

Teleteaching an der Universität Göttingen: Systemarchitektur und Problematiken

D. Hogrefe¹, R. Köster², C. Werner¹, M. Zibull¹

¹ Lehrstuhl für Telematik
Institut für Informatik
Georg-August-Universität Göttingen
Lotzestr. 16-18
37083 Göttingen
{hogrefe,werner,zibull}@cs.uni-goettingen.de

²ZEM - Zentrale Einrichtung Medien
Georg-August-Universität Göttingen
Humboldallee 32
37073 Göttingen
rkoeste@uni-goettingen.de

Abstract: Im Rahmen des ELAN Projekts des Landes Niedersachsen wird der Aufbau eines Lehrverbundes Informatik zwischen der Universität Göttingen und der Technischen Universität Clausthal durchgeführt. Im Bereich der Informatik sollen Kapazitäten und Ressourcen zusammengeführt werden, um standortübergreifend für beide Hochschulen eine umfangreiche und hochwertige Informatikausbildung zu gewährleisten. In dieser Arbeit wird die verwendete technische Grundausstattung und Infrastruktur vorgestellt. Ein Kompromiss zwischen der robusten und qualitativ hochwertigen Videübertragung, die nach den gewonnenen Erkenntnissen bisher widersprüchliche Anforderungen darstellt, wird erreicht. Aufgetretene Probleme werden diskutiert sowie abschließend Lösungsvorschläge präsentiert, die in späteren Projekten näher untersucht und evaluiert werden.

1 Einleitung

Für die Übertragung von Veranstaltungen werden bestimmte technische Anforderungen vorausgesetzt. Moderne Vorlesungen werden computergestützt durch Präsentationssysteme (z.B. Microsoft Powerpoint) und Videobildprojektoren (Beamer) durchgeführt. Im Rahmen einer Teleteaching-Veranstaltung muss es das Ziel sein, sowohl für das Präsenzpublikum als auch für das entfernte Auditorium eine gleich- und qualitativ hochwertige Lehre zu ermöglichen. Um dieses Ziel zu erreichen, gilt es, technische Voraussetzungen zu erfüllen, die sich während der Konzeption und der ersten Vorlesungsübertragungen als essenziell herausgestellt haben:

- Übertragung des Dozenten in Bild und Ton
- Übertragung der Präsentation (gegebenenfalls mit eingebetteten oder externen Folien, Animationen, Videoclips, Applets oder Audio-Beispielen)
- Bildrückübertragung des entfernten Auditoriums mit Ton (als Feedback für den Dozenten)

Des Weiteren sollten folgende Ergänzungen für modernes Teleteaching erfüllt sein:

- Übertragungen in Echtzeit bei einer Bildwiederholrate von mindestens 20 Bildern pro Sekunde mit geringer Latenz
- Hohe Qualität des Video- und Audiosignals bei möglichst hoher Auflösung sowohl für Realbilder als auch für künstliche Bilder (Folien)
- Niedrige Kosten

Es ist bisher noch nicht gelungen, alle drei letztgenannten Anforderungen zugleich zu erfüllen.

2 Bildübertragungsszenarien

2.1 Realbildübertragung

An der Universität Göttingen wurden hardwarebasierte Videokompressionsgeräte¹ bereitgestellt. Diese Geräte komprimieren und übertragen neben dem Audiosignal den Videostrom von einem Aufnahmegerät (Videokamera) nach dem MPEG-2 Verfahren (ISO/IEC 13818, Teil 2) in Echtzeit und liefern einen kontinuierlichen Bitstrom von 2Mbps bis zu 15Mbps. Eine *gute* Bildqualität wird bei einer Bildgröße von 352x288 Bildpunkten (CIF) ab 1 Mbps erreicht [Ef99]. Es können Auflösungen von bis zu 704x576 Bildpunkten verarbeitet werden. Jedoch traten bei der Übertragung häufig sowohl Bild- als auch Tonstörungen auf, die je nach Netzlast auch durchaus als störend empfunden wurden.

Die Qualität ist jedoch für kontrastreiche, künstliche Bilder (Präsentationsfolien) aufgrund von Artefaktbildung [Mi96] durch die Kompression nur noch als mangelhaft zu bezeichnen. Auch die Wandlung des Computervideosignals in ein Bildvideosignal für die Geräte ist störanfällig. Abbildung 1 zeigt eine Bildwandlung eines Folienausschnittes mittels der Hardwarelösung.

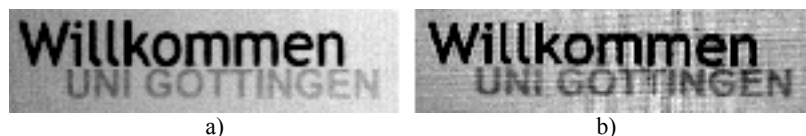


Abbildung 1: a) Originaler Folienausschnitt b) Komprimierter Folienausschnitt

Von einer Übertragung von Folienpräsentationen mittels des MPEG-2 Standards über die genannte Hardware muss daher abgeraten werden.

