

Einsatzmöglichkeiten multimedialer Lehr- und Lernmodule für Gymnasium und Grundstudium am Beispiel der Zellbiologie

Beitrag für "IuK 2002- Offene Systeme für Kommunikation in Wissenschaft und Forschung (Science and the Web)" vom 10. - 13. März an der Universität Ulm

Session 2: Multimedia in der Lehre (Chair Gauglitz)

1. Einleitung

Die IWF Wissen und Medien GmbH hat in Zusammenarbeit mit dem Biozentrum der Universität Frankfurt, der MMcD GmbH und der IAS GmbH von 1998 bis 2002 ein umfangreiches Medienarchiv zur Zellbiologie aufgebaut, veröffentlicht und seine Nutzung untersucht.

Dies geschah im Rahmen der Förderung des BMBF zur Weiterentwicklung des wissenschaftlichen und technischen Buches zur multimedialen Wissensrepräsentation. Ziel des Projektes war die stufenweise Erstellung und Anwendung interaktiver Wissensrepräsentationen zur Zellbiologie - einem modulares Medien- und Kommunikationsangebot. Aufbauend auf vorhandenen Medien und Programmteilen sollte eine Multimedia Datenbank etabliert werden, aus der heraus weitere und neue Produkte erstellt werden. Je nach Kundenbedürfnissen und wissenschaftlichen Trends sollten inhaltliche Schwerpunkte vertieft werden, wobei das Medienangebot gleichzeitig modularisiert werden sollte.

2. Beschreibung des Medienangebots

Das derzeit genutzte Medienarchiv besteht aus ca. 150 Modulen. Themenschwerpunkte sind Chloroplasten, Photosynthese, Mitochondrien und Energiestoffwechsel. 70% der Medien sind linear ablaufende Videos, die anderen interaktiv in unterschiedlicher Ausprägung (mit Macromedia Director programmiert). Die Medien wurden auf drei verschiedenen technischen Plattformen und in verschiedenen Kombinationen für den Endnutzer angeboten:

2.1. CD-ROM Serie Zelle

Die vierteilige CD-ROM Serie Zelle fasst Module zu einzelnen Themen zusammen.

1. Leben aus Licht und Luft - Chloroplast und Photosynthese
2. Das Kraftwerk - Mitochondrium und Energiestoffwechsel
3. Innere Grenzen - Membranen und Transport
4. Der Zellkern - Vom Gen zum Protein (in Vorbereitung)

Die Module sind in einer einheitlichen Benutzeroberfläche mit unterschiedlichen Zugängen eingebettet. Glossar, Quiz und Hilfetexte runden das Angebot ab. Die CD-ROMs sind mit Macromedia Director programmiert und auf Windows und Macintosh Betriebssystemen lauffähig. Sie sind für Einzelplatznutzung optimiert.

Zur ersten CD-ROM der Serie, „Die Zelle I - Leben aus Licht und Luft - Chloroplast und Photosynthese“ liegen die umfangreichsten Erfahrungen vor. Eine Laudatio von Prof. Dr. Gerhard Zimmer im Rahmen des Europäischen Medienwettbewerbs Comenius 2000 beschreibt sie folgendermaßen:

„Die multimediale CD-ROM ist für Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe und für Studentinnen und Studenten in den Einführungssemestern der Biologie gemacht. Sie soll das bestehende Lehrangebot ergänzen, aber nicht ersetzen. Eine animierte audiovisuelle

Einführung in die Pflanzenzelle zeigt deren wichtigste Bestandteile. Über sensitive Bilder kann man sich vertiefendes Wissen über die Funktion, Struktur und Entwicklung der einzelnen Bestandteile interaktiv erarbeiten. Das Wissen ist sehr anschaulich mit 3 D-Animationen, bewegten Bildern, Kurzfilmen und den wichtigsten Begriffen und Definitionen audiovisuell präsentiert.“¹

2.2. Mediathek Zellbiologie

Die cells - Mediathek Zellbiologie stellt eine Mediensammlung zu folgenden Themen dar:

- Zelle allgemein: Pflanzenzelle, Tierzelle und Zelltypen
- Zellstruktur: Plastiden, Endoplasmatisches Retikulum & Ribosomen , Endosomen & Vakuolen, Golgi-Apparat, Microbodies, Mitochondrien, Zellkern, Zellwand und Cytoskelett
- Zellfunktionen: Entwicklung & Differenzierung, Membrangebundene Vorgänge, Motilität sowie Fortpflanzung & Genetik

Zu diesen Themen sind Video-Clips, Computeranimationen, 3D-Modelle und interaktive Experimente zur Zellbiologie in einer Hyperlinkstruktur hinterlegt und abrufbar. Die meisten Module der oben beschriebenen CD-ROM Serie sind auch in der Mediathek enthalten.

Die Mediathek dient zum Einsatz in lokalen Netzwerken (Intranet) in Bildungseinrichtungen wie z.B. Schulen und Universitäten. Die Mediathek -CD-ROMs werden zur Installation auf einen Intranet-Server kopiert. Jeder Client, der mit dem lokalen Server vernetzt ist, kann nun das Medienangebot nutzen. Da die Programmierung in HTML erfolgte, ist sowohl jedes Computersystem (z.B. PC, Mac) als auch jedes Betriebssystem (z.B. Win 95/98/NT,2000, Linux, MacOS) geeignet, mit dem ein entsprechender Internetbrowser (z.B. MS Internet Explorer, Netscape Navigator, Opera) benutzt werden kann.

2.3. www.cells.de

Der Online-Dienst "cells.de" beinhaltet digitale Medien in Internetqualität sowie weitere Informationen für Universität und Schule zum Thema Zell- und Molekularbiologie.

Linksammlungen bestehen zu Lernen & Lehren, Wörterbücher, Unterlagen zu experimentellen Übungen, Zeitschriften und Berufliches. Verschiedene Suchhilfen und ein Lexikon sind integriert, ebenso wie FAQ (Fragen und Antworten) und ein Gästebuch.

Digitale Medien sind der Hauptbestandteil von "cells.de" im Menüpunkt Medienarchiv mit Videos in RealVideo- und QuickTime-Technologie, 3D-Objekte als QTVRs, Computeranimationen, und interaktiven Lernmodulen im Shockwave-Format. Diese digitalen Medien liegen in voller Länge vor. Sie dienen zur Recherche und zum Lehren und Lernen an Universität und Schule. Inhalt und Aufbau des Medienarchivs entsprechen im wesentlichen dem der Mediathek, allerdings liegen keine hochauflösten Videos vor.

3. Untersuchung des Einsatzes der Medien

Die Untersuchung des Einsatzmöglichkeiten des Medienangebots fußt auf Berichte zum Einsatz im Unterricht, Rezensionen in Fachzeitschriften, Berichte von Fachleuten, Würdigungen bei Preisverleihungen, Auswertung von Logfiles von cells.de, Auswertung von Links auf cells.de, Eintragungen ins Gästebuch von cells.de und Erfahrungen des Vertriebs.

¹ L.A. Multimedia – 4. November 2000, Europäischer Medienwettbewerb Comenius 2000 – Comenius-Medaille, Laudatio von Prof. Dr. Gerhard Zimmer, Berlin im Namen der GPI-Jury

3.1. Rezensionen in Fachzeitschriften und Berichte von Fachleuten

Die CD-ROM Zelle I *Leben aus Licht und Luft - Chloroplast und Photosynthese* wurde in der Fachwelt überwiegend positiv aufgenommen:

- “This is the best interactive CD I have ever seen. It has the right combination of theory and applications... Overall, I think this is a valuable resource”².
- „I can recommend this CD-ROM as an excellent instruction medium, not only for schools and undergraduates, but also for graduate students of biology and related sciences...”³
- “The graphics and short footage is plenty and very impressive, and at no point did I think that there was too much text. This makes the CD-ROM a both entertaining and quite educating experience.”⁴
- „Insgesamt gesehen stellt die vorliegende CD-ROM eine ideale Ergänzung zum Biologieunterricht oder zur Nachbearbeitung des Gesamtthemas Photosynthese in der gymnasialen Oberstufe oder auf der universitären Ebene dar.“⁵

