

Irmgard Siebert (Hrsg.)

**Kooperative Entwicklung einer hypermedialen
Lernumgebung durch Universitätsbibliothek und
Fachbereich**

Vorträge eines Workshop in der Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf
6. und 7. Dezember 2001

Düsseldorf 2002

Schriften der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf
herausgegeben von Irmgard Siebert

– 36 –

© Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf
Universitätsstr. 1, Geb. 24.41, 40225 Düsseldorf

Tel.: +49-221-81-12030

Mail: ulb@uni-duesseldorf.de

Redaktion: Jochen Riks

ISBN 3-9807334-2-4

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Projektidee	3
Physik für Mediziner. Didaktisches Konzept und inhaltliche Umsetzung	7
1 Voraussetzungen für das didaktische Konzept	7
2 Umsetzung des didaktisches Konzeptes	9
3 Navigationsstruktur und Benutzeroberfläche	20
Die technische Umsetzung der Lernumgebung	23
1 Übersicht über die Client/Server-Struktur	24
2 Voraussetzungen für Hard- und Software	26
3 Ablauf einer Anfrage	27
4 Weitere Eigenschaften der Software	28
5 Content-Builder	29
6 Authentifizierung – Mögliche Methoden	29
Physik für Mediziner – Evaluation von Nutzung, Akzeptanz und Lernwirksamkeit	31
1 Nutzungsevaluation	31
2 Akzeptanzuntersuchung	38
3 Lernwirksamkeit	39
Die Nutzung von Multimedia-Lernprogrammen im Internet	47
Kooperationen und Nachhaltigkeit. Rollenverteilungen und Möglichkeiten in der Entwicklung einer hypermedialen Lernumgebung	55
1 Ausgangslage	55
2 Rollenverteilung	58
3 Der Multimediale Lehr- und Lernserver Essen MILESS	63
4 Nachhaltigkeit und Übertragbarkeit	68

5	Schlussbemerkung	70
---	----------------------------	----

Entwicklung, Verwaltung und Distribution multimedialer Lehr- und Lernmaterialien im Projekt „Physik Multimedial“ **73**

1	Das Projekt „Physik Multimedial“	73
2	Modulentwicklung	75
3	Die Aufgaben der AG Oldenburg	77
4	Distribution	80
5	Neue Rollen der Bibliothek	80
6	Zusammenfassung	81

Vorwort

Im Bericht der Bund-Länder-Kommission für Bildung und Forschung *Multimedia in der Hochschule*¹ wird beklagt, dass die gegenwärtige Diskussion zum internetbasierten Lernen stark von technologischen Themen geprägt sei, während die Entwicklung und Produktion qualitativ hochwertiger Multimedia-Lernangebote sowie der Aufbau einer sozialen Infrastruktur für das Online-Lernen sich noch in der Anfangsphase befinde.

Das Projekt *Entwicklung einer hypermedialen Lernumgebung in der naturwissenschaftlichen Nebenfachausbildung*, das an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität und der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf durchgeführt wird, hat genau in diesen beiden Bereichen seine Schwerpunkte: Der Fachbereich ist einerseits zuständig für die inhaltliche und methodische Entwicklung, wozu neben der Erstellung der Texte und multimedialen Elemente auch die didaktische Konzeption gehört, und andererseits für die konkrete Einbindung in die Lehre und die fachliche Betreuung der Studierenden.

Die enge Zusammenarbeit mit der lokalen Hochschulbibliothek schon während der Phase der inhaltlichen Entwicklung der hypermedialen Lernumgebung hat den Zweck, sehr frühzeitig zu untersuchen, wie die Lernmodule in die DV-Umgebung der Universitäts- und Landesbibliothek eingepasst und für die Studierenden in einer angenehmen und ruhigen Arbeitsatmosphäre bereit gestellt werden können. Unter anderem war dabei zu klären, welches technische Equipment vorhanden sein muss, wie die benötigte Hard- und Software zu konfigurieren ist und welche Mechanismen zur Installation der verschiedenen Module erforderlich sind, um später einen reibungslosen Routinebetrieb mit nur geringem Wartungsaufwand zu ermöglichen.

Da es nicht notwendig ist, dass Hunderte von multimedialen Bildungsangeboten zu einem Thema existieren – schließlich ist die Erstellung solcher Lerneinheiten sehr zeitaufwendig und damit sehr teuer – ist es erklärtes Ziel der gemeinsamen Arbeit von Fachbereich und Universitätsbibliothek, plattformunabhängige Schnittstellen zu schaffen, die einen leichten Transfer an ande-

¹Bonn, 2000

re Hochschulen und damit die angestrebte kooperative Nutzung ermöglichen. Exemplarisch ist die Integration in die Digitale Bibliothek NRW geplant.

Neben den späteren Anbietern der Lernsoftware, den Hochschulbibliotheken, werden auch die potenziellen Nutzerinnen und Nutzer frühzeitig in die Entwicklung mit einbezogen. Schon jetzt ist deutlich erkennbar, dass die durch die Online-Nutzung mögliche Flexibilisierung der Lernzeiten von den Studierenden gut angenommen wird. Dies hat die gewünschte Folge, dass die Lernmodule bereits während der Phase der Entwicklung kontinuierlich evaluiert und optimiert werden, wodurch die Aussichten, das spätere „fertige“ Produkt zu vermarkten und an vielen Hochschulstandorten zu nutzen, deutlich erhöht werden.

Düsseldorf, November 2002

Irmgard Siebert

Projektidee

Dieter Schumacher

In diesem Workshop wollen wir zwei Neuentwicklungen zur Diskussion stellen, eine hypermediale Lernumgebung zum Thema „Physik für Mediziner“, die sich in Anspruch und Funktionalität von anderen computergestützten Lernsystemen desselben Inhaltsbereichs deutlich abhebt, und eine Kooperation zwischen Universitätsbibliothek und Fachbereich mit Modellcharakter, wie sie für den Bereich der neuen Medien in Zukunft zum Standard werden könnte.

Die Entwicklung einer hypermedialen Lernumgebung „Physik für Mediziner“ muss vor dem Hintergrund veränderter Voraussetzungen in der naturwissenschaftlichen Nebenfachausbildung gesehen werden. Bedingt durch die differenzierte Oberstufe haben Studierende beim Eintritt ins Studium extrem heterogene Vorkenntnisse in den naturwissenschaftlichen Kernfächern. Typischerweise sind sie in der Oberstufe genötigt, im naturwissenschaftlichen Bereich einen Leistungskurs und einen Grundkurs zu wählen. Folglich wird dabei ein naturwissenschaftliches Fach in der Oberstufe völlig ausgeblendet. Dabei handelt es sich nicht selten um das Fach Physik, wobei das beliebteste Leistungskursfach Biologie und das typische Grundkursfach Chemie ist. Während also ein Fach in der Regel außen vor bleibt, erwerben die Schüler hingegen in einem anderen Fach nicht nur umfangreiches Wissen, sondern lernen in Ansätzen auch die Methodik wissenschaftlichen Arbeitens kennen.

Die mittlerweile intensive interdisziplinäre Arbeitsweise in den Naturwissenschaften und in der Medizin setzt aber gute Kenntnisse inhaltlicher und methodischer Art in den Nachbardisziplinen voraus. Verstärkt wird diese Diskrepanz noch durch den raschen Zuwachs an Erkenntnissen und neuen Methoden in allen naturwissenschaftlichen Fächern.

Die Problematik wird verschärft durch die berechtigte Forderung nach Studienzeitverkürzung. Gemessen an der Situation Mitte der 70er Jahre hat also die Hochschule im Bereich der naturwissenschaftlichen Nebenfachausbildung

einerseits Lücken zu füllen, ohne dass dadurch andererseits die Verweilzeit der Studierenden an der Hochschule erhöht werden darf.

Die aktuelle Antwort hierauf kann man zum Teil direkt dem Vorlesungsverzeichnis entnehmen. Während es z. B. im Fach Physik an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf Anfang der 70er Jahre nur eine einzige Anfängervorlesung gab, existieren mittlerweile bereits fünf adressatenspezifische Vorlesungen, differenziert nach den folgenden Studiengängen:

1. Physik und Mathematik, 2. Chemie und Wirtschaftschemie, 3. Biologie und Pharmazie, 4. Human- und Zahnmedizin sowie 5. naturwissenschaftliche Psychologie. Für jede dieser fünf Gruppen wird eine eigenständige Vorlesung mit einer individuellen Semesterwochenstundenzahl, einer spezifischen Auswahl der Inhalte und einer auf die Zielgruppe abgestimmten Methodik angeboten. Dass sich hieraus auch ein beachtlich höherer Personalaufwand ergibt ist unschwer zu erkennen.

In den im Nebenfachbereich angebotenen Physikpraktika ist der Aufwand zur Einführung adressatenspezifischer Praktika, bedingt durch die erheblich umfangreichere Entwicklungsarbeit und das große Investitionsvolumen, noch ungleich höher. Die Entwicklung und Einführung solcher Praktika gelingt in der Regel nur auf der Basis von Drittmittelprojekten oder anderen Förderprogrammen.

Die oben skizzierte Problematik zeigt sich in der Physikausbildung für Studierende der Medizin ganz besonders deutlich. Die Physikausbildung im Rahmen einer Vorlesung und eines Praktikums im Umfang von jeweils 4 Semesterwochenstunden ist für Studierende der Medizin obligatorischer Bestandteil des vorklinischen Studiums. Sie ist entscheidend für eine erfolgreiche Teilnahme an weiterführenden Lehrveranstaltungen insbesondere der Physiologie. An der Universität Düsseldorf sind pro Studienjahr ca. 400 Studierende für die Fächer Human- und Zahnmedizin eingeschrieben. Eine Umfrage unter diesen Studierenden hat ergeben, dass für ca. 70 % der Studienanfänger dieser Fächer der letzte Physikunterricht mindestens 5 Jahre zurück liegt.

Vor diesem Hintergrund ist in den Physikalischen Grundpraktika der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in den vergangenen Jahren ein neues adressatenspezifisches Physikpraktikum für Studierende der Medizin entwickelt worden. Die Physikalischen Grundpraktika sind eine zentrale Einrichtung des Faches Physik. Sie bietet obligatorische, scheinpflichtige Lehrveranstaltungen für ca. 1000 Studierende pro Jahr der Fachrichtungen Physik,

Biologie, Chemie, Wirtschaftschemie, Pharmazie, Human- und Zahnmedizin an. Dabei handelt es sich um neun unterschiedliche Lehrveranstaltungen pro Studienjahr. Die Physikalischen Grundpraktika verstehen sich aber nicht nur als „Dienstleister“ im Bereich der Lehre, sondern auch als Forschungs- und Entwicklungsabteilung im Bereich der Hochschuldidaktik. Das Entwicklungsprojekt „Neugestaltung eines physikalischen Praktikums für Studierende der Medizin“ ist vom Land NRW als „Leuchtturmprojekt“ im Rahmen des Aktionsprogramms „Qualität der Lehre“ gefördert worden. Das neue Praktikum zeichnet sich aus durch eine Schwerpunktsetzung auf medizinisch relevante physikalische Inhalte, durch Versuche mit durchgängig transparentem medizinischen Bezug und durch ein neues methodisches Versuchskonzept zur Förderung kleinschrittigen, eigenständigen Lernens. Die inhaltliche Ausgestaltung des neuen Praktikums entstand in einer mehr als zweijährigen Phase intensiver Zusammenarbeit mit einer ganzen Reihe von Dozenten der Bereiche Physiologie, Nuklearmedizin, Strahlentherapie, Röntgendiagnostik, Lasermedizin, Medizintechnik, Ultraschall Diagnostik und Zahnmedizin. Parallel dazu wurde ein neues didaktisches Konzept für dieses Praktikum entwickelt. Dieses war Gegenstand einer Dissertation, die im Rahmen einer Kooperation mit Prof. Dr. Stefan von Aufschnaiter (Didaktik der Physik der Universität Bremen) entstanden ist.

Neben der Neugestaltung des Praktikums ist eine neue Vorlesung „Einführung in die Physik für Studierende der Medizin“ entstanden. Dabei wurden nicht nur die Inhalte gründlich überarbeitet und neu gewichtet, auch die Form der Vorlesung hat sich gewandelt. Es handelt sich nun um eine Experimentalvorlesung, die gespickt ist mit einer Vielzahl von Demonstrationsexperimenten, Videoclips, Simulationen, Animationen und interaktiven Bildschirmexperimenten (s.u.), die insbesondere dazu dienen, den medizinischen Bezug transparent zu machen.

Wenn diese Entwicklung auch von den Studierenden bei der Evaluation gute Noten erhalten hat, so werden doch die Grenzen der Lernumgebungen „Praktikum“ und „Vorlesung“ deutlich. Bei den Studierenden der Medizin handelt es sich um eine sehr große und zugleich sehr inhomogene Lerngruppe. Hinzu kommt eine starke Belastung der Studierenden durch die Vielzahl der Fächer im vorklinischen Studienabschnitt. Daraus resultiert bei den Studierenden der deutliche Wunsch nach einer zeitlichen und räumlichen Flexibilisierung der Lernzeiten zusammen mit einer Individualisierung des Lern-

angebotes. Diesen Ansprüchen können die angebotenen Lehrveranstaltungen (Vorlesungen, Praktika) schon aufgrund des begrenzten zeitlichen und personellen Budgets nicht gerecht werden. Die Fachbücher der Physik sind inhaltlich zu komplex und umfassend und stellen keinen Bezug zum Studienfach Medizin her. In den Fachbüchern der Medizin (Physiologie, Radiologie etc.) werden physikalische Grundlagen in der Regel vorausgesetzt. Die speziellen Lehrbücher „Physik für Mediziner“ orientieren sich an einem mittleren Stand der Vorkenntnisse in Physik und Mathematik und können Defizite nicht flexibel ausgleichen. Den medizinischen Bezug können sie allein aus Platzgründen nur in sehr begrenztem Umfang herstellen. Die parallele Nutzung verschiedenartiger Lehrbücher wird im Allgemeinen durch typische „Inkompatibilitäten“ der Bücher untereinander erschwert.

Eine hochwertige hypermediale Lernumgebung sollte geeignet sein, als zusätzliches oder alternatives Lernangebot den Anforderungen gerecht zu werden. Die beschriebenen Vorarbeiten legten es nahe, ein solches Projekt in den Physikalischen Grundpraktika anzusiedeln. Zu den zu leistenden Aufgaben gehören die inhaltliche und didaktische Konzeption, die technische Erstellung, die wissenschaftliche Evaluation und die ständige inhaltliche Aktualisierung. Es ist direkt erkennbar, dass die Bereitstellung einer solchen Lernumgebung für ca. 400 Studierende pro Studienjahr noch eine Reihe weiterer Aufgaben umfasst. Hierzu gehören in erster Linie die Distribution, die Nutzerverwaltung, die Pflege der Daten, sowie eine Nutzungsevaluation. Es ist eindeutig, dass diese Aufgaben höchstens vorübergehend, keinesfalls aber dauerhaft, von den Grundpraktika bzw. vom Fachbereich übernommen werden können. Die für die Printmedien übliche Aufgabenteilung zwischen Lehrendem, Verlag und Universitätsbibliothek ist auf die neuen Medien nicht uneingeschränkt übertragbar. So sind die Verlage gerade bei größeren und aufwändigeren Multimediaprojekten aufgrund des großen Investitionsvolumens noch sehr zögerlich mit ihrem Engagement. Die Konsequenz hieraus war die Vereinbarung einer Kooperation zwischen den Physikalischen Grundpraktika und der Universitäts- und Landesbibliothek sowie ein Antrag auf Förderung dieses gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprojektes durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Erste Ergebnisse und Erfahrungen aus dieser Zusammenarbeit wollen wir im Rahmen dieses Workshops zur Diskussion stellen.

Physik für Mediziner. Didaktisches Konzept und inhaltliche Umsetzung

Heike Theyßen

Die didaktische Konzeption, die fachliche Klärung der Ziele und Inhalte sowie die Erstellung von Inhalten für die Lernumgebung sind Aufgaben der Physikalischen Grundpraktika und somit Inhalt dieses Beitrags.

Für eine optimale Gestaltung des Lernangebotes muss die didaktische Konzeption sowohl die organisatorischen und fachlichen Rahmenbedingungen berücksichtigen als auch die motivationalen und kognitiven Voraussetzungen innerhalb der Lerngruppe. Die sich hieraus ergebenden Konsequenzen für die Gestaltung der Lernumgebung werden in einem iterativen Entwicklungsprozess umgesetzt und durch begleitende Evaluation optimiert.

Zu einem großen Teil fließen in diesen Prozess Erfahrungen mit Lerngruppen sowie Ergebnisse der fachlichen Klärung ein, die im Rahmen der Entwicklung eines adressatenspezifischen Praktikums für Studierende der Medizin gewonnen wurden (Theyßen, 2000). Aufgrund des neuen Mediums ergeben sich jedoch im Detail neue Anforderungen. Insbesondere ist eine enge Verzahnung zwischen der inhaltlichen Gestaltung und deren hard- und softwaretechnischer Realisierung notwendig.

Im Folgenden werden zunächst die organisatorischen, fachlichen und lerngruppenspezifischen Voraussetzungen dargestellt. Anschließend wird erläutert, wie sich daraus das didaktische Konzept der Lernumgebung ableitet und wie dieses in der inhaltlichen Gestaltung konkret umgesetzt wurde.

1 Voraussetzungen für das didaktische Konzept der Lernumgebung

Der Inhaltsbereich „Physik für Mediziner“ wurde nicht zuletzt deshalb als Beispiel für das gemeinsame Entwicklungsprojekt gewählt, weil die Rahmenbedingungen und die Lerngruppe in diesem Fall besonders hohe Anforderungen

an die didaktische Konzeption und damit auch an die technische Realisierung stellen.

Die Physikausbildung ist ein obligatorischer Bestandteil des vorklinischen Teils des Medizinstudiums. Eine Befragung unter Medizinern (praktizierenden Ärzten, Dozenten sowie Studierenden höherer Semester) ergab, dass die primäre Zielsetzung dieser Physikausbildung im Rahmen des Medizinstudiums die Vermittlung physikalischer Grundlagen für zahlreiche weiterführende Lehrveranstaltungen in Physiologie, Radiologie etc. sein sollte (Schumacher, Theyßen, 1999). Die Befragten forderten umfangreiche und transparente Hauptfachbezüge, damit physikalische Inhalte nicht isoliert, sondern in enger Verknüpfung mit dem medizinischen Kontext erarbeitet werden. Durch diese frühzeitige Verknüpfung soll die Anwendungsfähigkeit des Wissens gefördert werden.

Die Erfüllung dieser Zielsetzung ist allerdings an schwierige organisatorische Randbedingungen gebunden. Die physikalischen Lehrveranstaltungen umfassen traditionell ein Praktikum und eine Vorlesung. Innerhalb eines engen Zeitrahmens von insgesamt 8 Semesterwochenstunden muss darin eine Vielzahl physikalischer Themengebiete behandelt werden. Hinzu kommt, dass die Lehrveranstaltungen in den zeitlich sehr engen Stundenplan der Anfangssemester eingebettet sind und aus diesem Grund von vielen Studierenden nur sehr unregelmäßig besucht werden.

Eine Analyse der Lerngruppe (Theyßen, 2000) zeigt, dass das Niveau der mathematischen und physikalischen Vorkenntnisse im Mittel sehr niedrig ist. Etwa 70 % der Studierenden haben in Jahrgangsstufe 10 oder früher zum letzten Mal Physikunterricht erhalten. Dies erklärt nicht nur die geringen Vorkenntnisse, sondern dokumentiert auch ein durchweg geringes Interesse an physikalischen Zusammenhängen. Dies wird durch die sehr geringe Motivation der Studierenden bestätigt; in Verbindung mit der hohen zeitlichen Auslastung führt dies zum unregelmäßigen Besuch der angebotenen Lehrveranstaltungen. Neben dem durchweg geringen Vorwissen weist die Lerngruppe eine hohe Inhomogenität auf, der nur durch individuelle Förderungsangebote entsprochen werden kann.

Lernprozessuntersuchungen im Physikpraktikum für Studierende der Medizin haben ergeben, dass eine solche Lerngruppe bei der Erarbeitung der physikalischen Inhalte eine kleinschrittige Vorgehensweise verlangt. In jedem Inhaltsbereich muss die Komplexität der Aufgabenstellung – ausgehend von

konkreten Beobachtungen über deren Verallgemeinerung bis zur Formulierung abstrakter Gesetze – langsam ansteigen. Diese Ergebnisse wurden für die Konzeption und Gestaltung der hypermedialen Lernumgebung mit herangezogen.

2 Didaktisches Konzept der hypermedialen Lernumgebung und dessen Umsetzung

Unter den eingangs aufgeführten Anforderungen an ein optimales Lernangebot im Bereich „Physik für Mediziner“ finden sich einige, denen eine hypermediale Lernumgebung schon aufgrund des andersartigen Mediums sehr viel besser als herkömmliche Formen wie Vorlesung, Praktikum oder Lehrbuch gerecht werden kann. Andere Anforderungen wiederum, insbesondere die Beobachtung konkreter Phänomene als Ausgangspunkt von Lernprozessen, verlangen konzeptionelle und technische Eigenschaften, die hypermediale Lernumgebungen bislang in der Regel nicht bieten.

Im Folgenden werden diese Anforderungen präzisiert, und es wird erläutert, wie sie im Einzelnen bei der Entwicklung der hypermedialen Lernumgebung „Physik für Mediziner“ berücksichtigt wurden.

2.1 Flexible Lernzeiten und Lernorte

Mit Rücksicht auf den zeitlich engen Stundenplan der Anfangssemester muss das Lernangebot flexible Lernzeiten ermöglichen. Es muss alternativ zu vorgegebenen Vorlesungs- und Praktikumszeiten oder Öffnungszeiten der Bibliothek auch an Abenden, Wochenenden und Feiertagen zur Verfügung stehen. So können zeitliche Freiräume effektiver genutzt werden, und im Gegensatz zu reinen Präsenzveranstaltungen besteht nicht die Gefahr, aufgrund eines vorübergehenden zeitlichen Engpasses den Anschluss zu verlieren. Die Forderung nach maximaler zeitlicher Flexibilität impliziert gleichzeitig, dass die Lernorte flexibel sein müssen. Die Studierenden müssen gleichermaßen von universitär- wie von heimischen PC's aus Zugang zum Lernangebot haben.

Daher wurde die hypermediale Lernumgebung vollständig netzbasiert und unter ausschließlicher Verwendung zentraler Datenspeicherung konzipiert. D.h. der Nutzer kann jederzeit von jedem PC (der die minimalen Systemvoraussetzungen erfüllt) aus auf seine persönlich konfigurierte Version der Lernumgebung zugreifen. Es werden keinerlei Daten lokal gespeichert, die beim Wechsel des PCs transferiert werden müssten.

Da derzeit einem Teil der Studierenden am heimischen PC noch Internetverbindungen mit nur geringer Bandbreite zur Verfügung stehen, wird diesen eine so genannte Medien-CD zur Verfügung gestellt. Sie enthält ausschließlich die multimedialen Elemente und kann zur Verkürzung der Ladezeiten eingesetzt werden. Ein Wechsel zum netzbasierten Bezug der multimedialen Elemente ist dem Nutzer jedoch jederzeit möglich.

2.2 Vorstrukturierung der Inhalte und hypermediale Vernetzung

Nach Lernprozessuntersuchungen im Physikpraktikum ist aufgrund der geringen Vorkenntnisse eine kleinschrittige lineare Führung durch die Versuchsdurchführung notwendig. Ähnliche Ergebnisse liefern Untersuchungen zum Lernen mit Hypertexten. Demnach bietet die hypermediale Vernetzung erst bei bestehendem Vorwissen einen Vorteil gegenüber einer linearen Struktur (Gerdes, 1997). Bei geringen Vorkenntnissen ist dagegen zur Verminderung von Orientierungsproblemen eine linear vorstrukturierte Lernumgebung von Vorteil.

