

Universität-Gesamthochschule Paderborn  
Fachbereich 17 (Mathematik/Informatik)

*Erstellung und Evaluation  
präsentationsbezogener  
Audio-Annotationen*

*Robert Grimm*

*Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung  
für das Lehramt für die Sekundarstufe II  
im Fach Informatik*

*vorgelegt bei  
Prof. Reinhard Keil-Slawik  
Paderborn, Juni 1999*

***„Ei, Großmutter, was hast du für große Ohren!“  
„Daß ich dich besser hören kann“***

Aus „Rotkäppchen“ (Brüder Grimm 1949)

## ***Inhalt***

Einleitung.....	3
1 Über das Verständnis von Technik und Medien.....	5
1.1 Medienfunktionen.....	5
Die primären Medienfunktionen.....	5
Die sekundären Medienfunktionen.....	7
Die tertiären Medienfunktionen.....	8
1.2 Lernförderliche Infrastrukturen.....	8
Kriterien der Alltagstauglichkeit.....	8
Medienbrüche.....	9
DISCO.....	10
Einbettung in die Fachbereichsinfrastruktur.....	11
DISCO-spezifische Einrichtungen.....	12
1.3 Organisation der Lehre.....	15
Das Lehrangebot.....	16
Produktion der Unterrichtsmaterialien.....	16
Die Vorlesungen.....	19
Die Übungen.....	20
Prüfungen.....	21
2 Ein einfaches Verfahren zur Erstellung von Audio-Annotationen.....	23
2.1 Motivation.....	23
2.2 Evolution des Aufnahmeverfahrens.....	24
Die ersten beiden Vorlesungen „Informatik und Gesellschaft“.....	25
Umzug in den elektronischen Seminarraum.....	26
Der nächste Schritt.....	26
Alltagstauglichkeit erreicht.....	27
Die erste Hälfte der Vorlesung „Software-Ergonomie“.....	28
Die letzten Änderungen.....	28
Die nächste Generation.....	30
2.3 Die Nachbearbeitung.....	31
Rauschunterdrückung und Lautstärkeanpassung.....	31
Das Zerschneiden der Audiodatei.....	32
Komprimierung der Audio-Annotationen.....	34
Einbinden der Materialien.....	34
Datensicherung.....	36
2.4 Typische Vortragssituationen und Unterrichtsmaterialien.....	36
Länge der Ausführungen.....	37
Interaktion mit dem Auditorium.....	39

---

## Inhalt

---

Folienwechsel im Redefluß.....	40
Sprünge zwischen den Folien.....	41
Diskrepanzen.....	42
2.5 Einsatz in der Lehre.....	44
3 Einordnung und Bewertung des Verfahrens.....	47
3.1 Bewertung der Alltagstauglichkeit.....	47
3.2 Die Benutzung der Audio-Annotationen.....	49
3.3 Beschreibung vergleichbarer Ansätze.....	51
Authoring on the Fly (AOF).....	52
Classroom 2000.....	53
3.4 Vergleich der Projekte.....	54
4 Fazit und Ausblick.....	57
Literatur.....	58
Die CD zur Examensarbeit.....	60

## ***Einleitung***

In Paderborn setzte die Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ – in der gleichnamigen Vorlesung – zum ersten Mal 1993 das World Wide Web zur Bereitstellung von ergänzenden Unterrichtsmaterialien ein. Daraus entwickelte sich der heutige Forschungsschwerpunkt „Lernförderliche Infrastrukturen“. Die Forschungsziele sind die Evaluation multimedialer Lernumgebungen bezüglich der Alltagstauglichkeit und die technische Unterstützung und Entwicklung neuer Methoden in der Hochschullehre.

Eine grundlegende Problematik in der Lehre ist die einmalige Erfahrbarkeit der Vorlesung durch die Studierenden. Um die in den Ausführungen des Dozenten enthaltenen Informationen nicht zu verlieren, müssen sie in der Vorlesung gleichzeitig zuhören, das Gehörte verarbeiten und bewerten, und schließlich wichtige Erkenntnisse schriftlich festhalten. Diese Fähigkeit wird um so wichtiger, je mehr Gewicht auf den Informationsgehalt des Vortrags gegenüber den zusätzlichen Unterrichtsmaterialien gelegt wird.

Abhilfe schafft eine Aufzeichnung der Vorlesung, die den Studierenden nach der Veranstaltung zur Verfügung gestellt wird. Sie können sich dann in der Vorlesung auf das Zuhören und Verstehen konzentrieren, und haben in der Nachbearbeitung die Möglichkeit, unklare Passagen der Vorlesung noch einmal zu erleben. Solche Aufzeichnungen verlieren aber ihren Sinn, wenn keine geeigneten Einstiegspunkte definiert werden. Eine bestimmte Passage in einer einmal gehörten Aufnahme durch einfaches Vor- und Zurückspulen zu finden, kostet sehr viel Zeit. Auch eine Suche nach Stichworten in digitalen Audiodateien ist bisher nur prototypisch realisiert und damit noch nicht in der Alltagspraxis einsetzbar.

Daher erfordert die Benutzbarkeit solcher Aufzeichnungen eine inhaltliche Kopplung mit den restlichen Unterrichtsmaterialien. Durch die Verknüpfung aller in der Vorlesung gezeigter Folien mit den zugehörigen Tonaufnahmen entstehen dann sogenannte Audio-Annotationen.

Es gibt mehrere Projekte, die sich mit der technischen Realisation von Vorlesungsaufzeichnungen beschäftigen. Das „Authoring on the Fly“-Projekt von Professor Ottmann an der Universität Freiburg kann als Auslöser für die hier vorliegende Arbeit betrachtet werden. In einem Vortrag im Wintersemester 1997 stellte er die grundlegenden Konzepte des Projekts in Paderborn vor, und die Idee zu einem „Authoring on the Fly - light“ wurde geboren.

Zusammen mit Markus Hoff-Holtmanns wurden daraufhin zunächst verschiedene technische Aufnahmekonstellationen getestet und anhand der Kriterien zur

Alltagstauglichkeit evaluiert. So entstanden die ersten Audio-Annotationen zur Vorlesung „Informatik und Gesellschaft“ im Sommersemester 1998. Fortgesetzt wurde das Projekt dann zum einen im darauf folgenden Semester in einer Fernstudiumsveranstaltung zum gleichen Thema an der Universität Potsdam (Hoff-Holtmanns 1999), zum anderen in der Vorlesung „Software-Ergonomie“ der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“.

Diese Examensarbeit beschäftigt sich mit den Erfahrungen und Erkenntnissen, die während der zweiten Projektstufe mit den Audio-Annotationen zur Vorlesung „Software-Ergonomie“ gewonnen wurden. Sie gliedert sich wie folgt:

- Das erste Kapitel bildet die theoretischen Grundlage zum Einsatz multimedialer Unterrichtsmaterialien in der universitären Lehre und den dazu erforderlichen lernförderlichen Infrastrukturen. Dort wird auch, anhand der aktuellen Lehrorganisation in der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“, die praktische Umsetzung dieser Theorien beschrieben.
- Im zweiten Kapitel wird das von uns entwickelte Verfahren zur Erstellung von Audio-Annotationen beschrieben, wobei besonderes Gewicht auf die Nachbearbeitung der Audioaufnahme gelegt wird.
- Eine ausführliche Bewertung des Verfahrens und ein Vergleich mit anderen Projekten, „Authoring on the Fly“ und „Classroom 2000“, finden sich im dritten Kapitel.
- Im letzten Kapitel werden kurz Anregungen gegeben, wie das Verfahren auch in anderen Bereichen, außerhalb der Universität, eingesetzt werden kann.

## ***1 Über das Verständnis von Technik und Medien***

Die Erstellung der Audio-Annotationen und deren Einsatz in der Lehre ist eingebettet in die generelle Lehrorganisation der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“. Die später noch näher beschriebene Ausgestaltung der Lehre, von der Auswahl der Materialien bis zur Übungsorganisation, begründet sich aus dem aktuellem Forschungsgebiet „Lernförderliche Infrastrukturen“ der Arbeitsgruppe. Die folgenden Abschnitte widmen sich daher den theoretischen Hintergründen des Forschungsgebiets und beleuchten insbesondere die in dem Aufsatz „Evaluation als evolutionäre Systemgestaltung“ von Keil-Slawik (1999) gemachten allgemeingültigen Aussagen unter dem Aspekt des Computereinsatzes in der Lehre.

### ***1.1 Medienfunktionen***

In dem Aufsatz wird unter anderem versucht eine Klassifizierung der verschiedenen Möglichkeiten des Computereinsatzes in der Lehre aufzubauen. Zur Einordnung bieten sich die dabei verwendeten Funktionen des Mediums an, beim Computer entsprechen diese der Funktionalität der verwendeten Programme. Unterschieden werden dabei die primären Funktionen – kreieren, arrangieren, verknüpfen – von den unterstützenden sekundären und den selbstlernenden tertiären Medienfunktionen. Sie unterscheiden sich in erster Linie in den zur Realisierung nötigen programmiertechnischen Fähigkeiten, der Vollständigkeit der didaktischen und pädagogischen Modelle, die den Programmen zu Grunde liegen, und dem zur Umsetzung benötigten technischen Aufwand. Erst durch die Erschließung des Computers als sinnvoll einsetzbares Medium in der Lehre wurde ein Werkzeug geschaffen, das mächtig genug ist weitgehende und effiziente Realisationen der verschiedenen Medienfunktionen zu erlauben.

#### ***Die primären Medienfunktionen***

Der Computer und die ihn begleitenden technischen Entwicklungen, wie z. B. Rechnernetze und Multimedia-Anwendungen, unterstützen zunächst den Lehrenden, Unterrichtsmaterialien zu erzeugen, zu präsentieren und zu verknüpfen. Die heutigen Computer bieten die Möglichkeit, die verschiedensten Formen der Informationsdarstellung bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien zu benutzen. Dies reicht vom Gebrauch einer Textverarbeitung über Grafikprogramme bis hin zum Bearbeiten von Ton- und Videodokumenten. Die Auswahl der Informationen und deren mediale Repräsentation, nach didaktischen Gesichtspunkten, liegt dabei vollständig in der Hand des Lehrenden selbst. Die Technik gibt ihm dabei keine Hilfestellung, außer daß die Arbeit mit dem Computer so einfach wie möglich gehalten wird.

---

## 1.1 Medienfunktionen

---

Auch das Lehren geschieht nach den didaktischen Vorstellungen des Dozenten. Hier helfen Computersysteme nur, die dabei entworfenen Materialien den Studierenden zu präsentieren. Es bieten sich eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten an, je nach Stand der technischen Ausstattung, vom Ausdrucken von Folien bis hin zum direkten Einsatz des Computers im Unterricht. Wichtig ist jedoch, daß die Technik an dieser Stelle wiederum keinen Einfluß auf die Art und Weise der grundlegenden Unterrichtsgestaltung hat. Alle didaktischen Ansätze, von Frontalunterricht bis zum kooperativen Lernen, sollen weiterhin möglich sein.

Gerade der Einsatz verschiedener medialer Formen fordert die Unterstützung der Materialien durch Verknüpfungen, um die verschiedenen Repräsentationen miteinander in Beziehung zu setzen. Die Spannbreite reicht hier von Seitennumerierungen über das Einbinden von Grafiken in einen Text bis zu multimedialen Hypertexten.

Schon während der Benutzung der Materialien im Unterricht verwischen die Rollen von Produzent und Konsument. Das Produzieren eigener Mitschriften, Anmerkungen oder ähnliches und das erneute eigenständige Verknüpfen von beidseitig gelieferten Informationen spielen die entscheidende Rolle im Lernprozeß des einzelnen Studierenden (Shneiderman 1993). Daher sollten auch die Studierenden selbst technisch dabei unterstützt werden, die gesamten Unterrichtsmaterialien eigenhändig erweitern und neue selbstgewählte Verknüpfungen kreieren zu können.

Um solch einen freien Zugriff von allen Seiten auf die Materialien gewährleisten zu können, müssen geeignete Mechanismen zur Verteilung der Materialien und zum Schutz der Originaldateien geschaffen werden. Auf der einen Seite müssen Änderungen und Ergänzungen in den Materialien effizient vom Dozenten durchgeführt werden können. Dies darf aber nicht dazu führen, daß die Verknüpfungen, die die Studierenden für sich gemacht haben verloren gehen. Andererseits dürfen die Verknüpfungen und Ergänzungen eines Studierenden die Integrität der für alle zugänglichen Materialien nicht zerstören.

Alle diese Funktionen lassen sich schon jetzt bis zu einem gewissen Grad mit Hilfe von Standardsoftware realisieren. Moderne Textverarbeitungen sind zumeist in ein ganzes Paket von Anwendungssoftware eingebettet, so daß auch entsprechende Programme für die Bearbeitung von Grafiken und Bildern zur Verfügung stehen. Nur für die Bearbeitung von Video- und Audiodateien, Animationen und Simulationen muß gegebenenfalls zusätzliche Software installiert werden. Wobei hingegen das Verknüpfen von Texten mit fertigen Bildern, Video- und Tondokumenten, durch direktes gemeinsames Anzeigen oder dem Anlegen



---

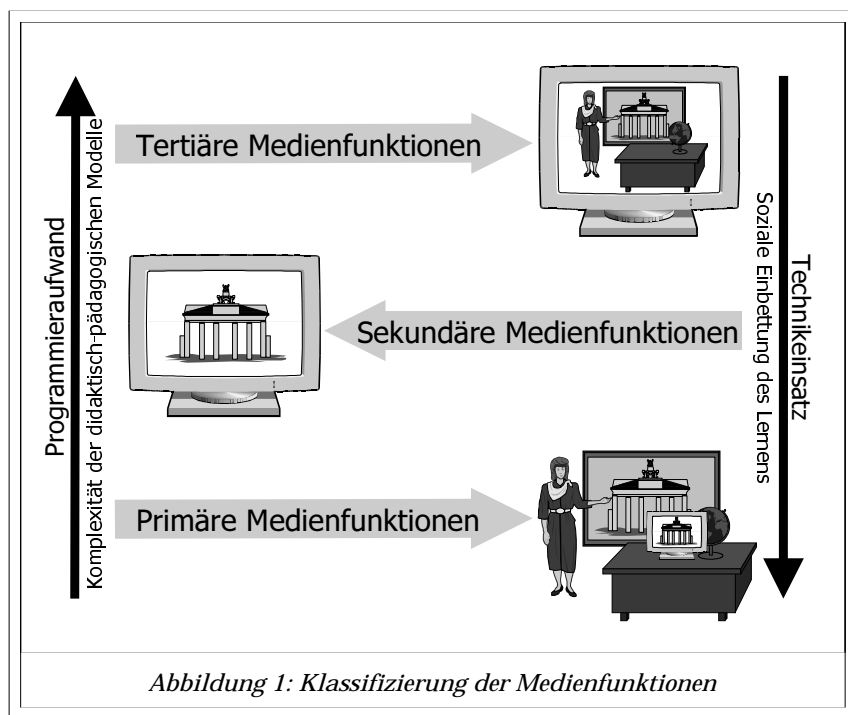
## 1.1 Medienfunktionen

---

von Verweisen, wiederum schon von Standardtextverarbeitungen, geleistet wird.

### **Die sekundären Medienfunktionen**

Hier steht nun nicht mehr die Produktion von Unterrichtsmaterialien im Vordergrund, sondern der Einsatz von speziellen Computerprogrammen zur Wissensvermittlung. Diese *Lernsoftware* wirkt in drei Ebenen. Das Programm stellt auf der Inhaltsebene den Lernenden die Informationen und Aufgaben zur Verfügung, leitet sie in der Instruktionsebene gezielt durch die Materialien und bietet in der Kooperationsebene Mechanismen zum gemeinsamen Lernen. Egal ob und wie tief die einzelnen Ebenen realisiert werden, so fließt doch immer pädagogisches und didaktisches Wissen und Erfahrungen in die Implementierung mit ein. Auf der Instruktionsebene werden zum Beispiel spezielle Vermittlungskonzepte umgesetzt, während inhaltlich Annahmen über den Wissensstand des Benutzers gemacht werden.



Die Einsatzmöglichkeiten von solchen Programmen sind von vornherein eingeschränkt, da bei der Produktion Designentscheidungen getroffen werden müssen, die sich im Lernalltag als ungeeignet erweisen können. So werden viele Softwareprodukte zur Vertiefung des schulischen Lehrstoffs angeboten, denen es aber nicht gelingt, die Kinder richtig zu motivieren. Dies liegt in den meisten Fällen daran, daß bei der Entwicklung des Programms nicht ausreichend über diesen Punkt nachgedacht wurde, und so zu einfache Motivationsmechanismen implementiert

---

## 1.1 Medienfunktionen

---

wurden. Die breite Palette der schon heute realisierten Programme reicht von Trainingssoftware für die Grundschule bis zu rechnergestützten Fortbildungen in Betrieben.

### ***Die tertiären Medienfunktionen***

Auf dieser Ebene werden sogenannte *lernfähige Systeme* implementiert. Beispielhafte Entwicklungen in diesem Bereich sind *Intelligente Tutorielle Systeme* und *adaptive Lernsysteme*. Diese basieren auf mehr oder weniger vollständigen Modellen des Lernverhaltens, des Lerngegenstands und der Wissensvermittlung. Die Umsetzung dieser Modelle soll den Computer befähigen, die augenblickliche Lernsituation zu erfassen, und mit dem bestmöglichen pädagogisch-didaktischen Lehrverhalten zu reagieren. In der hohen Komplexität dieser Modelle liegt nach Hasebrock (1995) die Ursache für den bisherigen langsamen Fortschritt in der Umsetzung der tertiären Medienfunktionen.

## ***1.2 Lernförderliche Infrastrukturen***

Auch wenn „Multimedia“ von der Gesellschaft für Deutsche Sprache schon 1995 zum Wort des Jahres gekürt wurde, und damit das selbstbestimmte Lernen in den Vordergrund der Bildungsdiskussionen trat, wo es sich auch bis heute hält, findet das universitäre Lernen zum großen Teil noch in der Gruppe statt. Die Studierenden besuchen Vorlesungen und Übungen, das Lösen der Übungsaufgaben in Lerngruppen ist ausdrücklich von den Dozenten gewünscht und auch die Vertiefung des Lernstoffs und die Vorbereitung auf Prüfungen geschieht meist nicht ohne den Austausch mit Mitstudierenden. Um diese soziale Komponente nicht zu zerstören, liegt für das universitäre Lernen und Lehren das Hauptaugenmerk – in der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ – auf der Umsetzung der primären Medienfunktionen, da diese jegliche Unterrichtsform erlauben und keine Einschränkungen der zugrunde liegenden didaktischen und pädagogischen Modelle fordern.

### ***Kriterien der Alltagstauglichkeit***

Die Güte der Umsetzung der primären Medienfunktionen kann aufgrund der völligen Unabhängigkeit von jeglichen didaktischen und pädagogischen Einflüssen nicht mehr über die Lernwirksamkeit beurteilt werden. Dieses Kriterium findet nur bei den sekundären und tertiären Medienfunktionen Anwendung. Die Realisierung der primären Funktionen unterwirft sich hingegen den Kriterien der Alltagstauglichkeit (Keil-Slawik 1999). Das heißt, die eingesetzten Systeme müssen in den universitären Lehralltag zunächst möglichst zeit- und kostenneutral eingebettet sein. Eine Erhöhung des notwendigen technischen Personals

---

## 1.2 Lernförderliche Infrastrukturen

---

und die damit verbundene dauerhafte Kostensteigerung ist in Zeiten der Mittelknappheit im Bildungswesen ein Ausschlußkriterium für die Umsetzung geeigneter Infrastrukturen. Ebenso verhindert ein gesteigerter Zeitaufwand zur Erstellung der Unterrichtsmaterialien die Akzeptanz der Systeme durch die terminbelasteten Universitätsdozenten.

