

Lehren und Lernen im Digitalen Hörsaal

PROF. DR. MAX MÜHLHÄUSER



Abbildung 1

Einleitung

Im Gegensatz zu den vieldiskutierten aber umstrittenen „Virtuellen Universitäten“ wollen *Digitale Hörsäle* (Digital Lecture Halls, kurz DLH) die Campus-Universität nicht virtualisieren, sondern verbessern. Der Hörsaal bleibt Ort der physischen Begegnung von Lehrenden und Lernenden – wo Computer, Medien und Netz neue Lehr-Lernansätze ermöglichen und wo eine Drehscheibe entsteht für behutsam eingeführtes zeit- und ortsunabhängiges Lernen. DLH wurde

entwickelt von der Rechnerbetriebsgruppe des Fachbereichs Informatik der TU Darmstadt von Prof. Mühlhäuser (Konzept, Leitung), Dr. G. Rößling (Koordination), H. Bär, C.-M. Choi, M. Hartle, Ch. Trompler und G. Turban. Ziel war es:

- Lernenden und Lehrenden eine „minimale Einstiegsschwelle“ zu bieten, von der sie nahtlos und individuell zu fortgeschrittenerem E-Learning übergehen können;
- große Hörsäle, bis dato stiefmütterlich behandelt, besonders zu unterstützen.

Aus Platzgründen wird nachfolgend auf Details über das „Innenleben“ zugunsten einer Beschreibung aus Nutzersicht verzichtet. Dabei werden aufeinander folgende Schritte beschrieben, mit denen sich auch Dozenten an DLH „herantasten“ könnten.

Unmittelbarer Mehrwert

Zunächst fällt die Verwendung mehrerer Beamer auf: soweit bautechnisch möglich, bilden diese eine durchgehende Projektionsfläche, die den größten Teil

Teaching and Learning in Digital Lecture Halls

Instead of leapfrogging into „Virtual Universities“, we advocate to augment campuses with Digital Lecture Halls (DLH). They turn the front wall into a seamless projection screen acting as virtual multiboard. A Pen/LCD based „electronic overhead projector“ supports continued use of a teacher's known presentation tools, but augments them with tool independent annotation and recording capabilities. Numerous interaction capabilities are offered for wireless-connected learners, supporting various mobile device types. They can submit questions, comments, feedback, and filled-out quizzes as knowledge tests. Moreover, they can create notes as virtual bookmarks into the recording, and digital lecture notes. The DLH concept exposes particular strengths in very large lectures and when it comes to seamlessly integrating distant and asynchronous learning.

der Hörsaal-Vorderwand ausleuchtet. Diese Fläche ist per Software in *virtuelle Tafeln* aufgeteilt. Abbildung 1 zeigt z.B. eine Projektionsfläche aus drei horizontal aneinandergrenzenden Beamern, die in fünf virtuelle Tafeln aufgeteilt ist. In anderen Hörsälen sind andere Beamer-Anordnungen sinnvoll; auch die Aufteilung auf virtuelle Tafeln wird der Hörsaal-Architektur angepasst, wobei pro Saal meist mehrere Varianten angeboten werden. Für kleine Säle und Budgets bietet sich ein moderner „Heimkino“-Beamer an, dessen 16:9-Format in eine

große und drei verkleinerte virtuelle Tafeln (in Normalformat) unterteilt werden kann.

