

„NEUES LERNEN MIT NEUEN MEDIEN?“

Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron, MAS
Pädagogische Akademie der Erzdiözese Wien
und
Gymnasium Sacre Coeur Pressbaum

Wien, Juli 2004

ABSTRACT

Neuen Medien wird eine besondere Qualität für das Lernen zugesprochen. Mit Multimedia soll das Lernen viel effektiver sein und Multimedia soll die Motivation der Lernenden automatisch erhöhen. Erfolgreiches Lernen und damit verbundener Wissenserwerb wird unter Bezug auf konstruktivistische Lerntheorien als aktiver, selbst gesteuerter, konstruktiver und sozialer Prozess verstanden und man meint, dass Lernen mit neuen Medien dann effizienter wird, wenn es gelingt im Unterschied zur traditionellen Unterrichtssituation, wo im Allgemeinen versucht wird, den Ansprüchen eines durchschnittlichen Lerners gerecht zu werden, durch Weckung der richtigen Fragen im Lerner den individuellen Lernprozess in Gang zu setzen. Die Forschungsfragen in meiner Arbeit und deren methodische Verankerung sind auf Basis lerntheoretischer Überlegungen, der persönlichen Einschätzung der Potenziale der neuen Medien sowie des Studiums von Berichten über Forschungsergebnisse zum Lernen mit neuen Medien formuliert. Es wurden entsprechende Hypothesen aufgestellt und die Aktivitäten im Unterricht mit Methoden der Aktionsforschung bearbeitet und evaluiert. Die Ergebnisse zeigen, dass Multimedia besonders den aktiven, selbst gesteuerten und selbstverantwortlichen Lerner, unterstützt. Multimedia unterstützt einen Lerner, der darüber hinaus bereit ist, von und in Gemeinschaft mit anderen Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen zu erwerben, seinen Lernprozess zu reflektieren und der zulässt, dass sich ihm Fragen stellen, denen er explorierend nachgehen will und kann.

New or digital media are said to improve the quality of learning, making it more efficient. Multimedia applications are reported to automatically increase motivation of the student by the concurrent and interactive use of text, pictures, sound and movement. In this thesis, successful learning and acquisition of knowledge is understood in the context of constructivist learning theories as an active, self-controlled, constructive and social process and it is shown that learning with new media is then more efficient compared to traditional methods of teaching when it successfully activates the individual learning process by providing the appropriate stimuli. The educational potential of new media is reviewed based on current learning theories and existing research. Based on this review, hypothesis, research goals and methods have been defined and implemented in courses (Austrian state school system, 6th and 7th grade). The results of this original research has been evaluated with methods and tools of Action Research. The results show that multimedia especially support the active, self-controlled and self-motivated student. Multimedia supports the student who is ready to acquire from other and with others knowledge, skills and attitudes, to reflect on his individual learning process and who is willing to accept new questions and challenges he wants to and will explore.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	5
2	ENTWICKLUNG EINES AUSGANGSPUNKTES	8
2.1	MOTIVATION FÜR DAS PROJEKT	8
2.2	INSTITUTIONELLE GEGEBENHEITEN	8
2.3	PROBLEMSTELLUNGEN UND HERAUSFORDERUNGEN	9
2.3.1	<i>Vorgaben durch den Lehrplan und Folgerungen</i>	9
2.3.2	<i>Begriffsbestimmungen</i>	10
2.3.2.1	Was sind Neue Medien?	10
2.3.2.2	Was ist Lernen?	10
2.3.2.3	Von der Instruktion zur Konstruktion	11
2.3.2.4	Von der Information zum Wissen	11
2.3.3	<i>Die Potenziale Neuer Medien</i>	12
2.3.3.1	Eigenverantwortliches Lernen	12
2.3.3.2	Persönliches Wissensmanagement	12
2.3.3.3	Miteinander und voneinander lernen	12
2.3.3.4	Visualisierung und Simulation	13
2.3.3.5	Neue Lehrerrolle	13
2.3.4	<i>Der pädagogisch-didaktische Einsatz von Bildungsmedien</i>	13
2.3.5	<i>Vom Unterrichtsmedium zu komplexen Lernumgebungen</i>	14
2.3.6	<i>Forschungsergebnisse zum Lernen mit neuen Medien</i>	14
2.3.7	<i>Formulierung der Forschungsfragen und ihre methodische Verankerung</i>	16
2.4	ZIELE UND ERWARTUNGEN	18
2.4.1	<i>Funktionen digitaler Medien im Lern-Lehr-Prozess</i>	18
2.4.1.1	Medien zur Wissenspräsentation	19
2.4.1.2	Medien zur Wissensvermittlung	19
2.4.1.3	Medien als Wissenswerkzeuge	20
2.4.2	<i>Lehren und Lernen mit Neuen Medien</i>	20
2.4.3	<i>Chancen und Grenzen des Lernens und Lehrens mit Multimedia</i>	21
3	DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES	23
3.1	UNTERRICHTLICHE MAßNAHMEN	23
3.1.1	<i>Multimediale Informationssysteme / Sammlungen</i>	23
3.1.2	<i>Lernen in Modellwelten mit Simulationen und Modellbildungen</i>	23
3.1.3	<i>Auf dem Weg zur mediendidaktischen Konzeption</i>	24
3.1.4	<i>Didaktische Aufbereitung der Lehr- und Lerninhalte</i>	25
3.1.4.1	Das virtuelle Experiment „Wann schwimmt ein Körper?“	26
3.1.4.2	Das virtuelle Experiment „Der spezifische Widerstand“	27
3.1.4.3	Das virtuelle Experiment „Das Gesetz des Archimedes“	28
3.1.4.4	Das virtuelle Experiment „Parallelschaltung von Widerständen“	29
3.1.4.5	Das Arbeitsblatt „Wir verschaffen uns einen Überblick“	29
3.1.4.6	Das Arbeitsblatt zum Hebelgesetz	29
3.1.4.7	Das Arbeitsblatt „Interaktive Übungen zum Hebelgesetz“	30
3.1.4.8	Das Arbeitsblatt „Hebel in deinem Alltag“	30
3.1.4.9	Das Arbeitsblatt „Der elektrische Stromkreis“	30
3.1.4.10	Das Arbeitsblatt „Drei Lämpchen“	30
3.1.4.11	Das Arbeitsblatt „Wir analysieren Schaltungen“	31
3.1.5	<i>Vom Lehrinhalt zum Lernangebot</i>	31
3.2	DIE ORGANISATION DES MEDIALEN LERNANGEBOTS	32
3.2.1	<i>Die zeitliche Abfolge der einzelnen Lernmodule im Präsenzunterricht</i>	32
3.2.2	<i>Methodisch-didaktische Überlegungen zum Einsatz der Lernmodule</i>	33
3.3	ÜBERBLICK ÜBER DIE ERHOBENEN DATEN	34
3.3.1	<i>Mit welchen Methoden wurden die Daten gesammelt?</i>	34
3.3.2	<i>Was wurde festgehalten?</i>	35
3.3.2.1	Das virtuelle Experiment „der spezifische Widerstand“	36
3.3.2.2	Das virtuelle Experiment „Schwimmen-Schweben-Sinken“	37
3.3.2.3	Individuelle schriftliche Rückmeldungen zur Arbeit mit dem Computer im Physikunterricht	37
3.3.2.4	Aufzeichnungen im Forschungstagebuch	37

3.3.2.5	Kommentierte Arbeitsblätter der Schüler	37
3.3.2.6	Fragebogen zur Arbeit mit dem Computer.....	38
4	ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE	39
4.1	„WOVON HÄNGT DER WIDERSTAND EINES DRAHTES AB?“	39
4.2	DAS GESETZ DES ARCHIMEDES	40
4.3	SCHWIMMEN - SCHWEBEN – SINKEN	41
4.4	WIR VERSCHAFFEN UNS EINEN ÜBERBLICK	43
4.5	PARALLELSCHALTUNG ZWEIER WIDERSTÄNDE	44
4.6	WIE LAUTET DAS HEBELGESETZ?	44
4.7	HEBEL IM ALLTAG.....	44
4.8	WIR ANALYSIEREN SCHALTUNGEN.....	45
4.9	DREI LÄMPCHEN	45
4.10	DER ELEKTRISCHE STROMKREIS	45
5	EVALUATION, BEWERTUNG UND REFLEXION	47
6	AUSBLICK	49
7	VERZEICHNISSE UND ANHÄNGE.....	51
7.1	LITERATURVERZEICHNIS	51
7.2	ANHÄNGE	54
7.2.1	„Wovon hängt der Widerstand eines Drahtes ab?“	54
7.2.2	„Wann schwimmt ein Körper?“	55
7.2.3	Das Gesetz des Archimedes.....	56
7.2.4	Wir verschaffen uns einen groben ÜBERBLICK!.....	57
7.2.5	Parallelschaltung von zwei Widerständen.....	58
7.2.6	Wie lautet das Hebelgesetz?.....	59
7.2.7	Hebel in deinem Alltag!	60
7.2.8	Interaktive Übungen zum Hebelgesetz.....	61
7.2.9	Wir analysieren Schaltungen.....	62
7.2.10	Drei Lämpchen.....	63
7.2.11	Der elektrische Stromkreis.....	64
7.2.12	Der Fragebogen zu „Wann schwimmt ein Körper?“.....	65
7.2.13	Der Fragebogen „Widerstand eines Drahtes“.....	66
7.2.14	Fragebogen zum Arbeiten mit dem Computer.....	67

1 EINLEITUNG

Medien gehören zur natürlichen Umgebung der Schüler¹ - sie prägen ihre Erfahrungsmöglichkeiten und -grenzen und waren schon immer Teil einer Didaktik. Sie sind eine sinnvolle didaktische Hilfe, haben keine primäre Rolle beim Lernen zu erfüllen und sollen keinesfalls didaktisch qualifizierte Fachkräfte ersetzen. Digitale Medien bieten die technische Plattform für neuartige Bildungsangebote. Die Hoffnungen und Erwartungen, die mit diesen Techniken im Bildungsbereich verknüpft werden, sowie das öffentliche Interesse, das diesen Technologien entgegengebracht wird, sind groß. Den neuen Medien wird eine besondere Qualität für das Lernen zugesprochen. Mit Multimedia soll das Lernen viel effektiver sein und Multimedia soll die Motivation der Lernenden automatisch erhöhen. Können computerbasierte Angebote zur Verbesserung schulischen Lernens und Lehrens beitragen?

Die Diskussion über die Nutzung von elektronischen Werkzeugen und Medien hatte einen ersten Höhepunkt in der bildungstechnologischen Epoche in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts. Mit dem Aufkommen des World Wide Web und dem damit sprunghaft angestiegenen Interesse am Internet, erlebte auch das Lernen am Computer eine Renaissance mit einer Neuorientierung, die die Abkehr vom Computer als Lehrerersatz hin zum Medienlieferanten sowie Lern- und Kommunikationswerkzeug widerspiegelt (vgl. [24]).

Klassische Unterrichtsmedien sollen heute zunehmend durch so genannte „Neue Medien“ ergänzt werden, in allen Lernbereichen und Fächern, in allen Jahrgängen von der Grundschule bis hin zur beruflichen Bildung. Lehrer werden zunehmend mit unterrichtsunterstützenden Multimedia-Produkten konfrontiert, deren Einsatzmöglichkeiten sie häufig wegen mangelnder Erfahrungen im schulischen Einsatz nicht eindeutig beurteilen können. In immer mehr Grundschulen finden wir Multimedia-Computer im Klassenraum, oder Schulen vernetzen sich; im Unterricht werden die Möglichkeiten des Internets aufgegriffen, oder es werden Lernprogramme auf CD-ROM angeschafft. Diese Entwicklungen machen deutlich, dass den neuen Medien eine besondere Qualität für das Lernen zugesprochen wird.

Es wird also notwendig, nach dem Erfolg des Lernens mit neuen Medien zu fragen und sich mit den Konzepten, die um das Lernen mit neuen Medien kreisen, auseinander zu setzen. Die heute zur Verfügung stehenden Medienarten und digitalen Werkzeuge müssen mit Hilfe von didaktischem Sachverstand zu Lernmedien und Lernwerkzeugen gemacht werden, wobei der Einsatz durch die Erfordernisse des Lernens und Lehrens und nicht durch technische Aspekte bestimmt wird.

Auch wenn die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass eine einfache und eindeutige Mehrwertzuschreibung an neue Lehr- und Lernverfahren eine unerfüllbare Hoffnung bleibt, möchte ich in meiner Arbeit mit Hinweisen auf konkrete unterrichtspraktische Beispiele und mit Darlegung von Argumenten meinen Lehrerkollegen Mut machen, sich auch auf diesen in der Praxis nicht einfachen Weg zu begeben und eigene Erfahrungen zu machen.

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit verwende ich überall dort, wo eine geschlechtsindifferente Ausdrucksweise nicht möglich ist, nur die männliche Form, verstehe aber darunter das Ansprechen beider Geschlechter.

Erfolgreiches Lernen und damit verbundenen Wissenserwerb verstehe ich unter Bezug auf konstruktivistische Lerntheorien als aktiven, selbst gesteuerten, konstruktiven und sozialen Prozess.

In den folgenden Ausführungen möchte ich mein Verständnis von Lehr- und Lernprozessen und meine Einschätzung des Potenzials neuer Medien darlegen und damit meine praktische Arbeit zur Frage „Wie ändert sich die pädagogische Praxis durch den Einsatz neuer Medien?“, theoretisch fundieren. Ich werde aufzeigen, wie mich die theoretische Auseinandersetzung mit dem Thema zur Formulierung von Zielen und Erwartungen und schließlich zur praktischen Umsetzung in meiner Unterrichtspraxis im Physikunterricht an einer AHS geleitet hat. Aus der nachfolgenden Evaluation und Reflexion habe ich Aufgaben und Herausforderungen für meine weitere Arbeit im angeführten Praxisfeld formuliert.

Für die Qualität eines Lernangebotes sind vor allem die Lernvariablen bestimmend. Multimedia ist keine Qualität an sich, bietet auch kein fertiges Wissen, das nur noch aufzunehmen ist, sondern ist Material und System, das Erfahrungen zum selbstständigen Aufbau von Wissensstrukturen ermöglicht und damit faszinierende Aspekte eröffnet. Es kommt vor allem darauf an, wie gut das Lernangebot inhaltlich, methodisch und situativ auf die Bedürfnisse des Lernenden abgestimmt ist. Nur dann, wenn der Lernende durch die Interaktionen mit dem Lernmaterial aktiv sein kann und will, und so die aktive Verknüpfung neuer Informationen mit bereits vorhandenem Wissen gefördert wird, wird letztlich auch vollständiges Lernen ermöglicht.

Lernen mit neuen Medien wird dann effizienter, wenn es gelingt im Unterschied zur traditionellen Unterrichtssituation, wo im Allgemeinen versucht wird, den Ansprüchen eines durchschnittlichen Lerners gerecht zu werden, durch Weckung der richtigen Fragen im Lerner den individuellen Lernprozess in Gang zu setzen. Die Hauptaufgabe des didaktischen Designs beim Entwickeln multimedialer Lernumgebungen sehe ich daher darin, gelungen aufgebaute und programmierte Lernanwendungen mit einer entsprechenden pädagogischen Einbettung, die die individuell unterschiedlichen Lernvoraussetzungen berücksichtigt, zu verbinden, wobei nicht übersehen werden darf, dass die Didaktisierung auch ihre Grenzen hat.

In meiner Studie habe ich auch Medienprodukte ausgewählt, die ein relativ hohes Interaktivitätsniveau aufweisen und wo eine hohe Schülerinteraktivität möglich und natürlich auch erforderlich ist. In diesem Kontext verstehe ich unter einer proaktiven Interaktion eine Lernsituation, wo der Lernende nicht nur eine Antwort auf eine gestellte Frage gibt, sondern wo sich diesem zusätzlich zu den didaktisierenden Lehrfunktionen und den Impulsfragen, die durch die Lernumgebung vorgegeben werden, eine Reihe von Fragen selbst stellen, und wo der Lernende möglicherweise auch einen ganz anderen Lernweg geht und selbst gesteuert, selbst kontrolliert sowie explorierend an der Lösung der Aufgabenstellung arbeitet.

Meine Forschungsfragen und deren methodische Verankerung habe ich auf Basis lerntheoretischer Überlegungen, der Einschätzung der Potenziale der neuen Medien sowie auf Forschungsergebnissen zum Lernen mit neuen Medien formuliert und entsprechende Hypothesen aufgestellt und mit Methoden der Aktionsforschung bearbeitet.

Weiter habe ich mich mit dem pädagogisch-didaktischen Einsatz von Bildungsmedien auseinandergesetzt, wobei ich den Akzent vor allem auf die Funktionen digitaler Medien im Lern-Lehr-Prozess gelegt habe und herausgearbeitet habe, dass mir bei der Einschätzung der Chancen und Grenzen des Lernens und Lehrens mit Neuen Medien im Sinne meiner Forschungsfragen ganz besonders die differenzierte Betrachtung der unterschiedlichen Interaktivitätsniveaus wichtig erscheint.

Ich bin der Meinung, dass der Einsatz von neuen Medien nicht eine gänzlich neue Didaktik erfordert, dass uns Lehrenden aber schon bewusst sein muss, dass Lernen mit neuen Medien anders funktioniert als eine personale Unterweisung, damit anderen Gestaltungsprinzipien unterliegt und die reine Nachahmung personalen Unterrichts als Ersatz von Lehrpersonen nicht adäquat ist. Damit werden für mich die Grenzen und Schwierigkeiten der Didaktisierung der von mir konzipierten mediengestützten Lernangebote deutlich. Ich sehe aber auch die neuen Möglichkeiten und Herausforderungen und versuche einen Weg zur mediendidaktischen Konzeption zu erschließen und die didaktisch aufbereiteten Lehr- und Lerninhalte in einem medialen Lernangebot zu organisieren.

Den praktischen Einsatz von neuen Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht beschreibe ich an neun konkreten Beispielen aus meiner Unterrichtsarbeit. Es zeigt sich, dass Multimedia besonders den aktiven, selbstgesteuerten und selbstverantwortlichen Lerner, unterstützt.

Besonders danken möchte ich den Schülerinnen und Schülern, die durch ihre sorgfältige Beantwortung der ausführlichen Fragebögen und das Verfassen schriftlicher Reflexionen die Entstehung dieses Berichtes ermöglicht haben und nicht zuletzt bedanke ich mich sehr herzlich bei Herrn Univ.Prof. Dr. Ossimitz von IMST², der mir wichtige Anregungen gegeben hat.

2 ENTWICKLUNG EINES AUSGANGSPUNKTES

Lernen bleibt auch beim Lernen mit Neuen Medien ein höchstpersönlicher Prozess – und ein mühsamer dazu.“ (zit. nach Ortner, 2002b)

2.1 Motivation für das Projekt

Der Ausgangspunkt für meine Studien war die Fragestellung „Brauchen neue Medien neuen Unterricht?“ Ich gehe davon aus, dass der Einsatz neuer Medien Auswirkungen auf die Inhalte, das Methodenkonzept und die Lehrerrolle im Unterricht hat. Neuen Medien weise ich auch besondere Merkmale² zu, die für einen erfolgreichen und sinnvollen Einsatz beim Lernen und Lehren berücksichtigt werden sollen:

- die Möglichkeit der interaktiven Nutzung, d.h. der Nutzer ist nicht nur Empfänger, sondern kann durch eigene Eingaben Inhalte bzw. Aktionen auslösen
- die integrative Verwendung von verschiedenen Medientypen: dynamische (Video, Audio) werden mit statischen (Texte, Bilder) kombiniert
- Der Vorteil der Neuen Medien gegenüber traditionellen Medien ist die leichte Integrierbarkeit von verschiedenen Medientypen und der leichte Zugriff auf einzelne Sequenzen z.B. bei wiederholtem Betrachten. Bei den traditionellen Medien benötigte man für jedes Medium ein Gerät.

2.2 Institutionelle Gegebenheiten

Das Projekt wurde am Gymnasium Sacre Coeur Pressbaum im Schuljahr 2003/2004 mit fünf verschiedenen Klassen im Unterrichtsfach Physik durchgeführt. Es waren dies drei zweite Klassen mit insgesamt 85⁵³ Schülern (Schülerinnen in Hochzahlen) und zweite dritte Klassen mit insgesamt 48²⁶ Schülern.

Im Wintersemester des Schuljahres 2003/2004 hatte ich begonnen für die genannten Klassen elektronische Communities auf www.schule.at einzurichten. Für die Schüler handelte es sich um ein freiwilliges Zusatzangebot, das allerdings nur von etwa 50% der Schüler angenommen und von einem noch geringeren Anteil mehr oder weniger aktiv genutzt wurde. Ich hatte keine allzu großen Erwartungen und betrachtete in dieser Pilotphase schon das Faktum, dass sich so viele Schüler aktiv um eine Mitgliedschaft auf der entsprechenden Plattform beworben haben, als einen großen Schritt auf dem Weg zu einem selbst verwalteten, eigenaktiven Lernen.

Darüber hinaus hatte ich seit Schulbeginn in diesen Klassen in mehreren Unterrichtsphasen immer wieder Lernsoftware und Internet eingesetzt. Für die Lernenden waren daher die Unterrichtssituationen mit Einsatz Neuer Medien, die in dieser Studie evaluiert werden, nicht ganz neu und vor allem nichts Besonderes. Diese Anmerkung erscheint mir wichtig, da ich davon ausgehe, dass der Neuigkeitseffekt bei den erhobenen Daten keine Rolle spielt. Der Umgang mit dem Computer hat für die

² die folgenden Aufzählungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit

Schüler längst an Faszination verloren. Sie wissen und haben schon akzeptiert, dass der Computer in der Schule als Arbeitsmittel zum Lernen eingesetzt wird und dass diese Art des Lernens durchaus anstrengender sein kann, als eine andere konventionelle Unterrichtsform.

Meine empirischen Auswertungen stützen sich auf neun Lernsituationen im Präsenzunterricht. Ich habe bewusst auch virtuelle Experimente ohne längere Textpassagen ausgewählt, um für alle Schüler annähernd gleiche Ausgangsvoraussetzungen herzustellen, da einige Schüler Schwierigkeiten bei der Rezeption und Verarbeitung von textlichen Ausführungen haben und selbst das Lesen am Bildschirm für manche noch eine große Herausforderung darstellt.

Die inhaltliche Auswahl der konkreten Lernaufgaben, die der Untersuchung zugrunde liegen, war willkürlich und lässt sich nur damit erklären, dass die Themenbereiche zum Untersuchungszeitpunkt gerade im Unterrichtsplan aktuell waren und ich dazu geeignete multimediale Materialien gefunden hatte.

2.3 Problemstellungen und Herausforderungen

Der Einsatz von neuen Medien erfordert nicht eine gänzlich neue Didaktik. Es muss uns Lehrenden aber schon bewusst sein, dass Lernen mit neuen Medien anders funktioniert als eine personale Unterweisung, damit anderen Gestaltungsprinzipien unterliegt und die reine Nachahmung personalen Unterrichtens als Ersatz von Lehrpersonen nicht adäquat ist. Damit werden aber auch die Grenzen der Didaktisierung von Medien gestützten Lernangeboten deutlich. *„Die gestaltungsorientierte Medien- didaktik geht vielmehr davon aus, dass didaktische Qualität zustande kommt, wenn die Konzeption, Entwicklung und Einführung des Mediums als Element einer Lern- umgebung ein Bildungsproblem angemessen adressiert“* (Kerres, 2001, S. 54).

2.3.1 Vorgaben durch den Lehrplan und Folgerungen

Die Lehrpläne formulieren bereits Ansprüche an den Einsatz der neuen Medien, die in der gegenwärtigen Schulwirklichkeit oft schwer realisierbar scheinen. Mag. Reinhard Wieser vom PI des Landes Tirol (vgl. Wieser) fordert z.B. „Brainware vor Hardware“ und vermisst geeignete und umfassende Rahmenbedingungen für den Einsatz von neuen Medien in der Schule.

Die Voraussetzungen für den Einsatz von multimedialen Programmen und die Konsequenzen für die Schule sind:

- entsprechende technische Ausstattung
- Weiterbildungsangebote für die Lehrer
- Bereitschaft der Schüler zu mehr selbständigem Lernen
- Der PC sollte im Klassenzimmer stehen, nicht in einem eigenen EDV-Raum, da sonst der Einsatz wegen organisatorischer Probleme (Ist der Raum frei? Raumwechsel) oft unterbleibt.
- eventuell Abschied vom Fachunterricht und von 50-min-Stunde
- Schule braucht neue Struktur: mehr dynamisches, kooperatives Lernen
- traditionelle Medien können und müssen vielfach ersetzt oder ergänzt werden

- Der Lehrer kann wieder mehr pädagogisch arbeiten und weniger reine Wissensvermittlung (wird dem PC übergeben) betreiben.

