

# Transfer von eLearning-Konzepten von der Informatik in die Naturwissenschaften

Helmar Burkhart

Departement Informatik  
Universität Basel  
Klingelbergstrasse 50  
CH-4056 Basel  
Helmar.Burkhart@unibas.ch

**Abstract:** Der Vortrag gibt einen Überblick des Stands von E-Learning und zeigt wo und wie neue Kommunikations- und Informationstechnologien gewinnbringend in Hochschule und Wirtschaft eingesetzt werden. An Hand von Projekten aus dem naturwissenschaftlichen Umfeld (Nanotechnologien, Pharmazie) werden dabei konkrete Anwendungsszenarien gezeigt und der Mehrwert diskutiert. Am Schluß zeigen wir mögliche künftige Entwicklungen auf.

## 1. E-Learning in Hochschule und Wirtschaft

Computer-unterstützter Unterricht oder neudeutsch E-Learning hat seit den 60er-Jahren in Wellenbewegungen immer wieder Hochs und Tiefs erlebt. Gegenwärtig befinden wir uns wieder in einer Hochphase und E-Learning scheint den Weg in die Praxis gefunden zu haben. Das erste Mal sind zeitgleich sowohl die Akademia wie auch die Wirtschaft um Lösungen bemüht, was hoffen lässt, daß nachhaltige Lösungen entstehen:

- **E-Learning erobert die Hochschulen (und Schulen).** Zahlreiche Impulsprogramme haben fruchtbare Entwicklungen bei der Modernisierung der Lehre an den Hochschulen eingeleitet. Prototypverfahren haben dabei gezeigt, daß das Ziel „Virtuelle Universität“ nicht in allen Punkten erstrebenswert ist. Sozialer Kontakt zu Mitstudierenden, Vorbildfunktion und direkter Kontakt zu Dozierenden, das Erleben und Überleben im Campus sind neben der reinen Wissensvermittlung wichtige Säulen der Ausbildung. E-Learning ergänzt somit vorteilhafterweise die Präsenzhochschule und zwar dort wo ein Mehrwert erzielbar ist. Einen nicht zu unterschätzenden Nebeneffekt haben die Impulsprogramme ausgelöst. Gefördert wurden immer Verbundlösungen mehrerer Hochschulen, so daß an vielen Stellen eine intensive Analyse und Abstimmung curricularer Inhalte entstanden ist. Beispiele solcher Verbundprojekte sind etwa die Virtuelle Hochschule Oberrhein ([www.viror.de](http://www.viror.de)), die Wissenswerkstatt Rechensysteme ([www.wwr-project.de](http://www.wwr-project.de)) oder der im folgenden Kapitel beschriebene Virtuelle Campus Schweiz ([www.swissvirtualcampus.ch](http://www.swissvirtualcampus.ch)).

- **E-Learning wird zum Wirtschaftsfaktor.** Anwender wollen schnell und unkompliziert firmenspezifische Inhalte erstellen. Ferner spielen E-Learning Systeme bei der Fortbildung eine entscheidende Rolle (Computer Zeitung vom 10.2.2003). Gerade bei faktendominanten Branchen scheint eine Schlüsselfunktion gegeben. So setzen bereits mehr als 30% der Firmen in der Versicherungsbranche E-Learning Systeme produktiv ein (Symposium Publishing 2003, Marktstudie E-Learning). Nach Angaben der International Data Corporation (IDC) wird der Weltmarkt für E-Learning Lösungen von 6.2 Mrd. Euro im Jahr 2002 auf 22 Mrd. Euro im Jahr 2006 ansteigen.

## 2. E-Learning: Virtueller Campus Schweiz und zwei Projekte in Basel

Die Initiative *Virtueller Campus Schweiz* hat die Stärkung der Schweizer Hochschulen im Bereich E-Learning zum Hauptziel. Dabei sollen innovative, kommunikations- und interaktionsfördernde Lernumgebungen einen Paradigmenwechsel in der Lehre einleiten: „from the sage on the stage to the guide on the side“ [CUS03]. Das Programm gliedert sich in ein

