Cooperation & Management
Institut für Telematik
Fakultät für Informatik
Universität Karlsruhe (TH)

Studienarbeit

Broadcast – Übertragung einer digitalen Vorlesung am Beispiel Informatik 1

Matthias Bonn

Verantwortlicher Betreuer: Prof. Dr. S. Abeck

Betreuer: Dipl. Inform. D. Feuerhelm

Inhalt

1. Einleitung 3
1.1 Motivation 3
1.2 Problemstellung 3

2. Szenario 4
2.1 Einordung E-Education 4
2.2 Szenario 5

3. Konzept 7
3.1 Motivation 7
3.2 Angestrebte Lösung 7
3.3 Anforderungen 8
3.4 Lösung

4. Technik 9
4.1 Anforderungen an die Infrastruktur 9
4.2 Schematischer Aufbau 10
4.3 Konfiguration 11
4.4 Leistungsbetrachtungen 17
4.5 Rollen 19
4.6 Eingesetzte Hardwarekonfiguration 20
4.7 Ratgeber bei Problemen 21

5. Ausblick und Zusammenfassung 22

6. Literaturverzeichnis 22

7. Management Summary 23

1. Einleitung

1.1 Motivation

Eine typische Vorlesung an einer Universität ist für die Studenten oft eine wenig attraktive und bisweilen recht eintönige oder anstrengende Veranstaltung: man hat viele Seiten Tafelanschrieb abzuschreiben, oder der Dozent legt Folien auf den Overhead-Projektor von denen es vielleicht ein druckbares Skript gibt, wenn man Glück hat.
Die Situation bessert sich seit geraumer Zeit durch den Umstellung vieler Vorlesungen auf Projektor – Präsentationen, was den Hörern zumindest das Mitschreiben erspart. Das Grundproblem bleibt jedoch das gleiche: Will man den Dozenten „live“ erleben, bleibt nur der Gang in den Hörsaal, und beim Nacharbeiten des Stoffes zuhause bleibt oft nur ein Satz ausgedruckter Folien oder Skripte und von der Vorlesung selbst (wenn man sie denn besucht hat) und den Anmerkungen des Dozenten ist meist nicht viel hängengeblieben.
Die Möglichkeiten, eine Verbesserung der Stoffpräsentation und Mehrwert für die Studenten zu erzielen, ist Thema dieser Studienarbeit.

1.2 Problemstellung

- welche Möglichkeiten gibt es, die klassische Overhead – Projektion abzulösen und dabei dem Dozenten die Gelegenheit zu geben, die Folien zu annotieren und während der Vorlesung / Übung Beispiele zum Stoff „live“ während der Vorlesung zu entwickeln?
- dabei soll die ganze Präsentation vollständig auf einem Rechner ablaufen
- Nutzungsmöglichkeiten der kompletten Digitalisierung der Präsentation?
- Wie könnte man die Vorlesung über das Internet übertragen und den Studenten die Möglichkeit geben, die Präsentation von zu Hause aus live zur Vorlesung in Realzeit am Rechner mitzuverfolgen? Und welche Hardware bzw. Software – Komponenten wären dazu nötig?

2. Szenario

2.1 Einordnung E – Education

Das E – Education Rahmenwerk untergliedert sich in die Bereiche „Erstellung“, „Nutzung“ und „Betrieb“.

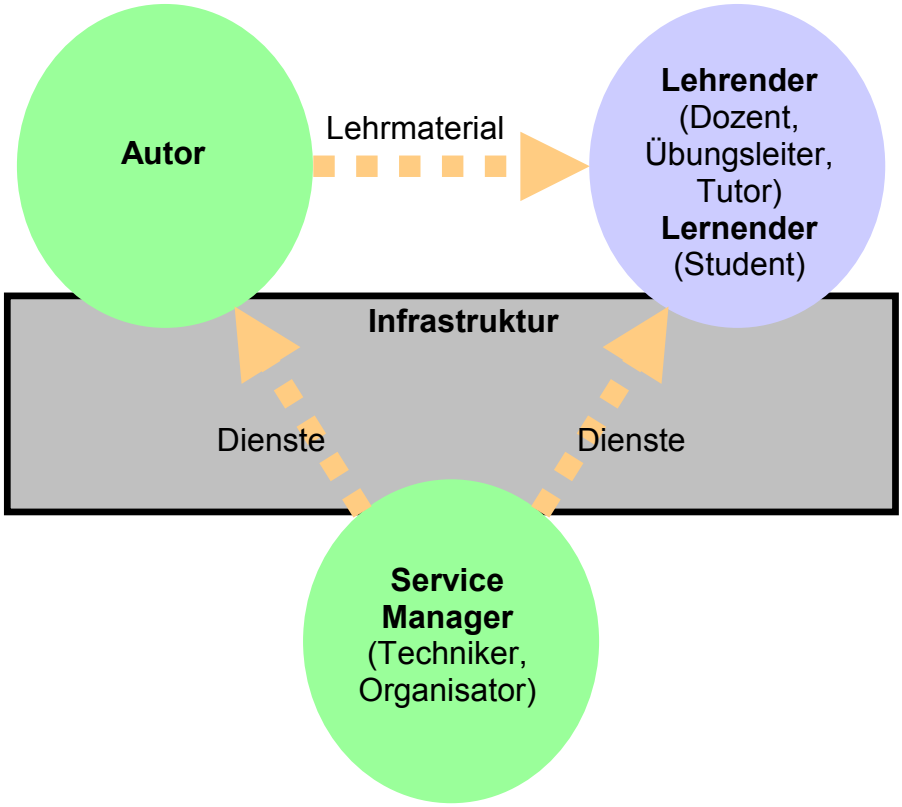


Abb. 2.1: E-Education Szenario

Die vorliegende Studienarbeit ordnet sich in den Bereich „Nutzung“ ein, das heißt, in den Bereich, der zuständig ist für die Art und Weise, wie eine Vorlesung abgehalten werden kann, welche technischen Möglichkeiten es gibt, den Dozenten während seiner Veranstaltung zu unterstützen und wie diese und ihr Inhalt für die Studenten zugänglich gemacht werden kann.

Die angesprochenen technischen Aspekte, die sich auf benötigte Netzinfrastruktur, Rechenleistung u.ä. beziehen, reichen teilweise auch in den Bereich „Betrieb“ hinein.

2.2 Szenario

Im folgenden soll die Situation im Hörsaal erläutert werden, wie sie im Wintersemester 2000/2001 bei der Vorlesung Informatik 1 zum Einsatz kam. Die zentrale Rolle dabei spielen ein Plasmabildschirm mit Whiteboard – Funktionalität und ein Notebook. Über den Plasmabildschirm montiert ist eine berührungssensitive Matte, die mittels serieller Schnittstelle an das Laptop angeschlossen ist. Die darauf laufende Software ermöglicht dem Dozenten, alle Maus – Eingaben des Laptops am Plasmabildschirm durchzuführen und so seine komplette Präsentation abzuhalten, ohne dabei direkt das Notebook bedienen zu müssen.

Weiterhin hat der Vortragende die Möglichkeit, mittels einer speziellen Whiteboard – Anwendung, seine Folien zu kommentieren, Annotationen auf den Folien zu schreiben oder auch eine leere Folie in die Präsentation einzufügen und so den Vorlesungsstoff direkt in der Vorlesung zu entwickeln, ohne dabei auf die Tafel ausweichen zu müssen. Der Vorteil liegt auf der Hand: Sowohl die vorbereiteten Folien als auch die (handschriftlichen) Annotationen des Dozenten liegen in digitaler Form vor und können so den Studenten (zum Beispiel im Internet) zur Verfügung gestellt werden. Ihnen bleibt das Mitschreiben erspart und trotzdem stehen ihnen die Annotationen des Dozenten zur Verfügung.

Das Laptop selbst ist mit einer VGA – Weiche an einen Projektor und den Plasmamonitor angeschlossen.

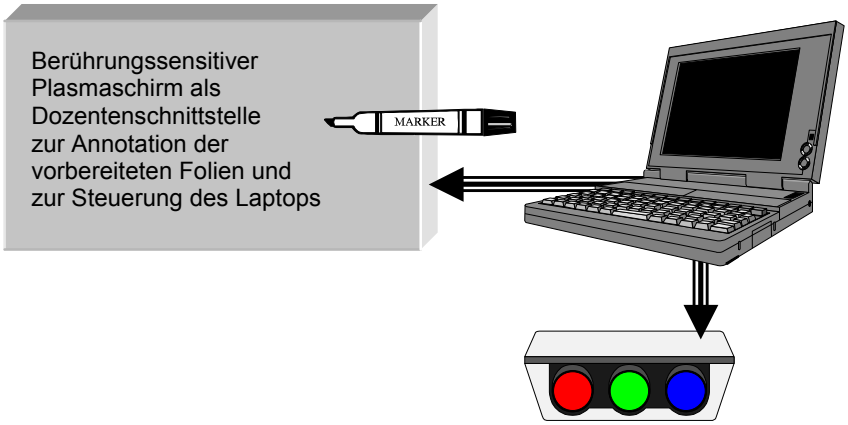


Abb. 2.2: Konfiguration im Hörsaal

Abbildung 2.2 zeigt das ursprüngliche Szenario mit Plasmabildschirm, Notebook und Projektor.

