



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

S4 „Interaktionen im Unterricht-Unterrichtsanalyse“

GENDERTRAINING IM PHYSIK- LABORUNTERRICHT

Renate Eichberger

PWkRG7

Mater Salvatoris Kenyongasse Wien

Wien, im Juli 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 AUSGANGSSITUATION	5
1.1 Das Physikalische Labor - Genese	5
1.2 Unterrichtsstruktur.....	6
1.3 Erste Beobachtungen zum Leseverhalten	7
1.4 Ausblick 2006/07.....	7
2 VERLAUF UND DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS	8
2.1 Die Klassen.....	8
2.2 Konzept der Schülerexperimente.....	8
2.3 Laboranleitungen	9
2.3.1 Allgemeines	9
2.3.2 Forschungsfragen und Vermutungen.....	10
2.3.3 Vier Laboranleitungen zum Thema Mechanik.....	10
2.3.4 Beurteilungsmodalitäten.....	16
3 ERGEBNISSE	17
3.1 Methoden der Datensammlung.....	17
3.2 Einschränkungen bei den Erhebungen	17
3.3 Ergebnisse zu den Laborexperimenten.....	18
3.3.1 Einfache Messungen.....	18
3.3.2 Messung der Reaktionszeit.....	19
3.3.3 Bestimmung der Fallbeschleunigung	23
3.3.4 Horizontalgeschwindigkeit.....	24
4 RESUMEE	27
5 AUSBLICK	29
6 LITERATUR	30
ANHANG A: FRAGEBOGEN JUNI 2004	32

ANHANG B: EIN BEISPIEL FÜR DIE MÜNDLICHE REIFEPRÜFUNG.....	33
ANHANG C: INTERVIEW ZUR LABORANLEITUNG 2 — MÄDCHENGRUPPE „FORMELTRAINING“	34
ANHANG D: INTERVIEW ZUR LABORANLEITUNG 3 — MÄDCHENGRUPPE „BILDGESTALTUNG“	35
ANHANG E: ZIELSCHEIBE NACH BUHREN.....	36

ABSTRACT

Ziel der vorliegenden Arbeit war es das Leseverhalten von Schülerinnen und Schülern zu untersuchen, um möglichst optimale Laborarbeitsanleitungen gestalten zu können. Im Rahmen des Projekts sollte dabei folgenden Fragen nachgegangen werden:

Wie reagieren Schülerinnen und Schüler auf die gestellten Laboranleitungen?

Zeigen Mädchen und Burschen Unterschiede im Leseverhalten?

Ist verändertes Layout motivierend für SchülerInnen und verbessert sich dadurch das Verständnis und die Aufnahme des Gelesenen?

Wie können Mädchen und Burschen möglichst aktiv in den Entwicklungsprozess von Laboreinleitungen eingebunden werden?

Schulstufe: 10

Fach: Ph-Labor

Thema: Ausgewählte Gebiete der Mechanik

Kontaktperson: Renate Eichberger

Kontaktadresse: Heinrich Collin Straße 8-14/1/30 1140 Wien

1 AUSGANGSSITUATION

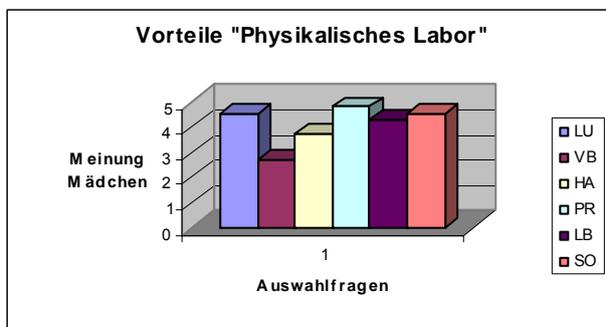
1.1 Das Physikalische Labor - Genese

Während meiner Unterrichtstätigkeit konnte ich immer wieder die Erfahrung machen, dass besonders Schülerexperimente neben den von den Lehrer/innen vorgetragenen Demonstrationsversuchen extrem motivationsfördernd waren (vgl. EU). Bereits REINHOLD und AUFSCHNAITER (vgl. RE, AU) fanden sehr wichtig, dass zu echten Problemen unbedingt Experimente überlegt werden und durchzuführen sind, damit werden auch konform mit LABUDDE "...notwendige- wenn auch nicht hinreichende - Voraussetzungen geschaffen, dass die Lernenden die im Physikunterricht angebotenen Begriffe und Modelle im Rahmen ihres subjektiven Erfahrungsbereiches und im Rahmen eigener Handlungsorganisation überprüfen und in ihr Wissen und Können integrieren." (LA1 S 10)

Im Schuljahr 2003/04 stellten die PhysiklehrerInnen den regulären Physikunterricht der AHS- Kenyongasse für zwei ausgewählte Pilotklassen des WkRG auf Labor-Form um. (siehe auch Kap.2.2) Aufgrund der nachfolgenden Kürzung der Physikstunden der 6. Klasse im Rahmen der Schulautonomie von drei auf zwei Wochenstunden wurde das physikalische Labor als Standardunterrichtsform in der gesamten "experimentierbaren" Oberstufe eingeführt. Darunter sind jene Lehrplanbereiche in den Oberstufenklassen gemeint, für die unsere physikalische Sammlung über eine entsprechende Laborausstattung für SchülerInnengruppen verfügt.

Die Analyse des Fragebogens¹ (vgl. ANHANG) der ersten Laborklasse im Juni 2004 (siehe nachfolgende Excelgraphiken "Vorteile Physikalisches Labor") zeigte, dass Burschen im physikalischen Labor sehr viele wertbezogene Vorteile für ein späteres Studium sahen und auch immer wieder den hohen Anwendungsaspekt der Physik im Alltag betonten. Sie fanden Vorteile und Chancen für ihre eigene berufliche Zukunft, bewerteten das Training ihrer Fähigkeiten besonders bei der Arbeit in Elektrotechnik und Elektronik als sehr positiv. In den Praktikumsstunden wollten sie ständig mehr über einen gestellten Sachverhalt wissen. Weniger wichtig war ihnen der Gruppenpartner, um die eher ungeliebte Protokollführung zu umgehen wählten sich die Burschen zumeist Mädchen in ihr Team.

Für die Mädchen stellte die Umstellung auf den Laborbetrieb eher die emotionale Seite in den Vordergrund. Sie freuten sich, dass Physik endlich "*nicht nur fad und mehr theoretisch*" sondern praktisch betrieben wurde, bemerkten auch eine positive Beeinflussung des Sozialverhaltens in den Schülergruppen, sportliche Themen wie auch Bereiche aus der Optik erhöhten nachweisbar ihre Zufriedenheit und folglich auch die geistige Aufnahmebereitschaft. Sie schrieben bis auf wenige Ausnahmen (Zitat einer Schülerin "*Ich hasse Protokolle*") gerne und auch optisch sehr ansprechende Zusammenfassungen ihrer Messergebnisse, schätzten aber auch die direkte "handwerkliche" Erfahrung mit dem Experiment.



Erklärung der Symbole der beiden graphischen Darstellungen:

LULustig, ich habe mich eher auf die Ph-Stunden gefreut als früher

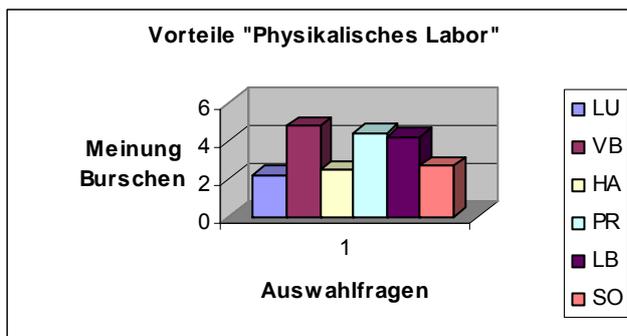
VB.... Vorteile für späteres Studium

HA....Handwerkliche Fähigkeiten eingeübt

PR....Protokolle schreiben gelernt

LB...Leistungsbetont

SO....Sozial fördernde Gruppenarbeit



Es zeigte sich allgemein, dass durch das Physikalische Labor die Attraktivität des Faches Physik insgesamt wesentlich gesteigert wurde. Das in den vergangenen Jahrzehnten - hier wird bewusst auf gendergerechte Sprache verzichtet- fast ausschließlich vom Lehrer dominierte Experiment wurde durch intensive Schülerversuche abgelöst. Im Zentrum stand die Aktivität des Schülers innerhalb seiner Arbeitsgruppe. Im Juni 2005 schlossen die ersten MaturantInnen einer Physiklaborklasse ihre Ausbildung ab. Es vergrößerte sich bedingt durch den Laborbetrieb nicht nur die Zahl der MaturantInnen sondern auch in für uns abwechslungsreicher Art die Formulierung der Kernfrage. Diese war ab diesem Zeitpunkt auch in Verbindung mit einem durchgeführten Versuch zu beantworten.(siehe z.B.ANHANG S32)

1.2 Unterrichtsstruktur

Die SchülerInnen bauten in koedukativen Kleingruppen nach schriftlichen Anleitungen Experimente auf und ermittelten Messergebnisse. Die Art der Laboranleitungen richtete sich dabei nach dem Begabungsmuster der Klassen nach dem 5-Stufen-Abstraktionsschema von LEISEN (LE1a S8).