Gehen wir nun von einer Dozentin aus, die schon gewohnt ist, ihr Material elektronisch zu präsentieren, z.B. mit Powerpoint™, Internet-Browser, Simulationssoftware o.ä. Sie kann das Material auf den DLH-Rechner laden – via Netz oder „Memory-Stick“ – und fast wie gewohnt beginnen. Als „digitaler Overhead-Projektor“ dient dabei ein berührungssensitiver LCD-Bildschirm mit einem „Pen“, der wie die Computermaus funktioniert (Tastatur ist vorhanden, aber selten nötig). Auf einem Fenster namens „Presentation“ auf diesem LCD-Bildschirm sieht sie die Präsentation, die auch an die Wand geworfen wird, nämlich an die virtuelle Tafel Nummer 1. Das „Presentation“-Fenster ist umgeben von Funktionsmenüs des Softwaremoduls *DLH-Präsentation*. Ist dieses auf *Maus-Modus* eingestellt, dann kann das „Presentation“-Fenster bedient werden wie früher der Bildschirm. Trotz minimaler Einstiegsschwelle erschließen sich unmittelbar die ersten Vorteile von DLH:

- *Virtuelle Schiebetafeln*: Bei jedem Folienwechsel bleibt die alte Folie an der Hörsaalwand angezeigt, sie rutscht nur auf die virtuelle Tafel Nr. 2; der Inhalt von Nr. 2 rutscht auf Nr. 3 usw., je nach Zahl virtueller Tafeln. Dieses Prinzip entspricht den seit langem weit verbreiteten Schiebetafeln. Es erstaunt, dass diese in der „digitalen Welt“ vorher noch nicht existierten, denn die Vorteile liegen auf der Hand:

- 1) Schiebetafeln sind der Individualität von Lernenden angemessen, welche in unterschiedlichem Rhythmus vorübergehend zurückhinken beim Verständnis präsentierter Sachverhalte – was

in herkömmlichen Computerpräsentationen „bestraft“ wird, wenn der Dozent diktatorisch zur nächsten Folie wechselt.

- 2) Der Lernerfolg wird gesteigert, weil mit geringen Augenbewegungen immer wieder alte Folien „besucht werden können“, um Verbindungen zwischen aktuell und zuvor behandeltem Material herzustellen bzw. „als bekannt Vorausgesetztes“ durch die visuelle Stimulanz wieder wachzurufen.

Angesichts dieser (bisher fehlenden) Vorzüge wundert nicht mehr, dass ersatzweise Vorab-Ausdrucke des Folienmaterials unter Studierenden beliebt sind; Probleme sind dabei aber – neben „Unzulänglichkeiten“ wie verspäteter Verfügbarkeit – insbesondere der Medienbruch (Mitschrift auf dem „toten“ Papier) und die Ablenkung vom „Zentrum des Geschehens“ (Hörsaal-Podium). Mehr noch: Animationen und Simulationen – das große Plus des Computers – werden via Ausdruck genauso schlecht wiedergegeben wie „Live“-Präsentationen, z.B. aus dem Internet.

- *Annotationen*: Durch Wechsel in den *Annotations-Modus* kann vorbereitetes Material vom Dozenten jederzeit handschriftlich ergänzt werden – durch ergänzende Angaben auf vorbereiteten Folien oder durch „Einstreuen“ spontan erzeugter Folien, bis hin zur komplett ad hoc entwickelten Mathematik-Vorlesung. Powerpoint und andere bieten zwar ebenfalls Annotationsfunktionen an, DLH bietet aber erhebliche Vorteile:

- 1) DLH-Annotationen sind für jede Art von Präsentationssoftware konsistent nutzbar, unabhängig davon, ob und welche Annotationsfunktionen sie selbst anbietet; so kann beim Wechsel (z.B. zwischen Power-

point und Simulationssoftware) immer auf (dieselben) Annotationsfunktionen zugegriffen werden.

