

Kooperative Digitale Mitschriften auf mobilen Computern*

Christoph Trompler, Guido Rößling, Henning Bär, Chin-Man Choi
TU Darmstadt
Fachbereich Informatik - Rechnerbetriebsgruppe
Alexanderstraße 6
64283 Darmstadt
{trompler, guido, hcbaer, chinman}@rbg.informatik.tu-darmstadt.de

Abstract: In den letzten Jahren hat die Verfügbarkeit von Notebooks und anderen mobilen Endgeräten unter den Studierenden, insbesondere der Informatik, aber auch angrenzender Fächer stark zugenommen. Es bietet sich an, diese zur Verfügung stehende Technik aktiv in die Gestaltung von Lehrveranstaltungen einzubeziehen. Dabei ist auf einen didaktisch sinnvollen Einsatz der Technologie zu achten. In diesem Beitrag betrachten wir die Erstellung kooperativer digitaler Mitschriften als eine dieser Möglichkeiten.

1 Einleitung

Eine auf der Hand liegende Einsatzmöglichkeit von mobilen Computern ist die Erstellung von digitalen Mitschriften. Als Serviceeinrichtung und Forschungsabteilung beschäftigt sich die Rechnerbetriebsgruppe mit den Möglichkeiten mobiler Computer in der Lehre. Der Anteil der mit mobilen Geräten wie Laptops, PDAs oder SmartPhones ausgestatteten Studenten nimmt zu. Seit über drei Jahren stellen wir Notebookarbeitsbereiche mit freiem Netzwerkzugang, Stromversorgung und Arbeitsfläche für die Nutzung durch Studenten zur Verfügung und verleihen über 150 Funknetzwerkkarten. Erhebungen bei unseren (Informatik-)Grundvorlesungen haben ergeben, dass 45% der befragten 210 Studenten bereits ein eigenes Notebook besitzen.

Notebook-Universitäten haben es weltweit in die Tagesnachrichten gebracht. Das Bild eines Universitätscampus, auf dem jedem Studenten ein eigener mobiler Computer zur Verfügung steht, scheint medienwirksam zu sein. Die meisten aktuellen Lern- und Lehranwendungen sind für konventionelle Rechnerräume und private Heim-PCs ausgelegt. Damit fehlt es oft an Ansätzen, die einen echten Mehrwert für die im Vergleich teureren und leistungsschwächeren mobilen Computern geben. Aktuelle E-Learning-Lösungen, die gerne mit Notebook-Universitäten in Zusammenhang gebracht werden, sind ein gutes Beispiel

*Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 08NM208 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

dafür. Diese zumeist für Fernlehre entwickelten und dann für Blended Learning umwobenen Lösungen sind web-basiert und benötigen zwingend eine stehende Netzverbindung. „Lernen wo immer man Lust hat“ wird so mit Notebooks zu einem schwerwiegenden Problem, falls man nicht über ein Campus-WLAN oder DSL ins Web verbunden ist.

Wir untersuchen an unserer Fachgruppe mehrere Einsatzmöglichkeiten für mobile Computer. Hierzu zählen neben der Nutzung mobiler Rechner zur Kommunikationsunterstützung in großen Vorlesungen [TMW02], die Bereitstellung von „stand-alone“-Lernanwendungen, wie etwa domänenspezifische Animations- und Simulationsanwendungen [RF00], sowie die in diesem Beitrag betrachtete Erstellung von digitalen Mitschriften.

Im nächsten Kapitel gehen wir auf die Motivation für die Erstellung digitaler Mitschriften ein. Anschließend stellen wir unseren Ansatz vor und berichten von ersten Erfahrungen im Einsatz. Schließlich betrachten wir vergleichbare Ansätze und Software. Eine Zusammenfassung und Ausblick beenden diesen Beitrag.

2 Warum Kooperative Digitale Mitschriften?

Psychologische Studien wie von Kiewra [KDC⁺91] haben ergeben, dass das Verfassen und die Durchsicht einer eigenen Mitschrift zu besseren Prüfungsleistungen führt. Der bessere Überblick und die Erfassung von Zusammenhängen in der gehörten Vorlesung scheinen dabei wichtige Lernhilfen zu sein.

