Hochschullehrer als Autoren und Nutzer von Lehrsoftware

Institut für Informatik — Report 77

Th. Ottmann
Institut für Informatik, Universität Freiburg
Am Flughafen 17, 79110 Freiburg, Germany
ottmann@informatik.uni-freiburg.de

18. März 1996

Zusammenfassung

Wir berichten über eine Reihe von Versuchen, die an der Universität Freiburg durchgeführt wurden und die zeigen, wie auf den ersten Blick so verschiedene Tätigkeiten wie das Halten einer Vorlesung im Hörsaal, das Teleteaching und das Erstellen multimedialer Lehrsoftware, zusammenwachsen können. Diese „Authoring on the Fly“ genannte Methode beruht darauf, Rechner direkt als Präsentationsmedium für eine Vorlesung zu verwenden. Es wird dafür das aus dem MBone-Toolset bekannte Whiteboard *wb* benutzt. Damit können die vom Autor erzeugten Datenströme vom Dozentrechner per Multicast an andere Rechner übertragen werden. Mit der Aufzeichung aller Datenströme und ihrer automatischen Weiterverarbeitung kann man zugleich ein für die räumliche und zeitliche Offline-Nutzung gegeignetes multimediales Dokument erzeugen, das weit über eine übliche Videoaufzeichnung oder ein Replay der über das Netz gesendeten Datenströme hinausgeht. Diese Methode wurde für verschiedene Themen aus dem Bereich Algorithmen und Datenstrukturen zusammen mit Partnern aus mehreren deutschen Universitäten (München, Mannheim, Frankfurt) mehrfach erfolgreich durchgeführt.

1 Rechner zur Unterstützung der Lehre an Hochschulen

Die Computerinvestitionsprogramme CIP und WAP an den deutschen Hochschulen ebenso wie die inzwischen flächendeckende Vernetzung der Computer haben zu einer völligen Veränderung der Arbeitsumgebungen für Lehrende und Lernende geführt. Nicht nur Standardsoftware zur Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Datenverwaltung wird heute selbstverständlich genutzt. Die Kommunikation über hochschulübergreifende Netze, vor allem mit Hilfe der Dienste des Internet für elektronische Post, Newsgruppen, Filetransfer usw. haben dazu geführt, daß viele Prozesse der Informationsbeschaffung und des Anbietens von Informationen heute mit Hilfe von Rechnern ausgeführt werden. So ist es nicht nur in technischen Fächern heute üblich, Informationen, die das Lehr- und Forschungsangebot der Fachbereiche betreffen, über das WWW anzubieten oder abzurufen.

Langsam beginnt man auch mit der Einbeziehung des Computers in die Lehre selbst. Das wird zunehmend attraktiver, seit die Hardware und Software einen Leistungsstand erreicht hat, der die multimediale Aufbereitung und Nutzung von Lehrinhalten möglich macht. Simulationen, d. h. das Durchführen von Gedankenexperimenten, sind insbesondere in den Naturwissenschaften eine willkommene Ergänzung zur traditionellen Form der Lehre. Rechnergestützte Verfahren zur Darstellung dynamischer Prozesse, Visualisierung und Animation können viele komplexe Zusammenhänge häufig besser erläutern, als das ohne diese Hilfsmittel möglich wäre. Ganz vereinzelt findet man auch Beispiele dafür, daß Computer-Supported-Cooperated-Work Werkzeuge zur Durchführung von verteilten Seminaren benutzt werden. Zum Rechnen als zu dem eigentlichen Zweck, der den Computern ihren Namen gegeben hat, werden sie zunehmend weniger benutzt.

Trotz dieser vielfältigen Möglichkeiten, die heutige Computer zur Unterstützung der Lehre bieten, dominiert an den Hochschulen immer noch die traditionelle Form der Vorlesung, also der Frontalunterricht mit Tafelanschrieb, bisweilen mit Einsatz von Folien und Overheadprojektor. Studenten schreiben mit, was der Dozent vorträgt. Darüberhinaus erhalten sie allenfalls Kopien der Folien und können den Vorlesungsstoff in einem Begleitlehrbuch nachlesen. Hin und wieder mag der Dozent auch einen Videofilm oder, besonders in den Kulturwissenschaften, auch Dias zeigen, um einen bestimmten Inhalt in einer Lehrveranstaltung den Studenten zu vermitteln. Gerade Mathematiker haben eine hohe Kunst entwickelt, ganz ohne jede technische Unterstützung hochkomplizierte Gedankengänge Schritt für Schritt in säuberlicher Handschrift an der Tafel zu entwickeln.