- 2) Die Funktionalität ist besonders gut auf Vorlesungsbetrieb zugeschnitten: z.B. wird im Modus „flüchtige Annotation“ die jeweils letzte Annotation automatisch gelöscht, wenn eine neue begonnen wird; dies ist äußerst hilfreich, wenn Annotationen vor allem der Hervorhebung aktuell besprochener Folienelemente dienen (als Pen-Funktion wählt man dann am besten einen Textmarker). Weil herkömmliche Annotationssoftware bei häufigen Hervorhebungen ein sehr unübersichtliches „Tafelbild“ erzeugt, ist dieses wichtige Stilmittel bislang in Lehrveranstaltungen unterrepräsentiert.
- 3) DLH-Annotationen sind wesentlich besser mit nachgeschalteter Funktionalität integriert; sie lassen sich z.B. in Vorlesungsaufzeichnungen (s.u.) fast wie ein Video „abspielen“, mehr noch: sie sind kompatibel mit Mitschriften von Lernenden und Lerngruppen (siehe DLH-ToGather).
- 4) Alles außerhalb des Präsentation-Fensters am LCD bleibt für die Lerner unsichtbar.
 - **Aufzeichnungen:** als dritter Mehrwert steht eine Multimedia-Aufzeichnung aller (!!) Folien mit Annotationen, Audio und Video im MPEG-4/SMIL-Format zur Verfügung. Lernende können

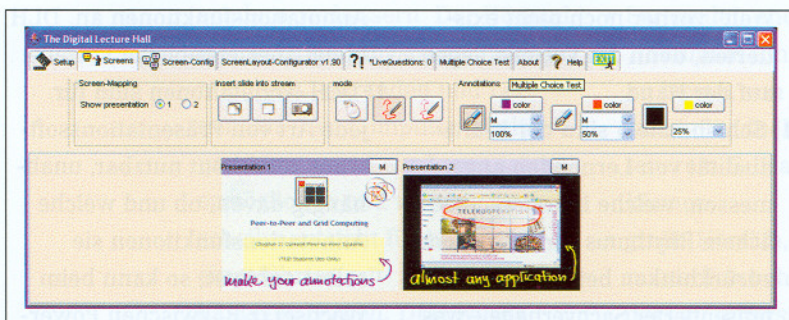
sie vom Server kopieren oder direkt anzeigen lassen, Standard-„Player“ sind verwendbar. (Medienscheue Dozenten können auf Video oder Audio verzichten.) DLHs sind üblicherweise mit mehreren Kameras ausgestattet; so können automatisch wechselnde Videoperspektiven einbezogen werden. Das bildet den kognitiven Prozess menschlichen „Sammelns verschiedener Eindrücke“ bei physischer Anwesenheit in einem Raum nach und führt nachweislich [4] zu einem erheblich besseren Telepräsenz-Eindruck als die „Peepshow“-Perspektive einer einzigen starren Kamera. Der automatische Schnitt wirkt sich *nicht* nachteilig aus, da Zuschauer erwiesenermaßen bei Lehrveranstaltungen (im Gegensatz z.B. zu Sportereignissen) automatische Schnitte nicht von manuellen (personalintensiven!) unterscheiden können [8]. Ist die erste „Scheu“ überwunden, interessieren sich Dozenten schnell für weitere Funktionen wie *multiple Präsentationsstränge*. Damit wird z.B. die Darstellung eines fortgeschriebenen Inhaltsverzeichnis oder eines behandelten Artefaktes (Computer-Quellprogramm in einer Programmiervorlesung, 3D-Gebäudeansichten in der Architektur etc.) *parallel* zur Darstellung der „normalen“ Folien möglich. Hierfür werden separate Kontrollfenster in DLH-Presenter eingerichtet, denen

eigene virtuelle Tafeln zugeordnet werden. (Bei Mangel an virtuellen Tafeln können Präsentationsströme auch verschränkt dieselben Tafeln nutzen.)

Spontan-Interaktion

Als zweiter großer Schritt können Lernende mit mobilen vernetzten Endgeräten aktiv einbezogen werden. Hierbei wurde internationale Forschung berücksichtigt (vgl. [1,2,3,5,6]), aber erheblich weitergeführt. Vier Geräteklassen werden unterstützt: Notebooks, Tablet-PCs, PDAs und neuere Handies. Nachfolgend wird zunächst die *Spontan-Interaktion* beschrieben, für die die DLH-Gruppe folgende Herausforderungen herausarbeitete:

- *minimale Ablenkung der Lehrenden* während Präsentationsphasen; dazu werden Spontan-Interaktionswünsche bei der Dozentin zunächst auf Tabs (speziellen Menü-Einträgen) als unaufdringliche aber prägnante *Dynamic Icons* visualisiert.
- *Minimale Ablenkung der Lernenden* während der Präsentationsphasen: ähnlich einer Fernseh-Fernbedienung kann die Aufmerksamkeit beim „Ort des Geschehens“ (Hörsaalpodium) bleiben (daher der Name DLH-TVremote des Softwaremoduls).
- *Maximaler Effekt auch für Lernende ohne mobiles Endgerät*. Sie sollen zu Kauf und Besitz nicht verpflichtet sondern angeregt werden (siehe DLH-Quiz)
- *Integration aller Interaktionsarten in die Aufzeichnung* (spontan und geplant, s.u.) so wie im Veranstaltungsverlauf auf den virtuellen Tafeln dargestellt.
- *Integration aller Dozentenfunktionen in DLH-Presenter*, um die kognitive Last für Lehrende



gering zu halten (ein großes Manko anderer Ansätze).

Kommentare und Fragen:

Bei Massenvorlesungen stellen noch viel weniger Lernende Zwischenfragen als sonst: die Scheu „durch den Saal zu schreien“ oder Hunderte von Kommilitonen mit womöglich banalen Fragen „aufzuhalten“, schreckt ab. DLH-TVremote bietet daher die Möglichkeit, Fragen/Kommentare elektronisch einzusenden. Die aktuelle Anzahl wird als *Dynamic Icon* beim Dozenten angezeigt, optional auch auf einer virtuellen Tafel im Miniformat. Das erhöht nicht nur die Fragebereitschaft in Massenvorlesungen, sondern bietet erhebliche Vorteile: I) *Lehrende* behalten den Zähler im Auge und können den Zeitpunkt des Wechsels in den Antwort-Modus frei bestimmen; II) *Lernende* geben nicht nach ggf. minutenlangem „Sich-melden“ enttäuscht auf; III) *Lehrende* können die Frageliste zunächst sichten, um allgemein interessierende Fragen (sofort beantwortet) zu unterscheiden von individuellen (später per E-Mail beantwortet), weniger drängenden bzw. zu umfangreichen (später im elektronischen Lehrveranstaltungs-Forum beantwortet), ähnlich lautenden (zusammen beantwortet) und unseriösen (ignoriert, was deren Auftreten drastisch verringert). Nach Pen-Klick des Lehrenden auf eine Frage erscheint diese in virtueller Tafel 1 und Kontrollfenster zur Beantwortung. Lernende können den DLH-Anonymisierungsserver zwischenschalten: er erlaubt spätere *Antwort*-E-Mails der Dozenten zu *anonymen* Fragen und Kritik! Da TVremote entfernte Spontaninteraktion via Internet ermöglicht und die Save-Funktion es erlaubt, Fragen später zu beantworten oder im Forum zu veröffentlichen, ist ein

weitgehend nahtloser Übergang zwischen spontan-lokaler und zeit- bzw. ortsunabhängiger Interaktion geschaffen. Die Projektgruppe arbeitet derzeit an der Automatisierung der dem „Save“ nachgeschalteten Vorgänge und an einer Komponente für Assistenten zur Dozentenentlastung bei häufiger Interaktion. Übrigens können schon die Lerner ihre Kommentare und Fragen als *nicht eilig* kennzeichnen (z.B. für Hinweise zur Verbesserung wie Schreibfehler o.ä.). Lernende schätzen hierbei geringen Aufwand und spontane Verfügbarkeit, Lehrende die Möglichkeit der automatischen Zuordnung zu Folien (bei Vorlesungsüberarbeitung Monate später besonders wertvoll).

