

tiefeld. In welchem Maße die dort gemachten Erfahrungen in den Diplomkurs eingebracht werden können, bleibt in den nächsten Jahren abzuwarten.

Integration in klassische Veranstaltungsformen

Der Multimediaeinsatz findet hauptsächlich in den klassischen Veranstaltungsformen Vorlesung und Seminar statt. Er dient vornehmlich als Ergänzung zur ansonsten traditionellen Lehre. Dies erfolgt gezielt an wenigen Terminen in einem Semester. Bisher findet man kaum einen durchgehenden Einsatz von Multimedia, oder eine grundlegende Neukonzipierung von Veranstaltungen. Ein Gegenbeispiel ist der „CUPLE – Studio Physics Kurs“ am Rensselaer Polytechnic Institute in den USA. In diesem Grundkurs für Physik als Nebenfach wird vollkommen auf Vorlesungen verzichtet. Dafür arbeiten die Studierenden in Kleingruppen in einem multimedial ausgestatteten Labor (dem *Physics Studio*).

Qualitätsverbesserung der Lehre statt Rationalisierung

Allen Lehrenden mit Multimediaerfahrung ist klar, daß die Implementation einen hohen Aufwand an Ressourcen und Zeit erfordert. Zumindest kurz- und mittelfristig ist an Rationalisierungseffekte nicht zu denken. Es geht nicht um den Ersatz von Dozenten durch Computer sondern um die Verbesserung der Qualität der Lehre.

Gegensatz zwischen Lernen mit und Lernen über Multimedia

Schaut man sich multimedial gestützte Veranstaltungen an, so geht es oft mehr darum, den Umgang mit den neuen Medien zu vermitteln als inhaltliches Lernen neu zu unterstützen. So lernen zukünftige Physiklehrer in Spezialveranstaltungen, wie man Computer einsetzen kann, um Schülern physikalische Sachverhalte zu verdeutlichen. Sie – die Studierenden – haben die gleichen Inhalte jedoch vorher ganz konventionell erarbeitet. Warum, so lautet die Frage, erfahren die Lehramtsstudierenden nicht in ihrer eigenen Ausbildung, wie man mit Hilfe von Informationstechnik (selbst) *lernen* kann? Damit würde zugleich eine Erfahrungsgrundlage für die fachdidaktische Reflexion der Möglichkeiten und Grenzen von Multimedia gelegt, die später als Lehrer den Schritt zur kritisch hinterfragten Nutzung einfacher macht. Insgesamt muß der Gegensatz zwischen *Lernen mit* und *Lernen über* Multimedia abgebaut werden.

Sehr unterschiedliche Vorkenntnisse

Die Studierenden bringen ein sehr breites Spektrum an Multimediaerfahrungen in die Veranstaltungen mit. Man kann davon ausgehen, daß fast alle über Grundkenntnisse mit Textverarbeitungssystemen verfügen. Aber bereits bei der Tabellenkalkulation sind Grenzen schnell erreicht. Man muß daher – anders als bei CBT-Angeboten – eine längere Einarbeitungszeit einrechnen, bis offene Werkzeugangebote kreativ genutzt werden können. Daraus folgt andererseits, daß eine solche Einführung nur Sinn macht, wenn die Werkzeuge dann auch über längere Zeiträume genutzt werden.

5 Multimedia und Lernen

Es gibt bisher nur wenige Untersuchungen über die längerfristigen Lerneffekte des Einsatzes von Multime-

dia im Physikstudium – insbesondere bei einer offenen Werkzeugkonzeptionen. Ein Ergebnis der bereits angesprochenen Untersuchung von Paice (1997) besteht darin, daß der Einsatz von Multimedia-Tools ein trennscharfes Mittel ist, um zwischen leistungsstarken und leistungsschwächeren Studierenden zu unterscheiden. Das physikalische Wissen beeinflusst stark den produktiven Umgang mit den Tools. Offene Werkzeugumgebungen sind nach unseren Erfahrungen kein probates Mittel für die Erarbeitung neuer Begriffe und Zusammenhänge. Vielmehr dienen sie der Festigung und Vertiefung von Wissen durch Transfer auf neue, interessante aber auch herausfordernde Situationen.

Zwei in Bremen und Dortmund laufende Promotionsvorhaben (s. dazu Niedderer 1997) untersuchen, ob die Nutzung von computergestützten Modellbildungswerkzeugen im Praktikum einen stärkeren Rückgriff auf theoretisches Wissen aus den Vorlesungen bei der Durchführung von Experimenten im Praktikum anstößt. Erste Ergebnisse weisen darauf hin.

Um Lerneffekte mit Multimedia anzustreben, müssen als Gestaltungselemente für die Lernumgebung zur Technologie Erkenntnisse der neueren Lernforschung hinzukommen. Dazu zählen:

- der enge Kontakt und die intensive Kommunikation zwischen dem Lerner und dem Betreuer (*cognitive apprenticeship-Ansatz*),
 - *sozialer Kontext* mit Partnerarbeit und Gruppendiskussionen,
 - *bedeutsame* und *authentische* Aufgabenstellungen.
- Weidenmann (1995, 78) weist darauf hin, daß die implizite didaktische Struktur von Lernangeboten den Lernprozeß maßgeblich beeinflusst: „Die instruktionale Methode hat Vorrang vor der Präsentationsform“.
- Der CUPLE Physics Studio Kurs verfolgt eine solche Verbindung von Multimedia mit konstruktivistischen Lehrstrategien. Cooper (1995) hat in einer breit angelegten Evaluation des CUPLE-Studio Kurses am Rensselaer Polytechnic Institute folgende Aspekte untersucht:
- Konzeptualisierung der Grundbegriffe der Newtonschen Dynamik,
 - Fähigkeit zur Interpretation von $v(t)$ - und $s(t)$ -Diagrammen,
 - Entwicklung von Problemlösungskompetenz,
 - affektive Effekte.