2.3.2 Begriffsbestimmungen

2.3.2.1 Was sind Neue Medien?

Aufenanger versteht unter "neue Medien"

„...alle Formen der Wissensaufbereitung oder der Informationsvermittlung, die in digitalisierter Form über Computer oder Internet erreichbar sind und die sich durch eine hypermediale Struktur auszeichnen. Letzteres meint, dass es sich um einen nicht-linearen Text handelt (Hypertext), der verschiedene Medien in einer einzelnen Präsentation integriert (Multimedia) und der interaktiv verwendet werden kann. Solche hypermedialen Texte haben nach Weidenmann eine dreifache Struktur: Sie sind multi-medial (verschiedene Medien), multicodal (verschiedene Codierungen und Symbole) sowie multi-modal (verschiedene Sinne werden angesprochen)“ (Aufenanger, 1999).

2.3.2.2 Was ist Lernen?

Mediendidaktische Entscheidungen werden in der wissenschaftlichen Diskussion sehr oft mit der Auswahl eines lerntheoretischen Ansatzes gleichgesetzt. Wie weit aber hängt die Frage des didaktisch sinnvollen Einsatzes von Medien wirklich vom lerntheoretischen Ansatz ab? Durch die Beschäftigung mit der relevanten Literatur ist mir deutlich geworden, dass sich die Ansätze weniger paradigmatisch unterscheiden, sondern nur einen unterschiedlichen Fokus der Analyse anlegen.

Ich möchte Lernen als aktiven Prozess des Lerners betrachten, und Wissen als sein Ziel und Ergebnis verstehen. Wissen betrachte ich nicht als statischen Bestand, sondern als komplexes, vernetztes und dynamisches System.

Nach der „3E-Didaktik nach Prof. Ortner“ (vgl. [27]) erfolgt vollständiges Lernen und Aneignung von Wissen auf drei Ebenen:

Ebene 1	<u>E</u> rfahren und <u>E</u> rkennen Man muss zunächst bestimmte Dinge erfahren, um sie erkennen zu können.
Ebene 2	<u>E</u> inordnen und <u>E</u> insehen Man muss etwas in sein bisheriges Wissen einordnen, um es dann einsehen, d. h. verstehen zu können.
Ebene 3	<u>E</u> inprägen und <u>E</u> rinnern Erst wenn man sich etwas eingepägt, d. h. in seinem Gedächtnis verankert hat, ist es möglich, sich später z. B. im Anwendungsfall daran zu erinnern.

2.3.2.3 Von der Instruktion zur Konstruktion

Die *instruktionistische* Lernphilosophie geht überwiegend von einem passiven Lernenden aus, dem didaktisch geschickt aufbereitetes Lernmaterial angeboten wird. Der Lehrende dagegen ist aktiv und reguliert den Zugang zum Wissen. In computerbasierten Lernumgebungen sind die Aufgabenstellungen meist so aufgebaut, dass die Anwender kurze Lerneinheiten angeboten bekommen und dann dazu abgefragt werden.

Das Lernen mit neuen Medien wird vielfach auch mit einer neuen Lernphilosophie verbunden, die sich am Konstruktivismus orientiert. Die *konstruktivistische* Lernphilosophie betont die Bedeutung der Konstruktion von Wissen. Dieses Wissen wird nicht einfach vermittelt, sondern in den Köpfen der Lernenden hergestellt bzw. konstruiert. Damit bekommen diese auch eine aktive und die Lehrenden eine eher beratende, unterstützende Rolle. Aus der Perspektive dieses Ansatzes sind also bei den neuen Medien nicht nur die Inhalte entscheidend, sondern ebenso die pädagogischen Arrangements. Man spricht deshalb auch weniger von einer Lernsoftware bzw. einem Lernprogramm sondern vielmehr von Lernumgebungen (learning environments), um deutlich zu machen, dass es beim konstruktivistischen Lernen auf das Zusammenspiel von Lehrenden, Lernenden und der Sache selbst ankommt.

Aktive Wissenskonstruktion in Eigenverantwortung schließt allerdings systematische Wissensvermittlung und instruktionale Unterstützung der Lernenden keineswegs aus – erst beides zusammen gewährleistet wirksame Lernprozesse. Nach meiner Einschätzung und Erfahrung hängt der notwendige Didaktisierungsgrad ganz wesentlich von der Lage der Wissensbasis und der intrinsischen Motivation der Lernenden ab.

2.3.2.4 Von der Information zum Wissen

Der Weg von der Information zum Wissen ist beschwerlich (vgl. Wirth, 2000). Die gigantische Menge an Information, die lediglich external ist, steht uns nicht als Wissen zur Verfügung. Erst wenn wir Informationen wahrgenommen, verarbeitet und weiter mit Bedeutung versehen haben, haben wir sie in Wissen umgewandelt. Wissen ist internal, d.h. an Personen gebunden, die dieses Wissen erworben haben. Wirth versteht Information als subjektiv mögliches Wissen und Wissen als individuell angeeignete Information. Dieser Transformationsprozess ist sehr komplex und hängt stark von unserem motivationalen und kognitiven System ab.

Der Psychologe Werner Kroeber-Riehl hat ausgerechnet, dass zwischen 95% und 99% der täglich produzierten Information auf Grund unserer begrenzten Verarbeitungskapazitäten ungenutzt bleiben müssen (vgl. [39]). Zur Kompetenz der effizienten Integration von Information zu Wissen muss daher noch die Fähigkeit einer effizienten Informationsselektion in Form eines Metawissens hinzukommen.

Unter diesen Paradigmen erhält Multimedia für das schulische und außerschulische Lernen einen neuen Stellenwert. Multimedia kann dann nicht mehr nur als Mittler und Wissensüberträger angesehen werden, sondern erhält die Funktion eines Werkzeugs und Hilfsmittels, das es Menschen ermöglichen kann, damit individuelles Wissen zu konstruieren.

Multimedia ist keine Qualität an sich, bietet auch kein fertiges Wissen, das nur noch aufzunehmen ist, sondern ist Material und System, das Erfahrungen zum selbstständigen

digen Aufbau von Wissensstrukturen ermöglicht und damit faszinierende Aspekte eröffnet.

Diese neue Qualität wird durch die Worte Lernwelt und Lernumgebung beschrieben. Dem Lerner werden Welten geboten, in denen er sich bewegen kann, in denen er Muster findet, Strukturen, denen er nachgehen kann, Anregungen, die in ihm Fragen erzeugen und ihm helfen, Antworten zu finden. So wird er nicht in einer bestimmten Reihenfolge mit dargebotenen Fakten überhäuft, sondern es wird ihm geholfen, Dinge zu entdecken, sein Netzwerk im Kopf zu erweitern oder umzustrukturieren. (vgl. Frank Thissen, 1997)

2.3.3 Die Potenziale Neuer Medien

2.3.3.1 Eigenverantwortliches Lernen

Vollständiges Lernen muss in weiten Teilen als eigenverantwortliches Lernen verstanden und gefördert werden. Die Bereitschaft und Fähigkeit einen eigenverantwortlichen Umgang mit neuen Medien zur Transformation von Information in Wissen zu praktizieren, sehe ich als eine der wichtigsten Anforderungen an ein lebensbegleitendes Lernen. Lernende müssen durch entsprechend gestaltete Lehr- und Lernumgebungen aktiv darin unterstützt werden, entsprechende Fähigkeiten und Fertigkeiten während der Schul- und Studienzeit zu entwickeln und in der Weiterbildung anzunehmen.

2.3.3.2 Persönliches Wissensmanagement

Durch die Digitalisierung von Lehr-Lernmaterialien und deren Gestaltung zu multimedialen und modularen Ressourcen für das Selbststudium können die Phasen des personalen Unterrichts von reinen Wissensvermittlungsprozessen entlastet werden. Dadurch werden nicht nur Kompetenzen zum persönlichen Wissensmanagement entwickelt, sondern es wird Raum und Zeit für vertiefende Dialoge, Diskussionen und sozialen Austausch in der gemeinsamen Präsenzveranstaltung geschaffen.

2.3.3.3 Miteinander und voneinander lernen

Auch wenn Lernen auf den ersten Blick vor allem ein individueller Prozess ist, spielen soziale Aspekte im Hinblick auf erforderliche Teamfähigkeit und die Bereitschaft zum Wissens- und Erfahrungsaustausch im zukünftigen Berufsfeld eine große Rolle. Kooperatives Lernen und Problemlösen sowie Prozesse, die die Entwicklung einer Lerngemeinschaft fördern, sollen in der Aus- und Weiterbildung erfahrbar und praktikierbar gemacht werden. Verteilte Expertise und shared cognition infolge einer Ko-Konstruktion von Wissen können in sozialen Kontexten wie Gruppenarbeit, teamorientierter Projektarbeit, Tutorensystemen oder Lerntandems realisiert werden. Erforderliche Anleitungen und Unterstützungen müssen den Lernenden gegeben, individuell angepasst und bei Bedarf ausgeblendet werden. Über Computernetze können kommunikative und kooperative Aktivitäten den herkömmlichen sozialen Kontext in der Ausbildung und Weiterbildung von Lehrern bereichern.

2.3.3.4 Visualisierung und Simulation

Die neuen Medien bieten auch für die „klassischen Aspekte“ der Wissensvermittlung und instruktionalen Unterstützung zahlreiche Möglichkeiten zur Visualisierung und Simulation von Zusammenhängen und Abläufen und tragen damit zu einer Steigerung der didaktischen Qualität der systematischen Wissensvermittlung bei.

2.3.3.5 Neue Lehrerrolle

Die Gestaltung multimedialer Lernumgebungen macht auch einen Wandel im Verständnis der Lehrerrolle, die nicht mehr auf traditionelle Aufgaben wie Informationspräsentation und Wissensvermittlung beschränkt werden kann, sondern in zunehmendem Maße Funktionen wie Beratung und Unterstützung eigenverantwortlicher und sozialer Lernprozesse seitens der Lernenden umfasst, unerlässlich.

Der Einsatz von interaktiven Medien im Unterricht fördert nicht nur die fachliche Kompetenz, sondern in einem besonderen Maße die Möglichkeiten der Schüler, eigene theoretische Ideen zu formulieren und zu erproben. Die qualitativen Unterrichtsanteile werden verstärkt und begriffliche Grundstrukturen in den Vordergrund gestellt. Die Behandlung lebensweltlicher Phänomene im Unterricht wird unterstützt und die Verzahnung von Theorie, Empirie und dem Experimentieren mit Ideen sowie fächerübergreifendes Lernen ermöglicht und begünstigt. Damit werden auch an den Lehrer in mehrfacher Hinsicht neue Anforderungen gestellt:

- Der Lehrer muss sich mit den Schülervorschlägen intensiver auseinandersetzen als im traditionellen Unterricht – es erfordert ein flexibles Denken in mehreren Lösungen. Während der Lehrer im traditionellen Unterricht rasch erkennt, ob eine eingeschlagene Schülerlösung richtig ist, so ist dies beim Umgang mit Programmen je nach Komplexitätsgrad nicht so schnell möglich. Häufig ist ein intensives Eindenken in die Lösungsansätze der Schüler notwendig, um Fehler und Lücken zu finden.
- Der Lehrer muss sich mit allen organisatorischen Problemen (Hardware- und Software-Ausrüstung, Raumfrage, Zeitfrage, Software-Beschaffung, extreme Divergenz in Computervorkenntnissen, ...) im Umfeld des Computereinsatzes beschäftigen.

2.3.4 Der pädagogisch-didaktische Einsatz von Bildungsmedien

Baumgartner und Payr (1999, S. 137) gehen von der These aus, dass sich in jeder Bildungssoftware ein theoretisches Lernmodell niederschlägt, d.h. dass in jeder Lernsoftware ein pädagogisches und didaktisches Modell implementiert wurde.

„Unter Lernsoftware verstehen wir Software, die eigens für Lehr- und Lernzwecke programmiert wurde und deren hauptsächlichster Zweck der Einsatz im Bildungsbereich darstellt. Bildungssoftware hingegen fassen wir etwas allgemeiner, da wir darunter alle Arten von Software verstehen, die sich für Bildungszwecke verwenden lässt“ (Baumgartner & Payr, 1999, S.137).

Diese Definition spiegelt die Auffassung wieder, dass Lernen nicht bloß auf die Aneignung besonders didaktisch aufbereiteter Inhalte zu reduzieren ist, sondern dass zwischen einem didaktisierten Lernprozess und dem natürlichen Erwerb von Fertigkeiten differenziert werden sollte. Mit der Frage des Didaktisierungsgrades möchte ich in meiner praktischen Untersuchung auseinander setzen, wobei es mir weniger darum geht, Medien ausschließlich als Mittel zur Erreichung fachlicher Lehr- und

Lernziele einsetzen, sondern den Fokus auf die Lernprozesse beim Schüler zu richten.

Kerres (vgl. [17], S. 21) sieht Bildungsmedien immer in Relation zum einem Bildungsprozess bzw. einem Bildungsanliegen oder Bildungsproblem. Daraus folgert er, dass die Qualität eines Bildungsmediums nur im kommunikativen Zusammenhang, in dem das Medium Verwendung findet, ermittelt werden kann und nicht anhand von produktbezogenen Kriterien.

Für mediendidaktische Fragestellungen ist es deshalb wichtig, zwischen Medientechnik und Mediensystemen (Bildungsmitteln) einerseits und didaktisch aufbereiteten Inhalten (Bildungsmedien) andererseits zu unterscheiden. Im Folgenden soll daher der Begriff Bildungsmedium im Sinne eines Lehr-Lern-Mediums verstanden werden.

Ein Bildungsmittel wird erst dann zu einem Bildungsmedium, wenn es mit einer didaktischen Intention hergestellt und eingesetzt wird. Mit den heutigen technischen Möglichkeiten wird es dem Lehrer grundsätzlich möglich, immer mehr didaktische Medien selbst „herzustellen“, d.h. nach seinen didaktischen Vorstellungen zu konzipieren und zu entwickeln und nicht nur das hoffentlich „richtige Medienprodukt“ auszuwählen und im unterrichtspraktischen Einsatz zu nutzen.

2.3.5 Vom Unterrichtsmedium zu komplexen Lernumgebungen

Die neuere Mediendidaktik betrachtet nicht mehr vorrangig den Medieneinsatz im konventionellen Unterricht, sondern in verschiedenen Lernszenarien. Mediale Lernumgebungen sind planmäßig gestaltete Arrangements, in denen auf Grundlage technischer Medien möglichst lernförderliche Bedingungen geschaffen werden und stellen damit einen wesentlichen Bestandteil aktueller Bildungskonzepte dar.

Besonders interessant für mediengestützte Lernangebote sind digitale Multimedia-Systeme in einer Lernumgebung, die nicht nur eine materielle Umgebung mit einer bestimmten technischen Ausstattung darstellt, sondern auf den sozialen Kontext, in dem Lernen stattfinden soll, verweist. Um den Erfolg des mediengestützten Lernens zu sichern, sind unterschiedliche personale Unterstützungsangebote notwendig. Die lernförderliche Infrastruktur kann sich nicht nur auf das Bereitstellen von Mediensystemen beschränken, sondern bedarf didaktisch aufbereiteter Lernangebote und geht damit wesentlich über die Konzeption eines computergestützten CBT- Programms hinaus.

In den Mittelpunkt einer mediendidaktischen Konzeption einer Lernumgebung rückt die gesamte „physikalisch-soziale“ Infrastruktur und deren Potenzial zur Anregung von individuellen oder kollektiven Lernprozessen (vgl. Kerres, 2001).

2.3.6 Forschungsergebnisse zum Lernen mit neuen Medien

Aufenanger (vgl. [1]) macht in einem Artikel in der Zeitschrift „Medienpraktisch“, wo er sich mit Forschungsergebnissen und Lernphilosophien zum Lernen mit neuen Medien auseinandersetzt, deutlich, dass Forschungsergebnisse vorsichtig zu interpretieren sind, da die Studien zu Lernprogrammen den Entwicklungen immer hinterher hinken, d.h., wenn ein Programm evaluiert worden ist, dann sind schon neuere mit besseren Entwicklungen auf dem Markt, da die Komplexität der multimedialen

Anwendungen es schwer macht, die relevanten Faktoren für optimales Lernen zu bestimmen und da nicht zuletzt die Methoden oftmals sehr fragwürdig sind.

Es wird ein gewisser Trend deutlich gemacht, der sich dahingehend charakterisieren lässt, dass die anfängliche Euphorie, die die neuen Medien bei manchen bewirkt hat, nun doch auf einen realistischen Boden zurückgeholt wird. Aufenanger hält fest, dass diejenigen, die sich mit der empirischen Forschung beschäftigen, skeptischer gegenüber den Lernpotenzialen der neuen Medien geworden sind und dass wir noch weit davon entfernt sind, genaueres über die Optimierung von Lernprozessen mit Hilfe von Computern und Internet zu wissen. Dies möchte er aber nicht als eine Entmutigung verstanden wissen, sondern vielmehr als Ermutigung, noch gezielter die Bedingungen des Lernens mit neuen Medien zu erforschen und dabei die vielfältigen Faktoren, die das neue Lernen mit neuen Medien beeinflussen, zu berücksichtigen.

Einige Forschungsergebnisse³, die für meine praktische Arbeit relevant sind, möchte ich im Folgenden kurz skizzieren:

- Es gibt positive Wirkungen von Illustrationen auf das Behalten von Text. Bilder, die Texte ergänzen, in dem sie bestimmte Sachverhalte verdeutlichen, helfen bei der Wissensaufnahme aber nur, wenn sie optimal gestaltet sind. D.h. etwa, dass sie anschaulich, gut beschriftet, nicht überladen und nicht zu komplex sein dürfen. Gleiches gilt natürlich auch für Darstellungen in hypermedialen Anwendungen.
- Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen thematischem Interesse und Wissenserwerb. Dies ist besonders für den pädagogischen Alltag in Schulen wichtig. Die best gemachte hypermediale Lernanwendung kann relativ wenig bewirken, wenn kein Interesse am dargestellten Thema vorhanden ist.
- Schwache Lerner lernen besser in einer hoch strukturierten Lernsituation, während starke Lerner auch von einer wenig strukturierten Lernsituation profitieren. Dies gilt besonders für hypertextuelle Anwendungen, die den Lernenden zwar die Möglichkeit geben, sich selbst einen Lernweg zu wählen oder zusammenzustellen, die aber schwache Lerner vor die schwierige Aufgabe der Strukturierung des Angebots stellen.
- Möglichkeiten zur Interaktivität fördern eine aktive Auseinandersetzung mit multimedialen Angeboten. Je stärker Lernende sich in Lernanwendungen "einbringen" können, desto attraktiver wird die Anwendung und motiviert auch zum Lernen. Interaktivität kann dabei Verschiedenes heißen, wie etwa Anmerkungen und Kommentare einfügen, Texte schreiben oder auswählen zu können.
- Die Instruktionmethode hat Vorrang vor der Präsentationsweise. Dies ist eines der wichtigsten Ergebnisse, die die bisherige Forschung über das Lernen mit neuen Medien hervorgebracht hat. Damit ist gemeint, dass die Pädagogik immer noch die wichtigste Rolle spielt und selbst eine gelungen aufgebaute und programmierte Lernanwendung kaum etwas bewirken kann, wenn nicht eine entsprechende pädagogische Einbettung damit verbunden ist.

³ die folgenden Zitate sind der Zeitschrift „Medienpraktisch“ – Heft 4/99 entnommen

2.3.7 Formulierung der Forschungsfragen und ihre methodische Verankerung

Gegenstand des empirischen Teils dieser Arbeit sind die Handlungs- und Lernprozesse und die Sichtweisen von Schülerinnen und Schülern einer 6. und einer 7. Schulstufe einer allgemein bildenden höheren Schule im Verlauf ihrer Arbeit mit multimedialen Lernumgebungen.

Mein Untersuchungsvorhaben hat eine Nähe zum Forschungsansatz der Lehrerforschung, die eine Tradition der Erforschung und systematischen Untersuchung der schulischen Praxis durch Lehrer und Lehrerinnen selbst darstellt, mit dem Ziel zu einem vertieften Verständnis der Praxis sowie zu einer Verbesserung von beruflichen Situationen zu gelangen. Durch Aufarbeitung und Verbreitung von reflektierten Erfahrungen soll das Wissen der Profession insgesamt vermehrt und damit ihr professioneller Status gesichert und weiterentwickelt werden. Dabei beziehen sich die Fragen des forschenden Praktikers sowie die sich daraus entwickelnde Forschung vor allem auf den Kontext des eigenen Unterrichts, in meinem Fall lag der Fokus auf dem Einsatz von multimedialen Lernumgebungen beim Lehren und Lernen.

Das Wesentliche dieser Form der Forschung sind nicht die angewandten Methoden, sondern das In-Gang-Setzen eines Prozesses, bei dem Handeln in der Praxis und Reflexion dieser Erfahrungen stetig und immer wieder aufeinander bezogen werden. Der Untersuchungsfrage wird unter Verwendung von Methoden aus der quantitativen wie der qualitativen Forschung – z.B. Beobachtung, Interview oder Fragebogen – im Praxisfeld nachgegangen. Die schriftlich festgehaltenen Daten über den Problemzusammenhang werden ausgewertet und analysiert.

Als Folge der Reflexionen können Handlungskonzepte entworfen werden, um verändernd in die Praxis einzugreifen und aus den reflektierten Erfahrungen mit einer veränderten Praxis kann die Wirksamkeit einer pädagogischen Maßnahme systematisch untersucht und evaluiert werden. So werden nicht nur wie in der traditionellen wissenschaftlichen Forschung distanzierte „Reflexionen-über-die-Handlung“ zur Erkenntnisgewinnung genutzt, sondern auch Reflexionen, die in der Handlung geschehen. Die eigene Praxis wird damit zu einer Prüfung der bisherigen Forschung. Der Praktiker kann durch Rekonstruktion und Reorganisation eigener Erfahrungen sowohl Handlungssituationen neu verstehen, als auch durch systematisches und reflexives Durchlaufen einer Reflexion-Aktions-Spirale die unterrichtliche Praxis verändern und so zu einem veränderten Selbstverständnis des Lehrerseins gelangen.

Entscheidend für die Qualität der Ergebnisse ist die Fähigkeit des forschenden Lehrers auch in reflexive Distanz zum Forschungsfeld zu gehen und damit zu allgemeinen Erkenntnissen, z.B. wie in meinem Fall über die Möglichkeiten und Veränderungen beim Lehren und Lernen mit neuen Medien, in der wissenschaftlichen Diskussion beizutragen. Ich versuche daher die Erfahrungen, Beobachtungen und Daten aus meiner Praxis mit Hilfe wissenschaftlicher Kategorien und Begriffe zu fassen und Theorien zu nutzen, um Beobachtungen der Lern-Lehr-Prozesse zu verstehen und zu erklären und damit zum wissenschaftlichen Diskurs beizutragen.

Aus meinen bisherigen Erfahrungen und Aktions-Reflexions-Prozessen gehe ich bei den Untersuchungsfragen der vorliegenden Studie von den unten angeführten Voraussetzungen aus und formuliere darauf basierend die in Tabelle 1 angeführten Hypothesen meiner empirischen Arbeit.