Durch die Erstellung von digitalen Mitschriften kann der Student ein persönliches digitales Wissensarchiv aufbauen. Je nach den Möglichkeiten des verwendeten Systems können digitale Notizen leicht kategorisiert werden. Der Student kann mittels dynamischen Verzeichnissen auf seine Aufzeichnungen zugreifen sowie Verknüpfungen zwischen einzelnen Elementen erstellen. Digitale Mitschriften können in verschiedenen Modalitäten erfolgen, etwa als Textnotizen, Zeichnungen, Bilder, Handschrift und Skizzen oder Sprache und Video. Abhängig von der Handhabbarkeit der gespeicherten Notizen und Metadaten kann in den Aufzeichnungen gesucht werden. Der Student kann zusätzlich leicht Sicherungskopien seiner Mitschriften erstellen oder diese an andere Kommilitonen weitergeben.

Die Nutzung mobiler Computer erlaubt die Erfassung von Notizen ohne spätere manuelle oder automatische Transkription. Außerdem ermöglichen sie den Studenten jederzeit sein Wissensarchiv bei der Hand zu haben. Sie können so auch an Orten ohne zugänglichen Computerarbeitsplatz auf die aufgezeichneten Vorlesungsmaterialien sowie ihre Mitschrift zugreifen. Damit kann zum Beispiel während der Fahrt nach Hause die eben gehörte Vorlesung aufgearbeitet werden.

Steht dem Studenten im Hörsaal eine Netzwerkanbindung zur Verfügung und wird der Vortragende entsprechend aufgezeichnet, so kann der Student ohne Medienbruch direkt auf den erarbeiteten Tafelanschrieb oder die gezeigte Präsentation zugreifen. Besteht zusätzlich auch noch die Möglichkeit zur Kooperation zwischen Studenten, können diese gemeinsame Lerngruppen bilden.

Dazu können sich die Studenten etwa darauf verständigen, dass jedes Gruppenmitglied

insbesondere auf spezielle Aspekte achtet. So kann ein Student die ergänzenden Hinweise des Dozenten aufzeichnen, während andere vorwiegend die ihnen unklaren Stellen markieren. Auch ohne eine solche Aufteilung kann das Vergleichen und Zusammenführen individueller Anmerkungen sehr lehrreich und informativ sein.

Die Integration von Anwendungen für die Interaktion mit dem Vortragenden durch Nutzung der Aufzeichnungsanwendung führt zu weiteren Anwendungsmöglichkeiten. Hierzu zählen insbesondere das Stellen von Fragen mit direkten Verweisen auf die Vorlesungsunterlagen sowie die Einbeziehung von Befragungsergebnissen in die Aufzeichnungen für eine spätere Reflexion durch den Studenten.

Für vollintegrierte Systeme muss der Vortragende gewillt sein, seinen Vortrag digital erfassen zu lassen oder digital zu gestalten. Die Rechteverwaltung im Zusammenhang mit der Verbreitung von Vorlesungsaufzeichnungen ist ein wenig erforschtes Gebiet. Lenkt der Einsatz mobiler Computer die Studenten während der Vorlesung ab? Ist eine Vollausstattung der Studenten möglich und ergeben sich dadurch nicht andererseits wieder infrastrukturelle Probleme? Diesen Fragen werden wir uns im Laufe der nächsten Evaluationen widmen.

3 Unser Ansatz

Die von uns entwickelten CSCL-Werkzeuge sind Teil einer größeren Architektur, die wir „Digitale Hörsäle“ nennen und die in [MT02] ausführlich beschrieben ist. Zentraler Leitgedanke ist die schrittweise und evolutionäre Einführung von Computer-Unterstützung auf Seiten der Lehrenden und der Lernenden. Von beiden Seiten ist ein Schritt in die digitale Welt erforderlich, um einen ausreichenden Mehrwert im Einsatz von computergestützten Methoden zu erzielen. Für das Halten von Vorlesungen bedeutet dies für den Lehrer eine weitgehende umfassende Aufzeichnung seines Vortrags. Im folgenden stellen wir die für das kooperative Erstellen von digitalen Mitschriften erforderlichen Komponenten des „Digitalen Hörsaals“ vor.