Im Zentrum stand die praktische Tätigkeit der Schülerinnen und Schüler an aus dem Lehrplan ausgewählten Lehrplaninhalten, die Schulung der Teamfähigkeit und bedingt durch regelmäßiges Arbeiten in Kleingruppen die gezielte Förderung der Kommunikationsfähigkeit durch wechselseitige Kontrolle der Teammitglieder. Der rücksichtsvolle Umgang mit den anderen TeilnehmerInnen in der Arbeitsgruppe war eine entscheidende Voraussetzung für das gute Gelingen der physikalischen Arbeitsschritte. Auch Labudde (LA2) sieht das gemeinsame praktische Tun und die gegenseitige Hilfeleistung als positive Komponenten für ein soziales Lerngefüge.

Zur Förderung der Sprachkompetenz und Reflexionsfähigkeit trugen auch die planenden Absprachen und wechselseitigen Kontrollen wie auch die Zusammenfassung der Resultate in Form von schriftlichen Protokollen bei.

1.3 Erste Beobachtungen zum Leseverhalten

Auffällig unterschiedlich waren die Bemerkungen der SchülerInnen zu einzelnen Textpassagen der von uns LehrerInnen gestellten Laboranleitungen. Häufig wünschten sich Burschen zusätzliches Bildmaterial oder zumindest Skizzen, Mädchen dafür weniger Fachausdrücke und Formeln. Eine für mich recht erheiternde Stellungnahme eines Mädchens zum Zeit-Weg-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung war *"Können sich die(gemeint die Buchautoren Anm. d. Verf.) nicht bei s was anderes überlegen? Einmal steht das für Sekunde, dann wieder für Weg!"* Ein großes Hindernis stellten auch ausführlich redundant formulierte Texte dar, die wenig zum Lesen anregten.

Besonders Burschen kämpften bei langen Textpassagen und ließen diese meist den Mädchen vorlesen, auch sehr sorgfältig verfasste Protokolle stammen zumeist von Schülerinnen. Oft begnügten sich Burschen mit dem bloßen Betrachten von Skizzen und Materiallisten, was zu teilweise abenteuerlichen Versuchsaufbauten, Messergebnissen bzw. zum Erfragen der Aufgabenstellung bei der Lehrperson führte.

1.4 Ausblick 2006/07

Im heurigen Schuljahr bewilligte die Schulleitung und die Schulpartner im SGA schulautonom eine Gruppenteilung für die 6.Klassen. In erster Linie sollte der Laborbetrieb in seiner Arbeitsform nicht durch zu große SchülerInnenzahl an Attraktivität verlieren. Andererseits war es ein großes Anliegen der Direktion für die PhysikerInnen ein Trostpflaster für die im Vorjahr umgewidmete Ph-Stunde zu spenden. Es war unbestritten, dass das Arbeiten in Kleinstgruppen das Interesse und die Freude gerade im naturwissenschaftlich-technischen Bereich weckte und nachweislich die Bereitschaft und Fähigkeit sich mit anderen im Team zu verständigen erhöhte(vgl.LA2). Die Teilung ermöglichte auch eine vertiefende Betreuung einzelner Schülerinnen und Schüler durch die Lehrperson.

2 VERLAUF UND DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS

2.1 Die Klassen

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 78 SchülerInnen der 10. Schulstufe wie in nachstehender Tabelle angeführt, durchgeführt.

6A G/WkRG	18 ♀	12♂
6B G	15 ♀	9♂
6C WkRG	15 ♀	8♂

Insbesondere möchte ich mich an dieser Stelle bei meiner Kollegin

Mag^a. Barbara Faast-Kallinger bedanken, die mir bei der Durchführung und Auswertung der SchülerInnenrückmeldungen hilfreich zur Seite stand.

Die Kollegin unterrichtete selbst in der 6A und 6B. Diese beiden Klassen sind hinsichtlich ihres Leistungsniveaus und ihrer Motivation sehr ähnlich. Viele SchülerInnen hatten "Ausgezeichnete Erfolge" am Jahresende der Vorklasse. Sie brachten sich aktiv in den Unterricht ein, sind auch bereits mit offenen Lernformen in vielen Gegenständen vertraut. Ein paar Mädchen aus dem Gymnasium zeigten bereits im vergangenen Schuljahr laut Auskunft der Deutschlehrerin überdurchschnittlich hohe verbale Fähigkeiten. Die 6B war eine recht lebhaftere, aber auch diskussionsbereite Klasse.

Die 6C, meine eigene Klasse, hatte im Vergleich zu den beiden anderen Probandenklassen höheren MigrantInnenanteil, einige SchülerInnen stammen aus dem KMS-Bereich oder sind RepetentInnen. Das Jahreszeugnis der SchülerInnen vom Vorjahr fiel deutlich schlechter aus als dasjenige der beiden Vergleichsklassen. Es gibt aber sowohl bei den Mädchen als auch bei den Burschen einige wenige gute bis sehr gute SchülerInnen.

Mädchen und Burschen aus allen drei Klassen besuchten ziemlich gleich verteilt die in der Unterstufe angebotene unverbindliche Übung Physik. Es war daher nicht zu erwarten, dass Mädchen im Vergleich zu den Burschen einen signifikanten Rückstand im Umgang mit experimentellem Werkzeug zeigen würden.(vgl. HO)

2.2 Konzept der Schülerexperimente

Der Laborunterricht wurde in monoedukativen Gruppen (vgl KR) organisiert und bestand im Wesentlichen aus 3 Struktureinheiten:

a) Theoriestunde- gemeinsam

Hier wurden die für die Durchführung der Schülerexperimente wesentlichen Grundkenntnisse erarbeitet. Burschen und Mädchen erhielten - dabei wurde jede Art von Unterrichtsmethode, wie z.B. fragend-entwickelnder Unterricht, Frontalunterricht, Erarbeitungen aus dem Internet oder Lehrbuch zugelassen- die für Struktur b) nötige Basisphysik. An dieser Stelle sollte auch nicht unerwähnt bleiben, dass die Auswahl des Physikbuchs- dies geschah bereits im Vorjahr- nicht optimal war, da dieses recht praxisfern gehalten war

b) Laboranleitungen mit Protokoll

Den Schülerinnen und Schülern wurden zu Beginn der Laboreinheit (Doppelstunde 14-tägig- Burschen und Mädchen alternierend) Anleitungen zu Experimenten ausgeteilt. Diese Arbeitsblätter enthielten die für die Durchführung nötigen Anweisungen (siehe ANHANG S31-34). Nach einer Leseinheit - der Zeitrahmen war ca. 20min- begann die experimentelle Phase. Wer nach der Leseinheit verunsichert war, durfte Handzeichen geben und bekam Hilfe. Lagen bei mehreren Gruppen ähnliche Probleme vor, wurden alle SchülerInnen aufgefordert, für eine kurze Zusatzinformation die Arbeit kurz zu unterbrechen. Es war in der Doppelstunde genug Zeit für die Gestaltung eines kurzen Gruppenprotokolls zur Veranschaulichung und Zusammenfassung der Messergebnisse.

c) Nachbereitung

In einer wieder gemeinsam geführten Nachbereitungseinheit wurden einerseits die von mir korrigierten Laborprotokolle mit den SchülerInnen besprochen, andererseits über Erfolge und Pannen während der Versuchsserien eingehend diskutiert, es stand aber immer wieder der Text der Arbeitsanleitungen am Prüfstand. Ich führte während der Struktureinheiten b) und c) eifrig Tagebuch. In einigen dieser Nachbereitungsstunden ließ ich auch Sachverhalte, die einer bestimmten Gruppe sehr gut gelungen waren von dieser in Form eines Referats vortragen bzw. der anderen Gruppe erklären.(siehe auch Verzeichnis Bilder) Es gelang durch gemeinsamen Erfahrungsaustausch mit zunehmender Stundenzahl Defizite zu minimieren und die Neuerkenntnisse in den nachfolgenden Laboreinheiten einzusetzen. Die Schülerinnen und Schüler erkannten zusätzlich immense Vorteile in der spontanen Mitgestaltung von Arbeitsblättern.

2.3 Laboranleitungen

2.3.1 Allgemeines

Wie Leisen (vgl. LE1a,b) in mehreren Artikeln feststellt, wechseln Texte häufig zwischen unterschiedlich abstrakten Sprachniveaus.

Er nimmt an, dass die bei Arbeitsanleitungen in der Schule verwendeten Sprachanteile eher eine Mischung aus diversen Sprachebenen sein werden. Aus pädagogischen Gründen werden die FachlehrerInnen einerseits die Ausdrucksweise eher der alltagsgeprägten SchülerInnensprache anpassen, andererseits sollten Lehrer und Lehrerinnen aber auch die exakte Fachsprache einüben. Darüber hinaus sollte ein Text aber auch anschaulich und klar sein. Im Gegensatz zu Lehrbüchern, da hier (das habe ich durch ein persönliches Gespräch mit Prof. LEISEN im Rahmen der physikalischen Fortbildungswoche PLUS LUCIS 2007 erfahren) von Seite des Verlags die Autoren großen Einschränkungen unterliegen, sollte der Unterrichtstext auch möglichst durch redundant formulierte Sachverhalte konzipiert werden.

Wer lange genug mit SchülerInnen gearbeitet hat, weiß wie unterschiedlich sie auf diverse Darstellungsformen ansprechen und wie verschieden die Weisen sein müssen, mit Hilfe derer Physik phasengerecht erarbeitet werden kann. "Die Kunst des guten Fachlehrers besteht darin, die passende Sprache am passenden didaktischen

Ort zu benutzen" (LE 1b)S 8) Vorzuziehen wäre daher natürlich eine Sprache, mit Hilfe derer Schülerinnen und Schüler am besten handeln.