Positive Bewertung durch Fachleute zeichnen sich auch für die CD-ROM Zelle II *Das Kraftwerk - Mitochondrium und Energiestoffwechsel*, die erst seit kurzem auf dem Markt ist, ab: „Die Prüfung des Inhalts zeigt, dass sie sich auch sehr gut für die Lehre in unserem Institut eignet.“⁶ Die CD-ROM ist von der Jury des Deutschen Bildungssoftware-Preises digita für den digita2002 nominiert worden.⁷

3.2. Rezensionen bei Preisverleihungen

Die CD-ROM Zelle I *Leben aus Licht und Luft - Chloroplast und Photosynthese* hat drei Medienauszeichnungen gewonnen. In den Laudatio für Europrix und Comenius-Medaille wird vor allem auf die multimediale Qualität eingegangen:

“This is one of the highlights of the program, to be able to combine three-dimensional units, both abstract and specific, where the user can dissect plants for their cell components, then examine them further through microscopic enhancement. "The Cell I" is representative of what a high-quality, content-driven educational product should be.”⁸

„Die Möglichkeiten von Multimedia werden in beispielhafter Weise genutzt, um das Grundwissen über die Pflanzenzelle wirklich multisymbolisch dem interaktiven Zugriff der Lernenden zugänglich zu machen. Die Lernenden können auch Laborexperimente, die sogenannten Schlüsselexperimente der Biologie, in einem virtuellen Labor machen! Wegen seiner beispielgebenden inhaltlichen Gestaltung, seiner didaktischen Konzeption und seiner

² Michael R. Cummings, Professor of cell biology, University of Illinois, Chicago

³ Claus Buschmann, Karlsruhe, Journal of Plant Physiology, 158, 7

⁴ Inger Merete Paulsen, Lecturer of bio-analysis, Cell biology, Department of Anatomy, University of Aarhus, Denmark

⁵ MEDIENZEIT aktuell 4_99, CD-ROM: Die Zelle I, Dr. rer. nat. Harald Becker, Diplom- und Eurobiologe, OStR an der Fachoberschule der Stadt Nürnberg, stellvertretender Leiter der Stadtbildstelle Nürnberg, Staatliche Landesbildstelle Südbayern und Nordbayern

⁶ Dr. Thomas Lisowsky, Universität Düsseldorf, Botanisches Institut

⁷ Pressemitteilung der digita-Geschäftsstelle, Institut für Bildung in der Informationsgesellschaft e.V., Sekretariat Prof. Dr. Hendricks, c/o TU Berlin vom 29.11.2001

⁸ Laudation for Winner EuroPrix 1999, 'Special Mention', see <http://www.europrix.org/>

multimedialen Realisierung wird „Die Zelle I“ mit der Comenius-Medaille 2000 der GPI ausgezeichnet.⁹

3.3. Berichte zum Einsatz im Unterricht

Die CD-ROM Zelle I ist zwar nicht für den Einsatz im Unterricht optimiert worden, wurde aber trotzdem im schulischen Bereich eingesetzt.

Der ausführlichste Einsatzbericht findet sich in einer schriftliche Hausarbeit im Rahmen der zweiten Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe I/II im Fach Biologie.¹⁰ Dort untersuchte Theo Schürholz die CD-ROM Zelle I und konzipierte eine Unterrichtsreihe über Photosynthese. Als positiv dargestellt wird, dass die CD „eine Menge an hervorragenden Bildern und Filmsequenzen“ enthält... Durch die interaktiven Elemente können die Schüler molekulare Reaktionen steuern und erleben.“

Kritisiert wird aber: “Die einzelnen Lerneinheiten sind zwar didaktisch aufbereitet; für den Einsatz im Unterricht fehlt aber ein didaktisch-methodisches Konzept. In so fern ist die CD eine multimediale Materialsammlung, die durch entsprechende Arbeitsblätter ergänzt und in die jeweilige Unterrichtskonzeption eingepasst werden muss.“ Auch der Grund hierfür wird erwähnt: „Dies liegt daran, dass die CD vorrangig als Edutainment für den Einsatz im Nachmittagsbereich konzipiert ist. Das IWF bereitet aber eine Version speziell für den Unterrichteinsatz vor, die modular aufgebaut ist und daher flexibler eingesetzt werden kann.“ (Siehe hierzu oben 2.2 Mediathek Zellbiologie).