3.1 Virtual MultiBoard

Das *Virtual MultiBoard (VMB)* ist die Schnittstelle des Vortragenden in unser System. Wir gehen davon aus, dass die Vortragenden eigene oder fest installierte Präsentationsrechner zum Halten ihrer Vorlesung verwenden. Das VMB verwaltet die für den Vortragenden zur Verfügung stehenden semi-privaten Arbeits- und öffentlichen Anzeigeflächen. Das VMB stellt dazu „virtuelle Monitore“ zur Verfügung, auf denen beliebige Anwendungen in die Präsentation einbezogen werden können. Das Spektrum reicht dabei von PowerPoint über Animationen und digitale Videos bis zur Vorführung von Anwendungsprogrammen. Die präsentierten Inhalte können mit gängigen Whiteboard-Funktionen (digitale Tinte, geometrische Primitive, Ikonen und Zeiger, Text) annotiert werden. Im wesentlichen wird damit eine Überlagerung von Whiteboard und Anwendungsaufzeichnung verwirklicht.

Die präsentierten Anwendungen können mittels Erweiterungen mit dem VMB kommunizieren, um Metadaten weiterzugeben oder Aktionen wie das Erstellen einer neuen Seite einer Präsentation zu ermöglichen. Derzeit existiert eine solche Option für PowerPoint-Präsentationen. Beim Wechsel einer PowerPoint-Folie werden Informationen zur Folie, etwa die Foliennummer, Titel und Textinhalt an das VMB übermittelt. Gleichzeitig wird automatisch ein neues Blatt in der VMB-Aufzeichnung angelegt. Eine weitere Option existiert für Web-Browser, die die gerade dargestellte URL an das VMB übermitteln.



Abbildung 1: Einsatz einer portablen VMB Installation in einer Grundvorlesung

Da das VMB zur Unterstützung von Anzeigewänden ausgelegt ist, können auch mehrere solcher Präsentationen simultan angezeigt werden. Wir verwenden die Anzeigewände für die Darstellung vorheriger „Folien“ und „Schnappschüsse“, um eine Art digitaler Schiebetafel zu verwirklichen. Als Eingabestationen unterstützen wir mit dem VMB auch Stift-sensitive Bildschirme und projizierte elektronische Whiteboards. So können Einsteiger in unser System einfach ein verfügbares elektrisches Whiteboard nutzen, ohne sich mit weiteren Details der VMB-Software auseinander setzen zu müssen.

Das VMB bietet auch die Möglichkeit, digitales Bildmaterial direkt anzunotieren. Das Bildmaterial kann dabei als Bilddatei vorliegen oder von einem Scanner oder einer Digitalkamera stammen. Zwischen dem aktiven Anwendungshintergrund, dem fixen Bild und einem leeren Blatt kann während der Präsentation gewechselt werden.

Audio- und Videoaufzeichnungen sind eigenständige Komponenten, die aber vom VMB aus gesteuert werden können. In unserem 2001 fertiggestellten Hörsaalprototyp ist zum Beispiel ein Aufnahmesystem mit mehreren Kameras installiert.

Der private, nicht fürs Publikum einsehbare, Arbeitsbereich des Vortragenden kann neben den aktiven Präsentationen, die in *Echtzeit* bearbeitbar sind, Übersichten der virtuellen Bildschirme, Werkzeugpaletten sowie beliebige andere Anwendungen anzeigen. Ebenfalls integrieren wir die Kontrollen und Auswertungen von unseren Online Interaktionswerkzeugen (Live-Evaluierung, Umfragen, textuelle Anfragen der Studenten) in diesen Bereich. Zusätzlich können Sprechnotizen angezeigt oder eventuell vorhandene Raumkontrollen bedient werden.

