

Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“

Herausgegeben von der

Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“

des Interuniversitären Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung

Kern Otmar

**Gewinnen Schüler durch selbst
durchgeführte Versuche ‚Erkenntnis‘?**

PFL-Naturwissenschaften, Nr. 66

IFF-Klagenfurt 1999

Redaktion:

Helga Stadler

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung von BMUKA und BMWV.

Gewinnen Schüler durch selbst durchgeführte Versuche „Erkenntnis“?

(Kurzfassung/Abstract)

Im Zentrum meiner Studie stehen zwei Fragestellungen: „Was merken sich Schüler/innen von Unterrichtsstunden, in welchen sie selbst Versuche durchführen?“ und weiters: „Gelingt es den Schüler/innen ,bei solchen Versuchen physikalische Phänomene bzw. Gesetzmäßigkeiten zu entdecken?“

In meiner ersten Untersuchung im Schuljahr 1997/98 ließ ich die Schüler/innen meiner vierten Klasse in einer Unterrichtsstunde nach einer kurzen verbalen und graphischen Instruktion zwei grundlegende Versuche zur Elektrodynamik durchführen. Einige Wochen später bat ich sie, - unangekündigt und anonym - einen Aufsatz mit dem Titel „Unser letzter Schülerversuch“ zu schreiben. Das Ergebnis war für mich nicht befriedigend: nur etwa ein Drittel der Klasse konnte die Abläufe beider Versuche richtig wiedergeben bzw. die entdeckten physikalischen Phänomene oder Gesetzmäßigkeiten formulieren.

In meiner zweiten Untersuchung im Schuljahr 1998/99 erarbeiteten sich die Schüler/innen wieder selbständig - *jetzt aber* gelenkt durch von mir erstellte Arbeitsblätter - mit Hilfe von Experimenten ‚Erkenntnisse‘ zu einem Thema aus der Mechanik. Nach Ende dieser Versuchsreihe ließ ich die Schüler/innen mittels Fragebogens noch einmal die aus den Versuchsreihen gewonnenen phänomenologischen und auch quantitativen Erkenntnisse, formulieren.

Zu meiner Freude fiel diese Befragung - bezogen auf mein Lernziel „Schüler/innen gewinnen durch Schülerexperimente Erkenntnis“ - weitaus besser aus.

Mag. Kern Otmar, Lehramt Mathematik - Physik

Offenbachstraße 12

4600 Wels

07242 / 78294

BRG Schloss Wagrain

Schlossstraße 31

4840 Vöcklabruck

07672 /29308

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
I. Erste Untersuchung (Schuljahr 1997/98)	
1. Vorbemerkung	3
2. Der Unterricht	4
3. Methode und Inhalt der Untersuchung	5
4. Das Ergebnis	5
5. Dateninterpretation	6
6. Schlussfolgerung	6
II. Zweite Untersuchung (Schuljahr 1998/99)	
1. Vorbemerkung	8
2. Die Fragestellung	8
3. Der Unterricht	8
4. Methode und Inhalt der Untersuchung	10
5. Das Ergebnis	11
6. Dateninterpretation	11
7. Schlussfolgerungen	
12	
Anhang	
Versuchsblätter und Arbeitsblätter (<i>der zweiten Untersuchung</i>)	13
1. Versuchsblatt	
2. Versuchsblatt	
Fragenblatt	

Einleitung

Die generelle Fragestellung der beiden Untersuchungen

Ich habe meine Schüler und Schülerinnen immer wieder gerne Schülerexperimente machen lassen, weil ich gemerkt habe, dass die Motivation bei dieser Unterrichtsform sehr groß ist. Natürlich stellte mir dabei oft die Frage, wieviel von jenem Teil eines Stoffgebiets, welchen die Schüler/innen an Hand von selbst durchgeführten Versuchen bearbeiten, im Gedächtnis bleibt.

Da nun jener Teil des Unterrichts, in dem die Schüler selbständig experimentieren, mit den übrigen Teilen des Stoffgebietes, welche mit anderen Unterrichtsformen erarbeitet werden, mehr oder weniger verquickt ist, konnte ich durch Betrachtung der Ergebnisse einer Leistungsfeststellung, die ich mit den üblichen Methoden (Tests, Wiederholungen, Beobachtung der Mitarbeit) gewonnen habe, kaum eine Antwort auf diese Frage finden.