Zusätzlich wird bei der Bewertung der Alltagstauglichkeit auf die Übertragbarkeit und Nachhaltigkeit der Systeme geachtet. Übertragbarkeit wird dadurch erreicht, daß der Entwurf und auch die Realisierung lernförderlicher Infrastrukturen frei von didaktischen Überlegungen bleiben. Nur dann ist es möglich, daß die Infrastruktur auch von Fremdnutzern mit anderen Unterrichtsmethoden akzeptiert und benutzt wird. Allerdings kann in der Praxis kein Entwurf von lernförderlichen Infrastrukturen wirklich völlig frei von didaktischen Vorstellungen sein. In der Praxis wird man zuerst überlegen, inwieweit die Technik die eigenen Lehrmethoden unterstützen kann, bevor andere Konzepte bedacht werden.

Nachhaltigkeit meint hingegen die technische Übertragbarkeit. Sie ist ein wichtiges Kriterium zur Bewertung der universellen Einsatzmöglichkeiten des Systems. In Paderborn haben die Studierenden in der Informatik sowohl einen Rechnerzugang unter dem UNIX-Betriebssystem als auch unter Windows-NT. Daher müssen alle Unterrichtsmaterialien mit Standardsoftware unter beiden Betriebssystemen bearbeitbar sein.

Auf lange Sicht ist es daher das Ziel, die Technik zur Banalität werden zu lassen, damit konzeptionelle Überlegungen in den Vordergrund treten können. Dazu muß die Technik, ohne großartig in Erscheinung zu treten, zuverlässig jederzeit einsetzbar sein und so einen natürlichen Umgang mit ihr fördern. Durch die Einrichtung lernförderlicher Infrastrukturen, darf der Einsatz von Technik aber nicht zu einer Bedingung des Unterrichts werden. Auch ohne sie muß das Lehren und Lernen noch möglich sein. Durch diese Überlegungen wird das Kriterium der Offenheit charakterisiert.

### ***Medienbrüche***

Das Arbeiten mit dem Computer gehört auch jetzt schon zum Universitätsalltag, sowohl auf der Seite der Studierenden, als auch bei den Lehrenden. Den Studierenden werden in der Vorlesung mit Hilfe eines Tageslichtschreibers Folien präsentiert, die zuvor häufig mit Hilfe des Computers erstellt wurden. Währenddessen fertigen sie eine Mitschrift an oder machen zumindest Stichpunkte. Dann erhalten sie einen wiederum mit dem Computer erstellten Übungszettel auf Papier, dessen Aufgaben sie zumindest in einigen Studiengängen zum Teil nur mit Hilfe des Computers lösen können. Zum Lösen der Aufgaben müssen die Studie-

---

## 1.2 Lernförderliche Infrastrukturen

---

renden im Allgemeinen in irgendeiner Form auf die Informationen aus der Vorlesung zugreifen können, entweder aus zweiter Hand über die eigenen Mitschriften, was fehleranfällig ist, oder über ein Skript bzw. Folienkopien. Die direkten Notizen aus der Vorlesung sind im Allgemeinen nicht in einem Zustand, der sich zum Archivieren und späterer Prüfungsvorbereitung eignet. Daher arbeiten viele Studierende ihre Mitschriften nach der Vorlesung auf. Immer häufiger geschieht dies auch schon mit Hilfe des Computers. Die Abgabe der Übungszettel geschieht dann wieder in Papierform, zum Teil auch noch bei Programmieraufgaben. Zur Punkteverwaltung wird ein Tabellenkalkulationsprogramm verwendet und die Punkteliste am Ende des Semesters auf Papier ausgedruckt und ausgehängt.

Die hier zahlreich auftretenden Wechsel von verschiedenen Medien, vom Computer zur Folie und zum Papier, sowie der erzwungene gleichzeitige Gebrauch verschiedener Medien, werden als Medienbrüche bezeichnet. Sie kosten im Alltag viel Zeit und Ressourcen, da sie immer mit zusätzlichen Arbeitsschritten verbunden sind (Keil-Slawik 1998). Häufige Fehlschläge und Wiederholungen, zum Beispiel beim Ausdrucken von Unterrichtsmaterialien, die in Papierform nie ganz genauso aussehen wie auf dem Bildschirm, liegen in der mangelhaften Alltagstauglichkeit der Technik begründet. Erst wenn kein Spezialwissen mehr nötig ist, um die Druckausgabe zu antizipieren, ist ein effektiver Umgang mit den beiden Medien möglich.

### ***DISCO - Digitale InfraStruktur für COMPUTERunterstütztes kooperatives Lernen***

Die meisten Medienbrüche entstehen bei der Verteilung der Unterrichtsmaterialien an die verschiedenen Lernorte. Der Dozent produziert die Materialien in seinem Büro oder Zuhause, das Arrangieren und Verknüpfen geschieht von seiner Seite aus auch zum einen Teil dort. Zum anderen Teil werden verschiedene Materialien erst in der Vorlesung selbst zusammengeführt, etwa eine Folie und Tafelnotizen. Hier fangen dann auch die Studierenden an, die Materialien ihrerseits zu verknüpfen und neu zu arrangieren. Darüber hinaus benötigen die Studierenden die Materialien in Übungsräumen, an Einzel- und Gruppenarbeitsplätzen innerhalb der Universität und natürlich auch zu Hause. Lernförderliche Infrastrukturen sollen daher die vorhandenen Lernorte miteinander verbinden und so die im Lehralltag auftretenden Medienbrüche reduzieren. Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben den jetzigen Entwicklungsstand der lernförderlichen Infrastruktur. Eine kurze Übersicht über die Entwicklungsgeschichte findet sich in Engbring, Keil-Slawik, Selke (1995).

### ***Einbettung in die Fachbereichsinfrastruktur***

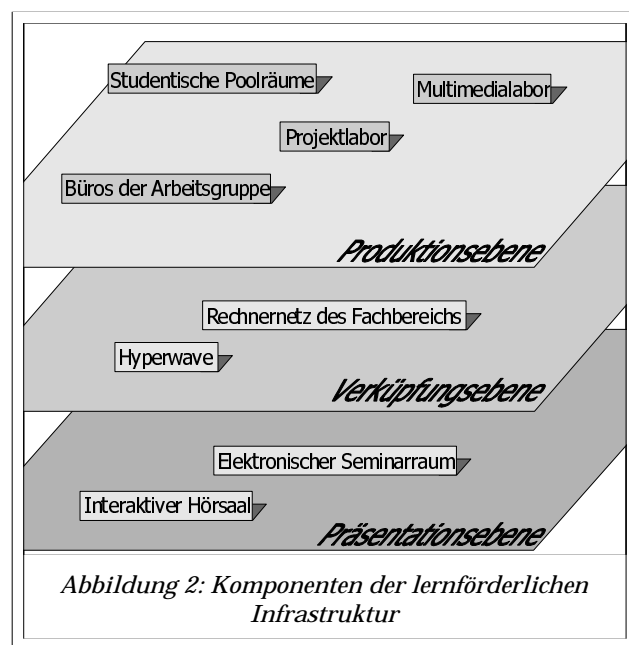
Die Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ hat mit dem DISCO-Projekt (Keil-Slawik 1999) eine lernförderliche Infrastruktur geschaffen, die fast ohne Medienbrüche auskommt. Die Infrastruktur nutzt im wesentlichen die schon vorhandene Infrastruktur des Fachbereichs. Sie besteht aus einem Rechnernetz, das etwa 400 SUN-Workstations mit Unix als Betriebssystem und etwa 100 Windows-NT-Computer miteinander verbindet. Etwa 120 von ihnen stehen den Studierenden als Gruppen- und Einzelarbeitsplätze zu jeder Zeit zur Verfügung. Die restlichen Computer verteilen sich auf die Büros der Lehrenden und des Mittelbaus sowie Laborräume der verschiedenen Arbeitsgruppen, wo sie Studierende für spezielle Aufgaben, zum Beispiel Seminar- und Diplomarbeiten, zur Verfügung stehen. Zusätzlich ist die Verbindung der heimischen Computer mit dem Rechnernetz sowohl für Studierende, als auch Lehrende im Allgemeinen möglich, wenn sie über eine entsprechende Ausstattung verfügen. Da allerdings nicht davon ausgegangen werden kann, daß alle Studierenden einen Internetanschluß zu Hause haben und die Nutzung auch mit Telefonkosten verbunden ist, stehen den Studierenden Disketten- und ZIP-Laufwerke zum Datentransport zur Verfügung sowie eine Reihe von Laserdruckern.

Zur Funktionalität der Fachbereichsrechner gehören viele Online-Dienste, wie E-Mail, Internet, Chats und Newsgroups, die allen frei zur Verfügung stehen. Vor allem die E-Mail, das Verschicken von Briefen über das Rechnernetz, hat sich als effizientes Kommunikationsmittel innerhalb des Fachbereichs etabliert. Durch die zentrale Einrichtung von Mailverteilern bei der Rechnerbetreuung des Fachbereichs lassen sich schnell und effizient auch größere Interessengruppen, etwa alle Teilnehmer einer bestimmten Veranstaltung, direkt anschreiben.

Zur Bereitstellung der Materialien wird das World Wide Web (WWW) benutzt. Es ist ein weltweites Hypertextsystem, das sowohl auf UNIX- als auch auf Windows-Rechnern verfügbar ist. Dadurch ist ein dezentrales Arbeiten auf allen in der Universität verwendeten Systemen möglich. Es benutzt HTML (HyperText Markup Language) als Sprache zur Dokumentenbeschreibung und bietet die Möglichkeit, Multimediadokumente zu kreieren. Text- und Bilddokumente werden dabei über einen Internetbrowser angezeigt, alle anderen medialen Formen erfordern lokal installierte Abspielprogramme, die bei Aktivierung einer entsprechenden Schaltfläche gestartet werden. Heutige Standardofficepakete, bestehend aus Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Bildbearbeitungs- und Präsentationssoftware, erlauben es bereits, Hypermediadokumente komfortabel und effizient zu gestalten und dann im HTML-Format abzuspeichern, so daß hiermit ein hohes Maß an Übertragbarkeit und Nachhaltigkeit erreicht wird.

### ***DISCO-spezifische Einrichtungen***

Die Dokumentenbestände werden auf einem Hyperwave<sup>1</sup>-Server abgespeichert. Dies ist ein spezieller WWW-Server, der durch eine Reihe zusätzlicher Funktionen den Einsatz in der Lehre unterstützt. In Klemme (1995) werden diese in Bezug auf die Lehre in der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ beschrieben. Eine ausführliche Beschreibung der gesamten Hyperwave-Funktionalität findet man in Maurer (1996). Als besonders hilfreich bei der Arbeit mit großen Datenbeständen erweisen sich die verschiedenen von Hyperwave angebotenen Suchfunktionen, so kann man über den Dokumentenbestand eine Volltextsuche starten, oder die in diesem System vielfältigen Dateiattribute durchsuchen lassen. Gerade über die Dateiattribute bietet Hyperwave eine Reihe von Gestaltungsmöglichkeiten an. Dazu gehören das Festlegen einer bestimmten Reihenfolge genauso, wie die Vergabe von Schreib- und Leserechten, die vor allem zur Wahrung von Datenschutz- und Copyrightbestimmungen eingesetzt werden können.



Durch die Vergabe von Rechten lassen sich auch verschiedenen Sichten auf einen zusammengehörigen Dokumentenbestand realisieren. Der Dozent und die Mitarbeiter entwerfen die Übungszettel und speichern sie in einer gemeinsamen Kollektion, dem Hyperwave-Äquivalent zu einem Verzeichnis. Im Gegensatz zu den Studierenden sehen sie dort zu jeder Zeit alle Dokumente, während die Studierenden jede Woche Leserechte für den aktuellen Übungszettel erhalten. Für die Bearbeitung der Übungen bekommen die Studierenden auf dem Hyperwave-

---

1 Bis 1996 hieß Hyperwave noch Hyper-G.

---

## 1.2 Lernförderliche Infrastrukturen

---

Server auch einen persönlichen Bereich zugewiesen, in dem nur sie selbst Schreib- und Leserechte haben, und den sie auch zum Bearbeiten und Ergänzen der Unterrichtsmaterialien benutzen können.

Allein in den klassischen Lernorten, Hörsaal und Seminarraum, fehlte bislang der Zugriff auf die computerproduzierten Unterrichtsmaterialien. An dieser Stelle wurde im Rahmen des DISCO-Projekts zunächst ein elektronischer Seminarraum eingerichtet. Die Seminarteilnehmer sitzen zusammen mit dem Dozenten an kreisförmig angeordneten Tischen, acht Rechner stehen ihnen zur Einzel- oder Kleingruppenarbeit zur Verfügung. Die Bildschirme stehen nicht auf den Tischen, sondern schräg abgesenkt hinter ihnen, so daß sie nicht so sehr im Blickfeld stehen und die Kommunikation zwischen den Seminarteilnehmern inklusive Dozenten nicht stören. Die Rechner stehen platzsparend, abseits von den Bildschirmen, an einer Seite des Raumes und sind über ein didaktisches Netzwerk miteinander verbunden. Ein didaktisches Netzwerk erlaubt es unter anderem die Bildschirmausgabe eines beliebigen Rechners des Seminarraums auf alle anderen Bildschirme zu verteilen. Zusätzlich zu den acht Rechnern sind ein Visualiser und eine interaktive Tafel mit in das didaktische Netzwerk integriert.



*Abbildung 3: Der elektronische Seminarraum*

---

## 1.2 Lernförderliche Infrastrukturen

---

Der Visualiser nimmt über eine integrierte Videokamera beliebige Gegenstände mit einer bis zu DIN A4 großen Grundfläche auf, und ein angeschlossener Rechner digitalisiert das Bild. Dieses kann dann über das didaktische Netzwerk auf allen Bildschirmen gezeigt werden. Einzelne Aufnahmen oder kürzere Filme können abgespeichert und zur Weiterbearbeitung bereitgestellt werden. Die interaktive Tafel ist ein Rechner, dessen Ausgabe nicht auf einem Bildschirm erfolgt, sondern über einen Beamer auf einer tafelgroßen Projektionsfläche. Diese Fläche ist berührungsempfindlich und dient neben einer Tastatur und Maus als Eingabegerät. Über sie können interaktive Bildelemente mit dem Finger aktiviert werden oder mit Hilfe von speziellen Stiften farbige Markierungen vorgenommen werden. Auch diese Bilder können über das didaktische Netzwerk an alle Bildschirme verteilt werden.

Der Seminarraum wird für Vorlesungen und Seminare mit bis zu 15 Teilnehmenden und für den Übungsbetrieb genutzt. Da die meisten Vorlesungen aber von mehr Studierenden besucht werden, mußten auch in größeren Hörsälen Möglichkeiten geschaffen werden, computerproduzierte Materialien zu präsentieren. Einige Hörsäle der Universität sind schon seit einiger Zeit mit Videobeamern ausgestattet, die es erlauben, einen Laptop anzuschließen und so Bildschirmpräsentationen zu zeigen. Im engsten Sinne bedeutet dies allerdings wieder einen Medienbruch, da es nötig ist, auf zwei verschiedenen Rechnern zu arbeiten. Da keine Netzwerkverbindungen in den Hörsälen installiert sind, müssen die Materialien zunächst am Arbeitsplatz produziert und dann auf den Laptop kopiert werden. Zusätzlich ist es nötig, die entsprechende Präsentationssoftware für alle benötigten medialen Formen zu installieren.

Um eine dem elektronischen Seminarraum entsprechende Umgebung für Vorlesungen zu schaffen, wurde der interaktive Hörsaal eingerichtet. Von der Anordnung der 30 Sitzplätze her eignet sich der Hörsaal eher für den klassischen Frontalunterricht. Für jeden Platz steht ein Rechner mit Windows-NT-Betriebssystem zur Verfügung. Diese befinden sich in einem Nebenraum, damit der Hörsaal weitestgehend von ihren Lärm- und Wärmeemissionen befreit ist. Alle benötigten Verbindungen vom Computer zum Arbeitsplatz – Tastatur-, Maus- und Bildschirmkabel – verlaufen unter dem Fußboden. Auf den Tischen stehen Flachbildschirme, die in einer weiteren Ausbaustufe ähnlich wie im elektronischen Seminarraum aufgebaut werden sollen, damit auch hier das Sichtfeld freier wird.

Den Dozenten steht hier zur Präsentation ein didaktisches Netzwerk mit allen 30 Bildschirmen und einem Videobeamer als Ausgabegeräte zur Verfügung. Als Präsentationsgeräte sind zwei Dozentenrechner, eine SUN-Workstation mit Unix-Betriebssystem und ein Windows-NT-Rechner, ein Visualiser, ein HIFI-Soundsy-

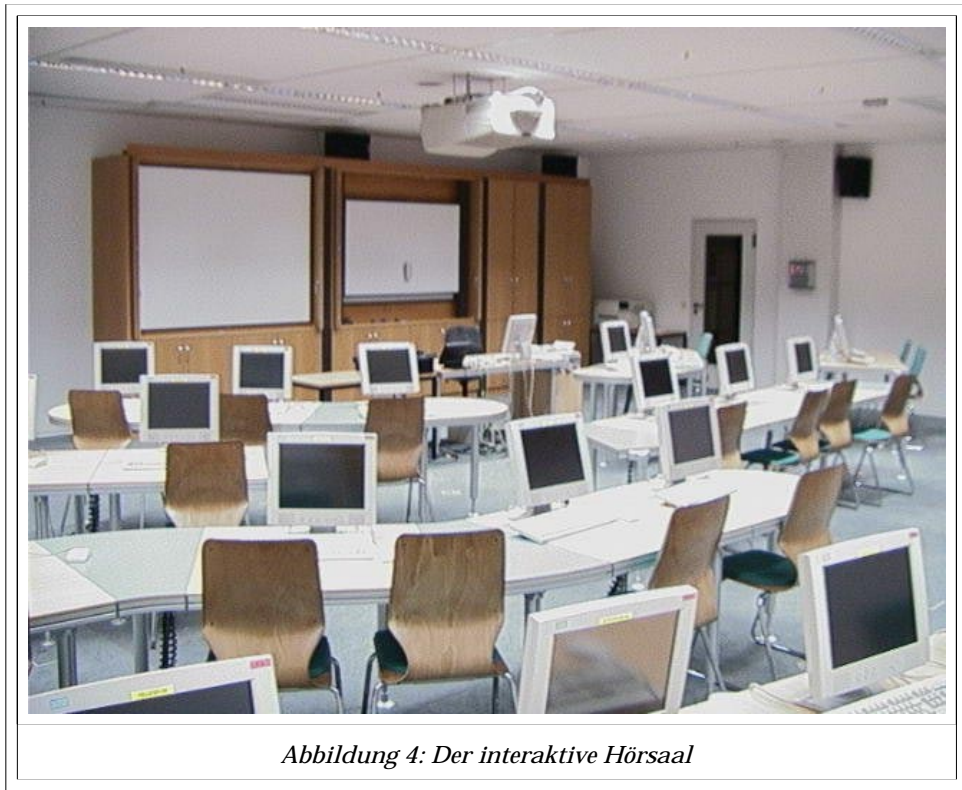


---

## 1.2 Lernförderliche Infrastrukturen

---

stem und ein Videorecorder mit in das didaktische Netzwerk integriert. Zur weiteren Ausstattung gehören eine digitale Videokamera, ein Scanner, ein Farb- und ein Schwarzweiß-Laserdrucker, um Übergänge zwischen verschiedenen Medienformen zu erleichtern.



Mit Hilfe dieser technischen Infrastruktur wird zur Zeit die Lehre in der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ organisiert. Die dabei gewonnenen Erfahrungen, die auftretenden Probleme und die Ergebnisse der Veranstaltungsevaluationen dienen als Grundlage zur ständigen Verbesserung der Lehre und der Infrastruktur selbst.

### ***1.3 Organisation der Lehre***

Die Beschreibung eines typischen Lehr- und Lernzyklus aus der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ soll dabei helfen, die Umsetzung der primären Medienfunktionen mit Hilfe lernförderlicher Infrastrukturen zu verdeutlichen und darüber hinaus aufzeigen, in welches alltägliche Umfeld die Erstellung von Audio-Annotationen eingebettet ist. Die Erfahrungen die mit dem Einsatz lernförderlicher Infrastrukturen in der Arbeitsgruppe gemacht wurden und die Auswirkungen auf die Lehre, sind in den Aufsätzen Brennecke, Keil-Slawik (1995 und 1997) beschrieben.