Was sind die Gründe dafür, daß es die neuen Medien und die immer mächtigere Technik so schwer haben, die traditionelle Form der Lehre zu verdrängen? Zunächst einmal kostet die Produktion von Lehrsoftware aller Art, d. h. von einer tutoriellen Unterrichtslektion, ein paar Animationssequenzen, einer Simulation oder Visualisierung, sehr viel Zeit. Es gibt eine ganze Reihe von Erfahrungswerten die zeigen, daß man für eine Kontaktstunde am Rechner zwischen 200 und 500 Entwicklungsstunden für die Produktion der entsprechenden Software kalkulieren muß. Selbst wenn man sie nicht selbst entwickeln sondern nur von anderen übernehmen will, gibt es häufig Probleme, weil Schnittstellen nicht standardisiert sind oder nicht die richtige Ausstattung vorhanden ist, um von anderen entwickelte Software sinnvoll nutzen zu können. Die Scheu zur Nutzung der modernen Technik hängt sicher auch damit zusammen, daß Dozenten sich nicht gern von technischen Hilfsmitteln abhängig machen möchten. Eine traditionelle Vorlesung kann man auch noch am Abend vor dem Vorlesungtag präparieren, eine technisch aufwendige Präsentation mit Hilfe eines Computers aber sicher nicht. Und schließlich gibt es auch wenig Erfahrung und Wissen darüber, was denn wohl der beste Weg ist, einen gegebenen Inhalt zu vermitteln, also mittels Tafel und Kreide, Overheadfolien (die insbesondere die Informatiker zu schätzen und nutzen gelernt haben), durch eine Computeranimation oder -simulation, oder wie auch immer.

Weil Hochschullehrer als Experten für ein Fachgebiet möglichst wenig mit den noch bestehenden Schwierigkeiten bei der Herstellung, Verteilung und Nutzung multimedial aufbereiteter Inhalte für die Lehre an Universitäten belastet werden möchten, ist es also erforderlich, nach Wegen zu suchen, die sie davon entlasten und dennoch ihre spezifischen Stärken optimal nutzen. Wir skizzieren im folgenden einen solchen Weg, den wir in der letzten Zeit an der Universität Freiburg durch Experimente erprobt haben.

2 Verfahren zur Herstellung von Lehrsoftware

Nur selten gelingt es einem einzelnen Hochschullehrer, formal und inhaltlich anspruchsvolle Software zur Lehrunterstützung zu entwickeln. Daher ist es nicht verwunderlich, daß die dominierende Form zur Herstellung von Lehrsoftware, insbesondere zur Entwicklung anspruchsvoller Simulations- und Animationspakete ebenso wie sog. tutorieller Unterrichtslektionen, darin besteht, ein Team zusammenzustellen. Ein solches Team besteht aus den für den Inhalt verantwortlichen Hochschullehrern (Content Provider), Experten für Medientechnik (also Systemspezialisten etwa Fachleuten für die Benutzung von Autorensystemen wie Toolbook, Authorware, Macromind Director, Hypercard, Showcase) und Experten für Design und Didaktik (also etwa Pädagogen und Kognitionswissenschaftlern). Sie bereiten gemeinsam ein für den Einsatz in der Lehre an Hochschulen geeignetes Thema als multimediales Unterrichtspaket auf.

Der erhebliche zeitliche und finanzielle Aufwand bei dieser Form der multimedialen Aufbereitung von Inhalten für die Lehre bedeutet aber, daß diese Form nur für auf längere Zeit stabile, an vielen Orten nutzbare und standardisierte Inhalte infrage kommt. Das heißt, das Verfahren ist teuer in der Herstellung, vermag aber gute Qualität zu liefern.

Dafür gibt es auch in der Informatik bereits eine ganze Reihe überzeugender Beispiele, z. B. eine CD-ROM von Time Warners „How computers work“ [1] und die multimediale Version eines Standardlehrbuches über Design und Analyse von Algorithmen von Cormen, Leiserson, Rivest [2] oder auch ein Programm für den Physikunterricht (*Albert*, Springer-Verlag) [3]. Ein Nachteil dieser Pakete ist jedoch meistens, daß es sich um geschlossene Systeme handelt, die änderungsunfreundlich sind und es einem Hochschullehrer in der Regel nicht erlauben, auf einfache Art und Weise aus dem angebotenen Material nach eigenem Gutdünken auszuwählen und Neues zusammenzustellen.

