bitte nächste Seite

Entstanden unter Nutzung der Diagrammauswertungsmöglichkeiten im Menüpunkt <Create/Edit diagram> des Diagramm-Kontextmenüs. Nach der Erzeugung einer "Fit of $y(t)$ -Funktion" erhält man $v(t)$ und $a(t)$ durch Ableiten dieser "Fit of $y(t)$ -Funktion". Dafür stellt das Coachprogramm bequeme Tools zur Verfügung.

A7: Protokoll zum Experiment Fadenpendel (Seite 3 von 3)

Das $y(t)$ - $v(t)$ - $a(t)$ -Diagramm



Dieses Diagramm zeigt die **zeitliche Verschiebung** der Auslenkung, der Geschwindigkeit und der Beschleunigung !

Wenn z.B. die Auslenkung maximal ist,
ist die Geschwindigkeit **null** und
die Beschleunigung **minimal**

Die Gleichungen für die $y(t)$, $v(t)$ und $a(t)$ sind bekanntlich:

$$y(t) = r \cdot \sin(\omega t)$$

$$v(t) = r\omega \cos(\omega t) = r\omega \sin(\omega t - \pi/2)$$

$$a(t) = -r\omega^2 \sin(\omega t) = r\omega^2 \sin(\omega t - \pi)$$

A8: Tipps zu den nötigen Hardwareresourcen

In der Anzahl der gewünschten Arbeitsplätze würde ich folgendes anschaffen:

PCs mit mindestens Windows 98 (müssen wahrscheinlich nicht gekauft werden)

TI-Datenlogger CBL2 und CBR

Graph-Link-Kabel für den Anschluss über die serielle Schnittstelle an die PCs

Für die Messsonden gilt:

Mit dem CBL2 wird jeweils ein Temperatur-, Licht- und Spannungssensor mitgeliefert.

Das CBR misst mit Ultraschall Entfernungen; allein eingesetzt ist es gleichzeitig ein autonomer Datenlogger; in Kombination mit einer anderen Messsonde wird es ans CBL2 angeschlossen.

Andere Messsonden können eventuell in geringerer Stückzahl ausreichen, wenn nicht immer alle denselben Versuch machen.

Teurere Messsonden, wie sie z.B. in Chemie zum Nachweis bestimmter Gase verwendet werden, könnten eventuell unter benachbarten Schulen gegenseitig ausgeliehen werden.

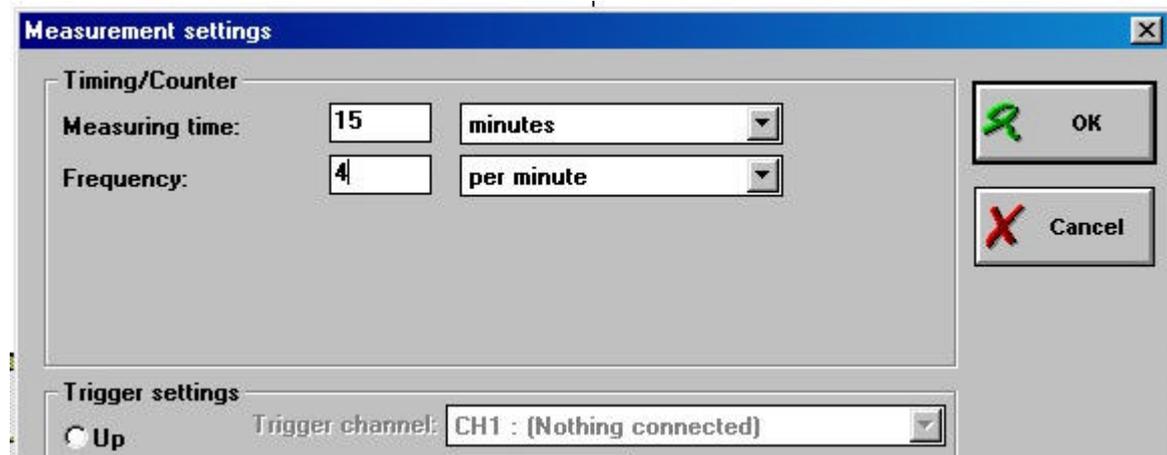
A9: Tipps zum Programmhandling von Coach5