Ebenfalls ausführlich untersucht wurde die CD-ROM Zelle I im Rahmen des BMBF geförderten Infoschul 1 Projektes.¹¹ Der Einsatz im Unterricht der Sek.II wurde getestet von Biologielehrern, Systemoperatoren, Schüler des Vorkurses Biologie, Jahrgang 11, Studienreferendarinnen/-referendare des Studienseminars für das Lehramt an Gymnasien im Fachseminar Biologie und InfoSCHUL –Projektleiter.

- „Die CD ist für einen sinnvollen Einsatz im Unterricht zu verspielt gemacht. Die Schüler werden so zwar motiviert, im Inhalt "herumzuklicken", eine intensive Auseinandersetzung mit der Materie unterbleibt aber.
- Das Anforderungsniveau der verschiedenen Teile der CD ist viel zu unterschiedlich. Einzelne Komponenten haben Mittelstufenniveau (Klasse 7/8) andere hingegen sind für die Oberstufe geeignet.
- Die Informationen basieren im Wesentlichen auf dem Bildmaterial des IWF. Dieses ist zwar interessant, für eine selbstständige Erarbeitung verschiedener Aspekte des Themas Zelle fehlen aber doch umfangreichere Textdokumente.“
- „Die CD "Die Zelle 1" besitzt die schweren Mängel, dass sie sich im Schulnetz nicht installieren ließ, somit nur lokal auf jedem einzelnen Rechner installiert werden muss. => Diese CD ist für den Einsatz in Schulen wenig geeignet, da der Betreuungsaufwand zu groß ist!“

⁹ L.A. Multimedia – 4. November 2000, Europäischer Medienwettbewerb Comenius 2000 – Comenius-Medaille, Laudatio von Prof. Dr. Gerhard Zimmer, Berlin im Namen der GPI-Jury

¹⁰ Der Einsatz der Multimedia CD-ROM „Die Zelle“ im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe - Didaktische und Methodische Überlegungen- Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der zweiten Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe I/II im Fach Biologie, Theo Schürholz, Bielefeld, August 2000

¹¹ Bewertung der CD-ROM "Die Zelle" [IWF] bzgl. ihres Einsatzes im Unterricht der Sek.II im Rahmen des Infoschul I Programms, siehe <http://www.bionet.schule.de/~grube/san4/GBE/Cytologie/CD/cd.htm>

- „Versuche wenig oder nicht geeignet, da z.T. zu einfach, z.T. zu wenig anspruchsvoll interaktiv, z.T. zu verspielt. Echte, interaktive Simulationen fehlen, genau diese wären aber für den unterrichtlichen Einsatz in der Sek.II dringend erforderlich.“

„Auf einer Arbeitstagung beim IWF kam es auch zu einem intensiven Gespräch der Herausgeber der CD mit den Projektkoordinatoren zur der Bewertung der CD bezüglich ihres Einsatzes im Unterricht der Sek.II. Dabei wurden von den Koordinatoren die oben aufgeführten Kritikpunkte der vorläufigen Bewertung vorgetragen. Die Herausgeber nahmen dazu Stellung. Dabei ergaben sich folgende Feststellungen:

Die uns vorliegende CD ist nicht originär für den Einsatz im Unterricht konzipiert! Sie ist eher für den "Nachmittagsbereich" gedacht, gehört als eher in das Segment "Edutainment" (=> damit waren viele unserer Kritikpunkte hinfällig...)