- Lernen ist nach meiner Vorstellung ein höchst personaler und aktiver Prozess und daher ist erfolgreiches Lernen auf intrinsische Motivation, auf Interesse und auf die aktive Auseinandersetzung der Lernenden mit den Lerngegenständen angewiesen.
- Die eingesetzten Software-Produkte und angebotenen Lernumgebungen, sind stark didaktisiert, lassen aber auch selbst gesteuertes Lernen und eine explorative Auseinandersetzung zu.
- Die Zusammensetzung der verschiedenen Lerngruppen ist sowohl in Bezug auf die Wissensbasis als auch was die persönlichen Lernstile und Herangehensweisen an neue Aufgabenstellungen betrifft, sehr heterogen.
- Lernende eignen sich die angebotenen Lerninhalte nach ihren Regeln und Vorerfahrungen, nach ihren eigenen Verständniszugängen und im Kontext ihrer individuellen Lebenswelt und Leistungsansprüche an – nicht jeder Lerner wird jedes Lernziel in gleichem Ausmaß erreichen
- Jeder Lernende gestaltet auf Grund unterschiedlichen Vorwissens, individueller Neigungen und Interessenlagen seine eigene Lernqualität. Dieser selbst gesteuerte Prozess wird in Bezug auf die Auswahl der Lerngegenstände, die Lernzeit und den methodischen Zugang in hohem Maße vom Lernenden selbst reguliert. Die Lernergebnisse werden individuell stärker differieren als bei herkömmlichen Lehr-Lern-Unterrichtssituationen. Daran kann auch die beste Lernumgebung nur wenig ändern.
- Um für alle Lerner möglichst erfolgreiches vollständiges Lernen zu ermöglichen, muss der Lerninhalt abhängig von der Wissensbasis degressiv didaktisiert werden.

Hypothese A	Die Mehrheit der Lernenden bewertet die technische Handhabung der multimedialen Lernumgebung als „vollkommen oder überwiegend problemlos“.
Hypothese B	Die Mehrheit der Lernenden geht mit Interesse und Neugierde an die Fragestellung heran.
Hypothese C	Ein proaktives Lernverhalten ist stark von der vorhandenen Wissensbasis und von der eigenen Motivation abhängig.
Hypothese D	Die Mehrheit der Lernenden hält sich an die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt und findet diese interessant.
Hypothese E	Die Mehrheit der Lernenden schätzt den individuellen Lernerfolg „sehr hoch oder zumindest hoch“ ein.

Tabelle 1: Die Hypothesen meiner empirischen Arbeit

2.4 Ziele und Erwartungen

Ich ging davon aus, dass es bei den ausgewählten Lernumgebungen im Unterrichtseinsatz keine grundlegenden technischen oder organisatorischen Schwierigkeiten gibt, da entweder die Benutzeroberfläche schon sehr übersichtlich gestaltet ist und damit einen intuitiven Zugang in der technischen bzw. praktischen Handhabung ermöglicht oder die Schüler mit Hilfe einer schriftlichen Erläuterung angeleitet werden.

Da ich die multimedialen Lernsequenzen in allen Versuchsklassen entsprechend angekündigt hatte und die Schüler mit großer Vorfreude ausgestattet waren, erwartete ich, dass die Schüler mit Neugierde und Interesse an die Fragestellung herangehen werden. Durch die Ausstattung der physikalischen Sammlung in meiner Schule wird leider keine Durchführung von Schülergruppenversuchen im Physikunterricht ermöglicht – es gibt nur die Möglichkeit der Demonstration mit und ohne einzelne Schülerbeteiligungen. Von den Schülern wurde in den multimedialen Lernsequenzen erwartet, dass sie in Partnerarbeit sehr individuell und selbsttätig experimentieren, sich als Forscher fühlen und selbst ein Gesetz „entdecken“ sollten.

Keine besonders großen Erwartungen hatte ich allerdings in Bezug auf flächendeckendes selbst gesteuertes und proaktives Lernen, da ich alle Versuchsklassen erst im September 2003 neu übernommen hatte und es sich nach meinen ersten Einschätzungen in der überwiegenden Mehrzahl wohl um sehr disziplinierte Schüler handelte, deren individuelle Wissensbasen, Motivationslagen und eigene Leistungsansprüche aber sehr stark differierten.

Um allen Schülern die Möglichkeit zu geben, diese neue Lernsituation individuell als produktive Sequenz zu erleben, habe ich mich dazu entschlossen, das begleitende Arbeitsblatt so zu gestalten, dass auch die lernschwächeren aber lernwilligen Schülern damit einen inhaltlichen Leitfaden zur Verfügung haben und bin davon ausgegangen, dass diese Schüler die angebotenen und eher stark didaktisierten Lernhilfen auch entsprechend nutzen werden.

Da das virtuelle Experiment zum Schwimmen durch eine Alltagsfrage motiviert wurde, und ich das virtuelle Experiment zur Elektrizität als Vorübung zum Realexperiment, das dann jene Schüler, die im Computerexperiment die notwendigen Kompetenzen erwerben, durchführen könnten, angekündigt hatte, ging ich weiter davon aus, dass auch überwiegend inhaltliches Interesse an den Fragestellungen beobachtet werden kann und dass die überwiegende Mehrheit der Schüler den eigenen Lernerfolg hoch bzw. sehr hoch einschätzen wird.

2.4.1 Funktionen digitaler Medien im Lern-Lehr-Prozess

Für den Lehrer stellt sich die Frage, welche Funktionen die neuen digitalen Medien im Lern- und Lehrprozess übernehmen können.

Nach Kerres ergeben sich je nach Einsatzort und Einsatzziel unterschiedliche Möglichkeiten. „*Sie können zum Beispiel ...*“

- *Lehrende bei der Präsentation von Informationen im Unterricht unterstützen (z.B. zur Visualisierung, zur Anleitung von Lernaufgaben, als Merkhilfe),*

- *personale Lernformen ergänzen oder ersetzen, indem die Be- und Erarbeitung bestimmter, besonders angemessener Inhalte auf Medien verlagert wird,*
- *der Vorbereitung konventionellen Unterrichts dienen, um den Erfolg einer Präsenzveranstaltung zu erhöhen,*
- *interpersonelle Kommunikation zwischen entfernten Lernern sowie Lehrenden und Lernenden ermöglichen,*
- *zu Übungs- und Vertiefungszwecken oder Testzwecken eingesetzt werden“ (Kerres, 2001, S.94).*

In der einfachsten Form werden Medien und digitale Technologien als Werkzeuge genutzt, wobei eine didaktische Aufbereitung des Werkzeuges selbst in der Regel nicht benötigt wird, da das Werkzeug meist selbsterklärend ist. Die Aufgabe des Lehrenden ist es aber, Lernaufgaben zu spezifizieren und die Lernorganisation zu arrangieren, dass die angestrebten Lehr- und Lernziele erreichbar werden.

2.4.1.1 Medien zur Wissenspräsentation

Medien haben in ihrer Funktion zur Darstellung und Organisation von Wissen eine darstellende bzw. realitätsabbildende Funktion.

- Darstellung von Wissen

Mediale Darstellungen wurde lange Zeit in der Didaktik an Hand ihres Abstraktionsgrades von der realen über die modellhafte und bildhafte zur symbolischen Form kategorisiert. Bei digitalen Medien kann die weniger „reale“ Form der Simulation deutlich instruktiver sein als die Aufzeichnung des realen Vorganges, da der Lernende mit den nachgebildeten Objekten und Prozessen explorativ umgehen kann.

- Organisation von Wissen

Mit Medien kann Wissen nicht nur dargestellt, sondern in einer Weise, die das Verstehen und Behalten beim Lernen erleichtert, aufbereitet werden. Durch das Entfernen von Details, das Hervorheben essentieller Bestandteile, sowie durch eine Strukturierung mit Hilfe von Grafiken, Schaubildern, Gliederungen und Hypertext kann die Wissensorganisation und damit das kognitive System unterstützt werden. Diese organisierende Funktion von Medien halte ich für sehr wichtig. Für den Einsatz muss aber überlegt werden, mit welchen Arbeitsanweisungen oder Lernaufgaben der noch nicht sehr selbstständig Lernende zur intensiven Auseinandersetzung mit den dargestellten und aufbereiteten Informationen angeleitet wird.

2.4.1.2 Medien zur Wissensvermittlung

Unter der Voraussetzung, dass Wissen überhaupt vermittelt werden kann, wird Medien die Funktion der Steuerung und Regelung von aktuellen Lernprozessen zugesprochen. So wird zum Beispiel bei der Präsentation eines Films der Lernprozess zeitlich gesteuert, wobei nicht sichergestellt werden kann, dass die zeitlich fest gelegte Darstellung auch mit dem individuellen Lernverständnis korrespondiert. Wenn lernende Person und Lehrinhalte in einer multimedialen Lernumgebung in einem rückgekoppelten System verknüpft sind, wäre zumindest theoretisch ein gewisser Grad an Regelung des Lernprozesses zu erreichen. Damit wären wir bei intelligenten tutoriellen Systemen angelangt, wo die Präsentation des Lehrinhaltes in Abhängigkeit vom Lernfortschritt erfolgt beziehungsweise entsprechend variiert werden kann. In der mediendidaktischen Literatur wird häufig die Frage gestellt, ob und wie weit eine solche Steuerung oder Regelung des Lernprozesses durch das Medium selbst didak-

tisch sinnvoll ist und wie weit es wirklich Sinn macht, die Entwicklung derartig aufwändiger Lernprogramme zu forcieren. Es wurde weiter untersucht, dass die Akzeptanz solcher Systeme, die eine starke Regelung des Lernprozesses durch die Diagnose des Lernfortschrittes anstreben, bei Lernenden vielfach gering ist und dass hypertextuell strukturierte „offene“ Lernumgebungen, die eine stärkere Selbststeuerung der Bearbeitung zulassen, für Lernende attraktiver erscheinen.

2.4.1.3 Medien als Wissenswerkzeuge

Medien und Kommunikationstechniken können als Werkzeuge zur Erarbeitung, Sammlung, Aufbereitung und Kommunikation von Informationen und letztlich auch von Wissen genutzt werden. Bei der Erarbeitung und Kommunikation bzw. Publikation von multimedialen Informationen werden Netze als Werkzeug für individuelle aber auch für kooperative Arbeitsphasen verwendet. Die mediendidaktische Forschung hat sich lange Zeit auf konventionelle computerbasierte Lernprogramme konzentriert und dabei die Werkzeugfunktion digitaler Medien in ihrer Bedeutung für Lernen und Unterricht unterschätzt. Ich schätze die Werkzeugfunktion der neuen Medien, die lange Zeit wenig beachtet wurde und gerade mit der Diskussion über Konstruktivismus an Bedeutung gewonnen hat, zur Konstruktion und Kommunikation von Wissen als Funktion mit höchster Priorität ein und erwarte mir langfristig qualitative und quantitative Effekte auf den Lernerfolg, da die aktive und explorative Auseinandersetzung des Lernenden mit den Inhalten gefördert wird.

2.4.2 Lehren und Lernen mit Neuen Medien

Die Gestaltung des multimedialen Lernangebotes soll auf eine Optimierung der Auseinandersetzung des Lernenden mit dem Lerngegenstand und mit seinem Lernprozess abzielen. Das bedingt eine optimale mediale Präsentation des Lerngegenstandes und eine optimale mediale Unterstützung der Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand.

„Dabei sollen Medien, Codierungen und Modalitäten das Bemühen maximieren, das die Lernenden für die Arbeit mit dem Inhalt aufbringen, und die Anstrengungen minimieren, die sie benötigen, um den Inhalt zu erfassen“ (Weidenmann, 2002b, S.62)

Die naive Annahme, dass die Abwechslung in der Darbietung des Lernmaterials durch Multimedia/ -codierung/ -modalität den Lerner „motiviert“, lässt sich wissenschaftlich nicht bestätigen. Vielmehr weisen Untersuchungen darauf hin, dass sich Abwechslung auch negativ auf die Verarbeitung des Materials auswirken kann. Es kommt also darauf an, dass das multimediale Angebot die Aufmerksamkeit der Lerner auf das Lernmaterial lenkt und Interesse für den Lerngegenstand fördert.

Multimediale, multicode und multimodale Lernangebote werden zwar als angenehm und interessant erlebt, aber unter Umständen weniger intensiv verarbeitet, da einerseits bildhafte und durch Bewegung und Farbe realitätsnahe Darstellungsformen als „leicht“ angenommen werden (Unterschätzungshypothese) und andererseits der rasche Wechsel bzw. das gleichzeitige Angebot an Codes nur eine automatische Encodierung zulassen (Hemmungshypothese).

In der Unterrichtsforschung gut bekannt ist der Neuigkeitseffekt, der zu Lernvorteilen führt, wenn Lerner mit einem neuen Lernmedium arbeiten, der aber bei längerer Beschäftigung mit dem medialen Angebot verschwindet.

Als notwendige Bedingung für eine intensive Beschäftigung mit dem Lernmaterial muss die Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf das Lernmaterial angesehen werden. Der didaktische Zugang ist daher vom gewünschten Lernprozess her zu entwickeln. Wie kann das Interesse des Lerners am Lerngegenstand geweckt werden? Wie kann der Lerner zum Einsatz mentaler Anstrengungen angeregt werden?

In der instruktionspsychologischen Literatur findet sich eine Vielzahl von Anregungen zur Gestaltung von Lerntexten, oder Bildern, oder Bild-Text-Kombinationen. Es besteht Übereinstimmung darin, dass bloßes „enrichment“ und Effekte um der Effekte willen wirkungslos bleiben bzw. sich sogar nachteilig auswirken.

2.4.3 Chancen und Grenzen des Lernens und Lehrens mit Multimedia

Lernsoftwareprogramme bieten im Vergleich zu Büchern eine Vielfalt zusätzlicher Möglichkeiten; so können Bilder, Texte, Grafiken und sogar Filme eingebunden oder komplexe, gefährliche, teuer oder zeitlich lang erstreckte Prozesse simuliert werden.

Multimediale Lernprogramme führen anhand unterschiedlicher Lernsituationen in neue Wissensbereiche ein. Sie bieten Informationen, dazu Erläuterungen, Übungsmöglichkeiten und gezielte Abfragen, um das gelernte Wissen zu überprüfen.

Manchmal gibt es eine didaktisch-methodische Planung und eine empfohlene Reihenfolge, die allerdings durch Querverweise und unterschiedliche Einstiegsmöglichkeiten individuell genutzt werden kann.

Mit Hilfe von Ton, Text, Video oder Animationen wird das zu lernende Wissen in eine Anwendung eingebaut. So wird das Lernen innerhalb eines gezielten Lernbereiches gefördert, meist gibt es aber keine Verbindungen zu anderen Themen.

Schulmeister (vgl. Schulmeister, 2002b) unterscheidet sechs Stufen der Modellierung von Multimedia-Komponenten, die nach dem Interaktivitätsniveau (1=niedrig bis 6=hoch) differenziert werden.

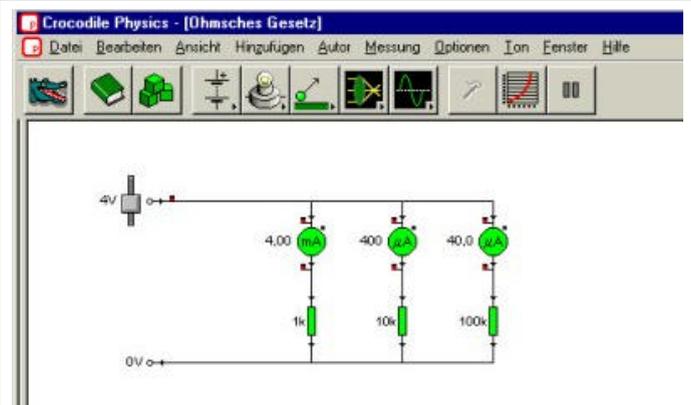
Im vergangenen Jahrzehnt sind immer mehr Physik-Programme auf dem Markt erschienen, bei denen nicht das Auffinden von physikalischen Gesetzmäßigkeiten im Vordergrund steht, sondern mit denen die Abläufe in vom Anwender festzulegenden Versuchssituationen untersucht werden können.

Diese **Simulationsbaukästen** (Interaktivitätsstufen 5 und 6) arbeiten mit der Realität angenäherten graphischen Symbolen, aus denen ein virtueller Versuch aufgebaut werden kann. Sie ermöglichen dann im Gegensatz zu den einfachen Simulationsprogrammen während der Simulation neben der Darstellung der Ergebnisgrößen die Animation des Versuchsaufbaus.

Mit Crocodile Physics ® kann der Lerner mit einer enormen Vielzahl von Bauelementen experimentieren und dabei die Bereiche Elektronik, Schall, Optik, Wellen, Kräfte und Bewegung sowie Mechanik bearbeiten.

Zu diesem Zweck werden die einzelnen Bauelemente einfach von Symbolleisten gezogen und auf der Arbeitsfläche angeordnet.

Es handelt sich dabei um ein vollständiges Labor auf dem Bildschirm, das sicher, flexibel und einfach zu benutzen ist.



3 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES

3.1 Unterrichtliche Maßnahmen

3.1.1 Multimediale Informationssysteme / Sammlungen

Multimediale Informationssysteme geben ein Informationsangebot mit Hilfe von Ton, Standbild, Animation, Videosequenzen, Tabellen und Texten umfassend wieder. Aufgebaut ist so ein Programm wie ein "Buch"-Lexikon, wobei sich die grundsätzlichen Unterschiede in der Multimedialität, der Multicodalität und der Multimodalität, die sich z.B. durch Einspielungen von Originalton oder Videomöglichkeiten ausdrücken. Meist weisen diese Programme auch eine Hypertextstruktur auf.

Diese Systeme ermöglichen eine gezielte Informationssuche, erfordern aber auch Selbstbestimmung der eigenen Zielsetzung. Es erfolgt meist keine Abfrage von erlerntem Wissen, es gibt keinen "Leitfaden" innerhalb des Programms und meist auch keine expliziten Lernziele. Was, wie viel und zu welchem Zweck gelernt wird, bleibt dem Benutzer überlassen.

Oft wird eine solche Zusammenstellung von Materialien zusammen mit bestimmten „Werkzeugen“ angeboten, die es den Benutzern ermöglichen, sich die Materialien persönlich zusammenzustellen und sich aktiv mit ihnen auseinanderzusetzen und sie zu bearbeiten. Wir sprechen dann von virtuellen Lernumgebungen.

3.1.2 Lernen in Modellwelten mit Simulationen und Modellbildungen

Für die Physik findet man eine große Menge von so genannter Simulationssoftware. Wohl die meisten Programme, die zur Zeit für die Physik angeboten werden, fallen unter diese Kategorie. Der große Unterschied zu den Modellbildungssystemen besteht darin, dass das Modell nicht verändert werden kann. Entweder es besteht überhaupt keine Möglichkeit einzugreifen, die Simulation läuft wie ein Film ab, oder man kann höchstens die Parameter des Modells ändern. Das eigentliche Modell bleibt jedoch für den Benutzer verborgen. Solche Programme dienen vor allem der Veranschaulichung einer Situation oder zur Wiederholung des Stoffes.

Im Gegensatz zu Simulationssystemen verlangen Modellbildungswerkzeuge vom Benutzer, dass er sich erst im Kopf ein Modell eines Wirklichkeitsausschnittes schafft, formalisiert, symbolisch mit der Software beschreibt und anschließend testet.

Eine Zwischenlösung sind so genannte Simulationsbaukästen, wie CROCODILE CLIPS oder INTERACTIVE PHYSICS. Der Benutzer kann hier sein Modell aus vorgefertigten Teilen zusammensetzen, muss sich dann jedoch auf die implementierten Eigenschaften beschränken.

Simulationsprogramme veranschaulichen trotz ihrer suggestiven Wirkung grundsätzlich theoretische Modelle und *nicht* etwa die physische Welt. Sie ersetzen damit *keinesfalls* Schüler- und Demonstrationsexperimente! Simulationen bieten aber sinnlich

che Erfahrungsmöglichkeiten *innerhalb* von idealisierten physikalischen Theorien und eignen sich aufgrund ihrer Interaktivität hervorragend zur Konzeptbildung durch aktives Lernen.

Beim Arbeiten mit Simulationen und Modellbildungen muss der Schüler mit den Objekten einer Mikrowelt auf ikonischer und symbolischer Ebene handelnd umgehen. Diese konstruktive Tätigkeit ermöglicht dem Schüler aber auch durch eigene Aktivität Strukturen, Relationen und Wirkungen selbständig zu entdecken und zu erfassen. Der interaktive Charakter fördert das Lernen und kommt in mehreren Punkten zum Ausdruck, die besondere Qualitäten der multimedialen Bildungsmedien darstellen:

- *Graphische Repräsentation*: symbolisch-bildhafte Darstellung des Sachverhaltes.
- *Direkte Manipulation*: Objekte und Zusammenhänge auf dem Bildschirm können direkt verändert und umgestaltet werden.
- *Quasi-analoge Dateneingabe*: Rollbalken und Schieber ermöglichen den direkten und anschaulichen Eingriff.
- *Animation*: Füllstände und Zeiger animieren anschaulich das Zusammenspiel der Größen.
- *Intervention*: Die direkte Intervention in den simulierten Prozess erlaubt die Beobachtung der Auswirkung auf das System.
- *Wählbare Darstellungsformen*: Für die Ein- und Ausgabeformen stehen Tabellen, Grafen, Diagramme zur Verfügung.

3.1.3 Auf dem Weg zur mediendidaktischen Konzeption

Für meine Studie habe ich das Softwarebewertungsmodell von Baumgartner & Payr (siehe Abb.1) vor allem zur formativen Evaluierung, d.h. zur gestaltenden Bewertung von Lernprozessen verwendet. Dabei habe ich zuerst die Rahmenbedingungen, wie vorhandenes Budget, Organisationsform, Lerninhalt, Eingangsvoraussetzungen der Lernenden und Zeitrahmen) fest gelegt und im Anschluss daran mit dem 3-D-Würfelmodell Lernziel, Lernstufe und Lernstrategie definiert, d.h. die didaktische Situation anhand der konkreten inhaltlichen Fragestellungen spezifiziert. Statt des Lernens von „Fakten oder kontextfreien Regeln“ (Stufe 1), sollten die Schüler zu den Themen „Schwimmen, Schweben, Sinken“ und „Spezifischer Widerstand“ Problemlöseaufgaben möglichst selbstständig bearbeiten. Mit dieser bereits stark eingeschränkten Fragestellung begab ich mich dann zielstrebig auf die Suche nach geeigneter Software und wurde im WWW fündig. Die ausgewählten Softwareprodukte waren für mich im Bereich Simulation bzw. auf der Lernzielstufe verstehen – entdecken – handeln einzuordnen.

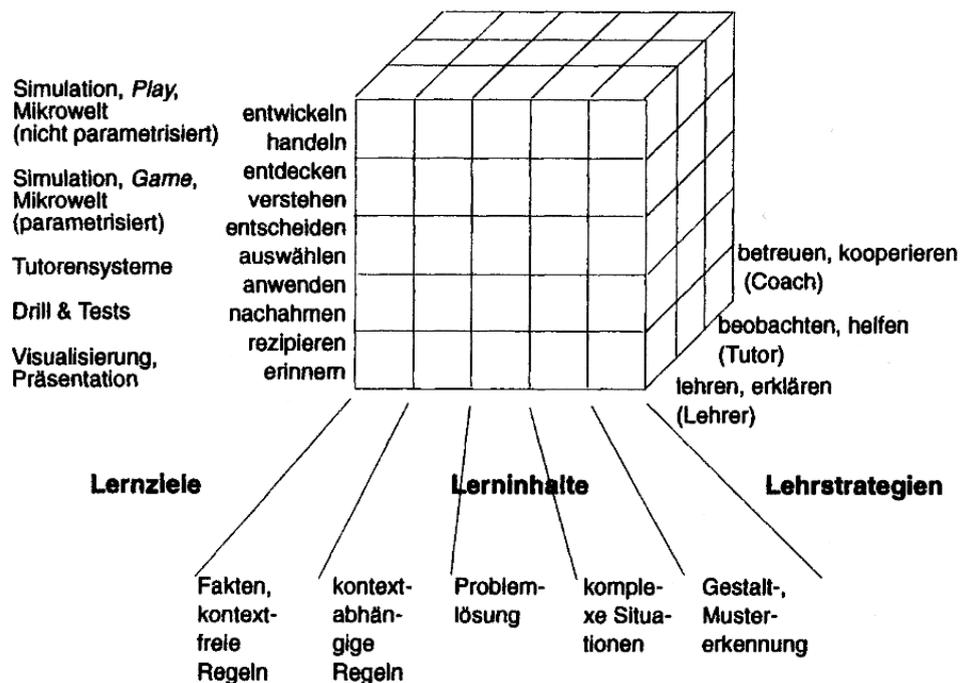


Abbildung 1: Ein heuristisches Modell zur Softwarebewertung nach Baumgartner & Payr (vgl. [7], S. 142)

3.1.4 Didaktische Aufbereitung der Lehr- und Lerninhalte

Bei den ausgewählten multimedialen Softwareprodukten - einem elektronischen „density-lab“⁴, einem Applet zum Archimedischen Gesetz, je einem „Elektrizitätslabor“ zum spezifischen Widerstand eines Drahtes und zur Parallelschaltung von zwei Widerständen und einem Applet zum Hebelgesetz, drei Simulationsmodulen mit Crocodile Physics und weiteren elektronischen Arbeitsblättern zur angeleiteten Beschaffung, Bearbeitung und Bewertung von Informationen im Internet – handelt es sich um multimediale Produkte, wo das Wissen von Sachexperten auf ein Medium übertragen wurde, das intuitiv zu bedienen ist, aber für sich allein noch wenig didaktische Qualitäten aufweist. Obwohl sich für den Experten die möglichen Interaktionen und Lernmöglichkeiten klar erschließen, da sich ja, wie Baumgartner & Payr festhalten (vgl. [7]), in jeder Bildungssoftware ein theoretisches Lernmodell niederschlägt, muss davon ausgegangen werden, dass der Neuling nicht unbedingt die planvollen Handlungen setzt, die der Lehrende von ihm erwartet. Der Lernende wird nach meiner Einschätzung durch das Medium als Lernangebot, wie es in diesen virtuellen Programmen vorliegt, noch nicht zu konkreten Lernaktivitäten angeregt und es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Lernangebot in der vom Produzenten vorgesehenen Weise tatsächlich genutzt wird. Ich wusste, dass die Aufbereitung der multimedialen Lernangebote bestimmte Lernprozesse ermöglichen wird. Um einen Lernerfolg zu gewährleisten, versuchte ich die angestrebten kognitiven und emotionalen Lernprozesse anzuregen.

