

# Annotiertes Lecture Recording

Peter Ziewer, Prof. Dr. Helmut Seidl

Institut für Informatik / I2  
Technische Universität München  
Bolzmannstraße 3  
85748 Garching  
ziewer@in.tum.de  
seidl@in.tum.de

**Abstract:** Zur Durchführung virtueller Vorlesungen ist es nützlich, neben Ton und Bild auch jeweils den gesamten Desktop aufzuzeichnen und zu übertragen. Dies wird durch die Benutzung von anwendungsunabhängigem Screen-Recording unterstützt. Ebenfalls für Präsentationen bewährt haben sich Annotationsmöglichkeiten, die es gestatten, die Aufmerksamkeit zu fokussieren und Vermerke auf einer ansonsten überwiegend statischen Projektionsfläche anzubringen. Wir berichten über eine erfolgreiche Kombination von allgemeinem Screen-Recording mit einem einfachen aber flexiblen Annotierungssystem für den gesamten Desktop und zeigen, dass dies die Dynamik der Vorlesungen erhöht.

## 1 Einleitung

In der heutigen Hochschullehre ist die Verwendung von computergestützten Präsentationen an der Tagesordnung. Unterstützt wird dabei in erster Linie die Erstellung der Präsentationen. Dies ist mittels geeigneter Software sehr einfach. Vorhandene Materialien können modifiziert und somit leicht wieder verwendet werden. Die eigentliche Vorführung der Präsentation unterscheidet sich jedoch wenig von einem klassischen Folienvortrag. Statt Polyester-Folien werden nun Computer-Folien projiziert. Abgesehen von eventuellen Animationseffekten bei den Übergängen sind diese jedoch meist statisch. Dynamische Anmerkungen und Erklärungen, etwa als Reaktion auf Zuhörerfragen oder die schrittweise Herleitung eines mathematischen Beweises, erfolgen hingegen als Tafelanschrieb.

Die klassische Fernlehre, die orts- und zeitunabhängige Alternative zur Präsenzlehre, verwendet nahezu ausschließlich Lehr-/Lernmaterialien in Papierform. Die, sowohl im öffentlichen als auch privaten Bereich, zunehmende Verfügbarkeit von leistungsstarken Rechnersystemen, sowie deren weltweiter Vernetzung, bewirkt jedoch auch hier einen Wandel hin zu digitalen Materialien. Der personelle Aufwand und die damit verbundenen hohen Kosten zur Erstellung von Computer-Based-Trainings bzw. Web-Based-Trainings (CBT/WBT) als hochwertigen digitalen Lehr-/Lernmaterialien können an Hochschulen meist nicht erbracht werden. Die „leichtgewichtige Kursproduktion“ durch digitale

Aufzeichnung von Vorträgen (Presentation-Recording) der Präsenzlehre dient in der virtuellen Lehre daher häufig als kostengünstige Alternative [KKO04]. Presentation-Recording erfolgt dabei nicht durch Abfilmen mittels Videokamera, da brauchbare Video-Aufzeichnungen nur durch qualifiziertes Personal und hohen Technikaufwand realisierbar sind [LO02], was jedoch wiederum zu hohen Kosten verursachen würde. Vielmehr werden computergestützte Präsentationen direkt am Rechner erfasst, mit weiteren Datenströmen (z.B. von Mikrophon und Kamera) kombiniert und in einer Weise digital aufgezeichnet, die später eine synchrone Wiedergabe ermöglicht. Dieses Verfahren erlaubt qualitativ hochwertige Aufzeichnungen der computergestützten Präsentation. So können jedoch nur diejenigen Elemente einer Präsentation digital erfasst werden, die auch mittels Computerunterstützung generiert werden. Tafelanschrieb sowie die Verwendung eines Zeigergeräts (z.B. Laserpointer) gehören leider nicht zu dieser Gruppe. Sie müssen daher zur Aufzeichnung in geeigneter Weise digital umgesetzt bzw. ersetzt werden. So können Laserpointer zum Beispiel durch einen (evtl. vergrößerten) Mauszeiger ersetzt werden. Moderne Eingabegeräte, wie elektronische Tafeln und spezielle Bildschirme mit Zeichenstift, erlauben die Digitalisierung von handschriftlichen Notationen. Aufgrund der beschränkten digitalen Tafelfläche und der Handhabung der Eingabegeräte ist dies zwar kein vollwertiger Ersatz für reine Tafelanschrieb-Vorlesungen. Die/der Vortragende kann aber durchaus handschriftliche Notizen, Herleitungen und Zeichnungen zur Ergänzung einer Folienpräsentation einbringen. Außerdem bieten die Eingabegeräte eine intuitivere Steuerung des Rechners. Durch die direkte Platzierung der Stiftspitze kann eine Schaltfläche angewählt werden oder ein Zeichenstift leichter positioniert werden.