Weiters fragte ich mich nach solchen Schülerversuchsstunden auch des öfteren, ob die Schüler diesmal *nur* gelernt haben, wie man richtig misst bzw. etwas überprüft, oder ob sie dabei auch die zugrundeliegenden Phänomenen bzw. Gesetzmäßigkeiten erkannt haben und die damit verbundenen Erfahrungen des Entdeckens und Erkennens von Zusammenhängen gemacht haben.

Diese Erfahrung ist es auch, was ich als ‚Gewinnen von Erkenntnis‘ bezeichnen möchte.

Als ich nun im Herbst 1997 den PFL-Lehrgang begann, beschloss ich, diesen Fragen - im Rahmen der zu schreibenden Arbeiten - nachzugehen.

Die **Fragestellungen** meiner beiden Untersuchungen sind daher:

- „Was merken sich Schüler/innen von Unterrichtsstunden, in welchen sie selbst Versuche durchführen?“ und
- „Gelingt es den Schüler/innen, bei solchen Versuchen physikalische Phänomene bzw. Gesetzmäßigkeiten individuell für sich zu *entdecken*?“.

I. Erste Untersuchung

1) Vorbemerkung

Ich unterrichtete im Schuljahr 1997/98 am Realgymnasium Vöcklabruck eine einzige Unterstufenklasse in Physik (16 Mädchen und 12 Burschen). Ich hatte diese Klasse bereits in der zweiten Klasse in Physik übernommen, arbeitete also bereits das dritte Jahr mit den Schülerinnen und Schülern dieser Klasse.

Im Jahr zuvor hatte ich damit begonnen, ein zentrales Jahresthema - die Elektrizitätslehre - mittels Schülerversuchen zu gestalten. Im Zuge einer kritische Betrachtung dieser Unterrichtssequenzen stellte sich mir die Frage, was die Schüler/innen bei diesen Experimenten tatsächlich lernen, und ob ihnen diese Versuche auch Gelegenheit geben, Phänomene und Zusammenhänge selbständig zu erkennen. Ich beschloß, dieser

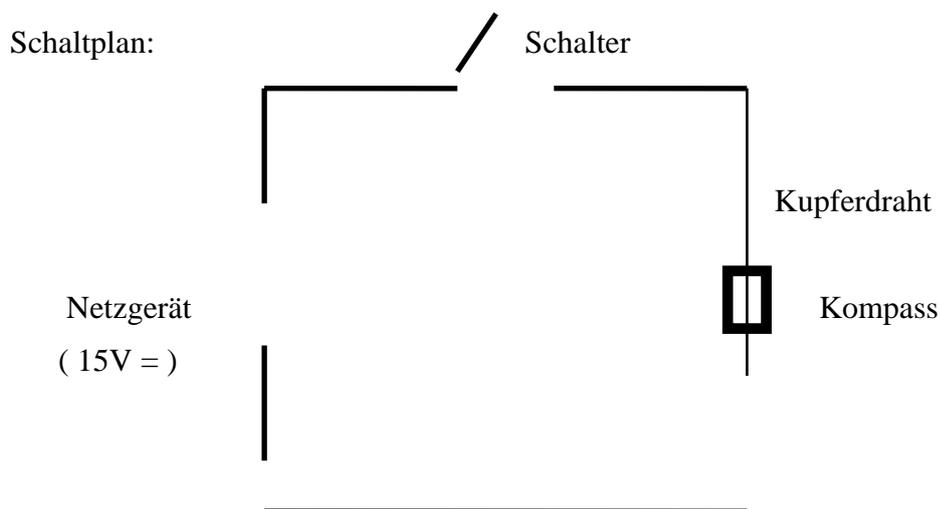
Fragestellung nachzugehen und sie zum Inhalt meiner Studie zu machen. Ausgangspunkt und Grundlage meiner Datenerhebung bot eine Unterrichtsstunde zum Thema „Elektrodynamik“.

2) Der Unterricht

In *einer* Stunde in der 9. Schulwoche sollten die Schüler/innen - wie immer in Experimentiergruppen zu viert oder fünft - bei jeweils einem Versuch entdecken, dass *es in der Umgebung eines elektrischen Stroms Magnetfelder gibt* („Versuch von Oersted“) und dass *ich durch Verändern von Magnetfeldern Spannung erzeugen kann* („Induktionsversuch“).