- *Impulsprogramm 2000-2003:* 50 Projekte von kantonalen Universitäten werden mit insgesamt 30 Mill. Schweizer Franken gefördert. Dabei wird ein breites thematisches Spektrum angegangen. Projektbeschreibungen einschließlich Demomodule sind unter [www.swissvirtualcampus.ch](http://www.swissvirtualcampus.ch) abrufbar.
- *Konsolidierungsprogramm 2004-2007:* Neben der Unterstützung qualifizierter Projekte aus Phase 1 und weiteren neuen Projekten, sollen professionelle Produktionsteams an jeder Hochschule geschaffen werden. An der Universität Basel ist beispielsweise das LearnTechNet [ltm.unibas.ch](http://ltm.unibas.ch) federführend.
- *Zukunftsvisionen:* Angedacht sind ein umfassendes Bildungsweb, das neue Möglichkeiten sowohl für Erstausbildung als auch im lebenslangen Lernen bietet. Angestrebt werden ferner auch Schnittstellen zur internationalen Lehre und Forschung.

Die Universität Basel ist mit insgesamt 6 Projekten als LeadingHouse vertreten, darunter die beiden nachfolgend skizzierten Projekte, bei denen das Departement Informatik Projektpartner ist.

### 2.1 Nano-World: Nanowissenschaften erlebbar gemacht

**Nano-World** ([www.nano-world.net](http://www.nano-world.net)) ist ein virtuelles kooperatives Labor mit Experimenten aus den verschiedenen Disziplinen der Nanowissenschaften. Die Studierenden bearbeiten mit einem virtuellen Messgerät Fragestellungen zu einzelnen Themen aus der aktuellen Forschung. Das nötige Faktenwissen können sie sich mit Hilfe eines multimedialen Nachschlagewerks, das zu jedem Experiment bereitgestellt wird, aneignen.

Jedes einzelne Labor von Nano-World ist als virtueller Raum konzipiert. Es können sich gleichzeitig mehrere Studierende im selben Raum befinden. Sie sehen dann das gleiche Experiment ablaufen, sehen die Benutzereingriffe der Kolleginnen und Kollegen und können über einen internen Kommunikationskanal Lösungsideen besprechen. Bei Schwierigkeiten können sie einen Tutor anfragen, der sich dann auch in den Raum begibt und der Lerngruppe Hilfestellung leistet.

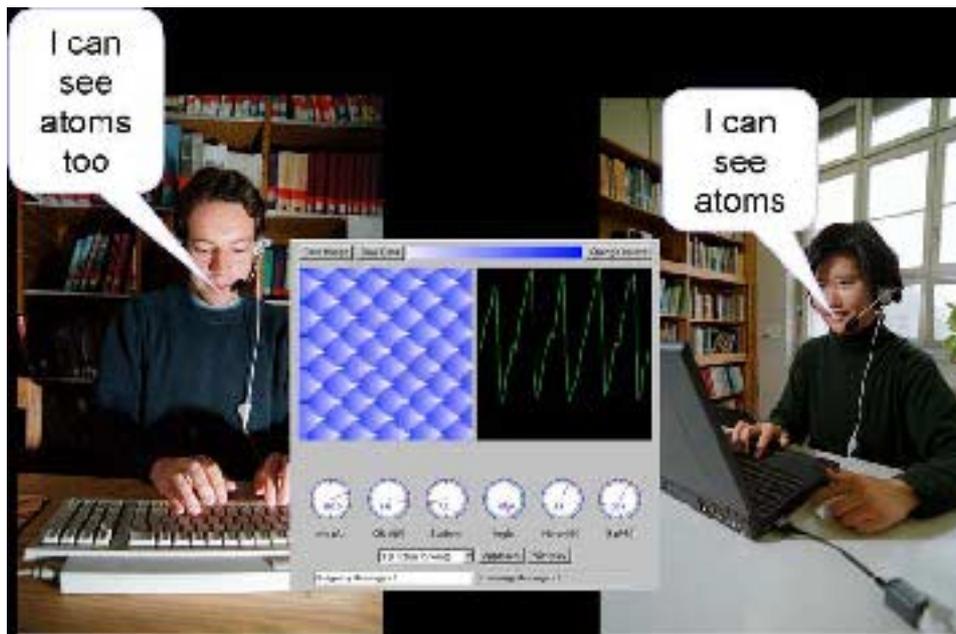


Abbildung. 1. Zwei Studierende benutzen den Simulator von verschiedenen Orten aus. Sie können dabei die Instrumentenparameter verändern und die Auswirkungen diskutieren. Der Simulator ist unter <http://www.frictionsimulator.nano-world.net> online zugänglich.