Tipps fürs Programmhandling von Coach5

1.) Einstellen der Messparameter <Measurement settings>

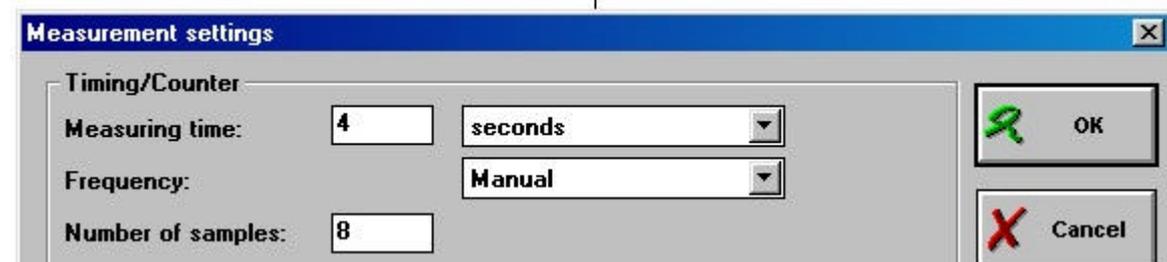
Hier wird geregelt, wie lange, wie viele und auf welche Art die Messdaten erfasst werden.

Beispiel 1:



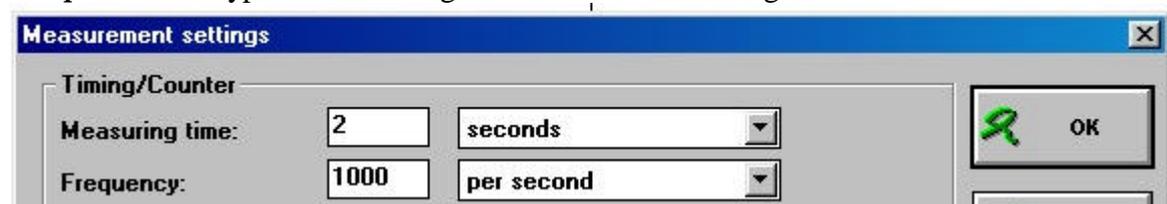
Mit diesem hier abgebildeten Setting kann man etwa das Gay-Lussac-Gesetz überprüfen; die **Messzeit** ist **15 Minuten**, **pro Minute** werden **4 mal** Druck- und Temperaturdaten aufgenommen; im unteren Bereich des Dialogfensters muss nichts eingestellt werden; der Sensor auf Messkanal 1 (CH1) wird angezeigt (Gas pressure Sensor oder Temperatur Sensor müsste dann dort stehen).

Beispiel 2: Hier ein Setting für eine **zeitunabhängige** Messung:



Die eingegebene **Messzeit** hat keine Auswirkungen; bei der **Frequenz** ist hier **Manual** = händisch eingestellt. **8 Datensätze** können so erfasst werden; damit könnte man etwa das Boyle Mariotte Gesetz ($pV = \text{const}$) überprüfen. Gestartet wird mit einem **grünen runden** Button am Haupt-BS.