Beim Übergang von der Präsenzlehre zur Fernlehre ergeben sich jedoch noch weitere Probleme mit den digitalen Lehr-/Lernmaterialien. Das wichtigste Medium ist in beiden Fällen der Ton, also die mündlichen Erläuterungen der/des Vortragenden. Dabei ist weitestgehend unerheblich, ob diese direkt aus seinem Mund, über eine Hörsaalanlage oder ein geeignetes Lautsprechersystem eines Computers wiedergegeben werden. Im Gegensatz dazu ist die visuelle Komponente in den beiden Szenarien sehr unterschiedlich. Im Hörsaal beobachten die Zuhörer in erster Linie die/den Vortragenden. Durch das Wechseln der Folie wandert die Aufmerksamkeit für eine kurze Zeit zur Projektion an der Wand. Nachdem ein Zuhörer die gezeigten Inhalte optisch erfasst hat, wendet sie/er sich wieder der/dem Vortragenden zu. Eigene Erfahrungen zeigen jedoch bei der Betrachtung digitaler Aufzeichnungen ein anderes Beobachtungsverhalten. Aufgrund technischer Beschränkungen durch Bildschirmgröße und Datenvolumen, steht, wenn überhaupt, nur ein kleines Videobild des Redners zur Verfügung (Abbildungen 3 und 4). Die visuelle Aufmerksamkeit der Zuhörer richtet sich daher auf die dargestellten Bildschirminhalte. Handelt es sich nun um die Aufzeichnung einer statischen Folienpräsentation, bei der jede Folie über einen längeren Zeitraum unverändert angezeigt wird, so lässt das Interesse an der Folie und damit auch die Aufmerksamkeit schnell nach. Die/der Zuhörer ist leichter ablenkbar. Für die Fernlehre geeignete dynamische und abwechslungsreiche Präsentation benötigen daher „aktive Komponenten“, wie dynamische Annotationen, Animationen, Simulationen oder dreidimensionale Modelle [EG98]. Allerdings müssen die verwendeten Aufzeichnungswerkzeuge auch in der Lage sein solche Präsentationen zu konservieren. Die digitale Aufzeichnung von Folien als statische Grafiken mit zugehörigen Zeitmarken zur Synchronisation mit einer Audiospur ist nicht ausreichend. Vielmehr muss die durch geeignete aktive Komponenten erzeugte Dynamik auch aufgezeichnet und wiedergegeben werden können. Sehr aufwendige Präsentationen, etwa unter Zuhilfenahme speziell

erstellter Animationen, erhöhen jedoch wieder den Herstellungsaufwand, was wiederum der Idee der leichtgewichtigen Kursproduktion widerspricht.

Wir sehen die ergänzende Verwendung einfacher, aber effektiver Annotationen während einer Präsentation, als geeignete Möglichkeit an, sowohl um Tafelanschrieb in digitale Form zu überführen, als auch um Präsentationen mit mehr (optischer) Dynamik zu versehen. Ein Werkzeug für digitalen Tafelanschrieb bedarf in erster Linie einer Freihandzeichenfunktion. Diese wird oft schon seitens der Präsentationssoftware angeboten, so zum Beispiel bei Microsoft PowerPoint<sup>1</sup> oder MagicPoint<sup>2</sup>. Weitere einfache Annotationsmöglichkeiten sind das Hervorheben von Präsentationselementen, etwa durch Unterstreichen oder Einrahmen. Mittels der oben erwähnten digitalen Eingabegeräte lassen sich so in natürlicher Weise handschriftliche Einschübe, sowie Markierungen wichtiger Präsentationselemente erstellen und einbinden. Dies geschieht ad-hoc während des Vortrags und verursacht somit keine weiteren Personalkosten.

Annotationsmöglichkeiten sind eine wichtige Funktionalität von Fernlehre-Werkzeugen. Im Folgenden diskutieren wir zunächst Annotationsmöglichkeiten bestehender Systeme. Nach einem kurzen Überblick über unser eigenes System erläutern wir dann Ansatz und Implementierung zur Integration von Annotationen in dieses System. Anschließend folgt eine Beschreibung unserer praktischen Erfahrungen mit dem erweiterten Werkzeug. Schließlich berichten wir kurz von Auswertungen der damit gehaltenen Vorlesungen.

## 2 Systeme mit Annotationsmöglichkeiten

Präsentationssoftware wie Microsoft PowerPoint oder MagicPoint bieten oft integrierte Annotationsmöglichkeiten an. Diese sind jedoch sehr eingeschränkt. Zum einen handelt es sich meist nur um eine einfache Freihandzeichen-Funktion und zum anderen sind solche von der Präsentationssoftware angebotenen Annotationen natürlicherweise nur auf die Präsentation selbst anwendbar. Sie stehen somit nicht für andere Applikationen zur Verfügung. Desweiteren besteht das Problem der Aufzeichnung solcher Annotationen. Die uns bekannten PowerPoint-Pug-Ins zur Aufzeichnung von Präsentationen sind leider nicht in der Lage, auch die Annotationen zu erfassen. Eine Aufzeichnung annotierter Präsentationen mittels Screen-Recording-Software, welche das gesamte Geschehen auf dem Desktop erfasst, ist allerdings immer möglich.

Präsentationssysteme, wie etwa „Authoring on the Fly“<sup>3</sup> (kurz AOF) der Universität Freiburg oder dessen kommerzielle Weiterentwicklung „Lecturnity“<sup>4</sup>, wurden eigens zur Aufzeichnung annotierter Vorträge entwickelt. Dazu müssen jedoch die Präsentationen innerhalb dieser Systeme erstellt und präsentiert werden. Eine (eingeschränkte) Importierung von PowerPoint-Vorträgen ist ebenfalls möglich. Die/der Vortragende muss zunächst die Bedienung einer neuen Präsentationsumgebung erlernen und ist anschließend an dieses System gebunden. Eine Verwendung externer Applikationen zur Erweiterung von Vorträgen ist nur eingeschränkt oder überhaupt nicht möglich. Die Vorteile solcher

<sup>1</sup>Microsoft Office: <http://office.microsoft.com>

<sup>2</sup>MagicPoint: <http://www.mew.org/mgp>

<sup>3</sup>Authoring on the Fly (AOF): <http://ad.informatik.uni-freiburg.de/mmgroup.aof>

<sup>4</sup>Lecturnity: <http://www.lecturnity.de>

Systeme liegen in der Skalierbarkeit der Darstellung, der komfortablen folienbasierten Navigation, der Möglichkeit zur Volltextsuche, sowie der einfachen Nachbearbeitung von Aufzeichnungen. Dies ist durch Speicherung annotierter Vorträge mittels symbolischer Repräsentation möglich, da so die ursprüngliche Struktur der Präsentation erhalten bleibt.