Daß es so schwierig ist, für einen einzelnen Hochschullehrer auch formal überzeugende Lehrsoftware zu produzieren, hängt auch mit der Unzulänglichkeit heute verfügbarer Werkzeuge zusammen. Hier ist die Situation anders als bei der Herstellung wissenschaftlicher Texte für Zeitschriften oder Bücher. Dafür gibt es eine Reihe von ausgezeichneten Werkzeugen, die es auch einem Nichtfachmann erlauben, das ganze typographische Wissen, das in diesen Werkzeugen enthalten ist, für eine perfekte Darstellung seines Inhaltes zu nutzen. Man denke etwa an das bei Informatikern und Naturwissenschaftlern verbreitete System LaTeX. LaTeX erlaubt eine logische Auszeichnung von Dokumenten. Das Layout übernimmt das System ohne Eingriffe des Autors.

Für die multimediale Aufbereitung von Lehrinhalten hingegen dominieren nach wie vor die sogenannten WYSIWIG-Systeme (What You See Is What You Get), d. h. der Autor muß sämtliche Layoutdetails explizit angeben und in aller Regel die zur Präsentation eines Inhaltes benutzten Bildschirmseiten im Direkt-Manipulationsmodus erstellen. Angesichts der heute nahezu unübersehrbaren Fülle von Möglichkeiten, die moderne Autorensysteme bieten, ist aber der Autor, auf sich allein gestellt, hoffnungslos überfordert und nicht in der Lage, die vielfältig ihm angebotenen Möglichkeiten sinnvoll zu nutzen. Eine Verbesserung dieser Situation kann also nur erwartet werden, wenn eine Weiterentwicklung von Werkzeugen multimedialer Systeme in die Richtung typ- und regelgesteuerter Autorensysteme erfolgt. Daß das prinzipiell möglich ist, haben wir in einem Forschungsprojekt nachgewiesen [4]. Offenbar scheint aber der kommerzielle Anreiz zur Entwicklung solcher fortgeschrittenen Autorensysteme nicht groß genug zu sein, um hier mit einer raschen Änderung der Situation rechnen zu können.

Wesentlich erfolgversprechender scheint uns daher ein Ansatz zu sein, den wir als „Authoring on the fly" bezeichnen. Hier wird versucht, die verschiedenen Vorteile der traditionellen Form der Aufbereitung von Unterrichtsinhalten für die Lehre weitestgehend beizubehalten und mit den Vorteilen multimedialer Rechnersysteme zu verbinden.

Der wichtigste Unterschied zur traditionellen Form der Lehre besteht darin, daß anstelle einer Tafel bzw. eines Overheadprojektors der Rechner als „elektronische Tafel" benutzt wird. Auf dieser „elektronischen Tafel" kann vielfältiges Material aus unterschiedlichen Quellen präsentiert, kommentiert, animiert und weiterbearbeitet werden. Wir haben es also mit einem offenen System im Gegensatz zu geschlossenen Systemen traditioneller Autorensysteme zu tun. Ein solcher mit Hilfe des Rechners gehaltener Vortrag, kann, wenn es richtig unterstützt wird, auf ein im Hintergrund befindliches, multimediales Informationssystem zugreifen, das nicht einmal physisch an einem Ort, sondern, wie heute im WWW, auf einer großen Zahl weltweit verstreuter Rechner abgelegt sein kann.

Darüberhinaus ist es möglich, solche Rechnervorlesungen über die Datennetze an andere Orte zu übertragen und auch für spätere Off-line-Nutzung aufzuzeichnen. Dieser Ansatz, dem wir im folgenden etwas genauer erläutern werden und bereits experimentell erfolgreich erprobt haben, läßt also heute noch getrennte Formen der Lehre wie die Life-Vorlesung im Hörsaal, Computerpräsentation, Tele-Teaching und Lehrsoftwareerstellung zusammenwachsen.

3 Authoring on the fly: Scenario

Als eine mögliche Folge des Ausbaus der weltweiten Computervernetzung zu Information-Highways findet man in der öffentlichen Diskussion eine Vision der Universität der Zukunft, die mit den Schlagworten *virtueller Hörsaal* oder als *virtuelle Universität* beschrieben wird.

Obwohl Veränderungen gerade im Bildungsbereich nur sehr langsam erfolgen, kann man doch sagen, daß diese Vision keine reine Utopie ist, sondern auf realen Möglichkeiten begründet, die heute schon prototypisch experimentell erprobt werden können. Wir haben dies an der Universität Freiburg mehrfach getan, indem wir am Rechner gehaltene Vorlesungen an andere Universitäten (nach Frankfurt, Karlsruhe, Mannheim und München) übertragen haben.