Mit den großen Studentenzahlen in diesem Semester stellte sich ein weiteres Problem: Der Hörsaal war überfüllt, es passten bei weitem nicht alle 800 Studenten in den Hörsaal, der nur für 650 Personen ausgelegt ist. Weiterhin ist ein überfüllter Hörsaal für alle Beteiligten wenig angenehm: Der ständige Geräuschpegel sind für den Dozenten und die Studenten unangenehm und der Konzentration auf den eigentlichen Lehr/Lern – Stoff wenig zuträglich. Aus diesem Grund wurde die Vorlesung live in einen anderen Hörsaal übertragen. Die Tatsache, dass die gesamte Präsentation digital auf einem PC ablief, erwies sich hier ein weiteres Mal als sehr vorteilhaft.

Auf dem Notebook wurde eine Fernwartungssoftware installiert. Dieses Tool erlaubt es, einen PC (unter anderem) über ein IP – basiertes Netz fernzusteuern. Zum Einsatz kommt dabei kein Terminaldienst wie bei Servern, sondern das komplette Desktop – Bild des Host PCs wird an einen oder mehrere Client – PCs übertragen. Man kann also an seinem Monitor verfolgen, was gerade auf dem Host – PC abläuft (dabei werden anstelle kompletter Bilder im Normalfall nur Positionen von Menüs, Buttons und Mauszeiger übertragen, so dass die Netzwerklast sehr gering ausfällt).

Mit dieser Technik wird die Präsentation vom Präsentationshörsaal über das Campus IP – Netz an einen zweiten PC übertragen. An diesen ist ein weiterer Projektor angeschlossen, so dass im zweiten Hörsaal exakt das gleiche Bild projiziert wird wie im ersten.

Abbildung 2.3 soll die Situation verdeutlichen.

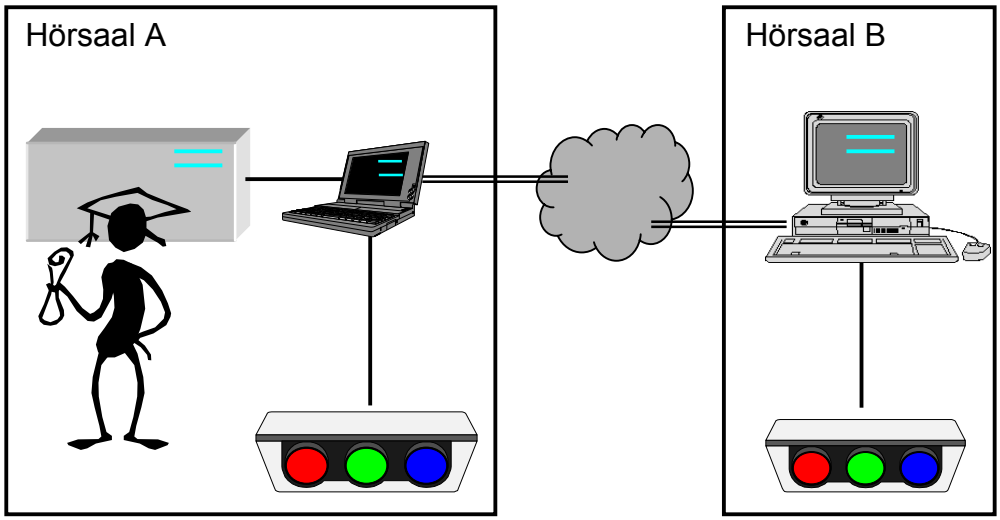


Abb. 2.3: Übertragung in entfernten Hörsaal

Um den Studenten nicht nur eine stumme Präsentation zu bieten, wurde die Vorlesung per Videokamera gefilmt und synchron mit dem Originalton des Dozenten per ATM – Leitung zusätzlich in den zweiten Hörsaal übertragen und dort mit einem weiteren Projektor dargestellt (Abb. 2.4):

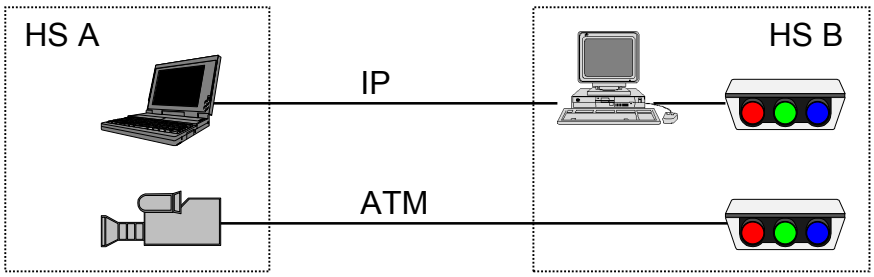


Abb. 2.4: Synchrone Übertragung von Audio, Video und Präsentation

3. Konzept

3.1 Motivation

Das im vorherigen Abschnitt dargestellte Szenario bietet wesentliche Vorteile gegenüber der herkömmlichen Präsentation:

- Der Dozent ist während der Vorlesung flexibler, ohne das Medium wechseln zu müssen: Folienpräsentation und Annotation laufen auf dem PC, weiterhin besteht die Möglichkeit, Animationen, Applets oder Filme abzuspielen.
- Die Studenten können wählen, ob sie den Dozenten live sehen und hören möchten, oder ob sie die Vorlesung im entfernten Hörsaal verfolgen wollen.
- Die annotierten Folien werden im WWW zum Download und Ausdrucken bereitgestellt, dies erspart den Studenten das Mitschreiben.

Trotzdem bleibt für die Studenten eine Voraussetzung: Sie müssen während der Vorlesung im Hörsaal anwesend sein.

3.2 Angestrebte Lösung

- Die Studenten sollen die Vorlesung live mitverfolgen können, ohne dabei im Hörsaal anwesend zu sein. Also beispielsweise zuhause oder irgendwo auf dem Campus mit Netzzugang.
- Im Vordergrund steht dabei die Frage, was für die Studenten einen Nutzen hat. In welchem Umfang soll die Vorlesung mitzuverfolgen sein? Reichen die eigentlichen Folieninhalte aus oder soll der Dozent selbst zu hören und zu sehen sein? Inwieweit können die Studenten die Möglichkeit haben, zu interagieren?
- Dabei soll der Aufwand auf der Studentenseite so gering wie nur möglich sein. Das heißt, wenn möglich, müssen Standardtools ausreichen, zusätzliche Softwareinstallation muss für die Studenten möglichst vermieden werden.

3.3 Anforderungen

Hierbei stellt sich zum Beispiel das Problem, dass die zur Übertragung in einen entfernten Hörsaal eingesetzte Fernwartungssoftware für den Studenten kostspielig und für den Heimgebrauch zu proprietär ist. Weiter zu beachten ist die Tatsache, dass die Übertragung über das „normale“ IP – Netz andere Anforderungen an die zu übertragene Datenmenge hat als die Übertragung über ein campusweites Breitbandnetz. Die auftretenden Datenraten sollen nach Möglichkeit die von zum Beispiel ISDN angebotene Bandbreite nicht übersteigen. Zum Dritten stellt sich die Frage, inwieweit Multicast und Realzeit – Anforderungen erfüllt werden können: Es sollen ja mehrere Studenten gleichzeitig in den Genuss der Vorlesung kommen und für den Fall, dass Bild und Ton des Dozenten übertragen werden, muss sichergestellt werden, dass beide synchron bleiben und nicht auseinanderlaufen. Ebenso schlecht ist es, wenn man hört, wie der Dozent ein Folie kommentiert, die man noch gar nicht gesehen hat (siehe Abbildung 3.1).

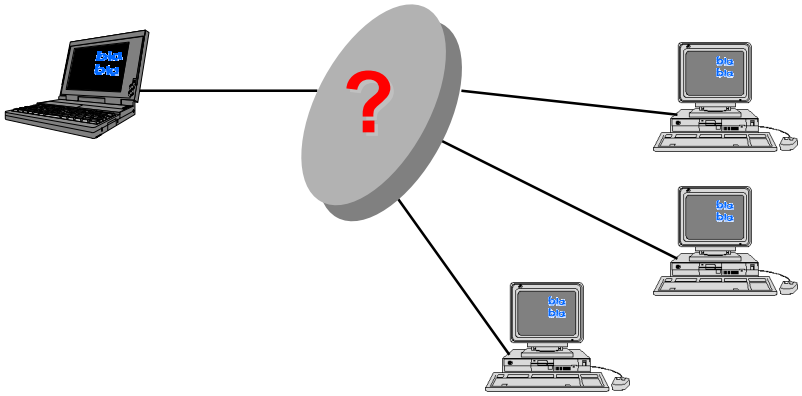


Abb. 3.1: Konzept und angestrebtes Ziel

Folgende Punkte stehen bei der Realisierung im Vordergrund:

- Am wichtigsten sind natürlich die Folien, also die eigentlichen Lerninhalte zusammen mit den Annotationen des Dozenten
- Vorteilhaft für die Studenten ist es, parallel dazu den Orginalton des Vortragenden live aus dem Hörsaal zu hören
- Dagegen weniger wichtig ist das Bild des Dozenten, aus Gründen der zur Verfügung stehenden Bandbreite wäre dies auch nur in unbefriedigender Qualität möglich.
- Die bequemste Lösung für die Studenten ist es, sich mit einem Standard Video – Player (wie zum Beispiel *Real – Player* oder *Windows Media Player*) in einen Video – Strom einzuklinken und sich die Vorlesung als Video anzusehen, so wie es bei Internet – Radio zum Einsatz kommt. Dies ist bequemer und einfacher als Konferenz – Systeme wie es zum Beispiel PCanywhere darstellt oder auch durch Microsofts *Netmeeting* angeboten wird.