Da die Lernumgebung sowohl für eine erste Erarbeitung bei geringen Vorkenntnissen als auch zur Wiederholung der Inhalte geeignet sein soll, muss sie beide Möglichkeiten bieten: eine Vorstrukturierung, die eine lineare Bearbeitung ermöglicht, sowie alternativ die Möglichkeit zur freien Navigation.

Eine grobe Vorstrukturierung des Stoffes ist in der Lernumgebung durch die Aufteilung in so genannte „Module“ gegeben, d.h. in sich abgeschlossene Lerneinheiten zu jeweils einem physikalischen Themenbereich (z. B. Flüssigkeitsströmungen). Auf der Startseite kann ein solches Modul ausgewählt werden, und während der Bearbeitung ist über diese Startseite ein Wechsel zu einem anderen Modul jederzeit möglich. Abbildung 1 zeigt die Startseite mit den vorgesehenen Modulen, von denen „Flüssigkeitsströmungen“ und „Gase“ bereits fertig gestellt sind.

Eine lineare Substruktur innerhalb der Module wird durch einen so genannten „Roten Faden“ mit eingebetteten Exkursen realisiert. Im Roten Faden werden die physikalischen Inhalte in fachsystematischer Reihenfolge in knapper Form auf rot markierten Seiten dargestellt. Er ist inhaltlich vergleichbar mit einem Kapitel eines Kurzlehrbuches. Ergänzt wird dieser Rote Faden durch Exkurse, in denen anhand von (multimedial repräsentierten) Experimenten Begriffe und Zusammenhänge erarbeitet, mathematische Ableitungen nachgeschlagen, Übungsaufgaben gerechnet und anhand ausführlicher Beispiele Ver-

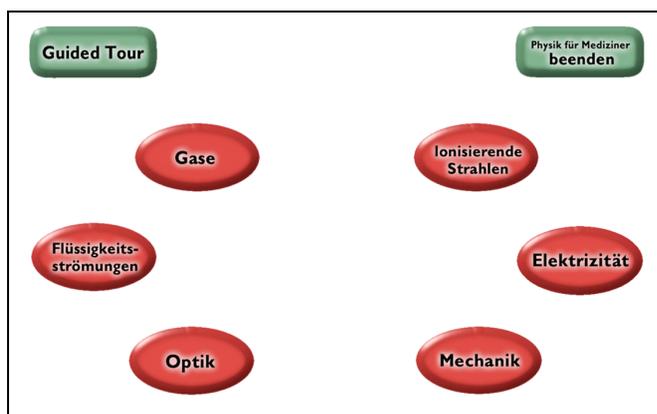


Abbildung 1: Startseite der Lernumgebung mit den fertig gestellten bzw. geplanten Modulen.

knüpfungen mit dem medizinischen Kontext hergestellt werden können. Diese Exkurse können über Hyperlinks aus dem Roten Faden heraus aufgerufen werden. Sie umfassen jeweils nur eine Seite, so dass der Lernende ohne Orientierungsverlust problemlos zum Roten Faden zurück findet. Durch vorangestellte Icons werden die Hyperlinks zu Exkursen im Text hervorgehoben, und der Typ des Exkurses (Experiment, Mathematik, Übungsaufgabe ...) ist anhand des Icons bereits vorab erkennbar. Die Seiten der Exkurse sind blau markiert und enthalten die multimedialen und interaktiven Elemente. Abbildung 2 zeigt an einem Beispiel, wie die Exkurse durch Farbwahl und Icons hervorgehoben und in den Roten Faden eingebettet werden.

Die freie Navigation wird durch zusätzliche (nicht durch Icons markierte) Hyperlinks im Text ermöglicht (siehe Abbildung 2). Über diese Hyperlinks können selbst Seiten anderer Module erreicht werden, so dass eine kontextgebundene Vernetzung der Module untereinander gewährleistet ist. Alternativ können von einem Inhaltsverzeichnis aus einzelne rote oder blaue Seiten des aktuellen Moduls gezielt aufgesucht werden. Um auch bei der freien Navigation einem Orientierungsverlust vorzubeugen, zeigen sämtliche Hyperlinks durch farbliche Kodierung an, ob sie auf eine rote oder blaue Seite verweisen und ob der jeweilige Benutzer zu einem beliebigen früheren Zeitpunkt diese Seite bereits besucht hat.

The screenshot shows a web-based learning environment. On the left is a sidebar with navigation options: 'Lernumgebung', 'Modulwahl', 'Inhaltsverzeichnis', 'rückwärts im Roten Faden', 'vorwärts im Roten Faden', 'einen Schritt zurück', 'Notizbuch', 'Rechner', 'Tutorial starten', and 'Schließen'. The main content area is titled 'Isotherme Zustandsänderungen' and 'Modul Gase Kapitel Zustandsänderungen von Gasen'. The text explains that air flow in the respiratory tract requires a pressure difference, which is achieved by volume changes in the lungs at constant temperature, known as an isothermal state change. It asks the user to experimentally determine the relationship between pressure and volume for an ideal gas, which is Boyle-Mariotte's law. A text box contains the law: 'Bei konstanter Temperatur ist das Produkt aus Druck und Volumen konstant. $p \cdot V = \text{konstant}$ '. Below this, it asks the user to determine the time course of alveolar pressure during breathing and to calculate lung compression during diving. A 'Weiter' button is at the bottom left of the content area.

Abbildung 2: Eine Seite des Roten Fadens mit eingebetteten Exkursen (Details zur Benutzeroberfläche siehe weiter unten im Text).

2.3 Individuelle Lerninhalte und Lerntempi

Aufgrund der großen Inhomogenität der Lerngruppe muss das Lerntempo sehr unterschiedlichen individuellen Vorkenntnissen und Lernbedingungen angepasst werden können. Gleichzeitig sollte neben dem obligatorischen Stoff ein individuell wählbares Angebot an Ergänzungen zur Aufarbeitung fehlenden Schulwissens oder zur Vertiefung ausgewählter Themen zur Verfügung stehen. Ersteres wird durch die Zusammensetzung der hypermedialen Lernumgebung aus Selbstlerneinheiten erreicht. Diese Selbstlerneinheiten kann jeder Lernende unabhängig vom Dozenten oder vom Praktikumsablauf in dem für ihn optimalen Tempo bearbeiten. Auch darin enthaltene multimedial repräsentierte Experimente (s.u.) können im Gegensatz zu Praktikumsexperimenten beliebig oft wiederholt werden.

Die individuelle Auswahl der Lerninhalte wird durch die oben beschriebene Struktur aus Rotem Faden und Exkursen verschiedenen Typs ermöglicht. In diese Exkurse können sowohl Ergänzungs- als auch Vertiefungsangebote aus-

gegliedert werden, welche die Studierenden entsprechend ihren persönlichen Bedürfnissen auswählen können, ohne den Roten Faden verlassen zu müssen.

2.4 Kleinschrittiger Aufbau mit langsamer Komplexitätssteigerung

Der Rote Faden mit seinen Exkursen erlaubt neben der Vorstrukturierung zur Vermeidung von Orientierungsverlusten auch einen kleinschrittigen Aufbau mit langsam ansteigender Komplexität der Aufgabenstellungen, wie er sich im Praktikum bereits als sinnvoll erwiesen hat (vgl. Kapitel 1). In der Regel behandelt (bis auf Einführungen und Zusammenfassungen) jede Seite im Roten Faden einen physikalischen Begriff oder Zusammenhang. Der Umfang dieser Seite wird dabei allein durch inhaltliche Gesichtspunkte bestimmt und nicht durch die zur Verfügung stehende Bildschirmfläche (Details hierzu siehe Kapitel 3). Nach Möglichkeit stehen jeweils am Anfang eine kurze medizinische Begründung für die Behandlung des physikalischen Inhaltes und ein Exkurs mit einem einführenden Experiment. In diesem Exkurs kann das zugrunde liegende physikalische Phänomen beobachtet und ein erster qualitativer Zugang gewonnen werden. Die hierzu notwendige multimediale Repräsentation der Phänomene wird in Kapitel 2.6 beschrieben. In weiteren Exkursen werden die Ergebnisse ggf. ausgearbeitet oder quantifiziert. Hierbei nimmt die Komplexität bis zur formalen Beschreibung durch Gleichungen langsam zu. Abschließende Exkurse enthalten Übungs- und Anwendungsaufgaben, meist mit starkem Hauptfachbezug (vgl. Kapitel 2.5). Beispielsweise wird beim Thema „Hydrostatischer Druck“ zunächst das Phänomen im Experiment vorgestellt. Anschließend wird die Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (Dichte der Flüssigkeit, Gefäßform . . .) untersucht. Die (experimentellen) Ergebnisse werden in einer Gleichung zusammengefasst, die in einem weiteren Exkurs auch theoretisch abgeleitet wird. In Beispielen wird schließlich der Einfluss des hydrostatischen Druckes auf die Blutdruckmessung oder beim Tauchen behandelt.

2.5 Hauptfachspezifische Bezüge

Im Hinblick auf die Zielsetzung der Physikausbildung für Studierende der Medizin sind zahlreiche medizinische Beispiele notwendig, um die Relevanz der physikalischen Inhalte für das gewählte Hauptfach durchgängig transparent zu machen. Durch eine solche Transparenz wird sowohl die Fähigkeit der Stu-

dierenden zur Verknüpfung physikalischer und medizinischer Inhaltsbereiche als auch die Motivation zur Beschäftigung mit physikalischen Sachverhalten gefördert.

Aus diesem Grund wurden bei der inhaltlichen Konzeption der Module ausschließlich medizinisch relevante physikalische Themen berücksichtigt. Zu jedem Modul, in dem ein physikalischer Themenbereich behandelt wird, wurde ein zentraler medizinischer Bezug ausgewählt. Für das Modul „Flüssigkeitsströmungen“ ist dies beispielsweise der menschliche Blutkreislauf. Innerhalb der Module ist der Rote Faden jeweils nach einer physikalischen Fachsystematik strukturiert, knüpft jedoch durch Motivationen, Hinweise und Überleitungen immer wieder an den medizinischen Kontext an. Detailliert ausgearbeitet wird dieser Bezug vornehmlich in Exkursen. Dort werden Beispiele zu medizinischen Anwendungen der physikalischen Inhalte gegeben und experimentelle Aufgaben sowie Rechenaufgaben dazu gestellt. So ist als Anwendungsbeispiel zum physikalischen Begriff der Volumenstromstärke (sie gibt das transportierte Flüssigkeitsvolumen pro Zeit an) in einem Exkurs das Herzzeitvolumen, d.h. das pro Zeiteinheit vom Herzen transportierte Blutvolumen, zu berechnen. Derartige Anwendungs- und Transferaufgaben trainieren die Verknüpfung physik- und medizinbezogenen Wissens und sind somit optimal geeignet, die zum Ziel gesetzte Vorbereitung auf weiterführende Lehrveranstaltungen zu leisten.

2.6 Multimediale Elemente

Ein wesentlicher Vorteil einer hypermedialen Lernumgebung gegenüber einem Lehrbuch ist die Möglichkeit zur Einbindung multimedialer Elemente. Neben Abbildungen werden hier Videoclips, Animationen und Interaktive Bildschirmexperimente (IBEs) eingesetzt:

- Bei Abbildungen (Grafiken, Diagrammen, Fotos) handelt es sich um statische Elemente ohne Einflussmöglichkeit durch den Lernenden. Sie werden wie in Lehrbüchern zur Visualisierung von Texten oder funktionalen Zusammenhängen eingesetzt.
- Videoclips bieten dagegen die Möglichkeit zur Veranschaulichung zeitabhängiger, aber selbstständig ablaufender physikalischer Vorgänge. Reale physikalische Phänomene können daran beobachtet und beschrieben werden. Solche Videoclips eignen sich jedoch nur dort, wo keine Einfluss-

nahme durch den Lernenden in Form von Steuerung oder Parametervariation notwendig oder sinnvoll ist.

- Animationen beinhalten in der Regel Steuerungsmöglichkeiten durch den Lernenden. Sie beruhen nicht auf Realexperimenten, sondern auf grafischen Umsetzungen physikalischer Modelle. Dementsprechend werden sie speziell dort eingesetzt, wo eine Veranschaulichung komplexer theoretischer Modelle notwendig wird, nicht zur Demonstration physikalischer Phänomene. So kann z. B. in einer Animation zur Teilchenbewegung in einem Gas die Temperatur vom Lernenden selbst erhöht und gesenkt werden (vgl. Abbildung 3).
- Im Gegensatz zu den bisher erwähnten nicht interaktiven oder modellbasierten Multimediaelementen handelt es sich bei IBEs um interaktive Repräsentationen von Realexperimenten (Kirstein, 1999). Die Realexperimente werden für eine Vielzahl verschiedener Parameterkombinationen fotografisch oder videografisch dokumentiert und so aufbereitet, dass sie am Bildschirm vom Lernenden selbst durchgeführt werden können. Mit Hilfe solcher IBEs können z. B. Praktikumsexperimente und Vorlesungsexperimente in die Lernumgebung integriert werden. Je nach didaktischer Intention können hier auch statistisch schwankende Ergebnisse oder Möglichkeiten für Fehlbedienungen vorgesehen werden.

Mit Blick auf die Voraussetzungen der Lerngruppe leisten die IBEs einen der wichtigsten Beiträge zur Konzeption der Lernumgebung. Der geforderte kleinschrittige Anstieg der Komplexität muss von der Beobachtung konkreter physikalischer Phänomene ausgehen. Hier bieten Vorlesungsexperimente, insbesondere aber selbst durchzuführende Praktikumsexperimente optimale Möglichkeiten, die nur mittels IBEs auch in einer hypermedialen Lernumgebung genutzt werden können.

2.7 Interaktive Einbindung der Studierenden

Ein wesentlicher didaktischer Aspekt der Lernumgebung ist die interaktive Einbindung der Studierenden. Das bloße Konsumieren vorgefertigter Texte und Abbildungen oder selbst ablaufender Animationen und Videoclips soll zugunsten einer ständigen aktiven Auseinandersetzung mit den Inhalten verringert werden. Hierdurch können das Kompetenzerleben, die Motivation und letztlich auch der Lernerfolg gesteigert werden.

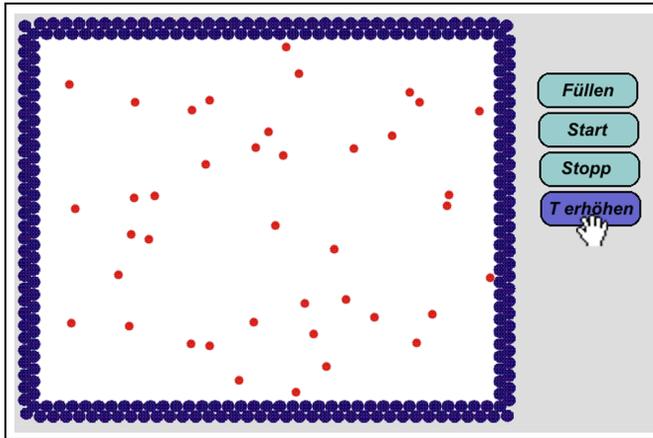


Abbildung 3: Animation zum Zusammenhang zwischen der Gastemperatur und der Teilchenbewegung in einem Gas. Der Nutzer kann die Animation selbst steuern und u. a. die Temperatur erhöhen.

Bereits die oben beschriebenen Animationen mit einstellbaren Parametern sowie die IBEs sind multimediale Elemente, die den Lernenden interaktiv einbeziehen. Ohne sein Eingreifen geschieht im IBE, wie im Realexperiment, in aller Regel gar nichts, so dass eine Interaktion zwingend erforderlich ist. Aufgrund der geringen Vorkenntnisse benötigen die Studierenden jedoch für eine sinnvolle Handhabung der Interaktionsangebote Anleitungen mit Experimentier-, Beobachtungs-, Mess- und Auswertungsaufgaben, ähnlich einer ausführlichen Versuchsanleitung im Praktikum. Solche Anleitungen sind Bestandteil der experimentellen Exkurse, die typischerweise den folgenden Aufbau zeigen:

Zunächst wird das durchzuführende Experiment beschrieben, und es werden Verständnisfragen zum Experiment gestellt. Diese sind schriftlich in vorgegebenen Eingabefeldern zu beantworten. Nach einem ersten eigenen Ansatz (dokumentiert durch eine Eingabe) kann zur Selbstkontrolle oder als Hilfestellung ein Antwortvorschlag abgerufen werden. Anschließend werden die Messaufgaben zum Experiment formuliert. Die am Experiment (Animation oder IBE) selbst gewonnenen Beobachtungs- und Messergebnisse sind wiederum in Eingabefeldern der Lernumgebung einzutragen. Im Gegensatz zu anderen Lernumgebungen, in denen parallel zum selbst ablaufenden Experiment eine au-

tomatische Messwertaufnahme stattfindet, werden hier individuelle Messwerte generiert, die fehlerbehaftet sein können und nur im Rahmen der Messgenauigkeit reproduzierbar sind. Mit diesen Messwerten führen die Studierenden die in der Anleitung beschriebenen Auswertungsschritte durch. Dies kann z. B. die Auftragung der Messwerte in einem Diagramm und dessen Interpretation sein. Hier bietet die Lernumgebung die Möglichkeit zur automatischen Erstellung von Diagrammen, jedoch (wieder im Gegensatz zu anderen Lernumgebungen) ausschließlich unter Verwendung der vom Studierenden gewonnenen Messwerte.

Abschließend ist ein Endergebnis zu formulieren und ebenfalls in ein Eingabefeld einzutragen. Handelt es sich hierbei um einen Zahlenwert, beispielsweise die Steigung einer Geraden, so kann das Ergebnis mit Hilfe eines „OK?“-Buttons überprüft werden. Außerdem kann in jedem Fall nach einem ersten eigenen Lösungsversuch (dokumentiert durch eine Eingabe) ein ausführlich kommentierter Lösungsvorschlag abgerufen werden. Dieser Vorschlag wurde auf der Basis exemplarischer Messwerte erstellt, ist aber so formuliert, dass er leicht auf die eigenen Messergebnisse übertragen werden kann. Abbildung 4 zeigt einen Exkurs mit einer solchen Versuchsanleitung. Das zugehörige Experiment ist darin nicht dargestellt.

Auch bei weniger aufwändigen Exkursen, die lediglich Beispiele oder Übungsaufgaben enthalten, sollen die errechneten Lösungen oder frei formulierten Antworten in Eingabefeldern festgehalten werden und können durch Abrufen von Antwort- und Lösungsvorschlägen und ggf. mittels „OK?“-Buttons kontrolliert werden.

Am rechten Rand jeder Seite steht außerdem als so genanntes „Notizfeld“ ein weiteres Eingabefeld zur Verfügung, in dem die Studierenden ihre persönlichen Randnotizen zum Inhalt oder Bearbeitungsstand der jeweiligen Seite eintragen können (vgl. Abbildung 4). Die Einträge in sämtlichen Notizfeldern eines Moduls können schließlich in einem so genannten „Notizbuch“ übersichtlich zusammengestellt werden.

Durch die zahlreichen Eingabeaufforderungen im Zusammenhang mit Fragen, Aufgaben, Messtabellen und Notizen werden die Studierenden immer wieder zur Interaktion aufgefordert. Eine Motivation zur sinnvollen Nutzung dieser Möglichkeiten besteht für die Studierenden jedoch nur dann, wenn die erarbeiteten Inhalte ihnen anschließend dauerhaft zur Verfügung stehen. Daher ergibt sich unmittelbar die folgende Anforderung an die Lernumgebung.

PHYSIK FÜR MEDIZINER

Lernumgebung

Modulwahl

Inhaltsverzeichnis

rückwärts im Roten Faden

vorwärts im Roten Faden

einen Schritt zurück

Notizbuch

Rechner

Tutorial starten

Schließen

Kennlinien
Kennlinienmessung für Rohr 4 beim Kreislaufmodell

Modul Flüssigkeitsströmungen
Kapitel Charakterisierung von Strömungen - Strömungstypen

Im folgenden Experiment ist nur das Strömungsrohr 4 geöffnet. Bestimmen Sie, wie bei der Kennlinienmessung für Rohr 2, für die vorgegebenen Masseauflagen m jeweils Volumenstromstärke und Druckdifferenz. Auch hier sind Start- und Endposition (x_{Start} und x_{Stopp}) für die Zeitmessung vorgegeben. (Um Abweichungen von der Linearität feststellen zu können, muss die Anzahl der Messpunkte hier größer sein, als bei der linearen Kennlinie von Rohr 2.)

Messungen an Rohr 4								
m / kg	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
$x_{\text{Start}} / \text{mm}$	95	92	89	85	82	79	76	73
$x_{\text{Stopp}} / \text{mm}$	105	108	111	115	118	121	124	127
$\Delta x / \text{mm}$	10	16	22	30	36	42	48	54
$\Delta p / \text{hPa}$	22	34	45	52				
$\Delta t / \text{s}$	5,6	6,1	5,9	6,4				
$I / (\text{mm}^3/\text{s})$								

Tragen Sie die Messwerte in ein Diagramm (Din A4, Querformat) ein: auf der Abszisse (waagerechte Achse) mit einer Skalierung von 0 mm^3/s bis 70000 mm^3/s die **Volumenstromstärken**, auf der Ordinate (senkrechte Achse) mit einer Skalierung von 0 hPa bis 100 hPa die **Druckdifferenzen**.

Legen Sie auch hier eine Ausgleichscurve in das Diagramm und beschreiben Sie den Verlauf der **Kennlinie** (im Vergleich zu einer **linearen Kennlinie**, wie bei Rohr 2).

Die Messung erfolgt wie bei Rohr 2.

Die Start- und Endpunkte sind neu vorgegeben.

Abbildung 4: Ein Exkurs mit Experimentieranleitung und Messwerttabelle. Das zugehörige Experiment wird über einen Button in einem zweiten Browserfenster geöffnet.

2.8 Persönliche, nutzerspezifische Versionen der Lernumgebung

Wie in einem Arbeitsbuch oder Praktikumsheft sollen die selbst erarbeiteten Ergebnisse den Studierenden jederzeit zur Wiederholung oder als Basis für weiterführende Aufgaben zur Verfügung stehen. Daher arbeitet jeder Nutzer ausschließlich unter seiner persönlichen Kennung. Unter dieser Kennung werden sämtliche Eingaben in einer zentralen Datenbank gespeichert und bei erneutem Aufrufen der Seite wieder in die Eingabefelder geladen. So kann der Nutzer jederzeit und von jedem PC aus auf seine persönlichen Ergebnisse zugreifen und damit weiter arbeiten. Da anhand der Datenbankeinträge automatisch detektiert werden kann, ob der Nutzer eine Aufgabe bereits bearbeitet hat, kann er bei weiterführenden Aufgaben durch Texteschübe an sein Ergebnis erinnert werden. Es steht (sofern zuvor erarbeitet) unmittelbar im Aufgabentext zur Verfügung, und ein Nachschlagen, das unter Umständen zu einem Orientierungsverlust führen könnte, erübrigt sich.

Eine weitere nutzerspezifische Gestaltung der Lernumgebung geschieht über die farbliche Kodierung der Hyperlinks. Beim ersten Aufruf der Lernumgebung unter einer Nutzerkennung sind alle Hyperlinks dunkelrot bzw. dunkelblau, je nach dem Typ der Seite, auf die sie verweisen. Sobald eine Seite einmal besucht wurde, werden sämtliche Hyperlinks, die auf diese Seite verweisen, hellrot bzw. hellblau dargestellt. So kann der Nutzer an der Farbe des Hyperlinks erkennen, ob er die Seite bereits bearbeitet hat, und speziell im Inhaltsverzeichnis bietet ihm diese Kodierung eine schnelle Übersicht über den persönlichen Lernfortschritt.