Meine Instruktionen beschränkten sich jeweils auf den Aufbau des Versuchs und dessen Verlauf.

Beim ersten Versuch zum Thema „*Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters*“ zeichnete ich den nachfolgenden Schaltplan auf die Tafel und wies die Schüler an, das Verhalten einer Kompassnadel zu betrachten, wenn man den Strom im Leiter ein- bzw. wieder ausschaltet.



Die Versuchsanordnung war - wie immer - mit der Steckplatte und den Bausteinen aus dem NTL-Schülerversuchskästen „Elektrik“ zu realisieren.

Für den zweiten Versuch zum Thema „*Induktion von Spannung*“ gab ich folgende mündliche Arbeitsanweisung: „Verbinde eine Spule mit einem Voltmeter. Schiebe dann einen Magneten durch die Spule und ziehe ihn wieder heraus. Beobachte dabei das Voltmeter.“ Das Anschließen der Spule an das Voltmeter und der Vorgang des Hin- und Herbewegens des Magneten - natürlich dann ohne Verbindung der Spule mit dem Voltmeter - wurde von mir kurz vorgezeigt.

Die Schüler wurden von mir *nicht* angewiesen, ein Protokoll dieser Versuche anzufertigen.

In den folgenden Unterrichtsstunden habe ich - neben anderen verwandten Inhalten - auch die Theorie zu obigen Themen behandelt. Weiteres habe ich im Lehrer-Schüler-Gespräch kurz den Ablauf der obigen Versuche wiederholt und weitere Lehrerversuche zur Induktion durchgeführt.

3) Methode und Inhalt der Untersuchung

In der 13. Schulwoche - also 4 Wochen später - ließ ich die Schüler/innen einen anonymen Aufsatz mit dem Thema „Unser letzter Schülerversuch“ schreiben. Ich erhoffte mir Aufschluss über folgende Fragen:

Erstens: „Was haben sich die einzelnen Schüler/innen von dieser Versuchsstunde gemerkt?“ und „Können die Schüler/innen die Versuche noch beschreiben?“.

Zweitens „Wie viele Schüler/innen erwähnen über die reine Beschreibung der Versuche hinaus auch die daraus gewonnenen physikalischen Erkenntnisse, nämlich dass **ein stromdurchflossener Leiter ein Magnetfeld besitzt** („PHÄNOMEN 1“) bzw. dass **bei Bewegung eines Magneten in einer Spule eben dort Spannung induziert wird** („PHÄNOMEN 2“) ?“

Ich könnte die zweite Frage auch so formulieren: „Wie viele Schüler/innen haben im Zuge des Versuchs oder zumindest auf Grund der darauffolgenden Besprechungen erkannt, dass sie mit Hilfe dieser Versuche wesentliche physikalische Phänomene entdeckt haben?“

4) Das Ergebnis

Zur Auswertung der Aufsätze möchte ich zunächst einmal eine ‚nackte‘ Statistik präsentieren. Im Anschluss daran werde ich einige inhaltliche Aspekte der Schüleraufsätze anführen.

Der Versuch einer statistischen Auswertung:

Ein Drittel der 27 Schüler/innen hatte beide Versuche im wesentlichen richtig beschrieben, etwas mehr als ein Drittel nur einen Versuch und ein weiteres Drittel konnte keinen Versuch mehr richtig wiedergeben.

Die genaue Auswertung ergibt: Von 27 Schüler/innen (ein Schüler fehlte) haben

9 Schüler/innen beide Versuche vom Ablauf her richtig beschrieben. Von diesen 9 Schüler/innen konnten

3 bei beiden Versuchen das ‚erkannte‘ physikalische Phänomen („Phänomen 1“ bzw. „Phänomen 2“) angeben.

4 zumindest noch bei einem Versuch auch die ‚Erkenntnis‘ („Phänomen 1“ oder „Phänomen 2“) formulieren (wobei der Induktionsversuch mit 3 Schüler/innen hier Favorit ist.)

6 Schüler/innen nur bei einem der beiden geschilderten Versuche den Ablauf korrekt wiedergeben (wobei hier der „Versuch von Oersted“ mit 5 Vertretern Favorit ist).

4 Schüler/innen erwähnen überhaupt nur einen Versuch (drei davon Oersted), welchen sie allerdings im wesentlichen richtig beschreiben.