Notizen: In TVremote können auch Notizen „verschickt“ werden, diese werden aber beim Lernen (lokal oder am Server) gespeichert. Sie stellen „minimal ablenkende Mitschriften“ in Form persönlicher „virtueller PostIts“ dar. Durch computergenerierte Zeitstempel können sie der Vorlesungsaufzeichnung als „persönliche Buchzeichen“ zugeordnet werden – die bei Betrachtung von Vorlesungsvideos übliche Dauerbetätigung des „schnellen Vorlaufs“ entfällt.

Spontan-Feedback: Hierbei geben Lernende auf Skalen eine Bewertung der Lehrveranstaltung zum aktuellen Zeitpunkt ab. Die Funktion kann für ausführliche Bewertung konfiguriert werden, empfohlen wird folgende „minimal ablenkende“ Funktion mit innovativer Visualisierung: Studierende bewerten per Schieberegler die „Geschwindigkeit“ der Vorlesung auf einer Skala. Als „dynamic Icon“ wird die mittlere empfundene Geschwindigkeit auf eine Farbtemperatur abgebildet, die von blauviolett (viel zu langsam) via grün (angemessen) bis

rot (viel zu schnell) kontinuierlich verläuft. Dem längerfristigen Mittelwert (z.B. seit Vorlesungsbeginn) wird ein aktueller Mittelwert (z.B. der letzten 5 Minuten) als zwei übereinander liegende farbige Rechtecke gegenüber gestellt, deren Größenverhältnis dem Zahlenverhältnis der Meldungen entspricht. Ggf. müssen Evaluationen vom Dozenten inszeniert werden und Ergebnisse via Gespräch interpretiert (Beispiel: Blau: Stoff schon anderswo behandelt? Rot: vorausgesetzte Vorkenntnisse nicht vorhanden?)

Geplante Interaktion

Im dritten Schritt bietet sich die Einführung *geplanter* Interaktionsphasen an. Auch hiervon wurden etliche Varianten realisiert und evaluiert, als Resultat der Evaluierung wird aber erneut eine Variante mit minimaler kognitiver Last bei maximalem Nutzen empfohlen – das Modul *DLH-Quiz* wie nachfolgend beschrieben. Über ein *Tab* in DLH-Presenter gelangen Dozenten zur Auswahl von vorab (via Web-Schnittstelle des Servers) erstellten Fragebögen für die aktuelle Lehrveranstaltung. Zu jeder Frage wurden vorab maximal vier mögliche Antworten A bis D sowie Angaben zur Richtigkeit und ggf. ergänzende Erläuterungen gespeichert. Via Pen-Klick wird eine Frage in der virtuellen Tafel Nr. 1 projiziert, gleichzeitig wird sie zur Beantwortung mittels DLH-TVremote freigegeben: Lernende klicken dazu ihre Auswahl von A bis D; auf Anforderung der Dozentin werden alle Antworten statistisch ausgewertet, Ergebnis, Antworten und ggf. Erläuterungen werden angezeigt. Wie bei allen DLH-Modulen stehen den Lehrenden weitere hier nicht beschriebene Funktionen zur Verfügung.

Digitale Mitschrift

Zuletzt soll das Lerner-Modul *DLH-ToGather* beschrieben werden. Es beruht auf dem Konzept kooperativer „lebender“ Aufzeichnungen (oder digitaler Mitschriften) von Lehrveranstaltungen; dieses ist den üblichen „Final-Form“-Formaten wie MPEG überlegen, welche DLH aus Kompatibilitätsgründen ebenfalls unterstützt. ToGather überträgt virtuelle Tafeln „live“ inkl. Annotationen an die Endgeräte der Lerner, welche eigene Annotationen hinzufügen können. Bei Netz-Überlastung oder geringer Bandbreite wird die Live-Synchronisation reduziert oder automatisch unterbrochen. Nachträglich können getrennte Teilströme (z.B. eigene und Lerngruppen-Annotationen, hochauflösendes Video etc.) gemischt, abgebrochene Elemente nachgeladen und vor allem jederzeit neue (Annotationen, Kommentare etc.) hinzugefügt werden. DLH-ToGather wird derzeit erheblich weiterentwickelt.