Camtasia<sup>5</sup>, eine nur für Microsoft Betriebssysteme erhältliche Screen-Recording-Software, bietet neben der Möglichkeit zur Aufzeichnung beliebiger Applikationen auch eigene Annotationswerkzeuge an. Diese sind auf den gesamten Desktop anwendbar und stehen somit zur Annotation aller auf dem Desktop befindlicher Applikationen zur Verfügung. Hierzu werden als „Callout“ bezeichnete graphische Objekte, etwa Pfeile und Textboxen, bereit gestellt. Diese liegen als eigene Desktop-Objekte im Vordergrund vor den übrigen Applikationen. Die Vielzahl der Möglichkeiten, durch Auswahl an grafischen Objekten, Festlegung von Größe und Farbe, sowie Ein- und Ausblendeeffekten, lassen eine umfassende Verwendung während des Vortrags allerdings wenig sinnvoll erscheinen, da die/der Vortragende zu sehr von seiner eigentlichen Tätigkeit abgelenkt wird. Vielmehr können bereits fertige Aufzeichnungen mit solchen Callouts sinnvoll aufbereitet werden. Dies bedarf allerdings einer, in der leichtgewichtigen Kursproduktion nicht erwünschten, eventuell aufwendigen Nachbearbeitung. Zur Verwendung während eines Vortrags besser geeignet ist die Freihandzeichen-Funktion. Diese ist bei Camtasia dahingehend eingeschränkt, dass deren Verwendung nur auf einem statischem Abbild des Desktops, also einem „Screenshot“, möglich ist. Das Einschalten der Funktion bewirkt ein Einfrieren des gesamten Desktops. Dynamische Applikation wie etwa Animationen laufen zwar im Hintergrund weiter, die Änderungen werden aber nicht mehr auf dem Bildschirm angezeigt. Auf diesem Screenshot kann die/der Benutzer(in) nun beliebig zeichnen. Eine Bedienung von Applikationen ist während der Zeichenphase jedoch nicht möglich. Erst durch Beendigung der Zeichen-Funktion wird der Desktop wieder dynamisch dargestellt und voll bedienbar. Jedoch verschwinden auch augenblicklich alle Freihand-Annotationen.

### 3 TeleTeachingTool

Im Rahmen des BMBF-Projekts Universitärer Lehrverbund Informatik<sup>6</sup> (kurz ULI) haben wir 2001 an der Universität Trier mit der Entwicklung eines plattform-unabhängigen Systems zur Übertragung und Aufzeichnung von Vorlesungen begonnen. Nach dem Umzug des Lehrstuhls zur TU München wird das System dort weiter entwickelt. Unser TeleTeachingTool [TTT] verwendet ein als „Screen-Recording“ bezeichnetes Aufnahmeverfahren, welches den Bildschirminhalt des Vortragsrechners digital erfasst und speichert. Das Abgreifen der Bildschirminhalte geschieht mittels „Virtual Network Computing“ (kurz VNC) [Ri98], [VNC]. Bei diesem plattform-unabhängigen System kann ein Benutzer einen entfernten Rechner (VNC-Server) über Netzwerk steuern. Mittels des „Remote-Framebuffer-Protokolls“ (RFB-Protokoll) [Ri03] werden dabei die Maus- und Tastatureingaben der Benutzerin/des Benutzers an den zu steuernden Rechner gesendet. Dieser reagiert darauf so, als handle es sich um lokale Eingaben. Als Antwort wird der durch die Eingabe beeinflusste Bildschirminhalt des VNC-Servers übermittelt und auf dem Rechner der Bedienerin/des Bedieners dargestellt. Die Bildschirminhalte werden zur

<sup>5</sup>Camtasia: <http://www.techsmith.com/products/studio/default.asp>

<sup>6</sup>Universitärer Lehrverbund Informatik (ULI): <http://www.uli-campus.de>

Reduzierung der Bandbreite verlustfrei komprimiert und inkrementell übertragen. Das TeleTeachingTool nimmt diese Antwort-Nachrichten, versieht sie mit einer Zeitmarke und speichert sie. Die Zeitmarken ermöglichen die synchrone Wiedergabe mit zusätzlich aufgezeichneten Ton- und Videospuren. Wie in „Transparent TeleTeaching“ [ZS02] beschrieben, bedarf die Aufzeichnung keiner speziellen Aufbereitung der verwendeten Präsentationsmaterialien. Die Screen-Recording-Technologie erlaubt nicht nur die Aufzeichnung von Präsentationsfolien, sondern vielmehr beliebiger Bildschirm Inhalte. Die/der Lehrende hat somit freie Hand in der Programmauswahl. Während eines Vortrags mit einer frei wählbaren Präsentationssoftware kann zum Beispiel ein Internet-Browser verwendet, sowie eine Simulation (Abbildung 4) oder Animation gezeigt werden. Da VNC-Implementierungen für die gängigen Betriebssysteme existieren, bleibt auch hier der/dem Lehrenden die Auswahl frei.

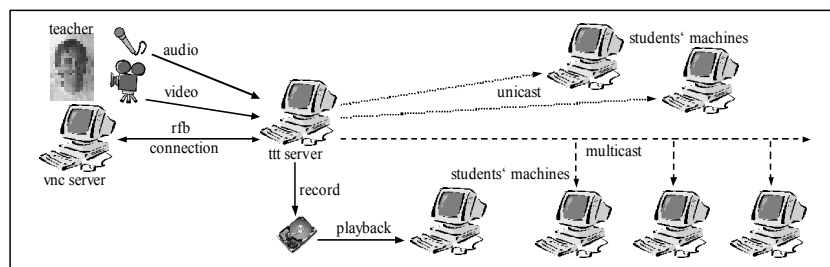


Abbildung 1: Systemaufbau des TeleTeachingTool

Abbildung 1 zeigt einen möglichen Aufbau einer TeleTeachingTool-Umgebung. Der TTT-Server greift die durch einen VNC-Server exportierte graphische Oberfläche des Vortragsrechners ab. Zusätzlich wird der Vortrag mittels Mikrofon und Video-Kamera erfasst. Der TTT-Server zeichnet die drei Eingabeströme auf und/oder leitet sie an die Rechner der Studierenden weiter. Die/der Vortragende steuert den VNC-Server direkt oder mittels eines speziellen TTT-Klienten mit integrierten Annotationswerkzeugen.