Da die zentrale Idee war, zu erfahren, wie unsere ProbandInnen auf Sprach- und Textstrukturen reagieren, haben wir uns im Folgenden mit der Kreation von Texten aus ausgewählten Lehrplankapiteln der Mechanik gewidmet und die dabei in Kap. 2.3.2 angeführten Fragen und Hypothesen formuliert.

2.3.2 Forschungsfragen und Vermutungen

Folgende Fragen ergaben sich nach eingehender Klassenanalyse

F1) Lesen Mädchen anders als Burschen?

F2) Was machen Mädchen und Burschen experimentell aus Texten?

F3) Wie störend sind Fachausdrücke und Symbole?

F4) Können Texte ohne Skizze gelesen werden?

Aufgrund der gestellten Fragen ergaben sich durch Analyse der beigezogenen Klassen bzw. Klassen aus den Vorjahren folgende Hypothesen:

H1) Mädchen lesen intensiver, brauchen aber zur vollständigen Klärung des Sachverhalts eine zeichnerische Darstellung im Text.

H2) Burschen begnügen sich mit Anleitungen, die eher fachsprachlich formuliert sind, sie sind handwerklich versierter als ihre Klassenkameradinnen.

H3) Die Versuchsprotokolle werden höchstwahrscheinlich eher von Mädchen abgegeben, diese arbeiten dabei auch umsichtiger und was die allgemeine Optik betrifft auch genauer als die Burschen.

2.3.3 Vier Laboranleitungen zum Thema Mechanik

Die Laboranleitungen wurden in reiner Textform mit teilweise integrierten Fachtermini gestaltet. Die Sätze hatten mittlere Länge- es war mir wichtig, dass gerade die Textlänge in einem angemessenen Verhältnis zu seinem Inhalt stehen sollte. Die verwendeten Ausdrücke stammten eher aus dem Erfahrungsbereich der SchülerInnen(vgl. LE4, LE5, LE6). Es wurde bewusst auf Hilfsskizzen, Bildmaterial und Photos verzichtet. Auch Lückentexte oder stark strukturierte Vorgaben kamen nicht zum Einsatz. Meiner Meinung nach sollte gerade im Oberstufenbereich die Fragestellung zu physikalischen Inhalten in zusammenhängender Textform gestaltet werden. Dies ist, wie man der Literatur entnehmen kann, durchaus für die Schulung einer physikalischen Fachsprache der SchülerInnen förderlich (LA1)

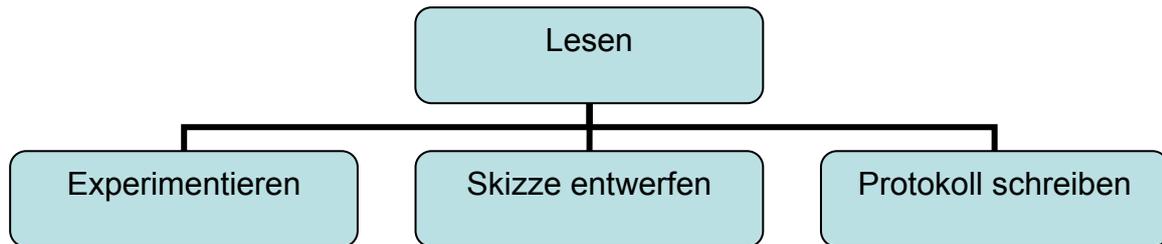
Das Layout eines Arbeitsblattes wurde folgendermaßen gestaltet:

Themenstellung Times New Roman Schriftgröße 20.

Materialliste kursiv in Schriftgröße 10.

Arbeitsaufträge linksbündig in Schriftgröße 12.

Am Prüfstand stand das reine Lesen von Text, daraus eine produktive Handlung (Experiment) setzen und je nach Aufgabenstellung reproduktiv Skizzen entwerfen und eine Zusammenfassung als Versuchsprotokoll schreiben.



Die folgenden Seiten geben einen Überblick über die gestellten Laboranleitungen:

Lab 1 Einfache Messungen

Lab 2 Messung der Reaktionszeit

Lab 3 Bestimmung der Fallbeschleunigung

Lab 4 Horizontalgeschwindigkeit

Laborexperiment 1 Einfache Messungen

Material:

M1 –Kasten

Stativbox

Digitalwaage am Lehrertisch

Blatt Papier (DIN A4)

Arbeitsaufträge:

- 1) Bestimme die Länge sowie die Breite des Experimentiertisches !
Berechne den zugehörigen **Flächeninhalt!**
- 2) Bestimme die Länge und die Breite eines Blattes Papier mit dem Format DIN A4 !
- 3) Der Experimentierkasten enthält zwei **gleich große Metallquader**.
Ein Quader ist aus **Eisen**, der andere aus **Aluminium** gefertigt.
Wähle den **Aluminiumquader** aus!
Woran kannst Du ihn erkennen?
- 4) Bestimme das **Volumen** des **Aluminiumquaders**
 - a) durch Messung der Kantenlängen und anschließender Berechnung des Volumens
 - b) mittels Wasserverdrängung
- 5) Bestimme die **Masse** des Aluminiumquaders !
- 6) Berechne die **Dichte** des Aluminiumquaders (Formel?)
- 7) Schätze die Abmessungen des Physiksaals (Länge, Breite, Höhe) und bestimme daraus den ungefähren Rauminhalt der im Saal befindlichen Luft! Wie groß ist die Masse der Luft?

- 1) Lies Dir zunächst die unten stehende Versuchsanleitung gut durch!
 - 2) Führe unmittelbar danach das Experiment durch, zeige dabei Deiner Physikprofessorin wie du dabei vorgegangen bist.
- Mündliche Zusatzaufforderung: Zeichne wie Du die Versuchsanleitung durchgeführt hast!
- 3) Beantworte bitte noch folgende Fragen:
 - a) Welche Textstellen hast Du weniger gut verstanden?
 - b) Was könnte am vorgegebenen Text Deiner Meinung nach verbessert werden? Gib Vorschläge an!

Laborexperiment 2:

Messung der Reaktionszeit mit Hilfe des Zeit-Weg-Gesetzes der gleichmäßig beschleunigten Bewegung: „Fallenlassen eines Kunststofflineals“

Durchführung in Partnerarbeit:

Der Schüler A hält das Lineal lotrecht so zwischen Daumen und Zeigefinger von Schüler B, dass die Nullmarke des Lineals mit der unteren Begrenzung der Finger zur Deckung kommt.

VP hält Daumen und Zeigefinger geöffnet in Bereitschaft und hält dabei einen Abstand der Finger zum Lineal von ca. 2cm ein.

Nun lässt der Schüler A das Lineal fallen, Schüler B versucht nun seinerseits das Lineal durch möglichst rasches Zugreifen zu fassen. Gemessen wird der Fallweg s des Lineals in der Einheit m. Dieser Fallweg ist ein Maß für die Reaktionszeit. Du benötigst ihn später noch. Um eine sichere Aussage treffen zu können, sollen 10 Messungen durchgeführt und aus den gemessenen Fallwegen der Mittelwert gebildet werden.

Die Reaktionszeit t in der Einheit s ermittelt man aus dem Mittelwert des Fallweges mit Hilfe der Formel für den freien Fall

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{g}} \quad t \dots \text{Reaktionszeit} \quad s \dots \text{Fallweg} \quad g \dots \text{Fallbeschleunigung} \sim 10 \frac{m}{s^2}$$

Laborexperiment 3

Bestimmung der Fallbeschleunigung g in „Kenyon“ mit der Pendelmethode

Material aus den Schülerexperimentierboxen:

- ** Stoppuhr
- ** Maßband
- ** Schnur
- ** Massestücke
- ** Stativmaterial

1) Befestige auf einem stabilen Stativ drei Pendel deutlich unterschiedlicher Pendellänge.

2) Miss die Pendellänge (vom Aufhängepunkt bis zum Schwerpunkt des Pendelkörpers) so genau wie möglich.

3) Ermittle die Schwingungsdauer T (Dauer einer vollen Schwingung hin und zurück) aus zumindest 5 Messserien für 10 Schwingungen.

4) Bestimme dann die Fallbeschleunigung g $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ aus:

T....Schwingungsdauer in Sekunden

l.....Pendellänge

g..... Fallbeschleunigung (Aufgrund unvermeidlicher Messfehler wird dein numerisches Ergebnis natürlich etwas vom bereits bekannten Wert für die Fallbeschleunigung abweichen)

Laborexperiment 4 Horizontalgeschwindigkeit

Material: Kugel, Maßband, Stoppuhr, Dinge Deines persönlichen Bedarfs

Aufgabenstellung:

Finde ein experimentelles Verfahren, so dass die Kugel stets **die gleiche konstante Horizontalgeschwindigkeit auf einer geeigneten Messstrecke** hat. Beschreibe Dein gewähltes Verfahren in eigenen Worten.

Fertige auch eine vereinfachte Skizze an.