Das Ergebnis der didaktischen Aufbereitung sollte also ein mediales Angebot, eine Lernumgebung sein, die zu bestimmten Tätigkeiten einlädt aber auch für aktive, re-

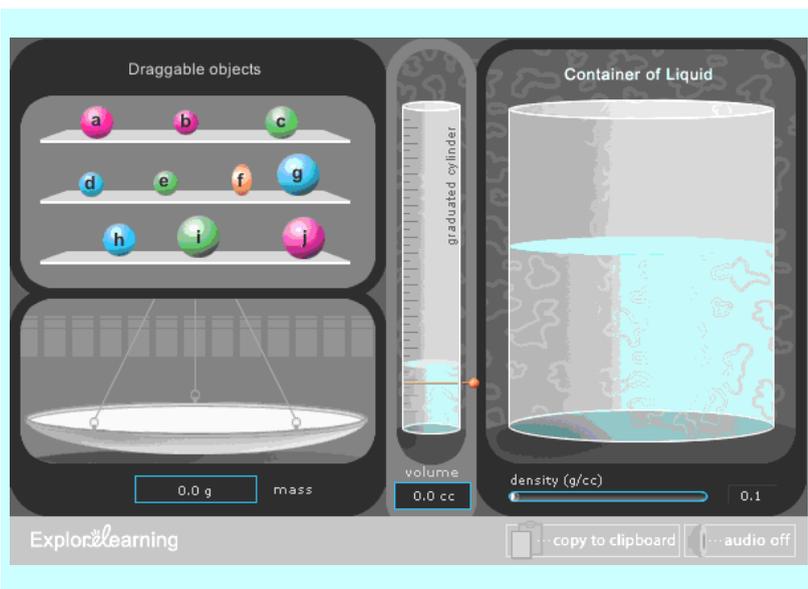
⁴ <http://www.explorelearning.com>

aktive und proaktive Lerner ausreichend Freiräume offen lässt. Damit sollte gewährleistet sein, dass für den proaktiven Lerner die Intensität der Auseinandersetzung durch den Einsatz des multimedialen Lernmaterials steigen kann, für den durchschnittlichen Lerner aber hinreichend Tätigkeiten definiert sind, die er ausführen soll und somit steuernd auf seinen Lernprozess Einfluss genommen wird.

Um die möglichen Lernprozesse und –aufgaben bestimmen zu können, musste vorher das Lehrziel benannt werden. Seine Inhaltskomponente war durch das Lernprogramm und meine Überlegungen bei der Recherche zum großen Teil vorbestimmt. Die Ergebniskomponente des Lehrziels, d.h. welche Resultate ich erwartet habe, welche Kompetenzen die Lernenden als Ergebnis der Lernaktivitäten erwerben sollten und wie ich diese feststellen wollte, musste erst noch definiert werden. Ich wollte sicherstellen, dass bei allen Schülern Lernprozesse möglichst zuverlässig stattfinden können.

3.1.4.1 Das virtuelle Experiment „Wann schwimmt ein Körper?“

Zum Themenbereich „Wann schwimmt ein Körper“ habe ich auf der Website <http://www.explorelearning.com> ein sehr gut gestaltetes Applet gefunden.



Dem Lerner stehen in diesem „**elektronischen Labor**“ für seine Untersuchungen zehn verschiedene Körper zur Verfügung.

Im rechten Behälter befindet sich eine Flüssigkeit, deren Dichte variiert werden kann, was im Alltag bzw. beim Experiment im Unterricht nicht so leicht bzw. meist gar nicht möglich ist.

Als weitere Messgeräte stehen eine Waage und ein Messzylinder zur Verfügung.

Abbildung 2: Die Lernumgebung „Schwimmen-Schweben-Sinken“

Ausgangspunkt für dieses Experiment war ein Foto, das zeigt wie eine Frau im Toten Meer auf dem Wasser liegend eine Zeitung liest. Damit war ein kognitiver Konflikt ausgelöst – einige Schüler vermuteten, dass diese Beobachtung etwas mit dem Salzgehalt zu tun haben muss.

Die Schüler kannten bereits vor dem Experiment den Dichtebegriff und wussten, wie die Dichte eines Körpers bestimmt wird. Damit wären die notwendigen Lernvoraussetzungen erfüllt und man könnte als Lehrerin der Versuchung unterliegen, anzunehmen, dass ein Großteil der Schüler proaktiv und planmäßig vorgeht, den hier erforderlichen Wissenstransfer auch selbst durchführen kann, dass jeder Schüler selbst eine Tabelle erstellt, der Reihe nach die Dichten der einzelnen Versuchskörper ermittelt und das Verhalten des Körpers in der Flüssigkeit mit den Dichten der Flüssigkeit vergleicht.

sigkeit und des Versuchskörpers in Beziehung bringt und so auf diesem induktiven Weg zu einer allgemeinen Aussage kommt.

Diese Erwartungen können nach meiner Erfahrung nur wenige sehr motivierte Schüler mit einer sehr guten Wissensbasis erfüllen. Daher habe ich den Einsatz des multimedialen Lernmediums sehr stark didaktisiert und mit Hilfe eines Arbeitsblattes (siehe Anhang 7.2.2) angeleitet. Es war mir ein Anliegen, den Schüler forschend an die Aufgabenstellung heranzuführen. Noch vor der Anleitung zum planvoll durchzuführenden Experiment, sollte der Schüler Vermutungen anstellen, diese überprüfen und durch Leitfragen und Impulse zu weiteren Untersuchungen angeregt werden. Es war mir daher auch wichtig, zu erfahren, welche Bedeutung das Arbeitsblatt im Lernprozess der Schüler hatte und wieweit sich die Lernenden auf selbst gesteuertes Arbeiten eingelassen haben.

3.1.4.2 Das virtuelle Experiment „Der spezifische Widerstand“

Das Programm steht im Internet zum Download⁵ zur Verfügung und kann als EXE-Datei auch offline von jedem Schüler zu Hause verwendet werden.

Der Schüler erkennt den realitätsnahen Aufbau eines elektrischen Stromkreises, wo die einzelnen Teile nicht nur, wie bei einem Schaltplan üblich, in ihrer symbolischen Form, sondern auch ihrer abbildhaften Form vorliegen. Damit kann jeder Schüler sehr intuitiv mit der Experimentieroberfläche umgehen und braucht zum technischen Verständnis kaum Erklärungen.

Auch die Funktionsweise der Geräte ist sehr realitätsnah umgesetzt.

Material	Kupfer				
l [cm]	312				
A [mm ²]	0,05				
U ₀ [V]					
I [mA]					
R [Ω]					

Abbildung 3: Die Lernumgebung „Spezifischer Widerstand“

Die Lernvoraussetzungen der Schüler zu diesem Experiment beschränkten sich auf die Begriffsbildungen elektrische Spannung und elektrische Stromstärke und einer Vorstellung vom Fließen des elektrischen Stromes auf der Modellebene der Teilchenvorstellung. Sie hatten einen realen Versuchsaufbau gesehen und beobachtet, wie ein regelbarer Widerstand Einfluss auf die Stärke des elektrischen Stromes nimmt. Es stellte sich die Frage, warum der Zuleitungsdraht zur Glühlampe nicht glüht, der Glühdraht aber schon. Die verschiedenen Hypothesen sollten nun an diesem virtuellen Experiment überprüft werden.

Auch dieses Experiment habe ich mittels Arbeitsblatt entsprechend angeleitet (siehe Anhang 7.2.1), wobei die Schüler die vorgegebenen Daten nur als Anhaltspunkte be-

⁵ Quelle: <http://didaktik.phy.uni-bayreuth.de/VirtuelleExperimente/elek/quickstart.html>

trachten sollten und eigene Forschungen nicht nur erlaubt, sondern sogar erwünscht waren. Im Vergleich zum Anleitungsblatt (7.4.2) handelt es sich hier um eine weitaus offenere Form, auch die verschiedenen Schülerinteraktivitätsmöglichkeiten sind erheblich umfangreicher und auf einem höheren Niveau.

3.1.4.3 Das virtuelle Experiment „Das Gesetz des Archimedes“

In einem Java-Applet, das im Internet⁶ zu finden ist, ist ein einfaches Experiment zur Auftriebskraft dargestellt. Dieses Lernmaterial habe ich über die elektronische Lernplattform kommuniziert und angeregt, dass ausgewählte Schüler, die sich mit dem Programm und der Lernaufgabe beschäftigen, ihre Ergebnisse den Mitschülern im Unterricht mit Laptop und Beamer präsentieren dürfen, dabei aber auch beschreiben sollten, wie sich ihr Lernweg gestaltet hat, warum sie welche Aktion durchgeführt haben und wie sie auf die Darstellungen am Bildschirm reagiert haben.

Grundfläche des Quaders:	100	cm ²
Höhe des Quaders:	5,0	cm
Dichte des Quaders:	2,0	g/cm ³
Dichte der Flüssigkeit:	1,0	g/cm ³
Eintauchtiefe:	0,0	cm
Verdrängtes Volumen:	0	cm ³
Auftriebskraft:	0,00	N
Gewichtskraft:	9,81	N
Gemessene Kraft:	9,81	N
Messbereich:	20	N

Ein quaderförmiger Festkörper, der an einer Federwaage befestigt ist, wird in eine Flüssigkeit eingetaucht (Ziehen mit der Maus!). Dabei verringert sich die gemessene Kraft, die sich als Differenz von Gewichtskraft und Auftriebskraft ergibt. Der Schüler soll herausfinden, wovon die Größe der Auftriebskraft abhängig ist!

Abbildung 4: Die Lernumgebung „Das Gesetz des Archimedes“

Die Schüler fanden zusätzlich zum Link, wo das Programm verfügbar ist, auf der Lernplattform folgende Impulsfragen und Anregungen.

1. Hast du eine Vorstellung, was man unter der Auftriebskraft versteht. Tauche den Körper verschieden tief in die Flüssigkeit ein und beobachte die Zahlenwerte der drei ausgegebenen Kräfte. In welchem Zusammenhang stehen sie auf jeden Fall?
2. Untersuche, ob die Auftriebskraft von der Dichte des Körpers abhängt?
3. Untersuche, wie die Auftriebskraft von der Dichte der Flüssigkeit abhängt!
4. Finde das Gesetz von Archimedes, indem du die Eingabewerte für die Grundfläche, die Höhe und die Dichte des Quaders sowie die Dichte der Flüssigkeit veränderst und vielleicht deine Ergebnisse in einer Tabelle einträgst.
5. Was fällt dir auf?
6. Weißt du jetzt, wovon die Auftriebskraft eines Körpers abhängt und welche Größen keinen Einfluss darauf haben. Formuliere deine Erkenntnisse mit eigenen Worten!

⁶ Quelle: <http://www.zum.de/ma/fendt/phd/phd.htm>

3.1.4.4 Das virtuelle Experiment „Parallelschaltung von Widerständen“⁷

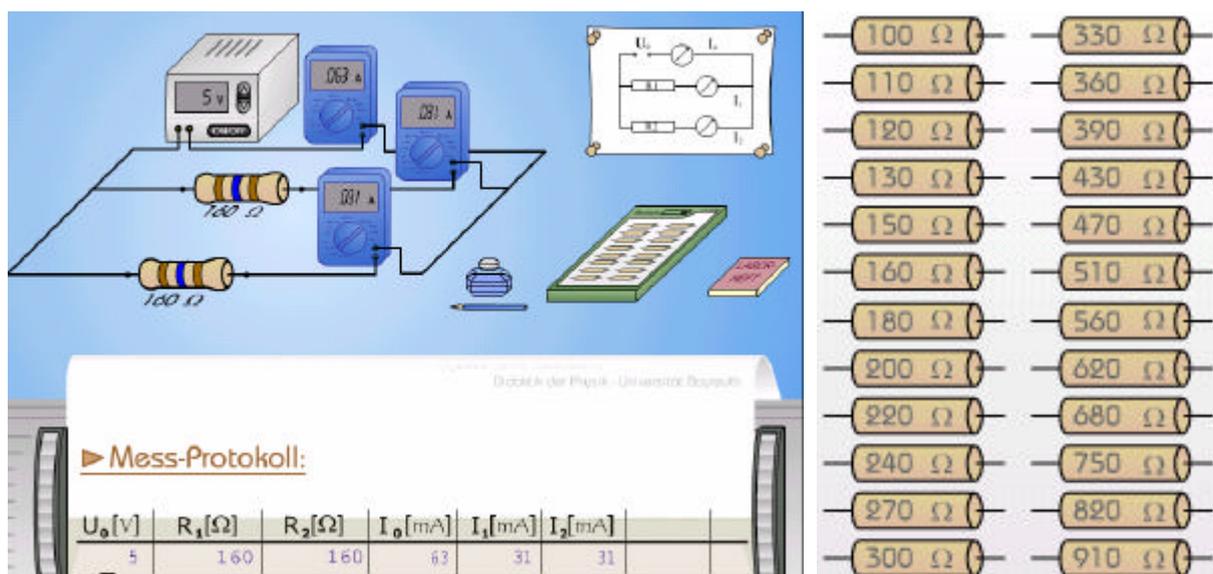


Abbildung 5: Das Lernprogramm „Parallelschaltung von Widerständen“

Die Schüler sollten durch Experimentieren und anschließend weitgehend gelenkte Auswertung und Interpretation der Messergebnisse auf die Abhängigkeit des Gesamtwiderstandes von den Teilwiderständen kommen. Insbesondere sollten sie den Unterschied zur Serienschaltung von Widerständen erkennen.

3.1.4.5 Das Arbeitsblatt „Wir verschaffen uns einen Überblick“⁸

Diese Lerneinheit war der allererste Einsatz des Computers im Klassenverband. Ich hatte keine konkreten Erwartungen, sondern wollte einen Einblick gewinnen, wie Schüler grundsätzlich mit den Materialien umgehen beziehungsweise ob ich sehr differenzierte Herangehensweisen erkennen kann. Dabei schätzte ich die beiden ersten Fragestellungen, die in einer Unterrichtsstunde zu bearbeiten waren, als sehr motivierend ein. Die Frage 3 stellte nach meiner Einschätzung schon höhere Anforderungen an den Schüler, da die einzelnen Seiten sehr umfangreich sind und dafür ein Zeitrahmen von ebenfalls einer Unterrichtsstunde vorgegeben war.

3.1.4.6 Das Arbeitsblatt zum Hebelgesetz⁹

Dieses Arbeitsblatt gliedert sich in drei Bereiche:

- Explorative Forschungsaufgabe, wo der Schüler experimentell arbeitet, sofort das Ergebnis seiner Handlungen erkennen kann und so reaktiv lernen kann.
- Strukturiertes Arbeiten, wo der Schüler bestimmte Anordnungen untersuchen soll, diese protokolliert und sich vielleicht eigene Fragen stellt und diese durch das Experiment zu beantworten versucht.

⁷ Quelle: <http://didaktik.phy.uni-bayreuth.de/VirtuelleExperimente/elek/quickstart.html>

⁸ siehe 7.2.4

⁹ siehe 7.2.6

- Lernergebniskontrolle, wo der Schüler mit Hilfe vorgegebener Testaufgaben sein Wissenszuwachs selbst überprüfen, aber auch in diesen Lernumgebungen neues Wissen erwerben kann.

3.1.4.7 Das Arbeitsblatt „Interaktive Übungen zum Hebelgesetz“¹⁰

Die Aufgabenstellungen wurden über die elektronische Plattform verbreitet und auch in gedruckter Form an freiwillige Schüler verteilt. Die Herausforderung bestand nach meiner Einschätzung darin, dass das elektronische Lernmaterial, abgesehen von dem von mir erstellten Arbeitsblatt, nur in englischer Sprache vorlag. Die Aufgabenstellung bestand unter anderem in einer Aufbereitung für die Mitschüler. Das Experiment wies im Vergleich zum Applet von Walter Fendt einen wesentlich höheren Schwierigkeitsgrad auf.

3.1.4.8 Das Arbeitsblatt „Hebel in deinem Alltag“¹¹

Dieses Arbeitsblatt wies sehr komplexe Fragestellungen, bezogen auf den Inhalt und die Vielfalt, auf und sollte in zwei Unterrichtsstunden bearbeitet werden. Da es aber auch über die elektronische Plattform zur Verfügung stand, ging ich davon aus, dass einzelne Schüler das Lernangebot auch zu Hause nutzen werden. Die Herausforderung bestand für den Schüler darin sich zuerst einen Überblick zu verschaffen und dann die Lerninhalte selbstverantwortlich auszuwählen. Der Schüler wurde auch angeregt eine nach seinem Interesse ausgewählte Aufgabe für eine kurze Präsentation in der Klasse vorzubereiten beziehungsweise in Kooperation mit den Mitschülern durch Verwenden des Diskussionsforums auf der elektronischen Plattform die Aufgaben zu lösen. Es gab auch das Angebot aus drei Versuchen einen auszuwählen und vielleicht vor der Klasse vorzuführen, zu erläutern und damit seine kognitiven und psychomotorischen Lernergebnisse zu präsentieren. Abschließend wurde auch auf fächerübergreifende Aspekte aus der Biologie und dem Sport zum Thema Hebel und menschlicher Körper zur individuellen Auseinandersetzung hingewiesen.

3.1.4.9 Das Arbeitsblatt „Der elektrische Stromkreis“¹²

Bei diesem Arbeitsmaterial sollte der Schüler auch mit dem Simulationsbaukasten „Crocodile Physics“ vertraut gemacht werden. Daher waren die Aufgabenstellungen bewusst einfach gehalten und nicht nur die entsprechende Experimentierumgebung angegeben, sondern auch die Fragestellungen sehr stark instruktionalisiert. Die „freiwilligen“ weiteren Herausforderungen sollten den Schüler dazu anregen reaktiv und reflexiv zu arbeiten, sowie verschiedene Darstellungsformen von Informationen und Ergebnissen (symbolische und textliche) ineinander zu transformieren und zu bewerten.

3.1.4.10 Das Arbeitsblatt „Drei Lämpchen“¹³

Die Fragestellung war in zwei Phasen zu beantworten – Der Schüler sollte zuerst nur mit Hilfe der statischen symbolischen Darstellung durch gedankliches Analysieren

¹⁰ siehe 7.2.8

¹¹ siehe 7.2.7

¹² siehe 7.2.11

¹³ siehe 7.2.10

der Schaltung die Fragen beantworten und erst in einem zweiten Schritt seine Lösungen mit Hilfe des Simulationsbaukastens Crocodile Physics überprüfen. Diese Überprüfung führt entweder zu einer Bestätigung oder einer Ablehnung seiner Hypothese. Im zweiten Fall soll er den Prozess noch einmal durchlaufen und damit reaktiv lernen.

3.1.4.11 Das Arbeitsblatt „Wir analysieren Schaltungen“¹⁴

Dieses Arbeitsblatt wurde zum Üben, Anwenden und Transfer der behandelten Lerninhalte ebenfalls in einem zweiphasigen Prozess eingesetzt. Es wurden auch Lernziele höherer Taxonomiestufen, wie beurteilen, begründen und bewerten eingesetzt.

3.1.5 Vom Lehrinhalt zum Lernangebot

„Die Potenziale von Bildungsmedien kommen erst zum Tragen, wenn die Lernangebote die Intensität der individuellen Auseinandersetzung sicher stellen und ein bloß oberflächliches Browsen verhindern“ (Kerres, 2001, S. 178).

Die zentrale Aufgabe der didaktischen Aufbereitung ist daher letztlich die Formulierung von Lernangeboten, durch deren Bearbeitung die angestrebten Lernprozesse ermöglicht werden, und wodurch der Lerner im Idealfall zum eigenständigen Fragen und Explorieren angeregt wird. Bei der interaktiven Simulation kann der Lerner unmittelbar in das Geschehen eingreifen und mit den Objekten der simulierten Welt umgehen. Das virtuelle Experiment übertrifft das Realexperiment bei Weitem an Messgenauigkeit und Veränderungsmöglichkeiten der Parameter, sodass der Lernende auf ein Ziel gerichtet Gesetze entdecken und erkennen kann und so Wissen konstruiert. So lässt sich z.B. die Dichte der Flüssigkeit im Behälter des „density-lab“ in einem Bereich von 0 bis 10g/cm^3 variieren, was im Realexperiment völlig ausgeschlossen wäre. Auch die Dicke und Länge der Drähte beim Experiment „spezifischer Widerstand“ kann in Bereichen variiert werden, die in der Praxis kaum zur Verfügung stehen.

Für mich war es auch interessant zu prüfen, wie die Lernenden mit dem vorliegenden Angebot ohne zusätzliche Strukturierungen und Arbeitsanleitungen umgehen. Ich habe daher das Experiment „spezifischer Widerstand“ in einem Vortest mit einer anderen Klasse in einer Supplierstunde ohne schriftliche Anleitungen durchgeführt, da ich sehen wollte, wie Lernende an diese Aufgabe herangehen und welche Fragen sie sich selbst stellen.

Das Ergebnis war eher ernüchternd. Ich konnte in keinem einzigen Fall beobachten, dass die Schüler versucht hätten eine quantitative Untersuchung durchzuführen, d.h. die Abhängigkeit des Widerstandes in Form einer Formel zu ermitteln. Einige wenige Schüler haben richtige qualitative Aussagen präsentiert, aber die meisten Schüler haben die Aufgabenstellung eher auf einer spielerischen Ebene bearbeitet und fanden vor allem die „automatische Reparatur“ des Messgerätes so spannend, dass sie immer wieder versuchten durch Erhöhen der Spannung, oder Umstellen des Messbereiches aber auch durch Erhöhung der Querschnittsfläche des Drahtes ein „Explodieren“ des Messgerätes zu erzeugen.

¹⁴ siehe 7.2.9

Ich möchte gar nicht behaupten, dass in diesen Lernsituationen keine Lernprozesse stattgefunden haben, aber ich hatte den Eindruck, dass die meisten Lernenden die Lernergebnisse am Ende der Stunde nicht systematisch einordnen konnten und vor allem sehr viel Unterhaltung mit der schön gestalteten Programmoberfläche und der gesamten ansprechenden Programmpformance hatten und es mit wenigen Ausnahmen im Sinne von Kerres bei einem eher unerwünschten oberflächlichen Browsen geblieben ist. Daher habe ich mich entschlossen, für den regulären Unterricht entsprechende zusätzliche Lernangebote zu erstellen (siehe Anhänge 7.2.1 und 7.2.2).