Eine kurze Bewertung der CD-ROM "cells - Mediathek Zellbiologie" kam zu besseren Ergebnissen: „Hier liegt ein modulares Angebot vor, das der Lehrer nach seinen unterrichtlichen Zwecken einsetzen kann! Die CD ist auf dem Server des Schulnetzes problemlos einsetzbar!“ Eine ausführliche Bewertung der Mediathek soll im Infoschulprojekt 2 im Jahr 2002 erfolgen.

3.4. Auswertung von Logfiles von cells.de

Als Beispiel für die Nutzung des Online Dienstes cells.de wird der September 2001 herangezogen. Mehr als 37.000 Besucher, die im Durchschnitt etwa 5 Minuten Zeit mitbrachten, hatte die Website in diesem Monat. Etwa 60% der Nutzer stammen aus deutschsprachigen Ländern, ca. 30% aus den USA. Mit großem Abstand folgen Nutzer aus Großbritannien und Kanada. 2500 Besucher nutzten die Website mehrmals, über 1000 Besucher verweilten länger als eine Viertelstunde.

Ca. 20.000 Video- und Multimediaobjekte wurden downgeloaded bzw. gestreamed, dies entspricht etwa 3 Gigabyte an Daten. Themen: ##

Die wichtigsten Suchbegriffe waren cell, cells, Pantoffeltierchen, Zelle, plant, euglena, plasmolyse, model und Pflanzenzelle.