Wie sieht eine solche am Rechner gehaltene Vorlesung aus? Zunächst bereitet der Dozent die Vorlesung in ganz traditioneller Weise vor, d. h. er konzentriert sich auf die inhaltliche Durchdringung und didaktische Aufbereitung des Stoffes, so, als würde er einen Vortrag etwa mit Hilfe eines Overheadprojektors halten. Allerdings bereitet er Folien auf dem Rechner als farbige Postscriptfiles vor mit einem Standardwerkzeug, z. B. mit Showcase, Framemaker, LaTeX oder irgendeinem anderen Werkzeug. Dabei ist allerdings darauf zu achten, daß gute Folien nicht zu viel Text enthalten sollten und eher als Schablonen und Vorlagen für die weitere Bearbeitung während der Vorlesung benutzt werden sollten.

Daneben müssen auf dem benutzten Rechner natürlich auch Bild- und Tondokumente aus entsprechenden Multimedia-Datenbanken, ebenso Simulationen und Animationen, als Applikationsprogramme bereitgestellt und installiert sein. Die eigentliche Vorlesung läuft dann wie folgt ab:

Der Dozent aktiviert der Reihe nach die einzelnen Bildschirmseiten, d. h. der blättert die Folien statt auf dem Overheadprojektor auf dem Rechner auf, er kommentiert, markiert und zeichnet auf diesen Folien wie in einer ganz normalen Vorlesung und benutzt dazu Werkzeuge, die ihm die elektronische Tafel zur Verfügung stellt.

Wir haben in Freiburg dazu das White Board wb aus dem MBone-Toolset [5] genommen. Die Wahl dieses White Boards hatte rein pragmatische Gründe, weil wir kein anderes passendes Werkzeug finden konnten. Es reicht, wie wir noch genauer erläutern werden, bei weitem nicht aus, um allen Ansprüchen einer am Rechner gehaltenen Vorlesung gerecht zu werden. Bei sorgfältiger Auswahl von Themen kann man aber doch bereits erstaunlich viel damit machen.

Der Dozent lehrt also wie in einer normalen Vorlesung, indem er die jeweils aufgeblätterten Folien kommentiert, markiert, ergänzt, neben diesen Folien u. U. auch eine Simulations- oder Animationssequenz als Applikationsprogramm auf dem Rechner startet oder andere multimediale Anteile aus

Informations-Datenbanken abruft und präsentiert bzw. kommentiert. Lokal werden alle Aktionen des Dozenten über einen Großbildprojektor auf die Leinwand im Hörsaal projeziert, so daß die Studenten unmittelbar verfolgen können, was der Dozent erläutert.

Die Benutzung des White Boards wb aus dem MBone-Toolset hat aber den höchst erfreulichen Nebeneffekt, daß die White Board Aktionen auch an entfernte Rechner übertragen werden können zusammen mit einem Audio- und Videostrom, d. h. den verbalen Erläuterungen des Dozenten und Bewegtbildern des Dozenten. Selbstverständlich können Studenten im Hörsaal Fragen stellen, die vom Dozenten beantwortet werden. Über den Rückkanal des MBone-Systems ist dies aber auch entfernten Studentengruppen möglich.

Themen, die wir auf diese Weise auf einer am Rechner gehaltenen Vorlesung sowohl lokal wie auch extern behandelt haben, gehören zum Kern eines jeden Informatikstudiums, und zwar zum Bereich Algorithmen und Datenstrukturen. In bis zu 90-minütigen Vorlesungen haben wir Grundprinzipien des Algorithmenentwurfs behandelt und zwar das sog. Backtrack-Prinzip, das Divide-and-Conquer-Prinzip und das Prinzip der rekursiven Entwicklung von Programmen (erläutert am Beispiel des Tower-of-Hanoi-Problems). Die Themen eigenen sich für diese Art der Rechnervorlesung deswegen besonders gut, weil sie mit ganz einfachen Animationen, die man direkt online am Bildschirm per Hand ohne jede Vorbereitung durchführen kann, auskommen.

Aus den Reaktionen unserer eigenen Zuhörer ebenso wie auch der Zuhörer an den anderen Orten, die nur durch Rechner und das Internet mit Freiburg verbunden waren, kann man entnehmen, daß diese Form des Tele-Teaching zwar nicht ganz aber doch nahezu perfekt ist, d. h. wenn die benutzten Werkzeuge, der jeweils ausgewählte Stoff und die fachliche Kompetenz des Dozenten zusammen passen, dann macht es kaum einen Unterschied, ob die Studenten life im Hörsaal sitzen oder an einem über das Internet mit dem Dozentenrechner verbundenen entfernten Rechner der Vorlesung folgen.

Diese Form der Lehre kommt der traditionellen Form sehr nahe, und das gilt nicht nur für die Studenten sondern auch für den Dozenten, d. h. heißt, er kann sich voll auf den Inhalt konzentrieren. Allerdings muß er natürlich die Möglichkeiten des von ihm benutzten White Board, also der elektronischen Tafel, kennen, um die (bei wb allzu spärlichen) Möglichkeiten richtig nutzen zu können.