### ***Das Lehrangebot***

Der Lehrkanon besteht aus vier jährlich zu wiederholenden Standardvorlesungen. Jedes Wintersemester wird die Grundstudiumsveranstaltung „Praxis der Systemgestaltung“ für Studierende des ersten Semesters angeboten. Ebenfalls im Wintersemester läuft die Vorlesung „Software-Ergonomie“ für das Hauptstudium. In den Sommersemestern finden dann die Veranstaltungen „Informatik und Gesellschaft“ und „Theorie interaktiver Systeme“ statt, die ebenfalls im Fächerkanon des Hauptstudiums angesiedelt sind. Alle Veranstaltungen haben einen Umfang von drei Semesterwochenstunden, zwei Stunden Vorlesungszeit und eine Übungsstunde. Die Übungen werden zweistündig im 14-tägigen Wechsel abgehalten, da so effektiver gearbeitet werden kann, als in wöchentlichen einstündigen Übungen.

Die Veranstaltungen des Fachgebiets „Informatik und Gesellschaft“ ähneln von der Struktur der Inhalte mehr geisteswissenschaftlichen Veranstaltungen als anderen Vorlesungen aus der praktischen oder theoretischen Informatik. Es werden keine optimalen Lösungen für informatikbezogene Probleme gegeben, wie es in den anderen Fachgebieten der Informatik üblich ist, sondern es werden verschiedene Sichtweisen auf einen Problembereich dargelegt, die zum Teil stark divergieren können. Nicht die verschiedenen Aspekte der Lösungen eines Problems stehen im Mittelpunkt der Lernziele, sondern die Probleme selbst müssen verstanden und deren Auswirkungen in Bezug zur Gesellschaft gesetzt werden.

### ***Produktion der Unterrichtsmaterialien***

Allen vier Vorlesungen ist gemein, daß es weder ein Skript zur Vorlesung noch empfohlene Lehrbücher zu den behandelten Themen gibt. Daher werden die in den Vorlesungen präsentierten Folien zum zentralen Informationsträger für die Studierenden. Die Verantwortung für Inhalt und Form der Folien trägt der Dozent selbst. Seine Mitarbeiter unterstützen ihn im Finden von geeigneten Beispielen oder durch Hinweise auf aktuelle Entwicklungen, die eine Aktualisierung schon vorhandenen Materials nötig machen. Die Kommunikation läuft dabei meist direkt in Gesprächen oder über E-Mail.

Das Design neuer Folien und die Zusammenstellung von Foliensätzen zu einem Thema geschieht mit Hilfe des Programms „PowerPoint“. Dies ist eine auf Windows-Systemen weit verbreitete Software zur Erstellung von multimedialen Bildschirmpräsentationen. Sie ermöglicht das Arrangieren von Text-, Grafik-, Ton- und Videodokumenten und hat selbst eine Reihe von Funktionen integriert, die es erlauben, einfache Animationen und Effekte, wie zum Beispiel das stückweise Anzeigen der Folienelemente, in die Folien zu integrieren. Ebenso wird das

---

### 1.3 Organisation der Lehre

---

Anlegen von Hyperlinks unterstützt, die beliebige Verknüpfungen unter lokal vorliegenden Dokumenten oder auf Internetseiten möglich machen.

Mit Hilfe dieser Funktionen erstellt der Dozent zu den einzelnen inhaltlichen Abschnitten der Vorlesungsreihe je einen Foliensatz. Diese sind meist so konzipiert, daß zur Präsentation die Zeit einer Vorlesung ausreicht. Inhaltlich wird bei der Gestaltung der Folien darauf geachtet, daß diese nicht nur in der Vorlesung selbst den Vortrag unterstützen, sondern auch das eigenständige Erschließen des Themas in der Nachbearbeitung durch die Studierenden ermöglichen. Zum Beispiel sind die Vorlesungsfolien sehr viel textlastiger als entsprechende Präsentationen in Seminaren, zu denen es immer noch eine zusätzliche schriftliche Ausarbeitung gibt.

Nach der Zusammenstellung eines solchen Foliensatzes wird dieser in drei Formaten gespeichert. Zum einen im PowerPoint-eigenen Format selbst, um die Folien in der Vorlesung präsentieren und später wiederverwenden zu können. Zum anderen wird zu jeder Folie ein HTML-Dokument generiert, um sie auf dem Hyperwave-Server für die Studierenden bereitzustellen. Zusätzlich wird zu den HTML-Dateien noch eine PDF-Datei (Portable Document Format) mit auf den Server gelegt, die sich mit frei verfügbaren Programmen von jeder Rechnerplattform aus anzeigen und vor allem drucken lassen.

Die Speicherung in den drei verschiedenen Formaten ist nötig, um die Umsetzung der primären Medienfunktionen auch für die Studierenden zu erreichen. Auf der Autorensseite bietet „PowerPoint“ die Funktionalitäten Produzieren, Arrangieren und Verknüpfen schon in sehr hohen Realisierungsstufen an. Um sie sich jedoch vollständig zu erschließen, ist eine sehr hohe Einarbeitungszeit in die Bedienung nötig. Diese kann sehr wohl vom Dozenten verlangt werden, nicht aber von den Studierenden, die diese spezielle Software nur ein Semester lang benutzen müssen. Für „PowerPoint“-Dokumente gibt es sehr einfach zu bedienende Abspielprogramme, die es ermöglichen, Präsentationen auf allen Rechnerplattformen abzuspielen. Dadurch können zwar die Unterrichtsmaterialien an allen Lernorten zur Verfügung gestellt werden, doch haben die Studierenden für sich selbst dadurch keine Möglichkeit auf eine der primären Medienfunktionen zuzugreifen.

Um eine angemessene Umsetzung der primären Medienfunktionen auf den Unterrichtsmaterialien für die Studierenden zu erreichen, werden die Foliensätze im HTML-Format, nach der Erstellung mit „PowerPoint“, auf dem Hyperwave-Server gespeichert. Das Umwandeln von Präsentationen in das HTML-Format ist als Standardfunktion in „PowerPoint“ selbst integriert. Dabei werden die einzelnen Folien als Grafiken gespeichert und in Standard-HTML-Dokumente

---

### 1.3 Organisation der Lehre

---

eingebunden. Die Abbildung 3 zeigt in der Mitte ein solches Dokument, wie es von einem Browser dargestellt wird. Unterhalb der Grafik ist eine Steuerungsleiste in das Layout integriert, mit deren Hilfe man zwischen den Folien wechseln kann. Zusätzlich wird eine reine Textversion zu jeder Folie gespeichert, die man über die Steuerleiste aufrufen kann.



Es ist auch langfristig nicht davon auszugehen, daß die Lehrorganisation gänzlich ohne Medienwechsel zwischen Computer und Papier auskommen kann. Es wird noch eine lange Zeit dauern, bis ein ständiger Zugriff auf die Unterrichtsmaterialien von überall her, also auch zum Beispiel während der Heimfahrt im Zug, über eine elektronische Vernetzung realisiert ist. Auch die Erfüllung des Kriteriums der Offenheit, also der bewußte Verzicht auf den Technikeinsatz, verlangt es, die gesammelten Informationen bei Bedarf drucken zu können. Daher wird als dritte mediale Form noch eine leicht ausdrückbare PDF-Datei erzeugt.

Weder die HTML-Folien – sie können nur einzeln über einen Browser ausgedruckt werden, da sie alle als einzelne Dateien vorliegen – noch die „PowerPoint“-Datei – diese läßt sich nur von Windows-Rechnern aus drucken – eignen sich für diesen Medienwechsel. Die Abbildung 3 zeigt rechts eine typische ausgedruckte Seite, links auf dem Ausdruck stehen untereinander drei aufeinanderfolgende Folien, rechts ist Platz für eigene Stichpunkte und Anmerkungen. Dieses Layout ist eine Standardeinstellung im Druckmenue von „PowerPoint“. Für die Erzeugung einer PDF-Datei wird der Foliensatz entweder direkt mit Hilfe eines PDF-Druckertreiber in eine entsprechende Datei gedruckt, oder zuerst eine Postscript-Datei mit Hilfe eines normalen Druckertreibers erstellt. Diese Postscript-Datei kann dann mit Hilfe des Programms „Acrobat Distiller“ in das PDF-Format konvertiert werden. Das Programm bietet die Möglichkeit, die Konvertierung im Hintergrund zu starten, wann immer in einem bestimmten Verzeichnis eine Post-

---

### 1.3 Organisation der Lehre

---

script-Datei abgespeichert wird. Auf diese Weise ist die Handhabung beider Wege sehr einfach, da die Generierung der PDF-Datei so einem einfachen Ausdrucken in „PowerPoint“ entspricht, und keine neuen Arbeitsschritte oder Programmwechsel nötig werden.

#### ***Die Vorlesungen***

Je nach Teilnehmerzahl wird zu Beginn des Semesters entschieden, welche Räumlichkeiten für die Vorlesung genutzt werden. Bei einer Teilnehmerzahl von unter 15 Studierenden wird der elektronische Seminarraum dem interaktiven Hörsaal vorgezogen. Der Hörsaal bietet 30 Computerarbeitsplätze. Im allgemeinen überschreiten die Gruppengrößen der Veranstaltungen diese Zahl auch nicht wesentlich. Die Vorlesung „Praxis der Systemgestaltung“ ist eine Pflichtveranstaltung des Grundstudiums und wird von ca. 350 Studierenden besucht. Daher findet die Vorlesung im Audimax der Universität statt und der interaktive Hörsaal wird für den Übungsbetrieb genutzt.

Zur Präsentation der Folien in der Vorlesung wird ebenfalls das Programm „PowerPoint“ benutzt. Innerhalb der lernförderlichen Infrastruktur ist es auf allen Dozentenrechnern installiert. Der Dozent startet es zu Beginn der Vorlesung und lädt die entsprechende Datei über das Rechnernetz von seinem Büroarbeitsplatz oder den Hyperwave-Server. Über das didaktische Netzwerk werden die Folien in der Regel auf allen Bildschirmen, im interaktiven Hörsaal zusätzlich auf der Projektionsfläche, dargestellt, und per Mausklick oder Tastendruck wird das nächste Element auf der Folie eingeblendet beziehungsweise zur nächsten Folie weitergeschaltet. Das didaktische Netzwerk bietet neben der Einstellung eine beliebige Quelle an alle Bildschirme zu senden, zum Beispiel auch die Möglichkeit nur einige Zielmonitore anzusteuern. Andere Einstellungen als die oben genannte werden bis jetzt in den Vorlesungen nur selten benutzt.

Im universitären Alltag gibt es Situationen, auf die der Dozent nur begrenzten Einfluß hat. Die hohe Studierendenzahl in der Vorlesung „Praxis der Systemgestaltung“ und die dadurch eingeschränkte Auswahl an Veranstaltungsorten ist hierfür ein Beispiel. Der Audimax ist kein Bestandteil der lernförderlichen Infrastruktur, verfügt aber über einen Videobeamer mit Laptopanschluß, so daß diese Technik zur Folienpräsentation genutzt werden kann. Hier kommt das Offenheitskriterium der Alltagstauglichkeit zum Tragen, denn auch wenn es immer mehr Veranstaltungsorte mit Videobeamer gibt, ist dies noch nicht der Regelfall. So ist es durchaus denkbar, daß auch wenn die Technik verläßlich ist, Vorlesungen auf Grund von Sonderveranstaltungen und Raumänderungen nur mit dem Einsatz von „klassischer“ Technik auskommen müssen.

---

### 1.3 Organisation der Lehre

---

In der Vorlesung sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, die Folien und die Aussagen des Dozenten miteinander in Beziehung zu setzen und mit eigenen Gedanken zu verknüpfen. Dazu ist die Umsetzung der primären Medienfunktionen auch auf studentischer Seite erforderlich. Typischerweise machen sich Studierende während der Vorlesungen Stichpunkte und Notizen, die sie dann entweder mit dem Folientitel versehen, oder nur durch das Datum an einen Vorlesungstermin knüpfen. An dieser Stelle muß ein Medienbruch in Kauf genommen werden. Das Verknüpfen eigener Notizen mit den Folien wird durch die Bereitstellung des Foliensatzes als druckbare PDF-Datei unterstützt. Liegt diese Datei rechtzeitig auf dem Server, können die Studierenden sich vor der Vorlesung einen Ausdruck machen und ihre Notizen neben die entsprechenden Folien schreiben.

Der interaktive Hörsaal bietet die Möglichkeit, bei Vorlesungen mit bis zu 30 Studierenden, diesen Medienwechsel zu vermeiden, indem die Präsentation nur über den Videobeamer geschieht, und die Rechnerarbeitsplätze für die Studierenden freigeschaltet werden. Die Studierenden können dann mit Hilfe der Funktionen von Hyperwave eigene Annotationen mit den HTML-Foliendokumenten verknüpfen. Dieses Vorgehen ist aber zur Zeit noch nicht in der Lehrorganisation etabliert.

Es hat sich gezeigt, daß sich gerade die rechtzeitige und vollständige Bereitstellung der Vorlesungsfolien in einer positiveren Bewertung der Veranstaltungen durch die Studierenden äußert (Keil-Slawik 1999). Diese Evaluation wird jedes Semester von der Fachschaft im Rahmen des „Qualität der Lehre“-Programms für alle größeren Vorlesungen durchgeführt. In diesen Bewertungen wird dem Dozenten von den Studierenden ein interessanter Vorlesungsstil, gute Vorbereitung, eine angemessene Anwendung von guten Beispielen sowie eine große Bereitschaft zur Interaktion mit den Studierenden bescheinigt. Allerdings macht es den Studierenden an manchen Stellen Schwierigkeiten, das Wesentliche in den Ausführungen des Dozenten vom Unwesentlichen zu unterscheiden, und so sinnvolle Mitschriften zu produzieren. Diese nehmen zur Nachbearbeitung der Vorlesung und zum Lösen der Übungsaufgaben aber einen hohen Stellenwert ein, da es anhand der Folien alleine nur sehr schwer möglich ist, sich ein Thema zu erschließen.

#### ***Die Übungen***

Die Veranstaltungsorte für die einzelnen Übungen werden, genauso wie für die Vorlesungen, nach Gruppengröße ausgewählt. Geleitet werden sie im Allgemeinen von Mitarbeitern der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“. Da sich der Übungsbetrieb sehr stark auf die lernförderliche Infrastruktur stützt, finden die

---

## 1.3 Organisation der Lehre

---

Übungen im elektronischen Seminarraum oder im interaktiven Hörsaal statt.

Zunächst werden die wöchentlich oder 14-tägig zu bearbeitenden Aufgaben nur auf dem Hyperwave-Server veröffentlicht. Diese werden dann in Kleingruppen von zwei bis drei Studierenden bearbeitet, wobei der Rechnereinsatz in den meisten Fällen zur Lösung der Aufgaben nicht zwingend nötig ist. Die Abgabe der bearbeiteten Aufgaben erfolgt allerdings wiederum über den Hyperwave-Server. Dazu erhält jede Kleingruppe einen eigenen Bereich, in dem nur sie selbst und der Übungsgruppenleiter Schreib- und Leserechte haben. Durch die Forderung der elektronischen Abgabe, wird den Studierenden nahegelegt, die Bearbeitung der Übungsaufgaben selbst möglichst ohne Medienbrüche in multimedialer Form zu realisieren.

Das Rechnernetz des Fachbereichs bietet den Studierenden ausreichend Möglichkeit unter verschiedenen Betriebssystemen mit der jeweiligen Standardsoftware Erfahrungen zu sammeln. Zur Bearbeitung der Übungsaufgaben werden daher selten Vorgaben gemacht, welche Programme zur Erstellung der Lösungsdokumente einzusetzen sind. Da diese in den Übungsstunden von den Studierenden präsentiert werden müssen, ist bei der Erstellung allerdings auf die Plattformunabhängigkeit der Lösungsdokumente zu achten.

### ***Prüfungen***

Zum Ende des jeweiligen Semesters erhalten die Studierenden eine erste Möglichkeit, einen Leistungsnachweis in den von ihnen besuchten Veranstaltungen zu erwerben. Je nach Höhe der Teilnehmerzahl in der Vorlesung wird zur Leistungskontrolle entweder eine Klausur oder ein Fachgespräch mit dem Dozenten angeboten. Inhaltlich orientieren sich diese Prüfungen stark an den Übungsaufgaben und den in den Vorlesungen behandelten wichtigen Kernaussagen. Auch Diplom- und Examensprüfungen richten sich nach diesen Inhalten, auch wenn sich dort die Gewichtung stark zu den Kernpunkten hin verschiebt.

Die Termingestaltung bei Fachgesprächen ist sehr offen. So können die Studierenden in der Regel auch noch bis in die Anfangsphase des nächsten Semesters hinein ihre erste Prüfung ablegen. Klausuren werden meist in der letzten Vorlesungswoche zum ersten Mal angeboten. Für beide Prüfungsformen müssen aber auch Wiederholungstermine angesetzt werden, da die Studierenden beliebig oft versuchen dürfen einen Leistungsnachweis zu erlangen. Studienabschlußprüfungen können noch Jahre nach dem eigentlichen Vorlesungsbesuch über die dort behandelten Themen abgelegt werden.

---

### 1.3 Organisation der Lehre

---

Die hier auftretenden Zeitspannen stellen ein Problem innerhalb der lernförderlichen Infrastruktur dar. Die Unterrichtsmaterialien und die selbsterstellten Dokumente, wie Übungslösungen und Annotationen, stellen die wichtigsten Informationsquellen für jegliche Prüfung dar. Solange es für die Studierenden keine einfache Möglichkeit gibt, die kompletten Unterrichtsmaterialien selbstständig zu sichern, und so für einen zeitunabhängigen Zugriff zu sorgen, müssen die vollständigen Materialien aller Jahrgänge auf dem Hyperwave-Server gespeichert bleiben. Dies führt dann zu Verzögerungen in den Funktionalitäten, etwa bei den Suchalgorithmen und natürlich irgendwann zu Speicherplatzproblemen.



## ***2 Ein einfaches Verfahren zur Erstellung von Audio-Annotationen***

Audio-Annotationen stellen neben den Foliensätzen eine weitere mediale Repräsentation einer Vorlesung dar. Ob und wie diese zusätzlichen Materialien sich auf die Qualität der Lehre und die Lerneffizienz auswirken, kann nur beurteilt werden, indem praktische Erfahrungen damit gemacht werden. Daher wurde zunächst ein Verfahren entwickelt, das im Lehrumfeld der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ eingesetzt und gemäß den Kriterien der Alltagstauglichkeit über zwei Semester hinweg evolutionär verbessert wurde.

In der jetzt erreichten Stufe des Verfahrens werden die einzelnen Vorlesungen auf Video aufgezeichnet und gleichzeitig die Ausführungen des Dozenten mit Hilfe eines Computers digitalisiert. Die so erzeugte Audiodatei wird zuerst qualitativ verbessert, und anschließend in zu den Folien passende Stücke aufgeteilt. Auf der Videoaufzeichnung indizieren die Folienwechsel dabei geeignete Schnittstellen. Durch Verknüpfung der einzelnen Audiodateien mit den HTML-Vorlesungsfolien entstehen schließlich Audio-Annotationen, die über die lernförderliche Infrastruktur den Studierenden zur Verfügung stehen.

### ***2.1 Motivation***

Viele Studierende geben während der studentischen Veranstaltungskritik in den Kommentaren zu den Vorlesungen in der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ an, oft nicht in der Lage zu sein, den Gedankengängen des Dozenten zu folgen und gleichzeitig eigene Mitschriften zu produzieren, die sich zum späteren Selbststudium eignen (Fachschaft 17, 1993 - 1998). Daher entscheiden sich die Studierenden oft dafür, „nur“ zuzuhören und nur wenige Stichpunkte mitzuschreiben, im Vertrauen auf die veröffentlichten Foliensätze zur Übungsbearbeitung und Prüfungsvorbereitung. Diese reichen aber alleine meist nicht aus, um sich adäquat ein Themengebiet erschließen zu können. Zu vielen, in den Vorlesungen angesprochenen, Problematiken gibt es daher zusätzlich noch Hintergrundmaterialien, die allerdings im Allgemeinen zu umfangreich für eine effektive Bearbeitung sind.