3.4 Lösung

Realisiert wurde dieses Konzept mit den Windows Media Tools. Zum Einsatz kommt auf Serverseite ein Windows 2000 Media Server sowie der Microsoft Media Encoder, auf Clientseite ist lediglich ein aktueller Windows Media Player erforderlich.

4. Technik

4.1 Anforderungen an die Infrastruktur

Um eine Vorlesung live per Video ins Internet zu übertragen sind verschiedene Komponenten notwendig.

4.1.2 Laptop im Vorlesungssaal

Zum Einsatz kommt ein übliches Notebook mit Ethernet-Schnittstelle und seriellem Port. An diesen wird der Whiteboard – Aufsatz des Plasmaschirms angeschlossen. Falls die Präsentation nicht über Smartboard – Software sondern mittels anderer Präsentationssoftware wie zum Beispiel MS – Powerpoint läuft, kann er auch entfallen. Die Leistung des Notebooks sollte so bemessen sein, dass neben der eigentlichen Präsentation gleichzeitig die Übertragungssoftware zum Server (zum Einsatz kommt Symantec´s Fernwartungstool „PCanywhere“) in ausreichender Geschwindigkeit laufen kann. Das Betriebssystem spielt eine weniger wichtige Rolle, eine multitaskingfähiges Betriebssystem wie Windows NT oder Windows 2000 ist aber vorzuziehen.

4.1.3 Hörsaal

Da Verbindung zu einem Videoserver aufgenommen wird, muss im Hörsaal die Möglichkeit bestehen, das Laptop ans LAN der Universität anzuschließen. Die auftretenden Datenraten sind relativ gering, jedoch sollte das Netz geswitcht sein, um eine gewisse Realzeitfähigkeit zu gewährleisten. Soll später neben der Präsentation auch der Ton des Dozenten übertragen werden, muss die Möglichkeit bestehen, diesen vom Mikrophon zum Server übertragen zu werden. Die kann analog über normale Audioleitungen geschehen oder alternativ digital. Da der Ton jedoch starke Echtzeitanforderungen stellt, wäre eine ATM – oder dedizierte IP – Übertragung empfehlenswert.

4.1.4 Server

Die Hardware – Anforderungen der Videoservers sind ungleich anspruchsvoller als die des Laptops. Da der Server gleichzeitig per PCanywhere mit dem Laptop kommunizieren muss, die damit empfangenen Präsentationsdaten in ein hochauflösendes Video umwandeln und dieses gleichzeitig noch als Live – Stream im Internet bereitstellen muss, braucht er sehr viel Prozessorleistung. Weiterhin notwendig sind eine Soundkarte, um den empfangenen Ton zu verarbeiten und 2 Netzwerkkarten. Die eine kommuniziert mit dem Laptop, über die andere kann das Video dann per Internet abrufbar sein (Je nach Netz – Konfiguration auf dem Campus kann auch eine einzelne Netzwerkkarte ausreichen.). An die übrigen Hardware – Komponenten der Servers wie zum Beispiel Festplatten oder Graphikkarte werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Die Graphikkarte sollte die gleiche Auflösung wie das Notebook im Hörsaal beherrschen, für den Hauptspeicher 256 MB völlig ausreichend. An die Software des Servers werden im wesentlichen 3 Anforderungen gestellt: Als Betriebssystem ins Windows 2000 Server notwendig, da nur hier die notwendigen Media – Dienste zu Verfügung stehen. Zusätzlich notwendig ist PCanywhere um die Präsentationsdaten vom Notebook zu empfangen und darzustellen, sowie der Windows Media Encoder von Microsoft. Mit diesem Tool wird das Video erzeugt.

4.2 Schematischer Aufbau

Die folgende Grafik (Abb. 4.1) zeigt schematisch das Prinzip der Übertragung. Im hier gezeigten Szenario kommen 2 verschiedene IP – Subnetze zum Einsatz. Eines im Hörsaal, das zweite ist „von aussen“ sichtbar, das heißt, der Server ist über seine zweite Netzwerkkarte über eine eindeutige IP – Adresse weltweit erreichbar. Der Ton vom Mikrophon wird per AD/DA – Wandler und ATM Lichtleiterstrecke zur Soundkarte des Servers übertragen.

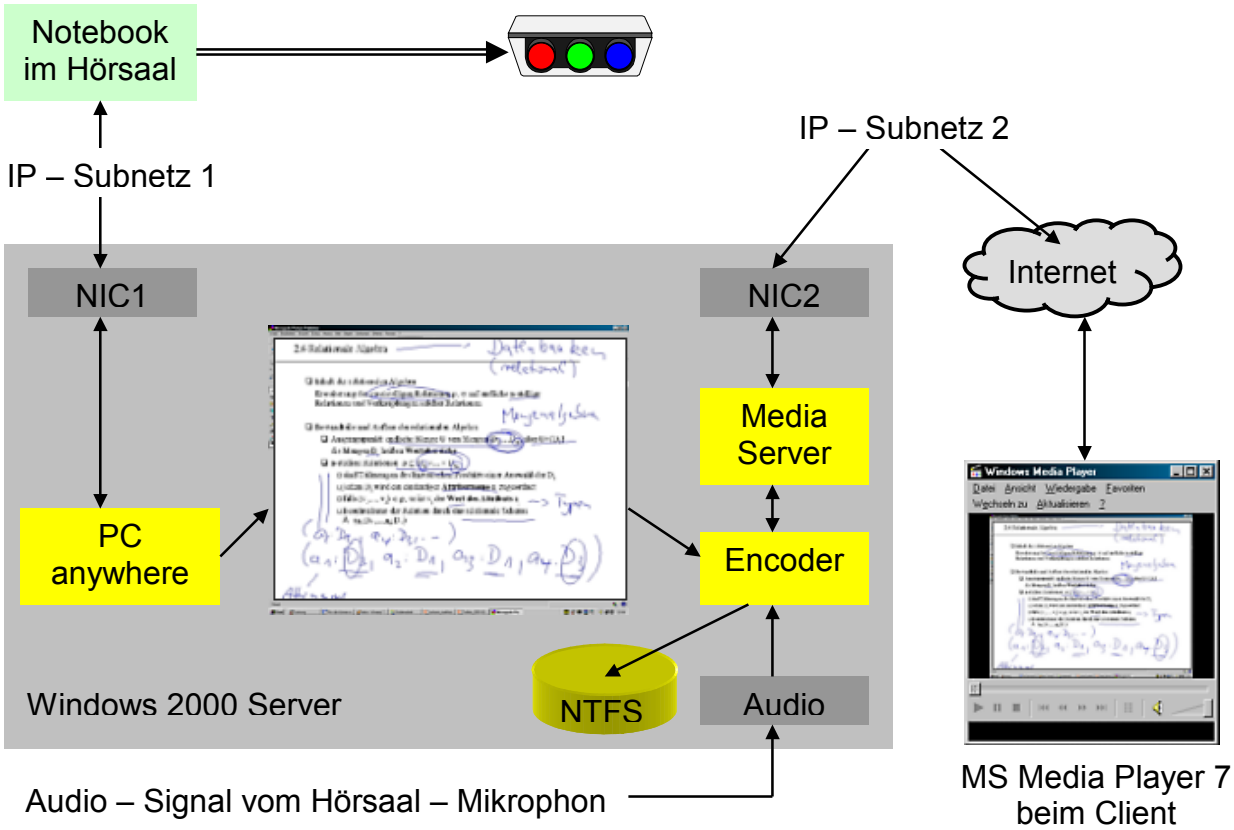


Abb. 4.1: Schematischer Aufbau

Im Server laufen mehrere Prozesse gleichzeitig ab:

- Empfangen des Bildes aus dem Hörsaal und Darstellen der Präsentation auf dem Servermonitor (NIC1 und PCanywhere)
- Umwandeln dieses Bildes in Video und Kompression (Windows Media Encoder), optional mit Audio
- Video als Live – Stream zur Verfügung stellen (Media Server und NIC2)

Zu Archivierungszwecken kann das entstandene Video gleichzeitig auf der Festplate des Servers abgelegt werden.

Der Client betrachtet in seinem Media Player exakt das gleiche Bild, das die Studenten im Hörsaal auch sehen, wenn auch mit einer gewissen Zeitverzögerung von 10 bis 60 Sekunden. Diese Zeitverzögerung ist unumgänglich, denn um Bandbreitenschwankungen und Schwankungen im Server auszugleichen ist eine Pufferung sowohl im Server als auch im Media Player beim Client notwendig.

4.3 Konfiguration

4.3.1 Das Notebook und die PCanywhere - Verbindung

In diesem Abschnitt soll nur eine grobe Beschreibung der primären Übertragung der Präsentation aus dem Hörsaal mittels PCanywhere zum Server gegeben werden. Anstelle von PCanywhere kann prinzipiell jede Software treten, die es ermöglicht, die Bildschirmausgabe eines Notebooks auf einem Windows 2000 Rechner im Vollbildmodus darzustellen.

Nach der Installation von PCanywhere auf dem Notebook und dem Server schaltet man das Notebook in den Host – Modus, den Server in den Client – Modus. Da das Notebook nun prinzipiell vom gesamten LAN aus komplett fernsteuerbar ist, sollte in den Verbindungseigenschaften ein Account mit Passwort und eingeschränkten Benutzungsrechten eingerichtet werden. Näheres hierzu ist in der Dokumentation von PCanywhere nachzulesen.