3.2 Die Organisation des medialen Lernangebots

3.2.1 Die zeitliche Abfolge der einzelnen Lernmodule im Präsenzunterricht

2. Klasse	
November 2003	Schüler erarbeiten im Rahmen einer Unterrichtsstunde mit Hilfe eines didaktisierten Arbeitsblattes und eines Lernprogrammes (siehe Anhang 7.2.2) die physikalische Antwort auf die Frage wann ein Körper in einer Flüssigkeit schwimmt.
Dezember 2003	7 Schüler erarbeiten zu Hause mit Hilfe eines Applets im Internet, angeleitet durch Impulsfragen und vorgegebene Strukturen (siehe Anhang 7.2.3), das Archimedische Gesetz. 4 Schüler stellen ihre Lernergebnisse auf die Plattform und je ein Schüler pro Klasse präsentiert seinen Mitschülern über PC und Beamer seine Lernergebnisse und berichtet über seinen Lösungsweg.
	Zwei Schüler führen völlig aus eigener Motivation zu Hause eine Internet-Recherche über Archimedes durch und bereiten ein Kurzreferat dazu vor, das sie ihren Mitschülern unter Verwendung von Powerpoint präsentieren.
März/April 2004	Schüler erarbeiten im Rahmen einer Unterrichtsstunde unter Verwendung eines Applets und eines didaktisierten Arbeitsmaterials (siehe Anhang 7.2.6) das Hebelgesetz.
	4 Schüler aus zwei Klassen bearbeiten zu Hause das Arbeitsblatt „Interaktive Übungen zum Hebelgesetz“ und stellen in einer kurzen Präsentation (10 Minuten) die Ergebnisse ihren Mitschülern in den betreffenden zwei Klassen vor.
	Die Schüler sollen aus den Lerninhalten des Arbeitsblattes „Hebel im Alltag“ (siehe Anhang 7.2.7) interessante Themen

für die folgenden zwei Unterrichtsstunden selbst verantwortlich auswählen und diese möglichst eigenständig bearbeiten.

3. Klasse	
November 2003	Schüler sollen sich im Rahmen von zwei Unterrichtsstunden mit Hilfe eines grob angeleiteten Lernpfades (siehe Anhang 7.2.4) im Internet einen Überblick über elektrische Ladungen verschaffen.
Dezember 2003	Schüler erarbeiten in einer Unterrichtsstunde die Anhängigkeit des Widerstandes metallischer Leiter von der Länge, der Dicke und dem Material des Drahtes. Als Lernmaterialien stehen dazu ein Flash-Programm und ein didaktisiertes Arbeitsblatt (siehe Anhang 7.2.1) zur Verfügung.
	3 Schülerinnen einer dritten Klasse führen völlig eigeninitiativ Recherchen im Internet zu den Physikern Volta, Ampere und Ohm durch und bereiten ein Referat dazu vor.
Jänner 2004	Schüler bearbeiten das Arbeitsblatt „Drei Lämpchen“ (siehe Anhang 7.2.10) in zwei Phasen .
	Schüler überprüfen mit dem Simulationsbaukasten „Crocodile Physics“ das Ohmsche Gesetz angeleitet durch ein Arbeitsblatt (siehe Anhang 7.2.11), wo auch weiterführende Fragen zur Verfügung stehen.
Februar 2004	Schüler erarbeiten in einer Unterrichtsstunde die Formel für den elektrischen Gesamtwiderstand bei Parallelschaltung zweier Widerstände mit Hilfe eines Flash Programmes und eines Arbeitsblattes (siehe Anhang 7.2.5)
	Schüler bearbeiten das Arbeitsblatt „Wir analysieren Schaltungen“ (siehe Anhang 7.2.9) im Rahmen von zwei Unterrichtsstunden in zwei Phasen.

3.2.2 Methodisch-didaktische Überlegungen zum Einsatz der Lernmodule

Die virtuellen Experimente wurden in allen Klassen im Klassenverband (je zwei Schüler arbeiteten gemeinsam an einem Computer) im Rahmen je einer Unterrichtsstunde (= 50 Minuten) durchgeführt.

Die schriftlichen Anleitungen sollten die proaktiven Lerner anregen, die durchschnittlichen, weniger aktiven Lerner motivieren und den Lerninhalt strukturieren, also aufzeigen, welche Ziele zu erreichen sind.

Im Fall des Experimentes „Spezifischer Widerstand“ war das Lernziel der Stufe 1 zu wissen, wovon der Widerstand eines Drahtes abhängt und dieses Wissen angeleitet

aber doch durch eigenes Experimentieren zu konstruieren. Es wurden die Materialien der Drähte, sowie die Längen und Querschnittsflächen, die der Schüler verwenden sollte, in einer Tabelle, vorgegeben. Der Schüler sollte die Messergebnisse in die Tabelle eintragen und dann durch Vergleichen der Daten und dem Auffinden von Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhängen auf einer höheren Lernzielstufe entscheiden und verstehen, dass der elektrische Widerstand eines Drahtes nicht nur vom Material, aus dem er besteht, sondern auch von der Länge und der Querschnittsfläche abhängig ist.

Weiter wurde den Schülern mitgeteilt, dass es einen formelmäßigen Zusammenhang zwischen den Größen elektrischer Widerstand, Länge und Querschnittsfläche gibt und dass eine Zusatzaufgabe wäre, diese Formel zu entdecken. Dazu konnten selbst weitere Parameterkombinationen ausprobiert werden.

Für das Experiment „Wann schwimmt ein Körper?“ lag eine relativ ausführliche und strukturierte Arbeitsanleitung, sowohl zur technischen Handhabung des virtuellen Experiments, wie auch zur inhaltlichen Strukturierung, vor.

Die zehn vorhandenen Körper, die untersucht werden sollten, waren vorgegeben, es konnte nur die Dichte der Flüssigkeit im Behälter variiert werden.

Die Schüler wurden durch Impulsfragen zum Aufstellen von Vermutungen angeregt, die sie zuerst ohne planvolle Messungen und Rechnungen explorierend bestätigen oder verwerfen sollten.

Es sollte jener Körper mit der größten Masse und jener mit dem größten Volumen ermittelt werden und mit Hilfe seines Verhaltens in der Flüssigkeit entschieden werden, ob das Volumen oder die Masse einen Einfluss, darauf hat, ob ein Körper schwimmt oder untergeht.

Erst dann sollten die Schüler das angeleitete Experiment durchführen, die Mess- und Rechenergebnisse in die vorbereitete Tabelle eintragen und die Ausgangsfrage möglichst ausführlich beantworten.

3.3 Überblick über die erhobenen Daten

3.3.1 Mit welchen Methoden wurden die Daten gesammelt?

Um die Frage nach den Handlungsprozessen – den gegenstands- und personenbezogenen Tätigkeiten – der Schüler zu beantworten, habe ich als forschende Lehrerin die Handlungsprozesse der Schüler im Unterricht beobachtet, sie dokumentiert sowie die Schüler zur Beschreibung ihrer Tätigkeiten in Gesprächen und in schriftlichen Darstellungen angeregt. Ich habe im Forschungsfeld versucht, mit möglichst vielfältigen Methoden die Tätigkeiten und subjektiven Sichtweisen der Schüler zu erfassen, bei der Analyse ein Gesamtbild der jeweiligen Lernprozesse zu entwickeln und diese unter Berücksichtigung der leitenden Begriffe und Fragestellungen zu analysieren, und mich bei der Darstellung bemüht, ein umfassendes, komplexes und differenziertes Bild der jeweiligen Situationen und Handlungsprozesse zu entwerfen.

In meiner Untersuchung habe ich die teilnehmende Beobachtung, die technische Dokumentation und schriftliche Erhebungsverfahren angewendet. Den Beobachtungen, die ich in einem Forschungstagebuch aufzeichnete, lag kein Beobachtungsleitfaden zugrunde und es waren immer auch Selbstbeobachtungen und Reflexionen meines Handelns und ein Hinterfragen eigener Sichtweisen und Interpretationen, die ich aus den Beobachtungen folgerte. Die von mir mit Tonband aufgezeichneten Gespräche beinhalteten Gespräche und Interviews der Lehrerin mit einem Schüler oder explorative Gespräche einer kleinen Schülergruppe bzw. Gespräche zwischen den Schülern. Weiter habe ich für meine Auswertungen und Analysen schriftliche Schüler-Dokumente (ausgefülltes Arbeitsblatt, Fragebogen, Kurzaufsatz) verwendet.

Meine Forschungen im Feld und der Fokus der Auswertung richten sich schwerpunktmäßig auf die Fragestellungen wie sich Lernende in den verschiedenen multimedialen Lernumgebungen verhalten und ob multimediales Lernen aktives, reaktives und schließlich proaktives Lernen unterstützt und in welcher Weise der Lehrer die Lernprozesse durch seine Begleitung und sein Handeln unterstützt oder behindert.

Nach meiner Einschätzung ist die Tätigkeit des Lehrers untrennbarer Bestandteil auch von selbst organisierten Lernprozessen der Schüler, da sich die unterrichtlichen Situationen aus dem Handeln von Lehrern und Schülern konstituieren. Ein wichtiger Aspekt meiner Beobachtungen im Forschungsfeld richtete sich daher darauf, zu eruieren und einzuschätzen, inwieweit meine unterstützenden, strukturierenden und reglementierenden Maßnahmen die Lernprozesse der Schüler unterstützten oder eher beschränkten oder vielleicht sogar behinderten.

3.3.2 Was wurde festgehalten?

Der Fokus meiner Fragestellungen lag auf der Untersuchung der Lernervariablen, d.h. der Evaluierung des Lernerverhaltens in der multimedialen Lernumgebung. Dazu habe ich im Rahmen einer empirischen Studie¹⁵ zur Verifizierung bzw. Falsifizierung meiner Hypothesen den exemplarischen Einsatz von multimedialen Lernmaterialien im Physikunterricht von insgesamt 79 AHS-Schülerinnen und 54 AHS-Schülern aus drei zweiten und zwei dritten Klassen zu jeweils einem konkreten Lernmodul (siehe Anhänge 7.2.1 und 7.2.2) untersucht.

Der Untersuchung vorausgehend wurden fünf Hypothesen gestellt, die in der empirischen Untersuchung auf ihre Gültigkeit (verifiziert) bzw. auf ihre Ungültigkeit geprüft (falsifiziert) wurden. Als Verfahren zur Prüfung der Hypothesen, die einer bestimmten Verteilung genügen sollen, verwendete ich den χ^2 -Anpassungstest (Chi-Quadrat-Test). Eine bestimmte Verteilung heißt in meiner Studie zum Beispiel, die Mehrzahl der einschätzenden Schüler entscheiden sich für die Skalenwerte 1 und 2 gegenüber den Skalenwerten 4 und 5. Die Anzahl der Einschätzungen auf dem Skalenwert 3 wird als neutral gewertet.

Um aus empirischen Befunden wissenschaftlich gültige Verallgemeinerungen ableiten zu können, müssen die beobachteten Messwerte aus verschiedenen Stichproben auf Signifikanz getestet werden.

¹⁵ Urban-Woldron, H. (2004). Unterstützt Multimedia proaktives Lernen? Masterthese zur Erlangung des akademischen Grades MAS. Zentrum für Bildung und Medien. Donau-Universität Krems.

Meine Auswertungen und Ergebnisse für die Studie stützen sich auf zwei Fragebögen (siehe Anhänge 7.2.12 und 7.2.13), auf Aufzeichnungen in meinem Forschungstagebuch, auf Tonbandmitschnitte und Gedächtnisprotokolle von Gruppen- und Einzelbesprechungen, auf drei von mir durchgeführte Interviews mit Schülern und auf ausführliche schriftliche Reflexionen aller an der Untersuchung beteiligten Lerner.

Darüber hinaus wurden ein weiterer Fragebogen (siehe 7.2.14) sowie schriftliche Elaborate und Reflexionen der Schüler zu weiteren neun teilweise sehr unterschiedlichen multimedialen Lerneinheiten zur Erstellung dieses Projektberichts herangezogen. In der schriftlichen Darstellung werde ich mich schwerpunktmäßig auf die Darstellung einzelner Schüleraussagen zu den verschiedenen Aspekten beschränken.

3.3.2.1 Das virtuelle Experiment „der spezifische Widerstand“

Die Stichprobe erfasste 26 Schülerinnen und 22 Schüler aus zwei dritten Klassen, die nach der Bearbeitung des virtuellen Experiments jeweils 15 Fragen (siehe Anhang 7.2.13) mit fünfstufigen Einschätzskalen beantworteten und darüber hinaus jede Frage mit einer kurzen schriftlichen Begründung ihrer persönlichen Einschätzung ergänzten. Weiter stellten die Lernenden ihren individuellen Zugang zur Bearbeitung der Aufgabenstellung in einem kurzen Aufsatz dar.

Ich habe mehrstufige Einschätzskalen verwendet, da sich damit meiner Ansicht nach die quantitativen Ausprägungen von Merkmalen, die meine Hypothesen bestätigen oder widerlegen, besser darstellen lassen. Die Stufen 1 und 2 stehen den Stufen 4 und 5 polar gegenüber. Eine Einschätzung auf den Skalen 1 und 2 bedeutet, dass die Antwort deutlich „ja“ ist. Eine Einschätzung auf der Stufe 3 bedeutet, dass das Merkmal weder den Stufen 1 und 2, und auch nicht den Stufen 4 und 5 zugeordnet werden kann.

Aus den 15 Fragen habe ich fünf Kategorien gebildet, die mir eine Fokussierung auf differenzierte Lernaktivitäten der Schülerinnen und Schüler ermöglichten.

Kategorie	akzentuierte Fragestellungen	ausgewählte Fragen
A	Welche Schwierigkeiten traten bei der technischen Handhabung des Programms auf?	1, 2 und 13
B	Wie weit und mit welchem Engagement haben sich die Lernenden auf die Bearbeitung der Fragestellung eingelassen?	4, 5, 6 und 7
C	Wie viele Lernende haben eigenständige Versuche, die nicht auf dem Arbeitsblatt (siehe Anhang 5.4.1) angeleitet waren, durchgeführt, oder sind selbst gewählten Fragestellungen nachgegangen?	8 und 11
D	Wie sind die Lernenden mit den Anleitungen auf dem Arbeitsblatt umgegangen?	3 und 10
E	Wie schätzen die Lernenden das Potenzial des Programms in Hinblick auf ihren individuellen Lernerfolg ein?	9, 12, 14 und 15

Tabelle 2: Kategorien der Lernervariablen

3.3.2.2 Das virtuelle Experiment „Schwimmen-Schweben-Sinken“

Die Stichprobe erfasste 53 Schülerinnen und 32 Schüler aus drei zweiten Klassen, die nach der Bearbeitung des virtuellen Experiments jeweils 15 Fragen (siehe Anhang 7.2.12) mit fünfstufigen Einschätzskalen beantworteten und darüber hinaus jede Frage mit einer kurzen schriftlichen Begründung ihrer persönlichen Einschätzung ergänzten. Weiter stellten die Lernenden ihren individuellen Zugang zur Bearbeitung der Aufgabenstellung in einem kurzen Aufsatz dar.

3.3.2.3 Individuelle schriftliche Rückmeldungen zur Arbeit mit dem Computer im Physikunterricht

Am Ende des Schuljahres wurden motivationale und inhaltliche Aspekte des Computereinsatzes in den Versuchsklassen der 6. Schulstufe mit Hilfe eines Aufsatzes, den die Schüler unter Berücksichtigung der unten angeführten Leitfragen verfassten, untersucht. Interessant war für mich auch die Frage der Nachhaltigkeit, da die beiden verwendeten Lernsequenzen in einem Abstand von vier Monaten eingesetzt wurden und die Rückmeldungen wieder zwei Monate später eingeholt wurden.

- An welche Beispiele erinnerst du dich?
- Was war besonders interessant für dich? Warum?
- Was hast du dabei gelernt?
- Kannst du mit dem Computer „gut“ lernen? Warum?

3.3.2.4 Aufzeichnungen im Forschungstagebuch

Meine laufenden Beobachtungen, Schwierigkeiten, Vermutungen, Erklärungen und Ideen protokollierte ich in einem Forschungstagebuch während des ganzen Projektjahres. Die Aufzeichnungen sind für meine persönlichen Reflexionen und Evaluationen sehr wichtig. Ihre Aufnahme in diesen Bericht würde aber angesichts der vorliegenden großen Datenmenge den Rahmen sprengen. Ich beabsichtige aber diese Daten für weiterführende Forschungsfragen zu verwenden.

3.3.2.5 Kommentierte Arbeitsblätter der Schüler

Die didaktisierten Arbeitsblätter sollten einerseits der Anleitung der Schüler dienen und andererseits Rückschlüsse über den Lernweg der Schüler geben. Daher wurden die Schüler angeregt nicht nur die Ergebnisse ihrer Arbeit festzuhalten, sondern auch Aussagen über ihren Lernweg zu machen.

Einige Arbeitsaufgaben (siehe 7.2.2, 7.2.9 und 7.2.10) sollten in zwei Phasen erledigt werden. Mit dieser Methode sollten die Schüler zum naturwissenschaftlichen Arbeiten hingeführt werden, indem sie ihre Hypothesen mit Hilfe der multimedialen Lernumgebungen überprüfen und daher reaktiv lernen.

Zwei Lernaufgaben (siehe 7.2.4 und 7.2.7) ermöglichten den Schülern im Besonderen eigene inhaltliche Schwerpunkte zu setzen. Aus den schriftlichen Reflexionen wollte ich Auskunft darüber bekommen, warum welche Schwerpunkte gesetzt wurden beziehungsweise wie Schüler in dieser Altersgruppe mit dieser Form einer Aufgabenstellung umgehen.

3.3.2.6 Fragebogen zur Arbeit mit dem Computer¹⁶

Mit dieser Befragung, die in den beiden dritten Klassen ebenfalls am Ende des Schuljahres durchgeführt wurde, sollten motivationale Effekte, eine Selbsteinschätzung des Lernprozesses und Aspekte der Nachhaltigkeit untersucht werden. Den Schülern wurden zu vier Lerneinheiten, die verschieden lange zurücklagen, inhaltliche Überblicksfragen gestellt und Äußerungen zur individuellen Bearbeitungsweise abverlangt. Weitere vier weitgehend offene Fragen sollten Rückschlüsse auf Motivation, Interesse und proaktives Lernerverhalten liefern.

¹⁶ siehe Anhang 7.2.14

4 ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

4.1 „Wovon hängt der Widerstand eines Drahtes ab?“

Da die Benutzeroberfläche der Lernumgebung sehr intuitiv gestaltet war, konnten alle Schüler ohne ausführliche Anleitungen grundsätzlich mit dem Experiment beginnen. Bei der Durchführung des ausschließlich inhaltlich angeleiteten virtuellen Experiments und der Fertigstellung der Tabelle ergaben sich für einige Schüler doch unerwartete Herausforderungen, da ein Messwert nur dann zu erhalten war, wenn die Schaltung einwandfrei festgelegt wurde, d.h. dass vor allem die Einstellungen auf dem Amperemeter überlegt werden mussten.

Die Schüler, die angegeben haben, dass sie Probleme hatten, waren jene, die die Zusammenhänge zwischen Spannung, Dicke des Drahtes und Anzeige auf dem Strommessgerät nicht richtig interpretieren konnten und die sich aber auch nicht im notwendigen Ausmaß an die vorgegebenen Parameterwerte gehalten haben, weil sie die Aufgabenstellung zu oberflächlich gelesen hatten oder mit der vorgegebenen Struktur nichts anfangen konnten, wie ich aus den schriftlichen Rückmeldungen und den explorativen Gesprächen entnehmen konnte.

Aus den schriftlichen Rückmeldungen weiß ich, dass für den Großteil der 17 Schüler, die angeben sich selbst eigene Fragen gestellt zu haben, die programmierte Fehleroutine, dass bei zu hoher Stromstärke die Sicherung des Amperemeters durchbrennt, das Messgerät „auf dem Bildschirm explodiert“, dann der Schraubenzieher auf dem Bildschirm auftaucht und die Sicherung getauscht wird, die Initialzündung zum eigenen Nachdenken und Weiterforschen bewirkt hat.

Neun Schüler haben überhaupt nicht probiert, einen möglichst dicken Draht auszuwählen, da sie nur mit den angeleiteten Parameterwerten hantiert haben. Insgesamt waren es 31 von 48 Schülern, denen sich überhaupt keine eigenen Fragen gestellt haben und die auch durch die als sehr ansprechend empfundene Experimentierumgebung nicht zu zielorientiertem selbstständigen Handeln und Forschen angeregt wurden.

Mit Hilfe der folgenden wörtlichen Kommentarauszüge (siehe Tabelle 3) möchte ich darstellen, dass die Schülerhandlungen in der Lernumgebung in einigen Fällen doch weit über ein spielerisches und kaum reflektiertes Vorgehen hinaus gegangen sind, und sich bei einzelnen Schülern das von mir als den proaktiven Lerner unterstützend eingeschätzte Potenzial der Lernumgebung in einem zufrieden stellenden Ausmaß entfaltet hat.

Ich habe mir selbst eigene Fragen gestellt. Wenn ja, welche?

- warum geht das Messgerät manchmal kaputt und manchmal nicht
- wie dick darf ich den Draht nehmen, dass das Gerät gerade nicht mehr explodiert
- wie hoch ist die größte messbare Stromstärke – wann explodiert das Messgerät
- wie oft kann das Messgerät explodieren – hat der Programmierer dafür vorgesorgt, dass immer genug Sicherungen zum Austauschen zur Verfügung stehen
- wie hängt die Anzeige auf dem Amperemeter mit der Spannung zusammen – kann ich bei halber Spannung einen doppelt so dicken Draht nehmen
- ich wollte herausfinden, ob es mit dem dicksten Golddraht doch irgendwie geht – habe versucht ihn ganz kurz zu nehmen – später bin ich dann draufgekommen, dass ich auch mit der Spannung regulieren kann
- ich habe immer geglaubt, Gold leitet den elektrischen Strom am besten – das stimmt aber offenbar gar nicht – oder es ist ein Fehler im Programm¹⁷
- ich bin drauf gekommen, dass die Stromstärke nicht doppelt so groß wird, wenn man den Durchmesser des Drahtes verdoppelt, sondern ca. 4 mal so groß – das habe ich mit mehreren Versuchen ausprobiert – war ganz schön überraschend – Erklärung habe ich dafür noch keine

Tabelle 3: Verbale Schülerrückmeldungen (Schulstufe 7 – Frage 11)

Die Mehrheit der Lernenden hält sich an die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt und findet diese interessant. Jene zwei Schüler, die die Anleitungen überhaupt nicht beachtet haben und daher auch den vorgegebenen Arbeitsauftrag nicht erfüllt haben, gaben ergänzend an, dass sie sich durch das Arbeitsblatt in ihrer Arbeit behindert und abgelenkt fühlten und dass man bei so einem einfachen Programm keine Anleitung braucht, da man ohnehin sieht, was man alles machen kann. Es waren dies die beiden leistungsstärksten Schüler der beiden Klassen, sie hatten beide die Ergebnisse nicht schriftlich festgehalten, zeigten aber im anschließenden Gruppengespräch, dass sie auf jeden Fall qualitative Ergebnisse gewonnen hatten. Jene 9 Schüler, die feststellten, dass alle Fragen uninteressant waren, haben auch bei Frage 11 geantwortet, dass sie das Ganze nicht wirklich interessiert hat.

4.2 Das Gesetz des Archimedes

Vor allem die Schülerbeteiligung hielt sich in sehr bescheidenen Grenzen. Dieser Lernmodul war nicht als verbindlich vorgesehen. Jene beiden Schüler, die sich allerdings sehr intensiv mit der Lernumgebung auseinandersetzten, konnten sowohl Lernergebnisse, die Monate zuvor erworben worden waren als auch Lernwege bei der Reflexion im Juni darstellen. Diese beiden Schüler hielten sich auch nur sehr wage an die vorgegebenen Impulsfragen, sondern lenkten den Fokus auf die drei durch Zahlenwerte angegebenen Kräfte und zogen ihre eigenen Schlüsse. Alle sieben Schüler, die sich mit dem Applet beschäftigten, versuchten, ob es gelingt, den Behäl-

¹⁷ dieser Schüler hat mir in der folgenden Unterrichtsstunde darüber auch persönlich berichtet und mitgeteilt, dass er dieser Sache nachgegangen ist und in einem Buch nachgeschaut hat

Behälter zum Überlaufen zu bringen. Für drei Schüler waren die Anleitungen auf dem Arbeitsblatt zu wenig präzise, um zu Antworten auf die Fragestellungen zu kommen. Diese kleine Untersuchung zeigt schon exemplarisch auf, wie schwierig es für den Lehrer ist, ein für alle Schüler geeignetes Lernmaterial bereitzustellen, auf der Basis „so viel Anleitung wie notwendig und so wenig wie möglich“. Proaktive Lerner sollten nicht in ihrer Exploration gehemmt und Schüler mit Schwierigkeiten beim Erfassen neuer Lernaufgaben sollten entsprechend unterstützt werden. Ich sehe in der Bereitstellung von geeignetem didaktisiertem Lernmaterial, das Neue Medien in eine Lernumgebung einbettet, die größte Herausforderung für den Lehrer. Medien enthalten keine Lehrfunktionen, diese müssen daher vom Lehrer personal erfüllt oder in einem Lehrmaterial implementiert werden.