Die Ausführungen des Dozenten in der Vorlesung stellen die wichtigste Informationsquelle für die Studierenden dar. Dies ist eher untypisch für Veranstaltungen in der Informatik, da es hier keine Lehrbücher oder ausgearbeitete Skripte gibt. Daher werden die Studierenden in den Veranstaltungen der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ stark gefordert zuzuhören. Diese Schlüsselqualifikation ist bei den Studierenden sehr unterschiedlich ausgeprägt.

---

## 2.1 Motivation

---

Die Audio-Annotationen machen nun eine Vorlesung mehrfach „erhörbar“. Die Studierenden können die Vorlesung anhand der Foliensätze nachvollziehen und sich die zugehörigen Ausführungen des Dozenten beliebig oft anhören. Dadurch lassen sich falsche Schlußfolgerungen und irrige Gedankengänge, die sich beim Vorlesungsbesuch beim Studierenden festsetzen, leichter korrigieren.

## **2.2 Evolution des Aufnahmeverfahrens**

Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben die Ereignisse und Ideen, die die Entwicklung des Aufnahmeverfahrens beeinflusst haben. Die sich anschließenden Unterkapitel widmen sich dann ausführlicher der Aufbereitung der Daten und der Erstellung der Audio-Annotationen selbst. Bei der Nachbearbeitung ist besonders das Zerschneiden der Audiodatei ein unberechenbarer Zeitfaktor. Daher ist dieser in den nachfolgenden Auflistungen nicht näher spezifiziert. Minimal betrug die Bearbeitungszeit 60, maximal 240 Minuten, abhängig von der Vortragsgestaltung und der Verfügbarkeit der Videoaufzeichnungen.

### ***Die ersten beiden Vorlesungen „Informatik und Gesellschaft“***

Zu Beginn des Sommersemesters 98 startete die Entwicklung des Verfahrens. Zu dieser Zeit befand sich der interaktive Hörsaal noch im Aufbau, so daß die Vorlesungen der Arbeitsgruppe standardmäßig in normalen Hörsälen abgehalten wurden. Die restliche Infrastruktur war jedoch wie beschrieben verfügbar.

Auf Grund der hohen Beteiligung in den vorangegangenen Semestern und dem Einsatz eines Beamers zur Präsentation der PowerPoint-Folien, fanden die ersten Sitzungen in einem Hörsaal in der Fürstenallee statt. In diesem Hörsaal ist ein Deckenbeamer fest installiert und der Dozent braucht zu Beginn der Veranstaltung nur einen Laptop dort anzuschließen. Er bietet Platz für ca. 70 Studierende und enthält einen Overheadprojektor und statt einer Tafel ein Whiteboard.

Die Videokamera wurde so auf die Projektionsfläche des Beamers ausgerichtet, daß auch noch das vorhandene Whiteboard zumindest zum Teil zu sehen war. Um die Qualität der Audioaufzeichnung zu erhöhen, wurde zusätzlich ein externes Standmikrofon an die Kamera angeschlossen. Während der Aufnahme wurden Notizen gemacht, die später beim Zerschneiden des Audiofiles helfen sollten. Nach Abschluß der Vorlesung wurde dann die Aufnahme auf VHS-Band überspielt.

Da zu diesem Zeitpunkt nur die Technik getestet werden sollte und bewußt auf eine Bereitstellung der Audio-Annotationen für die Studierenden verzichtet wurde, konnte die Nachbearbeitungsphase auf später verschoben werden. Die rechenintensiven Tätigkeiten der Nachbearbeitung, Digitalisieren und das Aufwerten der Tonqualität, wurden daher meist neben anderen Tätigkeiten

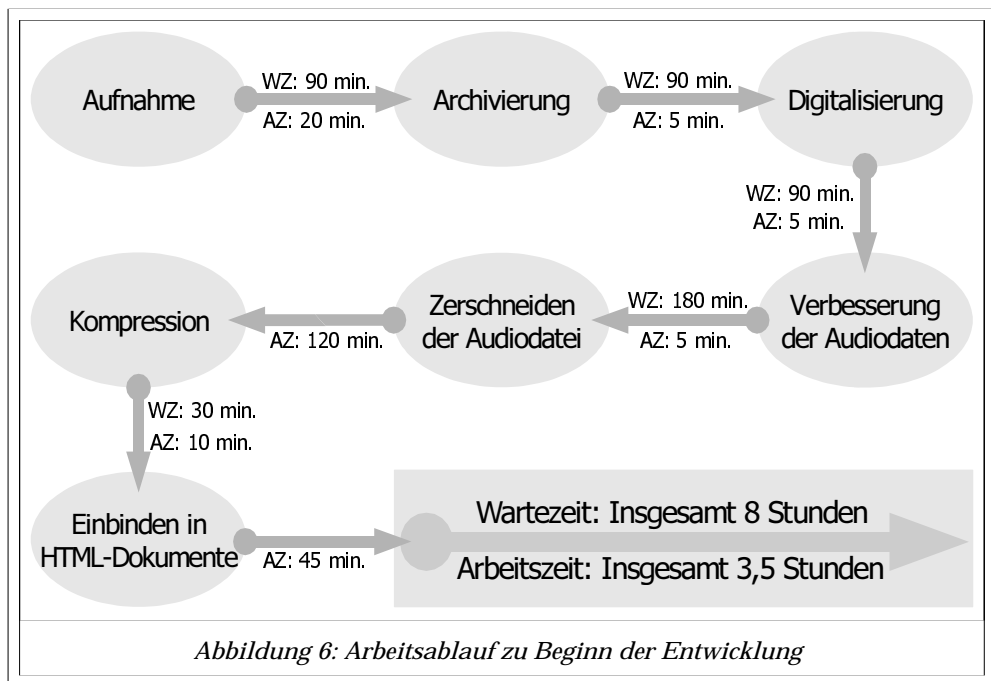
---

## 2.2 Evolution des Aufnahmeverfahrens

---

gestartet. Die Hauptarbeit liegt sicherlich in der Auswahl der Schnitte. Die Notizen, die während der Vorlesungen gemacht wurden, erwiesen sich als wenig hilfreich. Zum einen waren die notierten Zeitmarken sehr ungenau, zum anderen war noch nicht klar, wo geeignete Zäsuren im Vortrag waren. Daher orientierten sich die Schnitte zunächst an den Folienwechseln, die auf dem Video durch Spulen gesucht wurden. Mit Hilfe der Zeitanzeige des Videorecorders konnte die entsprechende Stelle in der Audiodatei gefunden werden und dort eine geeignete Schnittmarke in der näheren Umgebung gefunden werden.

Die Struktur des Arbeitsablaufs erforderte es, hohe Wartezeiten in denen nur verschiedene Geräte – Kamera, Videorecorder oder Rechner – automatisch arbeiteten, zu akzeptieren. Insgesamt liefen die technischen Geräte ohne direkten personellen Einsatz in dieser Phase ca. 8 Stunden. Die reine Arbeitszeit für die Wechsel der einzelnen Produktionsschritte, also ohne die Zeit für das Zerschneiden der Audiodatei betrug dagegen nur 1,5 Stunden. Da noch nicht auf Erfahrungen im Umgang mit den Audiodaten und dem Finden der Schnittmarken zurückgegriffen werden konnte, dauerte das Zerschneiden der ersten Vorlesungen überdurchschnittlich lange, etwa drei Stunden pro Vorlesung. Die untenstehende Grafik zeigt, wieviel personelle Arbeitszeit zu Anfang der Entwicklung für einen Produktionsschritt gebraucht wurde, und wie lange man warten mußte, um den nächsten Arbeitsschritt durchführen zu können.



### ***Umzug in den elektronischen Seminarraum***

Da die Anzahl der Studierenden unerwartet klein war, wurde die Veranstaltung in den elektronischen Seminarraum verlegt. Die Teilnehmer sitzen hier im Kreis und können auf acht Bildschirmen, die durch ein didaktisches Netzwerk verbunden sind, die Präsentation der Folien verfolgen. Der Dozent sitzt mit in dem Kreis und schaltet die Folien per Mausklick weiter. Dies schränkt den Gebrauch der ebenfalls in dem Raum vorhandenen Tafeln, eine elektronische und ein Whiteboard, ein. Daher reichte es aus, bei der Aufzeichnung der Veranstaltung nur noch einen Monitor im Bild zu haben.

Da zur Präsentation der Vorlesung nur einer der acht zur Verfügung stehenden Rechner benötigt wird, wurde die Aufnahme mit dem Digitalisieren parallelisiert. Das externe Mikrofon wurde nun direkt an die Soundkarte eines Rechners in dem Raum angeschlossen, und nicht mehr an die Videokamera. Dadurch wurde die Tonqualität auf dem Videoband etwas schlechter, aber der Ton wurde nun redundant an zwei Stellen gespeichert, einmal auf dem Videoband und zusätzlich gleich als Wavedatei im Rechner.

Dieser Aufbau verkürzte die Bearbeitungszeit um 90 Minuten. Die benötigte Zeit zum Zerschneiden der Audiodatei stieg dagegen an, da die Veranstaltung nun einen mehr seminaristischen Charakter bekam. Die Studierenden stellten mehr Fragen und ihre Interaktion mit dem Dozenten wuchs. Auch das Weiterschalten der Folien passierte nun mehr beiläufig, da die Maus immer in Reichweite lag. Daher war es nun schwieriger die Schnittmarken zu finden. Das Zerschneiden der Audiodatei hat in dieser Phase vereinzelt bis zu drei Stunden gedauert.

### ***Der nächste Schritt***

Um die Qualität der Videoaufnahmen und insbesondere die Qualität der Tonspur zu steigern, wurden verschiedene in der Arbeitsgruppe zur Verfügung stehende Kameras ausgetestet. Die digitale Videokamera aus den Beständen des Multi-medialabors lieferte die besten Ergebnisse. Jedoch ist hier die maximale Aufnahmelänge auf 60 Minuten beschränkt. Daher ist bei der Aufnahme mit dieser Kamera ein Kassettenwechsel während der Vorlesung nötig. Dies störte natürlich den Fluß der Veranstaltung und führt zu einem erhöhten Ausfallrisiko, da die Kameraeinstellungen nach einem Kassettenwechsel neu eingegeben werden müssen.

Da einmal die Kamera die zweite Hälfte der Vorlesung nicht mehr aufgenommen hat, und einerseits das Wechseln der Kassette abgestellt, andererseits aber nicht auf die gute Aufnahmequalität verzichten werden sollte, wurde ein Videorecorder in den Versuchsaufbau mit eingefügt. Die digitale Videokamera

---

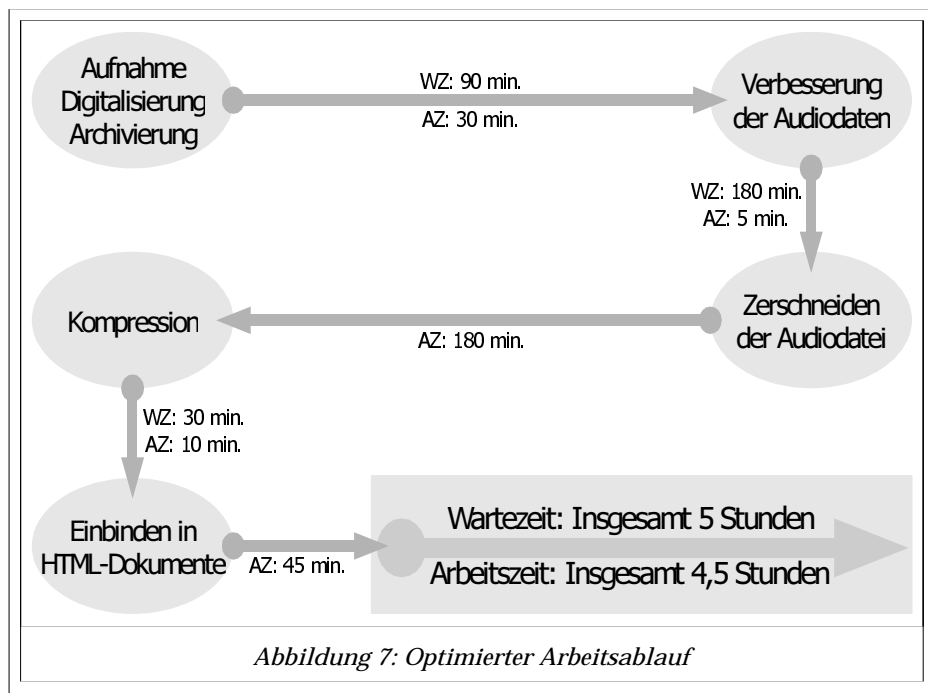
## 2.2 Evolution des Aufnahmeverfahrens

---

wurde nur noch dazu benutzt, um das Bild und den Ton der Videokamera direkt in den Videorecorder zu schleifen. Dieser nahm nun direkt die Veranstaltung auf VHS-Band auf. Somit wurde die Wartezeit noch einmal um 90 Minuten reduziert, da jetzt – schon während die Vorlesung gehalten wurde – der Computer die Audio-datei erzeugte und die Aufnahme gleich im Archivierungsformat geschah.

Dieser Versuchsaufbau führte jedoch zunächst zu einer bösen Überraschung, da das Video der ersten so aufgenommenen Vorlesung fast komplett schwarz war. Die Tücke liegt wie immer im Detail, denn die verwendete Kamera schaltet sich nach kurzer Zeit automatisch aus, wenn sie mit eingelegter Kassette nicht selbst aufnimmt. Doch auch ohne den Folienwechsel nachvollziehen zu können, war es möglich, die Audiodatei in sinnvolle Stücke zu zerlegen, die auch zu den Folien passen. Diese entsprechen dann allerdings nicht unbedingt den Sinnabschnitten, die der Dozent durch das Weiterschalten der Folien diktiert.

Durch den Einsatz des Videorecorders erhöhte sich die Zeit, die zum Auf- und Abbau der Geräte benötigt wird, kaum. Da man die Geräte nach der Vorlesung nicht neu zusammenschalten mußte, um die Aufnahme zu kopieren, sparte man auch hier einen weiteren Arbeitsschritt ein. Die Wartezeit betrug nun nur noch fünf Stunden.



### ***Alltagstauglichkeit erreicht***

Zum Ende des Semesters traten keine technischen Pannen mehr auf und alle anfallenden Tätigkeiten konnten dank der gesammelten Erfahrungen effizienter angegangen werden. Das Experiment spaltete sich nun in zwei Projekte auf. Zum einen sollten die in der Vorlesung „Informatik und Gesellschaft“ gewonnenen Audiodaten in einer Fernlernveranstaltung in der Lehrerfortbildung an der Universität Potsdam eingesetzt werden. Näheres zu dem Projekt und eine ausführlichere technische Beschreibung des Verfahrens ist bei Hoff-Holtmanns (1999) nachzulesen. Zum anderen sollte evaluiert werden, wie die Studierenden an der Universität-Gesamthochschule Paderborn Audio-Annotationen nutzen würden. Die Ergebnisse dieser Evaluation finden sich im dritten Kapitel dieser Arbeit.

### ***Die erste Hälfte der Vorlesung „Software-Ergonomie“***

Diese wurde erstmalig als zweistündige Vorlesung mit einer 14-tägig stattfindenden zweistündigen Übung gehalten. Ort der Veranstaltung war der interaktive Hörsaal. Dort sind alle Gerätschaften, die für die Aufnahme und Erstellung von Audio-Annotationen benötigt werden vorhanden.

Zur Aufnahme der Vorlesung wurden anfangs der fest installierte Videorecorder und die zugehörige digitale Kamera benutzt. Der Hörsaal ist außerdem mit einem Funkmikrofon ausgestattet, das sich der Dozent ans Revers stecken kann. Dieses wurde wiederum benutzt, um den Ton direkt im Rechner zu digitalisieren. Die Videokamera nahm den Ton dann unabhängig davon auf. Dies steigerte noch einmal die Qualität der Aufnahme des Dozenten. Die Äußerungen der Studierenden wurden von dem Funkmikrofon jedoch nur schwach aufgezeichnet und stellten sich daher als durchweg qualitativ unbrauchbar heraus. Die Erfahrungen aus der Vorlesung „Informatik und Gesellschaft“ zeigten aber, dass die Einwürfe und Fragen der Studierenden und die sich daraus entwickelnden Dialoge in fast allen Fällen auch inhaltlich nicht als Audio-Annotation zu gebrauchen waren.

Leider war es nicht möglich, das erforderliche Programm zum Digitalisieren auf den Rechnern des Hörsaals zu installieren. Daher mußte jedesmal ein zusätzlicher Rechner aus dem Projektlabor der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ in den Hörsaal gebracht werden. Dadurch wurde die zum Auf- und Abbau benötigte Arbeitszeit aber kaum erhöht. Der größte Zeitfaktor war auch jetzt noch das Zerschneiden der Audiodatei.

### ***Die letzten Änderungen***

Zur Mitte des Semesters fiel das verwendete Funkmikrofon aus. Dies führte aber nicht zu einem Verlust der Aufnahme, da die Software zur Digitalisierung die

---

## 2.2 Evolution des Aufnahmeverfahrens

---

Aufnahme fortlaufend als Oszillogramm darstellt. Dadurch konnte direkt zu Beginn festgestellt werden, daß der Computer kein Signal mehr von dem Funkmikrofon bekam und auf das interne Mikrofon der Kamera umgestellt werden. Das Fehlen einer Dokumentation der Verkabelung und einer Bedienungsanleitung der im Hörsaal installierten Video- und Soundanlage, verhinderten den Einsatz des Funkmikrofons gänzlich für den Rest des Semesters. Die anschließende ausschließliche Verwendung des internen Kameramikrofons schlägt sich in einer deutlichen Abnahme der Tonqualität der Audio-Annotationen nieder.

Dieser Vorfall zeigt, wie wichtig es ist, die verschiedenen Aufnahmen beim Start überprüfen zu können. Auch der Videorecorder zeigt an, ob an seinen Audioeingängen ein Signal anliegt oder nicht. Um zu überprüfen, ob das Videosignal den Recorder erreicht, muß man allerdings den Beamer im Hörsaal benutzen, da ein anderes Ausgabegerät nicht vorhanden ist.

Das Fehlen einer Bedienungsanleitung und einige überraschende Seiteneffekte machten dieses Vorgehen problematisch. Wenn das Videosignal mittels Beamer überprüft wurde, mußte danach die gesamte Anlage, inklusive Videorecorder, über den Hauptschalter aus- und wieder eingeschaltet werden, damit der Beamer wieder über das didaktische Netzwerk angesteuert werden konnte. Niemand dachte daran, den Videorecorder wieder auf Aufnahme zu stellen, daher wurde danach auf eine Überprüfung des Videosignals verzichtet.

Daraufhin führte ein defektes Kabel zu einem Verlust des Videosignals und der Videorecorder nahm nur den Ton auf. Da der Verlust der Bildinformationen das Finden sinnvoller Schnittmarken unnötig erschwerte, mußte eine einfache Überprüfungsmöglichkeit der Signale schon zu Beginn der Aufnahme geschaffen werden.

Während der Vorlesung „Informatik und Gesellschaft“ wurde ja schon ein Videorecorder benutzt, der nicht fest in einem Raum, sondern zusammen mit einem Fernseher in einem fahrbaren Videoschrank installiert war. Dieser Wagen ist einfach zu transportieren, der Videorecorder ist völlig unabhängig von dem System des Hörsaals und der Fernseher erlaubt die Überprüfung der Eingangssignale, sowohl Audio als auch Video, des Recorders. Auch der PC, der zum Digitalisieren verwendet wurde, fand noch Platz in dem Schrank. Leider verfügte dieser nicht über eine Grafikkarte mit TV-Ausgang, so daß auch noch ein Monitor mit in den Rollschrank mußte.