¹ Amnis NAC-3000 und NAC-4000, Live Streaming Video System, <http://www.amnisc.com>

2.2 Präsentationsbildübertragung

Um das beschriebene Problem zu umgehen, werden die Präsentationsfolien mittels Microsoft Netmeeting² übertragen. Netmeeting erlaubt das Applicationsharing. Anwendungen, die auf einem lokalen Rechner laufen, werden auch auf einem entfernten Zielrechner *sichtbar* gemacht. Damit kann eine Folie dem entfernten Auditorium mittels eines Beamers präsentiert werden. Netmeeting überträgt die statischen Bildinformationen ohne sichtbare Störungen oder Artefakte. Die wiedergegebene Folie auf dem entfernten Zielrechner entspricht der auf dem lokalen Rechner.

Microsoft Netmeeting komprimiert und überträgt grundsätzlich den ausgewählten Bildschirminhalt vollständig. Daraus resultiert eine sehr geringe Bildwiederholrate, die insbesondere für Animationen, die im Folienmaterial eingebracht sind, nicht akzeptabel ist. Diese Problematik äußert sich in einer ineinander überlagernden Übertragung, wobei der aktuelle Bildinhalt bereits während des Aufbaus durch den folgenden überschrieben wird. So schlägt der gewünschte positive Lerneffekt der Animationen eher in das Gegenteil durch die auftretende Ablenkung um. Microsoft Netmeeting zu nutzen, ist dann sehr ungünstig. In diesem Fall ist eine Übertragung durch die Hardwarelösung empfehlenswert, jedoch unter Inkaufnahme einer geminderten Bildqualität. Es hat sich gezeigt, dass bei einem schnellen Umschalten zwischen diesen beiden Übertragungswegen, keine Störung empfunden wird. Es darf dem Zuschauer jedoch nicht zu lange ein unscharfes Folienbild durch die Hardwarelösung präsentiert werden.

Das Einbringen von animierten Sachverhalten oder Präsentationen ist meist nicht nur für das Verständnis von Vorteil, auch das bloße Vorhandensein von Bewegungen auf den sonst eintönigen Folienbildern kann Interesse und Aufmerksamkeit wecken. Es ist bekannt, dass die Aufmerksamkeit im entfernten Hörsaal rapide fallen kann [We01]. Daher kann aus didaktischen Gründen auf die Integration von Animationen im begleitenden Vorlesungsmaterial nicht verzichtet werden.

Eine Kompromisslösung kann beispielsweise durch den Microsoft Media Encoder³ erreicht werden. Mit dieser Software ist das Live-Streaming von Videos (Dozent) und Bildschirmhalten (Folien) möglich. Aufgrund des hohen Freiheitsgrades im Bereich der Konfiguration des Media Encoders können die Codecs je nach Bedarf zwischen guter visueller Bildqualität und einer hohen Bildwiederholrate angepasst werden. Auch hier war jedoch das Erreichen beider Ziele gleichzeitig nicht möglich.

Die Verwendung von Codecs, die eine gute optische Qualität der übertragenen Videos erzielen, folgte stets eine niedrige Bildwiederholrate auf dem Testsystem, welches aus einem 2,0 GHz Pentium IV mit 512 MByte DDR-RAM bestand, von etwa 3-4 Bildern pro Sekunde. Eine minimale Bildwiederholrate für eine sanfte, fließende Bewegung darf jedoch 20 Bilder pro Sekunde nicht unterschreiten [Os97]. Das kann bei Nutzung dieser Software nur durch enormen Hardwareaufwand erreicht werden.

² Microsoft Netmeeting: <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/default.asp>

³ Microsoft Media Encoder: <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/9series/encoder/default.aspx>

3 Technische Realisierung

Die angesprochenen Nachteile wurden im Rahmen von Vorlesungsübertragungen, die sich im Zuge des ELAN Projekts zwischen der Universität Göttingen und der Technischen Universität Clausthal ergeben haben, zunächst wie folgt gelöst:

Microsoft Netmeeting verwendet das H.323 Protokoll [ITU96b] für die Übertragung von Bild und Ton. Neben einer TCP Verbindung für den Austausch von Kontrolldaten wird für den Transport der Mediendaten UDP verwendet. Diese Übertragungstechnik erlaubt eine schnellere Datenübertragung unter Inkaufnahme von möglichen Datenverlusten. Aber Microsoft Netmeeting zeigt gelegentlich Probleme bei der Herstellung und dem Halten der Verbindung mit dem Zielrechner.

Um die Vorlesung dadurch beim Zielauditorium nicht abbrechen zu müssen, wird im Bedarfsfall manuell auf die Hardwareübertragung umgeschaltet. Dadurch muss zwar die qualitativ minderwertigere Bildqualität bei Folien in Kauf genommen werden, jedoch kann die Veranstaltung fortgeführt werden. Ebenso kann der Bedarf an Bildanimationen während der Präsentation auftreten, beispielsweise bei eingebetteten Filmen innerhalb einer Präsentation. Auch in dieser Situation wird auf eine Hardwareübertragung umgeschaltet. Nach Abschluss wird auf Microsoft Netmeeting zurückgestellt.