4.3 Schwimmen - Schweben – Sinken

Eine nicht zufällige Mehrzahl von Lernenden erlebt und bewertet die Handhabung des Lernprogramms als „vollkommen oder überwiegend problemlos“, womit die Hypothese A (siehe Tabelle 1) bestätigt wird.

Die Mehrheit der Lernenden geht mit Interesse und Neugierde an die Fragestellung heran. Da das Arbeitsmaterial sehr stark didaktisiert war, konnten alle Schüler in der vorgegebenen Zeit die entsprechende Tabelle ausfüllen. Mit der Durchführung des detailliert angeleiteten virtuellen Experiments und der Fertigstellung der Tabelle war für die meisten Schüler auch das Problem gelöst und es wird angegeben, dass die Problemlösung kaum Zeit und Mühe gekostet hat. Alle sieben Schüler, die angeben, dass sie Zeit und Mühe aufgewendet haben, kann ich aus den persönlichen Rückmeldungen ohne eine einzige Ausnahme als jene identifizieren, die sich selbst Fragen gestellt haben und die sicher gehen wollten, dass ihre Hypothesen stimmen und die damit erste Schritte eines wissenschaftlichen und proaktiven Lernverhaltens zeigen. Alle anderen Schüler hatten den Arbeitsauftrag nicht in dem Sinne aufgefasst, dass zuerst Vermutungen anzustellen waren, die dann eventuell relativiert und korrigiert werden sollten, wenn das Experiment eine andere Beobachtung liefert.

Bei diesen Fragen zur Kategorie C (siehe Tabelle 2) war ich mehr an den qualitativen Aussagen der Schüler interessiert. Dabei ordne ich die Frage F8 eher einem spielerischen Vorgehen zu, während die Antworten zur Frage 11 bereits konkrete Aussagen zum proaktiven Verhalten des Schülers geben.

Es zeigt sich, dass weit mehr Schüler durch reines Probieren versucht haben, alle Körper zum Schweben zu bringen, obwohl es in der Arbeitsanleitung nicht explizit angegeben war und die Motive ganz unterschiedlich waren, wie ich mit Hilfe der folgenden wörtlichen Kommentarauszüge (siehe Tabelle 4) belegen möchte, als dass sie aus Zeitmangel oder Desinteresse aber auch Lernschwierigkeiten nicht einmal einen Versuch unternommen haben.

Ich habe probiert, ob ich jeden Körper zum Schweben bringen kann.

ja	nein
<ul style="list-style-type: none"> - weil es die Aufgabenstellung war - aus Interesse - weil es interessant war - weil wir das machen hätten sollen - weil es easy war - damit ich weiß, welcher schwebt und welcher nicht - ja, aber erst nach einiger Zeit bin ich drauf gekommen - ich wollte es wissen - weil ich neugierig war und alles ausprobieren wollte, was möglich war - ja, es hat Spaß gemacht - weil ich sicher sein wollte - man will sehen, ob es wirklich funktioniert - weil mir langweilig war - weil Bewegung auf den Bildschirm gekommen ist - ich hatte noch viel Zeit gehabt - es hat mir geholfen, die Antwort zu finden 	<ul style="list-style-type: none"> - es hat mich nicht so interessiert - es war nicht verlangt - es war keine Zeit mehr - es war nicht interessant - ich habe nicht gewusst wie - ich habe es nicht verstanden - weil es zu viel Zeit gekostet hätte

Tabelle 4: Verbale Schülerrückmeldungen (Schulstufe 6 – Frage 8)

Aus den „ja“- Antworten lässt sich Neugier, Interesse aber auch forschendes Lernverhalten und eine doch beachtliche Schüleraktivierung erkennen.

Das explorierende bzw. proaktive Verhalten in der Lernumgebung wollte ich mit Hilfe von Frage 11 einschätzen.

Ich habe mir selbst eigene Fragen gestellt. Wenn ja, welche?

ja	nein
<ul style="list-style-type: none"> - weil ich wissen wollte, welche Dichte man für die Flüssigkeit verwenden kann - ich habe mich gefragt, ob es möglich ist, alle Körper gleichzeitig zum Schweben zu bringen - ich wollte wissen, bei welcher "density" alle Körper untergehen - ich habe alle großen Körper genommen und überprüft, ob sie schwimmen - weil ich auch für mich etwas lernen wollte - weil ich mich gewundert habe, dass nicht alle leichten Körper schwimmen 	<ul style="list-style-type: none"> - es gab genug Fragen - es war keine Zeit - es hat mich nicht interessiert - ich hatte keinen Grund - es war alles erklärt - weil ich zu kompliziert denke

- ich habe überprüft, ob die Rangordnungen der Dichten gestimmt haben
- ich habe überprüft, ob meine Antwort richtig ist, indem ich es für alle Körper ausprobiert habe – ich habe die Dichte der Flüssigkeit immer gleich oder größer gewählt wie die Dichte des Körpers und gesehen, dass er dann nicht untergeht

- weil „das Spiel“ so interessant war, dass keine Zeit für Fragen blieb

Tabelle 5: Verbale Schülerrückmeldungen (Schulstufe 6 – Frage 11)

70 von 85 Schülerinnen und Schülern haben sich aus verschiedenen Gründen keine eigenen Fragen gestellt. Jene 15 Schüler, die angeben, dass sie sich sehr wohl über die Aufgabenstellungen auf dem Arbeitsblatt hinaus noch eigene weitere Fragen gestellt haben, zeigen durch ihre Rückmeldungen (siehe Tabelle 5), dass sie explorierend mit der Lernumgebung umgehen konnten und die Gelegenheit zum selbstständigen Lernen auch wahrgenommen haben. Sie haben dabei die Lernzielstufen der höheren Ebenen im Würfelmodell (siehe Abbildung 1) „anwenden – auswählen- entscheiden – verstehen – entdecken – handeln“ erfolgreich durchlaufen.

Zu einem großen Teil handelt es sich dabei um Lernende mit einer auf den Klassendurchschnitt bezogen sehr hohen Wissensbasis, und/oder um Lernende, die stark motiviert und mit einer entsprechend guten Arbeitshaltung ausgestattet sind, also um Lernende, die selbstständig lernen können und wollen.

Für diese Gruppe hätte möglicherweise auch ein geringerer Didaktisierungsgrad der Lernumgebung ausgereicht. Ob sich diese Schüler durch die Arbeitsanleitungen in ihrem selbst gesteuerten Lernprozess behindert fühlten, habe ich nicht abgefragt. Aus den freien Antworten in den Kurzaufsätzen der Schüler konnte ich auch keinen Hinweis darauf finden.

4.4 Wir verschaffen uns einen Überblick

Der Einsatz dieser Lernumgebung lieferte in der ersten Stunde für mich eine sehr große Enttäuschung. Die Schüler waren nicht in der Lage, oder nicht bereit, die wenigen erklärenden Zeilen auf dem Bildschirm zu den beiden Experimenten zu lesen. Sie zogen es vor, einfach nachzufragen, was sie zu tun hätten. Daraufhin habe ich über den Beamer sehr instruktionistisch vorgezeigt, was die Experimente an Lernerfahrungen ermöglichen. Die Bereitschaft der Schüler, ihre Lernergebnisse wenigstens zu dokumentieren beziehungsweise zu reflektieren, war ebenfalls sehr gering. Ich erkannte sehr bald, dass ich die Schüler überfordert hatte und dass ich in kleineren Schritten vorgehen musste. In der zweiten Stunde erklärte ich daher in einer kurzen Lehrervorführung die Informationsumgebung „Elektrische Ladungen“ und präzierte den schon schriftlich festgelegten Arbeitsauftrag, indem ich am Lerninhalt „Reibungselektrizität“ exemplarisch veranschaulichte, wie die Aufgabenstellung zu verstehen war. Es war interessant zu sehen, welche Lerninhalte die Schüler bevorzugt auswählten – es waren dies in der Reihenfolge der Nennungen die Tests, die Videomodule und schließlich alles über Blitze. Mehr als die Hälfte der Schüler hatte einen anderen Modul nicht einmal angesehen. Die Schüler empfanden die Arbeit in den beiden Stunden sehr interessant, äußerten aber auch, dass eine Stunde im Physiksaal nicht so anstrengend ist.

4.5 Parallelschaltung zweier Widerstände

Dieses Lernmaterial wurde in der zeitlichen Abfolge als viertes von fünf multimediale Unterrichtsmodulen erst im Frühjahr 2004 eingesetzt. Die Schüler hatten daher schon fortgeschrittene Kompetenzen im Umgang mit dem angeleiteten, aber weitgehend selbstständigen Arbeiten und Lernen mit Hilfe Neuer Medien. Eine große Anzahl der Schüler arbeiteten sehr zielstrebig und einige wenige zogen sogar eigeninitiativ die Softwareumgebung Crocodile Physics heran, um ihre Ergebnisse zu überprüfen. Die beiden verwendeten Flash-Applikationen (spezifischer Widerstand und Parallelschaltung) waren die absoluten Lieblingsprogramme der Schüler, an die sich alle noch Monate später erinnerten. Als Begründung gaben sie an, dass man damit „richtig“ experimentieren kann. Zum Einsatzzeitpunkt dieser Lernsequenz hatte die Mehrzahl der Schüler auch schon weitreichende Kompetenzen im Dokumentieren der Untersuchungsergebnisse und verbalen Formulieren des Lernprozesses.

4.6 Wie lautet das Hebelgesetz?

Dem Einsatz des Applets ging ein Lehrer-Demonstrationsexperiment voraus, wobei die Versuchsanordnung vollkommen äquivalent war. Im erarbeitenden Unterricht wurden Gleichgewichtssituationen hergestellt, das dahinter stehende Gesetz aber nicht festgehalten, auch der Begriff Drehmoment wurde nicht erwähnt. Die Schüler wurden angeleitet auch die Erklärungen am Bildschirm zu lesen. Die erste Fragestellung wurde sehr einfach empfunden, mehr als 70% der Schüler fanden mehr als drei Lösungen. Die zweite Fragestellung konnte von allen Schülern gelöst werden, mehr als die Hälfte der Schüler verwendete den Begriff Drehmoment beim Vervollständigen des Merksatzes und konnte diesen Begriff auch mit eigenen Worten beschreiben. Besonders gerne wurde die Selbstkontrolle der Lernergebnisse durchgeführt, wobei allerdings anzumerken ist, dass einige Schüler das angebotene Feedback sowohl auf eine falsche wie auch eine richtige Lösung nicht zu nutzen verstanden. Besonders konnte ich in dieser Arbeitsphase der Lernergebniskontrolle eine erhöhte Aktivität im Austausch mit dem Lernpartner beobachten. Durch die Anzahl der vorhandenen Computer war grundsätzlich immer nur Partnerarbeit möglich, mit allen Vor- und Nachteilen. Bei der Erarbeitung des Hebelgesetzes musste ich beobachten, dass hier kaum Beratungen stattgefunden haben. Hingegen haben die Schüler bei der Bearbeitung der Testaufgaben versucht, möglichst in Kooperation und im Konsens eine Antwort zu geben, sie füllten sich als Lerngruppe im Wettbewerb mit anderen Paaren.

4.7 Hebel im Alltag

Bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellungen gab es sehr große qualitative Unterschiede. Die Unterschiede zeigten sich schon zu Beginn bei der Erfassung der Aufgabenstellung. Nach einem kurzen einführenden Überblick für alle Schüler über die Inhalte der fünf verschiedenen Beispielkategorien, die jede für sich wieder mehrere Auswahlmöglichkeiten bot, sollten sich die Schüler für eine bestimmte Fragestellung entscheiden und wieder zu zweit an der Lösung der Aufgabenstellung arbeiten. Nur wenige Schüler wählten Aufgaben aus den Kategorien 2 bis 5 mit der Begründung, dass man bei den Aufgabenblättern der Frage 1 weniger lesen muss und das Blatt ausdrucken kann. Das Lesen auf dem Bildschirm stellt für viele Schüler eine sehr große Herausforderung dar, der sich auch nicht besonders gerne stellen. Ein weite-

rer Grund war, dass man bei den anderen Fragen kein Arbeitsblatt hatte und daher alles selbst aufschreiben muss. Es zeigten sich bei diesem Modul sehr deutlich die Chancen und Grenzen des eigenverantwortlich und selbst gestalteten Lernprozesses. Das Internet ist eben noch kein Lernmedium – die didaktischen Lehrfunktionen, die der größte Teil unserer Schüler dieser Altersgruppe benötigt, müssen durch die Lehrperson in der Lernumgebung bereitgestellt werden. Viele Schüler haben auch große Schwierigkeiten sich innerhalb eines größeren inhaltlichen Angebotes für einen bestimmten Lerninhalt zu entscheiden und daran dann auch verbindlich zu arbeiten. Die große Menge an Informationen verleitete sehr viele Schüler dazu sich sehr oberflächlich von einer Seite zur anderen zu bewegen und die Informationen nicht einmal visuell aufzunehmen.

4.8 Wir analysieren Schaltungen

Die Aufgabensequenz wurde in der Übungs- und Transferphase eingesetzt, um schon bekanntes Wissen zu festigen und auf neue Situationen anzuwenden. Der zweiphasige Einsatz war in beiden Klassen sehr erfolgreich, es konnte praktisch bei allen Schülern ein zumindest reaktives Lernverhalten festgestellt werden. Vor allem jene Schüler, die falsche Vermutungen angestellt hatten, versuchten mit der virtuellen Experimentierumgebung die Fehler zu analysieren, indem sie die Schaltungen durch entsprechende zusätzliche Messgeräte ergänzten. Einige Schüler hatten Schwierigkeiten bei Frage 3, die auf der sprachlichen Ebene ein relativ hohes Abstraktionsniveau aufweist, und wo auch der formale Transfer in eine modellhafte symbolische Darstellung eine anspruchsvolle kognitive Leistung darstellt.

4.9 Drei Lämpchen

Die Grundaufgabe stellte für die meisten Schüler keine besondere Herausforderung dar, da die Konzepte von Serien- und Parallelschaltung aus anderen ähnlichen Lernsituationen erfolgreich übertragen werden konnten. Die Zusatzfragen mit ihren impliziten „Was-wäre-wenn-Szenarios“ konnten in Phase 1, also ohne Computer, nur von sehr wenigen Schülern richtig gelöst werden. Die meisten dieser Schüler haben die richtigen Strategien entwickelt, nämlich Skizzen auf Papier angefertigt und dann ihr Wissen über Serien- und Parallelschaltung von Widerständen beziehungsweise Glühlämpchen richtig anwenden können. Jene Schüler, die in Phase 1 zu keinen richtigen Vermutungen kamen, versuchten ausnahmslos, die Aufgabe nur „im Kopf“ zu lösen und waren nicht davon zu überzeugen, dass eine bildliche Darstellung vielleicht doch hilfreich sein könnte. Diese Erkenntnis erwarben aber dann doch einige, als sie die Aufgabenstellung mit Crocodile Physics modellierten und sahen, welche Aussagekraft eine bildliche Darstellung hat. Etwa die Hälfte dieser Schüler hat das auch eingesehen und auf dem Arbeitsblatt unter „Das habe ich gelernt ...“ auch schriftlich festgehalten.

4.10 Der elektrische Stromkreis

Die erste Aufgabenstellung war bewusst einfach gehalten und auch sehr ausführlich angeleitet, da sie unter Anderem dazu dienen sollte, die Schüler mit der Simulationsumgebung Crocodile Physics vertraut zu machen. Sie wurde auch problemlos von allen Schülern bewältigt. Hingegen stellten die beiden weiteren Fragestellungen viele Schüler vor größere Schwierigkeiten. Die Probleme bestanden vor allem darin die

Textinformationen und die bildlichen Darstellungen in ihrem Zusammenhang zu erkennen, den Text überhaupt zu verstehen und dann vor allem zuerst eine rechnerische Lösung zu eruiieren. Vielen Schülern war überhaupt nicht bewusst, dass sie etwas zu berechnen hätten. Es gelang nicht einmal allen Schülern, eine der Problemstellungen wenigstens aus der Simulation, deren Umsetzung elektronisch vorgegeben war und die nur mehr auszuführen gewesen wäre, zu lösen, da sie die schriftlichen Anweisungen nicht verstanden haben.

5 EVALUATION, BEWERTUNG UND REFLEXION

Ich bin bei der Planung meiner Multimedia – Module von der Intention ausgegangen, damit eine Möglichkeit zu schaffen, individuelle Lernaktivitäten besser zu fördern. Weiter hatte ich mir vorgenommen, in der Lernsituation selbst möglichst wenig zu steuern und nachzujustieren, da ich auch sehen wollte, wie die Lernenden mit den vorgefertigten Arbeitsanleitungen umgehen.

Bei der Betrachtung von Mediensystemen als Produkt geht es um die medien- und computertechnische Ausstattung. Es muss aber berücksichtigt werden, dass die Verfügbarkeit von Computern und Medien immer nur eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für Lernen darstellt. Aus der Sicht einer Prozessperspektive geht es hingegen darum, wie Computer und Medien als Werkzeuge in Lehr- und Lernprozessen genutzt werden können. Die Konzeption und Entwicklung didaktischer Medien beschäftigt sich schließlich mit der Frage, wie mediengestützte Lernangebote hergestellt und genutzt werden sollen, damit sie zur Lösung von Bildungsproblemen beitragen können.

Das Ausmaß der notwendigen didaktischen Aufbereitung ist davon abhängig, welche Funktion dem Medium im Lernprozess zugeschrieben wird. Bei Medien zur Wissensvermittlung erfordert die didaktische Aufbereitung den höchsten Aufwand. Das Medium muss möglichst präzise an Lernprozesse angepasst werden beziehungsweise auf die Lösung genau eines didaktischen Problems ausgerichtet werden, um in der Auseinandersetzung mit dem Medium ganz bestimmte Erfahrungen und Einsichten zu ermöglichen und zu gewährleisten, dass tatsächlich ein Lernnutzen eintreten kann.

Meine Erwartungen waren eher zurückhaltend – ich bin keineswegs davon ausgegangen, dass die angebotenen multimedialen Lernumgebungen plötzlich ausschließlich proaktive Lernende produzieren würden. Das kann der beste personale Unterricht und auch das bestgestaltete Lernangebot nicht leisten.

Für mich war es auch interessant, zu erfahren, wie die leistungsstärkeren Schüler die neuen Möglichkeiten und Herausforderungen nutzen werden, bzw. ob sie diese überhaupt nutzen. Auf diese Frage habe ich durch die ausführlichen Rückmeldungen sehr klare Antworten bekommen. Sowohl die Qualität der Lernergebnisse als auch der Grad der Auseinandersetzung mit dem eigenen Lernprozess sind sehr erfreulich und entsprechen ziemlich genau meinen Erwartungen. Aber auch die schwächeren Schüler haben soweit Motivation erfahren und sind zu Lernaktivitäten angeregt worden, die sie persönlich als ansprechende Lernsituationen erleben und auch so bewerten, auch wenn die objektiv einschätzbare Lernorientierung eher einer Oberflächenverarbeitung entspricht.

Meine Einschätzung, dass Lernen ein höchst personaler und aktiver Prozess ist und daher erfolgreiches Lernen auf intrinsische Motivation, Interesse und die aktive Auseinandersetzung der Lernenden mit den Lerngegenständen angewiesen ist, hat sich bestätigt. Lernende eignen sich die angebotenen Lerninhalte nach ihren Regeln und Vorerfahrungen, nach ihren eigenen Verständniszugängen und im Kontext ihrer individuellen Lebenswelt und Leistungsansprüche an. Dieser selbst gesteuerte Prozess wird in Bezug auf die Auswahl der Lerngegenstände, die Lernzeit und den methodi-

schen Zugang in hohem Maße vom Lernenden selbst reguliert. Das ist unabhängig davon, ob Unterricht in personalen Lehr-Lern-Situationen stattfindet oder in multimedialen Lernumgebungen. Daran kann auch die beste Lernumgebung nur wenig ändern.

Jeder Lernende gestaltet auf Grund unterschiedlichen Vorwissens, individueller Neigungen und Interessenlagen seine eigene Lernqualität. Der proaktive Lerner sucht selbst seinen Weg, er findet selbst Fragen und soll in gut gestalteten Lernumgebungen auch die entsprechenden Antworten finden können. Im Festlegen des passenden Didaktisierungsgrades und in der sich daraus ergebenden didaktischen Einbettung der Lernprogramme besteht die besondere Herausforderung für den Lehrenden, da wir es als Lehrer nie mit einem bestimmten Schüler, sondern mit einer meist heterogenen Lerngruppe zu tun haben und das Softwareprodukt per se in den meisten Fällen noch überhaupt keine didaktische Qualität hat. Ich habe daher versucht, vor allem für die schwächeren Schüler ausreichend Lehrfunktionen und Lernhilfen anzubieten und bin davon ausgegangen, dass die selbst kontrollierten Lerner darüber hinaus versuchen werden, die Lernumgebungen reaktiv und proaktiv zum selbstständigen Forschen und Entdecken zu nutzen.

Durch die sehr differenzierten Rückmeldungen habe ich einen guten Einblick in die individuellen Lernprozesse bekommen. Der durchschnittliche Lernende hat noch immer überwiegend das Bedürfnis gelenkt und geleitet zu werden bzw. muss erst entsprechend zum Lernen motiviert werden. Er erledigt dann auch nur jene Aufgaben, die ihm explizit gestellt werden und unternimmt keine besonderen Anstrengungen darüber hinaus Wissen zu konstruieren, obwohl er schon der Meinung ist, dass er mit Hilfe des Computers leichter und auch besser lernen könnte. Er weiß auch, dass vollständiges Lernen anstrengend ist und hat erfahren, dass auch Lernen mit dem Computer viel mühevoller ist, als einfach nur rezeptiv dem Unterricht beizuwohnen. Auch die beste Lernumgebung wird aus eher lernunwilligen, eher uninteressierten und eher schwächeren Lernern keine proaktiven Lerner machen können.

Wie ich aus fast allen persönlichen mündlichen und schriftlichen Rückmeldungen weiß, haben die Erfahrungen, die die Lernenden mit der Anwendung der multimedialen Lernumgebungen gemacht haben, sie auf dem Weg über ihr eigenes Tun und Lernen zu reflektieren, ein großes Stück weiter gebracht. Für die meisten Schüler war es völlig neu über ihren eigenen Lernprozess sprechen oder schreiben zu müssen. Einige haben auch in dieser Reflexion erkannt und eingestanden, dass sie „mehr daraus hätten machen können“.

Nicht vergessen möchte ich auf die Feststellung, dass meine eigene Beschäftigung mit der Auswahl der Lehrinhalte und ihrer Umsetzung in den verwendeten multimedialen Lernumgebungen ganz wesentlich zur Optimierung meines eigenen Lehrprozesses beigetragen hat und ich darin einen ganz persönlichen Mehrwert sehe. Es war mein Ziel, Bildungsprodukte zu erstellen, die aus lernbaren didaktischen Einheiten bestehen, die von meinen Adressaten akzeptiert werden und ihnen einen individuellen möglichst selbst gesteuerten und proaktiven Weg zum Lernerfolg ermöglichen. Die Zeit und Energie, die ich dafür aufgewendet habe, hat mir auch nach 24 Praxisjahren neue Einsichten und Erweiterungen in inhaltliche und methodisch-didaktische Fragestellungen und Zusammenhänge eröffnet.

6 AUSBLICK

Gerade die Differenziertheit der vorgestellten Ansätze sowie die dokumentierten Beispiele haben deutlich gemacht, dass mit den Neuen Medien ein Umbruch beim Lernen stattfindet. Der Schwerpunkt verlagert sich dabei weg von der Passivität der Lernenden in eine Aktivität, mit der Wissen konstruiert wird. Entscheidend hierbei sind die Lernsituationen, die genügend Freiheit, aber auch Anregungen und Bezug zum Leben haben sollten, damit sich das Lernen entfalten kann.

Wenn es gelingt, neben der bisherigen einseitigen Konzentration auf die Entwicklung optimaler Lernprogramme bzw. -anwendungen den Blick auch auf die pädagogische Einbettung zu lenken, dann kann das Lernen mit neuen Medien auch Erfolg zeigen und durch entsprechende empirische Untersuchungen besser gestützt werden als bisher.