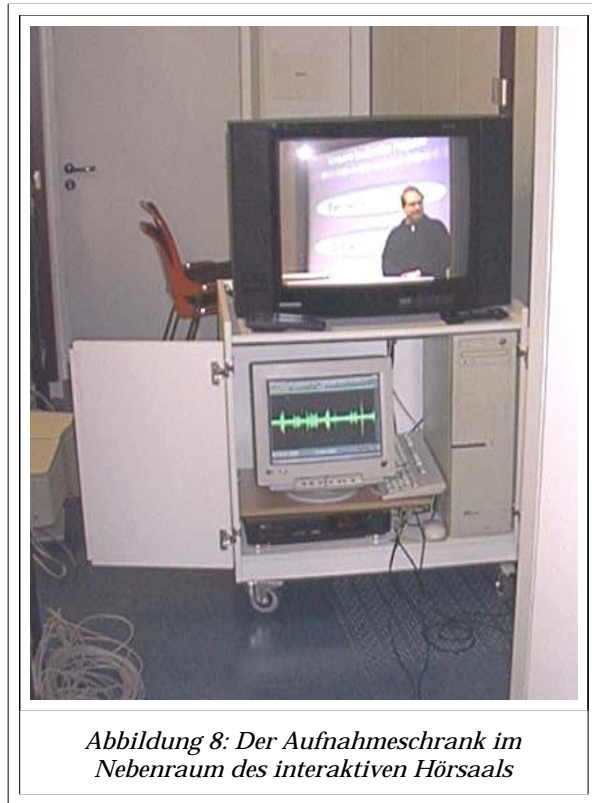
Da der Rechner momentan nicht in der Arbeitsgruppe gebraucht wurde und der Videorecorder und Fernseher immer noch voll einsatzbereit waren, brauchte die Verkabelung nicht jedesmal neu vorgenommen zu werden. Der Schrank konnte in

---

## 2.2 Evolution des Aufnahmeverfahrens

---

kürzester Zeit in den Hörsaal transportiert werden und es brauchte nur noch die Kamera aufgestellt und angeschlossen zu werden, um für die Aufnahme bereit zu sein. Es wurden keinerlei Voraussetzungen mehr an die technische Ausstattung des Vortragsraums gemacht. Damit war das Verfahren erstmalig völlig unabhängig von den räumlichen Gegebenheiten und sehr zuverlässig. Alle weiteren Aufnahmen verliefen auch ohne technische Pannen.



*Abbildung 8: Der Aufnahmeschrank im Nebenraum des interaktiven Hörsaals*

### **Die nächste Generation**

Die technische Ausstattung der Arbeitsgruppe ist komplett ausgeschöpft worden. Um das Verfahren noch zu verbessern, kann der Vorsatz, keine neuen Geräte anzuschaffen, nicht mehr aufrecht erhalten werden. Mögliche Investitionen sollten vor allem in eine bessere Rechnerausstattung fließen.

Aufgrund der geringen Taktzahl des zur Aufnahme verwendeten Rechners eignete sich dieser nicht, um die Rauschunterdrückung und die Lautstärkeanpassung der Audiodatei durchzuführen. Andere Ressourcen waren in der Arbeitsgruppe nicht dauerhaft frei, so daß die Bearbeitung der Audiodatei komplett an einem anderen Rechnerarbeitsplatz stattfinden mußte. Dies machte ein Umkopieren der ca. 250 MB großen Datei nötig. Dieser eigentlich unnötige Arbeitsschritt könnte ganz wegfallen, wenn der Rechner, der zur Aufnahme



---

## 2.2 Evolution des Aufnahmeverfahrens

---

benutzt wird, leistungsstark genug ist, um auch die Nachbearbeitung handhaben zu können.

Die Anschaffung einer Grafikkarte mit TV-Ausgang, würde den Aufbau derart verändern, das in dem Wagen der Monitor überflüssig ist. Dadurch wäre es möglich, die Einstellungen an der Aufnahme-Software ebenso wie das Videobild auf dem Fernseher zu kontrollieren. Dies bringt zwar keine Einsparungen in der Arbeitszeit oder qualitative Verbesserungen, doch war die Anordnung in dem Wagen bis zum Schluß provisorisch. Der Monitor stand mit seinem ganzen Gewicht auf dem Videorecorder, nur eine dazwischen gelegte Holzplatte verteilte das Gewicht etwas auf dem Gehäuse. Da auch die geordnete Unterbringung der Maus und Tastatur sowie der Kamera mit ihrem Zubehör in dem vorhandenen Videowagen so nicht mehr möglich war, empfiehlt es sich bei einer dauerhaften Einrichtung einer solchen Anlage nach Alternativen zu suchen. Zum anderen sollte vor einem weiteren Projekt ein Funkmikrofon in die Anlage integriert werden. Die Studierenden haben in der Befragung einheitlich bemängelt, daß die Aufnahmen zum Ende hin qualitativ sehr schlecht waren und vor allem die Nebengeräusche sehr störten. Die Erfahrungen während der Aufnahmen in dem interaktiven Hörsaal haben gezeigt, daß diese Probleme mit dem Einsatz des Funkmikrofons minimiert wurden und so die beste Aufnahmequalität erreicht werden kann.

### ***2.3 Die Nachbearbeitung***

Zunächst werden die einzelnen Schritte, die nach der Aufnahme bis zur Bereitstellung der Materialien auf dem Hyperwave-Server nötig sind, näher beschrieben. Im Gegensatz zur Technik entwickelte sich die Nachbearbeitung nicht im geringsten evolutionär. Von Vorlesung zu Vorlesung wuchs allein die Erfahrung im Umgang mit der Software und führte so zu einer effektiveren Nutzung der schon zu Beginn eingesetzten Software. Im weiteren wird zu jedem Schritt ein Begründungszusammenhang dargelegt, der aufzeigt, welche Funktionen die eingesetzte Software bieten muß. Zum Abschluß wird im nächsten Unterkapitel die Abhängigkeit zwischen Vortragsstil und dem Auffinden geeigneter Schnittmarken anhand einiger Beispiele aus der Vorlesung „Software-Ergonomie“ verdeutlicht.

#### ***Rauschunterdrückung und Lautstärkeanpassung***

Diese beiden Funktionen dienen der Qualitätssteigerung der Audioaufnahme. Jedes Mikrofon hinterläßt ein Eigenrauschen in der Aufnahme, das zusammen mit Hintergrundgeräuschen die Hörbarkeit gerade bei leisen Sequenzen, wie zum Beispiel Fragen von Studierenden, bei der Verwendung eines Funkmikrofons,

---

## 2.3 Die Nachbearbeitung

---

stark beeinträchtigt. Dieses Hintergrundgeräusch kann man mit einer geeigneten Software herausrechnen. Dazu sucht man ein etwa zwei Sekunden langes Stück in der Datei, in dem nur das Rauschen zu hören ist. Typischerweise wird die Aufnahme nicht synchron mit der Vorlesung gestartet und beendet, sondern etwas vorher bzw. kurz nachher. Hier finden sich meist geeignete Sequenzen mit dem charakteristischen Hintergrundrauschen. Von dieser Passage erstellt das Programm ein Profil, das man nun aus der gesamten Aufnahme herausfiltern kann. Dieser Prozeß ist sehr rechenintensiv. Auf einem Pentium 133 dauerte es ca. drei Stunden, eine 90 minütige Vorlesung vom Hintergrundrauschen zu befreien.

Das Anpassen der Lautstärke dauerte unter gleichen Bedingungen dagegen nur etwa 30 Minuten. Hierbei werden eventuell vorkommende Schwankungen in der Lautstärke ausgeglichen, so daß die Audio-Annotationen nachher alle gleich laut klingen. Dieses Phänomen tritt wiederum bei Studierendenfragen auf, oder aber wenn an Stelle des Funkmikrofons ein stationäres Mikrofon verwendet wird und man in unterschiedliche Richtungen spricht. Verzichtet man auf die Anpassung, führen die unterschiedlichen Lautstärken dazu, daß beim Abspielen der Annotationen ständig die Lautstärke von Hand nachreguliert werden muß. Dadurch behindert man unnötig die Handhabbarkeit, und bietet einen möglichen Grund zur Ablehnung der Materialien.

Das schon zur Digitalisierung verwendete Programm „Cool Edit“ bietet eine Fülle von Optionen zur Bearbeitung von Audiodateien. Auch in der Shareware-Version kann man sowohl auf die Rauschunterdrückung, als auch die Lautstärkeanpassung zugreifen.

### ***Das Zerschneiden der Audiodatei***

In diesem Schritt liegt die Hauptarbeit. In der Audiodatei müssen geeignete Sequenzen nacheinander markiert und abgespeichert werden. Dies sollte mit jeder Software, die man zur Aufnahme oder Bearbeitung von Audiodateien verwendet, möglich sein. Zu Beginn synchronisiert man die Videoaufzeichnung mit der Audiodatei. Dazu spult man das Videoband bis zum Anfang der Vorlesung und setzt die Abspielzeit auf Null, eine Funktion, die alle moderneren Videorecorder besitzen. Danach sucht man in der Audiodatei die entsprechende Stelle und setzt die erste Marke. Um die Synchronität zu der Abspielzeit zu erreichen, ist es am einfachsten, den Anfang der Videoaufnahme bis zu dieser ersten Marke zu löschen. Nun spult man das Videoband im Bildvorlauf so lange, bis die Folie gewechselt wird. Die Abspielzeit des Videobandes indiziert ungefähr die nächste Schnittmarke. Man springt nun mit Hilfe der Software zur entsprechenden Abspielzeit in der Audioaufnahme und sucht eine mögliche Schnittstelle, indem man nach einer

---

## 2.3 Die Nachbearbeitung

---

längeren Sprechpause im Oszillogramm Ausschau hält.

Durch kurzes Anspielen eines ca. 10-sekündigen Stückes vor der gewählten Schnittmarke wird meist schon klar, ob diese auch einen sinnvollen Schnitt in dem Vortragsfluß ergibt. Läßt sich die Schnittmarke nicht auf diesem einfachen Weg lokalisieren, nimmt man die Videoaufnahme zu Hilfe und schaut sich dort eine längere Passage an. Dies wird auch nötig, wenn die Stücke zu lang werden, und mehrere Audio-Annotationen zu einer einzigen Folie erstellt werden sollen.



Man sollte eine Software wählen, die das Markieren von Sequenzen möglichst effektiv realisiert. Das Programm „Cool Edit“ zeigt den Beginn und das Ende einer Markierung durch einen Zeitstempel an. Doch es erlaubt auch, diese Anzeige zu editieren und so eine Sequenz auszuwählen. Wenn man mit der Maus den Anfang eines zu speichernden Stückes im Oszillogramms auswählt, erscheint in den Fenstern für den Beginn und das Ende einer Selektion die genaue Zeit dieser Markierung. Der Eintrag kann dann selektiert werden und mit den unter Windows üblichen Tastenkürzeln zwischengespeichert werden. Nun sucht man das Ende der Annotation und markiert diese Stelle wiederum mit einem einfachen Mausklick im Oszillogramm. In das Fenster mit dem Zeitstempel für den Beginn einer Sequenz kann dann der zwischengespeicherte Stempel der ersten Markierung kopiert werden. Das Stück zwischen diesen beiden Zeitstempeln ist invers dargestellt und kann jetzt als Einzeldatei abgespeichert werden.

### ***Komprimierung der Audio-Annotationen***

Mit Hilfe des Programms „mp3-producer“ der Firma Opticom, einem Ableger des Fraunhofer-Institutes für integrierte Schaltungen in Erlangen, wurden die abgespeicherten Stücke in das MPEG1-Layer3-Format<sup>2</sup> umgewandelt. Dieses Verfahren erreicht einen Komprimierungsfaktor von 1:14.

Eine Komprimierung der Daten ist unumgänglich, da es auf Grund des hohen Datenvolumens sonst nicht möglich ist, die Annotationen über einen Server bereitzustellen. Welches Kompressionsverfahren angewendet werden soll, ist abhängig von der zur Verfügung stehenden Software und den Erfahrungen des Produzenten.

Die Produktentscheidung zu dem MP3-Format fiel auf Grund der Erfahrungen und der freien Verfügbarkeit von entsprechenden Abspielprogrammen, sowie der Plattformunabhängigkeit des Formates (Hoff-Holtmanns 1999). Nicht bedacht wurde jedoch, daß diese Abspiel-Software nicht zur Standardinstallation der Rechner in den Poolflächen der Studierenden gehört. Das verhinderte den sofortigen Einsatz der Audio-Annotationen in der Lehre, da die Studierenden die Materialien nur zu Hause am eigenen PC vollständig benutzen konnten. Und dies auch nur dann, wenn sie über einen Internetzugang verfügen und das Laden von insgesamt ca. 20 MB Daten nicht scheuten. Die Evaluation hat gezeigt, daß das niemand auch nur in Erwägung gezogen hat.

### ***Einbinden der Materialien***

Da die Audio-Annotationen mit den zugehörigen Folien verknüpft und den Studierenden über die lernförderliche Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden sollen, bietet es sich an, die HTML-Dokumente entsprechen anzupassen. Im Standardlayout sollen neben den vorhandenen Navigationselementen ein oder auch mehrere neue Icons zum Starten der Audio-Annotationen dargestellt werden.

Diese Icons zeigen einen kleinen Lautsprecher und sind im weiteren so gestaltet, daß sie in Form und Farbe den von PowerPoint generierten gleichen; der Lautsprecher ähnelt dem von Windows eingesetzten Bild zur Indizierung von Wavedateien oder Audioprogrammen. Dadurch wird erreicht, daß die Schaltflächen der Audio-Annotationen nicht zu sehr beim Betrachten der Folien ins Auge springen und von Text oder Grafik ablenken.

Um diese Änderungen in den HTML-Dateien vorzunehmen, sind nur rudimentäre Kenntnisse in HTML nötig. Die Befehlszeilen für die Navigationsicons enthalten im wesentlichen zwei Pfade. Einer gibt an, wo die Grafik des Icons zu

---

<sup>2</sup> Nähere Informationen zu dem aktuellen Entwicklungsstand finden sich unter der WWW-Adresse <http://www.iis.fhg.de/amm> (Stand: Mai 1999)

---

## 2.3 Die Nachbearbeitung

---

finden ist, der andere spezifiziert die Datei, die ausgeführt werden soll, wenn das Icon angeklickt wird. Die eigentliche Arbeit besteht also darin, eine schon vorhandene Zeile zu kopieren und zwei Dateipfade auszuwechseln. Dies kann mit Hilfe eines HTML-Editors sehr komfortabel realisiert werden, doch auch Standardtextverarbeitungen eignen sich dazu.

Da die reine Textversion der Folien wenig aussagekräftig ist, und in den meisten Fällen eine Volltextsuche über die Folientitel ausreicht, um eine bestimmte Stelle zu finden, wurde das Icon zum Umschalten in den Textmodus gelöscht und durch das der Audio-Annotation ersetzt. Die zugehörigen Dateien konnten dann auch gelöscht werden.

Grundsätzlich sind hier natürlich noch andere Vorgehensweisen denkbar. So läßt sich einerseits das Einbinden der Icons auch mit einem geeigneten Skript automatisch erledigen. Die von „Powerpoint“ generierte HTML-Datei bindet andererseits die Folie als sogenannte ImageMap in die Seite ein. Damit ist es möglich, auf der Folie sensitive Bereiche zu definieren, die bei einem Mausklick in diesem Bereich die Audio-Annotation starten. Dies erfordert allerdings erheblich höhere HTML-Kenntnisse. Dadurch ist es auch möglich, z.B. einzelne Wörter mit einer gesprochenen Erklärung zu verbinden. Allerdings ist es schwierig anzuzeigen, ob überhaupt eine Annotation vorhanden ist oder nicht, oder ob es eine oder mehrere sind. Solche Bereiche können nur über das Hin- und Herbewegen der Maus anhand des sich ändernden Mauszeigers identifiziert werden. Die Evaluation hat gezeigt, daß auch bei fünf Audio-Annotationen zu einer einzigen Folie die Ansteuerung über Icons unter der Grafik handhabbar ist. Daher wurde die Anbindungen der Audio-Annotationen über ImageMaps nicht weiter verfolgt.

Durch konsequentes Nutzen der Möglichkeiten von Hyperwave sollte es in Zukunft möglich sein, diesen Arbeitsschritt extrem zu verkürzen. Die Darstellung der Objekte, die auf einem Hyperwave-Server gespeichert sind, hängt in großem Maße von den Dateiattributen ab, die ihnen gegeben werden können. Ist eine Kollektion z. B. mit dem „Sequenz“-Attribut versehen, generiert Hyperwave eine Steuerleiste, ähnlich der von Powerpoint, bei der Anzeige der enthaltenen Dokumente. Hyperwave bietet zusätzlich die Möglichkeit, verschiedene Dateien zu sogenannten Clustern zusammenzufassen. Dadurch kann eine ähnlich funktionale Darstellung erreicht werden, die mit ca. der Hälfte der Dateien auskommt, da nur noch die Grafik und die zugehörigen Audio-Annotationen auf dem Server gespeichert werden müssen. Dieses erfordert allerdings einen Aufwand an Einarbeitung in Hyperwave und Programmierung, der noch nicht geleistet werden konnte.

---

## 2.3 Die Nachbearbeitung

---

Zum Bereitstellen der Materialien auf dem Hyperwave-Server müssen nun noch die Dateien dorthin kopiert werden. Hierzu eignet sich besonders gut das Programm „Hyperwave Virtual Folders“. Dies bildet die Hyperwave-Funktionen und -Objekte auf ein Filesystem im Windows-Explorer ab. Dadurch ist es möglich, per „Drag & Drop“ ganze Verzeichnisse auf den Server zu kopieren. Außerdem lassen sich durch Mehrfachselektion komfortabel Attribute setzen. Dies ist z.B. bei der Vergabe von Schreib- und Leserechten wichtig.

### ***Datensicherung***

Die Wiederherstellung von verlorengegangenen Daten ist ein wichtiges Thema, das im Zusammenhang mit der Alltagstauglichkeit eines Verfahrens diskutiert werden muß. Die Verlässlichkeit hängt stark davon ab, ob und wie auf unvorhergesehene Situationen reagiert werden kann. Der Hyperwave-Server der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ ist in die allgemeine Datensicherung der Informatik-Rechnerbetreuung eingebunden. Dort werden einmal pro Woche die gesamten Daten des Servers gespeichert. Daher kann höchstens die aktuelle Vorlesung verloren gehen, da alle älteren Veranstaltungen mit Hilfe der Datensicherung wiederhergestellt werden können.

Zusätzlich wurden die Audioaufnahmen mit dem arbeitsgruppeneigenen CD-Brenner gesichert. Dann kann im Falle des Verlustes der aktuellen oder der Nachbesserung einer älteren Vorlesung auf eine erneute Digitalisierung der Audioaufnahme vom Videoband verzichtet werden.

## ***2.4 Typische Vortragssituationen und deren Umsetzung***

Die Audio-Annotationen sollten technisch wie auch inhaltlich ein hohes Qualitätsniveau erreichen, damit die Studierenden die Benutzung nicht von vornherein ablehnen. Als inhaltliches Qualitätskriterium gilt dabei vor allem die hohe Korrelation zwischen Folie und Audio-Annotation. Um diese zu gewährleisten reicht es nicht, den Zeitpunkt des Folienwechsels alleine als Schnittkriterium der Audio-datei zu wählen. Daher muß immer eine Beurteilung der einzelnen Sinnabschnitte durch einen personellen Einsatz gewährleistet sein. Wie groß dieser personelle Aufwand ist, hängt stark vom Vortragsstil des Dozenten ab.

Bei einem sehr modularen Stil, bei dem zu jedem Folienwechsel direkt auch eine Zäsur in den Ausführungen zu finden ist, könnte man auch eine rein technische Lösung nachdenken. Der Vortragsstil des Dozenten Keil-Slawik ist dagegen durch ein hohes Maß an Interaktion mit dem Auditorium und fließenden Überleitungen zwischen den Themen gekennzeichnet. Dadurch verlieren die Vorträge jegliche Modularität und ein manuelles Suchen der Schnittmarken kann nicht

verhindert werden.

Die nachfolgenden Beispiele sollen verdeutlichen, inwieweit Vortragsstil, benutzte Gestaltungselemente der Folien und äußere Umstände Einfluß auf Bearbeitungszeiten und Designentscheidungen zu den Audio-Annotationen haben. Sie sollen auch dabei helfen, abzuschätzen ob der Aufwand, der in die Nachbearbeitung fließt, bei bestimmten Konstellationen einen sinnvollen Einsatz des Verfahrens unmöglich macht.

### ***Länge der Ausführungen***

In einer Vorlesung werden 20 bis 30 Folien präsentiert. Dies führt rein rechnerisch zu einer durchschnittlichen Länge der Audio-Annotationen von drei bis vier Minuten. Die tatsächliche Dauer der Sinnabschnitte stellt sich jedoch anders dar. Eine normale Vorlesung besteht aus vielen Folien, die maximal 90 Sekunden präsentiert werden, und einigen wenigen, zu denen mehr als 10 Minuten dauernde Ausführungen gegeben werden.