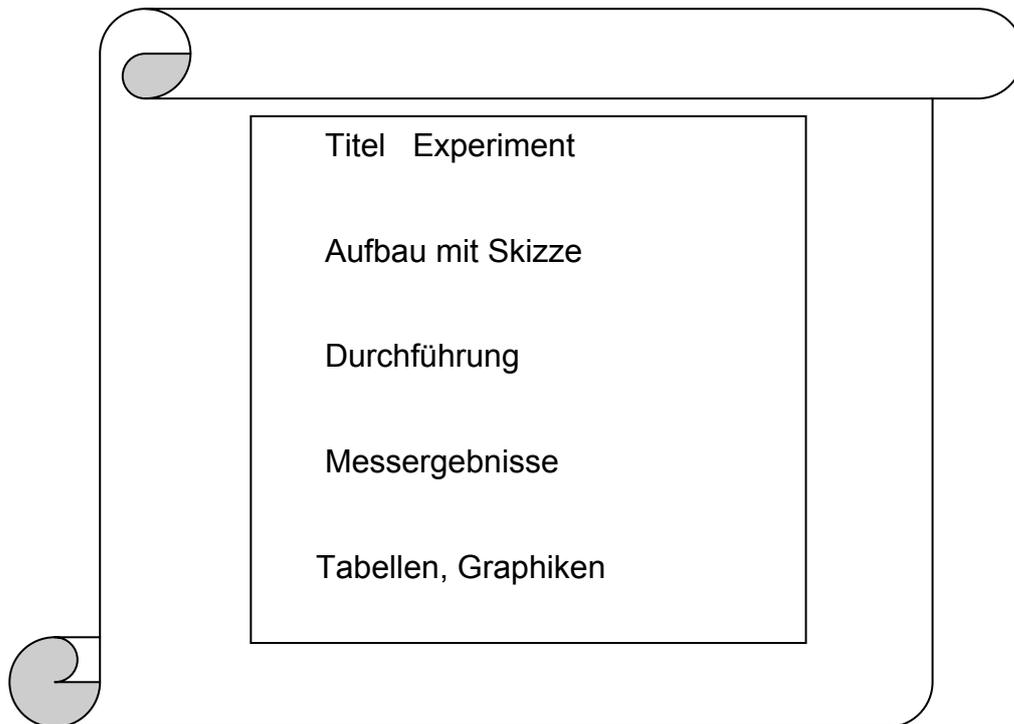
Wie groß ist der Betrag „Deiner“ gewählten Horizontalgeschwindigkeit?

Führe dabei eine Messserie von zumindest 10 Messungen durch, bestimme daraus den Mittelwert der Geschwindigkeit!

Gib alle für die Berechnung notwendigen physikalischen Größen in einer Tabelle an.

2.3.4 Beurteilungsmodalitäten

Zur Überprüfung einer Laboreinheit wurden Lernzielkontrollen herangezogen. Diese wurden im Plenum (Burschen und Mädchen gemischt) meist in einer Einheit nach der Nachbereitungsstunde durchgeführt. Es war wichtig für mich SchülerInnen, bei denen die Praxis zunächst noch nicht geklappt hat, durch eine praktische Frage nicht zu verunsichern. Deshalb folgte die Lernzielkontrolle erst nach Abklären aller Ungeheimheiten. Die Fragestellung der Lernzielkontrolle bezog sich dabei hauptsächlich auf eine praktische Arbeit der Vorstunde. Es wurde entweder mit allgemein verfügbaren oder leicht zu beschaffenden Alltagsgegenständen und Materialien aus den NLV- Versuchskästen ein kurzer Versuch durchgeführt bzw. eine schriftliche Beantwortung zur Durchführung eines Versuches den SchülerInnen abverlangt. Andererseits zählte auch die Beobachtung der Aktivitäten im Team während der praktischen Arbeit als wichtige Leistung im Rahmen der Mitarbeit. Das Arbeiten in Kleinstgruppen ließ mich individuelle Leistungen sehr gut erkennen. Als wichtiger Beurteilungsfaktor wurde das Versuchsprotokoll, das gemeinsam vom Team noch in der gleichen Doppelstunde verfasst wurde, angesehen. Die Struktur eines solchen Protokolls zeigt folgende Abbildung (vgl. LA2):



LABUDDE (LA1) sieht seinem Artikel "Aufsätze als Einstieg in eine Unterrichtseinheit" im Schreiben über Physik ein Wachsen von Einsicht. Genaue und richtige Protokolle können nur dann verfasst werden, wenn vorher gut beobachtet und experimentiert wurde, SchülerInnen wird durch den beim Schreiben verlangsamten Gedankenfluss die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Aktivitäten einer Reflexion zugänglich zu machen. Ich sah im Formulieren von Protokollen in Kleingruppen einen weiteren Vorteil: Weniger sprachbegabte und schüchterne Schülerinnen und Schüler wurden hier nie öffentlich der Kritik des Klassenverbands ausgesetzt.

3 ERGEBNISSE

3.1 Methoden der Datensammlung

Bei der Datensammlung kamen bei den vier Laboranleitungen folgende Methoden zum Einsatz (vgl. KE):

Laboranleitung 1:

*Gezielter Einbau von mündlichen Fragen in den jeweiligen Laboreinheiten und Festhalten von Antworten beziehungsweise Bemerkungen der Schülerinnen und Schüler im Tagebuch.

*Interviews und Tonbandaufzeichnungen

* mündliche und/ oder schriftliche Rückmeldung in den Nachbereitungsstunden

Laboranleitung 2

* Feedback durch Beantwortung von in den Text eingebauten Fragen

*Festhalten von Antworten beziehungsweise Bemerkungen der Schülerinnen und Schüler im Tagebuch.

Laboranleitung 3

* Feedback durch Zielscheibe nach BUHREN (vgl. BE, ANHANG S36)

* Festhalten von Antworten beziehungsweise Bemerkungen der Schülerinnen und Schüler im Tagebuch.

Laboranleitung 4

* Auswertung einer von den SchülerInnen angefertigten Skizze zum Experiment.

3.2 Einschränkungen bei den Erhebungen

Eine vollständige Kontrolle sämtlicher Randbedingungen der Klassenuntersuchung war nicht gewährleistet: Es fanden z.B. die Laborstunden der 6C vom Stundenplan her in der 8. und 9. Stunde am Nachmittag statt, wobei hier natürlich nach intensivem Vormittagsunterricht eher Konzentrationsmängel, Müdigkeit und daher auch teilweise Leseunwilligkeit aufgetreten sind.

Weiters mangelte es an der Homogenität der ProbandInnengruppe. Es war wie eingangs schon erwähnt gerade im WkRG 6C der weitaus höchste KMS- und MigrantenInnenanteil zu finden.

Stundenentfall durch Seminarartätigkeit oder Verschiebungen im Stundenplan machten es recht schwierig die im Anhang vorgestellten Laboranleitungen auch der gesamten Versuchsgruppe zu unterbreiten.

3.3 Ergebnisse zu den Laborexperimenten

3.3.1 Einfache Messungen

Beobachtung:

Die von uns gewählte Methode (siehe Kap. 3.1) hatte den Vorteil, dass der Unterricht ohne Einfluss von außen durchgeführt werden konnte. Es fielen daher die manchmal für SchülerInnen recht störenden Videoaufnahmen und weitere Beobachtungen durch eine dritte Person weg. Es war jedoch sehr zeitaufwändig, die Transskription z.B. vom Tonträger in das Protokoll aufzunehmen. Besonders bereitete sie Probleme, wo es sich um Dialektmaterial handelte. Dieses wurde von uns phonologisch in Schreibsprache umgewandelt.

Die erste Anleitung erzeugte bei einem Großteil der Schülerinnen und Schüler ungewohnte Begeisterung. *"Hoffentlich werden alle Physikstunden so!"* meinte ein Mädchen der 6B. Der Schwerpunkt lag in der Beobachtung des Leseverhaltens. Während sich die Mädchen gezielt mit dem Text beschäftigten, parallel dazu penibel genau Experimentiermaterial herrichteten und über die Einteilung der Protokolle diskutierten, stürzten sich die Burschen mitten ins praktische Geschehen. Schon vor dem ersten Lesen wurde von den Burschen bereits Material den Mechanikkisten entnommen, das nachher gar nicht verwendet oder gebraucht wurde. Interessant war für uns die Analyse der Schätzaufgabe. Trotz zusätzlicher mündlicher Bemerkungen unsererseits *"Ihr sollt bei dieser Aufgabe schätzen!"* ignorierten die Burschen bis auf geringe Ausnahmen die Schätzaufgabe völlig und bestimmten die Ausmaße des Physiksaals mit dem Maßband. Die Mädchen hingegen- einige vergewisserten sich sogar durch Fragen wie *"Wir müssen da eh nur schätzen?"* - setzten bestenfalls ihre Körpergröße zum Schätzen ein. Ein geringfügiger Teil der Schülerinnenn führte die Schätzaufgabe nicht durch, sondern maß mit der Bemerkung *"Da wird es wohl genauer, machen wir das so"*.

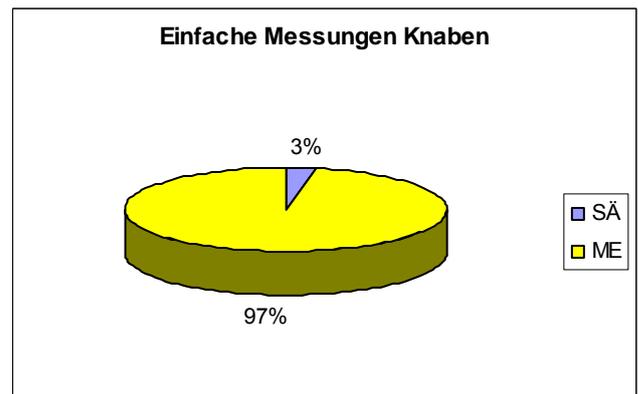
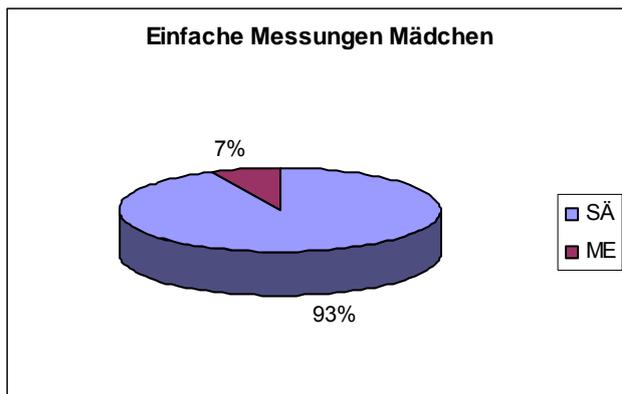
Verblüffenderweise gaben sehr intelligente Burschen vor, bereits fertig zu sein, obgleich sie eben die Schätzaufgabe nicht richtig gelöst hatten und auch von der Protokollführung noch weit entfernt waren. Sie forderten vielmehr uns Lehrerinnen auf, weitere andere Experimente machen zu dürfen.