Beispiel 3: Eine typische Einstellung für eine **Off-line** Messung



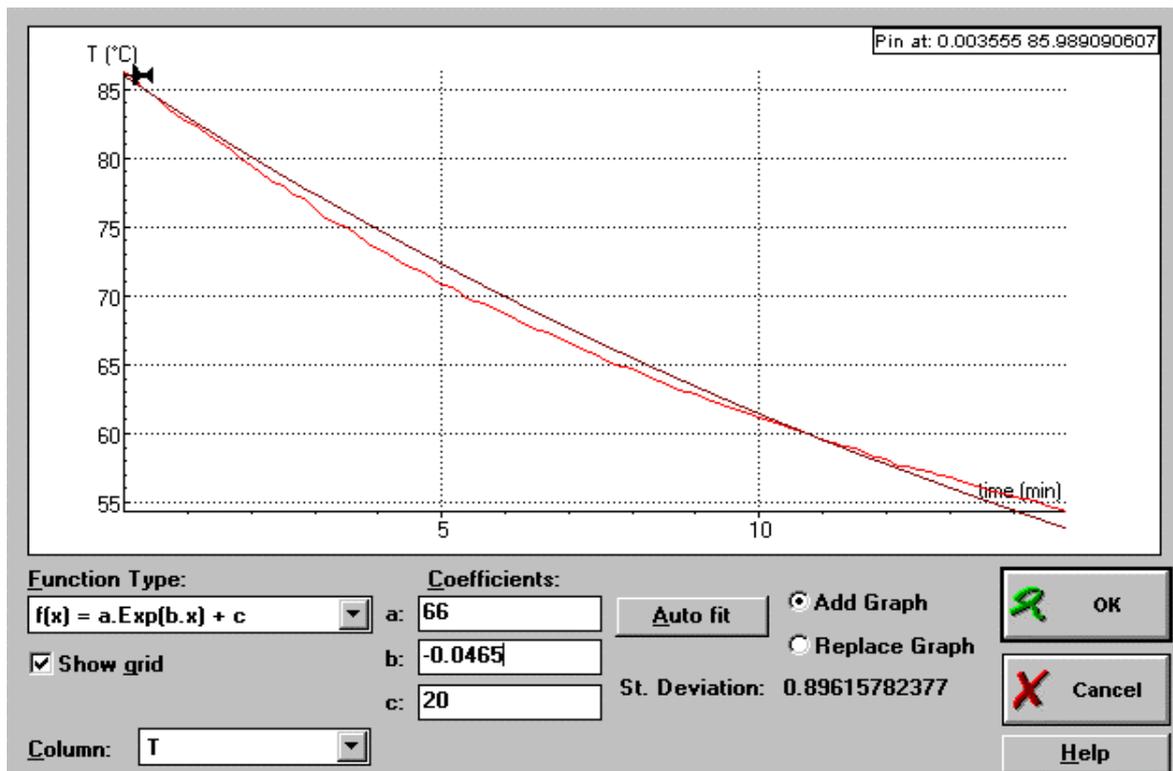
Etwa bei der Untersuchung des freien Falles (mit Lochlineal und Helligkeitssensor) werden die Messparameter so eingestellt. So viele Daten "schluckt" der PC über die serielle Schnittstelle nicht; es wird deshalb dem Datenlogger (CBL2, CBR) mit **<Send settings>** mitgeteilt, was er zu tun hat. Danach könnte man den Datenlogger sogar vom PC trennen (Im Batteriebetrieb sind so auch Messungen in der Natur draußen möglich). **Auf dem Datenlogger** wird die Messung **gestartet**. Mit **<Get results>** liest man danach die gesammelten Daten vom CBL/CBR ins Coach-Programm herein, wo diese dann in Tabellen und Diagrammen weiter bearbeitet werden können

A9: Tipps zum Programmhandling von Coach5 (Seite 2 von 2)

2) Die Analyse-Option "Function-Fit"

Über die Option <Analyse> im Diagramm-Kontextmenü kann die Funktion "Function Fit" angewählt werden. Hier können auf dem Bildschirm die Messdaten durch mathematische Standardfunktionen approximiert (= angenähert) werden; eine mathematische Funktion kann so in den Graphen der Messdaten **eingepasst** werden.

Dieses Ein- oder Anpassen der mathematischen Funktion an die Messdaten kann *automatisch* ("Auto fit") oder *manuell* erfolgen. Hier das große 'Function-fit'-Fenster, in dem das Einpassen durchgeführt wird:



Bei diesem Beispiel wird versucht, die **Abnahme der Temperatur** von heißem Wasser mittels einer **e-Funktion** zu approximieren (Es kommt dabei die Methode der kleinsten Fehlerquadrate zur Anwendung). Die Auswirkungen der vorgenommenen Veränderungen bei den **Koeffizienten** (coefficients) werden in der Grafik sofort angezeigt.

Automatisches und **manuelles** Einpassen können **kombiniert** eingesetzt werden. Wichtig sind brauchbare Anfangswerte für die Koeffizienten; wenn diese schon recht gut passen, kann man mit "Auto fit" eine weitere Verbesserung erzielen. *Je kleiner* die Zahl bei **St. Deviation** (Standardabweichung) ist, *desto besser* ist die Einpassung der Funktion in den Messdatengraphen.

"Add Graph" sorgt beim **Schließen des Fensters mit OK** dafür, dass die eingepasste Funktion als Formel in die erste freie Spalte der Datentabelle=Diagrammspalte geschrieben wird.

Falls "**Replace Graph**" aktiviert ist, wird die Formel der eingepassten Funktion in jene Spalte geschrieben, deren Messdaten für das Einpassen verwendet wurden.

In beiden Fällen wird die eingepasste Funktion im Diagramm angezeigt.

Es gibt auch einen **Pin** =Reißnagel, der beim Einpassen hilfreich sein kann:

Durch Anklicken kann er **geöffnet** und wieder **geschlossen** werden. Bei geöffnetem Pin kann die Fit-Funktion mit der Maus *verschoben*, bei geschlossenem Pin *verformt* werden.

Unter **Column** kann die Größe ausgewählt werden, welche **gefütet** werden soll; *unsichtbar* = invisible *gestellte* Datenspalten werden nicht angezeigt und können deshalb nicht **gefütet** werden.