Dabei wird jedoch darauf geachtet, dass der Dozent nicht durch eine Vielzahl an Kontroll- und Einstellmöglichkeiten verwirrt oder abgelenkt wird. Viele Einstellungen können bereits vor der ersten Vorlesung vordefiniert werden. Innerhalb einer Vorlesung muss der Dozent dann nur auf einen angepassten und somit stark reduzierten Funktionsumfang zugreifen. Damit kann die Nutzung des VMB problemlos durch den Dozenten alleine und quasi nebenbei erfolgen.

Die Daten der vom VMB durchgeführten Aufzeichnung können lokal gespeichert, auf einen Server hochgeladen werden oder über ein bestehendes Hörsaalnetzwerk gesendet werden. Im letzten Fall werden sie von der durch die Studenten nutzbaren *ToGather*-Software aufgefangen.

3.2 ToGather

ToGather ermöglicht den Studenten die Erstellung und Verwaltung digitaler Mitschriften. Ausgehend von der übertragenen Vorlesungsaufzeichnung kann der Student mit Annotationswerkzeugen wie beim VMB oder mit eingegebenen Text eigene Notizen zur Mitschrift hinzufügen. Audiokommentare können ebenfalls angebracht werden, haben aber während einer Vorlesung weniger Sinn, wohl aber bei Besprechungen. Der Student kann zur besseren Lesbarkeit auch außerhalb der aufgezeichneten Präsentation zeichnen. Zusätzlich können bei Bedarf leere Folien eingefügt werden.

Während und auch nach der Vorlesung kann in bestehenden Aufzeichnungen navigiert und annotiert werden. Der Hintergrund und die Annotationen unterschiedlicher Ersteller können zu- und weggeblendet werden. Verschiedene Sichten auf eine Präsentation und verschiedene Fensterlayouts können ebenfalls mit *ToGather* realisiert werden.

Neben grafischen Attributen, wie Farbe oder Linienbreite, können den Werkzeugen auch Stile zugeordnet werden. Diese Stile verbinden inhaltliche Kategorien und grafische Attributierung. Anstatt mit einem digitalen gelben Stift zu markieren, kann die Annotation etwa die Bedeutung „prüfungsrelevant“ besitzen. Die grafische Darstellung dieses Elementes kann der Benutzer individuell festlegen.

Zusätzlich zum hierarchisch organisierten Bearbeitungsmodus bietet *ToGather* auch einen Wiedergabemodus zur späteren Einsicht der Materialien. Der Wechsel zwischen beiden Modi ist jederzeit möglich, um etwa nachträglich weitere Anmerkungen einzufügen, hierbei können diese zeitlich gesehen angehängt oder zur Entstehungszeit der ursprünglichen Annotation zurückversetzt, hinzugefügt werden. Es stehen unterschiedliche Navigationshilfsmittel zur Verfügung. Über eine Zeitachse kann zu beliebigen Punkten in der Vorle-

sung gesprungen werden. Dabei wird zwischen der Reihenfolge der Folienbearbeitung des Vortragenden und des Studenten unterschieden. Ebenfalls kann entsprechend des Vorkommens von bestimmten Kategorien an beliebige Position gesprungen werden. Schließlich kann auch nach dem Vorkommen eines gegebenen Texts gesucht und an die jeweilige Position gesprungen werden. Der Student kann aber auch in seiner Mitschrift Hyperlinks zu unterschiedlichen Stellen in der Aufzeichnung setzen. Lädt der Student ein Video oder Audioaufzeichnung der Vorlesung auf sein Notebook, kann er dies synchron zu den Notizen darstellen lassen.