Kurze Passagen machen keine weitere Bearbeitung erforderlich. Nur bei sehr kurzen Spielzeiten von unter 30 Sekunden, empfiehlt es sich zu überprüfen, ob sich die Ausführungen noch als Audio-Annotation eignen. Denn das Anbinden der Ausführungen macht nur dann Sinn, wenn diese zusätzliche oder tiefere Informationen zum Folieninhalt bieten. Da der Informationsgehalt nicht direkt an die Dauer gebunden ist, kann hier keine Marke für eine Mindestlänge für sinnvolle Audio-Annotationen gesetzt werden.

Sehr lange Passagen zu einer einzigen Folie legen nahe, daß dort verschiedene Unterthemen besprochen werden. Das Anbinden von mehreren Audio-Annotationen an eine einzige Folie steigert in diesem Fall stark die Benutzbarkeit, da dann zu den einzelnen Punkten separate Einstiegsmöglichkeiten in den Vortrag gegeben sind. Typische Foliengestaltungen, zu denen längere Passagen auftreten können sind:

- Aufzählungen, in denen mehrere thematisch verwandte Punkte auf einer Folie dargestellt sind, die dann einzeln abgehandelt werden,
- schrittweiser Aufbau von Folien, bei dem verschiedene inhaltstragende Elemente nacheinander eingeblendet werden,
- Tabellen und Grafiken, die eine sehr hohe Informationsdichte besitzen<sup>3</sup>.

Nur beim schrittweisen Aufbau der Folien hat man durch das Produktionsver-

---

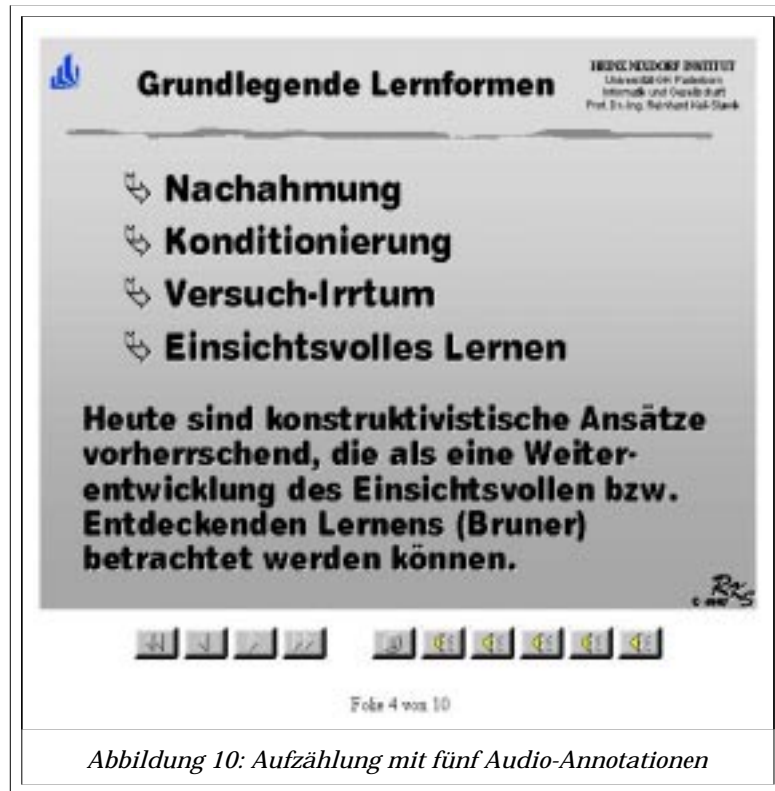
<sup>3</sup> Zum Thema „Militärtechnologische Entwicklung“ wurde in der Vorlesung „Informatik und Gesellschaft“ während der gesamten 90 Minuten Vorlesungszeit nur eine einzige Folie gezeigt.

---

## 2.4 Typische Vortragssituationen und deren Umsetzung

---

fahren eine einfache Möglichkeit, die Audio-Annotation weiter zu unterteilen. Das Einblenden neuer Elemente ist auf der Videoaufnahme im Bildvorlauf schwerer zu erkennen als ein Folienwechsel, doch kann damit immer noch schnell der Zeitpunkt für die Schnittmarke gefunden werden. In den anderen Fällen hat man keine visuelle Unterstützung zur Unterteilung in kleinere Sinnabschnitte. Hier ist es nötig, nach Pausen in dem Schwingungsbild der Aufnahme zu suchen, oder sogar ganze Passagen anzuhören, um geeignete Unterteilungen zu finden.



In das Layout der Unterrichtsmaterialien werden statt einer Schaltfläche für die Audio-Annotationen einfach mehrere nebeneinander eingefügt und so mit den MP3-Dateien verknüpft, so daß diese von links nach rechts die Annotationen in ihrer zeitlichen Abfolge wiedergeben.

Für eine korrekte Zuordnung der Audio-Annotationen zu den einzelnen Untertemen ist es wichtig, genauso viele Annotationen zu erzeugen, wie es Bildelemente gibt. Sind in einer Aufzählung vier Stichpunkte enthalten, aber nur drei Audio-Annotationen der Folie zugeordnet, ist ein sofortiger Zugriff auf die Ausführungen zum zweiten Stichpunkt nicht möglich. Sie können am Ende der ersten Annotation zu finden sein, oder aber zu Beginn der zweiten. Damit ist das Ziel, die Benutzbarkeit zu steigern verfehlt und der zusätzliche Arbeitsaufwand obsolet.



---

## 2.4 Typische Vortragssituationen und deren Umsetzung

---

Nicht nur die übermäßige Behandlung von verschiedenen auf der Folie dargestellten Unterthemen kann die Ausführungen in die Länge ziehen, sondern auch Exkurse. Kennzeichnend für einen Exkurs ist die nicht ganz so starke inhaltliche Bindung an die gerade gezeigte Folie. Bei solchen Einschüben empfiehlt es sich meist, die Ausführungen um den Exkurs zu kürzen, um so eine Audio-Annotation zu erhalten, die inhaltlich gut mit der Folie korreliert.

### ***Interaktion mit dem Auditorium***

Da in den Veranstaltungen hauptsächlich Sichtweisen und kein Faktenwissen vermittelt wird, sind die Studierenden schon während der Vorlesung selbst angehalten, eigene Ansichten zu entwickeln und diese auch zu äußern. Daher sind Zwischenfragen von Seiten der Studierenden während des Vortrags zu jeder Zeit erlaubt. Äußerungen von Studierenden während der Vorlesung sind aber in dreifacher Hinsicht für die Produktion von Audio-Annotationen problematisch. Sowohl die Aufnahmequalität wie auch der Inhalt sind in der Regel schlechter als bei den Ausführungen des Dozenten und drittens bietet das Verfahren keinen Automatismus studentische Äußerungen zu lokalisieren.

Auch wenn die Studierenden meist so höflich sind ihre Fragen dann zu stellen, wenn der Dozent eine Pause macht, und ihn nicht mitten im Satz unterbrechen, bedeutet es trotzdem immer noch eine Pause im Redefluß. Da Fragen und Beiträge sich im Allgemeinen auf die im Moment präsentierte Folie beziehen, sind diese meist nicht zeitlich um den Folienwechsel angesiedelt. Auch auf dem Videobild fehlt jeglicher Indikator dafür, ob der Vortrag gerade unterbrochen wird oder nicht. Daher kann es vorkommen, daß solche Intermezzos beim Zerschneiden nicht gefunden werden, da Schnittmarken nur in der näheren Umgebung des Folienwechsels gesucht werden.

Die Ausrichtung der Aufnahme auf den Dozenten, besonders durch die Benutzung eines Funkmikrofons, bewirkt, daß Zwischenfragen von Studierenden meist viel zu leise aufgenommen werden. An dieser Stelle kann das Aufnahmeverfahren sicherlich noch verbessert werden. Allerdings stellt sich die Frage, inwieweit studentische Ausführungen und Nachfragen für eine spätere Auseinandersetzung mit den Lernstoff eine Rolle spielen und ob sich dafür ein erhöhter technischer Aufwand lohnt. Denn die Erfahrungen aus den beiden aufgezeichneten Vorlesungen zeigen, daß studentische Ausführungen ebenso wie die Antworten des Dozenten auf Fragen oft nicht direkt in Zusammenhang mit dem Inhalt der Folien stehen. Daher wurden diese Stellen rigoros aus den Audio-Annotationen gekürzt. Allerdings nur dann, wenn diese durch das normale Vorgehen bei der Nachbearbeitung gefunden wurden, also wenn sie am Ende oder Anfang einer Audio-Anno-

---

## 2.4 Typische Vortragssituationen und deren Umsetzung

---

tation lagen, oder die Audiosequenz zu einer Folie, zum Beispiel aufgrund der Länge, komplett angehört werden mußte.

Direkte Fragen an das Auditorium sind ein beliebtes Stilmittel des Dozenten. Im Gegensatz zu den Studierendenfragen haben diese immer einen Bezug zur gerade gezeigten Folie. Oft ist es so, daß eine neue Folie durch Fragen wie zum Beispiel, "Was seht Ihr hier?", eingeleitet wird. Für die sich daraus entwickelnden Dialoge muß wiederum entschieden werden, ob diese sich als Audio-Annotationen eignen oder nicht. Inhaltliches Kriterium ist hier vor allem, ob es anschließend noch eine Zusammenfassung oder weitere Ausführungen des Dozenten gibt. In diesem Fall kann auf die erste Sequenz verzichtet werden.

Der Dozent hat die Eigenart, die Antworten der Studierenden sofort zu wiederholen. Dadurch ist es möglich gewesen, auch Dialoge zu verwenden, bei denen die Studierenden aus den schon oben erwähnten technischen Gründen nicht zu verstehen waren. Die Annotationen wurden dann so bearbeitet, daß die Pause zwischen der Frage und dem Wiederholen der Antwort entfernt wurde, um diese zu straffen<sup>4</sup>.

### ***Folienwechsel im Redefluß***

Über den auf dem Videoband erkennbaren Folienwechsel steigt man während der Produktion der Audio-Annotationen in die Ausführungen ein. Die fließenden Übergänge im Vortragsstil des Dozenten haben zur Folge, daß zum Zeitpunkt des Folienwechsels die Ausführungen entweder noch nicht gänzlich abgeschlossen sind, oder aber schon vorher begonnen haben. Die manuelle Nachbearbeitung ermöglicht nun das Finden inhaltlich passender Schnittmarken. Dazu hört man sich ein kleines Stück der Ausführungen zum Zeitpunkt des Folienwechsels an und versucht zu entscheiden, ob man die Schnittmarke vorher oder nachher suchen muß. Danach versucht man im Oszillogramm der Aufnahme Pausen zu erkennen, um so eine neue mögliche Schnittstelle zu finden. Hat man auf diesem Weg keinen Erfolg, schaut man sich, notfalls auch mehrmals, eine längere Passage auf dem Video an, um besser in die gerade aktuelle Thematik hinzukommen und so inhaltliche Zäsuren auszumachen.

Während der Erstellung der Audio-Annotationen zur Vorlesung „Software-Ergonomie“ wurde klar, daß dieses der größte Zeitfaktor war. Zwar sind die Bearbeitungszeiten in einigen anderen in diesem Kapitel beschriebenen Situationen deutlich länger, aber dafür treten diese dann nur sporadisch auf, während ca. 60% der Folienwechsel nicht mit den Sinnabschnitten übereinstimmen.

---

<sup>4</sup> Ein gutes Beispiel hierfür findet sich in den Unterlagen zur Vorlesung *Gestaltgesetze* vom 5.11.1998 in der Annotation zur siebten Folie *Gestaltgesetze (Überblick)*.

### ***Sprünge zwischen den Folien***

Rückbezüge und Vorgriffe auf Folien, stellen ein besonderes Problem dar, wenn sie mit einem Wechsel zu dieser Folie verbunden sind. In den Unterrichtsmaterialien werden solche Sprünge nur dann festgehalten, wenn diese Folienwechsel durch Verknüpfungen schon bei der Präsentationserstellung mit „PowerPoint“ realisiert worden sind. In diesem Fall bleiben diese Verweise auch in den den Studierenden zugänglichen HTML-Materialien erhalten. Dies setzt aber voraus, daß die Verweise nicht spontan entstehen, sondern didaktisch gewollt sind<sup>5</sup>.

In der untenstehenden Abbildung bewirkt die Schaltfläche unten rechts einen Sprung zur letzten Folie der Vorlesung, auf die in den Ausführungen vorgegriffen wird. Innerhalb der Audio-Annotation zur Ursprungsfolie wird deutlich wann dieser Sprung ausgelöst wird, und auch wann der Rücksprung erfolgt, da der Dozent dies sprachlich klar ausdrückt.



Abbildung 11: Folie mit festgelegter Sprungmarke

Da die Programme zum Abspielen der Audio-Annotationen zwar über den Browser zum Ansehen der Unterrichtsmaterialien gestartet wird, aber ansonsten völlig unabhängig davon funktioniert, wird eine Audio-Annotation weiterhin abgespielt,

---

<sup>5</sup> Ein solches Vorgehen ist in der Vorlesung *Externes Gedächtnis* vom 12.11.1998 auf der vierten Folie *Artefakte als externes Gedächtnis* realisiert worden.

---

## 2.4 Typische Vortragssituationen und deren Umsetzung

---

auch wenn die zugehörige Folie weitergeschaltet wird. Dadurch haben die Studierenden immer dann die Möglichkeit Sprünge zwischen den Folien zu verfolgen, wenn diese sprachlich in den Ausführungen des Dozenten deutlich gemacht werden. Dies kann durch direktes Ankündigen des Sprungs, wie im obigen Beispiel, geschehen, oder muß vom Studierenden über den Kontext erschlossen werden.

Gerade die häufig vorkommenden Sprünge zur zuletzt gezeigten, oder der kurze Vorgriff auf die nächste Folie, sind vom Dozenten zwar oft eingeplant, aber nicht durch Verknüpfungen dokumentiert. Sind auch diese Sprünge deutlich nachvollziehbar anhand der Ausführungen, können die Studierenden diese mit Hilfe der in den Materialien vorhandenen Steuerelemente ausführen. In solchen Materialien entspricht die Reihenfolge der Audio-Annotationen immer noch dem zeitlichen Ablauf der Vorlesung.

Bei Sprüngen, die weder durch direkte Verknüpfungen noch in den Ausführungen dokumentiert sind, gibt man diese Sequentialität zugunsten einer größeren inhaltlichen Korrelation auf. Eine thematische Zuordnung der Audio-Annotationen zu den Folien ist für die einfache Handhabbarkeit der Unterrichtsmaterialien sehr viel wichtiger als die korrekte sequentielle Anordnung der Audio-Annotationen.

Anders als die Interaktionen mit den Studierenden findet man während des Zerschneidens der Audiodatei sämtliche gemachten Sprünge, da das Produktionsverfahren sich in erster Linie an den für sie charakteristischen Folienwechseln orientiert. Man kommt nicht umhin, sich längere Passagen in solchen Situationen anzuhören, um zu entscheiden, an welche Folie die Audio-Annotation angeknüpft werden soll. Aus diesem Grund sind Sprünge ein sehr hoher Zeitfaktor für die Bearbeitung der Audiodatei.

### ***Diskrepanzen zwischen Vorlesungspräsentation und Unterrichtsmaterialien***

Wie schon in dem Abschnitt über die Sprünge erwähnt wurde, ist es nicht das Ziel der Audio-Annotationen einen genauen Ablauf der Vorlesung wiederzugeben. Das kann einfacher, ohne das Zerschneiden der Audioaufnahme erreicht werden, etwa durch eine komplette Videoaufzeichnung des Vorlesungsgeschehens. Sie sollen auch nur in Ausnahmefällen als Ersatz für den Vorlesungsbesuch dienlich sein. Sie sollen lediglich die Vorlesung bis zu einem gewissen Grad für die Studierenden wiederholbar machen.

Schon die zugrunde liegenden HTML-Dokumente reduzieren die Vorlesungspräsentation auf eine wiederholungsfreie, straffere Foliensequenz. So werden dort

---

## 2.4 Typische Vortragssituationen und deren Umsetzung

---

nicht alle ausgeführten Folienwechsel deutlich und in der Vorlesung schrittweise aufgebaute Folien werden nur im Endstadium gezeigt. Dadurch lassen sich Inkonsistenzen zwischen den Audio-Annotationen und den HTML-Foliensätzen nicht verhindern. Ausführungen des Dozenten zu einem bestimmten Zwischenstadium im Folienaufbau haben den Effekt, daß die gemachten Aussagen nicht mehr direkt mit dem Folieninhalt von den Studierenden verknüpft werden können. Sie können nur durch den Besuch der Vorlesung wissen, welche Gestaltungseffekte der Dozent während der Präsentation benutzt hat und so leichter den Audio-Annotationen folgen.

Eine weitere Situation, die sich nur in der Vorlesung selbst nachvollziehen läßt, sind Fokussierungen auf einen bestimmten Bereich der Folie. Entweder wird durch direktes Agieren des Dozenten an der Projektionsfläche oder durch Bewegen des Mauszeigers die Aufmerksamkeit der Studierenden auf einen bestimmten Bereich gelenkt. Werden diese Aktionen von eindeutigen Positionsangaben, wie zum Beispiel „Hier links erkennt man ...“ oder auch „Die erste Grafik ...“ begleitet, bleiben die Audio-Annotationen nachvollziehbar. Ausdrücke wie „Diese hier zeigt...“ verhindern aber zunächst eine sinnvolle Zuordnung der Ausführungen zur Folie<sup>6</sup>. In diesen Fällen müssen die Studierenden über ihre Erinnerungen an die Vorlesung oder über den Kontext die Bezüge rekonstruieren.

Bei der Benutzung jeglicher Unterrichtsmaterialien spielt die Verlässlichkeit der Informationen für die Studierenden eine große Rolle, da diese in den Prüfungen abgefragt werden. Doch nur selten benutzt der Dozent die Unterrichtsmaterialien, um sich Fragen für die Prüfungen auszuwählen. So kann es dann leicht zu Mißverständnissen kommen, die sich in einer Prüfungssituation fatal auswirken können. Fehler auf Folien können relativ leicht und ohne das eine Bearbeitung der Audio-Annotation nötig wird beseitigt werden. Dazu wird die Folie in PowerPoint korrigiert, und danach in das HTML-Format umgewandelt. Auf dem Server muß dann nur das alte Folienbild gegen das neue ausgetauscht werden.

Fehler in den Audio-Annotationen sind schwerer zu beseitigen. Es ist zwar technisch möglich, einzelne Wörter durch kopieren aus anderen Dateien zu ersetzen, doch lohnt sich dieser Aufwand bei Versprechern und leichten Inkonsistenzen, wie „Diese vier Punkte ...“ wenn nur drei Stichpunkte auf der Folie dargestellt sind, ebensowenig, wie eine erneute Aufnahme des Dozenten außerhalb der Vorlesung. Schwere inhaltliche Fehler werden in der Regel vom Dozenten in der darauffolgenden Vorlesung korrigiert. Die so gewonnene fehlerfreie Audio-Annotation sollte dann die entsprechende fehlerhafte Annotation ersetzen oder ergänzen, je

---

<sup>6</sup> Ein gutes Beispiel hierfür findet sich in den Unterlagen zur Vorlesung *Layout und Typographie* (04.02.99) in der Annotation zur 15. Folie *Symmetrie und Mitte*.

nachdem wie redundant die alten Informationen sind.

Weitere Diskrepanzen treten auf, wenn ein Foliensatz während der Vorlesung nicht vollständig präsentiert werden kann. Der Dozent steigt dann zu Beginn der nächsten Veranstaltung meist nicht nach der zuletzt gezeigten Folie ein, sondern wiederholt erst einige Ausführungen und Folien, um in das Thema einzuführen. Dadurch erhält man zu diesen Folien doppelte Audio-Annotationen, da die Foliensätze nicht nach Vorlesungsterminen, sondern thematisch zusammengefaßt im Netz vorliegen. Kann entschieden werden, welche Audio-Annotation besser ist, wird nur diese mit der Folie verknüpft.