4 weitere Schüler/innen erzählen zwar von beiden Versuchen, können sie aber grundsätzlich nicht richtig wiedergeben.

4 Schüler/innen geben schließlich an, sich an gar keinen Versuch mehr wirklich zu erinnern.

Einige weitere Bemerkungen zum Datenmaterial

Von den insgesamt 6 Schüler/innen, welche neben der exakten Beschreibung des „Induktionsversuchs“ auch das entsprechende Phänomen („PHÄNOMEN 1“) anführten, hatten 4 Schüler/innen die Begriffe Strom und Spannung vertauscht oder nebeneinander als gleichwertig verwendet.

An dieser Stelle scheint es mir auch passend, eine weitere Relativierung des von mir in der ersten Statistik verwendeten Begriffes *richtig* zu machen: Von den insgesamt 17 Schüler/innen, die den Ablauf des „Oersted-Versuchs“ *richtig* beschreiben konnten, gaben 4 Schüler/innen nicht nur den Umstand, daß sich die Magnetnadel beim Einschalten des Stromes bewegt, sondern auch die konkrete Richtung, in welche sie sich dreht, an. Diese Beschreibungen waren alle unrichtig.

5) Dateninterpretation

Vier Wochen nach einer Unterrichtsstunde mit zwei Schülerversuchen konnten von einer Klasse mit 27 Schüler/innen nur 9 Schüler/innen den Ablauf beider und noch weitere 10 Schüler den Ablauf eines Versuches richtig wiedergeben. Als Ergebnis notierte ich:

Das kann ich nur so *interpretieren*, dass ein nicht gerade kleiner Anteil der Schüler/innen dieser Klasse von mir zu wenig dazu ‚angehalten‘ wurden, die von ihnen selbst durchgeführten Versuche ‚bewusst‘ zu beobachten.

Das **Lernziel**: „Schüler/innen gewinnen durch Schülerversuche Erkenntnis“ wurde nur von ganz wenigen Schüler/innen (3 Schüler/innen hatten beide und 4 eines der Phänomene in seinem/ihrem Aufsatz erwähnt), d.h. mit Sicht auf die Gesamtklasse im Wesentlichen nicht erreicht.

6) Schlussfolgerungen

Als **wichtigste Schlussfolgerung** aus dieser Untersuchung ergab sich für mich:

Wenn ich will, dass bei gewissen Unterrichtssequenzen mehr Schüler/innen ein mir wichtiges Lernziel („Schüler gewinnen durch Schülerversuche Erkenntnis“) erreichen, dann muss ich den Blickpunkt und damit das Interesse der Schüler mehr in diese Richtung lenken.

Daraus reifte für mich folgende **Absicht**:

„Ich werde mir im Rahmen des **PFL-Lehrgangs im nächsten Jahr** folgende Aufgabe stellen: Da ich diese Schulklasse auch im nächsten Jahr in Physik unterrichten werde, kann ich mir ein passendes Kapitel aus der fünften Klasse aussuchen, welches ich wieder nach der Methode „Physik an Hand von Schülerversuchen“ gestalten werde. Ich werde versuchen, die **Unterrichtsgestaltung** verstärkt dem **Lernziel** „Schüler/innen gewinnen durch Schülerexperimente Erkenntnis“ anzupassen. Dann möchte ich untersuchen, ob es mir gelungen ist, dieses Lernziel - sowohl qualitativ als auch was die Anzahl der Schüler betrifft quantitativ besser zu erreichen.

Die **zweite wesentliche Schlussfolgerung** war, dass ich versuchen wollte, die Experimente so zu gestalten, daß die Schüler/innen dazu angeleitet wurden, die Phänomene genauer zu beobachten. Für mich ergab sich daraus folgende **Konsequenz**:

Ich werde bei Schülerversuchen - zumindest streckenweise - doch wieder mit einer parallelen oder direkt anschließenden Verschriftlichung der Versuchsdurchführung und/ oder Versuchsbeobachtung arbeiten.

Meine Idee, die Schüler bei Versuchen völlig ohne Protokoll arbeiten zu lassen, ließ sich - zumindest im bisherigen Umfang - nicht aufrechterhalten, ohne meine Lernziele zu gefährden.