Es gab insgesamt betrachtet keine weiteren lesetechnischen Schwierigkeiten.

Ausgang:

Die beiden Zylindergraphen zeigen die wesentlichen Unterschiede in der Schätzaufgabe.

93% der Mädchen schätzen, hingegen nur 3% der Knaben. Für mich lag die Vermutung nahe, dass Burschen Texte nicht ordentlich durchlesen, nicht einmal dann, wenn sie sprachlich einfach gestaltet sind.



Legende zu den Zylindergraphen : SÄ....SchülerInnen SCHÄTZEN ME....SchülerInnen MESSEN

3.3.2 Messung der Reaktionszeit

Die Mädchen und Burschen sollten hier durch Messen der Fallstrecke eines Lineals ihre persönliche Reaktionszeit mit einer am Arbeitsblatt fertig angegebenen Formel zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung berechnen.

Es sollten weiters die in den Text integrierten Zusatzfragen

- Welche Textstellen hast Du weniger gut verstanden?
- Was könnte Deiner Meinung nach am Text verbessert werden?

schriftlich beantwortet werden.

Beobachtung:

Die gegenseitige Wertschätzung in Form von positiv formulierten Antworten- darunter soll aber keine Abschwächung von berechtigter Kritik verstanden werden- förderte ein ausgesprochen gutes Arbeitsklima. Die Schülerinnen und Schüler wurden dabei effektiv in den Projektprozess eingebunden, was sie sehr positiv empfanden. Eine Schülermeldung (männlicher Schüler) werde ich dabei nie vergessen " *Endlich sind wir einem Lehrer nicht immer hilflos ausgeliefert, weil der eh tut was er will, besonders wenn man ihn kritisiert.*"

Einige Schülerinnen und Schüler wurden mündlich aufgefordert, Skizzen zum gestellten Problem zu verfassen. Es wurde dabei immer wieder betont, dass der Text am Prüfstand steht und ein möglicher Einbau einer Verständnisskizze in die Arbeitsanleitungen für die SchülerInnen im nächsten Schuljahr sehr hilfreich sein könnte

Tonband bzw. Tagebuch zeigten eine breite Palette von Feststellungen.

Sie reichten vom "lauten Denken" also einem eigentlich wenig kommunikativen Verbalisieren, das verstärkt in der 6B bei SchülerInnen zu bemerken war, über Wort- und Satzfragmente (stichwortartige Rückmeldung) bis hin zu längeren Gedanken und Erläuterungen bei fachlich sehr guten Schülerinnen (vgl.BA). Ein paar wenige meist männliche Schüler oder schüchterne Mädchen mussten des öfteren von der Lehrperson darauf hingewiesen werden, dass wirklich nur der Text begutachtet werden sollte, sie sollten also durchaus miteinander reden, schriftlich Kritik üben und

Verbesserungsvorschläge angeben. Dadurch, dass wir bewusst diese SchülerInnen-Gruppe an die Textkritik herangeführt haben, wurden auch viele Mängel im Sprachwortschatz ersichtlich, dominierten doch im üblichen Unterrichtsgespräch meist die leistungsstarken SchülerInnen.

Schülerfeststellungen:

Es folgen nun einige Schülerfeststellungen (O-Ton), auf Anführungszeichen bei der direkten Rede wird dabei verzichtet. Die in der alphabetischen Reihenfolge angeführten Mädchen und Burschen sind bei Frage a) und b) dieselbe Person



ad Frage a) Welche Textstellen hast Du weniger gut verstanden?

A) Das Rätsel darf ruhig zum Denken auffordern, es passt alles.

B) Da brauchen wir eine Stoppuhr.

C) Der Text ist unnötig kompliziert.

D) Ich verstehe nicht, wie man da das Lineal halten soll, kann man da kein Bild machen?

E) Ich bin nicht gut in Zeichnen.

F) Wer soll das Lineal halten?

G) Für mich ist unklar, wer aller 10 Messungen durchführen soll!

H) Die ersten 2 Sätze hab ich nicht verstanden.

ad Frage b) Was könnte Deiner Meinung nach am Text verbessert werden?

A) Es soll alles so bleiben, immerhin sind wir AHS-Schüler!

B) Den Beginn des Textes klarer ausdrücken.

C) Bitte Alltagsvokabel verwenden.

D) Man sollte unbedingt zum Text eine Zeichnung machen, dann kann man ihn so lassen.

E) Der Lehrer soll gleich eine Zeichnung reinmachen.

F) Man sollte unbedingt dazuschreiben, wer Schüler und wer Versuchsperson VP ist.

H) Vielleicht kann man die Zeilenabstände im Text vergrößern, ein bisschen mehr Aufmerksamkeit dem Layout widmen... überhaupt eine Zeichnung würde vieles erleichtern.



ad Frage a)

A) *Es war alles leicht verständlich.*

B) *Die Stelle mit dem $10 \frac{m}{s^2}$ war etwas unklar, aber bei längerem Lesen... ich habe da nämlich $10 \cdot \frac{1m}{Fallweg^2}$ verstanden.*

C) *Nach dem 2. Durchlesen habe ich alles verstanden.*

D) *Ich hätte schon gerne eine kleine Skizze drinnen.*

E) *Kann man nicht für 10 das andere weglassen, das mit m/s^2 , das ist verwirrend.*

F) *Wir haben alles, wissen aber nicht wie man g ausrechnet.*

G) *Vielleicht mehr in Stichworten formulieren.*

ad Frage b)

A) *höchstens das Wort "lotrecht" durch "senkrecht" ersetzen.*

B) *Also warum schreiben Sie nicht $10m/s^2$, die andere Art ist verwirrend.*

C) *Wenn man den Text gut liest, ist er leicht zu verstehen und man braucht überhaupt nichts umändern.*

D) *Bitte immer den Text mit einem Bild (Vorschlag einem digitalen Photo, das kann man dann immer gleich aufnehmen, wenn der Versuch durchgeführt wird).*

E) *BITTE: andere Buchstaben verwenden s = Sekunde+Weg??m Meter+Minute? gibt es da nicht mehr Buchstaben in der Physik?*

F) *Das was man ausrechnen soll, deutlich kennzeichnen.*

G) *Bitte die Formel so wie jetzt immer herleiten.*

In den folgenden Tabellen sind die Prozente der SchülerInnen, die mit verschiedenen Textteilen unzufrieden waren bzw. ihr Wunsch zur Textverbesserung aufgelistet:

Ausgang:

Zusammenfassung der Ergebnisse der Probandengruppe (47 Schülerinnen und 28 Schüler):

Die Mädchen kritisierten formale Darstellungen und Symbolsprache deutlich. Sie verlangten daher auch häufig, überhaupt auf Formeln zu verzichten und wenn dies nicht möglich wäre, alles möglichst herzuleiten. Interessant war zu bemerken, dass die Herleitung bereits am Zettel stand, also eigentlich ohnehin nur mehr numerisch einzusetzen war! Vom Lesen des Textes war der Großteil nicht überfordert, einer Hilfs-skizze oder einem Bild waren sie aber nach einer mündlichen Diskussionsrunde grundsätzlich nicht abgeneigt. (siehe nachfolgende Tabellen)

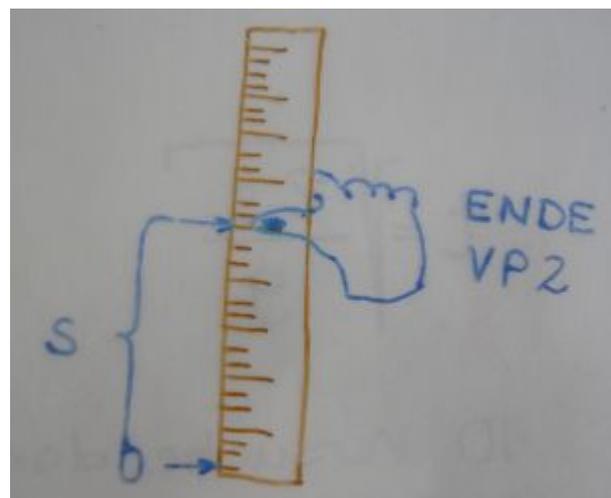
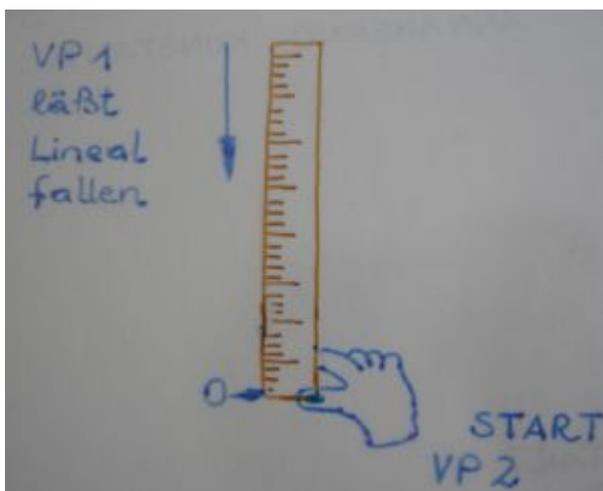
Tabelle 1 Unzufriedenheit (Zahlenangaben in %)

	♀	♂
Text unnötig kompliziert	8	87
Fachbegriffe	10	40
Formeln	72	6
Ähnliche Symbole	64	43
Schreibweisen, Abkürzungen	28	14
Layout	12	74

Tabelle 2 Verbesserungsvorschläge (Zahlenangaben in %)

	♀	♂
Text vereinfachen	8	89
Text unbedingt mit Bild	15	78
Formeln besser erklären oder vermeiden	68	15
Fachbegriffe durch Alltagsvokabel ersetzen	7	62
Schriftbild- mehr Abstände, Seite gliedern	3	80
Berechnungen deutlicher hinschreiben	56	2

Die Gestaltung einer Skizze wie z.b. in den nachfolgenden Photos zu sehen, gelang nur einigen Mädchen.