Daß das White Board aus dem MBone-Toolset nicht ideal ist, ist natürlich nicht verwunderlich, denn dieses Werkzeug ist auch für einen ganz anderen Zweck, nämlich als Cooperated-Supported-Work-Tool auf Internetbasis konzipiert worden und nicht als elektronische Tafel zur Unterstützung von am Rechner gehaltenen Vorlesungen. D. h. schon bei den genannten und sorgfältig auf die Möglichkeiten des White Board wb abgestimmten Inhalten gab es eine Reihe von Features, die der Dozent hier schmerzlich vermisst hat, z. B. keine Grouping-Möglichkeit für Graphikobjekte, keine Möglichkeit, eine Applikation vom White Board aus zu starten und zu kontrollieren und schließlich keine Transparenz zu offenen Hypermedia-Informationssystemen, wie WWW oder ähnliches.

Allerdings zeigte sich auch, daß für erfolgreiches Teleteaching keineswegs Videoqualität und Bandbreiten erforderlich sind, wie sie für das Video-on-Demand gebraucht werden. Vielmehr kommt man schon mit relativ geringer Bandbreite aus (ca. 2 Megabit/sec. reichen aus). Denn die vom Dozenten am Rechner aufgeschlagenen Folien werden vorab an die entfernten Rechner übertragen, während der Vorlesung dann nur noch die Aktionen des Dozenten auf dem White Board, also ein relativ geringer Datenstrom. Hinzu kommen die Ton und Bildübertragung. Die Erfahrung zeigt, daß eine einigermaßen verzögerungsfreie Übertragung des Tones weit wichtiger ist als eine kontinuierliche Übermittlung von Bewegtbildern. Bewegte Bilder sind dann von Interesse, wenn gerade auf dem White Board nichts passiert. Sonst konzentrieren sich die Zuhörer ohnehin mehr auf die Aktionen auf dem White Board.

Wie bereits erwähnt haben wir das White Board wb des MBone-Toolset nur deswegen benutzt, weil kein anderer einigemaßen brauchbarer Ersatz für eine elektronische Tafel verfügbar war. Unser Ziel ist aber weniger das damit mögliche Tele-Teaching als vielmehr die Aufzeichnung und automatische Weiterverarbeitung solcher mit Hilfe eines White Board's am Rechner gehaltenen Vorlesungen zu einem vielfältig, auch off-line nutzbaren Multimediadokument. Hier steckt der eigentliche Kern unseres Ansatzes zur Lehrsoftwareproduktion, d. h. , sieht man einmal von den Tele-Teaching-Aspekten ab, die ohnehin sofort verloren gehen wenn man mächtigere, von uns selbst entwickelte White Boards verwendet, so kann man eine am Rechner gehaltene Vorlesung aufzeichnen und mit anderen Unterrichtsmaterialien zusammenbinden, die dann von Studenten im Anschluß an die Vorlesung zur Prüfungsvorbereitung usw. benutzt werden können und deutlich mehr Möglichkeiten bieten als etwa eine einfache Videoaufzeichnung oder ein Lehrbuch. Wir erläutern jetzt die Transformation einer am Rechner gehaltenen Vorlesung in ein Multimediadokument genauer.

4 Überführung von Rechnervorträgen in Multimediadokumente

Welche Schritte sind erforderlich, um aus einem am Rechner gehaltenen Vortrag automatisch ein für die spätere Offline-Nutzung geeignetes, über eine Videoaufzeichnung hinausgehendes Multimediadokument zu erzeugen?

Dazu werden zunächst Bild- und Tonaufzeichnungen der gesamten Sitzung am Rechner einschließlich eventueller Reaktionen von Zuhörern digitalisiert. Dann werden sämtliche White Board Aktionen aufgezeichnet mit einem speziellen, dafür von uns entwickelten, Werkzeug. Als Event-Spur zur Synchronasition der verschiedenen Datenströme benutzen wir zur Zeit die Tonspur, infrage kommt aber auch der sog. Systems-Stream des MPEG-Standards. Diese Daten werden nun zusammen mit den Folien (Postscriptfiles) zu Display-Listen weiterverarbeitet, d. h. zu jedem Zeitpunkt der Event-Spur wird die Liste derjenigen Objekte berechnet, die zu diesem Zeitpunkt während des Rechnervortrages auf dem Bildschirm sichtbar waren. Diese Display-Listen können durch ein Programm (Syncview) sichtbar gemacht werden und ermöglichen darüberhinaus ein Vor- und Zurückgehen innerhalb des Rechnervortrages (mit Hilfe eines Sliders), ebenso wie das direkte Hineinspringen an bestimmten Stellen des am Rechner gehaltenen Vortrags.