Ein weiterer Teilaspekt der ausgewerteten Antworten (nämlich die Verwechslung / Vermengung der Begriffe „Strom“ und „Spannung“) führte mich zu folgender Überlegung:

Ich werde mich mit meiner Klasse bei dem damals gerade von mir behandelten Bereich „Gefahren des elektrischen Stroms und Sicherheit im Umgang mit elektrischem Strom“ noch einmal - intensiver als geplant - mit der Unterscheidung dieser Begriffe auseinandersetzen.

Für meinen zukünftigen Unterricht beschloß ich, dieser Begriffsunterscheidung mehr Aufmerksamkeit zukommen zu lassen: Ich nahm mir vor, die für diese Frage relevanten Kapitel meiner bisherigen Unterrichtsvorbereitung nach den "Angelpunkten" der Unterscheidung dieser Begriffe zu durchforsten und herauszufinden, warum diese Unterscheidung nicht ausreichend war und wie man die Differenzierung der Begriffe im Unterricht verbessern konnte.

II. ZWEITE UNTERSUCHUNG

1) Vorbemerkung

Schon im Zuge der Beendigung meiner ersten Untersuchung (d.h. nach den Auswertungen) kam mir der Gedanke, dass sich mit **versuchsbegleitenden Arbeitsblättern** eine Verbesserung in Bezug auf die Erreichung des Lernziels „Schüler/innen gewinnen durch Schülerexperimente Erkenntnis“ erzielen ließe.

Außerdem wäre bei Einsatz solcher Arbeitsblätter eventuell auch mein Wunsch, die Beobachtung des Versuches ‚bewusster‘ zu gestalten, zu erfüllen.

Ich habe es mir daher zur Aufgabe gemacht, in meiner zweiten Untersuchung diesen Gedanken zu realisieren.

2) Die Fragestellung

Ich unterrichtete im Schuljahr 1998/99 am Realgymnasium Vöcklabruck eine fünfte Klasse in Physik, welche - bis auf einige Neuzugänge - die Nachfolgerin jener vierten Klasse darstellt, mit der ich in meiner ersten Untersuchung gearbeitet habe. Von den 30 Schüler/innen der Klasse haben nur 22 die Unterrichtssequenz durchgehend mitgemacht. (Das Verhältnis von Buben und Mädchen war in etwa dasselbe wie bei der ersten Untersuchung.)

Das Thema meiner ersten Untersuchung - die **Fragen** „Was merken sich Schüler/innen von solchen Unterrichtsstunden, in welchen sie selbst Versuche durchführen?“ und „Gelingt es den Schüler/innen ‚bei solchen Versuchen physikalische Phänomene bzw. Gesetzmäßigkeiten zu *entdecken*?“ - interessierte mich weiterhin und ich nahm mir vor, dieser Frage ein zweites Mal nachzugehen.

Allerdings wollte ich - wie schon in der Vorbemerkung angeschnitten - diesmal das unbefriedigende Ergebnis der ersten Untersuchung verbessern, indem ich den Weg der ‚Erkenntnissuche‘ durch **Arbeitsblätter** strukturierte.

Als Metafrage konnte ich mir daher folgende hinzufügen: „**Gelingt es mir, durch geeignete Maßnahmen, meine Unterrichtsziele besser zu erreichen?**“

Als **Themenbereich** wählte ich - wie schon in der Einleitung angesprochen - ein Gebiet aus der Mechanik „Was können Kräfte bewirken?“, wobei ich mich bei dieser Sequenz auf das Hookesche Gesetz und die dynamische Kraftdefinition konzentrierte.

3) Der Unterricht

Ich änderte die Struktur meines Unterrichts folgendermaßen:

- Am Anfang der ersten Stunde der Unterrichtssequenz schrieb ich einen Zeitplan an die Tafel schrieb und besprach ihn mit den Schüler/innen.
- Die Organisation der Arbeit in den Gruppen wurde dahingehend verändert, daß nun *jeder* Schüler/in jedes Blatt erhielt und auch selber ausfüllen musste. Weiters wurden die Schüler/innen am Anfang darüber informiert, dass die entsprechenden Blätter *immer* am Ende einer Unterrichtsstunde eingesammelt werden.

- Ich veränderte die Arbeitsblätter so, daß die Schüler nun ihre Arbeitsvorgaben genau kannten. Mögliche Unklarheiten wurden vor Beginn der Gruppenarbeit gemeinsam besprochen.
- Ich erläuterte den Schüler/innen, warum Arbeits- und Ergebnisprotokolle für ihre Arbeit wichtig sind.
- Ich gab Vorgaben für die Größe der Gruppen.
- Die Schüler wußten, daß die Ergebnisse ihrer Untersuchungen und Experimente auch Gegenstand eines "Fragenblattes" sein würden.