#### 4 Annotationen

In den ersten Semestern unserer Teleteaching-Aktivitäten verwendeten wir als Annotationsmöglichkeit nur die Freihandzeichen-Funktionalität der Präsentationssoftware. Dies erlaubte zwar das Einfügen handschriftlicher Anmerkungen innerhalb der Präsentationsfolien, eine Annotierung anderer Programme war jedoch nicht möglich. Daher wurde das TeleTeachingTool um Zeichenwerkzeuge erweitert, welche das Zeichnen von Annotationen auf einer virtuellen Glasplatte ermöglichen. Diese virtuelle Ebene überspannt den gesamten Bildschirm und erlaubt somit die Annotierung aller auf dem Bildschirm sichtbaren Elemente und Applikationen.

Die angebotenen Zeichenwerkzeuge sollten effektiv und leicht bedienbar sein. Als erstes gibt es auch hier ein Freihand-Werkzeug, um beliebige handschriftliche Anmerkungen zu ermöglichen und somit herkömmlichen Tafelanschrieb zu ersetzen. Unterstreichungen oder Einrahmungen mittels Freihand-Werkzeug ermöglichen die Hervorhebung wichtiger

Elemente. Eine unachtsame Benutzung der Eingabegeräte kann jedoch leicht ein Durchstreichen statt Unterstreichen bewirken. In diesem Fall werden die hervorzuhebenden Elemente durch die Markierungen unleserlich. Daher bieten das TeleTeachingTool als Alternative horizontale Linien und Rechtecke an. Als sehr vorteilhaft haben sich außerdem halbdurchsichtige gefüllte Rechtecke erwiesen, welche einen optischen Effekt ähnlich dem eines Textmarkers bewirken. Diese Annotationen erlauben eine Korrektur während des Zeichenvorgangs. Im Falle des von uns verwendeten elektronischen Stifts wird durch Setzen der Stiftspitze auf den Bildschirm zunächst ein Startpunkt gewählt. Durch Ziehen des Stifts kann nun die Größe des Rechtecks so bestimmt werden, dass das zu markierende Element umfasst wird. Während dieser Phase sieht die/der Bediener(in) eine temporäre Annotation. Erst durch Absetzen des Stiftes vom Bildschirm wird diese fixiert. Somit lassen sich Annotationen besser positionieren ohne Inhalte unkenntlich zu machen. Die Auswahl von Zeichenmodus und Farbe kann sowohl über Tastaturkürzel als auch über die in Abbildung 2 gezeigte Werkzeugleiste erfolgen. Ein Überangebot an Farben führt zu einer unübersichtlichen Leiste und kompliziert die Bedienung. Vielmehr sollte eine kleine Auswahl von deutlich unterscheidbaren Farben ausreichend sein. Im Löschmodus können einzelne Annotationen entfernt werden. Dies eignet sich zur Korrektur von Markierungen, aber auch zu schrittweisen Erklärungen in deren Verlauf Annotationen teilweise überflüssig werden. In der Praxis häufiger gewünscht ist ein sofortiges Löschen sämtlicher Annotationen. Dies ist explizit mittels Tastaturkürzel oder Werkzeugleiste möglich, kann jedoch zusätzlich an die Verwendung bestimmter Tasten gekoppelt werden. Somit kann die Betätigung einer Taste, die einen Folienwechsel initiiert (z.B. PageUp- / PageDown-Tasten), auch das implizite Löschen aller Annotationen bewirken. Dies ist zweckmäßig, da Annotationen in der Regel folienbezogen sind.



Abbildung 2: Zeichenwerkzeuge

Im Gegensatz zur Freihandzeichen-Funktion von Camtasia wird im Zeichenmodus des TeleTeachingTools der Desktop nicht eingefroren, dynamische Applikationen werden also weiterhin korrekt dargestellt. Das Verlassen des Zeichenmodus bewirkt auch kein Löschen von Annotationen, wie dies bei Camtasia der Fall ist. Die/der Benutzer(in) kann also beliebig zwischen Zeichenmodus und Bedienung des Desktops wechseln. Im Bedienmodus werden sämtlich Eingaben von Maus und Tastatur an die Applikationen unter der Glaspalte weitergeleitet. Im Zeichenmodus bewirken Mausklicks das Setzen von Annotationen auf der Glasplatte. Tastatureingaben werden weiterhin weitergeleitet und erlauben somit auch in diesem Modus die Bedienung von Applikationen. So ist zum Beispiel zur Bedienung eines Editors mittels Tastatur kein Moduswechsel notwendig.

Aufgrund der Screen-Recording-Technologie ist eine Kopplung der Annotationen, die sich auf der virtuellen Glasplatte befinden, an die darunterliegenden Applikationen kaum möglich. Durch das oben beschriebene implizite Löschen folienbezogener Annotationen lassen sich Präsentationen komfortabel bedienen. Bei der Annotierung eines sich dynamisch ändernden Desktop treten jedoch spezielle Probleme auf, da markierte Elemente sich bewegen oder verschwinden können. Dennoch kann der Einsatz der

Zeichenwerkzeuge hier nützlich sein. Bei Animationen lassen sich zum Beispiel statt einzelner Elemente wichtige Teilbereiche hervorheben. Auch betrifft die dynamische Veränderung selten den gesamten Desktop. Statische Teile lassen sich problemlos annotieren, etwa die Werkzeug- und Menüleisten bei einer Software-Vorführung. Sollten die Annotationen nicht mehr zu dem unter der Glasplatte dargestellten Desktop passen, so lassen sie sich schnell durch einen einzigen Mausklick bzw. einen Tastendruck entfernen.