Vertretungen des Dozenten durch Mitarbeiter führen nur insofern zu Inkonsistenzen innerhalb der Unterrichtsmaterialien, daß sich die Audio-Annotationen anders anhören. Auf die Zeit, die für das Zerschneiden der Audiodatei gebraucht wird, wirken sie sich allerdings sehr negativ aus, da man sich auf einen komplett anderen Vortragsstil einstellen muß. Leitet der Dozent zum Beispiel einen neuen Sinnabschnitt oft mit ein und demselben Wort ein, läßt sich dieses leicht im Oszillogramm wiederfinden. Das Schwingungsbild dieses einen Wortes dient immer wieder als optische Hilfe beim Finden der Schnittmarken. Dies funktioniert aber erst mit einem gewissen Erfahrungsstand mit dem Vortragsstil und dem typischen Wortschatz des Dozenten. Bei einzelnen Vertretungen führt das Fehlen dieser Erfahrungen daher zu einem erhöhtem Zeitaufwand.

## ***2.5 Einsatz in der Lehre***

Damit die Studierenden sich die Audio-Annotationen anhören können, müssen sie Zugang zum Internet über einen Computer mit Soundkarte haben, auf dem ein Programm zum Abspielen von Dateien im MP3-Format installiert ist.

Grundsätzlich verfügen alle PCs und einige der Sun-Workstations des Fachbereichs Informatik über eine Soundkarte und einen Zugang zum Internet. Die Studierenden müssen also nur einen Kopfhörer mitbringen, um die Audio-Annotationen anhören zu können. Allerdings gehörte zu Beginn der Vorlesung „Software-Ergonomie“ ein MP3-Player noch nicht zur Standardinstallation der Fachbereich-PCs. Da weder die Aufgaben noch der Übungsablauf selbst auf die Nutzung der Audio-Annotationen abgestimmt waren, führte dies jedoch zu keinerlei Konflikten.

Um die Audio-Annotationen doch noch nutzbar zu machen, wurden alle vorhandenen Vorlesungen zur Mitte des Semesters auf CD-ROM-Rohlinge gebrannt und an die Studierenden verteilt. Am Ende des Semesters wurden diese dann gegen vollständige Sammlungen ausgetauscht. So konnten die Studierenden zu Hause am eigenen PC mit den Audio-Annotationen arbeiten.

Allein die Bereitstellung zusätzlicher Materialien garantiert noch keine breite Benutzung seitens der Studierenden. Sie werden immer den einfachsten Weg wählen, um ein Ziel zu erreichen, z. B. eine Übungsaufgabe zu lösen oder sich auf eine Prüfung vorzubereiten. Daher ist es nicht verwunderlich, daß, wenn die Übungsaufgaben nicht das Anhören der Audio-Annotationen nahelegen, diese dann nicht verwendet werden. Etabliert man also diese Materialien, muß auch über eine aktive Einbeziehung in den Lehrbetrieb nachgedacht werden. Hierzu eignen sich z. B. Aufgaben, die eine kurze Zusammenfassung eines Themas verlangen, oder das Anhören von Beispielen direkt in einer Übung, die dann nochmals diskutiert werden sollen. Ein aktives Einbeziehen der Audio-Annotationen in die Lehre ist auch von Seiten des Dozenten innerhalb der Vorlesung möglich. Er kann sie in Form von zusätzlichen Beispielen aus anderen oder vergangenen Veranstaltungen, sowie eigens produzierten Hintergrundmaterialien, die nur als Audio-Annotation vorliegen, in die Folienpräsentation einarbeiten.

Die elektronische Materialien-Sammlung, die zum Ende des Semesters auf CD-ROM vorlag, eignet sich insbesondere zur Prüfungsvorbereitung. Immer wieder fragen Studierende, die sich auf eine Diplomprüfung in dem Bereich „Grundlagen der Systemgestaltung“, der Vorgängervorlesung zu „Software-Ergonomie“, vorbereiten wollen, ob sie eine Kopie erhalten können. Dies ist ein Indikator dafür, daß die Folien zwar ausreichen, um einen guten Überblick über ein Thema zu bekommen, aber tiefere Zusammenhänge und Hintergründe selten erschlossen werden können. Da diese im Allgemeinen vom Dozenten in der Vorlesung erläutert werden, sind an dieser Stelle die Audio-Annotationen besonders hilfreich, zumal es kein Buch oder Skript zur Vorlesung gibt.

Allerdings ist der Einsatz einer solchen CD in einer Wiederholung der Veranstaltung in einem späteren Semester als elektronisches Skript nur bedingt zu empfehlen. An ein Vorlesungsskript wird von Seite der Studierenden eine Reihe von Ansprüchen gestellt. So sollte ein Vorlesungsskript weitgehend vollständig und fehlerfrei sein. Dies ist mit Audio-Annotationen gleichzeitig nur schwer zu erreichen. Macht der Dozent während der vorangegangenen Vorlesung, also während der Aufnahme, einen Fehler, der nicht innerhalb der Veranstaltungsreihe korrigiert wird, darf die entsprechende Audio-Annotation nicht in das Skript aufgenommen werden. Damit das Skript wieder vollständig wird, muß die entsprechende Aufnahme zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt werden, was wegen der in der Alltagspraxis herrschenden Zeit- und Ressourcenknappheit kaum zu realisieren ist.

Eine andere Problematik ist, daß die Veranstaltungen normalerweise in einem jährlichen Turnus gehalten werden. Ein text- oder auch folienbasiertes Skript läßt

sich in dieser Zeitspanne aktuell halten. Die Audio-Annotationen können jedoch nur in der Veranstaltung selbst neu aufgezeichnet werden, für eine Vorproduktion außerhalb einer Veranstaltung fehlt dem Dozenten meist die Zeit. Daher liegen dann auch hier wieder Lücken im Skript vor, die erst im Lauf der Veranstaltung gefüllt werden können.

Ein herkömmliches Vorlesungsskript kann auch im Laufe des Semesters noch aktualisiert und den Studierenden zur Verfügung gestellt werden. Im Allgemeinen wird keine gedruckte Version eines Skriptes rechtzeitig zu Beginn der Vorlesung vorproduziert, sondern nur eine druckbare Version im universitären Rechnernetz abgelegt, die von den Studierenden dann ausgedruckt werden kann. Über diesen Weg sind Änderungen im Skript leicht zu verbreiten. Da es zwar jedem Studierenden im Fachbereich möglich ist zu drucken, aber noch keine öffentlichen CD-Brenner existieren, gibt es keine einfachen Aktualisierungsmöglichkeiten für ein elektronisches Skript auf CD, die das Datenvolumen der Audio-Annotationen nötig macht.



### ***3 Einordnung und Bewertung des Verfahrens***

Dieses Kapitel dient der Profilbildung des vorgestellten Verfahrens zur Erstellung von Audio-Annotationen. Zunächst soll die Alltagstauglichkeit des Aufnahmeverfahrens und die Benutzung der Audio-Annotationen geklärt werden. Mit diesen Ergebnissen läßt sich dann ein Vergleich mit ähnlichen Projekten anstellen, die zuvor kurz beschrieben werden.

#### ***3.1 Bewertung der Alltagstauglichkeit***

Das Zerschneiden der Audiodatei zur Vorlesung in einzelne Sinnabschnitte erfordert personellen Einsatz, der sich in einem Rahmen von 8 Stunden pro Vorlesung bewegt. Der Zeitaufwand bei der Erstellung von Audio-Annotationen ist so groß, daß dies nicht ohne den Einsatz zusätzlichen Personals realisiert werden kann. Dies widerspricht der, zur Erfüllung der Alltagstauglichkeit geforderten, Ressourcenneutralität.

Jedoch ist dadurch, neben der Einhaltung eines hohen inhaltlichen Qualitätsniveaus, durch die zeitpunkt-unabhängige Verknüpfung der Annotationen mit den Folien, ein direkter Einstieg an den Anfang der Ausführungen gewährleistet. Bei der Benutzung der Audio-Annotationen ist daher immer gewährleistet, ohne langes Vor- und Zurückspulen, den Beginn eines Gedankenganges zu finden.

Die Stärken des Verfahrens liegen eindeutig in der Übertragbarkeit begründet. Die benötigte technische Ausstattung zur Aufnahme der Vorlesung ist schon soweit minimiert, das sie innerhalb eines Gebäudes leicht zu transportieren ist. Dadurch ist eine Unabhängigkeit von speziell ausgestatteten Räumen erreicht. Diese Übertragbarkeit in andere Räumlichkeiten wurde schon während der Vorlesung „Informatik und Gesellschaft“ aufgrund von Raumwechseln kurz vor Vorlesungsbeginn benötigt. Sie fördert dadurch aber auch eine breitere Anwendung außerhalb der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“, da die Lehrorte der hier aufgebauten lernförderlichen Infrastruktur nicht zwingend für die Aufnahme einer Vorlesung nötig sind.

Innerhalb des Fachs Informatik ist es für fast jede Veranstaltung denkbar, Audio-Annotationen auf die beschriebene Weise zu produzieren, da in den meisten Veranstaltungen Folienpräsentationen in den Mittelpunkt des Vortragsgeschehens rücken. Auch wenn diese in der Vorlesung über einen Overheadprojektor gezeigt werden, stehen sie den Studierenden danach zumeist in elektronischer Form über das WWW zur Verfügung. Somit existiert in vielen Fällen eine Grundlage an elektronischen Materialien an die die Audio-Annotationen geknüpft werden können.

---

### 3.1 Bewertung der Alltagstauglichkeit

---

Auch in anderen Fächern ist eine Anwendung des Verfahrens denkbar. Die technische Ausstattung die zur Produktion nötig ist, existiert in vielen universitären Arbeitsgruppen auch jetzt schon. Videokamera, Fernseher und Multimedia-PC sind in den meisten Arbeitsgruppen entweder direkt verfügbar, oder lassen sich zentral ausleihen, so daß auch hier Audio-Annotationen produziert werden können. Jedoch muß bei der Bereitstellung der Unterrichtsmaterialien für eine Infrastruktur gesorgt werden, die den Studierenden einen Zugriff auf multimediale Unterrichtsmaterialien erlaubt. Welche Wege hier beschritten werden, hängt stark von der bereits vorhandenen Infrastruktur in den jeweiligen Fächern ab. Existiert bereits ein Rechnernetz mit ausreichend vielen studentischen Arbeitsplätzen, kann der Zugriff auf die Materialien ähnlich gehandhabt werden wie in der Informatik. Bei anderen Voraussetzungen müssen neue Wege beschritten werden, die multimedialen Unterrichtsmaterialien den Studierenden zugänglich zu machen.

Die Verwendung des MP3-Formats für die Audiodateien sowie die Erstellung von Unterrichtsmaterialien als HTML-Dokumente ermöglichen eine plattformunabhängige Benutzung aller Unterrichtsmaterialien. Auch auf der Produzentenseite ist man nicht auf ein bestimmtes Betriebssystem festgelegt, da es für alle Systeme entsprechende Software zur Erstellung von Multimediadokumenten gibt. Durch die Benutzung dieser beiden Formate erhält das Verfahren eine hohe Nachhaltigkeit, da sie schon sehr weit standardisiert sind. Dadurch kann bei Neuentwicklungen auf den Gebieten davon ausgegangen werden, daß diese Formate von der aktuellsten Software immer noch abgespielt werden können.

Zum Testen des Produktionsverfahrens und um genügend Erfahrungen im Umgang mit dem Zerschneiden der Audiodateien zu sammeln war es sinnvoll alle Vorlesungen aufzunehmen und daraus Annotationen zu erstellen. Durch solch eine standardisierte vollständige Verfügbarkeit der Aufzeichnungen, wird bei den Studierenden ein passives Verhalten in der Vorlesung provoziert. Die Studierenden brauchen sich beim ersten Hören keine Notizen zu machen, sondern können sich völlig auf die Ausführungen und Gedankengänge des Dozenten konzentrieren. Für eine spätere Nachbearbeitung stehen ihnen dann die Unterrichtsmaterialien mit den Audio-Annotationen zur Verfügung. Daher ist eine hohe Verlässlichkeit des Systems erforderlich, damit die Audio-Annotationen zu jeder Vorlesung erstellt werden können.

Das Verfahren bietet durch die redundante Aufzeichnung der Vorlesung auf dem Videoband und direkt digitalisiert im Computer, einen verlässlichen Mechanismus, der einen kompletten Verlust der Audiodaten sehr unwahrscheinlich macht.

### ***3.2 Die Benutzung der Audio-Annotationen***

Die Produktion der Audio-Annotationen hatte bisher noch keine Auswirkungen auf die Ausgestaltung der Lehre. Ein aktiver Einsatz in den Übungen von Seiten der Mitglieder der Arbeitsgruppe „Informatik und Gesellschaft“ fand noch nicht statt. Die Studierenden konnten in der Vorlesung „Software-Ergonomie“ freiwillig, ungeleitet durch Übungsaufgaben, die Audio-Annotationen zur Nachbereitung der Vorlesung nutzen und sich mit ihrer Hilfe auf die Fachprüfung vorbereiten. Um zu erfahren wie die Studierenden mit den multimedialen Unterrichtsmaterialien umgegangen sind, wurden sie nach den mündlichen Prüfungen am Ende des Semesters, bzw. zu Anfang des nächsten Semesters, dazu befragt.

Von den anfänglich 22 Studierenden legten allerdings nur acht eine Prüfung ab. Die anderen besuchten die Vorlesung nicht bis zum Ende. Daher ist die Stichprobe viel zu klein, um gesicherte Erkenntnisse aus den Antworten abzuleiten. Die Befragung beschränkte sich daher auch auf Erläuterungen zum allgemeinen Gebrauch der Audio-Annotationen und einer persönliche Einschätzung des Nutzen durch die Studierenden. Evaluationen zur Lernwirksamkeit müssen mit einer größeren Gruppe Studierender durchgeführt werden, mit Erhebungen zum Vorwissen und möglichst mit einer Kontrollgruppe, die die Audio-Annotationen nicht benutzt.

Die zusammengefaßten Ergebnisse zu den folgenden Hypothesen geben aufgrund der geringen Stichprobe nur ein sehr eingeschränktes Bild wieder.

#### ***Hypothese 1:***

***Das Angebot der Audio-Annotationen wird von den Studierenden positiv bewertet.***

Zu Beginn und zum Ende jeder Vorlesung die sich der lernförderlichen Infrastruktur bedient, wird eine Befragung durchgeführt, um den Umgang mit der Technik zu evaluieren. In diesem Rahmen wurde auch nach einer Einschätzung der Audio-Annotationen gefragt. Niemand betrachtete die Audio-Annotationen als unnütz. In beiden Befragungen wurden sie als sehr hilfreich bis hilfreich eingestuft. Damit folgen sie dem allgemeinen Trend unter Studierenden, ein zusätzliches Angebot an Informationsquellen immer gutzuheißen. Daher kann hier nicht entschieden werden, ob die Audio-Annotationen einen wirklichen Gewinn für die Vorlesungsunterlagen darstellen.

Ein Studierender bemängelte in dem Interview die Aufnahme der Vorlesung an sich. Die Anwesenheit der Kamera minderte seiner Meinung nach die Bereitschaft der Studierenden, in der Vorlesung Fragen zu stellen. Gegenüber der Vorlesung

---

## 3.2 Die Benutzung der Audio-Annotationen

---

„Informatik und Gesellschaft“ gab es in der „Software-Ergonomie“ tatsächlich viel weniger von den Studierenden angestoßene Interaktionen. Da aber beide Vorlesungen aufgezeichnet wurden, liegen die Ursachen dafür möglicherweise in der Zusammensetzung der Studierendengruppe oder den unterschiedlichen Lehrorten begründet.

Grundsätzlich kann dieses Problem nur über eine erweiterte Nachbearbeitung gelöst werden, indem garantiert wird, daß alle Studierendenfragen aus den Annotationen gelöscht werden. Dies führt aber zu erhöhten Bearbeitungszeiten.

### ***Hypothese 2:***

***Während des laufenden Semesters werden die Audio-Annotationen nicht benutzt.***

Aufgrund der anfänglichen technischen Probleme – keine Verfügbarkeit von MP3-Abspielsoftware auf den studentischen Poolrechnern – und der fehlenden aktiven Einbeziehung der Audio-Annotationen in die Lehre, ist nicht von einer hohen Benutzung während der Vorlesungszeit auszugehen.

Dies wurde von allen Befragten bestätigt, wobei der Hauptgrund darin liegt, daß die inhaltliche Qualität der Folien in Verbindung mit dem einmaligen Hören der Ausführungen in der Vorlesung selbst, ausreichend für eine Bearbeitung der Übungsaufgaben ist.

Ein anderes Bild ergibt sich für die Prüfungsvorbereitung. Nur einer der Befragten Studierenden hat die Audio-Annotationen nicht benutzt. Er gibt an, sehr unter Zeitdruck gestanden zu haben, so daß ihm keine Zeit blieb mit den Audio-Annotationen zu lernen. Offene Fragen und Verständnisprobleme hat er aber mit einem Kommilitonen diskutiert, der die Annotationen intensiv benutzte.

### ***Hypothese 3:***

***Die Audio-Annotationen werden nur punktuell abgespielt.***

Die Audio-Annotationen eignen sich nur in Ausnahmefällen für eine vollständige Rekonstruktion der Vorlesungserfahrung. Es ist schwer vorstellbar, daß sich jemand alle Audio-Annotationen konzentriert am Stück anhört, um die Vorlesung inhaltlich nachzuvollziehen.

Wenige Studierende geben an, zum Teil die Audio-Annotationen im Hintergrund bei anderen Tätigkeiten laufen zu lassen. Dazu starten sie die Audio-Annotationen nicht über einen Browser, sondern direkt über ein Abspielprogramm für MP3-Formate, das dann alle Dateien in einem Verzeichnis hintereinander abspielt. Dies erfordert bei den meisten Programmen die Erstellung einer so-

---

## 3.2 Die Benutzung der Audio-Annotationen

---

nannten Playlist, die die Reihenfolge der Dateien festlegt. Es wurde vorgeschlagen, eine solche Datei in Zukunft gleich bei der Produktion der Audio-Annotationen mitzuerzeugen.

Bei diesem Vorgehen schwankt allerdings die Aufmerksamkeit der Studierenden stark. Sie geben an, bei bestimmten Stichwörtern aufmerksamer zu werden und dann nur für eine kurze Zeit konzentriert den Ausführungen zu folgen.

Die Mehrheit der Studierenden bereitet sich zunächst anhand der Foliensätze auf die Prüfung vor. Nur wenn die Kernaussagen einzelner Folien nicht verstanden werden, spielen sie die Audio-Annotationen ab. Zusätzlich zu diesen Problemstellen, hören sich die Studierenden vor allem Annotationen zu Tabellen, Grafiken und Zusammenfassungen an. Auf die Frage nach einer Audio-Annotation, die ihnen besonders geholfen hat, gaben fast alle Studierenden die Annotation zur Folie „*Medienqualitäten*“<sup>7</sup> an.

### ***Hypothese 4:***

#### ***Die Lerneffizienz steigt durch den Gebrauch von Audio-Annotationen.***

Zu dieser Aussage ergab sich nach den Befragungen kein sicheres Stimmungsbild, ob sie sich in einer größer angelegten Untersuchung bewahrheiten wird oder nicht. Weder der Notenspiegel, noch die Aussagen der Studierenden erlauben es, darüber Vermutungen anzustellen. Gleiches gilt für die Frage, ob die Audio-Annotationen die Lernwirksamkeit erhöhen.

Bemängelt haben die Studierenden jedoch einhellig, daß die gesetzte Obergrenze von 10 Minuten Dauer für eine Audio-Annotation viel zu lang ist, um effektiv damit zu arbeiten. Zum einen fällt es einigen Studierenden schwer so lange konzentriert vor dem Computer zu sitzen und einfach nur zuzuhören. Zum anderen ist es schwierig, in solchen Passagen kürzere wichtige Aussagen durch vor- und zurückspulen zu finden. Daher ist es wichtig, bei einem nächsten Einsatz Mechanismen zu finden, mit denen die Annotationen aufgebrochen werden können, um eine kleinere Granularität zu erreichen.