Daraus ergab sich der folgende Unterrichtsablauf:

Im ersten Teil der ersten Stunde wurden die Schüler über die gesamte Unterrichtssequenz informiert und erhielten die Gelegenheit eigene Vorschläge einzubringen.

Zeitlicher Ablauf der Unterrichtssequenz

Mi, 3. 3. 99 (*Klassenzimmer*)

Besprechung des Zeitplans dieser Unterrichtssequenz mit den Schülern

Besprechung des 1. Blattes der Versuchsreihe „Was kann eine Kraft bewirken?“

Fr, 5 .3. 99 (*Physiksaal*)

Durchführung der Versuche des 1. Blattes und Ausfüllen des Blattes

Mi, 10. 3. 99 (*Klassenzimmer*)

Besprechung des 2. Blattes

Fr, 12. 3. 99 (*Physiksaal*)

Durchführung der Versuche des 2. Blattes und Ausfüllen des Messprotokolls dieses Blattes

Sa, 13. 3. 99 (*Klassenzimmer*)

Auswertung der Versuche des 2. Blattes (d.h. Ausfüllen der Ergebnisprotokolle und Erkenntnisse)

Di, 16. 3. 99 (*Klassenzimmer*)

Befragung zur Versuchsreihe „Was kann eine Kraft bewirken?“ an Hand eines Fragenblattes

Dazu muss erwähnt werden, dass ich mir - um dieses zeitliche Dichte zu erreichen - zwei Mathematikstunden ausborgt habe, was aber keine didaktische Notwendigkeit ist, sondern individuelle organisatorische Gründe meinerseits hatte.

Im zweiten Teil dieser Unterrichtsstunde teilte ich das erste Blatt der Versuchsreihe „Was kann eine Kraft bewirken?“ aus. (Dieses **erste Arbeitsblatt** und auch die anderen Blätter sind im Anhang zu finden.) Die Aufgabenstellung wurde anschließend gemeinsam besprochen. Bei dieser Gelegenheit erklärte ich den Schüler/innen auch den *Sinn* von Mess-

und Ergebnisprotokollen. Zuletzt sind wir den Versuchsaufbau des zweiten Versuchs durchgegangen und haben ihn auch in einer Skizze auf dem Arbeitsblatt festgehalten. Am Ende der Stunde wurden von mir die Arbeitsblätter wieder eingesammelt.

Die darauffolgenden Stunden verliefen nach Plan. Die Arbeitsaufgaben wurden jeweils besprochen, die Blätter dann abgegeben. Besonderen Wert legte ich darauf, daß den Schülern die Bedeutung des Messprotokolls und den sich daraus ergebenden Ergebnisprotokollen klar wurde.

4) Methode und Inhalt der Untersuchung

Als Datengrundlage dienten mir auch diesmal die ausgefüllten Arbeitsblätter und die Ergebnisse einer schriftliche Befragung, die ich diesmal aber unmittelbar nach der Unterrichtssequenz durchführte. Es handelte sich um eine Befragung zu Testbedingungen, allerdings gab es kein Zeitlimit. (Das entsprechende Fragenblatt ist ebenfalls im Anhang zu finden.) Die Schüler wußten zwar, daß ein derartiger Test durchgeführt werden sollte, aber sie hatten keine Möglichkeit, sich auf diesen Test gesondert vorzubereiten, da sie über die Versuche keine Unterlagen besaßen (ich hatte die Versuchsblätter alle abgesammelt). Weiters wurde der Test wieder anonym durchgeführt, so daß für die Schüler in Hinblick auf die Physiknote keine Motivation gegeben war, sich mit der Materie auch außerhalb des Unterrichts zu beschäftigen.