cells.de - Nutzer- / Downloadstatistik

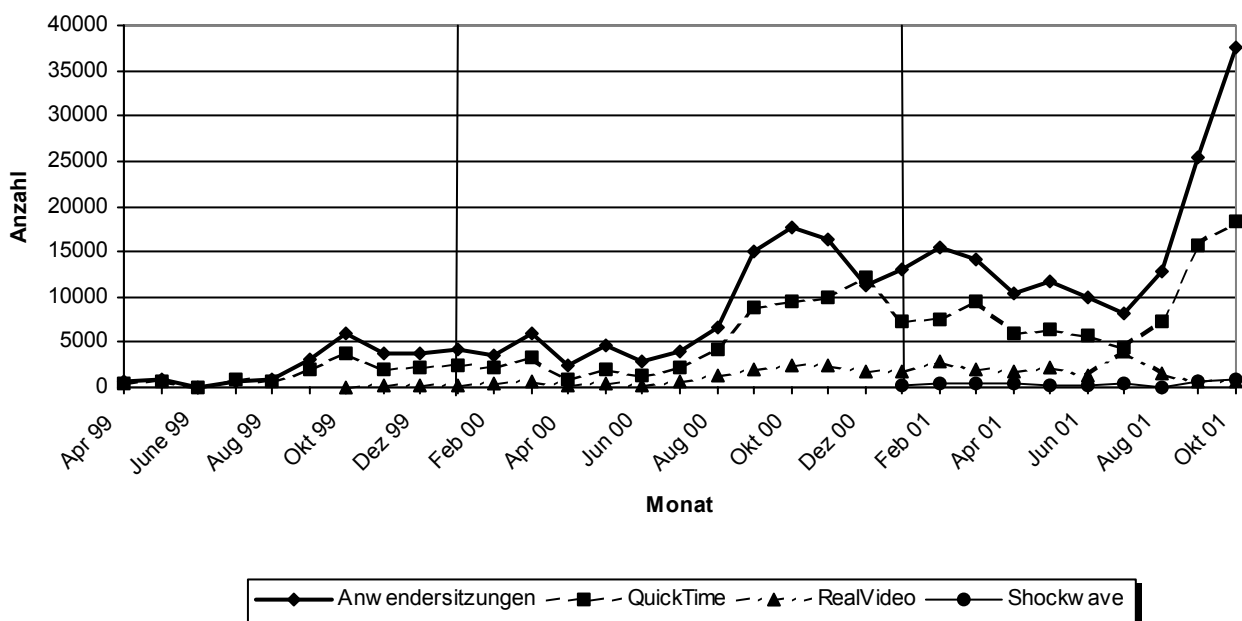


Abbildung 1: cells.de Nutzerstatistik

3.5. Auswertung von Links auf cells.de

Insgesamt wurden ca. 100 Links gefunden, die auf cells.de oder deren Unterseiten verweisen. Das Gros der Links findet sich auf Linksammlungen zu den Themengebieten Zellbiologie, Biologie, Biotechnologie, Gentechnik, Informationen für Lehrer, Multimedia-Produkte oder ähnliches. Wenige Seiten „bewerben“ z.B. die CD-ROMs Zelle I oder II. Fast 3/4 sind deutsche/deutschsprachige Seiten. Nur 28 Links finden sich auf internationalen (vor allem englischsprachigen) Seiten.

Besonders interessant ist, wie viele Nutzer über diese Links auf cells.de zugegriffen haben. Im Oktober wurden knapp 1500 Besucher über die us-amerikanische Website *The Biology Project*¹² auf cells.de geleitet. The Biology Project wird für die Unterrichtung von Studenten genutzt, und an einigen Stellen wird direkt auf thematisch passende Videos von cells.de gelinkt.##

Die Website cellbio.com¹³ versteht sich als Resource für Zell- und Molekularbiologen. Von ihr wurden im Oktober 2001 mehr als 800 Besucher auf cells.de verwiesen.

3.6. Eintragungen ins Gästebuch von cells.de

Vom Januar 1998 bis Dezember 2001 hatten wir 50 Einträge ins Gästebuch¹⁴ von cells.de. Einige Einträge stammen von Biologie-Lehrern:

- „Ich habe gerade ihre Seiten entdeckt und bin total begeistert. Ich bin Biologie-Lehrerin an einer Gesamtschule und gedenke vor allem die interaktiven Experimente zur Photosynthese im Unterricht einzusetzen.“
- “I am a science educator in the states. grades 11-12. This website is a wonderful tool to use to aid the students in visualizing all the different cell types!”
- „Obwohl die CD-Rom eher für Gymnasial-Interessenten gedacht ist, versuche ich doch, einige Filmsequenzen ohne Ton in den Klassen 5 und/oder 6 einer Berliner Grundschule einzusetzen.“

Schüler schreiben ca. die Hälfte der Kommentare ins Gästebuch – ihr Besuch war nicht immer freiwillig:

- „ich finde eure seite total langweilig wir müssen hier nur rein weil unsere Lehrerin das befiehlt“
- „Hallo Cells! Die Site ist echt super, sie hat mir beim Lernen oder Nachholen von versäumten Stoff echt sehr geholfen. Weiter so!“

Zumindest Hilfe bei den Hausarbeiten sollte rauskommen:

- „Könnten Sie mit mal bitte einen Vergleich zwischen Gefäßen und Siebröhren schreiben. Ich gehe in die 9. Klasse und brauche das ziemlich schnell! Warte auf Antwort!!“

Auch Studenten und Dozenten an Hochschulen nutzen die Website, schreiben aber meist nicht. Mit Ausnahmen:

¹² University of Arizona, www.biologyd.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html

¹³ <http://www.cellbio.com/>

¹⁴ <http://www.cells.de>

- „Dear Colleagues, Congratulations for your work and especially the support for the education community. I'm using your site as a reference for my Cell Biology Classes. Go ahead with your project. Warm regards, Francisco Carrapico, Dep. Plant Biology, University of Lisbon, Portugal”

Auch der interessierte Laie fühlt sich angesprochen:

- „Ich bin Topf-und Zierpflanzengärtner und erhoffe mir eigentlich auch irgendwo mal Pflanzenzellen zu sehen die auf Überdüngung oder Nährstoffmangel die verschiedenen typischen Reaktionen zeigen.“

3.7. Erfahrungen des Vertriebs

Neben dem Eigenvertrieb durch das IWF sind Lizenzverträge für die CD-Serie oder Teile davon abgeschlossen worden (Deutschland, Italien, Dänemark, Niederlande und Slowenien). Die meisten Erfahrungen liegen für den Vertrieb der CD-ROM Zelle I *Leben aus Licht und Luft - Chloroplast und Photosynthese* vor.