2.9 Selbstkontrolle des Lernerfolgs

Als „multimediales, interaktives, persönliches Arbeitsbuch“ ermöglicht die Lernumgebung eine umfassende eigenständige Erarbeitung der Inhalte auch bei geringen Vorkenntnissen. Die ausführlich kommentierten Antwort- und Lösungsvorschläge zu Fragen und Aufgaben leisten hierzu einen wichtigen Beitrag, können den Lernenden allerdings auch dazu verleiten, sich nicht in ausreichendem Umfang mit den Fragen und Aufgaben zu beschäftigen. Zur Selbstkontrolle des Lernerfolgs wurde daher für jedes Modul ein zusätzliches Übungsprogramm, das so genannte „Tutorial“ erstellt. Das Tutorial enthält Übungsaufgaben zum Inhalt des jeweiligen Moduls, deren Lösungen, wie innerhalb der Lernumgebung, in Eingabefeldern festgehalten und mit einem „OK?“-Button überprüft werden können. Im Gegensatz zur Lernumgebung bietet das Tutorial jedoch keine Lösungsvorschläge, sondern lediglich „Tipps zur Lösung“. Darin wird mit Hilfe von Hyperlinks jeweils auf die Seiten der Lernumgebung verwiesen, auf denen die zur Lösung der jeweiligen Aufgabe notwendigen Inhalte behandelt werden, damit der Lernende sie dort wiederholen oder nacharbeiten kann. Abbildung 5 zeigt eine Aufgabe aus dem Tutorial zum Modul „Flüssigkeitsströmungen“. Die Tipps zur Lösung sind dabei bereits aufgerufen.

Wie das Tutorial mit der eigentlichen Lernumgebung verbunden ist und welche Navigationsmöglichkeiten sich innerhalb beider bzw. zwischen beiden bieten, wird im abschließenden Kapitel erläutert.

PHYSIK FÜR MEDIZINER
Tutorial

Aufgabe 2 zum Modul Flüssigkeitsströmungen

Ein unverzweigtes Gefäß hat eine Engstelle, an der die Querschnittsfläche um 20 % reduziert ist. Die Strömungsgeschwindigkeit ist an dieser Engstelle

A 20 % geringer als vor und hinter der Engstelle,
 B genau so groß wie vor und hinter der Engstelle,
 C 20 % höher als vor und hinter der Engstelle,
 D 25 % höher als vor und hinter der Engstelle.

Die richtige Antwort ist .

Zur Beantwortung der Frage benötigen Sie die [Kontinuitätsgleichung](#) und einen einfachen Dreisatz.

Eine ähnliche, aber komplexere Aufgabe finden Sie unter [Kontinuitätsgleichung und Gefäßverengung](#).

vorherige Aufgabe
 nächste Aufgabe
 Rechner
 Tipps zur Lösung
 Tutorial schließen

Abbildung 5: Tutorial zum Modul „Flüssigkeitsströmungen“ (oben rechts: Aufgabe, unten rechts: Tipps zur Lösung, links: Navigationsleiste).

3 Navigationsstruktur und Benutzeroberfläche

Die Lernumgebung wird beim Start in einem eigenen Browserfenster geöffnet, das keine eigene Navigationsleiste besitzt. Das Fenster ist in drei Felder unterteilt (vgl. Abbildung 2 und 4): Links befindet sich eine schmale Navigationsleiste, rechts oben ein niedriges Feld für den aktuellen Seitentitel und darunter ein großes Feld für den Seiteninhalt.

Im Titelfeld oben rechts werden neben dem Titel der aktuellen Seite auch das Modul und Kapitel angezeigt, bei Exkursen darüber hinaus der Titel der zugehörigen roten Seite (vgl. Abbildung 4). Da die Seitentitel mit Hyperlinks unterlegt sind, gelangt man aus jedem Exkurs durch Mausklick auf den Titel der roten Seite unmittelbar zum Roten Faden zurück.

Im Inhaltsfeld rechts unten wird der eigentliche Seiteninhalt dargestellt. Dabei wird ein Scrollen in senkrechter Richtung (nie in waagerechter Richtung) aus didaktischen Gründen in Kauf genommen: Die Seitenlänge ergibt sich aus dem Grundsatz, dass eine Seite jeweils eine inhaltlich abgeschlossene Einheit

darstellen, also z. B. den Begriff „Volumenstromstärke“ vollständig behandeln soll. Durch die Aufteilung in Titel- und Inhaltsfeld wird jedoch verhindert, dass beim Scrollen der Titel der aktuellen Seite aus dem Blickfeld gerät. Neben Text, Eingabefeldern und einigen Icons enthält das Inhaltsfeld lediglich Buttons, über die Experimente, Abbildungen sowie Antwort- und Lösungsvorschläge in separaten Fenstern aufgerufen werden können. Durch diese Auslagerung von Elementen werden zum einen überlange Seiten vermieden, zum anderen sind bei Abbildungen und Experimenten größere und detailliertere Darstellungen möglich als innerhalb des durch Navigationsleiste und Titelfeld begrenzten Inhaltsfeldes. Auf den ersten Blick erscheint die Lernumgebung hierdurch zwar sehr textlastig, werden die Seiten jedoch ernsthaft unter Nutzung der angebotenen Abbildungen und Experimente bearbeitet, so relativiert sich dieser Eindruck schnell.

Die browserinterne Navigationsleiste kann aus technischen und didaktischen Gründen nicht verwendet werden. Die aus der Struktur der Lernumgebung heraus sinnvollen Navigationsmöglichkeiten werden daher in einer eigenen Navigationsleiste am linken Bildschirmrand zur Verfügung gestellt. Von dort aus kann

- zur Startseite der Lernumgebung mit der Auswahl des Moduls gewechselt,
- das Inhaltsverzeichnis zum aktuellen Modul aufgerufen,
- im Roten Faden schrittweise vorwärts und rückwärts navigiert,
- zur zuletzt besuchten Seite (z. B. aus einem Exkurs zurück zum Roten Faden) gewechselt,
- das persönliche Notizbuch aufgerufen,
- das Tutorial gestartet bzw. fortgesetzt oder
- die Bearbeitung der Lernumgebung beendet werden.

Darüber hinaus kann aus der Navigationsleiste ein einfacher Taschenrechner gestartet werden.

Wird das Tutorial über den Hyperlink in der Navigationsleiste der Lernumgebung gestartet, so öffnet es sich in einem neuen Fenster mit sehr ähnlichem Aufbau. Links befindet sich eine Navigationsleiste, rechts oben ein Feld für die

aktuelle Aufgabe und darunter ein Feld, in dem über die Navigationsleiste die zugehörigen „Tipps zur Lösung“ aufgerufen werden können (vgl. Abbildung 5). Die in den „Tipps zur Lösung“ enthaltenen Hyperlinks rufen im Fenster der Lernumgebung die entsprechende Seite auf und schließen vorübergehend das Tutorialfenster. Über die Navigationsleiste der Lernumgebung kann dann das Tutorial nicht mehr gestartet, sondern nur fortgesetzt werden. D.h. der entsprechende Link öffnet das Tutorialfenster mit der zuletzt bearbeiteten Aufgabe. Diese Verflechtung von Lernumgebung und Tutorial bietet den Lernenden eine komfortable Möglichkeit, aus dem Tutorial heraus einzelne Inhalte gezielt nachzuarbeiten.

Die oben beschriebenen Navigationsmöglichkeiten sowie Aufbau und Eigenschaften der Lernumgebung werden den Nutzern in einer „Guided Tour“ vorgestellt. Diese ist ein eigenes Modul der Lernumgebung, dessen Seiten anstelle von „Volumenstromstärke“ oder „Strömungswiderstand“ eben den „Roten Faden“ oder „Die Benutzeroberfläche“ zum Gegenstand haben. Die Guided Tour kann wie die anderen Module von der Startseite der Lernumgebung aus aufgerufen werden.

Literatur

Gerdes, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Lengerich: Pabst.

Kirstein, J. (1999). *Interaktive Bildschirmexperimente; Technik und Didaktik einer neuartigen Methode zur multimedialen Abbildung physikalischer Experimente*. Dissertation TU Berlin.

Schumacher, D. & Theyßen, H. (1999). *Entwicklung eines Physiologie-spezifischen Physikpraktikums für Studierende der Medizin*. In: *Physiologie: Forschung / Lehre / Öffentlichkeit*, 13, S. 7–11.

Theyßen, H. (2000). *Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*. Dissertation im Fachbereich I (Physik/Elektrotechnik) der Universität Bremen. In: *Niedderer, H. & Fischler, H. (Hrsg.). Studien zum Physiklernen*, Bd. 9, Berlin: Logos.

Die technische Umsetzung der Lernumgebung

Jochen Riks

Die Lernumgebung wurde während der vielen Entwicklungsstadien bereits in mehreren DV-Umgebungen installiert und getestet. In der Entstehungsphase wurde der Server der Physikalischen Grundpraktika verwendet, dort lagen Test- und Entwicklungsversionen. Die erste „Arbeitsversion“, mit der die Studierenden arbeiten sollten, wurde im Herbst 2001 in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf (ULBD) auf einer SUN ULTRA-SPARC1 installiert. Die Weiterentwicklung verblieb auf dem Server der Physikalischen Grundpraktika; auf diesem wurde ein CVS²-System zur Verwaltung aller existierenden Versionen installiert, so dass es nun problemlos möglich war, mit mehreren Programmierern parallel an dem Projekt zu arbeiten.

Mittlerweile sind die Arbeitsversion und der CVS-Server auf einen neuen Rechner innerhalb der ULBD umgezogen. Hierbei handelt es sich um einen Standard-PC (P-III, 1GHz) unter LINUX, welcher sich als deutlich leistungsfähiger wie die SUN ULTRA-SPARC1 erwiesen hat.

Die technischen Komponenten des Projektes, das heisst Hard- und Software, können logisch in drei miteinander verknüpfte Elemente eingeteilt werden (Abbildung 1), die im Allgemeinen auf einem gemeinsamen Serverrechner vorhanden sein werden:

- Server
- Content
- Content-Builder

Der Server, hier ist die Anwendung und nicht der Rechner gemeint, hat die zentrale Aufgabe, die Kommunikation mit seinen Clients, also den Browsern der Benutzer, abzuwickeln und diesen die Inhalte der Lernmodule als HTML-Seiten zur Verfügung zu stellen.

²<http://www.cvshome.org>

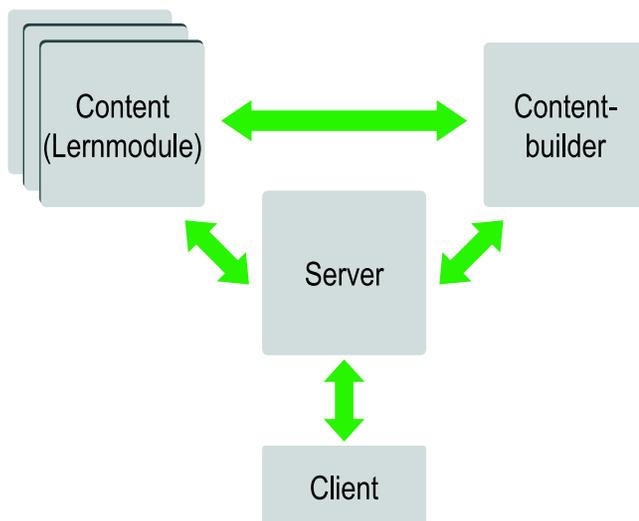


Abbildung 1: Die drei Hauptkomponenten der Lernumgebung sind untereinander verknüpft. Die externen Clients sind unabhängig von der Lernumgebung und kommunizieren nur mit dem Server.

Der Content ist in Form von HTML-Seiten und Datenbankinhalten abgelegt und in Lernmodulen organisiert. In diesem Projekt stehen bereits zwei Module zur Verfügung, eines zum Thema „Gase“, das andere zu „Flüssigkeitsströmungen“. Weitere Module sind in Planung, die maximale Anzahl von Lernmodulen in einem Projekt wird dabei nur durch die Speicherkapazität des Serverrechners beschränkt.

Der Content-Builder sorgt als eigenständige Anwendung für die korrekte Einbindung der vom Dozenten erstellten Inhalte in die einzelnen Lernmodule.

1 Übersicht über die Client/Server-Struktur

Zielsetzung war es, den Anwendern einen einfachen und standardisierten Zugang zur Lernumgebung zu ermöglichen. Daher lag es nahe, bereits vorhandene Strukturen von Inter- bzw. Intranets zu benutzen. So kann als Client ein Webbrowser dienen, der über das HTTP-Protokoll mit einem Webserver kommuniziert. Als Server wird der Open Source Webserver APACHE³ eingesetzt.

³<http://www.apache.org>

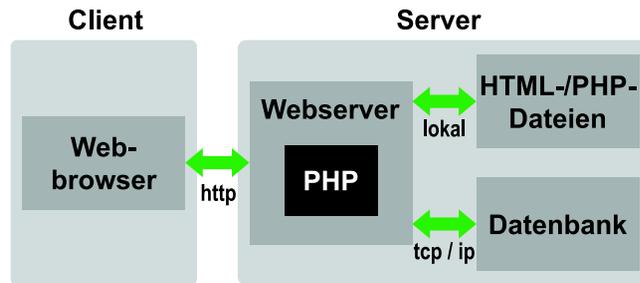


Abbildung 2: Softwaretechnische Übersicht von Client und Server.

Alle vom Server ausgelieferten HTML-Seiten werden erst beim Zugriff durch den Client dynamisch generiert. Dazu bietet APACHE neben CGI die Möglichkeit, externe Module zu laden und so die eigene Funktionalität zu erweitern. Durch Benutzung des frei erhältlichen Moduls MOD_PHP wird APACHE befähigt, PHP-Programmcode auszuführen. Im Gegensatz zur CGI-Schnittstelle, bei der für jede Anfrage eine neue Instanz des CGI-Programms gestartet werden muss, findet die Ausführung des PHP-Codes in APACHE selber statt, was zu deutlichen Geschwindigkeitsvorteilen führt.

PHP⁴ (Akronym für „PHP: Hypertext Preprocessor“) ist eine weit verbreitete und für den allgemeinen Gebrauch bestimmte Open Source Skriptsprache, welche speziell für die Webprogrammierung geeignet ist und in HTML eingebettet werden kann. Viele der syntaktischen Möglichkeiten sind den Programmiersprachen C, JAVA und PERL entnommen, die Sprache besitzt aber auch einige PHP-spezifische Features. Das Ziel dieser Sprache ist es, das Schreiben von Programmen zur Erzeugung von dynamisch generierten Seiten zu erleichtern und zu beschleunigen, wozu insbesondere die vorhandenen Datenbank-Schnittstellen beitragen. Als Datenquelle dient in diesem Projekt die SQL-Datenbank MYSQL⁵. Diese ist zunächst gemeinsam mit dem Webserver auf einem Rechner installiert, kann aber bei wachsenden Anforderungen an die Performance problemlos auf einen externen Rechner ausgegliedert werden.

Zusammen mit den auf dem Dateisystem vorhandenen und damit für den Webserver physikalisch zugänglichen HTML- und PHP-Dateien sind also drei

⁴<http://www.php3.de>

⁵<http://www.mysql.org>

Bereiche vorhanden (Abbildung 2), wobei der Webserver zusammen mit seinem PHP-Modul die Zugriffe auf Dateien und Datenbankinhalte übernimmt.

2 Voraussetzungen für Hard- und Software

Auf der Seite der Clients bestehen folgende Anforderungen, die im Allgemeinen bei heute vorhandenen Standard-PCs bereits erfüllt sind:

- Als Webbrowser wird der Microsoft INTERNET-EXPLORER ab Version 5 mit aktiviertem JAVASCRIPT benötigt. Bei anderen Webbrowsern bestehen (noch) Inkompatibilitäten in der JAVASCRIPT-Implementierung.
- Microsoft WINDOWS (ab Version 95) als Betriebssystem auf Grund des benötigten INTERNET-EXPLORER.
- Das SHOCKWAVE-Plugin ab Version 8 der Firma Macromedia⁶ für den Webbrowser zur Wiedergabe der Animationen.
- Der Client muss eine Bildschirmauflösung von mindestens 1024 x 768 Bildpunkten bieten, da die Seiten sonst nicht vollständig angezeigt werden können.
- Die Netzwerkanbindung an den Server sollte möglichst über Fast-Ethernet (oder schneller) verfügen, da Bilder und Animationen ein hohes Datenaufkommen verursachen.
- Alternativ können Bilder und Animationen von einer lokal vorhandenen CD-Rom gelesen werden. Dies bietet sich bei langsamen Netzwerkverbindungen an und ermöglicht so auch den Zugriff über ISDN oder Modem.

Die Kompatibilität mit anderen Browsern, und damit auch anderen Betriebssystemen, ist Gegenstand der weiteren Entwicklungsarbeit, so dass diese Beschränkungen in Zukunft abnehmen werden. Geplant sind die Unterstützung von NETSCAPE 6 und MOZILLA unter WINDOWS, MAC-OS und LINUX.

An den Serverrechner werden folgende Bedingungen gestellt:

- Der APACHE Webserver ab Version 1.3.20.

⁶<http://www.macromedia.com>

- PHP als APACHE-Modul ab Version 4.05. Dieses muss die Unterstützung von TrueType- oder Postscript-T1-Schriften sowie der Erzeugung von Bildern im PNG- und JPEG-Format eingebunden haben.
- Als Datenbank wird MYSQL ab der Version 3.23 verwendet. Die Schnittstelle zu MYSQL ist in den meisten binären Distributionen von PHP bereits integriert, ansonsten müssen die PHP-Quellen besorgt und mit MYSQL-Unterstützung kompiliert werden.
- Als Betriebssystem bietet sich UNIX an, da alle benötigten Programme als Open Source für diese Plattform zur Verfügung stehen⁷. Insbesondere für LINUX existieren fertige Programmpakete im RPM-Format, die die notwendigen Anforderungen erfüllen und so den Installationsaufwand auf ein Mindestmaß reduzieren.
- Die Anbindung an das Netzwerk muss wie bei den Clients mindestens über Fast-Ethernet geschehen.

3 Ablauf einer Anfrage

Der schematische Ablauf einer Anfrage eines Clients an den Server ist in Abbildung 3 dargestellt. Zuerst wird immer die Authentifizierung des Benutzers überprüft, da dessen Identität festgestellt werden muss, um einerseits benutzerspezifische Daten laden und speichern und andererseits den Zugang auf bestimmte Gruppen einschränken zu können.

Eine Anfrage enthält fast immer Formulardaten, die der Client an den Server weiterreicht, weshalb diese im zweiten Schritt ausgewertet werden. Daraufhin werden eventuell übermittelte Benutzerdaten in die Datenbank geschrieben, dazu gehören zum Beispiel Anmerkungen und Lösungen zu Aufgaben. Durch diese Protokollierung der Daten können alle Aktivitäten eines Benutzers jederzeit nachvollzogen werden.

Anschließend werden alle Daten aus der Datenbank ausgelesen, die zum Aufbau der angefragten Seite notwendig sind, u. a. die Ziele der auf der Seite enthaltenen Links und Teile des JAVASCRIPT, aber auch Namen der einzubindenden Dateien. Diese werden im nächsten Schritt in das Dokument importiert, und nach Protokollierung des Zugriffs wird die Seite an den Client

⁷Mit der Verfügbarkeit der o.a. Software für WINDOWS NT oder MAC OS können auch diese Betriebssysteme genutzt werden.

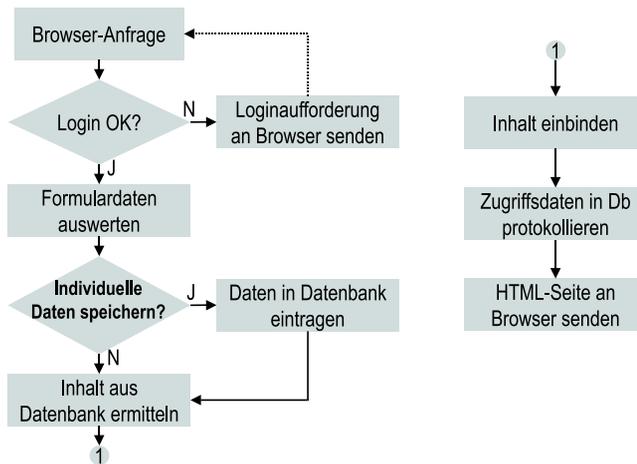


Abbildung 3: Schematischer Ablauf einer Anfrage des Clients an den Server.

ausgeliefert. Damit ist die Anfrage beendet, und der Server wartet auf weitere Anfragen.

4 Weitere Eigenschaften der Software

Die im Folgenden skizzierten Hauptmerkmale der hier entwickelten Software stehen im Vordergrund, da sie zu einer einfachen und übersichtlichen Struktur führen, die die Anwendung und Weiterentwicklung des Projektes unterstützt. Insbesondere soll der Transfer zu anderen Fachbereichen und Hochschulen erleichtert werden.

Die Inhalte stehen als HTML-Dateien in einer vorgegebenen Verzeichnisstruktur, die den Aufbau der Lernmodule widerspiegelt. Die Struktur der den Clients angebotenen Lernmodule ist in einer externen Datenbank abgelegt und kann so dynamisch angepasst werden.

Alle wichtigen, globalen Daten stehen in einer zentralen Konfigurationsdatei, so dass die Anpassungen an lokale Bedingungen einfach zu bewerkstelligen sind. Dazu gehören neben Parametern für den Datenbankzugriff und Pfadangaben zur lokalen Installation auch Vorgaben für Schriftarten, Farben u.v.m.

Der Zugriff auf die Datenbank geschieht über eine eigene Softwareschicht, die aus einer zentralen Datei mit allen benötigten Funktionen besteht. Zur

Zeit wird nur MYSQL unterstützt, durch geringfügige Erweiterungen dieser Schicht ist aber der Zugriff auf alle von PHP direkt unterstützten Datenbanken möglich, wie zum Beispiel POSTGRES, ORACLE oder über eine allgemeinere Schnittstelle wie ODBC.

Die Zusammenstellung des Inhaltes eines Lernmoduls wird ebenfalls über Einträge in der Datenbank gesteuert, d.h. es existieren mehrere Profile, die durch „Ein- und Ausschalten“ einzelner Kapitel oder Seiten gestaltet werden können. Diese Profile sind einzeln abrufbar, so dass clientspezifische Lernumgebungen zur Verfügung stehen, die alle aus der gleichen Quelle stammen.

5 Content-Builder

Der Content-Builder dient als ein einfaches Hilfswerkzeug bei der Einstellung von Inhalten in die Lernumgebung. Er sorgt für die Einbindung der erstellten HTML-Seiten in die auf dem Server vorhandene Verzeichnisstruktur und die dem Projekt entsprechende Benennung. Ferner müssen die notwendigen PHP-Anweisungen in das statische HTML-Grundgerüst eingefügt werden, damit die dynamischen Inhalte bei Auslieferung an den Client vorhanden sind.

Weiterhin müssen die entsprechenden Einträge in die Datenbank gemacht werden, dazu gehört neben Namen und Typ der Datei vor allem die Eingliederung in die bereits vorhandenen Strukturen.

Ein fertiger Content-Builder steht zur Zeit nicht zur Verfügung, die aktuelle Umsetzung besteht aus folgenden Schritten:

- Erstellung der HTML-Seiten in WORD,
- einfügen der PHP-Anweisungen mittels eines VISUAL-BASIC-Scripts und
- manuelle Einträge in die Datenbank.

6 Authentifizierung – Mögliche Methoden

Die Authentifizierung der Benutzer spielt eine zentrale Rolle, alle anfallenden Daten müssen genau einem Benutzer zugeordnet werden können, ansonsten wäre eine benutzerspezifische Auswertung der Lernerfolge nicht möglich.