Alle Annotationen werden während der Aufzeichnung mit Zeitmarken versehen und können so mit der übrigen Darstellung und der Tonspur synchronisiert werden. Das TeleTeachingTool ermöglicht somit die dynamische Aufzeichnung und Wiedergabe von Annotationen, was in [LO02] als ein wichtiges Kriterium für Presentation-Recording bezeichnet wird. Darüber hinaus zeichnet das TeleTeachingTool durch Verwendung der Screen-Recording-Technologie grundsätzlich jegliche Dynamik eines Vortrags auf - was sicherlich ebenso wünschenswert ist. So werden Animationen ebenso erfasst wie die Bewegungen des Mauszeigers oder, wie in Abbildung 4 zu sehen, das Öffnen eines Menüs.

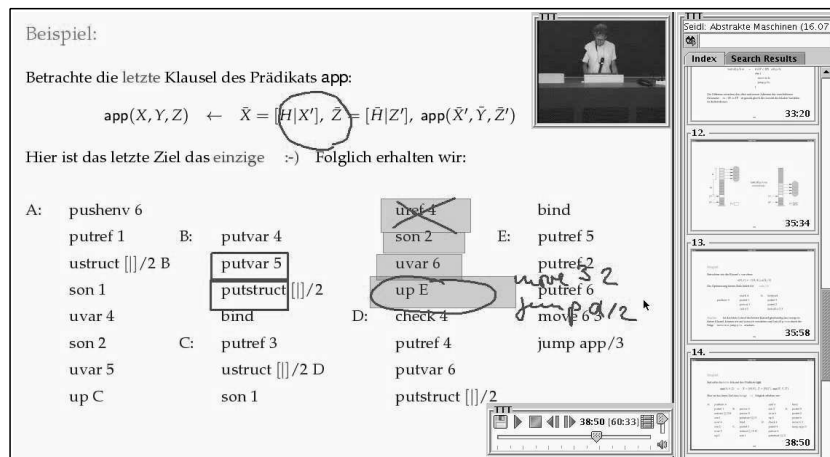


Abbildung 3: Annotierte Folie aus einer Aufzeichnung

Abbildung 3 zeigt die Sicht der Studierenden auf eine Tele-Vorlesung. Zu sehen ist eine annotierte Folie, bei der Markierungen mittels Rechtecken (links im Bild) und Textmarker (mitte) verwendet wurden. Außerdem kamen Freihandzeichnungen, sowohl zum Markieren, als auch zum Schreiben, zum Einsatz. Zusätzlich ist rechts oben das Videobild des Vortragenden zu sehen. Desweiteren stehen der/dem Betrachter(in) Bedienelemente zur Wiedergabesteuerung (unten), zum folienbasierten Navigieren mittels Vorschaubilder (rechts) und zur Volltextsuche zur Verfügung. Die Integration von eigenen Notizen der Studierenden in Aufzeichnungen, wie dies etwa in [LZ03] für AOF beschrieben wird, ist angedacht, aber derzeit noch nicht implementiert. Dies könnten einfache textbasierte Eingaben oder zusätzliche Annotationen sein. Die Integration der Annotationen als eigenständige Nachrichten in das RFB-Protokoll erlaubt außerdem das nachträgliche Editieren aufgezeichneter Anmerkungen und Hervorhebungen.

## 5 Praktischer Einsatz

Das um Annotationsmöglichkeiten erweiterte TeleTeachingTool steht seit dem Wintersemester 2002/2003 zur Verfügung. Wir haben es an der Universität Trier bzw. der TU München sowohl für die Anfängervorlesung „Informatik I - Programmieren in Java“, als auch für diverse Fortgeschrittenenvorlesungen aus dem Bereich Compilerbau, wie einer Einführung in die Dokumentenverarbeitung, sowie zwei Spezialvorlesungen über Abstrakte Maschinen und Programmoptimierung eingesetzt.

Die Vorlesung „Informatik I“ ist die Einstiegsveranstaltung zum Informatik-Studium, die gewissermaßen als Aushängeschild sowohl einen Überblick über das gesamte Themengebiet geben, wie Interesse und Begeisterung für das Fach wecken soll. Aus diesem Grund ist eine sorgfältige didaktische Aufbereitung dieser Vorlesung von besonderer Wichtigkeit. Aufgabe dieser Vorlesung ist unter anderem, Grundfertigkeiten der Programmierung zu vermitteln. Eine solche Vermittlung ist unmöglich, ohne repräsentative Programmbeispiele im Detail zu diskutieren. Auch die Vorführung des dynamischen Programmablaufs kann nicht den schrittweisen Durchgang durch den Programmtext ersetzen. Das längere Verweilen bei einer relativ statischen Textfolie ist jedoch lern-psychologisch problematisch [Ed95]. Durch die intensive Nutzung der Markierungsfunktionalität kann jedoch der Fokus der Aufmerksamkeit auf die aktuell erläuterte Programmzeile gelenkt werden, ohne dass das angezeigte Gesamtprogramm aus dem Blick gerät. Im Rahmen dieser Vorlesung hat sich das applikationsunabhängige Annotieren auch dadurch bewährt, dass es es uns erlaubte, in online editierten Programmbeispielen wichtige Programm-konstrukte hervorzuheben. Neben reinen Editoren und kleinen Beispielprogrammen in Java wurden in dieser Vorlesung auch Simulationen und Animationen eingesetzt, um die reine Folienabfolge der Präsentation mit weiteren aktiven Komponenten aufzulockern.