Die Ergebnisse sind ernüchternd. Trotz des integrierten Ansatzes mit Computertechnologie und neuen Lernformen bewegen sich die Lernfortschritte im Bereich der Ergebnisse anderer Untersuchungen mit anderen nicht-computergestützten Vorgehensweisen. Nur bei der affektiven Komponente zeigen sich deutliche Vorteile. Allerdings war die Präsenzzeit gegenüber dem normalen Kurs um ca. ein Drittel reduziert. Dafür war der personelle Ressourceneinsatz wegen der hohen Betreuungsdichte wiederum höher.

In der *Physics Learning Research* E-Mail-Diskussionsrunde waren im Herbst 1996 „documented effects of multimedia/computers in the sciences“ ein Thema. Die Beiträge waren überwiegend zurückhaltend. In einer zusammenfassenden Wertung schrieb der Koordinator der Diskussionsrunde Dewey Dykstra: „One moral: If one uses a higher technology to do essentially the ‚same thing‘ one could have done (has been doing) with a ‚lower‘, less expensive technology, then one should expect to pay more for essentially the same results.“

Erwartungen an große Lernwirkungen, die sich schnell einstellen, wären verfrüht. Um so wichtiger ist es, daß der Entwicklung von Multimedia-Tools eine ebenso intensive fach- und mediendidaktische Betreuung und wissenschaftliche Begleitforschung zur Seite gestellt wird.

Literatur

- Cooper 1995: Cooper, M.A.: An Evaluation of the Implementation of an Integrated Learning System for Introductory College Physics. Doctoral Dissertation, State University of New Jersey 1995.
- CPU 1992: Niedderer, H., Bethge, T. & Schecker, H.: Computereinsatz im Physikunterricht. Abschlußbericht des Modellversuchs (4 Bände). Bremen: Universität, Institut für Didaktik der Physik.
- Friedrich 1997: Friedrich, J., Kriwald, T., Marx, C. & Schecker, H.: Ergebnisse der Befragung zu Multimedia-Aktivitäten in der Lehre an der Universität Bremen. Universität Bremen, Kommission des akademischen Senats „Multimedia in der Lehre“.
- Niedderer 1997: Niedderer, H., Haller, K., Hücke, L. & Sander, F.: Learning processes during labwork in introductory physics courses in university. Paper presented at the First ESERA Conference „Science Education Research in Europe“, Rom, September 1997.
- Paice 1997: Paice, J.: Entwicklung und Erprobung einer Hypermedia-Lernumgebung für den Themenbereich „Schwingungen“. Aachen: Mainz.
- Schecker 1993: Schecker, H.: The didactic potential of computer aided modeling for physics education. In: Ferguson, D.L. (ed.): Advanced Educational Technologies for Mathematics and Science. Berlin: Springer, 165-207.
- Schecker 1995: Schecker, H.: Möglichkeiten und Grenzen von Multimedia im Physikunterricht. In: Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (Hrsg.): Bericht über die 11. Tagung der Fachleiter für Physik. MNU-Schriftenreihe, Heft 56, 1995, 27-52.
- Schecker 1996: Schecker, H.: Bremer Interface-System: Didactic guidelines for a universal, open, and user-friendly MBL-system. In: Tinker, R. (Hrsg.): Microcomputer Based Labs: Educational Research and Standards. Berlin: Springer, 351-367.
- Schecker (im Druck): Schecker, H.: Integration of Experimenting and Modeling by Advanced Educational Technology: Examples from Nuclear Physics. In: Tobin, K. & Fraser, B.J. (eds.): The International Handbook of Science Education. Dordrecht: Kluwer.
- Schecker (1998): Schecker, H.: Physik modellieren. Stuttgart: Klett.
- Walter 1995: Walter, U.: Hypermedia als Werkzeug für den Physikunterricht. 1. Staatsexamensarbeit, Universität Bremen, Institut für Didaktik der Physik.
- Weidenmann 1995: Weidenmann, B.: Multimedia, Multicodierung, Multimodalität. In: Issing, L. & Klimsa, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim: Psychologie-Verl.-Union, 65-84.
- Wilson 1992: Wilson, J.M. & Redish, E.F.: The comprehensive unified physics learning environment: Part I. Background and System Operation. In: Computers in Physics 6 (1992), 2, 202-209. Part II. The basis for integrated studies. In: Computers in Physics 6 (1992), 3, 282-286.

Software

- 2D_Video_QT*. Carlisle, PA: Dickinson College.
- Excel*. München: Microsoft.
- Interactive Physics II*. San Francisco, CA: Knowledge Revolution.
- MatheLab*. Funktionale Tabelle, Graphik, Iteration. Bremen: Landesbildstelle (Heinz Weißgerber).
- Stella II* – Software for Education. Dartmouth, NH: High Performance Systems.

Anschrift des Autors:

Dr. Horst Schecker
 Universität Bremen
 FB 1 Physik/Elektronik
 Postfach 33 04 40
 D-28334 Bremen
 E-Mail: schecker@physik.uni-bremen.de