### ***3.3 Beschreibung vergleichbarer Ansätze***

Im Bereich Multimediaeinsatz in der Lehre gibt es noch weitere Projekte, die sich ebenfalls mit erweiterten Unterrichtsmaterialien beschäftigen. Um eine Einordnung des in dieser Arbeit vorgestellten Verfahrens in die aktuelle Forschungslandschaft zu ermöglichen, werden im weiteren zwei Ansätze beschrieben. Zum einen

---

<sup>7</sup> Diese ist die letzte Folie in den Materialien zur Vorlesung *Medienqualitäten* (19.11.98).

---

### 3.3 Beschreibung vergleichbarer Ansätze

---

das „Authoring on the Fly“-Projekt von Professor Ottmann an der Universität Freiburg und zum anderen das sogenannte „Classroom 2000“-Projekt, das am Georgia Institute of Technology aufgebaut und entwickelt wird.

#### ***Authoring on the Fly (AOF)***

Auch hier dienen die in der Vorlesung gezeigten Präsentationen als Grundlage bei der Erstellung von erweiterten Unterrichtsmaterialien (Bacher, Ottman 1996). Technisch basiert das Aufnahmeverfahren auf den Mbone Tools (Eriksson 1994). Diese benötigen Netzwerkverbindungen mit sehr hohen Datenübertragungsraten, die es auch erlauben, qualitativ hochwertiges Video zu übertragen. Zu diesen Tools gehört unter anderem das Programm „wb“, das als zentrales Präsentationsmittel in der Vorlesung eingesetzt wird. Dieses Programm simuliert ein Whiteboard, eine „elektronische Tafel“, über das sich vorbereitete Folien-Präsentationen, Videosequenzen, Animationen oder ähnliches starten, und vom Dozenten noch in der Vorlesung mit Annotationen versehen lassen. Über einen Beamer wird die Bildschirmausgabe des Dozentenrechners für die Studierenden an einer Leinwand sichtbar gemacht.

Beim AOF wird der gesamte Ablauf einer Vorlesung per Videokamera aufgezeichnet und gleichzeitig digitalisiert. Zusätzlich wird alles, was der Dozent über das Whiteboard anzeigt und eingibt, gespeichert. Die Videodaten und die Aktionen auf der simulierten Tafel werden für eine spätere Verwendung synchronisiert und archiviert. Die Dateien bleiben dabei als Ganzes erhalten und stehen in dieser Form den Studierenden zur Nachbearbeitung und Prüfungsvorbereitung zur Verfügung. Mit Hilfe der Programme zur Mbone-Technik lassen sich das digitalisierte Video und die Aufzeichnung des Whiteboard parallel ansehen. Komfortable Suchfunktionen sind allerdings nur innerhalb der Whiteboard-Daten realisiert. Eine Zuordnung einzelner Präsentationselemente zu der entsprechenden Videoaufnahme ist über Zeitstempel möglich. Man kann also in den gespeicherten Daten des Whiteboards nach einem Stichwort suchen, danach über den Zeitpunkt des ersten Auftretens zu der entsprechenden Stelle in der Videodatei springen und sich die Ausführungen zu diesem Stichpunkt ansehen.

Die Mbone-Technik funktioniert bis jetzt nur auf speziellen Datennetzen, so daß die Studierenden nur innerhalb der Universität auf die Unterrichtsmaterialien zugreifen können. Daher werden Wege gesucht, wie die Aufnahmen für Veröffentlichungen auf anderen Medien verwendet werden können. In diesem Kontext ist aus einer Veranstaltungsreihe mit verschiedenen Dozenten das Buch „*Prinzipien des Algorithmenentwurfs*“ (Ottmann 1998) entstanden.

---

### 3.3 Beschreibung vergleichbarer Ansätze

---

Durch den Gebrauch der Mbone-Technik liegt ein Einsatz des Verfahrens im Bereich des Tele-Teaching nahe. Hier steht dann nicht mehr die Erstellung von Studienmaterialien im Vordergrund, sondern die direkte Übertragung einer Veranstaltung an andere Studienorte. Voraussetzung dafür ist wiederum eine Netzverbindung der Hörsäle mit einer ausreichenden Datenübertragungsrate. Solche Vorlesungen haben schon mehrfach zwischen den Universitäten Freiburg, Mannheim und München stattgefunden.

#### ***Classroom 2000***

Seit 1996 wird der „Classroom 2000“ als interaktive Lehr- und Lerneinrichtung in einem gemeinsamen Projekt des College of Computing und des Georgia Institute of Technology in Atlanta, Georgia in den USA, entwickelt (Abowd 1996). Auch in diesem Projekt ist es das Ziel, den Studierenden eine aufbereitete Aufnahme des Vorlesungsgeschehens zur Verfügung zu stellen.

Zentrales Präsentationsmittel ist hier ein elektronisches Whiteboard, das es zum einen erlaubt, über spezielle Software Folienpräsentationen zu zeigen und das WWW zu benutzen. Zum anderen kann es vom Dozenten wie eine ganz normale Tafel beschrieben werden. Ein an das Whiteboard angeschlossener Computer speichert neben der Reihenfolge der Folien und den angewählten Webadressen, auch die vom Dozenten aufgeschriebenen Bemerkungen und Markierungen dazu.

Über fest in der Decke installierte Mikrofone und über ein Funkmikrofon für den Dozenten wird die gesamte Kommunikation in dem Hörsaal aufgezeichnet. Zusätzlich wird der Dozent über eine Videokamera gefilmt. Beide Aufnahmen werden direkt digitalisiert und mit den Aktionen auf dem Whiteboard synchronisiert. Alle drei Aufzeichnungen stehen den Studierenden direkt nach der Vorlesung zur Verfügung.

Zu Anfang des Projektes hatten alle Studierenden sogar die Möglichkeit, über persönliche Kleincomputer mit Stifteingabe, direkt in der Vorlesung elektronische Notizen zu erstellen, die ebenfalls automatisch mit den drei Aufzeichnungen synchronisiert wurden. Nach einer längeren Testphase zeigte eine Evaluation jedoch, daß diese Option den Studierenden nur wenig Nutzen brachte. Daraufhin wurde diese technische Komponente wieder aus dem System entfernt.

Auch in diesem Projekt soll nach der Vorlesung keine weitere Arbeit in die Erstellung der erweiterten Unterrichtsmaterialien fließen. Die Kopplung der Präsentationsinhalte an die Aufnahmen aus den Hörsaal geschieht wiederum über die Zeitstempel der mitprotokollierten Aktionen auf dem Whiteboard. Hiermit ist

---

### 3.3 Beschreibung vergleichbarer Ansätze

---

es möglich, zu jedem Strich, der auf dem Whiteboard gezogen wird, ebenso wie zu jedem Folienwechsel, die gleichzeitigen Ausführungen des Dozenten in den Video- und Tonaufzeichnungen zu finden.

Besonders interessant in diesem Projekt ist die Entwicklung einer Suchfunktion in den Audiodaten. In einer Audioaufnahme nach bestimmten Stichworten suchen zu können, eröffnet einen ganz neuen Umgang mit den Unterrichtsmaterialien, da der Zugriff auf Audio-Annotationen dadurch inhaltlich unterstützt wird und nicht mehr nur über die Zeitstempel erfolgen kann. Diese spezielle Suchfunktion ist erst prototypisch einsetzbar (Abowd 1998) und wird innerhalb des „Classroom 2000“-Projekts weiterentwickelt.

### ***3.4 Vergleich der Projekte***

Sowohl der „Authoring on the Fly“ als auch der „Classroom 2000“-Ansatz binden die Audio-Annotationen über Zeitstempel an die Unterrichtsmaterialien an. Dieses ist in beiden Verfahren rein technisch gelöst. Das in dieser Arbeit vorgestellte Verfahren geht einen anderen Weg. Die personelle Nachbearbeitung der Aufnahme verursacht auf der einen Seite einen erhöhten Ressourcenverbrauch, ermöglicht auf der anderen Seite aber eine bessere inhaltliche Zuordnung der Audio-Annotationen zu den Präsentationselementen. Bei den anderen Projekten greifen die Studierenden auf eine komplette Aufzeichnung der Vorlesung zu, in der sie über die Zeitstempel an bestimmte Stellen springen können. Da diese Einstiegsstellen aber in der Regel nicht mit dem Beginn der gewünschten Ausführungen zusammenfallen, müssen die Studierenden selbst diese Anfänge suchen. Dies mindert die Benutzbarkeit und auch die Akzeptanz der Audio-Annotationen durch die Studierenden.

Auch wird durch die Nachbearbeitung die inhaltliche Qualität der Audio-Annotationen verbessert. Unterbrechungen, abschweifende Diskussionen und ähnliches können im Nachhinein aus den Aufnahmen entfernt werden. Auch dadurch verbessert sich die Benutzbarkeit der Unterrichtsmaterialien, da die Informationen nun kompakter vorliegen, und das Überspringen von unwichtigen Passagen entfällt.

Die Hauptunterschiede zwischen den einzelnen Projekten sind im technischen Aufwand zu suchen. Alle drei Projekte benutzen zur Bereitstellung der Unterrichtsmaterialien ein Rechnernetz, in dem den Studierenden Arbeitsplätze zur Verfügung gestellt werden. Das AOF-Projekt setzt hier die proprietäre Mbone-Technik ein, die eine Ausweitung auf andere Lernorte, wie den heimischen Rechner, sehr schwierig macht. Im „Classroom 2000“ wurde zuerst auch ein spezielles Dateiformat zur Speicherung der Aufnahmedaten verwendet, doch inzwi-



---

### 3.4 Vergleich der Projekte

---

schen wird auch hier, aufgrund schlechter Erfahrungen, das im Internet gebräuchliche „RealAudio“-Format benutzt. Die technischen Voraussetzungen, die dafür gebraucht werden, gleichen vom Aufwand her denen für die Verwendung des MP3-Formats.

Im Gegensatz zu dem AOF-Projekt und dem „Classroom 2000“ schreibt das in dieser Arbeit dargestellte Verfahren keine besondere Präsentationstechnik in dem Hörsaal vor. Es werden lediglich nach der Vorlesung vorliegende Unterrichtsmaterialien im HTML-Format benötigt. Wie die Inhalte in der Vorlesung präsentiert werden, ist zunächst nicht von Bedeutung.

Hier liegt auch eine Schwachstelle des Verfahrens begründet. Durch die Konzentration auf die vorproduzierten Präsentationsmaterialien gehen im Vorlesungsgeschehen Markierungen des Dozenten, Tafelanschriften und ähnliches verloren. Die erweiterten Unterrichtsmaterialien geben daher kein vollständiges Bild der Vorlesung wieder. Dies ist bewußt in Kauf genommen worden, da solche Situationen im Vortragsstil des Dozenten nur sehr selten vorkommen. Im jetzigen Status eignet sich das Verfahren daher nur für ähnlich konzipierte und vorgetragene Vorlesungen.

Bei den beiden anderen Projekten wird ein elektronisches Whiteboard für die Präsentation von Unterrichtsmaterialien verwendet. Im AOF-Projekt simuliert eine spezielle Software diese Tafel und bindet den Dozenten damit an den Computer. Im „Classroom 2000“ steht ein richtiges Whiteboard zur Verfügung, das das Anschreiben von Notizen und das gleichzeitige Präsentieren von vorbereiteten Materialien ermöglicht. Die Whiteboards zeichnen alles auf, was auf ihnen dargestellt wurde. Dadurch erreichen die Materialien in beiden Verfahren eine Vollständigkeit, die über den hier vorgestellten Weg so nicht erreicht werden kann.

Durch die Verwendung dieser speziellen Whiteboard-Techniken wird die Realisierung der Verfahren sehr teuer. Beide Projekte stellen Prototypen einer Technik dar, die auf absehbarer Zeit noch nicht flächendeckend zur Verfügung stehen wird. Dadurch werden die Lehrorte auf einen speziellen Hörsaal an den jeweiligen Universitäten reduziert, in denen die erforderliche Technik; Whiteboard bzw. Mbone, installiert ist. Der Vorteil dabei ist, daß auch die Aufnahmegeräte selbst, Kamera und Mikrofone, fest installiert und verkabelt werden können. Die Systeme laufen dadurch sicherer und die Qualität der Aufnahmen ist im Allgemeinen besser, da zum Beispiel mehrere Mikrofone installiert werden können, was bei einer transportablen Lösung nur schwer zu leisten ist.

---

### 3.4 Vergleich der Projekte

---

Durch die Reduzierung der Aufnahmetechnik auf ein Minimum ermöglicht die in dieser Arbeit beschriebene Methode einen nahezu universellen Einsatz an allen Lehrorten einer Universität. Diese Übertragbarkeit und die geringen Anschaffungskosten sind die Stärken des Verfahrens, da die Infrastrukturen zur Verteilung multimedialer Materialien längst nicht mehr nur auf Universitäten begrenzt sind, sondern immer mehr auch in der Industrie und privat Haushalten zu finden sind.

## ***4 Fazit und Ausblick***

Mit der Erstellung von Audio-Annotationen für multimediale Unterrichtsmaterialien wird ein neuer Weg in der universitären Lehre beschritten. Die Wiederholbarkeit der Vorlesungserfahrung war bis dahin nur durch einen erneuten Besuch der Vorlesung in einem späteren Semester gegeben. Eine Schlüssel-fertigkeit, die die Studierenden daher sehr schnell in ihrem Studium lernen müssen, ist das gleichzeitige Zuhören und Mitschreiben der wichtigsten Gedankengänge. Dank der Audio-Annotationen können sie nun zuerst einmal das Zuhören in der Vorlesung trainieren, ohne sich über ein gleichzeitiges schriftliches Festhalten der Ausführungen des Dozenten Gedanken machen zu müssen. Die Audio-Annotationen können von den Studierenden gezielt in der Nachbearbeitung der Vorlesung eingesetzt werden, um Unklarheiten durch einfaches nochmaliges Zuhören zu erhellen.

Durch die konsequente Anwendung der Kriterien der Alltagstauglichkeit bei der evolutionären Entwicklung der Aufnahmetechnik ist es gelungen, ein System zu entwickeln, das universell in der Hochschullehre einsetzbar ist. Es existiert keine Bindung an bestimmte Räumlichkeiten, da die Aufnahmetechnik komplett in einem Rollwagen Platz findet. Trotzdem arbeitet die Technik verlässlich, die Aufnahmen sind direkt überprüfbar und werden redundant an zwei Stellen gespeichert. Durch die Mobilität und die hohe Verlässlichkeit steigt auch die Akzeptanz des Verfahrens durch andere Dozenten, die ihre gewohnten Lehrorte nicht gegen ein techniküberladenes Studio eintauschen müssen, wenn sie ihre Unterrichtsmaterialien um Audio-Annotationen ergänzen wollen.

Die Übertragbarkeit des Verfahrens geht über die Universität hinaus, da die Verteilung von multimedialen Dokumenten auch über interne Netze in großen Firmen und über das Internet in private Haushalte möglich ist. Eine Anwendung dieser Technik in der industriellen Aus- und Weiterbildung ist daher denkbar. Bis man jedoch in diese kommerziellen Anwendungen vorstoßen kann, muß die Aufnahmequalität noch verbessert werden.

Das Verfahren ist technisch soweit zuverlässig, daß an einen dauerhaften Einsatz in der Lehre gedacht werden kann. Nur durch die langfristige Bereitstellung von Audio-Annotationen in größeren Vorlesungen können Untersuchungen zur Lerneffizienz und -wirksamkeit realisiert werden, die bislang noch nicht durchgeführt werden konnten.

## **Anhang A**

### **Literatur**

Abowd, G. D., et al: Teaching and Learning as Multimedia Authoring: The Classroom 2000 Project. *Proceedings of Multimedia '96*, November 1996

Abowd, G. D., et.al.: Investigating the capture, integration and access problem of ubiquitous computing in an educational setting. *Proceedings of CHI 98*, pp 440-447, Los Angeles 1998.

Bacher, C.; Ottmann, Th.: Tools and Services for Authoring on the Fly. *Proceedings of ED-MEDIA '96*, pp 161-166, AACE, 1996

Brennecke, A.; Keil-Slawik, R.: Alltagspraxis in der Hypermediagestaltung – Erfahrungen beim Einsatz des World Wide Web und Mosaic in der Lehre. In: Böcker, H.D. (Hrsg.); *Software Ergonomie 95*, Seiten 107-125, German Chapter of the ACM, B.G. Teubner, Stuttgart, 1995

Brennecke, A.; Keil-Slawik, R.: Einsatz elektronischer Lehr- und Lernumgebungen in der Software-Ergonomie-Ausbildung. In: Liskowsky, R. et al. (Hrsg.); *Software Ergonomie 97*, Seiten 83-92, German Chapter of the ACM, B.G. Teubner, Stuttgart, 1997

Engbring, D.; Keil-Slawik, R.; Selke, H.: Neue Qualitäten in der Hochschulausbildung – Lehren und Lernen mit interaktiven Medien. Heinz Nixdorf Institut, *Bericht Nr. 45*. Paderborn, Dezember 1995

Eriksson, H.: Mbone. The multicast backbone. *Communications of the ACM*, No 37, pp 54–60, August 1994.

Fachbereich 17 (Hrsg.): Evaluation von Studium und Lehre im Fach Informatik an der Universität Paderborn. In: *Forschungsberichte Reihe Informatik*. Nr. 192, 1998

Fachschaft 17 (Hrsg.): *Ergebnisse der studentischen Veranstaltungskritik*. Ausgaben Sommersemester 1993 bis Wintersemester 1998

Grimm, J. und W.: *Märchen*. Sonderausgabe Europäischer Buchklub, Stuttgart, Zürich, Salzburg; Winkler- Verlag, München, 1949

Hasebrook, J.: *Multimedia-Psychologie – Eine neue Perspektive menschlicher Kommunikation*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford, 1995

---

## Literatur

---

Hoff-Holtmanns, M.: *Entwicklung eines Verfahrens für die Integration von Audio in multimediale Fernstudien-Materialien*. Diplomarbeit, vorgelegt im Fachbereich Informatik, Prof. Reinhard Keil-Slawik, Universität GH Paderborn, 1999

Keil-Slawik, R.: Multimedia als Steinbruch des Lernens. In: Hauff, Mechthild (Hrsg.); *media@uni-multi.media? – Entwicklung – Gestaltung – Evaluation neuer Medien*. Reihe Medien in der Wissenschaft, Band 6, Münster, NewYork, München, Berlin, Waxmann, 1998

Keil-Slawik, R.: Evaluation als evolutionäre Systemgestaltung – Aufbau und Weiterentwicklung der Paderborner DISCO. Erscheint in: Kindt, M.; *Projektelevaluation in der Lehre – Multimedia an Hochschulen zeigt Profil(e)*. Reihe Medien in der Wissenschaft, Band 7, Münster, NewYork, München, Berlin, Waxmann, 1999

Klemme, M.: *Beurteilung von verteilten Hypermedia-Systemen für die Bereitstellung von Lehrveranstaltungen*. Diplomarbeit, vorgelegt im Fachbereich Informatik, Prof. Reinhard Keil-Slawik, Universität GH Paderborn, 1995

Maurer, H.: *Hyper-G, now Hyperwave*. Addison-Wesley Publishing Company, Harlow, 1996

Ottmann, Th. (Hrsg.): *Prinzipien des Algorithmenentwurfs*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 1998

Shneiderman, B.: Education by engagement and construction: Experiences in the AT&T teaching theater. In H. Maurer (ed.), *Educational multimedia and hypermedia*, Proceedings of ED-MEDIA 93, pp 471-479. Charlottesville (VA): AACE 1993

## ***Anhang B***

### ***Die CD zur Examensarbeit***

Die beigefügte CD-ROM enthält den aktuellen Stand der Unterrichtsmaterialien für die Vorlesung „Software-Ergonomie“ des Wintersemesters 98/99. Sie entsprechen den Materialien, die auch den Studierenden am Ende des Semesters zur Verfügung gestellt wurden.

Die Datei „index.html“ im Verzeichnis „S-Ergonomie“ ist als Einstiegspunkt in die Materialien vorgesehen.

Ich versichere, daß ich die schriftliche Hausarbeit einschließlich evtl. beigefügter Zeichnungen und Darstellungen selbständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen sind, habe ich in jedem Falle unter genauer Angabe der Quelle deutlich als Entlehnung kenntlich gemacht.

Paderborn, den 11. Juni