Am Videoserver startet man PCanywhere im Client – Modus und baut eine Verbindung zum Notebook auf. Das geschieht entweder mit dem Host – Browser von PCanywhere oder durch direkte Angabe der IP – Adresse des Notebooks. Danach erscheint in einem Fenster der Desktop des Notebooks bzw. die Anwendung, die dort gerade aktiv ist. Falls die Farben verfälscht erscheinen, liegt das daran, dass PCanywhere standardmäßig nur 256 Farben überträgt. Für bessere Farbwiedergabe muss am Videoserver PCanywhere in den 16 Bit – Farbmodus geschaltet werden.

Wichtig: Für Rechner mit Windows 2000 ist unbedingt darauf zu achten, dass PCanywhere in der Version 9.2.1. (oder höher) verwendet wird. PCanywhere greift auf die Gaphikkartentreiber des Betriebssystems zurück, eine nicht für Windows 2000 zertifizierte Version führt zum Absturz beim Booten des Betriebssystems.

4.3.2 Hörsaal

Die gestellten Anforderungen an den Hörsaal sind abhängig vom Dienst, den man den Studenten anbieten möchte. Für die Übertragung der Monitorbildes an den Videoserver reicht ein LAN – Zugang völlig aus. Soll zusätzlich der Ton übertragen werden, sind noch Einrichtungen, die den Ton digitalisieren und per ATM zum Server übertragen, notwendig.

Zur an der Universität Karlsruhe eingesetzten Hardware – Konfiguration der einzelnen Rechner sowie der Ausstattung des Multimedia – Labors siehe Kapitel 4.6 auf Seite 20.

4.3.3 Mediaserver: Der Encoder und seine Konfiguration

Nach der korrekten Einrichtung vom Windows 2000, der beiden Netzwerkkarten mit den LAN – Verbindungen, der Sound- und Graphikkarte, müssen noch 3 Komponenten installiert werden. Zum einen das schon erwähnte PCanywhere, zum anderen die Windows Media Services und der Media Encoder. Die Media – Services können entweder schon bei der Installation des Betriebssystems mit installiert werden oder nachträglich im Software – Menü der Systemsteuerung. Den Media Encoder gibt es in der benötigten Version 7 kostenlos zum Download auf der Website von Microsoft.

Nach der Installation des Encoder und dem Start richtet man zunächst eine neue Session ein und legt mit dem Menüpunkt „Properties“ deren Eigenschaften fest (siehe Abb. 4.2).

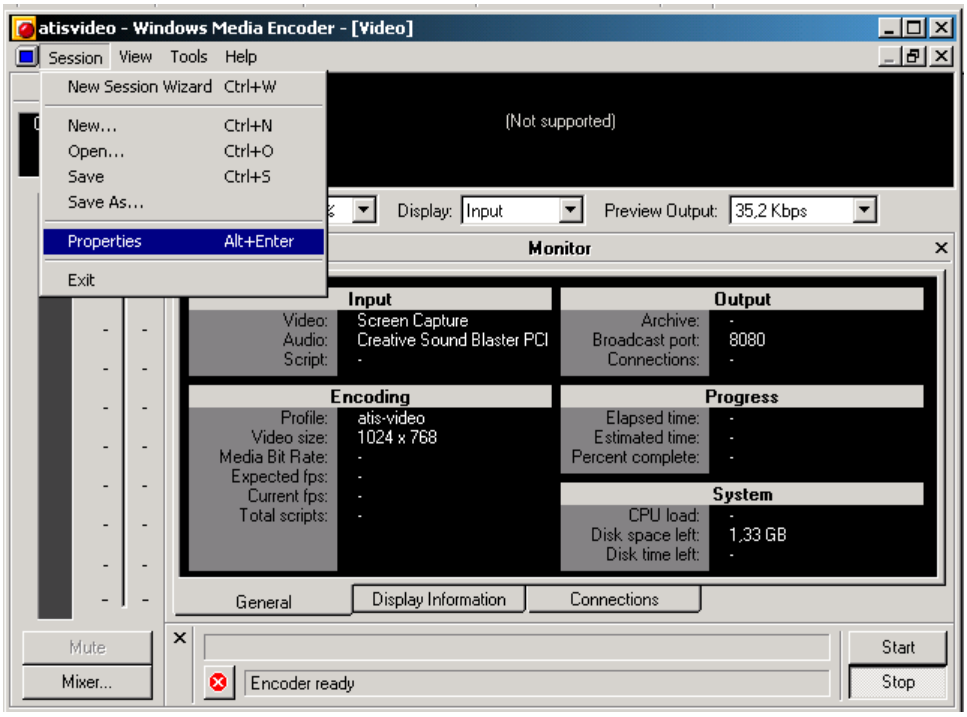


Abb. 4.2: Der Windows Media Encoder 7

So kann man eine Session abspeichern und später immer wieder auf die gleichen Einstellungen zurückgreifen, ohne alles neu einrichten zu müssen.

Im folgenden Menü werden alle relevanten Einstellungen wie zum Beispiel die Datenrate des erzeugten Videos, dessen Auflösung, den verwendeten Codec, Frameraten und Qualität des Audiosignals getätigt. Auch wenn das Video letztlich kein Audio enthalten soll, ist es notwendig, eine Soundkarte im Server zu installieren, da sich der Media Encoder sonst nicht starten lässt.

Zunächst sollte man zunächst das Videoprofil einrichten, wie in Abbildung 4.3 zu sehen.

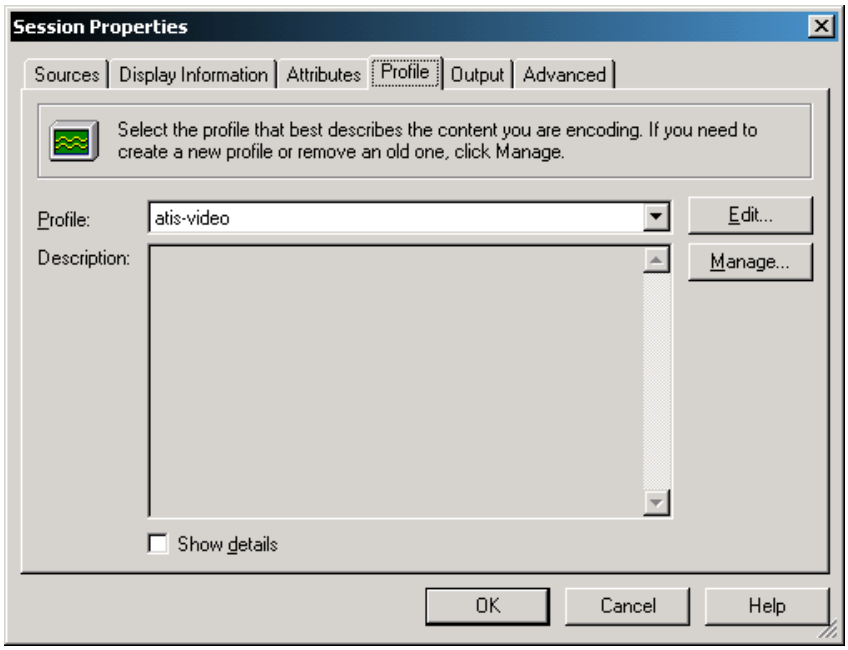


Abb. 4.3: Profilfestlegung

Hierzu legt man im Register „Profile“ mit dem Button „Manage…“ ein neues Profil an und legt dann mittels „Edit…“ dessen Eigenschaften fest.

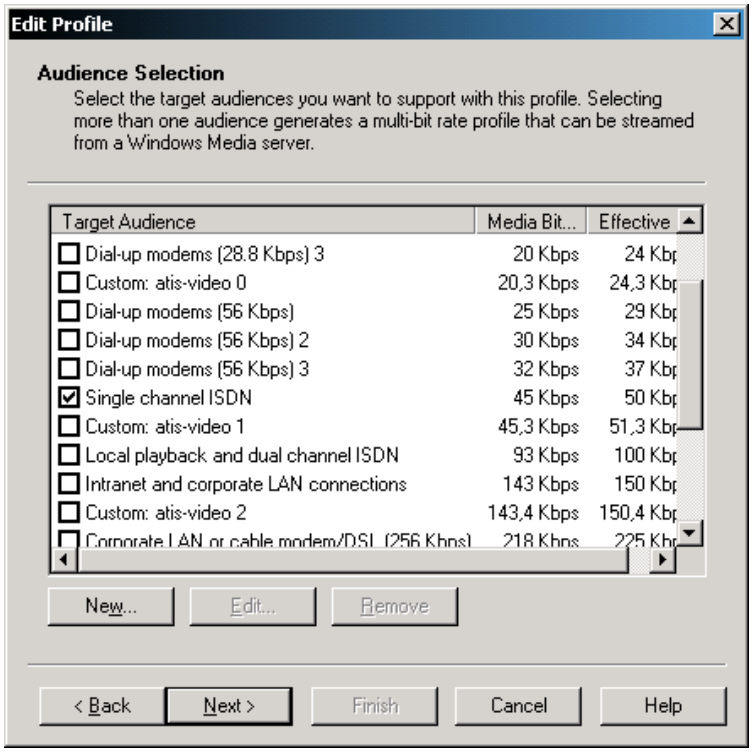


Abb. 4.4 Bestimmung der Datenrate

Zum Testen im LAN können Bitraten von 100 – 200 kBit/s gewählt werden, da das Video letztlich aber über Internet und eventuell schmalbandige Wählleitungen wie Modem oder ISDN abrufbar sein soll, sollte die Zielbitrate 40 – 60 kBit/s eingestellt werden (Abb. 4.4).