Um die Frage: *Welche ‚Erkenntnisse‘ haben die Schüler/innen bei dieser Arbeit gewonnen?* beantworten zu können, habe ich die Aussagen der Schüler/innen nach folgenden Kriterien ausgewertet:

Richtlinien für die Auswertung der Arbeitsblätter

Bei **VERSUCH 1** möchte ich das korrekte Ausfüllen der Lücke in „Hier ist die Kraft Ursache für ...“ als **1. Erkenntnis** bezeichnen. (*Bem.:* richtig wäre *Verformung* oder auch *Ausdehnung*)

Die richtige Antwort auf die Frage „Wie hängt die Ausdehnung von der Kraft ab?“ möchte ich **2. Erkenntnis** nennen. Dabei habe ich die Aussage „*die Ausdehnung nimmt mit der Kraft zu*“ schon als richtig gelten lassen. (*Bem.:* völlig richtig wäre *die Ausdehnung ist proportional der Kraft*)

Bei **VERSUCH 2** heißt das korrekte Ausfüllen der Lücke in „Hier ist die Kraft Ursache für...“ **3. Erkenntnis**. (*Bem.:* richtig wäre *Beschleunigung*)

Als **4. Erkenntnis** möchte ich die richtige Antwort auf die Frage „Wie verhält sich die Beschleunigung, wenn die Masse gleichbleibt und die Kraft vergrößert wird?“ bezeichnen. (*Bem.:* richtig wäre *die Beschleunigung wird größer*)

Die richtige Antwort auf die Frage „Wie verhält sich das Produkt aus Masse und Beschleunigung, wenn die Kraft gleichbleibt?“ nenne ich **5. Erkenntnis**. (*Bem.:* richtig wäre *das Produkt bleibt konstant*)

Richtlinien für die Auswertung der Antworten auf dem Fragenblatt:

Beim **Fragenkomplex I) zum VERSUCH 1** („Feder“) wäre die Antwort auf **Frage 1**) „Was hat bei diesem Versuch die Kraft bewirkt?“ die 1. Erkenntnis.

Die **Frage 2)** „Was habt ihr auf Grund der Auswertung dieses Versuchs erkannt?“ wäre mit der 2. Erkenntnis zu beantworten.

Beim **Fragenkomplex II)** zum Versuch 2 („Wägelchen“) wäre als Antwort auf **Frage 3)** „Was hat bei diesem Versuch die Kraft bewirkt?“ die 3. Erkenntnis zu nennen.

Die **Frage 4)** „Welche beiden Erkenntnisse ergaben sich nach Auswertung des Versuchs wären unter **a)** und **b)** die 4. bzw. 5. Erkenntnis zu nennen gewesen, wobei natürlich die Reihenfolge keine Rolle spielte und nur für die Auswertung von mir so zugeordnet wurde. Diese 5. Erkenntnis wurde aber bei dem Fragenblatt fast durchwegs in der Form „Je größer die Masse, um so kleiner die Beschleunigung.“ zitiert, was ich als richtig gelten ließ, weil dies einerseits inhaltlich im Wesentlichen die selbe Aussage ist und andererseits dem beobachteten Versuchsgeschehen entspricht.

5) Ergebnis

Ich möchte nun die statistische Auswertung präsentieren, was im Wesentlichen der Auszählung der nach den genannten Kriterien ‚richtigen‘ Antworten wiedergeben.

Arbeitsblätter (22)

Fragenblatt (22)

VERSUCH 1

1. Erkenntnis: **21**

Frage 1 : **19**

2. Erkenntnis: **22**

Frage 2 : **19**

(davon sprechen **5** die direkte Proportionalität an)

(davon **4** mit Erwähnung der Proportionalität)

VERSUCH 2

3. Erkenntnis : **18**

Frage 3 : **16**

4. Erkenntnis: **16**

Frage 4a : **12**

5. Erkenntnis: **14**

Frage 4b : **10**

6) Dateninterpretation

Die numerische Auswertung der Daten der Arbeitsblätter lässt erkennen, dass ein doch befriedigender Anteil der Schüler/innen bei dieser Unterrichtssequenz das Lernziel „Schüler/innen gewinnen durch Schülerversuche Erkenntnisse“ erreicht hat.

Die Daten sind ein Indiz dafür, daß ich mein Ziel, das eher unbefriedigende Ergebnis der ersten Untersuchung bezüglich des ‚Erkenntnisgewinns‘ zu verbessern, durch die genannten Maßnahmen, insbesondere durch die Struktur der Arbeitsblätter, erreicht habe. Inwiefern der Umstand, daß die Befragung diesmal angekündigt war und der zeitliche Abstand zum Unterricht wesentlich geringer war als beim ersten Mal, zu diesem verbesserten Ergebnis beigetragen haben, kann ich hier nicht beurteilen.