Neben den Aufzeichnungen des Vortragenden kann ein Student auch die Annotationen anderer Studenten anzeigen lassen. Dazu können Studenten beliebige Gruppen bilden. Alle Teilnehmer einer Gruppe erhalten die Annotationen ihrer Kommilitonen. Eine „Awareness“-Anzeige stellt dar, wo sich die anderen Gruppenmitglieder innerhalb der Aufzeichnungen befinden. Bei Bedarf kann in einen privaten Modus umgeschaltet werden, in dem die Übertragung der erstellten Annotationen unterdrückt wird. Der Gruppe wird per Einladung beigetreten. Die Einladung enthält auch einen kryptografischen Schlüssel, da die Gruppenkommunikation generell verschlüsselt stattfindet. ToGather erlaubt es auch ein Mitglied verschiedener Gruppen gleichzeitig zu sein. In diesem Fall werden die Annotationen anderer Studenten nur innerhalb der gleichen Gruppe weitergereicht.

Außerhalb einer Vorlesung kann ToGather von Studenten in einem ad-hoc Modus betrieben werden. Es ist vorgesehen, dass Aufzeichnungen mit anderen Studenten synchronisiert werden. Alle Datenabgleiche zwischen ToGather-Instanzen laufen kryptografisch signiert ab. Damit kann sichergestellt werden, dass bei der Synchronisation auch authentische Aufzeichnungen weitergegeben werden. Somit können Vorlesungsaufzeichnungen auch ohne Verbindung zu einem zentralen Server weitergereicht werden.

ToGather speichert alle empfangen und eigenen Daten in einer lokalen Datenbasis. Diese Datenbasis ist von externen Instanzen unabhängig und ermöglicht den Offlinebetrieb von ToGather. Ist es während einer Vorlesung zu keinen Netzausfällen gekommen, kann der Student sofort nach der Vorlesung auf die gesammte Aufzeichnung offline zugreifen.

Eigenständige Mitschriften können natürlich auch ohne Vorlesungsaufzeichnung durchgeführt werden.

Neben ToGather untersuchen wir alternativ auch den Einsatz einer minimal invasiven Notizfunktion für die Studenten. Ausgehend von einer vollständigen Aufzeichnung der Vorlesung erlaubt die Komponente *TVremote* Studenten mittels einer minimalen Benutzerschnittstelle das Setzen verschiedener Marker während der Vorlesung. Die erstellten Marker dienen nach Bereitstellung am Server zur Indexierung der Vorlesungsaufzeichnung.

3.3 Implementierung

Alle Komponenten sind weitgehend in Java implementiert worden und laufen auf den Plattformen, für die eine Java Virtual Machine mit Java2 SE Runtime (für *TVremote* auch Java ME) vorhanden ist. Lediglich das VMB benötigt native Funktionen, die bis jetzt nur für Windows 2000 oder XP zur Verfügung stehen. Dazu zählt auch der virtuelle Grafik-

treiber für die Bereitstellung der virtuellen Arbeitsbereiche und schneller Kopierfunktionen zur gleichzeitigen Darstellung des Inhaltes auf beliebigen Bildschirmregionen. Für die Anwendungsaufzeichnung verwenden wir ein modifiziertes *TightVNC* [Ka]. Die Speicherung aller Daten und die Verteilung erfolgt über (komprimiertes) XML.

Für den Netzwerktransport verwenden wir im WLAN einfaches unidirektionales Broadcasting. Die zur Verfügung stehende geteilte Bandbreite erlaubt keine Verteilung mit Punkt-zu-Punkt-Verbindungen bei größeren Teilnehmerzahlen und widerspricht damit den gerne zum Einsatz kommenden VPN-Lösungen zum authentifizierten und sicheren WLAN-Zugang. Spätkommern und Paketverlusten wird durch kontinuierliches Bandbreitenbegrenztes Senden der für die Darstellung der aktiven Präsentationen notwendigen Daten entgegengewirkt. Als zweiter Netzwerktransport wird HTTP-Streaming eingesetzt. Diese Methode ist für das Hochladen der Aufzeichnung auf den Aufzeichnungsserver und zum Verbinden externer ToGather Studenten vorgesehen. Ein ähnliches Verfahren kommt bei der Synchronisierung einzelner ToGather-Clients untereinander zum Tragen.