Den Burschen erschien generell der Text unnötig kompliziert, sie konnten aber in Richtung Textverbesserung keine Vorschläge angeben. Ihnen war vielmehr der Einbau einer bildhaften Darstellung in den Text wichtig. Wesentlich war für sie das Layout des Arbeitsblattes. Besonders die sprachlich schwächsten Burschen zeigten sich vom Wunsch der restlichen Klasse an der Umgestaltung von Arbeitsblättern mitzuwirken, begeistert. Vor allem sollten einfachere Alltagsvokabel eingebaut werden. Ei-

ne Skizze zur gestellten Versuchsanleitung wurde von keinem einzigen Burschen durchgeführt.

3.3.3 Bestimmung der Fallbeschleunigung

Das Layout wurde bewusst ähnlich zur vorigen Arbeitsanleitung gewählt, um auszuloten, inwieweit eine Verbesserung im Lesen nach eingehender Nachbesprechung der zweiten Laboranleitung eingetreten ist. Es wurde in der Nachbereitung auch auf theoretische Mängel hingewiesen, die besonders in der 6C noch dadurch verstärkt wurden, dass die Klasse während des dritten Labors extrem unter Schularbeitsstress stand und daher ihre naturwissenschaftlichen Defizite noch mehr zum Tragen kamen. Bei der Auswertung kam neben verstärkt experimenteller Beobachtung eine "Feedbackzielscheibe" (siehe ANHANG S36) in Anlehnung an BUHREN (vgl. BE) zum Einsatz. Alle rückmeldenden Personen (45 Schülerinnen, 28 Schüler) mussten mit Filzstift die Rechtecke mit den ihrer Meinung nach zutreffenden Zielscheibchen verbinden.

Beobachtung :



Sie waren laut Angabe nicht besonders gut vorbereitet.

Nach einer relativ kurzen Lesephase- meist las dabei ein Schüler dem anderen vor- errichteten sie teilweise recht kreative Stativaufbauten (siehe auch Verzeichnis Bilder). Diese Arbeit nahm einen Großteil der Arbeitszeit ein. Deshalb kamen die Knaben zumeist immer wieder unter Zeitdruck und vernachlässigten wohl auch aus Zeitmangel die vollständige Protokollführung. Die Pendellängen wurden bloß bei 3 Schülergruppen deutlich unterschiedlich variiert. Unklar blieb einem Großteil der Schüler wie die Abmessung der Pendellänge erfolgen sollte. Diese Gruppe von Schülern ignorierten sogar Hilfsskizzen unsererseits an der Tafel, obwohl von ihrer Seite der dringende Wunsch nach einer Zeichnung geäußert wurde. Der Begriff "Schwingungsdauer" vom messtechnischen Standpunkt aus wurde nur mit viel Hilfe verstanden. Bei den abgegebenen Protokollen fehlte bei 8 von 10 Protokollen die Angabe der Fallbeschleunigung, also eigentlich der Kernpunkt der Labordoppelstunde.

In der " Zielscheibe" gaben insgesamt 25 Burschen vor, dringend eine Zeichnung zu brauchen, Kritik wurde am Layout des Arbeitsblattes geübt.



Die Mädchen gaben vor, eher gut vorbereitet zu sein.

Sie lasen sehr intensiv, jede für sich leise.

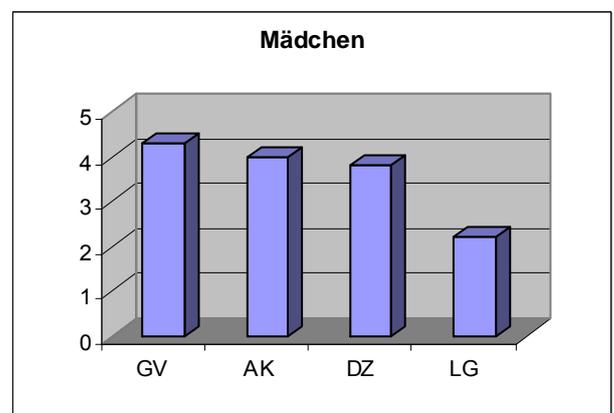
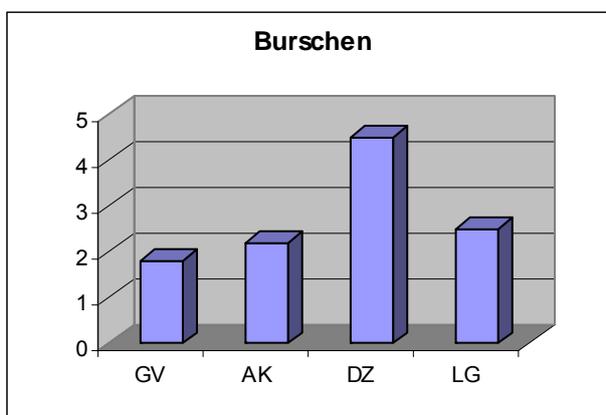
Bevor sie mit der eigentlichen Messung der 10 Schwingungsdauern beginnen konnten, scheiterten einige von ihnen an der Montage eines stabilen Stativs. Das war nicht weiter verwunderlich, befand sich doch am Arbeitsblatt keine Aufbauanleitung. Es bestand hoher Wunsch nach einer bildhaften Erklärung, weniger allerdings, um die Begriffe "Pendellänge" und "Schwingungsdauer" zu erklären, sondern dass man

wie bei "...den Selbstbaumöbeln" (O-Ton einer Schülerin) eine Bildserie zum Stativ-aufbau (siehe auch Verzeichnis Bilder) dazugibt.

Zu meiner Verblüffung stellten die Mädchen vermehrt fest, dass kurze Pendellängen automatisch zu höheren Messfehlern führen und es daher sinnvoll wäre, eher größere Pendellängen zu verwenden. Auch bei der diesmal umzuformenden symbolhaften Darstellung gab es im Gegensatz zu meiner Vermutung deutlich weniger Probleme. Ich redete den Mädchen daher immer wieder ins Gewissen, dass bei entsprechender Vorbereitung auch formale Probleme zu lösen wären.

Ausgang:

Die Auswertung ergab für die Begriffe GV-gut vorbereitet, AK- Arbeitsauftrag klar, DZ- dringend eine Zeichnung und LG-Layout gut folgende Gewichtung von 1-5:



3.3.4 Horizontalgeschwindigkeit

Als Vorbereitung für die vierte Laboreinheit, an der 42 Mädchen und 26 Schüler teilnahmen, diente das Zeit-Weg-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung.

In der Vorbereitungseinheit wurde von den Lehrpersonen intensiv über die galileische Fallrinne gesprochen und das zugehörige Demonstrationsexperiment vorgezeigt.

Beobachtung:

Bei den bereits über einen größeren Zeitraum konstant zusammengesetzten monoeukativen Gruppen konnte gesteigerte Selbstorganisation beobachtet werden. Die Mädchen sind mutiger geworden, die Burschen fragten nicht mehr so viel nach. Beide Gruppen fanden die Art der Fragestellung in der vierten Laboranleitung sehr attraktiv, da ihnen die experimentelle Gestaltung diesmal selbst überlassen wurde (vgl. NA). Bei den Burschen der eigenen Klasse fiel mir dabei gesteigertes Selbstbewusstsein durch das "Selbstverbalisieren" eines Sachverhalts auf.

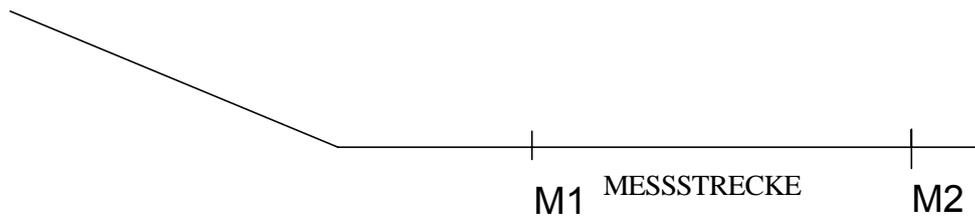
Schwierigkeiten ergaben sich in beiden Versuchsgruppen bei den Fachtermini "gleiche konstante Horizontalgeschwindigkeit", "Betrag der gewählten Horizontalge-

schwindigkeit", dabei wurde immer wieder hinterfragt, "wie man eine Geschwindigkeit selber auswählen könne".