Nach der Nutzung am Simulator ist – in Analogie zum Erlernen eines Flugzeugs - das Steuern eines realen Mikroskops per Internet die nächste Herausforderung. Hierzu wurde ein kommerzielles Gerät einer Schweizer Spin-Off Firma [www.nanosurf.com](http://www.nanosurf.com) mit entsprechenden Schnittstellen und einem Drehteller für interessante Muster versehen.

Nano-World ermöglicht Studierenden in den unteren Semestern das Arbeiten an modernen Forschungsinstrumenten. Die Aufgaben sind soweit als möglich offen formuliert und die Labor-Experimente sind so real wie möglich implementiert. Dies impliziert insbesondere Fehlfunktionen des Instruments. Die Studierenden sollen ihre Fehlmanipulationen anhand der Reaktionen des Experiment-Verlaufs selbst erkennen lernen, beispielsweise sollen sie durch verzerrte Resultate auf die Fehlfunktion bestimmter Komponenten aufmerksam werden. Die Erfahrungen beim Fehlermachen sind wichtiger Bestandteil des Lernprozesses.

Was ist das Besondere an diesem Projekt ?

- Gemäss dem Paradigma „Learning by Doing“ bearbeiten die Studierenden in unserem Projekt kooperativ offene Aufgaben aus dem Gebiet der Nanowissenschaften. An die Stelle von mathematischen Gleichungen treten Hands-On Experimente. Das auswendig-Lernen von Faktenwissen wird durch ein spielerisches Sammeln von Erfahrungen ersetzt.
- In der Präsenzlehre liefert das Projekt die Möglichkeit, das Labor in den Hörsaal zu holen. Gerade in der Anwendung mit einem ferngesteuerten realen Experiment rücken somit Vorlesungen und Praktika auch für höhere Semester näher zusammen.
- Nano-World nutzt alle wesentlichen Eigenschaften moderner Computersysteme und bleibt gleichzeitig offen für kommende Technologien wie etwa den Einsatz von Mobiltechnologien.

Das Projekt hat im Jahr 2000 begonnen und umfasst bis dato einen Entwicklungsaufwand von ca. 320.000 Euro.

## 2.2 Pharma<sup>2</sup> und Tetrodo: Moderner Unterricht für Life Science

**pharma<sup>2</sup>** ([www.pharmasquare.org](http://www.pharmasquare.org)) hat den Aufbau eines multimedialen und interaktiven E-learning-Angebotes für Studierende der Pharmazie und anderer Life Science Bereiche als integralen Bestandteil des Präsenzstudiums, sowie zur Unterstützung des Selbststudiums zum Ziel. Es gliedert sich in unterschiedliche Lernmodule (z.B. Grippe, Aminosäuren, Heterozyklen) die multimediale Lerneinheiten bilden, Auskunftskomponenten wie ein umfassendes und einfach erweiterbares Glossar, ein multimediales Periodensystem, sowie das im Aufbau befindliche Selbsttest- und Prüfungssystem PharmAskYou [LRW03].

Das Projekt ist langfristig angelegt, weshalb von vornherein auf zukunftsorientierte Informatiklösungen Wert gelegt wurde. Basis der Umgebung ist **Tetrodo** - ein auf offenen Standards basierendes Framework zur Erstellung von Lernumgebungen, das in Basel entwickelt wird. Dabei kommen mit Java und XML sich wechselseitig befruchtende Werkzeuge der Informatik zur Anwendung. Alle Daten des Lernsystems, d.h. der gesamte Inhalt der Module und des Testsystems wird in XML-Dialekten beschrieben und gespeichert. Ein wesentliches Konzept ist die strikte Trennung von Inhalt und Darstellung sowie eine Auslagerung der pädagogischen und didaktischen Aspekte. Somit können die genannten Bereiche (Inhalt, Technik, Design und Didaktik) von den jeweiligen Spezialisten qualitativ hochstehend und unabhängig voneinander erarbeitet werden ohne daß anderes Fachwissen beigezogen werden muss. Jemand der für den Inhalt zuständig ist kann somit ohne sich mit der Technik auszukennen, Inhalte kreieren oder verändern, während der Techniker sich mit der Technik auseinandersetzen kann ohne sich um das Design zu kümmern. Außerdem ist der Einsatz nicht auf eine feste Plattform eingeschränkt. Je nach Netzwerkzugang und vorhandenen Geräten können vom Mobiltelefon über lokale Installationen bis zur interaktiven Web Anwendung verschiedenste Varianten desselben Inhalts verwendet werden.