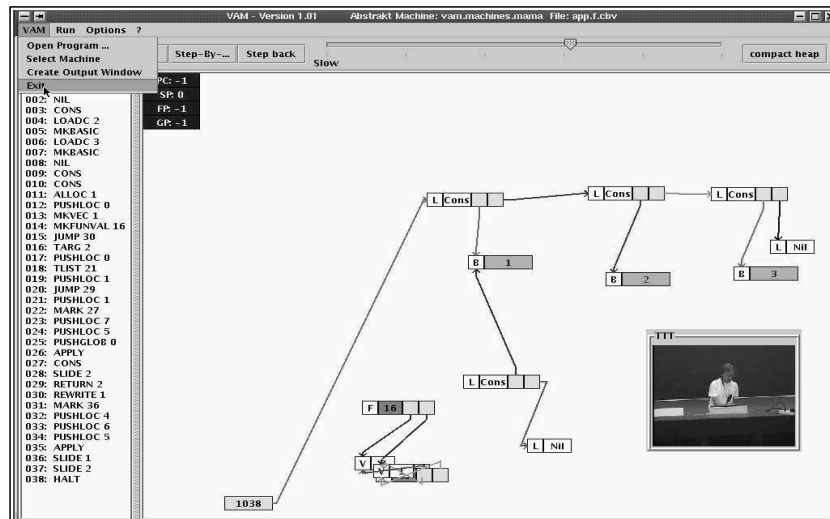


Abbildung 4: Vorlesung mit Simulator-Vorführung

Auch die Vorlesung „Einführung in die Dokumentenverarbeitung“ stand unter einem relativ hohen Erwartungsdruck. Eine solche Vorlesung mit mangelhafter Präsentation wirkt verständlicherweise wenig überzeugend. Neben typographischer Vielfalt und ästhetischer Gestaltung der Folien kam es hier auch darauf an, verschiedene Textverarbeitungssysteme in ihrem unterschiedlichen Look-and-Feel sowie in ihren unterschiedlichen Prinzipien bei der Lösung typischer Aufgaben vorzuführen. Systemvorstellungen lassen sich mit Folienpräsentationen allein nur ungenügend bewerkstelligen. Hier war sowohl die Möglichkeit zur Verwendung externer Applikationen, als auch die Desktop-weite Möglichkeiten zur Hervorhebung von großem Nutzen.

In den beiden Vorlesungen „Abstrakte Maschinen“ und „Programmoptimierung“ kamen neben externen Applikationen, wie einem Simulator zur Visualisierung abstrakter Maschinen (Abbildung 4), in größerem Umfang auch die Möglichkeit zum Freihand-Zeichnen zum Einsatz. Das Freihand-Zeichnen gestattete, die Folien spontan um weitere Beispiele zu erweitern - also genau das, wozu man traditionellerweise auf eine im Vorlesungssaal vorhandene Tafel zurückgreifen würde. Es konnten zusätzliche Skizzen zur Erläuterung komplexer Sachverhalte eingefügt und illustrierende Berechnungen schrittweise vorgeführt werden. Solche spontanen Ergänzungen sind bei weiterführenden und aktuellen Vorlesungen unvermeidbar, weil Verständnisschwierigkeiten hier oft erst während der Vorlesung selbst offenbar werden.

## **6 Auswertung und Bewertung**

Die Annotations-Werkzeuge sind einfach zu steuern und können nach einer kurzen Eingewöhnungsphase leicht bedient werden. Die Werkzeuge sollen die/den Vortragenden unterstützen und nicht ablenken. Daher wird von der/dem Vortragenden nicht erwartet, dass sie/er die volle Funktionalität nutzt, sondern vielmehr die Markierungsmöglichkeiten und Farben einsetzt, die ihr/ihm am sinnvollsten erscheinen. 85 Aufzeichnungen von Prof. Dr. H. Seidl aus vier Semestern wurden im Hinblick auf die Häufigkeit der Verwendung der Annotations-Werkzeuge ausgewertet. Dazu wurde der Gebrauch der vier Markierungsmöglichkeit, also Freihand, Linie, Rechteck und Textmarker, pro Vorlesung erfasst. Eine Freihand-Markierung wurde dabei gezählt vom Aufsetzen des Stiftes bis zu dessen Absetzen. Das Schreiben eines Wortes bzw. das Zeichnen einer Skizze besteht in der Regel aber aus einer Vielzahl solcher Elemente. Da die Zahlen der anderen drei Markierungsmöglichkeiten jeweils genau einer Hervorhebung entsprechen, ist ein direkter Vergleich mit der Anzahl der Freihand-Markierungen nicht möglich. In den Aufzeichnung des Wintersemesters 2002/2003, in welchem die Werkzeuge zum ersten Mal eingesetzt wurden, wurden etwa 180 bis 280 Markierungen pro Vorlesung gezählt. In den folgenden beiden Semestern stieg die Anzahl auf etwa 200 bis 400 Markierungen. Den größten Anteil nehmen dabei die Markierungen mittels Textmarker-Funktion ein, im Schnitt 130 bis 230 (Abbildung 5). Als zweitwichtigstes Werkzeug folgt die Freihand-Funktion. Hier ist eine deutliche Steigerung im Verlauf der vier Semester erkennbar. Wurde die Funktion im ersten Semester noch kaum eingesetzt, weniger als 20-mal pro Vorlesung, so zeigen die späteren Aufzeichnungen etwa 50 bis 250 Einsätze, gelegentlich sogar noch mehr (Abbildung 6). Das Linien-Werkzeug wurde nahezu nie und das Rechteck-Werkzeug mit

ca. 10 bis 50 Anwendungen pro Vorlesungen eher zurückhaltend eingesetzt. Von der Möglichkeit zur Farbauswahl machte Prof. Dr. H. Seidl in den ersten Vorlesungen kaum Gebrauch. Aber bereits Mitte des ersten Semesters wurde die Farbe etwa 30 bis 40-mal pro Vorlesung gewechselt und in den folgenden Semestern noch häufiger. Durch unterschiedliche Farbgebung lassen sich mehrere gleichzeitig sichtbare Markierungen voneinander abheben.