Dies erscheint für ein Video zunächst wenig, ist aber für die Darstellung einer synthetischen Präsentation ausreichend.

In den beiden folgenden Dialogboxen werden die Audio und Video Codecs ausgewählt und Auflösungen sowie Frameraten festgelegt (Abb. 4.5).

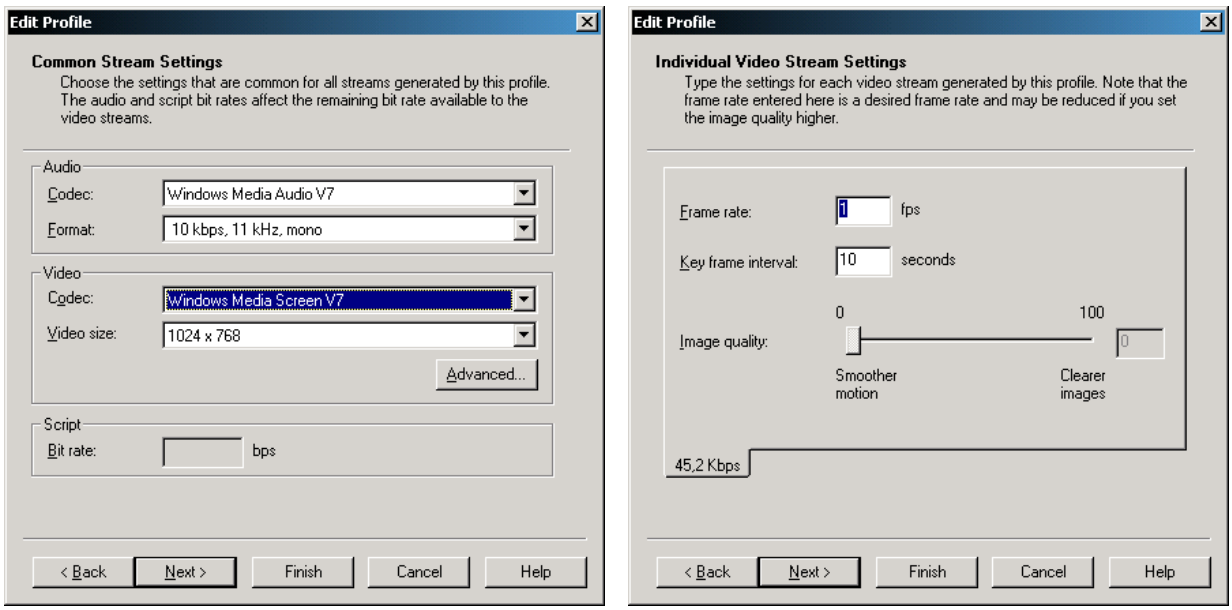


Abb. 4.5 Auswahl der Codecs, Auflösung und Frameraten

Das entscheidende ist der Video Codec „Windows Media Screen V7“. Dieser Codec ist auf Basis von mpeg-4 speziell für Desktopvideos entwickelt worden und ermöglicht das Erzeugen qualitativ hochwertiger Screen – Videos bei hohen Auflösungen und niedrigen Bitraten ohne die typischen mpeg – artigen Artefakte. Das heißt, Schrift und andere harten Kontraste fransen an den Rändern nicht aus. Die Auflösung sollte so gewählt werden, dass sie der Auflösung des Präsentationsnotebooks im Hörsaal entspricht. Als Audio – Codec sollte der „Windows Media Audio V7“ – Codec gewählt werden, das Audio – Format ist je nach gewünschter Tonqualität auszuwählen. Da aber nur menschliche Sprache und keine Musik übertragen wird, reichen 11 kHz Mono aus. Zu Bedenken ist auch folgendes: Je geringer die gewählte Audio – Bitrate ist, desto mehr bleibt letztlich für die Videodaten an Bandbreite übrig. Mit dem „Advanced…“ – Button kann dann noch die Puffergröße eingestellt werden. Sie sollte auf 30 – 60 Sekunden gesetzt werden.

Im nächsten Menü sollten die Frameraten auf 1 fps gesetzt werden. Ein Bild pro Sekunde ist für eine Präsentation völlig ausreichend, mehr Bilder pro Sekunde würden den Server zu sehr mit Rechenarbeit belasten und auch mehr Bandbreite benötigen.

Anschließend müssen noch die Video und Audio – Quellen angegeben werden. Hierzu wählt man das Register „Sources“ (siehe Abb. 4.6), legt mit dem Button „New…“ eine neue Gruppe an (siehe nächstes Bild) und tätigt folgende Einstellungen: Im Menü „Video“ muss „Screen – Capture“ eingestellt werden, bei Audio wählt man die installierte Soundkarte aus bzw. „Default Audio Device“. Die beiden Quellen können dann noch genauer konfiguriert werden, beispielsweise die Lautstärke des Audio – Eingangs.

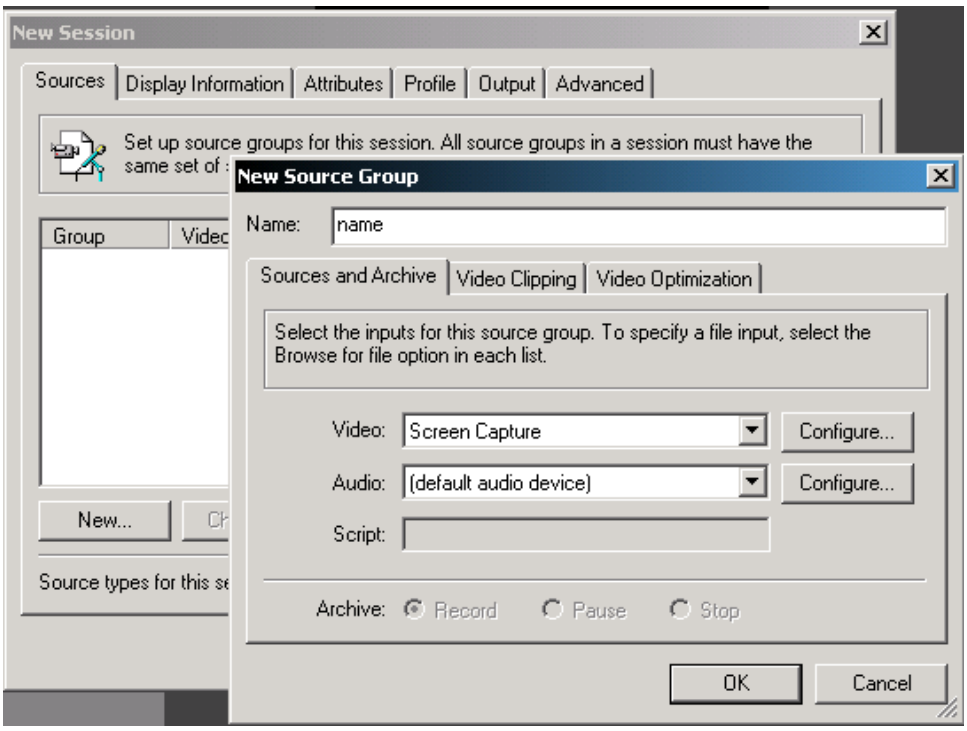


Abb. 4.6: Festlegen der Video und Audio Quellen

Wichtig ist noch das Register „Video - Optimization“ in diesem Menü. Dort sollte das Video – Format auf „YV12“ eingestellt werden. Dieses Format ist die für Video übliche Farbkodierung und ist am wenigsten rechenaufwendig.

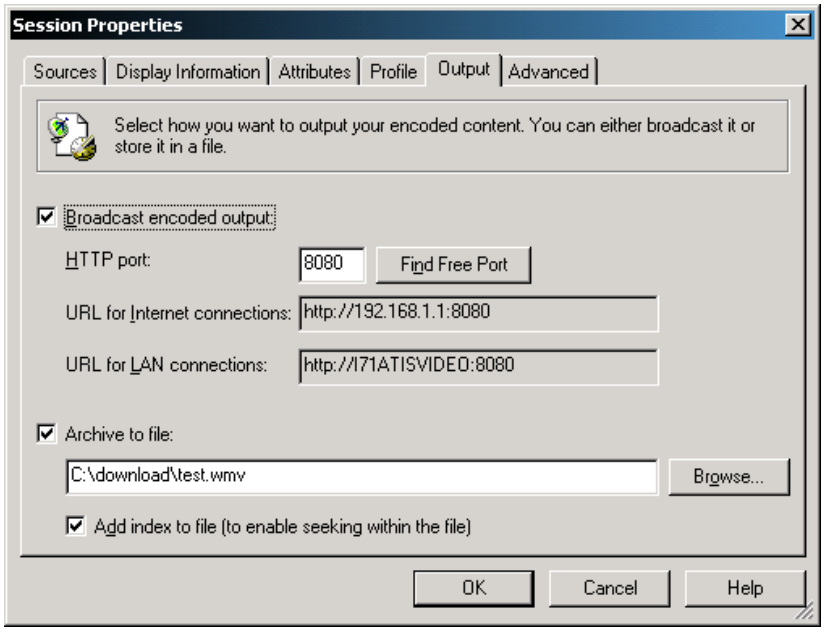


Abb. 4.7: Ausgabe des Videos

Die letzte Einstellung, die noch getätigt werden muss, ist die Festlegung, was mit dem erzeugten Video letztlich passieren soll (Abb. 4.7). Hierzu wechselt man in das Register „Output“ und legt fest, ob das Video als Live – Stream zur Verfügung gestellt werden soll,

oder ob es lediglich auf der Festplatte archiviert werden soll. (In diesem Falle werden .wme – Dateien erzeugt.)