In dieser Form wird der digitalisierte und aufgezeichnete Rechnervortrag zusammen mit anderen Dokumententeilen, das sind Artikel, Buchkapitel, Animations- und Simulationssequenzen, Glossar usw. , in der Datenbank eines hypermedialen Informationssystems abgelegt und mit Hilfe von automatisch generierten oder per Hand gesetzten Verweisen zu einem multimedialen Dokument miteinander verknüpft. Als Verknüpfungsinstrument haben wir das an der TU Graz entwickelte Hypermedia-System Hyper-G verwendet [6]. Es erlaubt auf sehr bequeme Art und Weise die Verknüpfung von aus ganz unterschiedlichen Quellen stammenden, multimedialen Dokumenten, insbesondere auch das Setzen von Links zwischen textuellen Dokumenten in Postscript-Form und einzelnen Frames digitalisierter Filme. Damit erhält man ein für die Offline-Nutzung geeignetes multimediales Dokument, das ganz neue Möglichkeiten des Lernens und Nachbearbeitens von Vorlesungen oder des Durcharbeitens wissenschaftlicher Arbeiten erlaubt. Wir erläutern das an einem Beispiel:

Nehmen wir etwa an, daß ein Student, der sich auf eine Prüfung vorbereiten möchte und dazu ein Kapitel eines Lehrbuches liest, dabei das Verfahren Quicksort als eines der wichtigsten Sortierverfahren sich noch einmal anschaut. Dann kann er ausgehend von entsprechenden Verweisen in der digitalisierten Fassung dieses Buches direkt Animationen und Simulationsprogramme aufrufen, die ihm das Verfahren und seine Grundstruktur veranschaulichen. Hat er Probleme beim Verständnis der nicht einfachen Analyse dieses Verfahrens, die zwar im Lehrbuch beschrieben ist, die er aber vielleicht nicht versteht, so kann er durch einen einfachen Mausklick in den entsprechenden Vortrag des Dozenten hineinspringen und verfolgen, wie der Dozent das in seiner Vorlesung erläutert hat (wenn er das getan hat). Er kann von dort zurück in den Text über entsprechende Verweise kommen und ggf. auch ein Glossar konsultieren oder eine Suchfunktion benutzen, um nähere Informationen zu von ihm nicht verstandenen Teilen zu erhalten.

Es dürfte klar sein, daß man hier nicht anstrebt, den Dozenten durch eine Aufzeichnung seiner Vorlesungen zu ersetzen, sondern den Studenten beim Verständnis schwieriger Inhalte dadurch besser zu unterstützen, daß man ihm ganz gezielt die Möglichkeit bietet, auf Informationen zuzugreifen, wie sie in Büchern üblicherweise nicht enthalten sind. Das heißt, verbale, das wesentliche herauspräparierende Erläuterungen eines Dozenten, Möglichkeiten zur Illustration komplexer Vorgänge durch Animationen, Simulationen und ähnliches.

Wir haben zur Erzeugung solcher multimedialer Dokumente aus Rechnervorträgen zu Prinzipien des Algorithmenentwurfs bisher Rechner verwendet, die Studenten üblicherweise nicht privat besitzen. Es ist aber klar, daß man diesen Ansatz weiterentwickeln kann, so daß die entstehenden Multimediadokumente auf CD-ROM abgelegt und auch auf PC's des heutigen Industriestandards nutzbar werden. Ob diese Form der Aufbereitung von Inhalten zu multimedialen Dokumenten mit einer am Rechner gehaltenen Vorlesung als wesentlichem Kern von Studenten auch benutzt werden, hängt unserer Einschätzung nach ganz entscheidend davon ab, ob die Inhalte dies tatsächlich erfordern. Das heißt, sie sollten nicht zu einfach sein und wirklich so anspruchsvoll, daß die simple Lektüre eines Buches oder Artikels zum Verständnis in der Regel nicht ausreicht.

5 Werkzeuge

Um den skizzierten Weg der Erstellung multimedialer Dokumente für Unterrichtszwecke erfolgreich gehen zu können, benötigt man eine ganze Reihe von Werkzeugen, die das Halten von Vorträgen am Rechner, ihre Aufzeichnung und Weiterverarbeitung, unterstützen.