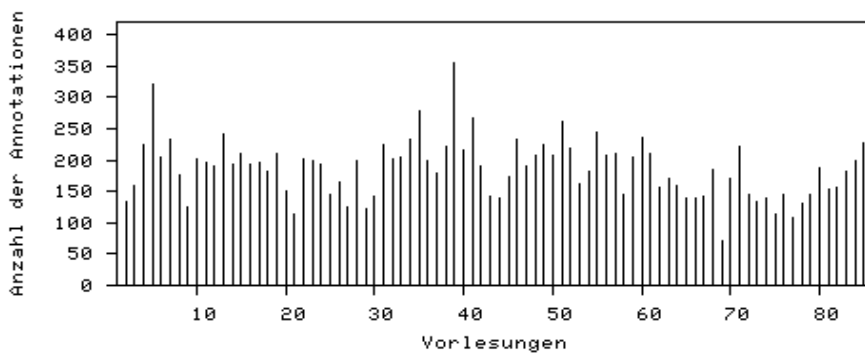


Abbildung 5: Markierungen mit Textmarker-Werkzeug

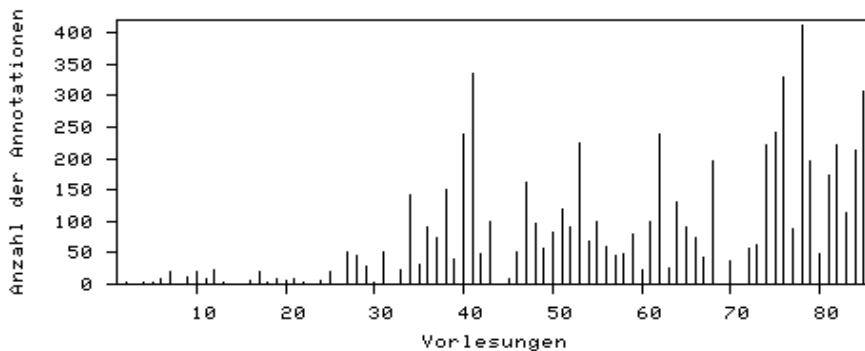


Abbildung 6: Markierungen mit Freihand-Werkzeug

Desweiteren wurden die Aufzeichnungen auf ihre Dynamik hin untersucht. Als Dynamik verstehen wir hier jede Veränderung des angezeigten Desktops. Dies kann zum Beispiel durch Folienwechsel oder Animationen, aber auch durch Hinzufügen und Löschen von Annotationen oder einfach durch Bewegungen des Mauszeigers ausgelöst werden. Als dynamisch haben wir alle Zeiträume angesehen, in denen innerhalb von bis zu drei Sekunden seit der letzten Änderung erneut eine Änderung auf dem angezeigten Desktop zu beobachten ist. Der so definierte dynamische Anteil jeder Vorlesung beträgt bei den Aufzeichnungen von Prof. Dr. H. Seidl etwa 15 bis 35 Prozent. Werden nur die graphischen Veränderungen des Desktops ohne die Annotationen berücksichtigt, so ergeben sich niedrigere Werte bis etwa 10 Prozent, falls neben der Präsentation weitere Applikationen zum Einsatz kamen auch bis 20 Prozent. Als Vergleichswert betrachteten wir zusätzlich 28 Vorlesungen aus dem Fachbereich Medienwissenschaft von Prof. Dr. H.-

J. Bucher die im Wintersemester 2002/2003 sowie 2003/2004 an der Universität Trier mit dem TeleTeachingTool aufgezeichnet wurden. Bei diesen Vorlesungen kamen nicht die Annotations-Werkzeuge des TeleTeachingTools, sondern die Freihandzeichenfunktion der Präsentationssoftware zum Einsatz. Der dynamische Anteil betrug bei diesen Vorlesungen meist zwischen 5 und 15 Prozent. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung der Annotations-Werkzeuge die Dynamik von Vorlesungen deutlich erhöhen können. In unserem Fall ergab sich durch die Annotationen ein Dynamikzuwachs um etwa 10 bis 20 Prozent der Aufzeichnungsdauer. Die Verwendung von Animationen, Simulatoren und live editierten Programmbeispielen brachte zusätzlich eine Steigerung zwischen 5 und 15 Prozent.

Insgesamt lässt sich bei den von uns analysierten Aufzeichnungen sagen, dass die grundsätzliche Verwendung der Annotations-Werkzeuge nach einer kurzen Übungsphase bewerkstelligt wurde. Anfangs beschränkte sich der Vortragende auf wenige Funktionen. Im Laufe mehrerer Vorträge und mit zunehmender Vertrautheit wurden jedoch mehr Möglichkeiten eingesetzt. Die Vorlesungen des dritten Semesters unterscheiden sich hinsichtlich der Verwendung der Werkzeuge kaum von denen des zweiten Semesters. Weil sich diese Auswertungen im wesentlichen auf die Vorlesungen einer Person beziehen, sind weitere Untersuchungen mit anderen Vortragenden erforderlich, um diese ersten Beobachtungen zu untermauern. Neben den analysierten Aufzeichnungen stehen uns Aufzeichnungen von Einzelvorträgen, etwa aus Seminaren oder Kolloquien, zur Verfügung. Zur Beurteilung zeitlicher Entwicklungen sind diese jedoch nicht geeignet, vielmehr werden ganze Vortragsreihen benötigt.