Bei Erzeugung eines Live – Streams ist der Encoder unter einer URL der Form http://IP-Adresse:portNr zu erreichen. Zu beachten ist lediglich, dass der Server – PC eine öffentlich sichtbare IP – Adresse besitzt. Sollte man sich nicht sicher sein, welche TCP – Portnummern auf dem Server bereits belegt sind, kann man den Encoder auch selbst nach freien Ports suchen lassen (siehe Abbildung).

Sind alle diese Einstellungen getätigt, aktiviert man das erzeugte Profil mit „OK“ und speichert es am besten gleich ab. So kann man später wieder auf die gleichen Einstellungen zurückgreifen, ohne alles neu festlegen zu müssen.

Mit den 3 Registerkarten „General“, „Display Information“ und „Connections“ kann man sich über die aktuellen Einstellungen bzw. über den Stand der Codierung informieren und mit einem Klick auf START beginnt die Codierung. Hat man lediglich eine Speicherung des Videos auf Festplatte eingestellt, so minimiert sich der Encoder selbstständig, bei einer Übertragung ins Internet kann man sich während der Übertragung darüber informieren, wie viele Verbindungen gerade aktiv sind, das heißt, wie viele Clients gerade Verbindung zum Server haben. Sinnvoll ist das allerdings nur, wenn man nicht den ganzen Bildschirminhalt überträgt, sondern nur einen Teil davon, wie zum Beispiel ein einzelnes Anwendungsfenster. Bei Übertragung des ganzen Schirminhaltes wird natürlich die Statusanzeige mit übertragen, was natürlich weniger gewünscht ist. Aus diesem Grunde sollte man den Encoder auf jeden Fall minimieren.

Die PCanywhere – Verbindung, die zu diesem Zeitpunkt schon hergestellt sein sollte, kann man nach Einschalten des Encoders mit ATL-ENTER in den Vollbildmodus schalten, so dass das Video später wirklich nur das zeigt, was auf dem Präsentations – Notebook im Hörsaal läuft und nicht am unteren Rand zusätzlich die Taskleiste des Servers zu sehen ist.

Zugriff auf den Video – Stream erhält der Client, indem er im Datei – Menü seines Mediaplayers 7 eine URL öffnet (siehe Abb. 4.8) und die obige URL http://IP-Adresse:portNr eingibt (im Bild die IP des Testservers an der Universität Karlsruhe). Da sowohl Media Encoder als auch Player sehr stark puffern, kann es durchaus ein bis zwei Minuten dauern, bis das Video beginnt. Der Client sollte seine Monitorauflösung mindestens so hoch eingestellt haben, wie das Video selbst aufgelöst ist und den Zoom des Mediaplayers auf 100% stellen. Nur so ist eine saubere Darstellung der Schrift im Video gewährleistet.

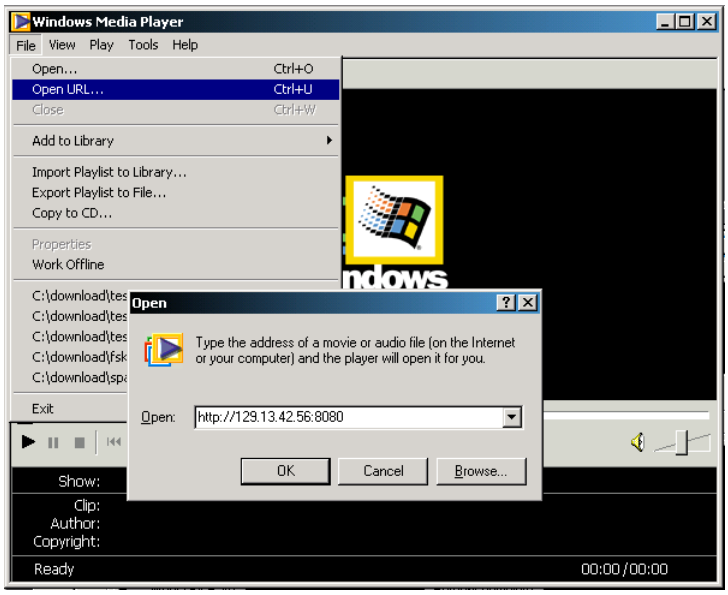


Abb. 4.8: Der Windows Media Player 7

4.4 Leistungsbetrachtungen

Wie man sich sicher leicht denken kann, ist die Aufgabe, ein Screen – Video mit XGA – Auflösung in Realzeit auf Bandbreiten von 40 – 50 kBit/s zu komprimieren und als Stream im Internet anzubieten, eine recht komplexe Aufgabe für den Server. Zum einen die Kommunikation mit dem Notebook und den Clients, zum anderen laufen 2 Anwendungen gleichzeitig, die im Prinzip beide Realzeitanforderungen an das Betriebssystem stellen: PCanywhere und der Media Encoder, zusätzlich noch die Media – Services des Betriebssystems, das die Übertragungs – und Media – Dienste regelt.

Am meisten Leistung braucht zweifelsfrei der Media Encoder, der zusätzlich sehr empfindlich gegenüber Leistungsabfällen ist. Ein Beispiel: Bekommt der Encoder – Prozess vom Betriebssystem nicht genügend CPU – Leistung zugeteilt (weil zum Beispiel PCanywhere oder ein anderer Prozess gerade mehr Rechenzeit erhält), bricht der Encoder mit der Fehlermeldung, die Leistung des Rechners reiche für die Anforderungen nicht aus, ab.

Im Instituts – LAN der Universität Karlsruhe wurden auf einem Testserver verschiedene Leistungsmessungen durchgeführt und mit dem Systemmonitor von Windows 2000 visualisiert (Abb. 4.9).

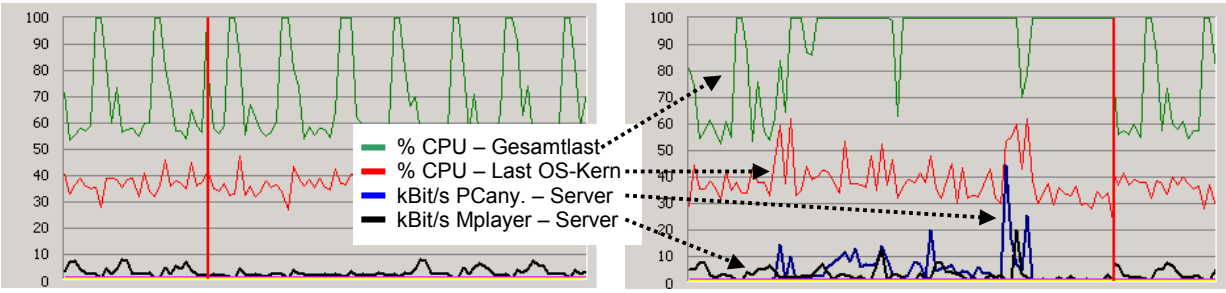


Abb. 4.9: Serverbelastung unter 2 verschiedenen Szenarien

Der linke Screenshot zeigt die Serverlast in einer Situation, bei der zwar eine Verbindung zum Präsentations – Notebook besteht und PCanywhere läuft, allerdings keine Aktivitäten auf dieser Verbindung bestehen, das heisst, das Notebook überträgt ein Standbild zum Server. Dies ist der Fall, wenn die Präsentation im Hörsaal „bewegungsfrei“ abläuft, also der Dozent gerade nichts annotiert und auch kein Folienwechsel stattfindet. Der rechte Screenshot zeigt die Situation während der Dozent eine Folie annotiert. Dabei steigt sowohl die Netzlast zum Notebook als auch die Prozessorlast auf dem Server, da der Server nun erstens die Annotationen darstellen und diese zusätzlich noch komprimieren und als Video kodieren muss. Auffällig ist die recht starke Belastung des Betriebssystem – Kerns (um 40%), die sowohl von dem Encoder herrührt und natürlich auch Peaks aufweist, wenn die Netzwerklast ansteigt oder ein Client eine neue Verbindung zum Server herstellt.

Bei den Diagrammen bedeutet ein Durchlauf von Links nach Rechts ein Zeitraum von 90 Sekunden. Es war jeweils ein Client über eine 100 MBit LAN – Verbindung mit dem Server verbunden bei einer eingestellten Videobitrate von 45 kBit/s.