Deutlich zu erkennen waren aber vier Hauptgruppen A-D von Experimentieranleitungen samt Skizzen, die bei beiden Mädchen wie Burschen in vergleichbarem Maß auftraten, dabei ließen sich auch einige verblüffende Misskonzepte beobachten

(vgl. NA):

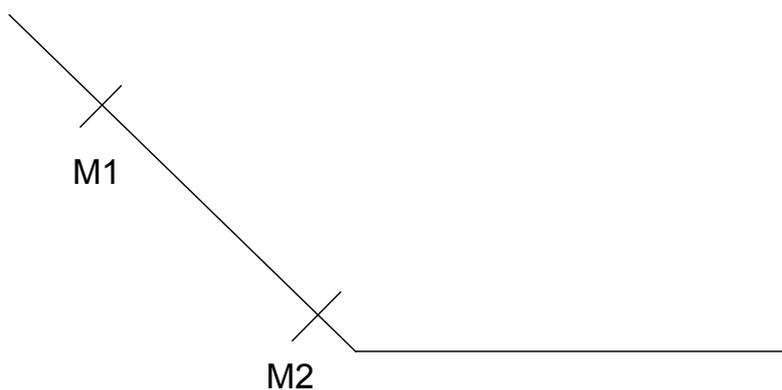
Gruppe A



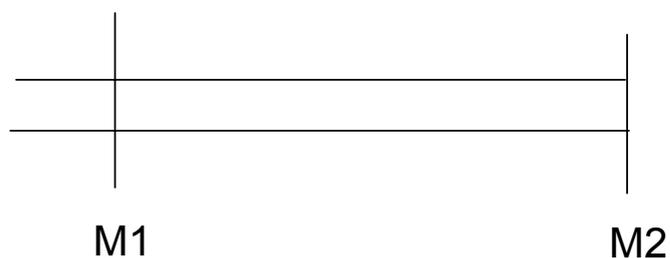
Gruppe B



Gruppe C



Gruppe D

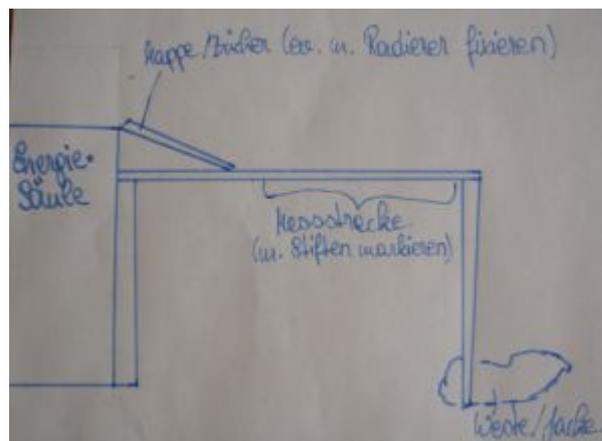


Ausgang:

Die Tabelle zeigt keine wesentlichen gendermäßigen Unterschiede bei der Zuordnung zu den aufgebauten Experimentieranleitungen.

Gewählte Versuchsanordnung	♂ in %	♀ in %
Gruppe A	6	8
Gruppe B	84	80
Gruppe C	2	3
Gruppe D	8	9

Die von uns erwartete Versuchsanordnung Gruppe A wurde nur von einem geringen Prozentsatz sowohl der Burschen als auch der Mädchen gewählt und auch richtig beschrieben (siehe auch nachfolgendes Bild).



Extrem häufig wurde ein recht steiler Anlauf für die Kugel gewählt. Die Messstrecke begann dabei unmittelbar am Knick (Übergang Schräge-Horizontale)- Gruppe B

Ein geringer Prozentanteil der Schülerinnen und Schüler wählte die Messstrecke direkt auf der Schräge-Gruppe C.

Gruppe D fand es ausreichend, zwei Schienen oder Stativstangen horizontal nebeneinander zu positionieren und der Kugel, wie sie sagten "immer den gleichen Schubs" zu geben, "das könne mit genügend Konzentration ohne Probleme auch mit einem Stativreiter passieren".

4 RESUMEE

Die durchgeführte Untersuchung hat deutlich gemacht, dass die optische Gestaltung von Arbeitsblättern in der Zukunft entscheidend für das Arbeitsverhalten und die Freude an der Arbeit von Schülerinnen und Schülern sein wird. Ich habe durch das Projekt besonders in meiner Klasse erkannt, dass durch das "*sich selber Einbringen*", Vorschläge und Verbesserungen am Text selber durchzuführen und "*positive Kritik am Lehrer ausüben zu dürfen*" (O-Ton)neben den naturwissenschaftlichen Zusammenhängen die Begeisterung immens steigern konnte. Die Art des Textlayouts bestimmte ganz deutlich ihre Aufnahmegrenzen.

Durch die ständig wechselnde Art der Rückmeldefragen wurde die Stimmung der SchülerInnen zunehmend verbessert. In Interviews mit den Teams (siehe ANHANG S34f)wurden sodann verschiedene schülerInnenspezifische Maßnahmen für die Textumgestaltung getroffen, die geholfen haben, die Aufgabenakzeptanz wesentlich zu verbessern und auch zur Motivation beim Experimentieren geführt haben.



Die Mädchen arbeiteten äußerst selbständig. Sie beschäftigten sich länger mit dem Arbeitsblatt und führten auch das im Text Erwünschte meistens aus. Ihr Leseverhalten bestätigte auch meine in Kap. 2.3.2. gestellte Vermutung. Ihr experimentelles Verhalten ist meiner Ansicht nach durch die monoedukative Führung im Laufe der 4 Monate des Projekts und nach Klärung aller aufbautechnischen Schwierigkeiten viel sicherer geworden. Meine vorgefasste Hypothese H2, dass Mädchen handwerklich hinter den Burschen zurückbleiben, bestätigte sich daher nach Beendigung der Laboreinheiten nicht. Allerdings stellte ich auch die Forschungsfrage, inwieweit Fachausdrücke und Formeln im Text störend wirken. Ein Großteil der Schülerinnen lehnte eher symbolhafte Texte ab. Fachausdrücke und Formeln sollten daher für sie nur sehr behutsam und mit deutlicher Erklärung in den Text eingearbeitet werden. Es war ihnen laut Feedback generell möglich ohne Skizze in der Arbeitsanleitung auszukommen, meine Hypothese H1 bestätigte sich daher nicht. Ziemlich viele Schülerinnen waren jedoch dankbar über den weiteren Einbau von Grafiken und Bildern. In der Durchführung der Versuchsprotokolle lagen sie neben ihrem Arbeitseifer gegenüber ihren männlichen Kollegen deutlich im Vorfeld, was meiner Vermutung H3 durchaus entspricht.

Die Förderung der Selbsttätigkeit durch Teamarbeit beim Laborexperiment sahen sie als sehr wichtig an. Dass ich mir Gedanken zur Textverbesserung der Arbeitsanleitungen machte, begeisterte viele von ihnen.



Auch die Burschen schätzten die praktische Arbeit im Labor sehr, bekundeten immer wieder offen, diese Arbeitsform auch nächstes Jahr beibehalten zu wollen. Viele von ihnen erkannten, dass ohne intensive theoretische Vorbereitung Schwierigkeiten bei der Durchführung entstanden sind. Es trat ein deutlicher Widerspruch zu meiner

Vermutung H2 ein, dass sich Knaben mit kurzen Anleitungen, die eher fachsprachlich gehalten sind, begnügen würden. Burschen brauchten gerade im Gegensatz dazu viele redundante Erklärungen zum Text und vor allem Zeichnungen passend zum Text. Interessanterweise konnte durch Gespräche mit den Burschen festgestellt werden, dass viele- vor allem Schüler/innen mit Migrationshintergrund- lieber eine Zeichnung mit sehr wenig Text vorziehen würden, der zuständige Lehrer könnte die weiteren Schritte ohnehin mündlich erklären und so könnten sie ohne großen verbalen Aufwand zu brauchbaren Ergebnissen gelangen. An Fachausdrücken und Formeln scheiterten die Burschen oft nur deshalb, weil sie durch Überprüfungen in anderen Schulfächern belastet, schlecht vorbereitet waren.

Ihre handwerklichen Fähigkeiten waren gut ausgebildet und verbesserten sich genauso wie ihre Teamfähigkeit im Laufe der 4 Monate.

Die Optik der Laborprotokolle lässt noch etwas zu wünschen übrig, durch intensive Trainingseinheiten mit den Mädchen und den Lehrerinnen gelang es ihnen aber die in Kap.2.3.3 angegebene Protokollform einzuhalten.

5 AUSBLICK

Im Projekt sollte erforscht werden, wie Arbeitsanleitungen zu Schülerexperimenten für Mädchen und Burschen optimiert werden können.

Das durchgeführte Projekt und viele persönlich bereichernde Gespräche mit Schüler/innen haben im Laufe des Projektjahres dazu beigetragen, neue Ideen zu formulieren und Probleme rechtzeitig in den Griff zu bekommen.

Das Verhältnis Lehrerin-SchülerInnen ist viel offener geworden, die Gesprächsbereitschaft hoch angestiegen. Es herrschte eine intensive aber sehr angenehme Arbeitsatmosphäre.

Mir persönlich gefiel besonders, dass jede Laboreinheit eine neue Herausforderung für mich und auch für meine Schülerinnen und Schüler darstellte.

Die Erwartung hinsichtlich der zeitlichen Durchführung hat sich leider nicht erfüllt. Aufgrund der Stundenreduktion konnten die Bildungsziele trotz Gruppenteilung nur durch starke Stoffreduktion und nur sehr eingeschränkt erreicht werden.