Systematische Untersuchungen zum didaktischen Effekt unserer Teleteaching-Technologie wurden bisher nicht durchgeführt. Die Rückmeldungen der Studierenden waren jedoch durchweg äußerst positiv. Unsere Aufzeichnungen der Vorlesungen wurden sowohl von Fernstudierenden, sowie den lokalen Präsenzhörern als Lernmaterialien verwendet. Gerade zum Vertiefen von Details bevorzugten einige Studierende offenbar die Aufzeichnungen gegenüber den ebenfalls im Netz verfügbaren Foliensätzen - obwohl es sich nicht um professionell erstellte Lernmodule, sondern um leichtgewichtige Aufzeichnungen von Präsenzveranstaltungen ohne Nachbearbeitung handelt. Die Benutzbarkeit von solchen leichtgewichtigen Aufzeichnungen ist abhängig von den zur Verfügung stehenden Navigations- und Suchmöglichkeiten. [LO02] nennt komfortable Navigation innerhalb von Aufzeichnungen als einen der wichtigsten Aspekte von Presentation-Recording. Das TeleTeachingTool bietet hierzu eine Folien-Übersicht mittels kleiner Vorschaubilder (Thumbnails), die das direkte Anwählen einer gewünschten Folie erlauben (Abbildung 3). Zusätzlich ermöglicht ein Schieberegler zeitbasiertes Navigieren. Desweiteren bietet das System seit März 2004 Volltextsuche über die gesamte Aufzeichnung, sofern die dafür benötigte Suchbasis zuvor mittels Texterkennungsschnittstelle bereit gestellt wurde. Dies ermöglicht das gezielte Auffinden gesuchter Sachverhalte. Die Erweiterung um eine entsprechende Suchbasis ist auch für ältere Aufzeichnung leicht möglich. Das TeleTeachingTool bietet also deutlich komfortablere Navigations- und Suchmöglichkeiten, als dies aufgrund der fehlenden Struktur der aufgezeichneten Daten üblicherweise mit der Screen-Recording-Technologie möglich ist [LO02]. Screen-Recorder erlauben in der Regel nur zeitbasiertes Navigieren. In [Zi04] wird beschrieben, wie das TeleTeachingTool die fehlende Struktur durch automatische Analyse der aufgezeichneten Daten (teilweise) kompensieren kann.

## 7 Zusammenfassung

Wir haben beschrieben, wie ein VNC-basierter Ansatz des Screen-Recording um ein einfaches System von Annotationen erweitert werden kann. Die Annotationen können konzeptuell auf einer virtuellen Glasplatte über dem gesamten Desktop angebracht werden. Eine Erweiterung des VNC-Protokolls gestattet die synchronisierte Abspeicherung und dynamische Wiedergabe der Markierungen. Das TeleTeachingTool ermöglicht somit die Verwendung und Aufzeichnung dynamischer Annotationen für beliebige Applikationen. Unsere praktischen Erfahrungen legen nahe, dass unser System leicht genug bedienbar ist, dass es von der/dem Lehrenden angenommen wird, aber auch zweckmäßig genug, dass Vorlesungen davon deutlich profitieren können. Durch Verwendung der Annotationsmöglichkeiten werden Präsentationen mit deutlich mehr Dynamik versehen. Dies ist im besonderen für Veranstaltungen der Fernlehre wichtig, aber auch auf Präsenzvorlesungen übertragbar.

## Literaturverzeichnis

- [Ed95] Edlmann, W.: Lernpsychologie. Psychologie-Verlags-Union, Weinheim, 1995.
- [EG98] Effelsberg, W.; Geyer, W.: Tools for Digital Lecturing - What We Have and What We Need. In Proc. Integrating Information and Communication Technology in Higher Education - BITE '98 (Bringing Information Technology to Education), 1998.
- [KKO04]Kandzia, P.-Th.; Kraus, G.; Ottmann, Th.: Der Universitäre Lehrverbund Informatik - eine Bilanz. In GI SoftwareTechnikTrends, 24:1, 2004, S. 54-61.
- [LZ03] Lienhard, J., Zupancic, B.: Annotieren von Vorlesungsaufzeichnungen während der Aufnahme- und Wiedergabe-Phase. In Proc. Die 1. Deutsche e-Learning Fachtagung der Gesellschaft für Informatik (DeLFI 2003), München, Sept. 2003, S. 95-99.
- [LO02] Lauer, T.; Ottmann, Th.: Means and Methods in Automatic Courseware Production: Experience and Technical Challenges. In Proc. AACE World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education (E-Learn), Montréal (Canada), 2002.
- [Ri98] Richardson, T.; Stafford-Fraser, Q.; Wood, K.; Hopper, A.: Virtual Network Computing. IEEE Internet Computing, 1998, 2 (1), S. 33-38.
- [Ri03] Richardson, T. (2003). The RFB protocol. Version 3.7. RealVNC Ltd. <http://www.realvnc.com/docs/rfbproto.pdf>.
- [TTT] TeleTeachingTool. <http://TeleTeaching.uni-trier.de>.
- [VNC] Virtual Network Computing. <http://www.realvnc.com>.
- [ZS02] Ziewer, P.; Seidl, H.: Transparent Teleteaching. In Proc. 19th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE) 2002. Auckland, New Zealand, Vol.2, S.749-758.
- [Zi04] Ziewer, P.: Navigational Indices and Full Text Search by Automated Analyses of Screen Recorded Data. To be published in Proc. AACE World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education (E-Learn), Washington, DC, (USA), 2004.