Im Wesentlichen stehen zwei unterschiedliche Methoden zur Benutzerauthentifizierung zur Verfügung. Zum einen kann man die im HTTP-Protokoll

verankerte Methode durch senden eines speziellen Headers genutzt werden, woraufhin jeder HTTP-konforme Browser ein Login-Fenster öffnet und den Benutzer zur Eingabe von Namen und Passwort zwingt. Die Daten werden dann bei jedem weiteren Zugriff auf den Server von dem Browser mitgesendet und können auf dem Server zur Authentifizierung überprüft werden. Die zweite Methode benutzt Sessiondaten, die auf dem Server selbst gespeichert werden. Dazu werden dem Server die Benutzerdaten mittels eines Formulars o.ä. einmalig zugesendet und die Session anhand einer einmaligen Session-ID dem jeweiligen Benutzer zugeordnet. Diese Session-ID wird dem Browser des Benutzers mittels eines Cookies mitgeteilt.

Die Lernumgebung benutzt die erste dieser beiden Methoden, wobei allerdings nicht das dem APACHE eigene Modul `MOD_AUTH` benutzt wird, sondern die übermittelten Benutzerdaten direkt im PHP-Code durch eigene Funktionen verifiziert werden. Durch Einführung dieser minimalistischen Zwischenschicht ist die Anpassung an vorhandene Schnittstellen möglich.

Um Studierenden der Universität einfachen Zugang zu den Lernmodulen zu gewähren, werden zur Authentifizierung die Benutzerdaten des Lokalsystems der ULBD verwendet. Um der Lernumgebung den Zugang zu diesen Daten zu ermöglichen, werden sie in einer MYSQL-Datenbank zwischengespeichert, welche täglich mit dem Lokalsystem abgeglichen wird⁸. Weitere Benutzer können über ein Webformular manuell in die MYSQL-Datenbank eingetragen und verwaltet werden.

Dieses System muss im Herbst 2002 mit der Einführung des neuen Lokalsystems ALEPH an dessen Benutzerverwaltung angepasst werden. Hier kann vorraussichtlich eine ALEPH-interne Schnittstelle genutzt werden, so dass ein Abgleich der Daten nicht mehr nötig sein wird. Um auch weiterhin externe, nicht in ALEPH registrierte Benutzer verwalten zu können, werden Gruppen und Gruppenrechte eingeführt. So können unterschiedliche Gruppen eigene Authentifizierungsmethoden zugewiesen bekommen und somit beliebig viele Schnittstellen parallel bedient werden, ohne dies für jeden Benutzer individuell regeln zu müssen.

⁸Da nur bestimmte Gruppen von Studierenden Zugang zur Lernumgebung haben sollen, werden alle anderen bei dem Abgleich der Datenbanken herausgefiltert.

Physik für Mediziner – Evaluation von Nutzung, Akzeptanz und Lernwirksamkeit

Heike Theyßen

Das neue Lernangebot im Bereich „Physik für Mediziner“ wird unter verschiedenen Aspekten evaluiert:

- Art und Umfang der Nutzung,
- Akzeptanz unter den Studierenden und
- Lernwirksamkeit im Vergleich zum herkömmlichen Lernangebot.

Nutzungs- und Akzeptanzevaluation sind Bestandteile des DFG-Projektes. Die Untersuchung zur Lernwirksamkeit wird im Rahmen einer angegliederten Studie durchgeführt.

1 Nutzungsevaluation

Gleichzeitig mit der Lernumgebung wurde eine spezifische Protokollierungsfunktion für Navigationsdaten und Benutzereingaben entwickelt. Dabei wird jeder Aufruf einer Seite, einer Abbildung, eines Experimentes, Antwort- oder Lösungsvorschlags sowie jede Benutzereingabe in einem der hierfür vorgesehenen Felder der Lernumgebung erfasst und inklusive Benutzername und Zeit in einer Datenbank gespeichert. Diese Protokollierung ist zum Teil notwendig für die Funktionalität der Lernumgebung, beispielsweise für die farbliche Kodierung der Hyperlinks. Darüber hinaus ist ihr Zweck der Gewinn einer breiten Datenbasis für die Nutzungsevaluation. Diese wird unter unterschiedlichen Fragestellungen ausgewertet.

1.1 Analyse der studentischen Nutzungszeiten

Die Lernumgebung wurde vollständig netzbasiert und unter ausschließlicher Verwendung zentraler Datenspeicherung konzipiert, um eine maximale Fle-

xibilisierung der Lernzeiten und Lernorte zu gewährleisten. Mit Rücksicht auf die teilweise noch geringe Bandbreite der Netzanbindung heimischer PCs wurde zusätzlich die Möglichkeit zur Verwendung einer Medien-CD eingerichtet, um auch externe Lernorte zu erschließen.

Um zu klären, ob und in welchem Maße diese Flexibilität tatsächlich genutzt wird, wurden die Nutzungszeiten sämtlicher studentischer Nutzer ermittelt und in drei Kategorien eingeteilt:

- Praktikums- und Vorlesungszeiten: die Zeiten, während derer die traditionellen Präsenzveranstaltungen zur „Physik für Mediziner“ angeboten werden,
- Öffnungszeiten der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf (ULBD) außerhalb der Praktikums- und Vorlesungszeiten: die Zeiten, in denen über die Vorlesungs- und Praktikumszeiten hinaus die ULBD als Lernort zur Verfügung steht,
- Sonstige: alle übrigen Zeiten, z. B. Abende, Sonn- und Feiertage.

Die Verteilung der Nutzungszeiten auf diese drei Kategorien ist in Abbildung 1 dargestellt. Sie zeigt, dass die durch die Online-Nutzung mögliche Flexibilisierung der Lernzeiten von den Studierenden ausgesprochen gut angenommen wird: Nur ca. 27 % der gesamten Nutzungszeit entfallen auf die Vorlesungs- und Praktikumszeiten, während ca. 30 % außerhalb der Bibliotheksöffnungszeiten (Abende, Sonn- und Feiertage) liegen. Daraus lässt sich schließen, dass die Medien-CD, welche die Arbeit vom eigenen PC aus ermöglicht, den Bedürfnissen der Studierenden sehr entgegen kommt und wesentlich zur Erhöhung der Akzeptanz beiträgt.

1.2 Analyse der individuellen Bearbeitungszeiten

Für den Einsatz in der Lehre ist es wichtig, welche Bearbeitungszeiten die verschiedenen Nutzer für die einzelnen Seiten der Lernumgebung benötigen bzw. investieren. Zum einen kann damit der Zeitaufwand für die Bearbeitung realistischer eingeschätzt werden als durch eine Extrapolation von „Expertenzeiten“. Zum anderen kann so kontrolliert werden, ob die vereinbarte Gesamtarbeitszeit vom Studierenden tatsächlich eingehalten wurde. Letzteres wird beispielsweise dann notwendig, wenn durch Bearbeitung der Lernumgebung am heimischen PC die Durchführung eines Praktikumsversuches ersetzt wird.

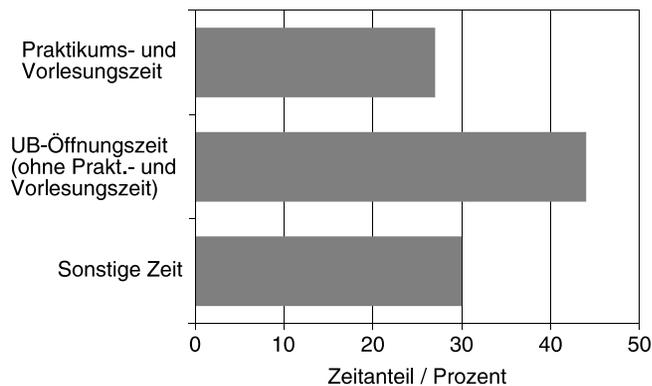


Abbildung 1: Verteilung der studentischen Nutzungszeiten.

Ein typisches Problem bei der Analyse von Bearbeitungszeiten stellen die nicht dokumentierten Pausen dar. Daher müssen die Navigationsdaten zunächst „von Hand“ und unter genauer Kenntnis der Lernumgebung bearbeitet werden. Von Vorteil ist dabei die sehr gründliche Protokollierung, die nicht nur die Seitenaufrufe, sondern auch sämtliche Eingaben sowie die Aufrufe multimedialer Elemente und Lösungs- bzw. Antwortvorschläge umfasst. Zeitliche Abstände von mehreren Minuten zwischen zwei Einträgen in den Navigationsprotokollen können daher in der Regel als Pause gewertet werden. Ausnahmen sind Abstände von mehreren Minuten, die sich aus Kenntnis der Lernumgebung heraus erklären lassen. Beispielsweise treten bei einigen Experimenten Unterbrechungen durch umfangreiche Messwertaufnahmen auf, die durch die anschließenden Eingaben der Messwerte in einer vorgegebenen Tabelle erkennbar sind. Für die weitere Datenaufbereitung wurde ein spezielles Auswertungsprogramm entwickelt, das u. a. die Analyse der Bearbeitungszeiten durchführt und für eine anschauliche Darstellung vorbereitet.

Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der Datenanalyse für zwei Nutzer. Auf der Abszisse sind die Seiten des Roten Fadens und der Exkurse durch Nummern kodiert aufgetragen. Diese Nummerierung ergibt sich aus der durch den Roten Faden mit eingebetteten Exkursen vorgeschlagenen, linearen Bearbeitungsreihenfolge. Nummer 1 ist das Inhaltsverzeichnis. Auf der Ordinate ist jeweils die gesamte Bearbeitungsdauer für eine Seite aufgetragen, summiert über alle „Besuche“.

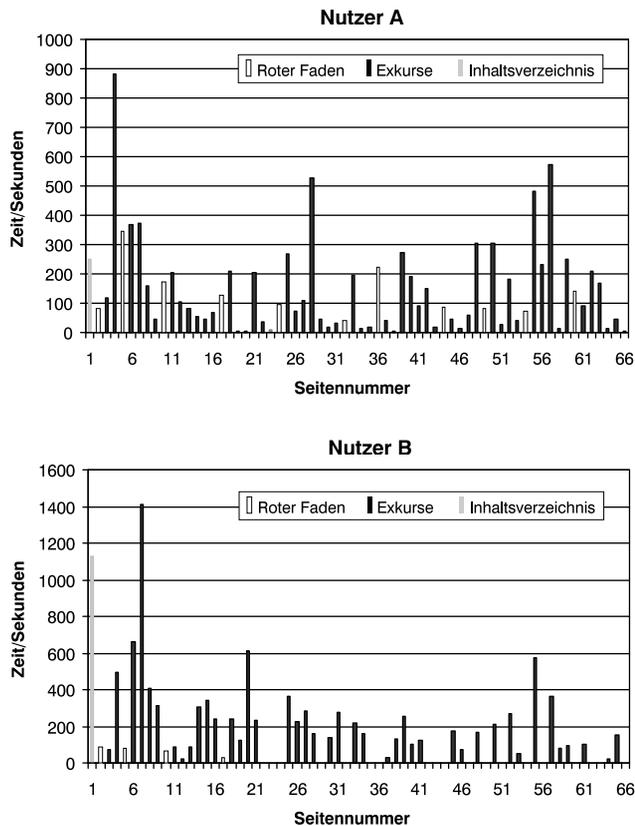


Abbildung 2: Verteilung der Bearbeitungszeiten für zwei Nutzer.

Der Unterschied zwischen den beiden Nutzern zeigt sich hier z. B. in der Bearbeitungszeit für das Inhaltsverzeichnis. Nutzer A verwendet nur etwa 4 Minuten, Nutzer B dagegen ca. 19 Minuten. Nutzer B verwendet primär die Exkurse, den Roten Faden jedoch nur sporadisch. Diese Beispiele repräsentieren die zwei Nutzertypen, die sich aus der Analyse der Navigationsdaten 20 Studierender ergeben: Typ A navigiert fast ausschließlich mit Hilfe des Roten Fadens und ruft von dort aus die Exkurse auf; Typ B navigiert vorwiegend mit Hilfe des Inhaltsverzeichnisses und ruft von dort aus gezielt fast ausschließlich die Exkurse auf, einzelne Seiten des Roten Fadens werden überhaupt nicht bearbeitet. Bei Typ B ist erwartungsgemäß der Anteil der Bearbeitungszeit für die

Exkurse mit im Mittel 88 % der gesamten Bearbeitungszeit merklich größer als bei Typ A mit im Mittel 78 %.

Da die Auswertung nicht nur die Summe der Bearbeitungszeiten, sondern auch die Bearbeitungszeiten pro Seitenaufruf liefert, sind weitere, detailliertere Analysen vorgesehen. Aus den Bearbeitungszeiten einzelner Seiten bzw. Seitenabschnitte sollen Rückschlüsse auf deren Schwierigkeitsgrad gezogen werden. Ziel ist es, zu überprüfen, ob der in der didaktischen Konzeption vorgesehene allmähliche Anstieg der Komplexität realisiert werden konnte, um gegebenenfalls die Lernumgebung in diesem Punkt iterativ zu optimieren. Da die Seiten bereits aufgrund ihrer unterschiedlichen Länge sehr unterschiedliche Bearbeitungszeiten erfordern, ist für solche Untersuchungen ein Maßstab erforderlich. Dieser soll mit Hilfe von „Experten“ und den von diesen benötigten Bearbeitungszeiten ermittelt werden.

1.3 Lernwegprotokolle

Genaueren Aufschluss über das unterschiedliche Navigationsverhalten geben die so genannten „Lernwegprotokolle“. Dabei handelt es sich um Diagramme, in denen sämtliche Seitenaufrufe eines Nutzers in ihrer zeitlichen Reihenfolge, jedoch ohne Berücksichtigung der Verweilzeiten dargestellt werden. Abbildung 3 zeigt dies wieder am Beispiel der Nutzer A und B. Im Lernwegprotokoll sind die Seitennummern auf der Ordinate und die Nummern der Seitenaufrufe auf der Abszisse aufgetragen.

Die Abbildung zeigt z. B. bei Nutzer A ein fast idealtypisches Navigationsverhalten für Typ A: Ausgehend von einer Seite des Roten Fadens werden der Reihe nach alle zugehörigen Exkurse bearbeitet, und anschließend wird die nächste Seite des Roten Fadens aufgerufen. Bei Nutzer B ist ein fast idealtypisches Navigationsverhalten für Typ B zu beobachten: Ausgehend vom Inhaltsverzeichnis werden unter Auslassung der Seiten des Roten Fadens der Reihe nach alle Exkurse aufgerufen. Anhand der Lernwegprotokolle können die in Kapitel 1.2 beschriebenen Nutzertypen wesentlich besser identifiziert werden als anhand der aufsummierten Bearbeitungszeiten. Es zeigt sich, dass „Mischformen“ in der Regel auf einen einmaligen Wechsel des Navigationsverhaltens von Typ A (Roter Faden) zu Typ B (Inhaltsverzeichnis) zurückzuführen sind.

Darüber hinaus kann mit Hilfe der Lernwegprotokolle untersucht werden, ob und wie häufig die Möglichkeit zur freien Navigation über zusätzliche Hy-

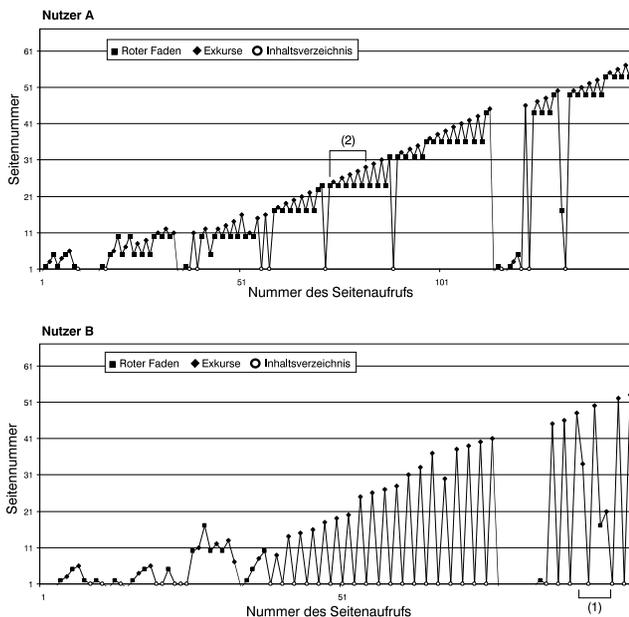


Abbildung 3: Lernwegprotokolle der Nutzer aus Abbildung 2. Die mit (1) und (2) markierten Bereiche werden im Text erläutert.

perlinks im Text genutzt wird. Dabei zeigt sich, dass die Mehrzahl der Nutzer unabhängig vom Navigationstyp systematisch vorgeht und die freie Navigation nur sehr selten nutzt. Die in Abbildung 3 relativ häufig zu erkennenden „Rücksprünge“ auf die erste Seite des Roten Fadens sind in aller Regel verursacht durch einen Neueinstieg nach einer Pause. Tatsächliche Sprünge, für die zusätzliche Hyperlinks genutzt worden sein müssen, sind in Abbildung 3 z. B. in dem mit (1) markierten Bereich zu finden. Die seltene Nutzung der freien Navigation kann unter Umständen dadurch erklärt werden, dass in allen bislang analysierten Fällen die Lernumgebung zur Erarbeitung der Inhalte eingesetzt wurde. In der Konzeption ist für diesen Einsatzbereich der Lernumgebung die lineare Navigation mit Hilfe des Roten Fadens vorgesehen. Die zusätzlichen Hyperlinks im Text sind für Wiederholungsphasen und erfahrenere Lerner gedacht. Ob sie tatsächlich sinnvoll sind, kann daher erst entschieden werden, wenn entsprechende Navigationsdaten vorliegen. Solange sich der Einsatz auf eine Erarbeitung der Inhalte beschränkt, muss für die weitere Entwicklung

das Angebot zusätzlicher Hyperlinks gegenüber den Vorteilen eines ruhigeren Schriftbildes und einer einfacheren Orientierung abgewogen werden.

1.4 Zeitaufgelöste Lernwegprotokolle

In den bislang erläuterten Auswertungsmethoden wurden die Informationen zu Bearbeitungszeiten (Kapitel 1.2) und Bearbeitungsreihenfolge (Kapitel 1.3) getrennt dargestellt. Beides ermöglicht eine übersichtliche Darstellung umfangreicher Datenmengen, wie sie in Gesamtbearbeitungszeiten von mehreren Stunden entstehen. Die ebenfalls protokollierten Informationen zur Nutzung von multimedialen Elementen, Antwort- und Lösungsvorschlägen oder zu Eingaben wurden nicht berücksichtigt.

Eine vollständige Darstellung sämtlicher protokollierter Informationen in so genannten „zeitaufgelösten Lernwegprotokollen“ liefert ein wesentlich detaillierteres Bild vom Lernverhalten der Nutzer. Sie muss jedoch, um trotz der sehr unterschiedlichen Bearbeitungszeiten für einzelne Seiten übersichtlich zu bleiben, jeweils auf kurze Zeitabschnitte von wenigen Minuten beschränkt bleiben. Für die Auswahl der „interessanten“ Zeitabschnitte dienen die Lernwegprotokolle als Basis. Als Beispiel dient wieder Nutzer A. Für den mit (2) markierten Bereich aus Abbildung 3 wurde ein zeitaufgelöstes Lernwegprotokoll erstellt, das in Abbildung 4 dargestellt ist. Im Diagramm sind wie bei den Lernwegprotokollen auf der Ordinate die Seitennummern aufgetragen. Die Abszisse dient jetzt als Zeitachse, und die Bearbeitung einer Seite wird durch einen waagerechten Strich angegeben. Zusätzlich ist markiert, zu welchem Zeitpunkt von einer Seite aus multimediale Elemente oder Vorschläge aufgerufen bzw. auf einer Seite Einträge gemacht wurden.

Anhand der zeitaufgelösten Lernwegprotokolle und der Eingabeprotokolle kann die Nutzung der Lernumgebung detailliert untersucht werden. Beispielsweise kann analysiert werden, in welcher zeitlichen Reihenfolge Text, multimediale Elemente, Eingabemöglichkeiten und Lösungsvorschläge genutzt werden, wie ausführlich und wie „korrekt“ die Fragen, Mess-, Auswertungs- und Übungsaufgaben bearbeitet werden.

In diesem Beispiel (vgl. Abbildung 4) wurde im ersten Exkurs nach Durchführung des Experiments eine Frage korrekt beantwortet, ohne Einsicht in den zugehörigen Antwortvorschlag zu nehmen. Bei einer zweiten Frage im gleichen Exkurs wurde nach einer sinnlosen Eingabe direkt der zugehörige Vorschlag eingesehen. Die übrigen Eingaben sind wieder korrekte Antworten vor

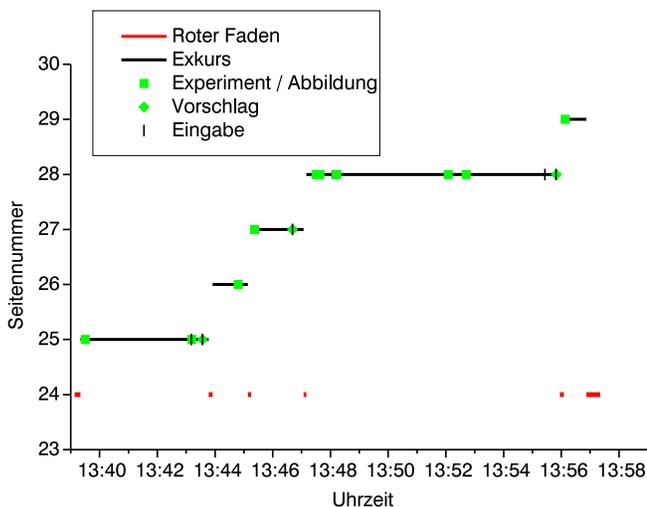


Abbildung 4: Zeitaufgelöstes Lernwegprotokoll für den mit (2) markierten Abschnitt aus Abbildung 3.

Einsicht in den Vorschlag. Insgesamt werden in diesem Ausschnitt nur qualitative Fragen beantwortet, und Messwertaufnahmen fehlen vollständig, obwohl diese im zweiten und dritten Exkurs (Seitennummern 26 und 27) möglich gewesen wären. Daraus kann man schließen, dass der Nutzer in dem hier betrachteten Abschnitt nur eine grobe Übersicht über den Stoff gewinnen wollte.

2 Akzeptanzuntersuchung

Zur Untersuchung der Akzeptanz wird seit dem Wintersemester 2001/2002 ein elektronischer Fragebogen eingesetzt, der den Nutzern beim Schließen der Lernumgebung automatisch zur Beantwortung vorgelegt wird.

Der Fragebogen enthält Fragen zur Art der Nutzung sowie zur allgemeinen Bewertung der Lernumgebung. Darüber hinaus werden allgemeine Fragen zur Nutzung von Lernprogrammen gestellt. Da sich hier die Ergebnisse weitgehend mit denen der begleitenden, umfassenderen Befragung decken (vgl. den Beitrag von U. Pflughaupt in diesem Band, Seite 47), werden sie an dieser Stelle nicht diskutiert.

Der Kern des Fragebogens umfasst die Bewertung der folgenden Aussagen auf einer fünfstufigen Skala von „trifft nicht zu“ (= 1) bis „trifft völlig zu“ (= 5):

- Ich hatte technische Probleme (Zugangsprobleme, Abstürze)
- Ich hatte Orientierungsprobleme innerhalb der Lernumgebung
- Ich hätte eine stärkere Führung (lineareren Aufbau, „Pflichtprogramm“, ...) benötigt

Die folgenden Elemente habe ich als sinnvolle Unterstützung beim Erarbeiten der Inhalte empfunden:

- Fragen und Aufgaben
- Notizfelder und Notizbuch
- Animationen und interaktive Experimente
- Abbildungen und Filme
- medizinische Beispiele

Ausgewertet wurden insgesamt 19 von studentischen Nutzern ausgefüllte Fragebögen. In Abbildung 5 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

Im ersten Aussagenblock zeigt sich, dass die Studierenden praktisch keine Orientierungsprobleme haben und dementsprechend auch keine stärkere Führung benötigen. Technische Probleme treten ebenfalls nur in sehr geringem Umfang auf. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Fragebogen beim Beenden der Arbeit mit der Lernumgebung aufgerufen wird. Aussagen von Studierenden, die aufgrund technischer Probleme bereits keinen Zugang zur Lernumgebung erhalten, sind hier nicht erfasst.