Die für mich entscheidenden Fragen im didaktischen Feld der Verantwortung des Lehrers sind: „Wie gehen die Lernenden mit dem Angebot um, was machen sie daraus? Wie weit hängt die Umsetzung mit den individuellen Voraussetzungen und Einstellungen der Lernenden zusammen?“ Was machen die Lernenden für sich aus diesem Lernangebot? Wie gehen sie mit der Selbstverantwortung für das eigene Lernen um? Was kann ich als Lehrer dazu beitragen?

Die Neuen Medien bieten entsprechende Potenziale nicht nur für eine Erhöhung der Effizienz, sondern auch für eine Erhöhung der Qualität des Lehrens und Lernens und damit für die Verbesserung von Unterricht und Schule. Unsere Schüler benötigen in der Informationsgesellschaft neue Kompetenzen und Orientierungen. Medienkompetente Schüler setzen aber medienkompetente Lehrer voraus. Daher nimmt auch die Lehrerqualifizierung für eine erfolgreiche und reflektierte Medienverwendung, Mediengestaltung und Medienerziehung eine Schlüsselrolle im Bildungswesen ein. Die Herausforderungen für die Lehrerbildung bestehen darin, Perspektiven aufzuzeigen, wie der kompetente und verantwortungsbewusste Umgang mit neuen Medien integraler Bestandteil der Lehrerbildung werden kann.

Große Hoffnung setze ich in meine Erfahrungen aus dieser Studie, die gezeigt hat, dass auch für den „Durchschnittsschüler“ der Einsatz Neuer Medien für stark abgegrenzte Lernaufgaben durchaus erfolgreich sein kann und von den Lernenden auch angenommen wird.

Wissenschaftliches Denken beginnt mit dem Stellen von Fragen, genauer gesagt mit Fragen, die sich stellen. Mir stellt sich nach mittlerweile tiefgehender Beschäftigung mit dem „Lernen mit Neuen Medien“ immer wieder die Frage nach dem didaktischen Mehrwert und der Möglichkeit der Optimierung von Lehr- und Lernprozessen. Geleitet von den Prinzipien einer konstruktivistischen Lerntheorie, wo der Lerner in eine aktive Position im Lernprozess versetzt wird und sich die Rolle der Lehrperson von der reinen Wissensvermittlung hin zu einem Berater in diesem Prozess verschiebt, habe ich basierend auf vielen Fragen, die sich mir im Laufe des Planungs- und Entwicklungsprozesses immer wieder gestellt haben, entsprechende Lernmaterialien konzipiert und gestaltet, einen Handlungsplan entwickelt, diesen dann ausgeführt und meine Handlungen schließlich evaluiert.

Und schon wieder oder noch immer stellen sich weitere Fragen: Bin ich zufrieden mit dem Ergebnis? Ist es gut gegangen? Wo gab es Schwierigkeiten? Was habe ich nicht bedacht? Was hätte ich anders/besser machen können? Wie interpretiere ich die Ergebnisse? Welche Schlüsse ziehe ich daraus? Welche weiteren Ziele sehe ich heute? Was wäre eine neue Herausforderung? Wie geht es weiter? Was plane ich konkret?

Ich möchte jetzt keine weiteren Fragen mehr stellen, obwohl sich einige aufdrängen, sondern fasse nun das Endergebnis der Studie noch einmal kurz zusammen und gebe dann noch einen Ausblick auf meine weiteren Ziele.

Multimedia unterstützt besonders den aktiven, selbstgesteuerten und selbstverantwortlichen Lerner. Multimedia unterstützt einen Lerner, der darüber hinaus bereit ist, von und in Gemeinschaft mit anderen Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen zu erwerben, seinen Lernprozess zu reflektieren und der zulässt, dass sich ihm Fragen stellen, denen er explorierend nachgehen will und kann. Multimediale Lernumgebungen, die vom Lehrer überlegt eingesetzt werden, sollen ihm die Möglichkeit geben, auch andere als die vom Lehrer intendierten Lernprozesse zu verwirklichen.

Entscheidend für den Erfolg der computergestützten Lernsysteme ist daher neben dem interessanten Programm, dem begeisternden Lehrer, der Kontextualität der Lernumgebung und der hochinteraktiven Kommunikation vor allem der motivierte, selbstständige Schüler mit einer hinreichend großen Wissensbasis, der reaktiv und daher vollständig und im Idealfall sogar proaktiv lernt und die angebotenen Informationen durch Lernen in Wissen transformieren will und kann.

In meinen zukünftigen Arbeiten und Erforschungen meines eigenen Unterrichts möchte ich noch stärker als bisher die Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten der neuen Medien und vor allem des Internet nutzen und die Lernenden davon überzeugen, dass damit auch Möglichkeiten zum gemeinsamen Lernen und zur Dokumentation des Lernweges geschaffen werden. Ich bin der Meinung, dass es für Lernende immer wichtiger wird, gemeinsam mit Kollegen zu lernen und den eigenen Lernprozess zu erforschen.

7 VERZEICHNISSE UND ANHÄNGE

7.1 Literaturverzeichnis¹⁸

[1]	Aufenanger, Stefan (1999). Lernen mit neuen Medien - Was bringt es wirklich? Medien praktisch – Zeitschrift für Medienpädagogik. Heft 4/99. S. 4-8
[2]	Bäurle, W.; Gietz, P.; u.a. (2000). Klett-Mediothek. Die interaktive Materialsammlung. Atombau-PSE-Bindung. Chemie 1. Ernst Klett Verlag. http://www.klett-verlag.de . Stuttgart – Düsseldorf- Leipzig.
[3]	Baumann, B.; Möller, B. (2000). Klett Mediothek Physik 1 Strahlenoptik. Die interaktive Mediensammlung. Ernst Klett Verlag. http://www.klett-verlag.de . Stuttgart – Düsseldorf- Leipzig.
[4]	Baumgartner, P. (2002a). Pädagogische Anforderungen für die Bewertung und Auswahl von Lernsoftware. In: Issing, Klimsa (Hrsg.), Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet, Verlagsgruppe Beltz. Weinheim
[5]	Baumgartner, P. (2002b). E-Learning. Didaktische und technische Grundlagen. E-Learning. CD Austria. S.4-5
[6]	Baumgartner, P. (2002c). Didaktische Aspekte von e-Learning. http://iol3.uibk.ac.at:8080/filer/peterManilaWebsite/peter/articles/didaktischeAspekte.pdf
[7]	Baumgartner, P.; Payr, S. (1999). Lernen mit Software. Lernen mit interaktiven Medien. Band 1. Studienverlag. Innsbruck-Wien-München.
[8]	Breinbauer, I. (2003). Konstruktivistische Fundierung der Mediendidaktik? Skriptum zum 4. Universitätslehrgang „Medienpädagogik“. Donau- Universität Krems. Zentrum für Bildung und Medien. August 2003.
[9]	Crocodile Physics®. Crocodile Clips. www.crocodile-clips.com . 2002
[10]	Ehlers, U. (2002). Qualität beim e-learning. http://www.lernqualitaet.de/ol/qualitaet_ehlers.pdf
[11]	Fischer, F.; Mandl, H. (2000). Lehren und Lernen mit neuen Medien. München: Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. Forschungsbericht Nr. 125.
[12]	Hepp, R.; Herzig, G.; u.a. (1996). Umwelt Physik. Ausgabe A Teil 1. Ernst Klett Verlag. Stuttgart-Düsseldorf-Leipzig
[13]	Hepp, R.; Herzig, G.; u.a.(1997). Umwelt Physik. Das Projektbuch. Ernst Klett Verlag. Stuttgart-Düsseldorf-Leipzig
[14]	Holzinger, A. (2001). Basiswissen Multimedia. Band 2: Lernen. Kognitive Grundlagen multimedialer Informationssysteme. Würzburg: Vogel Verlag
[15]	Interactive Physics™. Simulating Reality. User's Manual. MSC-Software. www.interactivephysics.com . Redwood City. California. 2000
[16]	Issing, L.(1998). Lernen mit Multimedia aus psychologisch-didaktischer Perspektive. In: Dörr, G; Jüngst, K. L. (Hrsg.): Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr-Lern-Prozessen. Weinheim: Juventa.

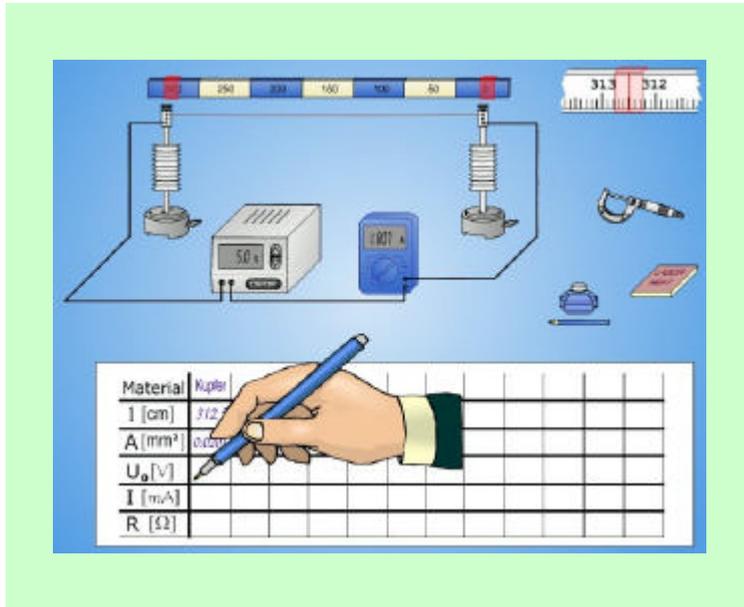
¹⁸ Die angeführten Internet-Adressen wurden zuletzt am 15.6.2004 überprüft.

[17]	Kerres, M.(2001). Multimediale und telemediale Lernumgebungen – Konzeption und Entwicklung. München-Wien: R. Oldenbourg Verlag
[18]	Klein, B. (2000). Didaktisches Design hypermedialer Lernumgebungen. Tectum Verlag. Marburg.
[19]	Klimsa, P. (2002). Multimediantutzung aus psychologischer und didaktischer Sicht. In: Issing, Klimsa (Hrsg.). Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet. Verlagsgruppe Beltz. Weinheim
[20]	Koubek, A. (1998). Lernen mit Multimedia. FH Joanneum . Arbeitspapier 98/001; Graz, Mai 1998, http://www.fh-joanneum.at
[21]	Mandl, H., Gruber H., Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, Klimsa (Hrsg.). Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet. Verlagsgruppe Beltz. Weinheim
[22]	Mechling, R.: EUKLID –DynaGeo. Geometrie (wie) mit Zirkel und Lineal. Version 2.4d (c). 1994/2002.
[23]	Mikelsis, H. F.; Mikelsis -Seifert, S. (2002). Physikunterricht aktiv und interaktiv. Workshop-Ansatz mit dem Simulationsprogramm „phenOpt“. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik. Heft 69. Ausgabe 3/02. 13. Jahrgang. Pädagogische Zeitschriften bei Friedrich Velber in Zusammenarbeit mit Klett. Seelze.
[24]	Mitschian, H. (2000). Vorsprung durch Technik? In: Hendricks, W. (Hrsg.). Neue Medien in der Sekundarstufe I und II. Didaktik, Unterrichtspraxis. Cornelson Scriptor. Berlin
[25]	Moser, H. (2000). Abenteuer Internet. Lernen mit WebQuests. Donauwörth: Verlag Auer
[26]	Niegemann, H. M.(2001). Neue Lernmedien / konzipieren-entwickeln-einsetzen. Praxis Lernen mit neuen Medien. Verlag Hans Huber. Bern; Göttingen; Toronto; Seattle.
[27]	Ortner, G. (2002). Einführung in die Mediendidaktik – Begriffliche Basis und Grundfragen der Entwicklung und des Einsatzes von didaktischen Medien in Schulbetrieb und Unterricht. Skriptum. Donau Universität Krems – Wintersemester 2002/2003.
[28]	Ortner, G. (2002). Die schlechte Nachricht: e-Learning gibt es gar nicht! Auch in der virtuellen Schule muss real gelernt werden http://wbt.donau-uni.ac.at/e-learning/symposium-14-06-2002/ref-ortner.html
[29]	Pachler, N. (Hrsg.). (2002). Lehren und Lernen mit IKT. Teil 1: Wie verändert sich Unterricht mit den neuen Informations - und Kommunikationstechnologien?. Innsbruck: Studienverlag
[30]	Papert, Seymour (1996): School's Out? Interview of Seymour Papert by David S. Bennahum, that took place in 1996. The interview can be found on the MEME website at http://memex.org/meme2-13.html .
[31]	PhenOpt. Einführung in die Grundlagen der geometrischen Optik. CD-ROM. München: FWU. 2000
[32]	Reich, K. (2002). Systemisch-konstruktivistische Pädagogik. Einführung in Grundlagen einer interaktionistisch-konstruktivistischen Pädagogik. Neuwied; Krefeld: Luchterhand
[33]	Schnotz, W.(2002). Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In: Issing, Klimsa (Hrsg.). Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet. Verlagsgruppe Beltz. Weinheim
[34]	Schraub, J. (2003). Physismart. Interaktive Physik-Simulationen. Aulis Verlag Deubner. Köln.
[35]	Schulmeister, R. (2002). Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design. München-Wien: R. Oldenbourg Verlag

- [36] Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia. Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. it + ti 4/2002. Universität Hamburg www.uni-hamburg.de
- [37] Stoll, Clifford (2001). Logout – ein Essay. Warum Computer im Klassenzimmer nichts zu suchen haben. Zeitpunkte 1/2001. Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH&Co. Hamburg
- [38] Süßenbacher, W. (1997). Software-Bildung. Lernen mit interaktiven Medien – Band 3. 1997. Studienverlag Innsbruck-Wien
- [39] Thissen, F.: Online-Forum Medienpädagogik. Chancen und Grenzen des Lehrens und Lernens mit Multimedia. <http://lbs.bw.schule.de/onmerz>
- [40] Thissen, F. (1997). Vortrag auf der learntec 1997, veröffentlicht in Uwe Beck/Winfried Sommer (Hrsg.). LEARNTEC 97. Europäischer Kongress für Bildungstechnologie und betriebliche Bildung. Tagungsband. Karlsruhe. S. 69-79
- [41] Weidenmann, B. (2002a). Abbilder in Multimediaanwendungen. In: Issing, Klimsa (Hrsg.). Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet. Verlagsgruppe Beltz. Weinheim
- [42] Weidenmann, B. (2002b). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In: Issing, Klimsa (Hrsg.). Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet. Verlagsgruppe Beltz. Weinheim
- [43] Wieser, R. (2002). Lehren und Lernen mit Neuen Medien. http://www.lehrerforum.at/docs/Lernen_mit_Neuen_Medien.htm
- [44] Wilde, D. (2001). Lehren und Lernen in der Grundschule – Neue Lernkultur. <http://www.dagmarwilde.de/semik/zitate/zitatelernenkonstrukt.html>
- [45] Wilde, D. (2000). Lehren und Lernen aus konstruktivistischer Sicht <http://www.dagmarwilde.de/vofu/konstrukt.html>
- [46] Wirth, W. (2000). Nadelöhr Wissen. Vortrag bei den Münchner Medientagen 2000
- [47] Wolter, L. (1999). Der Simulationsbaukasten „Interactive Physics“. Einsatz in der Lehre der Physik. Herbert Utz Verlag. München.
- [48] Wüllenweber, M.: Hamburg. FRG. Albert® Physik Interaktiv. Windows -Lernsoftware, Berlin/ Heidelberg: Springer. 1996
- [49] Zürcher Hochschule Winterthur ZHW.(2002). E-Learning und neue Lerntechnologien. <http://elearning.zhwin.ch/pool/definition/>

7.2 Anhänge

7.2.1 „Wovon hängt der Widerstand eines Drahtes ab?“



Du arbeitest mit dem Programm „spezwider.exe“.

Das Netzgerät ermöglicht dir die Spannung zu variieren.

Eine Veränderung des **Materials** und/oder des **Drahtquerschnitts** kannst du durch einen Klick auf die verkleinerte Darstellung der Mikrometerschraube erreichen.

Mit dem **Multimeter** ermittelst du die **Stromstärke** durch den Draht.

Material	Länge in cm	Dicke d in mm	Spannung U in Volt	Stromstärke I in Ampere	Länge / d ² in cm/mm ²
Kupfer	300	0,4			
Kupfer	300	0,2			
Kupfer	200	0,4			
Kupfer	100	0,4			
Gold	300	0,2			
Gold	300	0,1			
Eisen	300	0,4			
Eisen	300	0,2			
Eisen	300	0,1			

Das habe ich gelernt: Der elektrische Widerstand eines Drahtes ist abhängig von:

1.
2.
3.

Der elektrische Widerstand eines Drahtes ist umso größer, je und je der Draht ist.

Zusatzfragen:

Wovon könnte der elektrische Widerstand eines Drahtes darüber hinaus noch abhängig sein? Begründe deine Vermutung und suche nach Informationen, die deine Erklärungen stützen.

Ordne die Materialien Kupfer, Gold, Eisen und Konstantan nach steigender Leitfähigkeit! Was könnte die Ursache dafür sein?

Beschreibe bitte deinen Lernweg in einem kurzen schriftlichen Aufsatz (ca. 1 Seite)!

7.2.2 „Wann schwimmt ein Körper?“

Im folgenden **elektronischen Labor** kannst du erproben, wann ein Körper schwimmt, schwebt oder sinkt. <http://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=362>



Für deine Untersuchungen stehen dir zehn verschiedene Körper zur Verfügung. Im rechten Behälter befindet sich Flüssigkeit, deren Dichte du ebenfalls variieren kannst. Verändere aber vorerst die Dichte (1 g/cm^3) nicht und stelle, bevor du die Körper in den Behälter bringst Vermutungen an, welche Körper schwimmen werden. Sind es jene mit dem größten, oder jene mit dem kleinsten Volumen, oder glaubst du, dass es gar nicht auf das Volumen ankommt?

- Sinken alle Körper mit großem Volumen?
- Schwimmen alle Körper mit kleinem Volumen?
- Kannst du sagen, ob ein Körper schwimmt oder untergeht, wenn du sein Volumen kennst?
- Sinken alle Körper mit großer Masse?
- Schwimmen alle Körper mit kleiner Masse?
- Kannst du sagen, ob ein Körper schwimmt oder untergeht, wenn du seine Masse kennst?
- Sinken alle Körper mit großer Dichte?
- Schwimmen alle Körper mit kleiner Dichte?
- Wie hängt das Verhalten des Körpers mit der Dichte der Flüssigkeit zusammen?

So sollst du beim Experimentieren vorgehen:

1. Ermittle mit der vorhandenen Versuchsanordnung die Massen und Volumina der zehn vorgegebenen Körper – notiere die Ergebnisse in der Tabelle.
2. Untersuche das Verhalten der Körper in der Flüssigkeit und trage deine Beobachtung ebenfalls in der Tabelle ein!
3. Berechne jetzt die Dichten der einzelnen Körper und trage sie ebenfalls in der Tabelle ein. Erstelle eine Rangordnung der Dichten (1= kleinste Dichte, 10=größte Dichte)
4. Wann schwebt ein Körper?

Objekt	schwimmt? (ja/nein)	Masse m in g	Volumen V in cm^3	Dichte ρ in g/cm^3	Rang
a					
b					
c					
d					
e					
f					
g					
h					
i					
j					

Dichte der Flüssigkeit im Behälter: g/cm^3

Gib nun eine möglichst ausführliche Antwort auf die Frage

“Wann schwimmt ein Körper?“

7.2.3 Das Gesetz des Archimedes

<http://www.zum.de/ma/fendt/phd/phd.htm>

In diesem Java-Applet ist ein einfaches Experiment zur Auftriebskraft dargestellt: Ein quaderförmiger Festkörper, der an einer Federwaage befestigt ist, wird in eine Flüssigkeit eingetaucht (Ziehen mit der Maus!). Dabei verringert sich die gemessene Kraft, die sich als Differenz von Gewichtskraft und Auftriebskraft ergibt.

Du sollst herausfinden, wovon die Größe der Auftriebskraft abhängig ist!



Grundfläche des Quaders:	100	cm ²
Höhe des Quaders:	5,0	cm
Dichte des Quaders:	2,0	g/cm ³
Dichte der Flüssigkeit:	1,0	g/cm ³
Eintauchtiefe:	0,0	cm
Verdrängtes Volumen:	0	cm ³
Auftriebskraft:	0,00	N
Gewichtskraft:	9,81	N
Gemessene Kraft:	9,81	N
Messbereich:	20	N

- Hast du eine Vorstellung, was man unter der Auftriebskraft versteht. Tauche den Körper verschieden tief in die Flüssigkeit ein und beobachte die Zahlenwerte der drei ausgegebenen Kräfte. In welchem Zusammenhang stehen sie auf jeden Fall?
- Untersuche, ob die Auftriebskraft von der Dichte des Körpers abhängt?
- Untersuche, wie die Auftriebskraft von der Dichte der Flüssigkeit abhängt!
- Finde das Gesetz von Archimedes, indem du die Eingabewerte für die Grundfläche, die Höhe und die Dichte des Quaders sowie die Dichte der Flüssigkeit veränderst und die folgende Tabelle ausfüllst:

Auftriebskraft	verdrängtes Volumen	Dichte der Flüssigkeit	verdrängtes Volumen mal Dichte der Flüssigkeit

- Was fällt dir auf?
- Weißt du jetzt, wovon die Auftriebskraft eines Körpers abhängt und welche Größen keinen Einfluss darauf haben. Formuliere deine Erkenntnisse mit eigenen Worten!

7.2.4 Wir verschaffen uns einen groben ÜBERBLICK!

1. Was findest du auf [dieser Internet-Seite](#)¹⁹? Was hast du „dort“ gelernt? Was war neu für dich? Verstehst du jetzt etwas besser? Wenn ja, was und warum?
2. Was kannst du [hier](#)²⁰ erfahren? Beschreibe genau, was du dir an neuem Wissen selbst angeeignet hast!
3. Unter der folgenden Internet-Adresse²¹ findest **sehr viele Informationen**. Verschaffe dir einen ersten Überblick, wähle dann einen Inhalt aus, den du genauer bearbeitest und beantworte die folgenden Fragen:
 - Welchen Inhalt hast du ausgewählt? Warum?
 - Welche Informationen findest du besonders interessant?
 - Welche waren zu schwierig für dich?
 - Was hast du ganz konkret dabei gelernt?