Betrachtet man die genannten Zahlen, dann sieht man, dass der Anteil derjenigen, die sich an die Versuche erinnern können, beträchtlich ist. Nur bei Frage 4 ist bezüglich des Erinnerns ein gewisser Einbruch zu bemerken. Allerdings liegt auch hier der relative Anteil noch höher als bei der ersten Untersuchung.

7) **Schlussfolgerung**

Ich werde die Ergebnisse der zweiten Untersuchung und deren Interpretation meinerseits zum Anlass nehmen, für jene Unterrichtssequenzen, die ich an Hand von Schülerversuchen machen möchte, die Unterrichtsunterlagen in einer Form zu gestalten, die einen ähnlichen Erfolg bei der Erreichung des Lernziels „Schüler/innen gewinnen durch Schülerexperimente Erkenntnis“ in Aussicht stellt.

ANHANG: Versuchsblätter und Fragenblatt

Arbeitsblätter zur Versuchsreihe „Was kann eine Kraft verursachen?“

Name:

VERSUCH 1

Skizze

Versuchsanordnung bzw. Durchführung:

Wir hängen an eine Federwaage verschiedene Massen (*entspricht* verschiedenen Gewichtskräften)
Dabei messen wir die Ausdehnung der Feder.

Messprotokoll

angehängte Masse („entspricht“ Kraft)	Abstand vom Boden (Hilfsgröße)	Ausdehnung
0 g (entspannter Zustand)		
50 g		
100 g		

Erkenntnis: Hier ist die Kraft die Ursache für

Ergebnisprotokoll

angehängte Masse („entspricht“ Kraft)	Ausdehnung
50 g	
100 g	

Erkenntnis (Wie hängt die Ausdehnung von der Kraft ab):

.....

VERSUCH 2

Skizze

Versuchsordnung bzw. Durchführung:

Ein Wugelchen der Masse m wird
über eine Rolle von einer angehängten
Masse (*entspricht* einer Gewichtskraft)
gezogen.

Erkenntnis: Hier ist die Kraft die Ursache für

Messprotokoll

Name:

Vorbemerkung. Da wir die Beschleunigung a nicht direkt messen können, messen wir den Weg s (den wir selber festlegen können) und die Zeit t (die wir stoppen). Dabei stoppen wir die Zeit

dreimal und nehmen den Mittelwert.[Eine/r der Gruppe schreibt diese drei Messwerte auf einen Extrazettel und berechnet mit dem Taschenrechner den Mittelwert]

Mit Hilfe des Zeit-Weg-Gesetzes der gleichmäßig beschleunigten Bewegung ($s = \frac{a}{2} \cdot t^2$)

können wir dann die Beschleunigung ermitteln, nämlich: $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$. Dabei setzt eine/r die entsprechenden Messwerte auf einem Extrazettel mit den richtigen SI-Einheiten in die Formel

ein und berechnet den Wert für die Beschleunigung a mit dem Taschenrechner.

angehängte Masse („entspricht“ Kraft)	Masse m	Weg s	Zeit t (in s)	Beschleunigung a (in m/s ²)
10 g	200 g (= 0,2 kg) [Wugelchen 50 g + Aufsatze 150 g]	80 cm (= 0,8 m)	Mittelwert:	
20 g	200 g (= 0,2 kg) [Wugelchen 50 g + Aufsatze 150 g]	80 cm (= 0,8 m)	Mittelwert:	
10 g	100 g (= 0,1 kg) [Wugelchen 50 g + Aufsatz 50 g]	80 cm (= 0,8 m)	Mittelwert:	

Fragenblatt zur Versuchsreihe „Was kann eine Kraft bewirken?“

Name:

I) zum VERSUCH 1 („Feder“)

1) Was hat bei diesem Versuch die Kraft bewirkt? (d.h.: Wofür war sie hier die Ursache?)

.....

2) Was habt ihr auf Grund der Auswertung dieses Versuches(mit Hilfe des Ergebnisprotokolles) erkannt?

.....

.....

II) zum VERSUCH 2 („Wägelchen“)

3) Was hat bei diesem Versuch die Kraft bewirkt? (d.h.: Wofür war sie hier die Ursache?)

.....

4) Welche beiden Erkenntnisse ergaben sich nach Auswertung des Versuchs (mit Hilfe der Ergebnisprotokolle)?

a)

b)