Die im zweiten Block zu bewertenden Elemente der Lernumgebung werden von den Befragten als durchweg sinnvolle Unterstützung des Lernprozesses empfunden. Signifikante Unterschiede, anhand derer für die weitere Entwicklung Schwerpunkte gesetzt werden könnten, sind nicht zu erkennen.

3 Lernwirksamkeit

Die zukünftigen Einsatzmöglichkeiten der Lernumgebung, wie auch anderer multimedialer Lehr- und Lernangebote, hängen nicht nur von der Akzeptanz

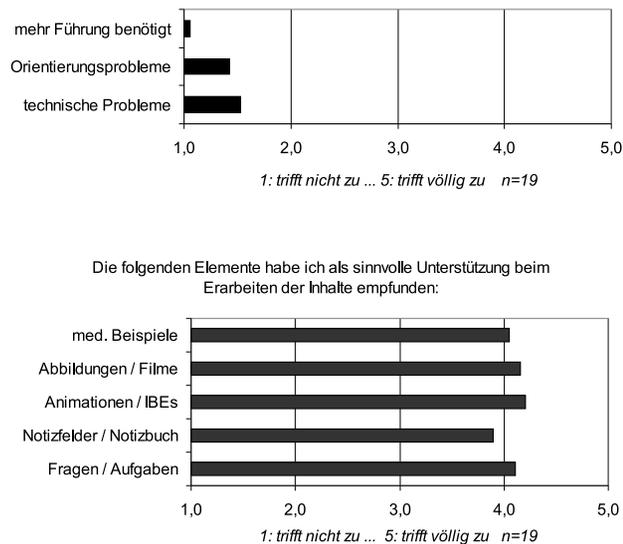


Abbildung 5: Auswertung der Fragebögen zur Akzeptanz.

bei den Studierenden ab, sondern auch von der Lernwirksamkeit. Daher muss untersucht werden, inwieweit die Lernumgebung im Hinblick auf ihre Lernwirksamkeit zur Ergänzung bzw. zum Ersatz des bestehenden Lehrangebotes (Lehrbücher, Vorlesungen, Übungen und Praktika) geeignet ist. Diese Untersuchungen sind im Rahmen des von der DFG geförderten Entwicklungsprojektes nicht möglich. Die Lernumgebung bietet jedoch eine Grundlage für begleitende und anschließende Evaluationsstudien. Eine solche Studie mit dem Titel „Hypermedia contra Praktikum“ wird in Kooperation mit dem Institut für Didaktik der Chemie der Universität Essen durchgeführt (Hüther et al., 2002). Sie wird im Rahmen der Ausschreibung „Wirksamkeitsforschung – Neue Medien in der Hochschullehre“ vom Kompetenznetzwerk Universitätsverbund Multimedia NRW⁹ gefördert. Die zentrale Forschungsfrage der Studie lautet:

„Kann eine hypermediale Lernumgebung in der Physikausbildung Medizinstudierender im inhaltlichen Bereich die gleiche Lernwirksamkeit erzielen wie ein Praktikum?“

⁹<http://www.uvm.nrw.de>

Diese Fragestellung, das Untersuchungsdesign und die Evaluationsmethoden werden im Folgenden erläutert.

3.1 Die Forschungsfrage und die Forschungsobjekte

Mit Blick auf naturwissenschaftliche Praktika wird der Einsatz hypermedialer Lernumgebungen in der Regel nur zur Vor- und Nachbereitung der Experimentalphase als sinnvoll erachtet. Letztere dagegen gilt als unverzichtbar. Die Notwendigkeit der Experimentalphase wird mit dem Erwerb spezifischer manueller Fähigkeiten begründet, der nur im direkten Umgang mit dem Experiment möglich sei. Im Bereich der Physikausbildung für Studierende der Medizin ist dieses Ausbildungsziel jedoch von untergeordneter Bedeutung gegenüber der Erarbeitung physikalischer Inhalte und deren Verbindung mit dem medizinischen Kontext (Schumacher, Theyßen, 1999). Hieraus ergibt sich die oben bereits formulierte Forschungsfrage, ob eine hypermediale Lernumgebung in dieser Hinsicht die gleiche Lernwirksamkeit erzielen kann wie ein Praktikum. Für eine Untersuchung dieser Frage ist es zunächst notwendig, die zu vergleichenden Forschungsobjekte „Praktikum“ und „hypermediale Lernumgebung“ genauer zu spezifizieren:

- Bei der hypermedialen Lernumgebung handelt es sich um die zuvor ausführlich beschriebene Lernumgebung „Physik für Mediziner“.
- Bei dem Praktikum handelt es sich um das Physikpraktikum für Studierende der Medizin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Dieses wurde in adressatenspezifischer Form neu entwickelt (Schumacher, Theyßen, 1999). Die Konzeption des Praktikums berücksichtigt sowohl die speziell für den Studiengang Medizin recherchierten Ziele und Inhalte als auch die spezifischen Lernvoraussetzungen dieser Lerngruppe. Da das Praktikum eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung der hypermedialen Lernumgebung bildete, sind die didaktischen Konzeptionen sehr ähnlich. Charakteristisch für das Praktikum ist, dass sämtliche 11 Praktikumsversuche in Aufbau sowie Aufgabenstellung deutlich den medizinischen Bezug der behandelten physikalischen Inhalte zeigen. Die Arbeitsaufträge umfassen neben experimentellen Aufgaben Fragen zu den beobachteten Phänomenen und zu Erläuterungen von Zusammenhängen sowie zum Transfer in den medizinischen Kontext.

Aufgrund der sehr ähnlichen didaktischen Konzeption und da die Experimente aus dem Praktikum in Form Interaktiver Bildschirmexperimente (Kirstein, 1999) in die hypermediale Lernumgebung integriert wurden, sind diese beiden Lernumgebungen für einen Vergleich der Lernwirksamkeit besonders geeignet. Die wesentlichen Unterschiede liegen hier im Medium und nicht in anderen Parametern:

- Im Gegensatz zur hypermedialen Lernumgebung ermöglicht der Praktikumsversuch den unmittelbaren Kontakt mit den Geräten und den physikalischen Phänomenen. Sofern die Studierenden die Realexperimente nicht zu Gesicht bekommen, bleiben auch die Interaktiven Bildschirmexperimente ohne Bezug zur Realität.
- Im Gegensatz zum Praktikum, bei dem Experimentalphase und Nachbereitung der Theorie aus organisatorischen Gründen getrennt werden müssen, kann in der hypermedialen Lernumgebung eine wesentlich bessere Verzahnung von (multimedial repräsentiertem) Experiment und Theorie erreicht werden.
- Bei Interaktiven Bildschirmexperimenten werden gegenüber dem Realexperiment Auf- und Abbauzeiten eingespart. Diese Zeit kann bei der hypermedialen Lernumgebung für Übungen und Wiederholungen oder ergänzende Experimente genutzt werden.
- Innerhalb der hypermedialen Lernumgebung kann der Studierende das für ihn optimale Lerntempo wählen und individuelle Schwerpunkte setzen. Beispielsweise können einzelne Experimente beliebig oft wiederholt werden. Im Praktikum stößt das in der Regel auf organisatorische Schwierigkeiten.

Neben den Forschungsobjekten muss zur Erläuterung der Forschungsfrage der Begriff der Lernwirksamkeit genau definiert werden. Die Untersuchungen zur Zielsetzung der Physikausbildung im Medizinstudium (Schumacher, Theyßen, 1999) haben ergeben, dass das Erlernen physikalischer Inhalte und deren Transfer in den medizinischen Kontext das Hauptziel darstellen. Dementsprechend wurden für diese Studie die folgenden Indikatoren für Lernwirksamkeit zu Grunde gelegt:

- A: Die Studierenden können vorgegebene physikalische Aussagen auf ihre Richtigkeit überprüfen.

- B: Die Studierenden können physikalische Definitionen und Zusammenhänge auf Nachfrage selbstständig formulieren.
- C: Die Studierenden können physikalische Zusammenhänge zur Lösung physikalischer Probleme anwenden.
- D: Die Studierenden können physikalische Zusammenhänge zur Lösung medizinischer Probleme anwenden.
- E: Die Studierenden können physikalische Definitionen und Zusammenhänge ohne Vorgaben formulieren.

3.2 Das Untersuchungsdesign

Als Inhalte wurden ein Praktikumsversuch („Gase/Atmung“) und das inhaltlich entsprechende Modul der hypermedialen Lernumgebung ausgewählt. Die Untersuchung wird vergleichend mit drei Probandengruppen durchgeführt:

- Gruppe A führt den Praktikumsversuch durch und bereitet die Theorie mit Hilfe des Praktikumsskriptes nach.
- Gruppe B führt den Praktikumsversuch durch und bereitet die Theorie mit Hilfe der hypermedialen Lernumgebung nach.
- Gruppe C erarbeitet den gesamten Inhalt mit Hilfe der hypermedialen Lernumgebung.

In jeder Probandengruppe arbeiten ca. 15 Studierende. Während der Intervention werden stichprobenartig ausgewählte Zweiergruppen videographiert. Außerdem werden sämtliche Mitschriften nach der Intervention fotokopiert und bei Gruppe B und C die bereits beschriebenen Navigationsprotokolle erstellt. Vor und nach der Intervention führen alle Probanden einen einheitlichen Vor- bzw. Nachtest durch. Abbildung 6 veranschaulicht das Untersuchungsdesign.

Der Vortest dient zum einen dazu, die Probanden in drei Gruppen mit im Mittel etwa gleichem Vorwissen einzuteilen. Gleichzeitig wird darauf geachtet, dass innerhalb der Gruppen das Vorwissen möglichst homogen ist. Zum anderen liefert der Vortest die Basis, auf die die Ergebnisse des Nachtests bezogen werden.

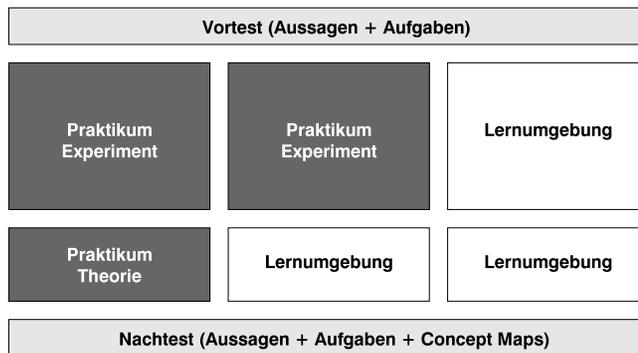


Abbildung 6: Untersuchungsdesign zur Lernwirksamkeitsstudie.

3.3 Die Evaluationsmethoden

Die in Kapitel 3.1 genannten Indikatoren für Lernwirksamkeit werden mit Hilfe verschiedener Evaluationsmethoden überprüft.

Aussagenbewertung: Zu Indikator A sind vorgegebene Aussagen zum physikalischen Inhalt und zum medizinischen Bezug auf ihre Richtigkeit zu bewerten. Bei der Auswertung werden die richtig bewerteten Aussagen gezählt. Dieser Teil ist Bestandteil des Vor- und Nachtests.

Offene Aufgaben: Ein zweiter Teil von Vor- und Nachtest besteht aus offenen Aufgaben. Damit werden die Indikatoren B bis D abgedeckt. Einige Aufgaben verlangen die Formulierung physikalischer Definitionen und Zusammenhänge, andere die Anwendung dieser Definitionen und Zusammenhänge in physikalischen und medizinischen Kontexten. Zur Auswertung werden vorab Kriterien für die Punktevergabe festgelegt. Anhand dieser Kriterien werden die Aufgaben von zwei Personen unabhängig voneinander bewertet.

Concept Maps: Ein weiterer Bestandteil des Nachtests ist die Erstellung eines Concept Maps. Damit soll überprüft werden, inwieweit die Studierenden ohne Vorgaben die bearbeiteten Inhalte wiedergeben können (Indikator E). Die Studierenden erhalten für das Concept Map ein Blatt und Etiketten. Die Aufgabenstellung besteht darin, die Etiketten mit Begriffen zu beschriften, die im Zusammenhang mit dem bearbeiteten Praktikumsversuch bzw. Modul der Lernumgebung stehen. Die Begriffe sollen

auf dem Blatt sinnvoll angeordnet und durch Striche verbunden werden. Zu jedem Strich muss eine Verknüpfung formuliert werden. Hierbei werden vollständige Sätze oder Gleichungen mit Erläuterung verlangt. Da durch diese Aufgabenstellung nur ein grober Rahmen vorgegeben wird, ist die Erstellung eines Concept Maps vor der Intervention nicht sinnvoll und bleibt auf den Nachtest beschränkt. Um eine Beeinflussung durch die Aufgabenstellungen in den anderen beiden Testteilen zu verhindern, wird es zu Beginn des Nachtests erstellt. Die Auswertung geschieht unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten. Zum einen wird die Anzahl der eingebrachten Begriffe und Verknüpfungen bewertet. Zum anderen werden die Verknüpfungen inhaltlich kategorisiert und nach Richtigkeit und Komplexität bewertet. Auch hier wird mindestens eine zweite Person als Interrater herangezogen.

Prozessdaten: Die Prozessdaten (Videos, Mitschriften, Protokolle der Eingaben) dienen der Dokumentation des Interventionsverlaufs. Darüber hinaus werden sie unter der Fragestellung analysiert, mit welcher Häufigkeit die Studierenden in der eigentlichen Lernsituation physikalische oder medizinische Begriffe und Argumentationen zur Problemlösung verwenden. Die Ergebnisse dieser Auswertung ergänzen die mit Hilfe der offenen Aufgaben für die Testsituation gewonnenen Ergebnisse.

Literatur

Hüther, M., Sumfleth, E. & Theyßen, H. (2002). *Hypermedia contra Praktikum - Vergleichende Untersuchung in der naturwissenschaftlichen Nebenfachausbildung*. In: Zur Didaktik der Physik und Chemie: Probleme und Perspektiven. Hrsg. von der GDGP, Kiel. Alsbach/Bergstraße: Leuchtturm-Verlag (im Druck).

Kirstein, J. (1999). *Interaktive Bildschirmexperimente; Technik und Didaktik einer neuartigen Methode zur multimedialen Abbildung physikalischer Experimente*. Dissertation TU Berlin.

Schumacher, D. & Theyßen, H. (1999). *Entwicklung eines Physiologiespezifischen Physikpraktikums für Studierende der Medizin*. In: Physiologie: Forschung/Lehre/Öffentlichkeit, 13, Seite 7–11.

Die Nutzung von Multimedia-Lernprogrammen im Internet

Ute Pflughaupt

Im Rahmen des Projekts „Entwicklung einer hypermedialen Lernumgebung für die naturwissenschaftliche Nebenfachausbildung am Beispiel Physik für Mediziner“ wurde in der ersten Hälfte des Monats November 2001 eine Befragung von Studierenden in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf (ULBD) durchgeführt. Ziel der Befragung war es zu erfahren, mit welchen Hilfsmitteln die Studierenden lernen, seien es nun Lehrbücher, Vorlesungsmitschriften, CD-Roms o.ä. Außerdem sollte Auskunft darüber gegeben werden, in welchem Umfang schon „hypermediale Lernumgebungen“ im Internet bekannt sind und genutzt werden. Und es sollte in Erfahrung gebracht werden, inwieweit die Universitäts- und Landesbibliothek als potentielle Vermittlerin oder als Portal für diese Angebote wahrgenommen wird.

Ohne größeren personellen und damit auch finanziellen Aufwand war nur eine Stichprobenuntersuchung möglich, die nicht repräsentativ sein kann hinsichtlich der Verteilung der Befragten entsprechend der Größe der Fakultäten oder hinsichtlich der gleichmäßigen Verteilung der Befragten nach Studiensemestern. Für die Befragung wurden in den drei Lesesälen der Zentralbibliothek und in der Fachbibliothek für Theoretische Medizin, in den geisteswissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Fachbibliotheken sowie in der Fachbibliothek für Erziehungswissenschaft/Psychologie insgesamt 233 Fragebogen ausgeteilt.

Die Studierenden wurden dabei persönlich in ihrer „Lernsituation“ angesprochen und gebeten, den Fragebogen auszufüllen und in bereitgestellte Rückgabekisten am Ausgang des Lesesaals oder der Fachbibliothek einzuwerfen. Durch diese persönliche Ansprache ist es sicherlich zu erklären, dass 128 ausgefüllte Fragebogen wieder abgegeben wurden, was einer Rücklaufquote von 54 % entspricht. Außerdem ist es für eine solche Fragebogenaktion natürlich von Vorteil, wenn man die Befragten an ihrem Arbeitsplatz mehr oder

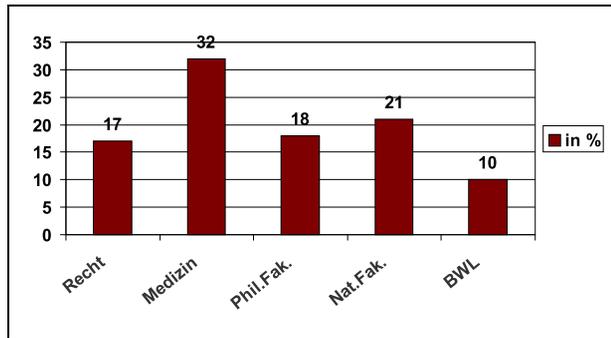


Abbildung 1: Befragte nach Fakultäten.

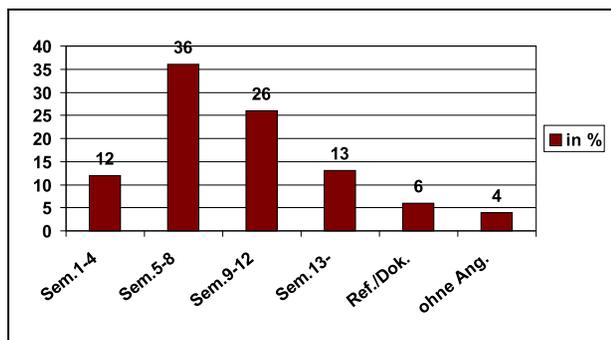


Abbildung 2: Befragte nach Semestern.

weniger „fest installiert“ antrifft, sie also nicht unterwegs oder in Eile sind. Darüber hinaus haben sie dann auch ein Schreibgerät parat, sodass die praktischen Voraussetzung eigentlich optimal waren.

Wie schon erwähnt, entsprach die Verteilung der Befragten nach Fakultäten nicht der Größe der Fakultäten an der Heinrich-Heine-Universität. So waren 17 % der Befragten Angehörige der Juristischen Fakultät, 32 % der Medizinischen Fakultät, 18 % der Philosophischen Fakultät, 21 % der Math.-Naturwissenschaftlichen Fakultät und 10 % der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät (Abbildung 1). Wie ebenfalls bereits angedeutet, ist die Verteilung der Befragten nach der Anzahl ihrer Studiensemester nicht gleichmäßig ausgefallen. 12 % der Befragten befanden sich in den ersten vier Studiensemestern, 36 % waren im 5. bis 8. Semester und 26 % im 9. bis 12. Semester. Die Studierenden

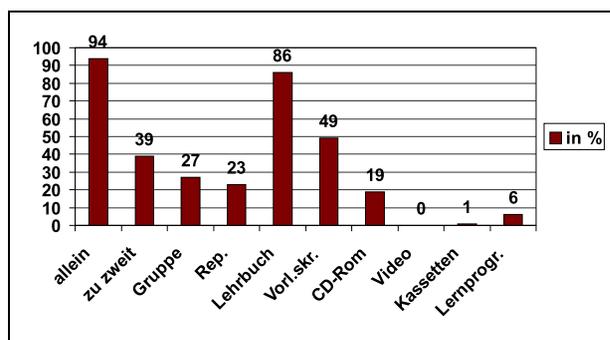


Abbildung 3: Lernverhalten für Klausuren und Prüfungen.

im Grundstudium scheinen demnach die Universitäts- und Landesbibliothek als Lernort noch nicht entdeckt zu haben. 13 % der Befragten sind mindestens im 13. Studiensemester, 6 % sind Referendare oder Doktoranden, 4 % haben keine Angaben gemacht (Abbildung 2).

Eine grundlegende Frage war die nach der Art und Weise, wie die Studierenden für Klausuren und Prüfungen lernen, wobei Mehrfachnennungen möglich waren. Es zeigte sich, dass 94 % der Befragten allein lernen, 39 % zu zweit, 27 % in der Gruppe, 23 % mit Hilfe von Repetitorien, 86 % mit Lehrbüchern, 49 % mit Vorlesungsskripten, 19 % mit CD-Rom, 1 % mit Tonkassetten und 6 % mit Lernprogrammen im Internet (Abbildung 3).

Bei der Frage nach der Zufriedenheit mit ihren Lernmöglichkeiten ergab sich auf einer fünfteiligen Skala von „völlig ausreichend“ (5) bis „nicht ausreichend“ (1) nur ein mittlerer Wert von 3,2.

Vor diesem Hintergrund der relativen Unzufriedenheit verwundert es nicht, dass die Frage, ob Lernprogramme im Internet eine notwendige oder sinnvolle Ergänzung zu den vorhandenen Lernangeboten seien, ganz überwiegend mit Ja beantwortet wurde. Nur 13 % halten Internet-Lernprogramme für überflüssig oder hatten dazu keine Meinung, siehe Abbildung 4. Von den genannten 87 % würden 63 % Lernprogramme zur Wiederholung von Vorlesungsstoff nutzen, 45 % um sich neue Wissensgebiete zu erschließen, 77 % um Testklausuren zu schreiben und 62 % zur Prüfungsvorbereitung.

Die Nutzung von Lernprogrammen im Internet ist noch relativ gering, nur 23 % der Befragten haben schon einmal ein Lernprogramm im Internet benutzt (siehe Abbildung 5). Zum Vergleich: Bei der Frage nach den üblichen Lernmit-

- **87% ja, davon:**
 - 63% zur Wiederholung von Vorlesungsstoff
 - 45% um neue Wissensgebiete zu erarbeiten
 - 77% um Testklausuren zu schreiben
 - 62% zur Prüfungsvorbereitung
- **12% nein**
- **1% ohne Angaben**

Abbildung 4: Ergebniss der Frage: *Sind Lernprogramme notwendig oder sinnvoll?*

- **23% schon einmal benutzt**
- **75% noch nie genutzt, weil:**
 - 21% ohne Begründung
 - 37% aus Unkenntnis
 - 42% aus technischen oder inhaltlichen Gründen
- **1% ohne Angaben**

Abbildung 5: Ergebniss der Frage: *Nutzung von Lernprogrammen im Internet.*

teln für Klausuren und Prüfungen, hatten nur 6 % angegeben, dafür Internet-Lernprogramme zu benutzen. Hier besteht offensichtlich noch ein deutlicher Unterschied zwischen der regelmäßigen, routinierten Nutzung von Lernprogrammen im Internet und der gelegentlichen Nutzung, um etwas Neues kennenzulernen und zu testen.