Elektrische Ladungen

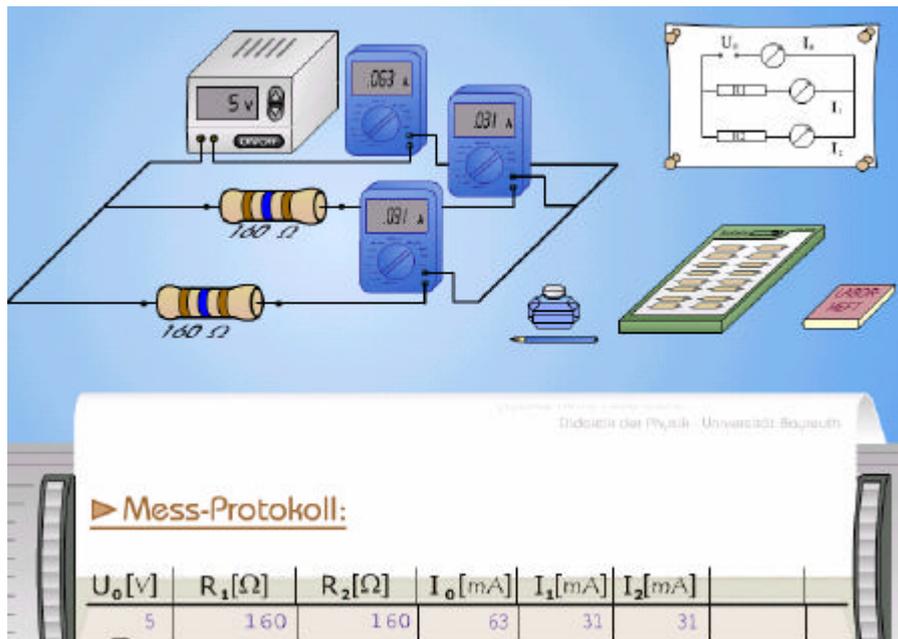
Aufgaben	Versuche	Ausblicke
Ladungseigenschaften	Hantel im Kondensator	Wie ein Blitz entsteht (8.Kl)
Atomare Vorstellungen	Elektroskop	Alles über Blitze(8.Kl)
Reibungselektrizität	Bandgenerator	Blitzgefahr(8.Kl)
Musteraufgaben	Influenzmaschine	Gewitteraufgaben
Zusatzaufgaben	Dipol im E-Feld	Gewitterseite
3 Tests a 10-Fragen	Inhomogenes Feld	Ladungstrennung Wind
	Influenz	Geschichte der Elektrostatik
	Spitzenwirkung	Kopierer u. Laserdrucker
	Influenz	Tintenstrahldrucker
		Elektrofilter

¹⁹ <http://www.k-wz.de/physik/elektrostatickraft.html>

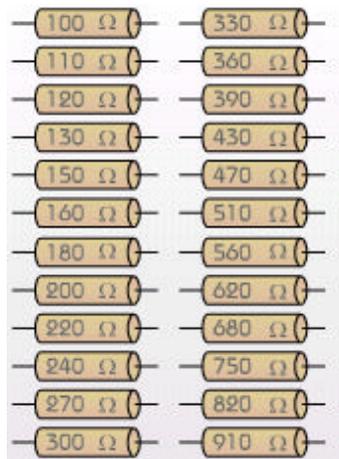
²⁰ <http://www.k-wz.de/physik/ladungstransport.html>

²¹ http://www.physik.uni-muechen.de/didaktik/U_materialien/leifiphysik/web_ph10/materialseiten/m01_ladungen.htm

7.2.5 Parallelschaltung von zwei Widerständen



Finde durch entsprechendes Variieren der beiden Widerstände heraus, wie sich die **Stromstärken in den beiden Zweigen** verhalten, wenn



$R_2 = R_1$	$I_1 : I_2 =$:	$R_{\text{ges}} =$ Ω	$R_{\text{ges}} =$ R_1
$R_2 = 2 R_1$	$I_1 : I_2 =$:	$R_{\text{ges}} =$ Ω	$R_{\text{ges}} =$ R_1
$R_2 = 3 R_1$	$I_1 : I_2 =$:	$R_{\text{ges}} =$ Ω	$R_{\text{ges}} =$ R_1
$R_2 = 5 R_1$	$I_1 : I_2 =$:	$R_{\text{ges}} =$ Ω	$R_{\text{ges}} =$ R_1
$R_2 = \frac{1}{2} R_1$	$I_1 : I_2 =$:	$R_{\text{ges}} =$ Ω	$R_{\text{ges}} =$ R_1
$R_2 = 7 R_1$	$I_1 : I_2 =$:	$R_{\text{ges}} =$ Ω	$R_{\text{ges}} =$ R_1
$R_2 = \frac{1}{5} R_1$	$I_1 : I_2 =$:	$R_{\text{ges}} =$ Ω	$R_{\text{ges}} =$ R_1

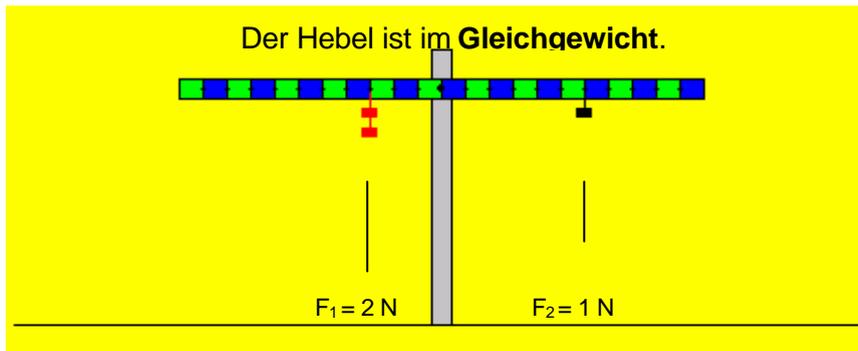
Das sollst du untersuchen:

- Bestimme den Gesamtwiderstand R_{ges} !
- Beschreibe, wie du dabei vorgegangen bist!
- Wie lautet die Formel für den Gesamtwiderstand R_{ges} ?
- Drücke R_{ges} als Vielfaches von R_1 aus!
- Was fällt dir auf?
- Hast du eine Erklärung dafür?
- Überprüfe deine Formel für R_{ges} mit beliebigen Kombinationen zweier Widerstände!

7.2.6 Wie lautet das Hebelgesetz?

Du kannst und sollst es mit Hilfe der folgenden Übungen selbst erarbeiten und deine Lernergebnisse auch selbst kontrollieren!

- 1.) Unter <http://www.walter-fendt.de/ph14d/hebel.htm> findest du eine interaktive Übung. Wähle die in der folgenden Graphik dargestellten Zahlenwerte und mache dich mit den Begriffen, sowie mit der Bedienung des Programms vertraut.



Kraft	$F_1 = 2 \text{ N}$
Kraft(Last)	$F_2 = 1 \text{ N}$
Kraftarm	$s_1 = 0,3 \text{ m}$
Lastarm	$s_2 = 0,6 \text{ m}$

Forschungsaufgabe:

Gibt es noch andere Möglichkeiten bei gleichem F_1 und s_1 ?

Wie viele Lösungen findest du?

Mit gedrückter Maustaste kannst du vorhandene Massestücke entfernen bzw. an eine andere Stelle bringen oder zusätzliche Massestücke aufhängen.

- 2.) Vervollständige die Tabelle und formuliere das **Ergebnis mit eigenen Worten!**

F_1 (N)	F_2 (N)	s_1 (m)	s_2 (m)	$F_1 \cdot s_1$ (Nm)	$F_2 \cdot s_2$ (Nm)	Gleichgewicht? (ja/nein)
3	2	5	7			
2	1	4	8			
4	6	2	1			
5	2	2	5			
6	3	1	2			
3	4	2	1			
4	3	3	4			
4	1	2	8			

Ein Hebel ist im Gleichgewicht, wenn

- 3.) Hier sollst du deine Lernergebnisse selbst kontrollieren:

<http://www.zum.de/dwu/depothp/hp-phys/hppme21.htm>

http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph08/tests/index08.htm

7.2.7 Hebel in deinem Alltag!

1.) Bei den folgenden Internet-Adressen findest du Anwendungsbeispiele zum Hebelgesetz.

Wähle aus den zehn Aufgaben möglichst viele aus, drucke die Aufgabenblätter aus und beantworte die Fragestellungen so ausführlich wie möglich.

Die Wippe	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa01.pdf
Der Flaschenöffner	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa02.pdf
Der Nussknacker	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa03.pdf
Die Zange	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa04.pdf
Der Schubkarren	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa05.pdf
Die Schere	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa06.pdf
Die Schnellwaage	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa07.pdf
Die Bahnschranke	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa08.pdf
Der Spaten	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa09.pdf
Die Stange	http://www.thomas-unkelbach.de/p/s1m/hb/hb_aa10.pdf

2.) Hinter der angegebenen Adresse verbergen sich weitere Aufgaben. Wähle nach deinem Interesse einzelne Aufgaben aus und bereite eine Aufgabe für eine Präsentation vor der Klasse vor. Nutze das Diskussionsforum für die Absprache mit deinen Mitschülerinnen und Mitschülern.

http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph08/musteraufgaben/08_hebel/index.htm

3.) Hier findest du schon etwas schwierigere Aufgaben. Ich bin sicher, dass die eine oder andere Aufgabe eine Herausforderung darstellt. Du sollst sie in Kooperation mit deinen Mitschülerinnen und Mitschülern durch Verwenden des Diskussionsforums auf der elektronischen Plattform lösen.

http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph08/zusatzaufgaben/08_hebel/index.htm

4.) So kannst du...

eine „Kerzenwippe“ bauen	http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph08/heimversuche/08_kerzenwippe/kerzenwippe.htm
einen Balanceakt zeigen	http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph08/zusatzaufgaben/08_balanceact/balance-akt.htm
eine Briefwaage herstellen	http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph08/heimversuche/08_briefwaage/briefwaage.htm

Vielleicht möchtest du den Versuch in der Klasse vorführen und erläutern?

5.) Aber auch an dir selbst gibt es Hebel! Informiere dich darüber!

http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph08/umwelt_technik/08_hebel_mensch/index.htm

7.2.8 Interaktive Übungen zum Hebelgesetz

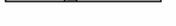
- 1.) Wähle den folgenden Link:
<http://www.explorellearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=41>
- 2.) Du wirst wahrscheinlich einige Vokabel nachschauen müssen. Auch hier „hilft dir das Internet“ unter <http://www.freetranslation.com>.
- 3.) Finde nun heraus, was du mit Hilfe dieser „Internet-Adresse“ alles **lernen** kannst. Welche Einstellungen kannst du in welchen Bereichen verändern?

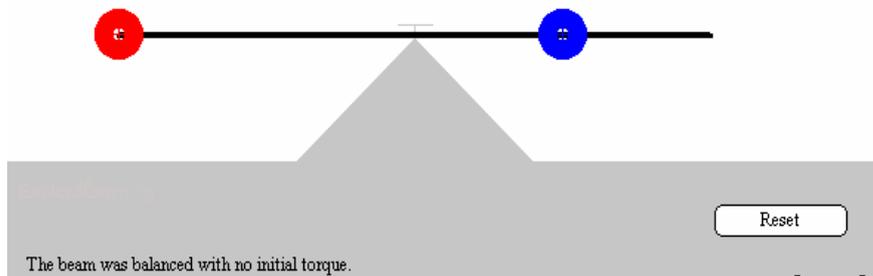
This module lets you drag objects around on a massless beam, and then release it. Your goal is to learn about torque. With this "see-saw" demo you can try to realize why you can lift a 500 pound package using a lever and your own weight.

The controls on the screen let you adjust the number of masses on the beam and the mass of each object. The "distance" value in the table gives the distance from the pivot point to the individual objects.

You can drag the pivot block around, as well as the masses.

To go back to the module, click the help button again.

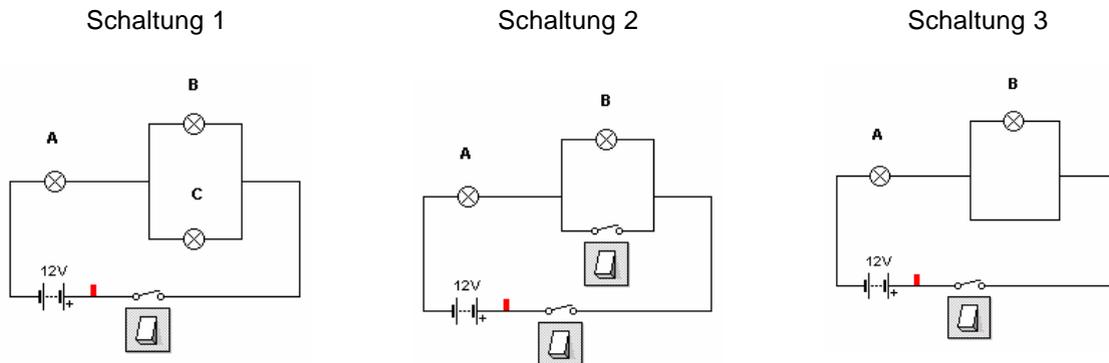
Distance (m)		Mass (kg)	# of Masses
1.00		 10.0	<input type="text" value="1"/>
2.00		 5.0	<input type="text" value="2"/>
n/a		 4.0	<input type="text" value="3"/>
n/a		 4.0	<input type="text" value="4"/>



- 4.) Erstelle eine Versuchsanleitung in deutscher Sprache für deine Mitschülerinnen und Mitschüler.
- 5.) Fasse deine Erkenntnisse zusammen und stelle sie deinen Mitschülern und Mitschülerinnen zur Verfügung.

7.2.9 Wir analysieren Schaltungen

1.) Wann leuchtet die Glühlampe A am hellsten?

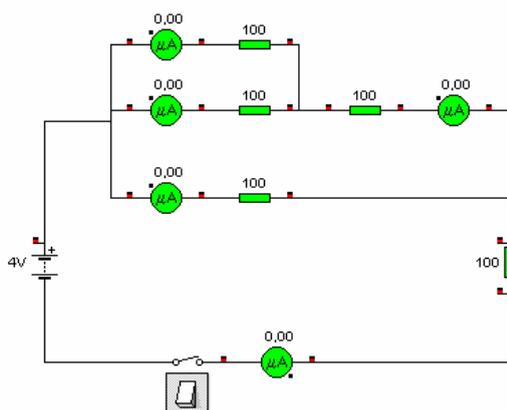


An allen drei Schaltungen ist die gleiche Spannung angelegt.

Vergleiche die Helligkeit der Glühlampe A in den Schaltungen 1, 2 und 3.

Beurteile mit Begründung, in welcher Schaltung die Glühlampe A am hellsten und in welcher Schaltung sie am wenigsten hell leuchtet, oder ob in zwei oder allenfalls allen drei Schaltungen die Glühlampe A gleich hell leuchtet.

2.) So wendest du die Grundgesetze der Elektrizitätslehre an!



Ermittle mit Hilfe der elektrischen Grundgesetze die Stromstärken in allen Zweigen der Schaltung und die Spannungen über allen Widerständen.

Wie groß ist der Ersatzwiderstand der Schaltung?

Was ergibt sich, wenn alle Widerstände verdoppelt (halbiert) werden?

3.) Prüfe durch Rechnung oder Simulation, ob die beiden folgenden Aussagen richtig sind:

- Der Ersatzwiderstand R zweier **seriell** geschalteter Widerstände R_1 und R_2 ist größer als der größere der beiden Widerstände R_1 und R_2 .
- Der Ersatzwiderstand R zweier **parallel** geschalteter Widerstände R_1 und R_2 ist kleiner als der kleinere der beiden Widerstände R_1 und R_2 .

7.2.10 Drei Lämpchen

Untersuche die Helligkeit der Lämpchen je nach Schalterstellung!
Du kannst für deine Untersuchungen auch die Spannung verändern?

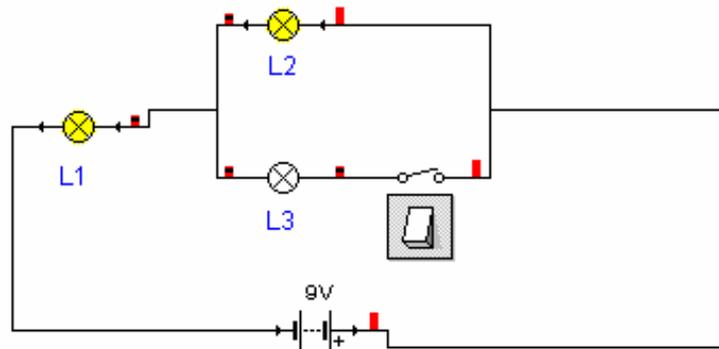
Zusatzfragen:

Was passiert, wenn du ein weiteres Lämpchen parallel zu L2 und L3 schaltest?

Was passiert, wenn du ein weiteres Lämpchen in Serie mit L2 schaltest?

Was passiert, wenn du ein weiteres Lämpchen in Serie mit L1 schaltest?

**Was kannst du beobachten, wenn der Schalter offen bzw. geschlossen ist?
Erkläre deine Beobachtungen!**



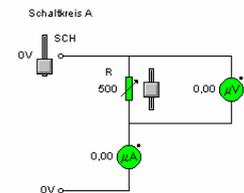
Das habe ich gelernt:

Beschreibe bitte deinen Lernweg in einem kurzen schriftlichen Aufsatz
(ca. 1 Seite)!

7.2.11 Der elektrische Stromkreis

Überprüfe die Aussage des Ohmschen Gesetzes!

U	2	2	4	4	8	8	10	10
R	500	1000	500	1000	250	500	250	500
I								
U:R								



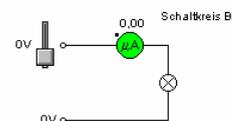
Die Beziehung zwischen Stromstärke (I) und Spannung (U) über einem Widerstand (R) ist durch das Ohmsche Gesetz gegeben:

$$I = U : R$$

Hier findest du (freiwillige) weitere Herausforderungen – Es geht nicht darum, dass du alles durchführst, sondern, dass du dich mit einer Teilaufgabe intensiv auseinandersetzt. Viel Freude beim Experimentieren, Nachdenken und Erklären!

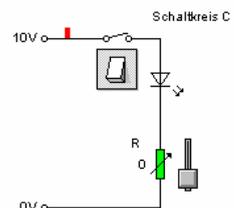
Die Lampe in Schaltkreis B ist für einen Nennstrom von 60 mA ausgelegt. Ihr Widerstand beträgt 100 Ohm.

4. Welche Spannung muß an die Lampe angelegt werden, um sie bei ihrem Nennstrom zu betreiben?
 - > Überprüfen Sie Ihre Antwort, indem Sie die Spannung auf den berechneten Wert einstellen.



Für Spannungen über 2 V wird der Widerstand der Leuchtdiode (LED) in Schaltkreis C sehr klein. Wenn der Strom nicht begrenzt wird, führt dies zur Zerstörung der LED.

5. Welchen Wert müßte Widerstand R haben, um den Strom auf 10 mA zu begrenzen? (Tip: Die Spannung über der LED wird von der LED auf ungefähr 2 V gehalten. Daher werden 10 V - 2 V = 8 V über dem Widerstand anliegen.)
 - > Überprüfen Sie Ihre Antwort, indem Sie den Widerstand auf Ihren berechneten Wert stellen. Schalten Sie den Schaltkreis ein, und messen Sie den Strom, der durch die LED fließt. (Halten Sie den Mauszeiger über die LED, um den Strom zu messen.)
 - Vorsicht: Wenn Ihre Berechnung falsch ist, könnte die LED explodieren!



Das habe ich gelernt:

Beschreibe bitte deinen Lernweg in einem kurzen schriftlichen Aufsatz (ca. 1 Seite)!

7.2.12 Der Fragebogen zu „Wann schwimmt ein Körper?“

Beantworte bitte die Fragen auf der Skala 1(=ja) bis 5(=nein) und gib immer auch eine **Begründung** (wenn du mehr Platz brauchst, verwende bitte die Rückseite) an!

Beschreibe auf der Rückseite in einem **kurzen Aufsatz**, wie du an die Lösung der Problemaufgabe herangegangen bist. Hast du auch andere Quellen herangezogen?

1 2 3 4 5

1. Ich hatte keine Probleme mit der Bedienung des Programms.

Begründung:

2. Ich wusste sofort, was ich tun sollte.

Begründung:

3. Ich habe mir die Anleitungen auf dem Arbeitsblatt genau durchgelesen.

Begründung:

4. Ich fand die Fragestellung interessant.

Begründung:

5. Ich bin neugierig geworden.

Begründung:

6. Ich wollte die Problemstellung lösen.

Begründung:

7. Es hat mir Zeit und Mühe gekostet, das Problem zu lösen.

Begründung:

8. Ich habe probiert, ob ich jeden Körper zum Schweben bringen kann.

ja nein

Begründung:

9. Ich habe bei diesem „virtuellen Experiment“ viel gelernt.

Begründung:

10. Die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt waren interessant.

Begründung:

11. Ich habe mir selbst eigene Fragen gestellt. Wenn ja, welche?

ja nein

Begründung:

12. Das Arbeiten mit dem Programm hat mir Freude gemacht.

Begründung:

13. Ich hätte mehr Anleitungen gebraucht.

Begründung:

14. Ich bin stolz auf meine Erkenntnisse.

Begründung:

15. Ich bin der Meinung, dass mir Computerprogramme dabei helfen können, selbst weitere physikalische Gesetze zu „entdecken“.

7.2.13 Der Fragebogen „Widerstand eines Drahtes“

Beantworte bitte die Fragen auf der Skala 1(=ja) bis 5(=nein) und gib immer auch eine **Begründung** (wenn du mehr Platz brauchst, verwende bitte die Rückseite) an!

Beschreibe auf der Rückseite in einem **kurzen Aufsatz**, wie du an die Lösung der Problemaufgabe herangegangen bist. Hast du auch andere Quellen herangezogen?

1 2 3 4 5

1. Ich hatte keine Probleme mit der Bedienung des Programms.

Begründung:

2. Ich wusste sofort, was ich tun sollte.

Begründung:

3. Ich habe mir die Anleitungen auf dem Arbeitsblatt genau durchgelesen.

Begründung:

4. Ich fand die Fragestellung interessant.

Begründung:

5. Ich bin neugierig geworden.

Begründung:

6. Ich wollte die Problemstellung lösen.

Begründung:

7. Es hat mir Zeit und Mühe gekostet, das Problem zu lösen.

Begründung:

8. Ich habe auch sehr dicke Drähte ausprobiert.

 ja nein

Begründung:

9. Ich habe bei diesem „virtuellen Experiment“ viel gelernt.

Begründung:

10. Die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt waren interessant.

Begründung:

11. Ich habe mir selbst eigene Fragen gestellt. Wenn ja, welche?

 ja nein

Begründung:

12. Das Arbeiten mit dem Programm hat mir Freude gemacht.

Begründung:

13. Ich hätte mehr Anleitungen gebraucht.

Begründung:

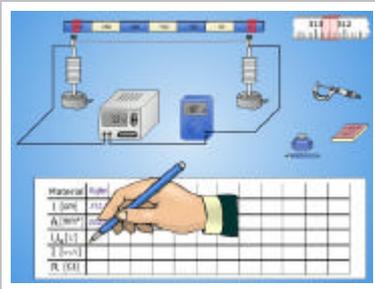
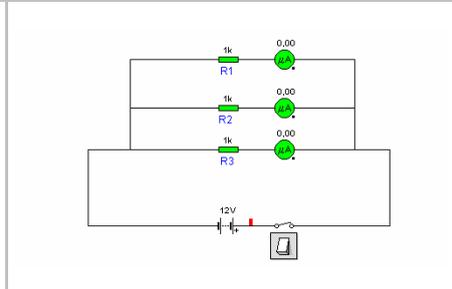
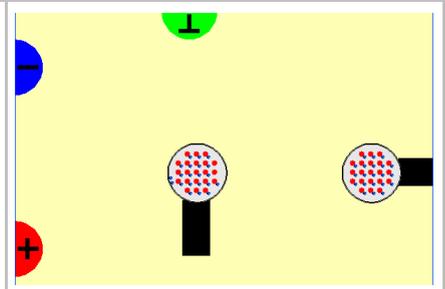
14. Ich bin stolz auf meine Erkenntnisse.

Begründung:

15. Ich bin der Meinung, dass mir Computerprogramme dabei helfen können, selbst weitere physikalische Gesetze zu „entdecken“.

7.2.14 Fragebogen zum Arbeiten mit dem Computer

Beschreibe möglichst ausführlich, was du bei den drei folgenden „Experimenten“ gelernt hast beziehungsweise woran du dich im Besonderen in der Bearbeitung der Fragestellung erinnerst!

1. Welche der drei Aufgabenstellungen war am interessantesten für dich? Warum?
2. Ist die Arbeit mit dem Computer im Physikunterricht für dich anstrengend, motivierend? Warum?
3. Hast du dir über die vorgegebenen Fragen auf den Arbeitsblättern noch selbst weitere Fragen gestellt? Gab es einen Moment, wo du mehr über einen Sachverhalt wissen wolltest?
4. Hast du zu Hause die Möglichkeit eines Internetzuganges? Wenn ja, hast du diese auch im Zusammenhang mit den Physikaufgaben genutzt?
5. Erinnerst du dich noch an die folgende Internetseite? Welche Bereiche hast du zuerst angesehen und warum? Glaubst du, dass du mit solchen Materialien einzelne Stoffgebiete weitgehend selbst erarbeiten könntest? Wenn ja, würdest du das auch gerne machen?



Elektrische Ladungen

<p>Aufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> Ladungseigenschaften Atomare Vorstellungen Reibungselektrizität Musteraufgaben Zusatzaufgaben 3 Tests a 10-Fragen 	<p>Versuche</p> <ul style="list-style-type: none"> Hantel im Kondensator Elektroskop Bandgenerator Influenzmaschine Dipol im E-Feld Inhomogenes Feld Influenz Spitzenwirkung Influenz 	<p>Ausblicke</p> <ul style="list-style-type: none"> Wie ein Blitz entsteht (8.Kl) Alles über Blitze(8.Kl) Blitzgefahr(8.Kl) Gewitteraufgaben Gewitterseite Ladungstrennung Wind Geschichte der Elektrostatik Kopierer u. Laserdrucker Tintenstrahldrucker Elektrofilter
---	--	--