6 LITERATUR

(BA) Barz, M.: Was Schülern und Schülerinnen während des Unterrichts durch den Kopf geht und wie sich ihr Denken dabei verknotet. In : Wagner et al.: Bewusstseinskonflikte im Schulalltag. Denk-Knoten bei Lehrern und Schülern im Kopf erkennen und lösen (Beltz, Weinheim 1984, S 92-129)

(BE) Becker, G.; v. Ilsemann, C. ; Schratz, M. (Hrsg.): Qualität entwickeln: evaluieren.

(EU) Euler, M: Schülerinnen und Schüler als Forscher: Informelles Lernen im Schülerlabor

In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 90 Lernort Labor S4-12

(HA) Hannover, B.; Kessels, U.: Monoedukativer Anfangsunterricht in Physik in der Gesamtschule. Auswirkungen auf Motivation, Selbstkonzept und Einteilung in Grund- und Fortgeschrittenenurse. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 34(4), 2002, S 201-215

(HO) Hoffmann, L. (1991): Mädchen und Physik- ein aktuelles, ein drängendes Thema.

In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik Heft1 S4-11

(KE) Kempfert, G.; Rolff, H.G.: Qualität und Evaluation. Beltz. Weinheim und Basel 2005

(KR) Kreienbaum, M. A.; Urbaniak, T.: Jungen und Mädchen in der Schule- Konzepte der Koedukation (Studium kompakt/ Cornelsen Scriptor 2005)

(LA1) Labudde, P.: Erlebniswelt Physik (Dümmler, Bonn 1993)

(LA2) Labudde, P.: Alltagsphysik (Dümmler, Bonn 1996)

(LE1a) Leisen, J. (2005): Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 87 Sprache S4-9

(LE1b) Leisen, J. (2005): Wechsel der Darstellungsformen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 87 Sprache S10-11

(LE2) Leisen, J. (2005): Heureka! Ich habe den Auftrieb verstanden. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 87 Sprache S12-15

(LE3) Leisen, J. (2005): Bildungsstandards Physik: der Kompetenzbereich "Kommunikation". In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 87 Sprache S16-20

(LE4) Leisen, J. (2006): Leseverstehen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 95 Physiktexte lesen und verstehen S4-8

(LE5) Leisen, J. ; Seyfarth, M. (2006): Was macht das Lesen von Fachtexten so schwer? In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 95 Physiktexte lesen und verstehen S9-11

(LE6) Leisen, J. (2006): Ein Text- zehn Strategien. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 95 Physiktexte lesen und verstehen S12-23

(NA) Nachtigall, D.(1986): Vorstellungen im Bereich der Mechanik In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 13 S16-20

(RE) Reinhold, P. : " Schwingende Teekessel"- Ein Beispiel für offenes Experimentieren.In: physica didactica 18/ 2&3, 1991, S33-52

ANHANG A: FRAGEBOGEN JUNI 2004

Wirtschaftskundliches Realgymnasium 11. Schulstufe

13 Mädchen/ 15 Burschen

Welche Vorteile hatten Deiner Meinung nach 2 Jahre „Phyikalisches Labor“?

1.....trifft eher nicht zu 5.....trifft sehr zu

	1	2	3	4	5
Es war lustig, ich habe mich eher auf die Ph-Stunden gefreut					
Ich sehe Vorteile für mein späteres Studium/ weitere Berufstätigkeit					
Ich habe handwerkliche Fertigkeiten intensiv eingeübt					
Ich habe gelernt, Versuchsprotokolle zu schreiben					
Ich habe eine andere Art der Leistungsfeststellung kennengelernt					
Das Arbeit in der Gruppe war für mich sozial fördernd					
Weitere Gründe					

ANHANG B

EIN BEISPIEL FÜR DIE MÜNDLICHE REIFEPRÜFUNG

Kernfragen:

1) Ermittle auf experimentellem Weg

a) deine Sprungkraft.

b) den Wert der in „Kenyon“ herrschenden Fallbeschleunigung.

Beschreibe deine gewählten Methoden unter Angabe aller Gesetzmäßigkeiten.

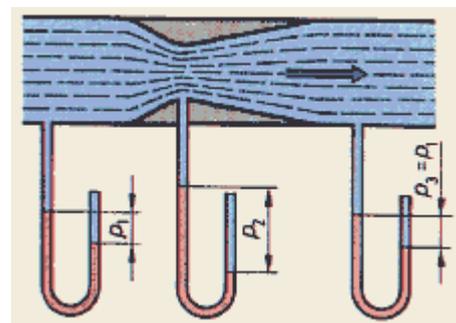
2) Leben und Sterben von Sternen.

Die Chandrasekhar-Bedingung als wichtige Grenze im Lebenszyklus eines Sterns.

Frage zum Spezialgebiet „Gewichtsreduktion beim Airbus A-380“

Das Venturi-Rohr und die Bernoulligleichung zur Erklärung von Strömungs- und Druckverhältnissen am Tragflügel.

Welche Kräfte am Tragflügel sind für einen gleichförmigen Flug entscheidend? Wie stabilisiert der Pilot das Flugzeug bei ständig abnehmender Treibstoffmenge während der Flugphase? Welche Materialien kommen verstärkt zur Minimierung des Flugzeuggewichts zum Einsatz?



ANHANG C:

INTERVIEW ZUR LABORANLEITUNG 2 — MÄDCHENGRUPPE „FORMELTRAINING“

L...Lehrerin, A1 schwächere Schülerin, A2 sehr gute Schülerin

L: Hattest Du hier ein Problem?

A1: Ja schon, steht das s für Sekunden?

L: Kannst Du Dich noch an das Zeit-Weg-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung erinnern?

A1: Ich geb zu, dass ich nicht gut vorbereitet bin, aber kann man das nicht alles ausschreiben?

L: Würde schon möglich sein, kostet aber viel Platz am Arbeitsblatt

A2: Also immerhin sind wir Oberstufenschüler, da sollten wir uns schon von der Unterstufe unterscheiden

L zu A2: Wie könntest Du A1 helfen, es das nächste Mal besser zu verstehen?

A2: Ich würde ein Vokabelheft anlegen, wo sie sich links die Buchstaben oder Formeln hinschreibt und rechts die „Übersetzung“

A1: Na toll, da stehen dann bei s zwei Sachen, wie merke ich dann welche ich brauche?

L zu A2: Würdest Du so lieb sein und A1 nochmals den Unterschied zwischen der physikalischen Größe Weg und der Einheit Sekunde erklären?

A2: Ich könnte versuchen ein neues Arbeitsblatt so zu schreiben, dass sie sich besser auskennt... also ich meine, Ihres war eh gut, nur ich möchte so eines schreiben, dass sich der „Nichtphysikbegeisterte“ besser raussieht.

ANHANG D:

INTERVIEW ZUR LABORANLEITUNG 3 - MÄDCHEN-GRUPPE „BILDGESTALTUNG“

L: Habt ihr hier ein Problem gehabt?

A1: Also das mit dem stabilen Stativ hab ich nicht kapiert, unseres ist immer umgefallen

A2: Der Text ist irgendwie OK, aber ich hab keine Ahnung was eine Multimuffe ist

L: Wenn ihr in der Innenseite der Experimentierkästen schaut, sehr ihr auf einem Bild alle Mechanikteile erklärt.

A1: Ja schon, aber das fällt immer um, gibt's eine Befestigungsschraube für den Tisch?

A2: Das Aufbauen kostet so viel Zeit, könnte man nicht ein Bild hineingeben?

L: Also ihr meint, ihr schafft es ohne Bild nicht?

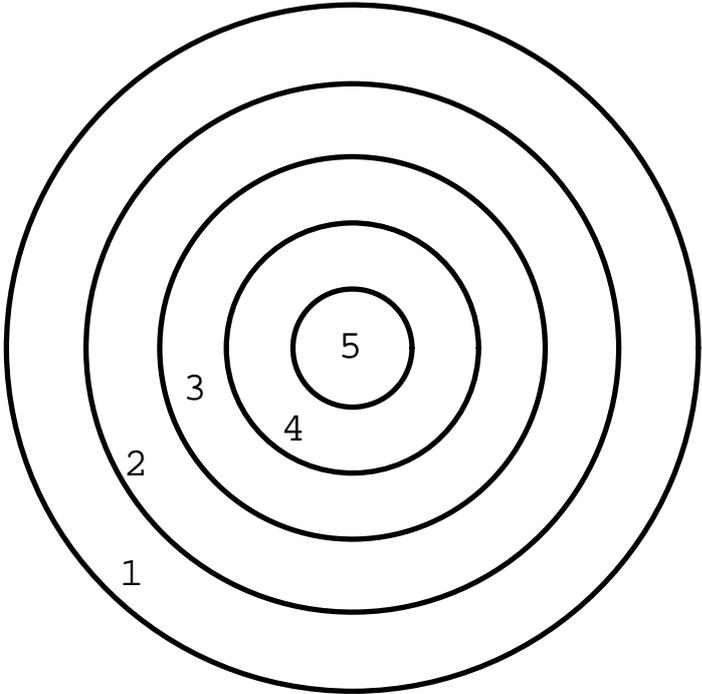
A1 zu A2: Na eher Eigentlich ist ein Bild gar nicht ausreichend

A2: Genau, das wär gut Frau Professor, wenn das so eine „Zusammenbauanleitung“ wie in einem Möbelgeschäft wäre, die einzelnen Schritte nacheinander abgebildet

A1: Oder photographiert schrittweise, können wir das mal probieren?

ANHANG E:

ZIELSCHEIBE NACH BUHREN



ich war gut
vorbereitet

Arbeitsauftrag
war klar

ich brauche
dringend eine
Zeichnung

Layout
war gut

sonst...