Von den 75 % der Befragten, die noch nie Lernprogramme im Internet benutzt haben, gaben 21 % keine Begründung dafür an, 37 % aber erklärten, sie

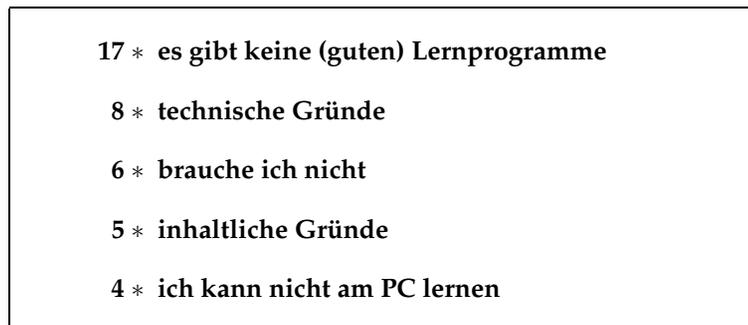


Abbildung 6: Ergebniss der Frage: *Gründe für die Nicht-Nutzung von Lernprogrammen.*

würden keine Lernprogramme kennen oder nicht wissen, wo sie welche finden könnten. 42 % gaben detailliertere Begründungen für die Nicht-Nutzung von Internet-Lernprogrammen an. In der Reihenfolge der Häufigkeit waren das (vgl. Abbildung 6):

- es gibt keine guten oder preiswerten oder leicht zu findenden
- brauche ich generell nicht
- das Laden der Internet-Lernprogramme dauert zu lange und ist daher zu teuer
- das Fach ist zu komplex, als dass es als Lernprogramm dargestellt werden könnte

Auf die Frage, wo würden Sie im Internet nach Lernprogrammen suchen, antworteten die Nutzer von Lernprogrammen überwiegend, dass sie auf den WWW-Seiten der Universität, der Fakultät oder des Faches suchen würden (vgl. Abbildung 7). Nur wenige würden über Suchmaschinen suchen oder überhaupt nicht wissen, wie sie Lernprogramme finden sollen. Allerdings würde auch keiner der Nutzer über die WWW-Seiten der Universitäts- und Landesbibliothek gehen, um zu Internet-Lernprogramme zu kommen. Auf diese Möglichkeit kommen immerhin einige aus der größeren Gruppe der Nicht-Nutzer von Internet-Lernprogrammen, während hier die meisten ihr Glück bei den Suchmaschinen versuchen würden. Viele ließen diese Frage aber auch unbeantwortet, was vielleicht gleichzusetzen ist mit der Antwort „weiß nicht“. Den

• Nutzer (30)	• Nicht-Nutzer (96)
20 Uni, Fak., Fach	31 Suchmaschinen
7 Suchmaschinen	24 ohne Angaben
5 ohne Angaben	22 Uni, Fak., Fach
5 weiss nicht	22 weiss nicht
3 Verlage	5 Bibliothek
1 Medline	4 Verlage
	1 Rechenzentrum

Abbildung 7: Ergebniss der Frage: Möglichkeiten zur Suche nach Lernprogrammen im Internet.

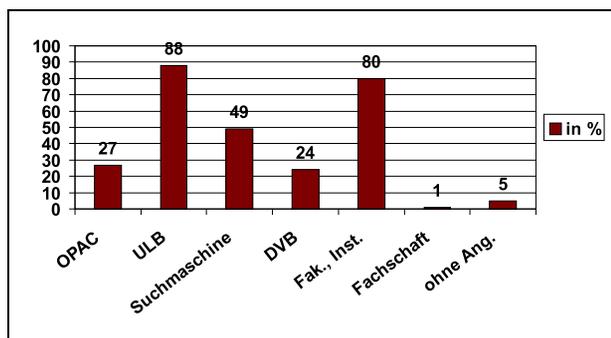


Abbildung 8: Wie Lernprogramme im Internet gefunden werden.

Nicht-Nutzern fallen als erstes die Suchmaschinen ein, während die erfahreneren Befragten die spezifischeren und bereits redaktionell bearbeiteten Seiten der ihnen bekannten Institutionen vorziehen.

Anschließend wurde den Befragten die gleich Frage noch einmal gestellt, jetzt aber mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten (Abbildung 8). Jetzt plädierten 88 % der Befragten dafür, das auf der Homepage der Universitäts- und Landesbibliothek Links zu Internet-Lernprogrammen zu finden sein sollten, 80 % waren für die Websites der Fakultät oder der Institute, 49 % für Such-

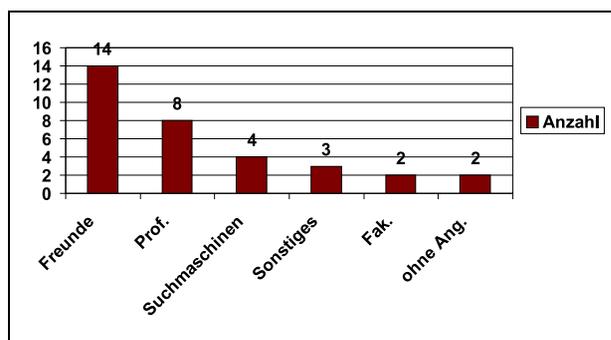


Abbildung 9: Wie Aufmerksamkeit auf Internet-Lernangebote entsteht.

maschinen, 27 % für den OPAC der Universitäts- und Landesbibliothek¹⁰ und 24 % für die Düsseldorfer Virtuelle Bibliothek (DVB)¹¹. Wichtig wäre also, dass das Angebot an Multimedia-Lernprogrammen genauso wie die übrigen elektronischen Angebote der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf nämlich elektronische Zeitschriften, Dissertationen sowie Datenbanken auch auf der Homepage bekannt gemacht wird.

Die meisten Befragten (14) waren durch Freunde oder Kommilitonen auf Internet-Lernangebote aufmerksam geworden, 8 über Professoren/Dozenten, 4 über das Internet selbst beim Surfen oder über Suchmaschinen und 2 über die Homepage der Fakultäten (Abbildung 9). Die Mund-zu-Mund-Propaganda spielt also immer noch eine sehr große Rolle bei der Verbreitung von Neuerungen.

Zum Schluß des Fragebogens, wurde nach der Nutzung und dem Bekanntheitsgrad des Multimedia-Raums in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf gefragt. Der Multimedia-Raum wird für EDV-Schulungen bibliotheks- und universitätsintern genutzt, insbesondere für Internet-Anwendungen. Die Nutzung des Multimedia-Raums ist durch Gruppen nach Voranmeldung möglich, Einzelpersonen können ihn auch ohne vorherige Anmeldung bei Hinterlegung ihrer Ausleihkarte nutzen, wenn er nicht belegt ist. Obwohl keine Werbung für diese Einrichtung der Universitäts- und Landesbibliothek gemacht wurde außer anlässlich der Eröffnung, haben ihn schon 23 %

¹⁰OPAC: Online Public Access Catalogue; <http://opac.uni-duesseldorf.de>

¹¹<http://www.ub.uni-duesseldorf.de/dvb/>

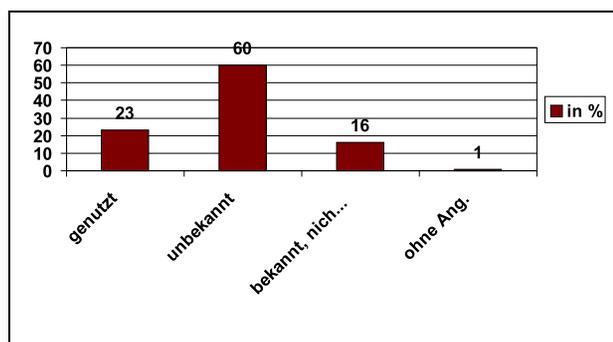


Abbildung 10: Nutzung des Multimedia-Raums in der ULBD.

der Befragten genutzt, 16 % kennen ihn, haben ihn aber noch nicht genutzt und 60 % kennen ihn nicht (Abbildung 10).

Fazit: Die Zufriedenheit der Studierenden mit ihrer „Lernsituation“ ist nur etwas mehr als durchschnittlich, also ihrer eigenen Einschätzung nach noch weit vom Idealzustand entfernt. Lernprogramme im Internet oder „hypermediale Lernumgebungen“ sind im Bewußtsein der Studierenden als etablierter Teil des vorhandenen Kanons an Lernmitteln weitgehend noch nicht verankert; einerseits weil es bis jetzt nur wenige gibt, die hohen Qualitätsansprüchen genügen und andererseits weil sie nicht systematisch im Internet zu finden sind. Die Bibliothek als (potentieller) Vermittler und Anbieter von Internet-Lernprogrammen, nicht als deren Produzent, ist im Vergleich zu anderen Institutionen ebenfalls nicht genügend im Bewußtsein der Studierenden verankert. Ein erster Schritt, um das zu ändern, wäre auf der Homepage der Universitäts- und Landesbibliothek eine Linksammlung mit Links zu Internet-Lernprogrammen aufzubauen, die idealerweise auch nach Fächern systematisch erschlossen sein sollte. Noch besser wäre es zweifellos, wenn diese Aufgabe zentral von einer Stelle aus für das gesamte deutsche Bibliothekswesen in Angriff genommen werden würde, wie es für die ZDB¹² und später für die Elektronische Zeitschriftenbibliothek¹³ geschehen ist. Einen möglichen Lösungsansatz bietet hier das META-AKAD¹⁴ Projekt der Universitäten Regensburg und Kaiserslautern.

¹²ZDB: Zeitschriftendatenbank; <http://zdb-opac.de:7000/>

¹³<http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit/ezb.phtml>

¹⁴<http://www.bibliothek.uni-regensburg.de/projekte/metaakad/metaakad.htm>

Kooperationen und Nachhaltigkeit. Rollenverteilungen und Möglichkeiten in der Entwicklung einer hypermedialen Lernumgebung

Albert Bilo

1 Ausgangslage

Ein modernes, attraktives Lehrangebot kommt ohne den Einsatz neuer Medien nicht mehr aus. Multimedia, Tele-Teaching oder Distance-Learning sind die Kategorien, unter denen aktuell die Weiterentwicklung universitärer Lehre diskutiert wird. Es ist bereits vom Übergang der Erprobungsphase zu einer „effizienten Veränderung“ der Studienangebote durch netzbasiertes Lehren und Lernen die Rede (HIS, 2002; Vorwort). *Computer based training* (CBT) oder *Web based training* (WBT) erschließt neue interaktive Unterrichtsformen; die Lernenden interagieren individuell stoffbezogen mit dem Unterrichtsmedium (Faschingbauer, 2001). In der virtuellen Hochschule wird der Lehrende zum Produzenten einer Lehreinheit, die der Student sich orts- und zeitungebunden und im Lerntempo individualisiert am PC aneignet. Der Lehrende übernimmt die Rolle des Navigators und Moderators.

Die technische Leistungsfähigkeit der Netze, der Endgeräte und der weitere Ausbau der Infrastruktur lassen es nun zu, Lehrveranstaltungen neu zu konzipieren. Es ist in den Bereich der Möglichkeit gerückt, neben der klassischen Vorlesung als Frontalunterricht oder dem Seminar mit Referaten und Diskussionen unterstützend Übungs- und Lehreinheiten anzubieten, die sich unter medienpädagogischer Zielsetzung den Einsatz von Multimedia zunutze machen. Es entsteht eine neue Qualität der Wissensvermittlung, die die Mehrdimensionalität von Sachverhalten, Anschauungsbeispielen, Quellen und Erläuterungen nicht mehr nur auf das gesprochene oder geschriebene Wort beschränkt. In Anima-

tionen, Simulationen, Interaktionen und in der Vernetzung verschiedener Informationsebenen werden Wissensinhalte präsentiert und begreifbar.

Ohne heute beschreiben zu können, in welcher Weise sich neue, multimediale Lehrformen in Zukunft etablieren werden – dafür sind die technischen, didaktischen und curricularen Dinge noch allzu sehr im Fluss – kann hier ein Entwicklungspotenzial auf verschiedenen Ebenen angenommen werden.

Dies betrifft vor allem den Grad der Substitution klassischer Lehrveranstaltungen durch elektronische Angebote. Die Spannweite möglicher Ausgestaltungen eines „virtuellen Campus“ beginnt beim Einsatz der elektronischen Kommunikation, als Organisationsmittel mit studienbegleitender Bedeutung. Elektronische Vorlesungsverzeichnisse, Teilnahmeanmeldungen, Sprechstunden oder ergänzende Übungseinheiten werden netzbasiert entwickelt. Die Fernuniversität als Online-Bildungsangebot in der Weiterbildung oder als qualifizierendes Erststudium mit nahezu ausschließlich virtuellem Lehrangebot wäre die ausgeprägteste Ausformung dieses Angebotes. „Blended Learning“ als Ergänzung von Präsenz- und virtuellen Lernphasen wäre der auch lernpsychologisch begründete Mittelweg, der allem Anschein nach die Zukunft bestimmen wird.

Der technischen Möglichkeit steht die mediendidaktische und lernpsychologische Forschung gegenüber. Die Effektivität, Wissen zu vermitteln und zu rezipieren, ist nur zu einem geringeren Teil durch die neuen Techniken der Kommunikation im Internet determiniert. Der Medieneinsatz im Netz als *Online-Teaching* gewinnt erst durch die didaktische Einordnung seinen Stellenwert. Dabei ist der souveräne Umgang mit den neuen Lehr- und Lernformen gleichermaßen bei Lehrenden und Lernenden gefragt. Medienkompetenz wird zu einer Schlüsselqualifikation. Dabei ist das computergestützte Verfahren des Lernens nicht nur eine technische Spielerei, um als Sekundärmotivation Lernen abwechslungsreicher zu gestalten. Der Eindruck ist nicht von der Hand zu weisen, dass die didaktische Bewertung des Medieneinsatzes für eine qualitativ optimierte Studiengestaltung zur Zeit nachrangige Aufmerksamkeit genießt. Es ist ein Unterschied, ob die Inhalte einer zyklisch anzubietenden Veranstaltung im Nebenfach (z. B. Physik für Mediziner) gelernt werden müssen oder die Fähigkeit zu entwickeln ist, problemorientiert und reflexiv wissenschaftlich zu arbeiten. Zielgruppen und Lernziele erfordern differenzierte, mediendidaktische Konzepte. Medienkompetenz ist dann die Souveränität, dezidiert und fundiert geeignete Mittel zur Erreichung definierter Ziele einzusetzen.

Noch hat die Technik Vorrang. Die erkannten bildungspolitischen Defizite in der universitären Ausbildung werden unter der Prämisse behandelt, wie die Effizienz des Systems optimiert werden kann. Die Fördermaßnahmen von Bund, Ländern und Deutscher Forschungsgemeinschaft zielen auf Reformimpulse in der Lehre durch forcierten Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologie (vgl. hierzu Cremer, 2000). Gradmesser für Innovation ist, ganz zeitgemäß, eine technische Perspektive, die mit Projektförderungen die Entwicklung von Multimediastrategien unterstützt.

Nachdem in den letzten Jahren eine Reihe von Pilotprojekten experimentell vorgeführt haben, wie technischer Medieneinsatz und didaktische Konzeption in Einklang zu bringen sind, ist nun zusätzlich abzustimmen, welche organisatorischen Maßnahmen erforderlich sind, um von isolierten Einzellösungen zu ausgereiften und einsatzfähigen Produkten zu gelangen. Der Definition von Projekten entsprechend handelt es sich bei den Pilotprojekten um zeitlich befristet entwickelte, in sich abgeschlossene Einheiten. In der Regel stehen sie mit Leuchtturmcharakter nebeneinander und ordnen sich weniger als Teil eines Ensembles ein, das als konzeptionell durchdachte virtuelle Universität oder Teiluniversität programmatische Grundlage der Entwicklungsplanung einer Hochschule wäre. Weil die Konzeption und Produktion solcher Lehreinheiten extrem aufwändig sind und kommerzielle Angebote nicht eingekauft werden können, ist die Szene durch Modellanwendungen beherrscht. Innerhalb der Hochschulen sind die Aktivitäten weit verstreut, selten zusammengeführt und auf das Engagement einzelner Hochschullehrer konzentriert.

Im Übergang vom Einzelprojekt zur dauerhaften Integration des mediengestützten Lernens in die universitäre Lehre sieht Kerres das zentrale Problem einer langfristigen Etablierung neuer Lehr- und Lernformen. Er entwickelt ein Modell zum Management mediendidaktischer Innovationen in der Bildung. Als sich gegenseitig bedingende Elemente werden vier Felder benannt:

- die Reform der Lehrmethode,
- die Produktion und Distribution mediengestützter Lernangebote,
- die personellen und organisatorischen Voraussetzungen für die erfolgreiche Mediennutzung und
- der Ausbau, die Pflege und die Verfügbarkeit von Infrastruktur (Kerres, 2001).

Angesprochen sind damit neben der Mediendidaktik als Teil der Lehrmethode und der technischen Frage der Produktion von Lehrmaterialien insbesondere organisatorische Aspekte, die für die Weiterentwicklung netzbasierter Kommunikationstechniken maßgeblich sind.

Der Horizont einer Entwicklung des Einsatzes von Multimedia und ihrer Didaktik zeichnet sich ab, die Etablierung netzbasierter Kommunikation als Organisationsmittel des Studiums und des wissenschaftlichen Publizierens dagegen beginnt erst. Sie erfordert Innovationspotenzial in Bezug auf institutionelle Trägerschaft und organisatorische Verankerung, um Kontinuität und Dynamik gleichermaßen zu sichern.

Im Folgenden wird am Beispiel der Universität Essen ein Weg skizziert, wie die Vielfalt der Einzelinitiativen zusammengefasst werden kann. In der Kooperation mit der Universität Düsseldorf, im Angebot eines virtuellen physikalischen Grundpraktikums für Mediziner, werden Schwierigkeiten und Möglichkeiten einer hochschulübergreifenden Zusammenarbeit aufgezeigt. Es handelt sich um konkrete Teilansichten der umfassenden Fragestellung, wie Nachhaltigkeit und Übertragbarkeit von Projektergebnissen für eine längerfristige Etablierung multimedialer Ansätze in der Lehre organisatorisch abgesichert werden könnten. Der Konjunktiv ist dabei sehr bewusst gewählt. Unter den von Kerres eingebrachten Alternativen einer organisatorischen Absicherung von Kontinuität und Dienstleistungsunterstützung, die unter anderem auf eine Reorganisation der Zentralen Einrichtung (Universitätsbibliothek, Hochschulrechenzentrum, Medienzentrum) baut, gibt es nach seiner Auffassung keine „optimale Lösung“ (Kerres, 2001). Das „Essener Modell“ ist eines der „Arbeitsteilung und Koordination von Arbeitsprozessen der Zentralen Einrichtungen für die Organisation des E-Learning-Bereichs“, ein hochschulinterner Reorganisationsprozess und ein praktischer Ansatz, der entwicklungsfähig zu sein scheint.

2 Rollenverteilung

Die Entwicklung medial gestützter Lehreinheiten, gar eines Online-Seminars, ist aufwändig. Sie setzt die Zusammenarbeit professioneller Produktionsteams voraus, um nicht nur die konventionelle Präsentation von Inhalten in Ton und Bewegbildern im Netz abzurufen, sondern den spezifischen Mehrwert auch in lernpsychologischer Hinsicht zur Geltung zu bringen. „Multimedialprojekte,

die Vorlesungen per Videoübertragung auf den heimischen PC bringen, zeugen eher von Prestige als einem gelungenen didaktischen Einsatz des Internets und lassen überdies kein vertretbares Kosten/Nutzen-Verhältnis erkennen“ (Faschingbauer, 2001).

Neben den zu vermittelnden Wissensinhalten und der didaktischen Konzeption des Medieneinsatzes, die von fachwissenschaftlicher Seite zu leisten ist, sind eine Reihe von Qualifikationen gefragt. Sie reichen von den anzuwendenden kommerziellen Produktionsstandards, dem Projektmanagement, einem fachorientierten und einem produktionstechnischen Drehbuch, der Produktion von Videos, Animation und Grafik bis hin zu den Fragen der Datenbankarchitektur, um ein interaktives Lernen und eine zeitversetzte Kommunikation verschiedener Akteure in Dateien und Speichermedien sicher zu protokollieren und reproduzierbar zu gestalten.

Die einzusetzenden technischen Standards, die die Nachhaltigkeit und Übertragbarkeit von Produkten gewährleisten sollen, setzen ein dezidiertes Expertenwissen in technischer und softwaremäßiger Hinsicht voraus. Dabei ist festzustellen, dass Standards bislang noch nicht in hinreichender Weise durchgesetzt sind bzw. sich in permanenter Weiterentwicklung befinden. Richtlinien und Konventionen sind erforderlich, um die Interoperativität und längerfristige Verfügbarkeit von Produkten zu gewährleisten. Das Projekt „Dissertation online“ dokumentiert, wie basal grundsätzlich vorgegangen werden muss. „Außer GIF-, PNG- und JPEG-Abbildungen sowie GIF-Animationen sollten keine Grafik-Multimedia-Dateien direkt in das HTML-Dokument eingebunden werden. Nur die oben genannten Formate werden von allen Browsern auf allen Betriebssystemen unterstützt“¹⁵. Neben die ersten Bemühungen um Einhaltung von Konventionen, vornehmlich noch sehr stark textbasierter Systeme, tritt zunehmend die Bestrebung, kommerzielle Lehr- und Lernplattformen aufzubauen. Auch hier ist es aber noch ein weiter Weg bis zur Herauskristallisierung gesetzter und multifunktional einzusetzender Produktionsstandards¹⁶.

Die Abkehr vom Einzelkämpfertum, autodidaktisch als Allroundtalent qualifiziert (Kerres, 2001), ist notwendige Voraussetzung für die Einleitung einer kontinuierlichen Entwicklung. Es besteht die Anforderung, die in den Hochschulen in den unterschiedlichen Einrichtungen tätigen Mitarbeiter mit entsprechender Kompetenz in einem institutionell abgesicherten Rahmen so

¹⁵Vgl. http://www.educat.hu-berlin.de/diss_online.

¹⁶Vgl. <http://www.uvm.nrw.de>.

zusammenzuführen, dass ein permanentes Dienstleistungsangebot zur Koordinierung und Unterstützung der Fachbereiche und Lehrstühle bei der Entwicklung multimedialer Lehre entsteht. Darüber hinaus sind Schritte erforderlich, um die ganze Bandbreite der Möglichkeiten in der Informations- und Kommunikationstechnik zu nutzen. Impulse zur Ausgestaltung dieses ausgesprochen dynamischen, sich wandelnden Sektors sind gefragt. Aufgehoben sind die Zuschreibungen, dass die Bibliothek für Printmaterialien, das Rechenzentrum für die EDV und das Medienzentrum für audiovisuelle Materialien zuständig sei. Erforderlich ist eine Neustrukturierung der Zuständigkeiten. Die Organisationsform muss geeignet sein, eine permanente Anpassung an die sich wandelnden Anforderungen zu unterstützen.

Die Erörterungen einer Neuorganisation der Zentralen Betriebseinheiten leben dagegen von zwei Hypothesen. Die erste lautet: Die technische Entwicklung hat die Auflösung der Rollenbesetzung im Produktionsprozess wissenschaftlicher Literatur und Medien ermöglicht (Bilo, 2001). Die Wertschöpfungskette vom Autor über den Verlag bis zum Leser ist nicht mehr zwingend. Die einzusetzenden Qualifikationen sind so weit durch netzbasierte, elektronische Technik bestimmt, dass die Grenzen zwischen Rechenzentren, Medienzentren und Bibliotheken verschwimmen. Die zweite Hypothese baut darauf auf. Die Zentralen Einrichtungen könnten demzufolge zusammengefasst, die zu erbringenden Dienstleistungen auf einer rationalisierten Grundlage effektiver gestaltet werden, da die technisch bedingte Kluft in den Qualifikationsbereichen schwindet.

Dieses Synergieargument hat eine hohe Plausibilität. Es relativiert sich, wenn die wachsende Komplexität der zu erbringenden Dienstleistungen beachtet wird. Wenn überhaupt Freiräume entstehen würden, werden sie rasch durch gestiegene Anforderungen und Erwartungen absorbiert. Aus Sicht der Essener Zentralen Einrichtungen ist maßgeblich, dass zwar die technisch bedingten Grenzen fließend geworden, funktional aber weiterhin sehr unterschiedliche Schlüsselqualifikationen erforderlich sind. Sie lassen sich im Kern den bestehenden Einrichtungen zuordnen, und sie sind von ihnen verantwortlich und eigendynamisch auszufüllen.

In einer Phase der technischen und institutionellen Konvergenz sind offene Formen der Zusammenarbeit gefragt, um Gestaltungsvarianten auszuloten¹⁷.

¹⁷Bezug genommen wird hier auf Anregungen von Stefan Gradmann, Rechenzentrum der Universität Hamburg.

Sie ist nicht zu vermischen mit einer in hohem Maße erforderlichen Differenzierung im Funktionalen.