Die genutzte Infrastruktur für die Übertragung von Veranstaltungen ist in Abbildung 2 dargestellt. Als Eingabegeräte können neben mehreren schwenkbaren Kameras, Videoaufzeichnungsgeräte (VHS, DVD, Festplatte), ein Overheadprojektor oder ein Smartboard für on-the-fly Annotationen genutzt werden.

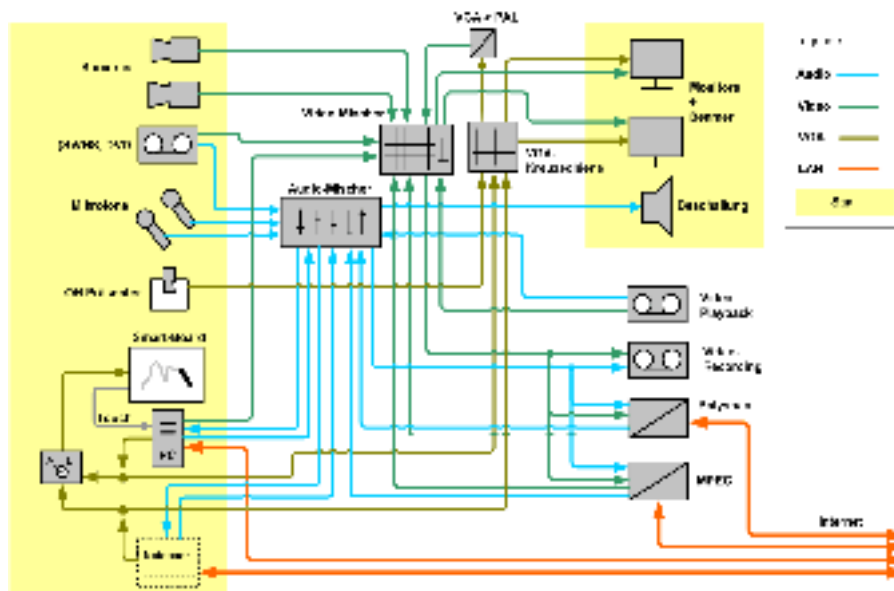


Abbildung 2: Technische Infrastruktur der Universität Göttingen

Alle Bildeingabegeräte werden dem Videomischer zugeführt. Notebooks und ähnliche Geräte gelangen durch Konvertierung mittels eines VGA zu PAL Umsetzers auf den Videomischer. Der Videomischer verteilt das Videosignal an das Videokompressionsgerät (MPEG) zum Versenden an den/die Zielrechner.

4 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde die aktuell verwendete technische Infrastruktur der Universität Göttingen für Übertragungen von Lehrveranstaltungen vorgestellt. Besonders problematisch ist derzeit die Übertragung von Präsentationsfolien, insbesondere wenn diese mit eingebetteten Animationen oder Filmsequenzen angereichert werden. Bisher hat sich für diese Problematik noch keine Lösung herauskristallisiert, die eine hoch qualitative mit einer hohen Bildwiederholrate verbundene Übertragung bei gleichzeitigen niedrigen Kosten für die benötigte Hardware erlaubt.

In der vorgestellten Lösung wird eine Kombination aus Microsoft Netmeeting für die hochwertige Übertragungen (Folienmaterial) und eine Hardwarelösung (MPEG Encoder) für die Übertragung von Animationen und Filmsequenzen verwendet – unter Inkaufnahme gewisser Qualitätseinbußen. Zudem wird durch diesen dualen Einsatz die Robustheit bei Übertragungs- oder Konnektivitätsstörungen durch Microsoft Netmeeting erhöht, da bei Fehlern auf die Hardwarelösung umgeschaltet werden kann, so dass die Fortführung der Veranstaltung gewährleistet werden kann.

Literaturverzeichnis

- [Ef99] Effelsberg, W.: Kommunikationsunterstützung für TeleTeaching. In: Proceedings WAKI 99. Hrsg.: WAKI. Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag, 1999
- [Mi96] Joan L. Mitchell et al.: MPEG Video Compression Standard, Chapman & Hall, New York, 1996
- [Os97] Osberg K.: Constructivism in practice: the case for meaning-making in the virtual world. PhD thesis, University of Washington, 1997
- [ITU96a] International Telecommunications Union-T: Recommendation H.263, Video coding for low bit rate communication, 1996
- [ITU96b] International Telecommunications Union: H.323, Visual Telephone Systems and Terminal Equipment for Local Area Networks which Provide a Non-Guaranteed Quality of Service, 1996
- [We01] Wessels, A.: Didaktische Qualitätskriterien beim Teleteaching. 2001
URL: http://www.viror.de/service/howtos/dokumente/tt_pdf.pdf