Um das System möglichst sicher gegen die Abbrüche des Media Encoders zu machen, sind mehrere Maßnahmen notwendig und mehr oder weniger wirkungsvoll:

- Der Encoder sollte unbedingt mit hoher Prozeßpriorität laufen, da er praktisch Echtzeitanforderungen stellt. Hierzu ist im Taskmanager des Betriebssystems die Priorität des Prozesses „WMenc.exe“ von ‚normal’ auf ‚hoch’ einzustellen.
- Sämtliche Prozesse, die im Hintergrund laufen und nicht unbedingt benötigt werden, sollten abgeschaltet werden (zum Beispiel Webserver, FTP-Server, Virenwächter…)
- Tests haben gezeigt, dass der Encoder sehr empfindlich ist gegen Lastspitzen im Rechner. Daher sollte es zum Beispiel vermieden werden, dass auf dem Server Fenster übermäßig maximiert bzw. minimiert werden, da Windows für diese Aktivitäten kurzfristig sehr viel CPU – Last erzeugt. Um dieses Verhalten weiter zu entschärfen, sollte man alle graphischen Effekte wie z.B. Fensteranimationen oder die Anzeige des Fensterinhaltes beim Verschieben eines solchen deaktivieren.
- Die Farbtiefe der Bildschirm – Anzeige des Servers sollte nicht mehr als 16 Bit (also maximal 65536 mögliche Farben) betragen. Mehr Farben müssten vom Encoder nur aufwendig heruntergerechnet werden. Falls es die Art der Präsentation zulässt und 8 Bit Farbtiefe ausreichen, sollte man diesen Abstrich an der Farbqualität hinnehmen und zu Gunsten einer größeren Stabilität die 256 – Farben – Anzeige wählen. (Um noch einmal darauf hinzuweisen: Mit „Stabilität“ ist nicht gemeint, dass der Encoder oder gar der Server abstürzen würde! Es ist lediglich so, dass der Encoder mit der Video – Erzeugung abbricht, wenn nicht genügend Leistung bereitgestellt werden kann)
- Als letzte Maßnahme sollen am Server die verschiedenen Energiesparfunktionen deaktiviert werden sowie das bei Windows 2000 eingerichtete sogenannte „Advanced Configuration and Power Interface“ (ACPI) nicht mitinstalliert werden. So wird vermieden, dass alle PCI – Interface – Karten den gleichen Interrupt (IRQ) zugewiesen bekommen. Manche PCI – Karten haben das Interrupt – Sharing nicht sauber implementiert und die resultierenden Interrupt – Konflikte wirken sich negativ auf die System – Performance aus.

Bei den Tests im Instituts – LAN konnte der Media Server mit einem 667MHz Pentium III Prozessor nur eingeschränkt stabil betrieben werden. Durch die hohen Anforderungen, die beim Komprimieren des Videos gestellt werden erscheint der Einsatz eines Systems mit 1000 MHz oder sogar mehr als sehr sinnvoll. Da auf dem Server mehrere Prozesse gleichzeitig viel Leistung fordern und durch die Tatsache, dass der Encoder mehrfädig (Multithreaded) ablaufen kann, sollte man sich Gedanken über den Einsatz eines Multiprozessorsystems Gedanken machen. An die anderen Komponenten wie Netzwerkkarten, Graphik, Sound und Festplatten – Subsystem werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Hier reichen Standard – Komponenten aus. Es sollte allerdings ein Qualitäts – Mainboard mit neuem Chipsatz gewählt werden.

4.5 Rollen

4.5.1 Dozent

Der Dozent sollte vertraut sein mit der Bedienung des Notebooks (Applikationen starten, Animationen starten) sowie der – falls eingesetzt – Whiteboardsoftware. Da das Annotieren mit Zeigestift auf dem Whiteboard eine ungewohnte Art zu Schreiben ist, sollte es vielleicht vor Semesterbeginn um der guten Leserlichkeit Willen etwas geübt werden.

4.5.2 Provider

Dem Provider fällt die Aufgabe zu, die Rechner und Netzinfrastruktur bereitzustellen und dafür Sorge zu tragen, dass das System ausfallsicher ist bzw. bei Ausfällen schnelle Fehlerlokalisierung und Beseitigung möglich ist.

Dazu gehört die Einrichtung der beteiligten PCs mit den benötigten Hardware und Software – Komponenten (siehe Kapitel 4.1 und 4.3), dem Anschliessen und Konfigurieren der Komponenten vor Vorlesungsbeginn sowie das Bereitstellen der benötigten Netzwerk – Infrastruktur.

Weiterhin sollte vom Provider immer eine Ansprechperson gestellt werden, die im Falle technischer Probleme oder anderen Fragen zur Verfügung steht. Bei den Tests an der Uni hat es sich herausgestellt, dass eine Telefonverbindung zwischen den beteiligten Räumlichkeiten (die beiden Hörsäle sowie das Multimedia – Labor) unabdingbar ist.

Im konkreten Fall der Informatik 1 – Vorlesung der Universität Karlsruhe lag die Verantwortung auf 2 Seiten: für die Konfiguration der Rechner und der Whiteboardanwendung sorgten Mitarbeiter des Instituts für Telematik, die Netzinfrastruktur sowie das Multimedia – Labor wurde von der ATIS der Fakultät für Informatik und dem Rechenzentrum der Universität bereitgestellt.

4.6 Eingesetzte Hardwarekonfiguration

Dozentenhörsaal:

- Video/Audio – Übertragung
  - Videokamera (auf Stativ montiert)
  - MJPEG/MPEG (Video/Audio) – Encoder für ATM
  - zweiter Funkempfänger
  - Dekompressor/Delimiter
- Präsentationsfolien
  - Notebook (PIII - 733)
    - WindowsME
    - Netzwerkanbindung
    - Smartboardsoftware
    - PCanywhere (Server)
  - Videoverteiler
    - Plasmadisplay mit Touchscreen
    - LCD – Beamer
  - ATM – Anbindung (zum Labor)
  - Dukath – Netzwerk

Multimedialabor:

- MJPEG/MPEG (Video/Audio) – Decoder für ATM
- Audio – Mischpult (Verstärken und Splitten des Signals → PC & Hörsaal)
- PC (Folienempfang und Aufzeichnung)
  - Netzwerkanbindung
  - PCanywhere (Client)
  - CyberCam (zur Aufzeichnung, wird durch Media Encoder ersetzt)
- ATM – Anbindung (zum Dozentenhörsaal)
- Dukath – Netzwerk (zum Dozentenhörsaal)
- Videoverbindung (zum Empfangshörsaal)
- RGB – Verbindung (zum Empfangshörsaal)
- Tonverbindung (zum Empfangshörsaal)

Empfangshörsaal:

- Videobeamer (Video)
- LCD – Beamer (Folien)
- Tonanlage
- Videoverbindung (zum Labor)
- RGB – Verbindung (zum Labor)
- Tonverbindung (zum Labor)

4.7 Ratgeber bei Problemen

Q: Kein PCanywhere – Connect
A: • Netzwerk überprüfen (Kabelverbindung / Adressen)
• IP – Adresse vom Server richtig?
• PCanywhere – Server gestartet?

Q: Kein Ton im Empfangshörsaal?
A: • Kabelverbindungen prüfen
• Compressor / Delimiter okay? (LEDs sollten Aktivität zeigen)
• ATM – Übertragung okay? (Kopfhörer am Empfänger anschließen)
• Mischpult okay? (LEDs sollten Aktivität zeigen)
• Tonquelle im Saal auf „MM - Labor“ geschaltet?
• Lautstärke hoch genug?

Q: Kein Bild im Dozentenhörsaal
A: • Bildwiederholfrequenz am Laptop auf 60 Hz einstellen
• Am Plasmadisplay den benutzten Videoeingang einstellen
• Am Beamer den benutzten Videoeingang einstellen

Q: Warum geht der Beamer für das Videosignal nicht an?
A: Das Licht im Saal ausschalten und erneut versuchen. Sobald er läuft, kann das Licht wieder eingeschaltet werden

Q: Kein Video – Bild im Empfangshörsaal
A: • Kabelverbindungen prüfen
• Ist die Kamera eingeschaltet und läuft sie?
• Kamera am richtigen Port des MJPEG – Encoders angeschlossen?
• ATM – Übertragung okay? (Monitor am Decoder anschließen)
• Am Beamer den benutzten Eingang einstellen

5. Zusammenfassung

Mit den vorgestellten Programmen und Tools sowie dem aufgezeigten Schema ist es mit relativ wenig Aufwand möglich, eine Vorlesungs – Präsentation als Video aufzuzeichnen und als Video über das Internet live zur Verfügung zu stellen. Durch die Form als Video ist der bei den Clients benötigte Installations – und Konfigurationsaufwand minimal gehalten.

Lediglich die Hardware – Anforderungen an den Server sind beträchtlich. Wenn in Zukunft die Hardware – Leistung sowie die verfügbare Bandbreite anwächst, werden auch höhere Daten – bzw. Frameraten beim Video möglich sein.