In Deutschland wurde sie ca. 3000 mal zu einem Verkaufspreis von DM 69.- verkauft, großteils über Direktvertrieb des Verlags Quelle und Meyer in Wiebelsheim. Kunden waren beispielsweise Biologielehrer, Hochschullehrer und interessierte Laien. Auch der Vertrieb der CD-ROM II läuft gut an.

In Italien hat der Verlag Le Science aus Mailand etwa 15.000 Kopien der italienisch übersetzten CD zu einem niedrigen Preis verkauft, großteils über Kioske. Die CD wurde optional im Bundle mit der italienischen Ausgabe von Spektrum der Wissenschaft abgegeben.

In Dänemark und den Niederlanden wurden englische Fassungen der CD verkauft, allerdings mit enttäuschendem Erfolg. In Slowenien wurde die CD mit finanzieller Unterstützung der dortigen Regierung ins Slowenische übersetzt.

4. Diskussion

Die Anforderungen der Nutzer multimedialer Lehr- und Lernmodule sind vielschichtig und nicht immer gut vorhersehbar. Obwohl weniger empirische Daten als Berichte von Nutzern für diese Untersuchung vorlagen, lassen sich dennoch einige Aussagen zu den Einsatzmöglichkeiten multimedialer Lehr- und Lernmodule treffen. Die CD-ROM Serie ist offensichtlich für das Selbststudium für Schüler, Studenten und interessierte Laien geeignet. Sie wurden entgegen der Intention des Herausgebers auch von Lehrern oder Dozenten zur Präsentation im Unterricht eingesetzt. Dies führte in vielen Fällen zum Erfolg, allerdings konnten systematische Untersuchungen Schwächen dieser Nutzungsmöglichkeiten aufdecken. Für die Mediathek Zellbiologie, die für die Präsentation im Unterricht entwickelt wurde, liegen noch keine ausreichenden Daten vor.

Die Website cells.de, die großteils nur Vorschaubilder von Medienmodulen liefert, wird offensichtlich häufig als ausreichende Informationsquelle zum Wissenserwerb genutzt, obwohl sie primär als Begleitung der CD-ROM-Serie konzipiert war. Sowohl Schüler, Lehrer, Studenten, Dozenten sowie interessierte Laien nutzen die Site.

Sowohl die Zugriffszahlen auf die Website als auch die Verkaufszahlen der CD-ROMs weisen auf insgesamt auf eine Akzeptanz des Medienangebots hin.

5. Ausblick

Die Weiterentwicklung des Medienangebots zur Zellbiologie und die Untersuchung des Einsatzes hat verschiedene Ansätze.

In Zusammenarbeit mit dem L3S (Learning Lab Lower Saxony) in Hannover und der TU Braunschweig Fachbereich angewandte Medienwissenschaft (Prof. Christian Floto) werden

im Projekt Vase einzelne Animationen des Wissenspools auf ihre mediendidaktische Effizienz geprüft.

Die Mediathek Zellbiologie soll in den Vertrieb gehen, um ihren Einsatz in Schulen und Universitäten konkret untersuchen zu können.

Im Projekt IWFdigiclip werden möglichst alle Module der Wissensrepräsentation in ein Content Management und E-Commerce System integriert, um die Online-Auslieferung zu testen.

Weiterhin ist eine Übersetzung des Online Dienstes cells.de und des Medienangebots – bislang in Englisch und Deutsch vorliegend - zusätzlich ins Spanische und Französische geplant. Damit sollen auch die Einsatzmöglichkeiten im internationalen Bereich ausgeweitet werden können.

Außerdem soll das Angebot durch Akquisition neuer Inhalte und Neuproduktionen verbreitert werden.

Dr. Uwe Sander

Dr. Getraude Kerlen

Dr. Ina Siebert

Dipl.-biol. Stephan Röhl

Prof. Dr. Bereiter-Hahn