Die Nutzung von VMB kann je nach Finanzierung in verschiedenen Ausbaustufen realisiert werden. So kann in einem ersten Schritt nur ein TabletPC als Präsentationsrechner mit Stifteingabe und DualDisplay mit einem hochauflösenden Projektor für das Publikum eingesetzt werden. Große Festinstallationen wie unser digitaler Hörsaal verwenden Mehrfach-Projektion, ein Wacom Cintique Tablet sowie ein SmartTechnologies Smartboard. Es können auch mehrere Rechner mit eigenen VMB Instanzen gemeinsam in einer Vorlesung verwendet werden.

4 Ergebnisse

Im letzten Semester wurde das Virtual MultiBoard in einer Grundstudiumsvorlesung mit mehr als 600 Studenten eingesetzt. Zu den Ergebnissen der Evaluierung durch die Hochschuldidaktische Arbeitsstelle zählt, dass 61% der befragten 210 Studierenden den Einsatz als wirkungsvolle Unterstützung des Vortrags empfanden. 74% von 78 bewerteten den Komfort auf die vergangenen beiden Folien zurückblicken zu können als „sehr hilfreich“ oder „hilfreich“.

ToGather selbst lag damals erst als Prototyp vor und kam noch nicht zum Einsatz. Inzwischen liegt ToGather in einer stabilen Fassung vor. Diese wird im Wintersemester 2003/2004 im Rahmen der gleichen Grundstudiumsvorlesung eingesetzt. Erste Evaluationsergebnisse von ToGather erwarten wir entsprechend für Weihnachten 2003.

5 Vergleichbare Arbeiten

LiveNotes [IGKC02] ist ein verteiltes Whiteboard für Handhelds mit Stifteingabe. Mehrere Studenten sollen damit auf gemeinsam genutzten Arbeitsblättern eine Vorlesungsmitschrift führen können. Interessant ist, dass die Autoren das Werkzeug vor allem auch

als Kommunikationswerkzeug sehen. Sie argumentieren, dass die über das Whiteboard geführte Diskussion über die stattfindende Vorlesung zu einem besseren Verständnis des Stoffes führen kann.

Im Rahmen von Vorlesungsaufzeichnungssystemen finden sich Entwicklungen zur Mit-einbeziehung von Studentenmitschriften während der Vorlesung. Innerhalb des *Classroom 2000* Projekts wurde das *StuPad* [TA99] entwickelt. Das *StuPad* ermöglicht das Schreiben mittels elektronischer Tinte in eine private Sicht der Vorlesungsaufzeichnung (Präsentationsfolien und Annotationen des Vortragenden) oder in ein separates Notizfeld.

Auch das *Authoring-on-the-Fly* System der Universität Freiburg wurde dahingehend erweitert, dass Studenten in eine live gestreamte Vorlesung private Elemente hinzufügen können [LL02]. Im Vergleich zu *Classroom 2000* können Annotationen von Vortragenden und Studenten wahlweise aus- und eingeblendet werden. Das Tool von Freiburg lässt nach der Vorlesung auch einen offline Zugriff zu. Beide Systeme unterstützen im voraus konvertierte Präsentationsvorlagen.

Mimio ClassRoom von Virtual-Ink [Vi] ist eine Zusatzsoftware für die *Mimio*-Hardware zur Erfassung von Whiteboard-Anschrieb. Mit der Anwendung kann der Whiteboard-Anschrieb live an Hörer verschickt werden. Diese können dann private Notizen und Anschrieb hinzufügen.