Das Testsystem besteht aus verschiedenen Java-Klassen. Die Speicherung der Testfragen und ihrer Antworten erfolgt auf einem Server, der via Internet von verschiedensten Klienten angesprochen werden kann. Der Datentransfer zwischen Serverseite und Client wird mittels Zipped Objects Streams via Java Servlet Technologie und Tomcat als Servlet Container umgesetzt. Dies ermöglicht eine einfache Implementierung einer Offline Version. Zukünftige Versionen werden eine Personalisierung der Daten auf verschiedenen Levels ermöglichen. Damit kann ein individuell angepasstes Testsystem mit Rückmeldungsstrategien erarbeitet werden, das die Überprüfung des Lernerfolgs auf höheren Taxonomie-Stufen (nach Bloom) ermöglicht.

Was ist das Besondere an diesem Projekt ?

- Das Konzept **pharma<sup>2</sup>** ist bereits erfolgreich in das Curriculum der pharmazeutischen Chemie integriert: Vorlesung und Selbststudium am Computer sind gleichwertige, inhaltlich und didaktisch aufeinander abgestimmte und sich ergänzende Methoden. Dadurch besteht für die Studierenden ein konkreter Anreiz, die virtuelle Lernumgebung zu nutzen.
- Mit PharmAskYou wird ein Testsystem zur Verfügung stehen, das den Studierenden eine individuelle Lernkontrolle ermöglicht.
- Durch die kontinuierliche Mitarbeit von Studierenden an **pharma<sup>2</sup>**, die in Form von Diplomarbeiten einzelne Module erarbeiten, ist die Akzeptanz dieser neuen Lernumgebung sehr hoch.
- Durch regelmässige formative Evaluationen und Peer-Reviews ist die Qualitätssicherung des Projekts gewährleistet.
- Die auf offenen Standards basierende Plattform Tetrodo ermöglicht eine nachhaltige Entwicklung von Inhalten.

Das Projekt hat im Jahr 2000 begonnen und umfasst bis dato einen Entwicklungsaufwand von ca. 170.000 Euro. Pharma<sup>2</sup> ist Gewinner des Innovationspreises E-Learning 2003 der Universität Basel im Bereich Didaktik und Finalist im Medida-Prix Wettbewerb 2003 ([www.medidaprix.org](http://www.medidaprix.org)).

### **3 E-Learning: Wohin geht die Reise ?**

#### **3.1 M-Campus: Mobil und multimedial**

Die rapide Verbreitung von Mobiltechnologien wie Notebooks, Personal Digital Assistants und Mobilfunkgeräten wird die Bildungseinrichtungen in diesem Jahrzehnt weiter verändern. Die sogenannte *Laptop-Universität* ist hierbei nur der erste Schritt, der bis dato hauptsächlich der Verbreitung von Geräten und ersten Erfahrungen beim Einsatz gedient hat. Unter dem Begriff *M-Campus* fassen wir alle Lösungen zusammen, die noch weitergehende Mobilität ermöglichen. Beispiele hierzu sind etwa *Lernpillen*, d.h. Minilektionen oder Testfragen, die jederzeit und überall abrufbar sind. Wir denken auch an *Lerntankstellen*, die Wissen abrufbar halten und (im Weiterbildungssegment gegen Kostenvergütung) Wissenslücken schliessen helfen. Noch gar nicht abzusehen ist das Potential, das ubiquitäre Systeme (auch pervasive computing genannt) im Bildungsbereich besitzen. Der „intelligente“ Lesestift, der durch den Benutzer sprachgesteuert Fachbegriffe aufnimmt und drahtlos in ein Glossar transportiert, ist schon heute technisch machbar. Die Benutzerschnittstelle wird allgemein in naher Zukunft durch Spracheingabe und -ausgabe an Anwenderfreundlichkeit gewinnen, was sich positiv auf E-Learning Systeme auswirken sollte.