Die Universität Essen hat von der scheinbar nahe liegenden Option der Schaffung einer neuen Zentraleinheit Abstand genommen. Sie würde erhebliche Reibungsverluste im Organisationsaufbau erzeugen und Zusatzkosten verursachen, da die angestammten Aufgaben bestehender Einrichtungen wie Universitätsbibliothek, Rechenzentrum und Medienzentrum nicht obsolet geworden sind. Eine Neugründung als institutionelle Festschreibung wäre ein Widerspruch zur erwarteten Flexibilität in Bezug auf die weiter geltende Dynamik des Informations- und Kommunikationsbereiches. Anstelle einer Vermischung der Übergänge ist dies ein Plädoyer für eine arbeitsteilige Organisationsform, bestehend aus der Entwicklung wissenschaftlicher Inhalte (Fachbereiche), Netzinfrastruktur (Rechenzentrum), Produktion von Multimedia (Medienzentrum) und Pflege sowie dauerhafte Präsentation (Bibliothek). Darüber hinaus sind verbindliche Formen der Zusammenarbeit der beteiligten Institutionen zu gewährleisten. Es gilt, einen neuen, zusätzlichen Anforderungsbedarf möglichst mit den bestehenden Ressourcen zu organisieren. Der Schlüssel des „Essener Modells“ lässt sich in der Formel zusammenfassen: institutionell abgesicherte Kooperation in den Kernkompetenzen und Schaffung eines organisatorisch verbindlichen Rahmens für die Wahrnehmung der Überlappungsbereiche (Bilo, 2000). Dies klingt zunächst wie ein Austausch von Etiketten bei Aufrechterhaltung des Status quo, ist es aber nicht, wenn man sich die eingegangenen Selbstverpflichtungen im Modell näher anschaut.

Das „Essener Modell“ geht von einer Verankerung der erforderlichen Routine zum Aufbau, zur Pflege und Weiterentwicklung der virtuellen Lehre, ausgehend von bestehenden Einrichtungen aus. Die drei Zentralen Einrichtungen bilden einen Kooperationsverbund und investieren arbeitsteilig personelle und technische Infrastruktur. Jede Einrichtung bringt auf der Basis der Qualifikation ihrer Mitarbeiter die erforderlichen Kernkompetenzen ein. Das Rechenzentrum übernimmt daher verantwortlich die Weiterentwicklung der Kommunikationstechniken, zentrale Rechnerleistungen, Ausbau der Netzinfrastruktur und die Bereitstellung der Ressourcen für die Massenspeicherung. Die Bibliothek fasst ihren Auftrag umfassender als bei den Printmedien. Beschaffung, Erschließung, Beratung und Schulung in dem sich stark differenzierenden Medienangebot und insbesondere unabhängig von der medialen Form sind die zentralen Stichworte bibliothekarischer Dienstleistungen. Das Medienzentrum

erzeugt, archiviert und präsentiert nichttextliche Primärdaten und wird damit zur Dienstleistungsstelle für alle Fachbereiche, die ihre didaktischen Konzepte in multimedialen Angeboten umsetzen wollen.

Gemeinsam stellen die drei Einrichtungen die personellen, technischen und konzeptionellen Ressourcen zum Aufbau einer Multimedia-Clearingstelle bereit. Seit 2001 gewährleistet diese, dass in der Außendarstellung die Universität Essen im Sektor computergestützter Lehre präsent ist. Für die interne Koordination organisiert die Multimedia-Clearingstelle Erfahrungsaustausch, Problemlösungsunterstützung und zentralen Anlaufpunkt für alle übergreifenden Fragestellungen, also einen First-Level-Support¹⁸. Mit dem Ziel einer Geschäftsstelle für netzbasiertes Lernen und Lehren wird zur Unterstützung der Weiterentwicklung einer Lehr- und Lernumgebung die Kooperation der Zentralen Einrichtungen über die Multimedia-Clearingstelle fortgeschrieben. Die spezifischen Anforderungen in den einzelnen Multimedia-Projekten schließen dabei zur Zeit noch aus, dass die technischen Entwicklungsarbeiten durch diese Geschäftsstelle umfassend und erschöpfend wahrgenommen werden. Es handelt sich um eine Gratwanderung zwischen Autorenunterstützung und dem Betrieb eines Software-Design-Büros.

Der Auftritt der Hochschule als Trendsetter in der netzgestützten Lehre bezieht die Öffentlichkeitsarbeit der Pressestelle und der Stelle für Forschungs- und Technologietransfer ein. Unter Federführung der zentralen Einrichtungen wird die Gestaltung der Kommunikationsstrategie der Hochschule im Internet koordiniert und organisatorisch fundiert. Im Auftrag des Rektorats wird im Rahmen dieser Strukturen zur Zeit der Web-Auftritt der Hochschule in technischer und inhaltlicher Sicht vollständig revidiert.

Zur Abstimmung und verantwortlichen Zuständigkeit der erforderlichen Maßnahmen hat sich die Leitungskonferenz der Zentralen Einrichtungen bewährt. Als ständige Arbeitsgruppe initiiert sie übergreifende Aktivitäten mit und für die Fachbereiche. Sie stellt die Arbeitsebene zur Vorbereitung und Weiterentwicklung der strategischen Ausrichtung der Hochschule im Feld von Kommunikation, Information und Medien dar. Vorbereitet wird zur Zeit die geschäftsordnungsmäßige Grundlage, um Konsensbildung, Schwerpunktsetzungen und Verantwortlichkeiten abzusichern. Sollten die Pläne der Landesregierung Wirklichkeit werden, die Universitäten Essen und Duisburg zu fusionieren, so besteht bereits grundsätzliches Einvernehmen mit den Leitern der Zen-

¹⁸Vgl. <http://www.uni-essen.de/multimedia>.

tralen Einrichtungen in Duisburg, das Modell entsprechend anzupassen und auszubauen.

Diese Aktivitäten haben eine formale Ergänzung durch die seit April 2001 geltende Grundordnung erhalten (Grundordnung 2001). Durch die Bestellung eines Prorektors für Information, Kommunikation und Medien (§ 2 Abs. 4) wird gewährleistet, dass innovative Informations- und Kommunikationsanwendungen in Forschung und Lehre, Weiterbildung, Wissens- und Technologietransfer sowie Öffentlichkeitsarbeit und Außendarstellung in die Tätigkeiten der Universitätsleitung eingebunden werden. Zur Beratung und zur Verbreitung von Beschlüssen und Stellungnahmen von Rektorat und Senat wird eine entsprechende Universitätskommission gebildet (§ 7). Sie ist auch zuständig für die wissenschaftlichen Belange von Hochschulrechenzentrum, Universitätsbibliothek und Medienzentrum. Sachgerecht und zukunftsweisend werden damit die früher zuständigen Teilkommissionen für jede Einrichtung zusammengefasst.

Über die oben erwähnte Geschäftsordnung der Leitungskonferenz hinaus bietet die Grundordnung ein weiteres Mittel zur strategischen Ausrichtung der Interessen. In § 15 werden Ziel- und Leistungsvereinbarungen etabliert, die als hochschulinternes Steuerungsinstrument die erforderlichen Verbindlichkeiten herstellen.

Die bisherigen Erfahrungen mit diesen Organisationselementen bestätigen die eingeschlagene Richtung. Es sind die Voraussetzungen gegeben, um als „Perspektivwerkstatt“ die erforderliche Dynamik für eine laufende Anpassung an die sich verändernden Rahmenbedingungen zu entfalten.

3 Der Multimediale Lehr- und Lernserver Essen MILESS

Konkreter Ausdruck der Kooperation der Zentralen Einrichtungen ist das Projekt und Produkt MILESS. Die Universität Essen verfolgt das Ziel, durch multimediale und netzbasierte Techniken die Lehre zu optimieren. Sie hat seit 1997 forciert die Erprobung computergestützter Lehre unterstützt und eine Reihe von notwendigen Voraussetzungen in der Infrastruktur gefördert¹⁹.

Die drei Zentralen Einrichtungen, Hochschulrechenzentrum, Universitätsbibliothek und Medienzentrum, haben in der Koordinierung und Fortschreibung der weiteren Entwicklung neuer Medien für die Lehre eine Schlüsselrolle

¹⁹Vgl. <http://www.uni-essen.de/service/multimedia.html>.

eingenommen, indem sie die Aktivitäten der Fachbereiche unterstützen (Vgl. Expertenrat, 2001). Der Einsatz von Lehr- und Lernprogrammen unter Integration von Online-Texten, Videos, Simulationen, Animationen, Audiodokumenten nimmt stetig zu. Die Fachbereiche konnten zahlreiche Projekte einwerben²⁰. Rechenzentrum und Bibliothek haben es sich 1997 zum Programm gemacht, die Entwicklung von multimedialen Lehreinheiten und das computergestützte Lernen durch eine geeignete Softwareplattform zu unterstützen.

Es kann gleich vorweggeschickt werden: Der gewünschte multifunktionale Werkzeugkasten, um Lehreinheiten netzbasiert und multimedial zusammenstellen zu können, war am Markt nicht zu finden und ist, im Großen und Ganzen, auch heute noch nicht als durchgesetztes Produkt zu kaufen.

Unter diesen Rahmenbedingungen fiel die Entscheidung auf das IBM-Produkt DIGITAL LIBRARY, das nicht nur verhältnismäßig preiswert zu erwerben war, sondern firmenseitig das attraktive Angebot beinhaltet, eine eingehende Analyse der vorhandenen Aktivitäten im Medieneinsatz und ihrer Entwicklung an der Universität Essen vorzunehmen. Die mit großem Aufwand in den einzelnen Bereichen der Hochschule produzierten Angebote konnten zusammengefasst und systematisch erschlossen werden. Auf der Basis der IBM DIGITAL LIBRARY (spätere Produktbezeichnung CONTENT MANAGER) ist eine umfassende, besonders leistungsfähige Digitale Bibliothek der Universität Essen entstanden, die folgende Ziele realisiert:

- Einstellung von Dokumenten samt beschreibender Metadaten im Dublin Core Set.
- Eingabemaske für Autoren, um Dokumente selbstständig einstellen, beschreiben und für verschiedene Präsentationsformate bearbeiten zu lassen²¹.
- Homogenisierung unterschiedlicher Produkte, Medientypen und Formate im Zugriff und in der Nutzung über das Hochschulnetz.
- Unterstützung bei der Formatkonvertierung vom Ausgangsformat zu verschiedenen Derivaten.
- Klassifikation nach (ggf. mehreren) fachspezifischen und allgemeinen Schemata.

²⁰Vgl. Projektübersicht unter <http://www.multimedia.uni-essen.de>.

²¹Vgl. <http://www.uni-essen.de/autoreninfo.html>.

- Speicherung auf zentralen und/oder dezentralen Servern einschließlich Langzeitarchivierung.
- Komfortable Recherche nach Volltext, Stichworten und Metadaten, geordnet nach Fachklassifikationen, Lehrveranstaltungen, Inhaltskatalogen, speziellen Verwendungszwecken, Dokumententypen, medialer Form und einer Vielzahl weiterer Kriterien.
- Verwaltung von lehrveranstaltungsbezogenen Apparaten (Kursmaterialien, Semesterapparaten).
- Zugang vom Arbeitsplatzrechner aus (Anzeigen in verschiedenen Formaten, Ausdruck, Download).
- Differenzierte Rechteverwaltung (z. B. Beschränkung auf Hörerkreis einer Veranstaltung, Berücksichtigung von Lizenzrechten).
- WWW-Oberfläche für alle Funktionen.

Mit diesen Leistungsmerkmalen ist eine feste Verknüpfung von Dokumenten und ihrer Dokumentenbeschreibung gesichert. Gleichzeitig werden unterschiedlichste Medientypen und Dateiformate verwaltet und die verschiedenen Speichermedien und Server über die einheitliche Oberfläche und Beschreibung zusammengeführt. Die Recherche nach Volltexten, Stichworten, Metadaten und Klassifikationsmerkmalen gewährleistet den selektiven Umgang mit den Dokumentenmengen. MILESS liefert die pragmatische Voraussetzung für ein Informationsmanagement (Cremer, 2000).

Im Rahmen der vereinbarten Arbeitsteilung übernimmt die Universitätsbibliothek dabei die Verantwortung für die bibliothekarischen Gesichtspunkte. Dies schließt die formale Nachbearbeitung der von den Autoren erfassten Metadaten ebenso ein wie die Pflege und Zuordnung von Fachklassifikationen, die systematische Ausweisung der Materialien, die Unterstützung der Such- und Nachweisfunktionen oder die Gestaltung der Benutzerschnittstelle und Beratung der Benutzer.

MILESS wird dabei als Hochschulschriftenserver eingesetzt, auch zur Speicherung und Präsentation der digitalen Dissertationen. In technischer und organisatorischer Hinsicht sind die Grundlagen gegeben, diesen Ansatz zu einem Wissenschafts- oder Hochschulschriftenverlag auszubauen, obgleich dies auch noch die Klärung einer Reihe von verlegerischen, unternehmerischen und

rechtlichen Fragestellungen voraussetzt. Die mediendidaktischen und fachwissenschaftlichen Konzeptionen sowie die Einbindung in Lehre und Studium liegen in der Verantwortung der Fachbereiche.

Das Hochschulrechenzentrum sorgt für die informationstechnischen Belange wie Systemarchitektur, Programmierung, Einbindung in die lokalen und internationalen Netze, technische Realisierung der erforderlichen Funktionen, Einstellen, Ordnen, Speichern, Suchen, Finden und Präsentieren der Materialien (Lützenkirchen, 1999, Lützenkirchen, 2001b). Die selbstständige Erstellung multimedialer Materialien unter professioneller Anleitung wird durch das Medienzentrum unterstützt. In einer „Autorenwerkstatt“ wird den Hochschulangehörigen die technische Umgebung geboten, gegebenenfalls angeleitet die gewünschten mediendidaktischen Elemente einer computergestützten Lehre zu realisieren. Das Medienzentrum konzipiert und produziert im Auftrag von Hochschullehrern und erfüllt damit einen wesentlichen Dienstleistungsbeitrag zur Erstellung neuer Medien.

Zusammen mit dem Medienzentrum wurde MILESS in einem gemeinsamen Projekt mit IBM um eine digitale Videobibliothek erweitert, die vielen Hochschulangehörigen gleichzeitigen Zugriff auf das umfangreiche Videoarchiv der Hochschule bietet. Dieser Ansatz wird derzeit in einem durch die DFG geförderten Projekt gemeinsam mit der Universität Jena vertieft zu einer „Verteilten Digitalen Multimedialen Audio-/Videobibliothek“. An den Standorten Jena und Essen werden Videos digitalisiert und im Netz über einen Videocharger bereitgestellt. Das bereitgestellte Material wird halbautomatisch in Szenenübersichten indiziert. Über eine Volltextsuche werden auf diesem Weg Videoinhalte für die Lehre gezielt und wiederholt ansteuerbar. Unterstützt durch Techniken der Szenenerkennung wird auf diese Weise erreicht, dass nach Video- und Audiomaterialien recherchiert werden kann. Die ermittelte Sequenz kann unabhängig vom Ort ihrer Speicherung direkt am Arbeitsplatz genutzt werden. Der Schwerpunkt des Projektes liegt, neben der verteilten Datenhaltung und ihrer technischen Realisierung, auf der Prüfung und Herstellung von Werkzeugen zur Automatisierung der inhaltlichen und strukturellen Erschließung von Bewegungsbildern. In einer Lehrveranstaltung sind dadurch Bild- und Tonelemente flexibel über das Netz einbringbar. Für Online-Seminare können mit dieser Technik Videopräsentationen gezielt integriert werden²².

²²Vgl. <http://www.miless.uni-essen.de/about/video.xml>.

Die ursprüngliche Erwartung, mit der IBM DIGITAL LIBRARY ein Instrumentarium zu gewinnen, das die Organisation, Konzeption und Produktion einer multimedialen Lehreinheit ermöglicht, hat sich nicht bestätigt. Das ausgelieferte Produkt war hierfür nicht geeignet. Es ist aber auch darauf aufmerksam zu machen, dass ein solches, uniformes Werkzeug den Anforderungen aus den Fachbereichen nicht gerecht wird. Die Ausprägung der Anwendungen und die spezifischen Besonderheiten der Erprobungsphase von computergestützter Lehre erfordern ein hohes Maß an Individualität und Flexibilität. Die produktive Entwicklungsumgebung in einem Fachbereich oder einem Lehrstuhl verlangt Offenheit und Vielfalt, zumindest im Pionierstadium des Einsatzes neuer Medien. Dem wird MILESS dadurch gerecht, dass in einer Datenbank die beschreibenden Daten der Dokumente und Produkte repräsentiert werden und es die Systemarchitektur zulässt, unterschiedlichste Speicher, Formate und Derivate homogen einzubinden. Eine Leistung, die die Programmierung der MILESS-Software möglich machen würde. Sie setzt zwar auf einer Datenbank (DB2) und dem IBM-Produkt CONTENT MANAGER auf, liefert aber zusätzlich eine eigenständige Programmumgebung als Java-Servlet-Applikation.

Seine besondere Dynamik gewinnt der eingeschlagene Weg durch die Verfügbarkeit der Applikation als Open Source und unter der „GNU General Public License“²³. Damit ist die freie Nachnutzung unter der Voraussetzung möglich, dass einerseits die Konventionen eines Open Source-Angebotes eingehalten werden, andererseits die Datenbankgrundlage über IBM CONTENT MANAGER verfügbar ist.

Dies ist die Grundlage für die arbeitsteilige Weiterentwicklung einer lokalen Anwendung für die unterschiedlichsten Anforderungen im Wissenschaftsbereich. Unter der Bezeichnung MYCORE ist eine MILESS Community mit dem Ziel eines umfassenden Systems für digitale Bibliotheken und Archivelösungen (Content Repositories) entstanden (Lützenkirchen, 2001). Die Nachnutzung an zahlreichen Universitäten hat zum Ergebnis, dass sowohl in Bezug auf die Vielzahl von Dokumententypen als auch von Anwendungsbeispielen ergänzende Entwicklungslinien verfolgt werden können. Dies reicht von Digitalisierungs- und Nachweisprojekten für Archiv- und Museumsgut bis zur Programmierung der Schnittstellen, um MILESS für die Standards der Open Archive Initiative (OAI)²⁴ zu öffnen²⁵.

²³<http://www.gnu.org/licenses/licenses.html>.

²⁴<http://www.dini.de/dinioai/dinioai.phb>.

²⁵Vgl. <http://www.miless.uni-duesseldorf.de/about/nachnutzung.xml>.

Im Sinne einer erfolgreichen Projektorganisation hat MILESS damit die Kriterien Nachnutzung und Nachhaltigkeit erfüllt, ohne dass dies durch sonderliche Fördermittel oder konzeptionellen Dirigismus erzwungen worden wäre.

4 Nachhaltigkeit und Übertragbarkeit

Aus den Erfahrungen des MILESS-Projektes wird deutlich, dass die Nachhaltigkeit²⁶ eines Projektes von einer Vielzahl von Faktoren abhängt. Gefordert ist in der Regel die längerfristige Wirksamkeit eines Projektergebnisses, um die verschränkten Ressourcen nicht in nur punktuell wirkungsvollen Einzelmaßnahmen zu verschleudern. Die Zukunftsfähigkeit neuer Lern- und Lehrmethoden, insbesondere solcher, die einen hohen technischen Aufwand verursachen, misst sich daher an dem Anspruch einer Einsatzfähigkeit unter unterschiedlichen Randbedingungen. Proprietäre Lösungen, die nur unter ganz spezifischen Hard- und Softwarebedingungen lauffähig sind, werden aus diesem Grund vermieden. Die entwickelten technischen Module sollen der Erwartung genügen, dass sie durch Konfektionierung in den administrativen Details „von selbst“ laufen, ohne permanenten, individuellen Pflegeaufwand. Es ist sowohl die Nachnutzung in verschiedenen fachlichen Zusammenhängen gefordert als auch die Übertragbarkeit auf andere Hochschulen, womit die Befriedigung eines nur temporären Bedarfs für einen Fachbereich ausgeschlossen wird. Dies ist die nahe liegende Intention bei der Bereitstellung von Fördermitteln. Die Etablierung entsprechender Steuerungsmechanismen ist erforderlich, um von der „Projektförderung zur systematischen Integration“ neuer Medien in der Lehre zu gelangen (Kerres, 2001). Diese Frage stellt sich wegen des Umfangs in besonderer Weise, wenn es sich um technisches Neuland wie bei einer hypermedialen Lernumgebung handelt.

Dieser Einschätzung steht gegenüber, dass eine Überinterpretation des Prinzips der Nachhaltigkeit Experimente, Pilotanwendungen und praktische Erfahrungsfortschritte behindert. Die Zusammenarbeit zwischen der Universität Essen bzw. MILESS und dem Projekt „Physik für Mediziner“ in Düsseldorf steht unter dem Vorzeichen dieses Gegensatzes. Für die zweite Projektphase

²⁶Die ökologische und politische Zukunftsplanung verwendet den Begriff zur Charakterisierung einer Ressourcenbeschränkung. Die Verwendung natürlicher Ressourcen und gesellschaftliche Stabilität sind so auszulegen, dass die Fortschritte der Gegenwart nicht auf Kosten und zum Nachteil künftiger Generationen erwirtschaftet werden. Übertragen auf Projektzusammenhänge bedeutet dies: Die Investition hat in einem Verhältnis zur langfristigen Nutzung zu stehen.

ist eine Übertragung der Lernumgebung „Physik für Mediziner“ an eine andere Hochschule, konkret die Integration unter MILESS an der Universität Essen, geplant. Zur Erläuterung der Möglichkeiten und Schwierigkeiten ist auf einige wesentliche Randbedingungen aufmerksam zu machen:

Eine hypermediale Lernumgebung ist interaktiv ausgelegt. Freie Zeiteinteilung, individuelle Wiederholung und Stoffauswahl sowie das Führen von Notizblättern und Lösen von Kontrollaufgaben führen zu einem dynamischen „Lehrbuch“. Es ist durch eine breite Palette von zeitkritisch zu führenden Veränderungsdaten gekennzeichnet. Die erforderliche Systemarchitektur und Datenmodellierung lassen sich erfahrungsgemäß nicht ohne erheblichen Aufwand in eine andere Umgebung kopieren.

Das Düsseldorfer Projekt arbeitet mit spezifischen Werkzeugen und Schnittstellen, die für abweichende Plattformen und Umgebungen angepasst werden müssen. Dies ist zwangsläufig, weil sich bislang in der Entwicklung computerbasierter Medien noch keine Standards etabliert haben. Sie zu entwickeln und eine entsprechende Kontinuität herzustellen wird künftig Aufgabe der Zentralen Einrichtungen der Hochschulen sein, setzt aber auch einen nationalen und internationalen Abstimmungsaufwand voraus.

Aus den Erfahrungen mit MILESS hat sich in den vergangenen Jahren aber auch die Einschätzung der Universitätsbibliothek Essen im Hinblick auf ihre Aufgaben gewandelt. Die Vielzahl der entwickelten Projekte erfordert eine Koordinierung und Unterstützung im Sinne der Beratung über einzusetzende Soft- und Hardwareprodukte. Die Bibliothek leistet einen personellen Aufwand im Nachweis und in der Pflege der erzeugten Produkte. Ihr sind aber Grenzen gesetzt, wenn es um die individualisierte Pflege von Dateien und Interaktionsresultaten eines spezifischen Produktes geht. Diese Grenze ist zugleich ein in der Zukunft noch weiter zu projektierender Auftrag im kontinuierlichen Einsatz hypermedialer Lernumgebungen. Die Pflege von Veränderungsdaten ist programmtechnisch so einzubinden, dass sie keinen individuellen Administrationsaufwand nach sich ziehen. Neue Medien in der Hochschullehre haben nur dann eine langfristige Chance, wenn im personellen Einsatz nur noch Dozenten in der fachlichen Beratung und Kontrolle gefragt sind. Eine Effizienzsteigerung kann nur erreicht werden, wenn sich der Hochschullehrer auf die Rolle des Moderators zwischen Student und Online-Seminar beschränken kann. Voraussetzung hierfür ist eine didaktische und technische Konzeptionierung, die beim derzeitigen Stand allerdings noch in den meisten Fällen

in eine fortentwickelte Softwareumgebung umgesetzt werden muss. Die Rolle der Zentralen Einrichtung wird in der hierzu erforderlichen beratenden und koordinierenden Funktion von wachsender Bedeutung sein.