Zum Teil lassen sich auch Anwendungen für die Erstellung von Mitschriften nutzen, die ursprünglich für den Einsatz in Telekonferenzen und Teleteaching entwickelt wurden oder als Systeme zur Unterstützung von virtuellen Sitzungsräumen gedacht sind. Exemplarisch erwähnen wir in diesem Zusammenhang:

- Das *NotePals* System [LD99] ermöglicht offline das Erstellen von privaten und geteilten Notizen auf PDAs mit Palm OS und digitalisierenden Schreibblöcken (*Cross-Pad*). Die Notizen werden bei der Synchronisation des Arbeitsgeräts auf einen Server gestellt und weiterverarbeitet. Über einen Web-Server kann auf die Notizen zugegriffen werden. Die Notizen werden zeitlich zueinander gruppiert und können mit bereitgestellten Präsentationsunterlagen verbunden werden. Das System wurde ursprünglich für die Erstellung von Sitzungsprotokollen entwickelt.
- *Dolphin* [SGHH94] ist ein weiteres Beispiel für Sitzungsunterstützungssoftware. *Dolphin* realisiert ein Hypertextsystem, mit dem mehrere Sitzungsteilnehmer an einer gemeinsamen Hypertextstruktur arbeiten können.
- *Microsoft NetMeeting Whiteboard* [Mi] ist ein Beispiel für eine synchrone Whiteboard-Anwendung, die auch das Speichern des Anschriebs erlaubt.
- *WebEx* [Co] bietet einen Pay-Per-Use Webkonferenzdienst mit Funktionen zum kooperativen Webbrowsen, Präsentieren und teilen des Bildschriminhaltes inklusiver Annotationsfunktion. Das Konvertierungstool für Präsentationen hebt sich hervor: eingebettete Objekte wie Macromedia Flash oder digitales Video können verarbeitet werden. Persönliche Annotationen werden unterstützt.
- *Groove Workspace* [Ne] von GrooveNetworks stellt ein Peer-to-Peer Framework zur Verfügung, mit dem Werkzeuge geschrieben werden, die in einem gemeinsa-

men virtuellen Arbeitsraum laufen. In der Grundaufführung bietet es kooperative Werkzeuge wie Whiteboard, Editor oder Outliner, die für gemeinsame Mitschriften genutzt werden können.

Dabei ist aber zu beachten, dass diese Werkzeuge meist nur für kleinere Gruppen entworfen wurden. Viele Shared Whiteboards unterstützen nur ein gemeinsames Dokument. Möglichkeiten zur Erstellung von privaten Notizen oder Bildung verschiedener Gruppen sind oft nicht vorhanden. Andere Werkzeuge wie WebEx skalieren laut Herstellerangaben gut auf größere Nutzerzahlen, das jedoch wegen einem weltweiten dezentrierten Backbone. Gruppen lokaler, eigenständiger Klienten sind bei WebEx nicht vorgesehen. Offen bleibt die Frage wie gut die auf Festverbindungen ausgelegten Entwicklungen mit ausfallsreichen, drahtlosen Netzwerken und dynamischer Netzrekonfiguration umgehen können.

Welche Werkzeuge stehen dem gewöhnlichen offline Notebook-Benutzer zur Verfügung? Neben Textverarbeitungen bieten sich auch „Outliner“ oder MindMapping-Werkzeuge zur Erstellung von strukturierten Mitschriften an. Häufig werden auch Annotationsfunktionen von Werkzeugen zur Anzeige von Dokumenten genutzt, um ausgegebene digitale Vorlesungsunterlagen zu bearbeiten, zum Beispiel PDF-Dateien mit Adobe Acrobat.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Wir haben unser System zur Erstellung von kooperativen digitalen Vorlesungsmitschriften vorgestellt und die Motivation für eine solche Mitschrifttechnik aufgeführt. Von vergleichbaren anderen Lösungen setzt sich unser System dadurch ab, dass es die Aufzeichnung und Annotation von beliebigen Anwendungen im Unterricht erlaubt. Der Vortragende nutzt dazu unsere Virtual MultiBoard Software. Das System ist dynamisch konfigurierbar und eignet sich neben der Annotation aktiver Anwendungen auch für statische Hintergründe. Es erlaubt mehrere Beamer simultan anzusteuern, auf denen Präsentationen und Anwendungen simultan gezeigt werden können, oder eben präsentierte Folien zur besseren Übersicht länger verbleiben können. Der Vortragende kann das System über eine zentrale Benutzerschnittstelle steuern.