#### **3.2. Courseware Engineering: Vom Basteln zur Disziplin**

Die Entwicklung von qualitativ anspruchsvollen E-Learning Modulen ist heute noch sehr zeitintensiv und teuer. Dies deshalb weil in der Regel auf Fachgebiete beschränkte Lernumgebungen von Grund auf neu entwickelt werden, ohne auf bereits vorhandenes Wissen aus anderen Bereichen aufzusetzen. So wird eine Amortisierung der Entwicklungskosten durch den Einsatz über viele Jahre zwingend, mit der Konsequenz, daß das Problem der Anpassung und Wartung von Lernsoftware immer mehr ins Zentrum rückt. E-Learning Module sind darüber hinaus das Produkt eines arbeitsteiligen Prozesses: Didaktik, Design und Elemente der Informations- und Kommunikationstechnologien werden von unterschiedlichen Personengruppen beigesteuert. Eine monolithisch geprägte Sicht erschwert bzw. verunmöglicht aber ein ökonomisches Weiterentwickeln.

In Anlehnung an den Prozeß wie in der Softwareentwicklung praktiziert, plädieren wir für ein Umdenken bei der Entwicklung von Lernsoftware hin zu einer Methodik des „Courseware Engineering“, die u.a. Wiederverwendung, Adaptierbarkeit und Interoperabilität von Lernmodulen ins Zentrum rückt.

### 3.3 E-Learning im Web der nächsten Generation

Wissen ist mehr als Fakten und reine Information. Es beinhaltet die Kenntnis von Zusammenhängen und schließt aus gemachten Erfahrungen auf künftiges Vorgehen beim Problemlösen. Unter dem Stichwort *Semantisches Web* wird gegenwärtig intensiv an der Weiterentwicklung des uns heute bekannten Web gearbeitet. Insbesondere wird dem Inhalt und der Bedeutung mehr Gewicht geschenkt als dem Erscheinungsbild (Layout). Der Einsatz von XML-Technologien mit der Schaffung fachspezifischer Dialekte und Abbildung untereinander ist hier ein wichtiger Meilenstein. In einem künftigen Web werden ganz andere Nutzungsweisen angestrebt. Beispiele hierzu sind das Anbringen personalisierter Information (Web Annotation), oder der wissensgestützte Browser der personen- und themenbezogene Sichten liefert und sinnvolle Verzweigungen (Links) zeigt. Das Lernen wird so zum Erforschen des Wissensraums, womit wir wieder bei *Memex* sind, dem Traum von Vannevar Bush aus dem Jahr 1945 [Bus45]. Gerätetechnologisch sind wir heute bereits weiter, von der Nutzungsseite aber noch Grössenordnungen entfernt.

### Verdankungen

Martin Guggisberg und Tibor Gyalog sind Projektleiter von NanoWorld, Peter Fornaro ist Entwickler der Mikroskopsteuerung, Christian Wattinger ist Spezialist für den Einsatz von Mobiltechnologien. Tetrodo-Entwickler sind Sven Rizzotti und Alexander Vögli. Projektleiterinnen von Pharma<sup>2</sup> sind Simone Lichtsteiner, Anna-Barbara Utelli und Christina Weber. Meine Professorenkollegen in den genannten Projekten sind Beat Ernst (Pharmazie) und Hans-Joachim Günterodt (Nanowissenschaften). Allen Genannten danke ich ganz herzlich für die wissenschaftlich fruchtbare und persönlich gewinnbringende Zusammenarbeit.

### Literaturverzeichnis

- [Bus45] Bush, V.: As we may think. Atlantic monthly, 1945.
- [Cus03] Schweizerische Universitätskonferenz CUS: Virtueller Campus Schweiz - Die ersten 50 Projekte. 2003. [www.cus.ch](http://www.cus.ch).
- [GFG03] Guggisberg, M.; Fornaro, P.; Gyalog, T.; Burkhart, H.: An Interdisciplinary Virtual Laboratory on Nanoscience, Future Generation of Computer Systems 2003, 19(1), S. 133-144.
- [LRW03] Lichtsteiner, S.; Rizzotti, S.; Weber, Ch.; Vögli, A.; Burkhart, H.; Neier R.; Khov-Tran, V.; Folkers, G.; Ernst, B.: Pharmasquare. Chimia 57, 2003, S. 116-120.
- [WFG03] Wattinger, Ch.; Guggisberg, M.; Fornaro, P.; Gyalog, T.; Burkhart, H.: Monitoring and Controlling Scientific Experiments: Anywhere – Anytime. ERCIM News 2003, 52.