Dazu gehört zunächst eine *elektronische Tafel*, ein sog. White Board. Es muß das Anzeigen, Überlagern, das Vor- und Zurückblättern in Folien in verschiedenen Formaten (z. B. im Postscript- oder HTML-Format) erlauben. Es sollte möglich sein, digitalisierte Bilder und Graphiken in das White Board hineinzuladen, ggf. aus unterliegenden Multimedia-Datenbanken. Bildschirmseiten sollten dynamisch verändert werden können, z. B. durch Überlagern von Graphiken einschließlich von „Undo“ wie es manchmal mit Hilfe übereinandergeklappter Folien auf dem Overheadprojektor praktiziert wird. Man muß auf dem White Board zeichnen, schreiben, etwas hervorheben, hineinzoomen usw. können. Um die besonderen Stärken des Haltens von Vorträgen am Rechner im Gegensatz zur traditionellen Form an der Tafel oder mit Hilfe eines Overheadprojektors überhaupt richtig nutzen zu können, sollte es auf jeden Fall möglich sein, Animationen vom White Board aus zu starten und zu kontrollieren. Kurz, als Fernziel sollte es schließlich möglich sein, ein White Board als eine Art transparente elektronische Tafel auf einem unterliegenden mächtigen multimedialen Informationssystem, wie WWW und ähnliches, benutzen zu können. Daß das wb aus dem Mbone-Toolset nicht diese Möglichkeiten bietet dürfte klar sein. Wir haben aber illustriert, daß es bei sorgfältiger Wahl der Inhalte und geschickter Nutzung seiner Fähigkeiten durchaus geeignet ist, um erste postitive Erfahrungen mit solchen Tools zu sammeln.

Als nächstes benötigt man *Recorder zur Aufzeichnung von Rechnervorträgen* (Lesson Recorder). Es gibt zwar für Mbone-Sessions sog. Mbone-Recorder. Diese leisten aber nicht das, was zur Umsetzung eines Rechnervortrags in ein für die Offline-Nutzung geeignetes Multimediadokument erforderlich ist. Denn es genügt ganz offensichtlich nicht ein einfaches Aufzeichnen sämtlicher mit Hilfe der Mbone-Tools übermittelter Datenströme und deren Replay, vielmehr ist eine echte Synchronisation der Audio-, Video- und White Board-Aktionsströme erforderlich incl. so komplizierter Fälle wie das Starten und Kontrollieren von Animationen, das Einholen von Dokumenten aus multimedialen Informationssystemen u.s.w. Alle diese Datenströme sind so zu synchronisieren, daß zu jedem Zeitpunkt der die Datenströme über die Zeit kontrollierenden Event-Spur in entsprechenden Display-Listen genau die Situationen festgehalten werden, die jeweils auf dem White Board akkumuliert waren. Damit ist klar, daß mit jeder Erweiterung des White Board's zugleich auch eine Erweiterung der entsprechenden Lesson Recorder erforderlich wird.

Um die von den Lesson Recordern aufgezeichneten und weiterverarbeiteten Daten schließlich in einem offenen Multimediasystem nutzen zu können, sind entsprechende *Vernetzungs-Tools* erforderlich. Sie müssen es erlauben, Verweise zwischen Dokumenten sehr unterschiedlicher Herkunft und Struktur, insbesondere also solchen mit einer zeitlichen Komponente wie Filmen, Audioströmen, Animationssequenzen usw. zu setzen. Herkömmliche Vernetzungs–Tools wie das WWW oder Hyper-G erlauben zwar in der Regel das Vernetzen, leisten aber nicht die für eine sinnvolle Nutzung erforderliche Synchronisation. Hier sind noch viele Fragen offen. Beschränkt man sich allerdings auf Datenströme für Animationen oder Visualisierungen feiner Granularität, kann man insbesondere das System Hyper-G auch jetzt schon als geeignetes Werkzeug zur Vernetzung verwenden.

Will man schließlich die durch Aufzeichnung entstandenen Rechnervorträge weiterbearbeiten, etwa um Fehler des Dozenten im mündlichen Vortrag zu korrigieren oder Sprechpausen herauszuschneiden, aus mehreren Vorträgen Teile neu zusammenzustellen usw. , benötigt man entsprechende *Editore*. Hier genügen die konventionellen Audio- und Video-Editore keineswegs, weil für eine korrekte Überarbeitung solcher Dokumente immer auch bedacht werden muß, welche Daten zum jeweiligen Zeitpunkt auf dem White Board sichtbar waren, also nicht nur die jeweils vom Dozenten aufgeblätterte Folie, sondern auch das, was er während seines Vortrags auf diesen Folien gezeichnet und markiert hat, welche Animation gerade eingespielt wurde, welches Bild oder Tondokument aus einem unterliegenden Informationssystem eingespielt wurde und so fort. Wir haben bisher auf eine Nachbearbeitung von am Rechner gehaltenen Vorträgen verzichtet. Das ist dann akzeptabel, wenn man bei evtl. Fehlern in die multimedialen Dokumente selbst zusätzliche Hinweise nachträglich einbauen kann, die den Benutzer an den entsprechenden Stellen auf ggf. notwendige Änderungen hinweisen.