Studenten nutzen die ToGather Software zur Erstellung von Mitschriften. Dabei bekommt sie einen Live-Strom der Vorlesung auf ihr Laptop überspielt, den sie selbst weiter annotieren können. Die Studenten können sich während einer laufenden Vorlesung zu Lerngruppen zusammen schließen um eigene Annotationen miteinander zu teilen. Auf die Mitschrift kann offline zugegriffen werden, um sie zu sichten und weiterzubearbeiten. Außerhalb des Vorlesungsraumes wird ebenfalls ein ad-hoc Zusammenschluss zur Synchronisation der Aufzeichnungen untereinander unterstützt.

Da wir auch eine partielle Nutzung von mobilen Computern unter den Studenten unterstützen, versuchen wir auch Mehrwerte für Studenten ohne Notebooks zu bieten. Die Darstellung vergangener Folien mit Hilfe von digitalen Schiebetafeln während der Vorlesung ist einer dieser Aspekte.

Offene Aufgaben sehen wir noch in Fragen der Rechteverwaltung von digitalen Vorle-

sungsaufzeichnungen sowie der Schaffung von integrierten mobilen Wissensarchiven für Studenten der Notebook-Universitäten. Auf kurze Sicht bleibt die anstehende Evaluierung von Teilen des beschriebenen Systems abzuwarten. Zusätzlich sind eventuell auftretende Nutzungsprobleme zu beseitigen.

Literatur¹

- [Co] Communications, W. Webex homepage. <http://www.webex.com/>.
- [IGKC02] Iles, A., Glaser, D., Kam, M., und Canny, J.: Learning via distributed dialogue: Live notes and handheld wireless technology. In: *Conference on Computer Support for Collaborative Learning 2002*. Boulder, Colorado. 2002.
- [Ka] Kaplinsky, C. Tightvnc homepage. <http://www.tightvnc.org/>.
- [KDC⁺91] Kiewra, K. A., DuBois, N. F., Christian, D., McShane, A., Meyerhoffer, M., und Roskelley, D.: Teaching and learning in the wireless classroom. *Journal of Educational Psychology*. 83(2):240–245. 1991.
- [LD99] Landay, J. A. und Davis, R. C.: Making sharing pervasive: Ubiquitous computing for shared note taking. *IBM Systems Journal*. 38(4):531–550. 1999.
- [LL02] Lienhard, J. und Lauer, T.: Multi-layer recording as a new concept of combining lecture recording and students' handwritten notes. In: *Proceedings of the Tenth ACM International Conference on Multimedia*. S. 335–338. ACM Press. 2002.
- [Mi] Microsoft. Netmeeting home. <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/>.
- [MT02] Mühlhäuser, M. und Trompler, C.: Learning in the digital learning age: Paving a smooth path with digital lecture halls. In: *35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02)-Volume 1*. S. 31–41. 2002.
- [Ne] Networks, G. Groove workspace. <http://www.groove.net/products/workspace/>.
- [RF00] Rößling, G. und Freisleben, B.: The ANIMAL algorithm animation tool. In: *ACM SIG-CSE/SIGCUE Conference on Integrating Technology in Computer Science Education*. S. 37–40. ACM Press. 2000.
- [SGHH94] Streitz, N. A., Geißler, J., Haake, J. M., und Hol, J.: Dolphin: Integrated meeting support across local and remote desktop environments and liveboards. In: *Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. S. 345–358. ACM Press. 1994.
- [TA99] Truong, K. N. und Abowd, G. D.: Stupad: Integrating student notes with class lectures. In: *CHI '99 extended abstracts on Human factors in computer systems*. S. 208–209. ACM Press. 1999.
- [TMW02] Trompler, C., Mühlhäuser, M., und Wegner, W.: Open client lecture interaction: An approach to wireless learners-in-the-loop. In: *4th International Conference on New Educational Environments*. S. 43–46. 2002.
- [Vi] VirtualInk. Mimio homepage. <http://www.mimio.com/>.

¹Die WWW-URLs wurden zuletzt am 13.8.2003 geprüft.