Erfahrungen und Zusammenfassung

Die Hochschuldidaktische Arbeitsstelle (HDA) der TU Darmstadt unter Dr. Deneke, insbesondere Fr. Wolf und Fr. Köbler, führte ausgezeichnete, vielfältige und umfangreiche Evaluationen durch, die schon vielfältig in die DLH-Weiterentwicklung eingegangen sind und noch eingehen. In diesem Artikel ist leider nur Platz für zwei sehr grundlegende Erkenntnisse aus diesen Arbeiten:

- Gute Lehre bleibt das Werk guter Lehrender – und gut bedeutet nicht selten „erfahren und engagiert“. So steht und fällt auch der Mehrwert von DLH mit der geeigneten Nut-

zung seiner Möglichkeiten, vor allem der „Inszenierung“;

- Schon die Minimalversion von DLH wurde von Lernenden als deutlicher Mehrwert empfunden; bei weiterreichenden Funktionen waren die evaluierten „ersten Versionen“ nicht immer sofort der verglichenen kommerziellen Konkurrenz überlegen, was aber meist auf noch unzureichende Bedienbarkeit zurückzuführen war oder auf noch fehlende Teilfunktionen; entsprechende Kritik floss intensiv in die Weiterentwicklung ein, die großteils abgeschlossen, z.T. noch im Gange ist.

DLH ist in mehreren Hörsälen der TU Darmstadt und etlichen Vortrags- und Hörsälen weltweit im Einsatz. Die Aufrüstung vorhandener Hörsäle ist mit moderaten Kosten möglich; zwei mobile DLHs werden in begrenztem Umfang verliehen. In der Betreuung engagiert sich auch das neue E-Learning-Center ELC der TUD. Dokumentation ist in Deutsch, Englisch und Spanisch verfügbar, weitere Details sind in etlichen Publikationen wie z.B. [7] beschrieben.

Literatur:

[1] Brehm, J.; Brancovici, G.; Müller-Schloer, C.; Smaoui T.; Voigt, S. *Experimental Tools for a Multimedia-Supported Interactive Lecture*. Proceedings DELFI 2003, S. 85-94, 2003.

[2] *Class in Hand-System der Wake Forest University*, North Carolina. Online unter <http://classinhand.wfu.edu> (gesehen am 14. Oktober 2003).

[3] Campbell, A. B.; Pargas, R. P.; *Laptops in the Classroom*. Proceedings of the 34th ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, Reno,

Nevada. S. 98-102. ACM Press, New York, 2003.

[4] Jain, R.; Wakimoto, K.; *Multiple Perspective Interactive Video*. Proc. Intl. Conf. Multimedia Computing & Systems, pp. 202-211, IEEE Computer Society Press 1995.

[5] Liu, T. C.; Wang, H. Y.; Liang, J. K.; Chan R. W.; Yang J. C.; *Applying Wireless Technologies to Build a Highly Interactive Learning Environment*. Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, S. 63-70, 2002.

[6] Mauve, M.; Scheele, N.; Geyer, W.; *Enhancing Synchronous Distance Education with Pervasive Devices*. Tagungsband zur Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, S. 1117-1122, 2001.

[7] Mühlhäuser, Max; Rößling, Guido; Trompler, Christoph; Bär, Henning Cornelius; Choi, Chin-Man Magnus; *Augmented Learning: Integration mobiler Geräten in die Präsenzlehre*. In: Didaktik der Notebook-Universitäten. Keres, Michael; Kalz, Marco; Stratmann, Jörg; de Witt, Claudia (Hrsg.). pp. 97-113, Waxmann Verlag GmbH, München, Germany, 2004.

[8] Rui, Y.; He, L.; Gupta A.; Liu., Q. *Building an intelligent camera management system*. International (2001)

Multimedia Conference. Association for Computing Machinery. pp. 2-11.