Diese Einschätzung korrespondiert mit der Schwerpunktsetzung unter MILESS in den vergangenen Jahren. MILESS ist (noch) keine Lehr- und Lernplattform, sondern eine Digitale Bibliothek, d. h. ein Instrument, das nachweist und archiviert. Beim derzeitigen Projektstand muss nicht nur aus Gründen der personellen Kapazitäten, sondern auch in technischer Hinsicht noch eingehender geprüft werden, ob MILESS hierfür überhaupt das geeignete Produkt ist. In den vergangenen Jahren ist eine Reihe auch kommerzieller Plattformen entwickelt worden, die es alternativ zu prüfen gilt.

Für die Zusammenarbeit mit den „Physikalischen Grundpraktika“ stellen sich unter den beschriebenen Voraussetzungen aus Essener Sicht folgende Alternativen:

- Die Lernumgebung wird in Düsseldorf gepflegt und über eine Rechteverwaltung wird der Zugriff für Externe eingeräumt.
- Das Produkt wird in Essen dupliziert, dort eigenständig gepflegt und als spezielle Anwendung unter MILESS angeboten.
- Das Konzept der Datenhaltung und der internen Organisation der hypermedialen Umgebung wird mit den durch MILESS bereitgestellten Instrumenten im Rahmen von MYCORE neu programmiert.

Es besteht zur Zeit Einvernehmen darüber, dass aktuell nur eine Duplizierung möglich ist. Die weiter reichende Alternative wäre der technische Neuaufbau einer multifunktionalen und flexiblen Plattform unter MYCORE.

5 Schlussbemerkung

Neben den technischen Problemen einer Übertragbarkeit des „hypermedialen physikalischen Grundpraktikums“ ist außerdem auf die individuelle Produktion und Nachnutzung wissenschaftlicher Arbeiten zu verweisen. Universitäten stehen nicht nur als Organisationen im Wettbewerb, die Nachnutzung eines fremden Produktes setzt eine umfassende Akzeptanz voraus. Dies lässt die bestehende Wissenskultur nicht in jedem Falle zu. Die didaktische und fachwissenschaftliche Ausrichtung eines Produktes muss „angenommen“

werden. Es ist daher nicht auszuschließen, dass curriculare und fachliche Motive der Übertragung hypermedialer Lernumgebungen an andere Hochschulen Grenzen setzen.

Die Kreativität, Wissensinhalte in neue, netzbasierte Lehrformen umzusetzen, scheint notwendige Voraussetzung für die weitere Entwicklung. Pilotprojekte sind daher noch nicht entbehrlich. Die Randbedingungen lassen dabei die Probleme von Nachhaltigkeit und Übertragbarkeit noch nicht als gelöst erscheinen. Die Zentralen Einrichtungen der Hochschulen werden in dem erforderlichen Wandel der bestehenden Strukturen ihre Angebote und Dienstleistungen anpassen, um die Dynamik der weiteren Entwicklung zu fördern.

Auch mit Blick auf die hochschulpolitisch betriebene Fusion der Universitäten Essen und Duisburg ist die Universitätsbibliothek Essen „nachhaltig“ engagiert, das „Essener Modell“ einer Kooperation der Zentralen Einrichtungen ebenso wie die technische Klammer, die mit MILESS bereitgestellt werden konnte, perspektivisch für ein zeitgemäßes Informationsmanagement auszubauen.

Literatur

Bilo, A. (2001). *Szenario 2010 – Bibliothekarische Relationen*. In: Wissenschaftspublikation im digitalen Zeitalter. Wiesbaden: Harrassowitz, S. 165–190.

Bilo, A., Lix, B. & Schmidt, K.-H. (2000). *Kommunikation, Information, Medien. Die Kooperation der Zentralen Einrichtungen zur Verbesserung der Infrastruktur und die Aktivitäten zur Akzentuierung des Standortes Universität Essen*. <http://www.miless.uni-essen.de>.

Cremer, M. (2000). *Multimedia in deutschen Bibliotheken. Aspekte von Zusammenarbeit und Integration*. In: Bibliotheksdienst, 11, S. 1840–1851.

Expertenrat im Rahmen des Qualitätspaktes (2001). *Abschlussbericht*. Münster.

Faschingbauer, T. (2001). *Online-Seminare – die Zukunft der universitären Lehre?* In: Das Hochschulwesen. Forum für Hochschulforschung, -praxis und -politik, 4, S. 113–118.

HIS Hochschul-Informationssystem GmbH (2002). *Neue Medien im Hochschulbereich. Eine Situationsskizze zur Lage in den Bundesländern*. Hannover

Kerres, M. (2001). *Neue Medien in der Lehre: Von der Projektförderung zur systematischen Integration*. In: Das Hochschulwesen. Forum für Hochschulforschung, -praxis und -politik, 49, S. 38–44.

Lützenkirchen, F. (2001a). *Das MILESS Datenmodell einer Digitalen Bibliothek*. <http://www.miless.uni-essen.de>.

Lützenkirchen, F. (2001b). *Das MILESS Projekt der Universität Essen*. <http://www.miless.uni-essen.de>.

Lützenkirchen, F. (2002). *MILESS und MYCORE: Digitale Bibliotheken und E-Learning*. <http://www.miless.uni-essen.de>.

Universität-Gesamthochschule Essen (2001). *Grundordnung für die Universität-Gesamthochschule Essen*. In: Verkündungsblatt der Universität-Gesamthochschule Essen. Amtliche Bekanntmachungen, 1.

Entwicklung, Verwaltung und Distribution multimedialer Lehr- und Lernmaterialien im Projekt „Physik Multimedial“

Julika Mimkes

1 Das Projekt „Physik Multimedial“

Ziel des Vorhabens ist der Aufbau eines strukturierten Angebots von Multimedia-Modulen, die didaktisch und methodisch auf die Lehre und das Studium der Physik als Nebenfach abgestimmt sind (Physik für Studierende der Chemie, der Biologie, der Elektrotechnik usw.). Die Module – multimediale Skriptbausteine, Visualisierungen, tutorielle Selbstlerneinheiten, virtuelle Labore – können von den Dozenten und Dozentinnen flexibel in unterschiedliche Veranstaltungskonzeptionen eingepasst werden und stehen gleichzeitig den Studierenden zum Selbststudium zur Verfügung.

An den fünf Standorten Rostock, Greifswald, Hamburg, Bremen, Oldenburg sind acht Arbeitsgruppen an der Durchführung beteiligt, die hier kurz vorgestellt werden. Als eines von zahlreichen Projekten des Projektträgers Neue Medien in der Bildung und Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung hat „Physik Multimedial“ ein Budget von fast 4 Mio. DM im Zeitraum 2001 – 2003.

1.1 Projektkoordination

Die Koordination des Projektes obliegt dem Institut für Didaktik der Physik der Universität Bremen. Dies umfaßt u. a. die Ausarbeitung der Kooperationsverträge mit den Partnern, die Organisation der Steuergruppe und der Projekttreffen.

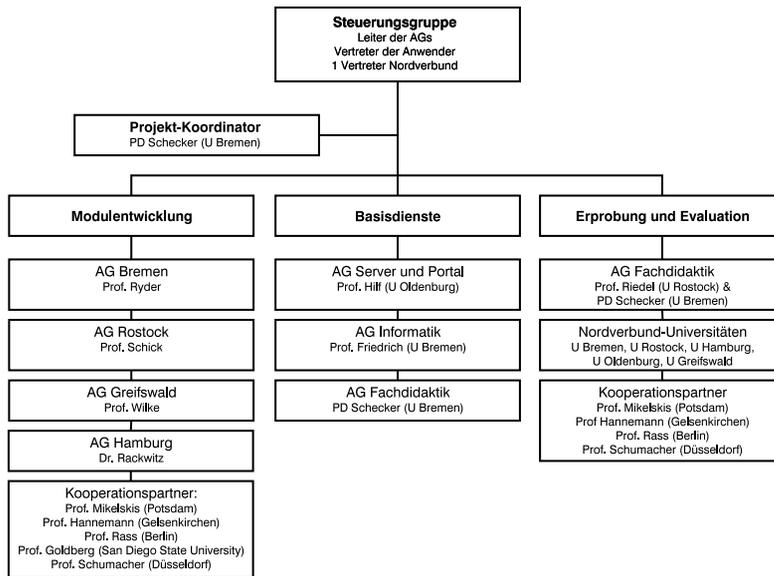


Abbildung 1: Die Organisationsstruktur von „Physik Multimedial“

1.2 Evaluationen

Die Evaluationen des Projektes führen Mitarbeiter der Didaktik der Physik der Universität Rostock und des koordinierenden Institutes durch. Inhalte der Befragungen sind in erster Linie:

- Computerkompetenz und Physikkenntnisse von Nebenfachstudierenden,
- Computerkompetenz von Schülern der Klasse 13,
- EDV Infrastruktur der beteiligten Standorte,
- Lehrinhalte der Vorlesungen Physik für die Biologie, die Chemie und die Medizin.

1.3 Basisdienst Informatik

Die Basisdienste der Informatik werden vom Technologiezentrum Informatik der Universität Bremen übernommen. Hauptsächlich sind das

- die Beratung zur Entwicklung von Lehr-Lern-Systemen aus Sicht der angewandten Informatik,
- Styleguides und Templates für die Module,
- Medienergonomie,
- Entwicklungen und Programmierungen von Werkzeugen.

2 Modulentwicklung

Es werden drei grundsätzliche Typen von Modulen unterschieden:

2.1 Modulentwicklung Selbstlerneinheiten

Selbstlerneinheiten (SLEs) sollen Studierenden in Form hypermedialer Lehrbücher die eigenständige Erarbeitung von Lehrstoff begleitend zur Vorlesung – ggf. auch ersetzend – ermöglichen. Eine SLE ist thematisch abgegrenzt, z. B. „Schwingungen und Wellen“ oder „Fehlerrechnung“ (jeweils für Nebenfächler). Multimedia-Materialien, die in SLEs integriert sind (z. B. Simulationen) werden als „Modul-Elemente“ bezeichnet. Es sollen auch für die Vorbereitung von Experimental-Praktika SLEs entwickelt werden.

Selbstlerneinheiten werden im Institut für Festkörperphysik der Universität Bremen, u. a. zum Thema „Schwingungen und Wellen“, entwickelt. Der Themenschwerpunkt „Propädeutik der Physik“ wurde vom Institut für Experimentalphysik II der Universität Greifswald übernommen.

2.2 Entwicklung von Aufgabenmodulen

Das Aufgabenmodul beruht auf einer Datenbank zur Erfassung und Distribution von Aufgaben für die Physik-Nebenfachlehre. Damit soll es ermöglicht werden, auch in großen Nebenfach-Veranstaltungen obligatorische Übungen vorzusehen, wenn diese bisher aus Kapazitätsgründen nicht möglich waren. Das Modul soll bei quantitativen Aufgaben individuelle Parametersätze erzeugen. Eine wichtige Rolle spielen individuelle Rückmeldungen und Hilfestellungen für die Studierenden bei der Lösung der Aufgaben. Die Aufgaben sollen außerdem in Selbstlerneinheiten Verwendung finden.

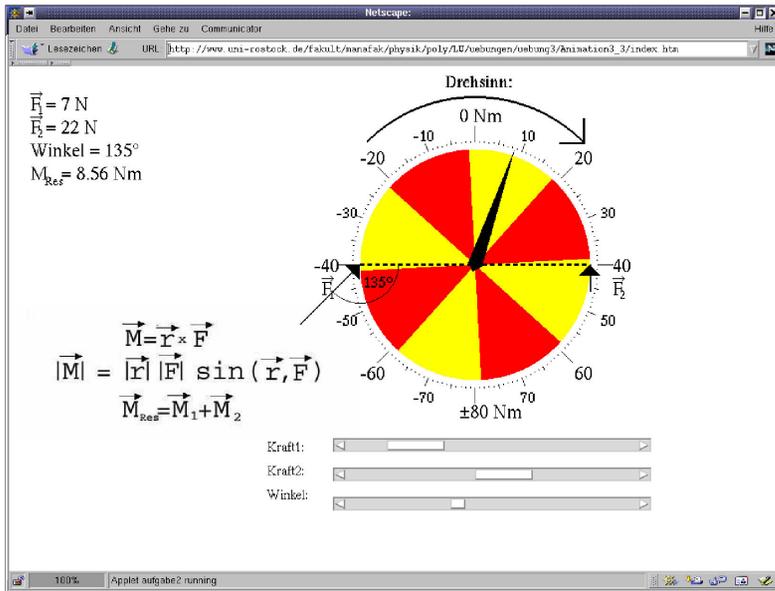


Abbildung 2: Ein Beispiel aus dem Aufgabenmodul.

2.3 Dozentenmodul

Das Dozentenmodul beruht auf einer Datenbank mit Informationen für Lehrende über Multimedia-Angebote für Physik als Nebenfach. Die Datenbank soll möglichst viele direkte Zugriffe auf Multimedia-Elemente erlauben (z. B. Applets oder interaktive Bildschirmexperimente). Dabei geht der Ansatz über eine Link-Liste deutlich hinaus. Das Dozentenmodul soll neben einer beschreibenden Komponente auch eine bewertende Komponente enthalten (z. B. Eignung für Nebenfächer) sowie gezielte methodisch-didaktische Hinweise. Das Dozentenmodul wird an der Universität Hamburg am Institut für Experimentalphysik entwickelt.

2.4 Kooperationspartner

Für die Vervollständigung des Angebots und die Evaluationen im Projekt konnten folgende Kooperationspartner gewonnen werden:

- Das Projekt „Virtuelle Fachhochschule“ der Fachhochschule Gelsenkirchen in beratender Funktion, u. a. zu den Themen Design von Navigati-

onsräumen, Aufbau von Serverstrukturen und Entwicklung von Modulelementen.

- Das Projekt „Physiklernen in multimedialen Lernumgebungen“ des Instituts für Physik der Universität Potsdam unterstützt das Projekt mit der Evaluation von Modulen und testet die Adaptierbarkeit des Modulsets an dritten Hochschulen.
- Das Institut Fachdidaktik und Medien der Technische Universität Berlin stellt die dort entwickelten interaktiven Bildschirmexperimente zur Verfügung.
- An der San Diego State University wird das Programm „Constructing Physics Understanding (CPU)“ entwickelte, das auch innerhalb von „Physik Multimedial“ eingesetzt werden soll.
- Die Physikalischen Grundpraktika der Universität Düsseldorf unterstützen das Projekt durch Beratung und Evaluation der Module.

2.5 Bereitstellung von Modulen

Die fertigen Module sollen netzwerkfähig und mit Standardbrowsern zugänglich sein und einheitlich präsentiert werden. Dazu sollen sie in eine Lernplattform eingebunden werden, um Kommunikation, Anmeldung, Betreuung etc. zu ermöglichen.

3 Die Aufgaben der AG Oldenburg

3.1 Server und Portal

Der zentrale Server des Projekts „Physik Multimedial“ wird an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg am Institute for Science Networking betrieben. Er dient

- der Außendarstellung des Projekts,
- der Kommunikation im Projekt,
- als ein zentrales Portal zu den Lehr- und Lernmodulen und
- als Kommunikations- und Informationsplattform für Lehrende.

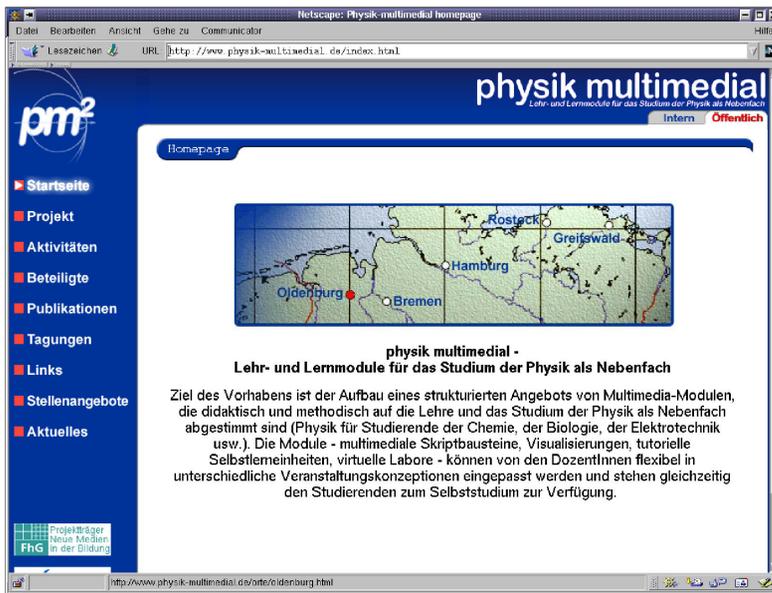


Abbildung 3: Die Homepage des Projekts „Physik Multimedial“

Ausserdem arbeitet die Oldenburger AG

- in Zusammenarbeit mit der „IuK-Initiative“ an einer Zusammenstellung multimedialer Physikprojekte,
- an der Link-Listendatenbank LiLi. Sie verwaltet Links und deren Kommentierung zum Thema E-Learning in der Physik. Zudem gibt sie Hilfestellungen zum Einsatz von PlugIns.
- An einer Selbstlerneinheit „Trigonometrie“,
- der Ausarbeitung der besonderen Ansprüche von Nebenfachstudentinnen. Dazu fand im Dezember ein Workshop mit dem Titel „Biologie-Studentinnen und Lernangebote für Physik im Internet“ statt. Der Abschlussbericht des Workshop befindet sich unter <http://www.physik-multimedial.de/papiere/AbschlussberichtBiologinnen.pdf>.
- Am Monitoring (Nutzungsstatistiken und Dienste als technische Unterstützung der Projektevaluation) und
- an der Distribution der Ergebnisse des Gesamtprojekts.

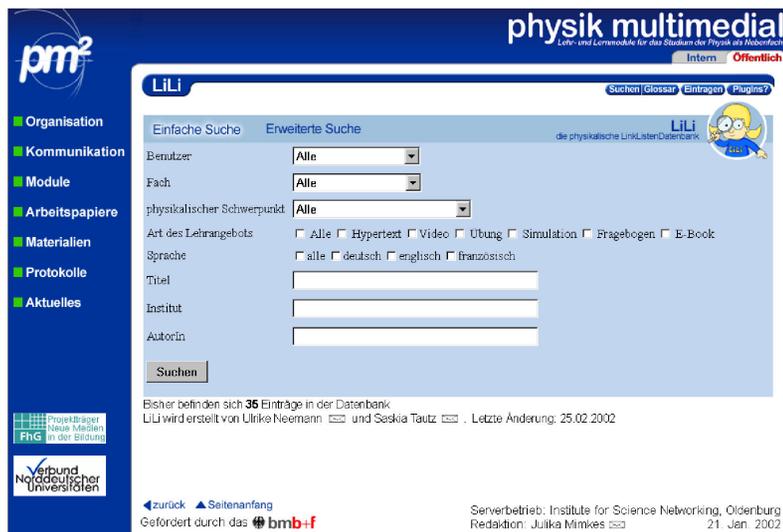


Abbildung 4: Die Link-Listendatenbank LiLi.

3.2 Das Prinzip der verteilten Systeme

Im Projekt „Physik Multimedial“ ist ein „verteilter Ansatz“ als Verwaltungskonzept geplant. Dieses Prinzip hat folgende Grundideen:

Wenn die Anbieter von Informationen diese auf ihrem eigenen Server bereithalten, so behalten sie damit auch die Kontrolle über ihre Dokumente. Das bedeutet, dass sie ihre Informationen korrigieren, aktualisieren oder vervollständigen und ausserdem das Copyright beliebig setzen können.

Die so verteilte Serverlösung ist kostengünstig, da die Inhalte (im Vergleich zur zentralen Datenbank) nicht vom Projektserver gepflegt werden müssen. Durch eine lokale Suchmaschine (Harvest) kann aber über die verteilten Inhalte gesucht werden. Dazu werden Metadaten verwendet.

3.3 Metadaten

Metadaten beschreiben Dokumente, sie sind also Daten über Daten. Für Physik Multimedial wurde eine Metadatenliste entwickelt, die auf das Projekt zugeschnitten ist. Zur Zeit wird diese über die Linklistendatenbank LiLi erprobt. Die Basis unserer Metadaten sind die Metadatensätze von Dublin Core/LOM/Ariadne/IMS. Nach der Erprobung unserer Metadaten

soll ein Werkzeug entwickelt werden, um Metadaten für unsere Module einfach zu erzeugen. Die Metadatensätze sind unter <http://www.physik-multimedial.de/links/meta.html> abrufbar.

4 Distribution

4.1 Distribution während der Projektlaufzeit

Vor allem sollen die Module durch enge Kooperation mit den Lehrenden in die Lehre implementiert werden. Zusätzlich soll über „Physnet Education“ der European Physical Society, die IuK Initiative, den Deutschen Bildungsserver und den AKI (Arbeitskreis Information der DPG) das Modulangebot bekannt gemacht werden.

4.2 Distribution nach Ende der Projektlaufzeit

Es wird angestrebt, dass Lehrende das Projekt nach der Laufzeit inhaltlich weiter fortführen. Bibliotheken könnten die Module archivieren, vorrätig halten und warten. Ausserdem wird über eine zusätzliche Distribution über DVD/CD-Rom nachgedacht.

5 Neue Rollen der Bibliothek

Immer mehr multimediale Lehr- und Lerneinheiten aller Fachrichtungen entstehen zur Zeit. Dadurch entstehen neue Aufgabenbereiche, die Bibliotheken zusammen mit Hochschulrechenzentren ausfüllen könnten²⁷. Dazu zählen:

- Module archivieren, vorrätig halten und warten,
- Vernetzung mit anderen Projekten,
- Suchmaschinen bereitstellen,
- für die Einhaltung von Standards sorgen,
- Werkzeuge bereithalten und
- Lehrgänge durchführen.

²⁷Zur Zeit erarbeitet die Deutsche Initiative für NetzwerkInformation (DINI: <http://www.dini.de>) Empfehlungen für eine Bibliotheksreform.

6 Zusammenfassung

Das Projekt Physik Multimedial erzeugt Module für die Physikausbildung im Nebenfach. Der Server des Projekts wird in Oldenburg entwickelt und ermöglicht den Zugriff auf die Module, stellt das Projekt nach außen dar und ist Kommunikationsplattform innerhalb des Projekts und für Lehrende. Nach Ende der Laufzeit könnten Lehrende das Projekt inhaltlich und Bibliotheken verwaltungstechnisch weiterführen. Erreichbar ist das Projekt im Internet unter <http://www.physik-multimedial.de>.

Autorenverzeichnis

Albert Bilo

Universitätsbibliothek Essen
Universitätsstr. 9–11
45141 Essen
bilo@bibl.uni-essen.de

Julika Mimkes

Institute for Science Networking
Ammerländer Heerstraße 121
26129 Oldenburg
mimkes@uni-oldenburg.de

Ute Pflughaupt

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf
Universitätsstr. 1
40225 Düsseldorf
pflughau@ub.uni-duesseldorf.de

Jochen Riks

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf
Universitätsstr. 1
40225 Düsseldorf
riks@ub.uni-duesseldorf.de

Prof. Dr. Dieter Schumacher

Physikalische Grundpraktika Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitätsstr. 1
40225 Düsseldorf
schumac@uni-duesseldorf.de

Dr. Irmgard Siebert

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf
Universitätsstr. 1
40225 Düsseldorf
siebert@ub.uni-duesseldorf.de

Dr. Heike Theyssen

Physikalische Grundpraktika Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitätsstr. 1
40225 Düsseldorf
theyssen@uni-duesseldorf.de