6 Schluß: Kurz- und langfristige Wirkungen

Durch eine ganze Reihe von erfolgreich durchgeführten Experimenten konnten wir belegen, daß es bereits heute möglich ist, zunächst noch getrennt erscheinende Tätigkeiten wie das Halten einer Vorlesung im Hörsaal, Rechnerpräsentation und Tele-Teaching, Lehrsoftware-Produktion zusammenwachsen zu lassen. Ausgehend von einer am Rechner gehaltenen Vorlesung kann man hochwertige, für die räumliche und zeitliche Offline-Nutzung geeignete multimediale Dokumente erzeugen. Sie können mit Hilfe der im Aufbau befindlichen Datenautobahn oder zur Zeit auch noch mit CD-ROM problemlos vervielfältigt und verteilt werden.

Dies zeigt, das die Vision *virtueller Hörsäle* oder gar einer ganzen *virtuellen Universität* keinesfalls eine Utopie ohne realen Hintergrund ist. Ganz im Gegenteil, wenn wir als Hochschullehrer in unserer ureigenen Domäne als „Content Provider“ für anspruchsvolle Inhalte auch in Zukunft bestehen wollen, scheint es notwendig, mit den neuen Möglichkeiten viel stärker zu experimentieren und sie auch zu nutzen. Denn wie in anderen Bereichen wird man davon ausgehen können, daß auch im Bereich der Lehre an Hochschulen die komfortable Situation für die Hochschullehrer, daß sie als Informationsanbieter eine konkurrenzlose Stellung haben, aufhören wird, sobald die Informations-Highways es erlauben, große Datenströme problemlos an die Endverbraucher, sprich die Studenten, zu bringen. Bereits jetzt kann man beobachten, daß das Angebot von über das Internet verbreiteten Vorträgen ständig zunimmt (etwa als Mbone–SD–Sessions). Wir haben gesehen, daß bereits dieses einfache Mittel es erlaubt, die beim traditionellen Unterrichssystem an den Hochschulen erforderliche räumliche und zeitliche Kopplung von Informationsanbietern und Informationsnachfragern aufzubrechen. Das war möglich, obwohl die verwendeten Werkzeuge überhaupt nicht für eine kontinuierliche Datenübermittlung konzipiert waren. Sind erst einmal andere Datenübermittlungsprotokolle wie ATM verbreitet und etabliert, wird der Angebotsdruck, insbesondere aus den amerikanischen Universitäten, sicher stärker. Denn diese Hochschulen haben langjährige Erfahrung in der Vermarktung und Verbreitung ihres Bildungsangebotes.

Natürlich werden damit die Hochschullehrer nicht überflüssig. Man braucht sie nach wie vor als Content-Provider und besonders auch, um die Betreuungs-, Beratungs- und Prüfungskomponente zu sichern, ohne die universitäre Ausbildung nicht erfolgreich organisiert werden kann. Auch dafür kann man freilich Datennetze benutzen. Wir sollten unverzüglich damit beginnen, in all diesen Bereichen Erfahrungen zu sammeln und mit den technischen Möglichkeiten zu experimentieren. Denn der Ausbau der Information-Highways wird den Hochschullehrern nicht nur ungeahnte neue Möglichkeiten eröffnen, sondern sie auch zunehmend einem weltweiten Konkurrenzdruck bei der Vermittlung ihres Angebotes aussetzen.

Literatur

[1] Warner New Media. *How computers work.* CD-ROM, 1993.

[2] T. Cormen, C. Leiserson, and R. Rivest. *Introduction to Algorithms.* MIT Press, 1990.

[3] M. Wuellenweber. *Albert (CD-ROM).* Springer-Verlag (electronic media), 1994.

[4] F. Augenstein, Th. Ottmann, and J. Schöning. *Ein typ- und regelgesteuertes Autorensystem.* In H. Maurer, editior, Hypertext/Hypermedia 91, pages 25–33, Graz, Austria, 1991. Springer Verlag, Informatik-Fachbericht Nr. 276.

[5] H. Eriksson. *Mbone: The multicast backbone.* ACM Communications, 37:54–60, 8 1994.

[6] F. Kappe, H. Maurer, and N. Scherbakov. *Hyper-G – a univeral hypermedia system.* Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 2:39–66, 1 1993.