6. Literaturverzeichnis

[1] Download von Microsoft Media Player 7 und Media Encoder 7:
http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/default.asp

[2] Dokumentation zu Media Encoder 7:
http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/wm7/Encoder/whitepaper.asp

[3] Informationen über den Windows Media Screen Codec:
http://msdn.microsoft.com/workshop/imedia/windowsmedia/screencodec.asp

[4] Informationen zu Symantec´s PCanywhere und Download von Testversionen:
http://www.symantec.com/region/de/product/pcanywhere/index.html

[5] Informationen über die eingesetzte Whiteboard – Anwendung: http://www.smarttech.com

[6] Informationen über Pioneer Plasmadisplays: http://www.pioneer.de/display/

7. Management Summary

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

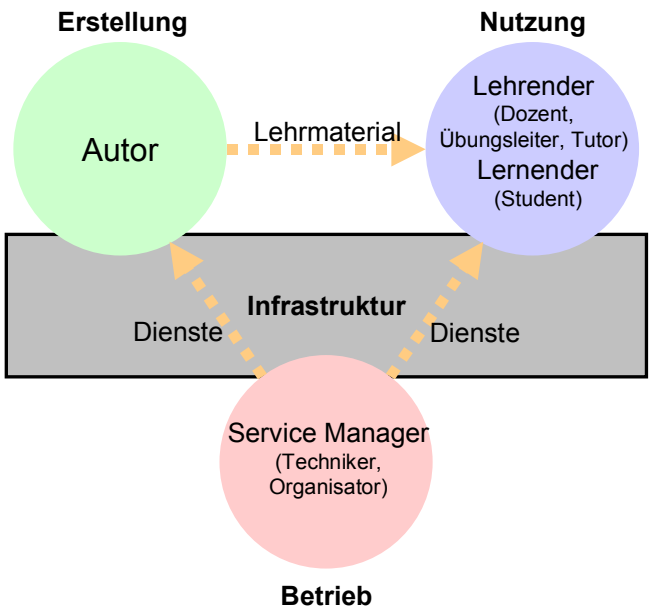
Management Summary der Studienarbeit „Multicast Übertragung einer digitalen Vorlesung am Beispiel Informatik 1“

Matthias Bonn

E² - Rahmenwerk

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck



2

Problemstellung

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Wer? / Was? → **Wie?** → **Für wen?**

Dozent hält Vorlesung	*Lehrmaterial Internet – gerecht codieren/umwandeln*	*Lernender zuhause am PC*

Problemstellung:

- Übertragung einer Vorlesung in entfernten Hörsaal
- Präsentation soll über mittels Internet – Technologien mitzuverfolgen sein

Beispiel:

Informatik 1 - Vorlesung

3

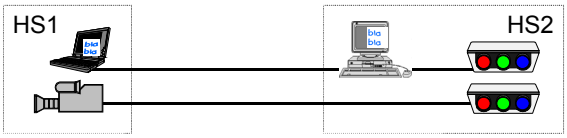
Die digitale Vorlesung

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Bisherige Situation:

- Digitale Präsentation der Vorlesung Info 1 per Whiteboard
- Übertragung der Laptop-Bildes per IP-Netz in entfernten Hörsaal, benutzt wird Software PCanywhere
- Übertragung von Video und Audio per ATM-Netz in entfernten Hörsaal



Enge Zusammenarbeit bei der Übertragung mit der ATIS

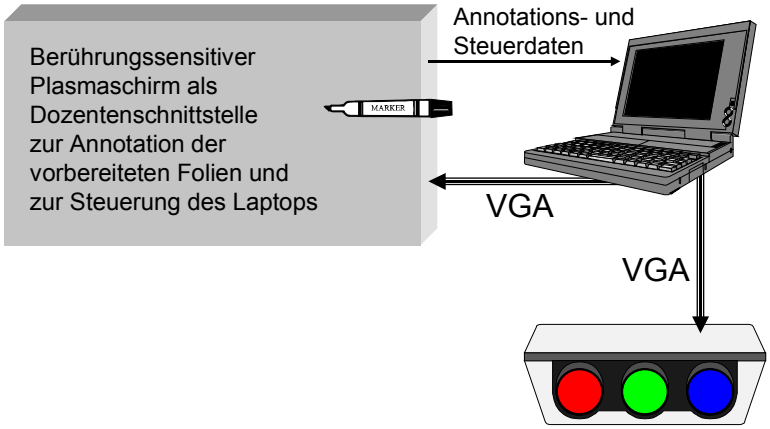
4

Situation im Hörsaal

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Ablösung von Tafelanschrieb bzw. „Plastik“-Folien.
Aktuelle Konfiguration im Hörsaal:



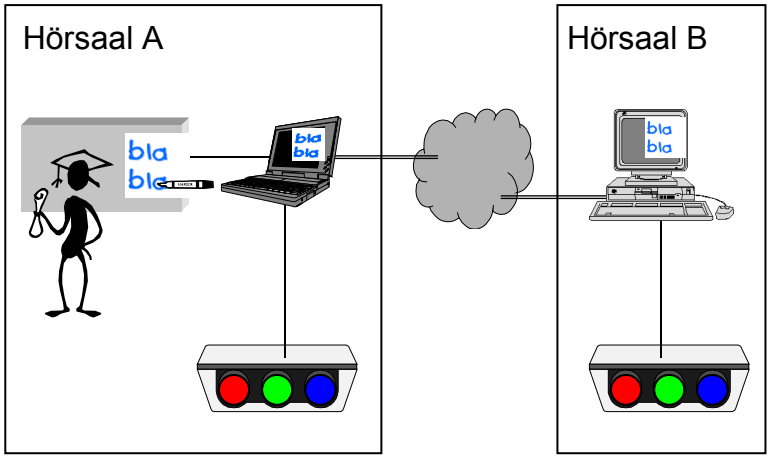
5

Übertragung in entfernten Hörsaal

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Problem in diesem Semester: Studentenzahl zu groß für einen Hörsaal



6

HW/SW Konfiguration

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Hörsaal am Fasanengarten:

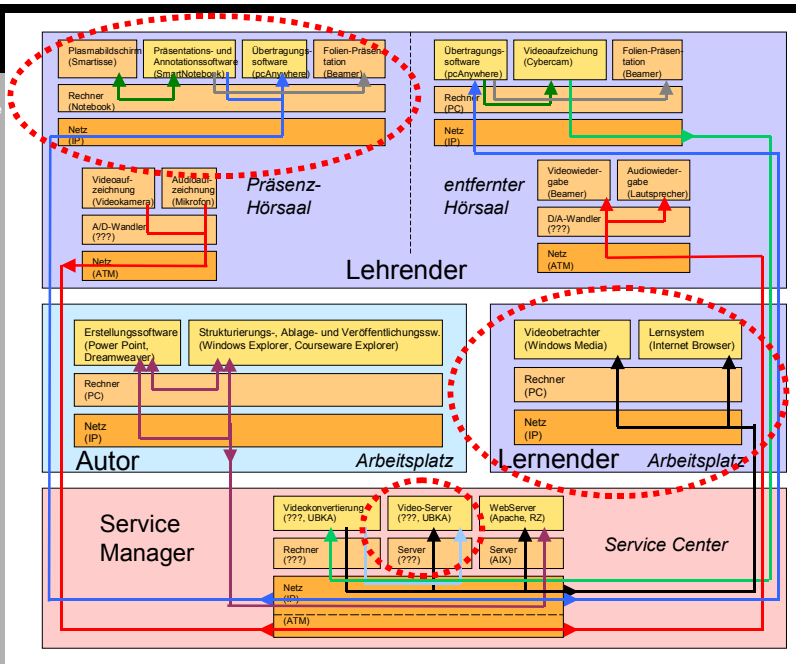
- Notebook Zuständigkeit bei C&M
  - Windows ME
  - Smartboard Driver (Schnittstelle zum Plasmabildschirm, angeschlossen an COM1)
  - Smartboard Notebook zur Darstellung der Inhalte und Annotation
  - PCAnywhere zur Übertragung der Annotationen, Notebook fungiert als Host
  - Netzwerkverbindung: physikalisch über Ethernet, logisch über DUKATH, Host IP-Adresse über DHCP, VPN IP-Adresse fest über Login
- Plasmabildschirm: aufstellen, anschliessen und kalibrieren (80 Punkte!) Zuständigkeit C&M
- Beamer: über MM-Konsole am Pult anzuschliessen und über Fernbedienung steuerbar Zuständigkeit Hausmeister
- Physikalische Netzwerkverbindung über ATM bzw. DUKATH, Zuständigkeit bei ATIS

7

Werkzeugarchitektur

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

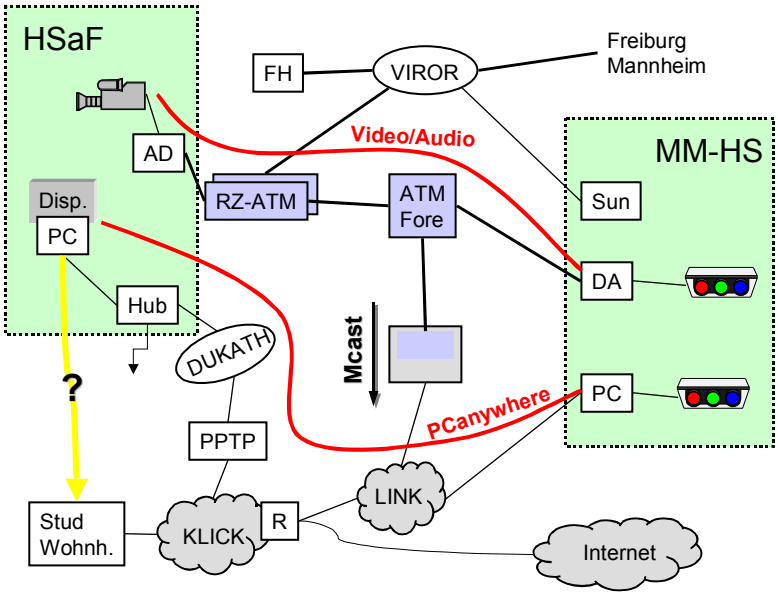


8

Netz - Infrastruktur

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck



9

Angestrebtes Ziel

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Ziel:
Lösung soll über das bloße Abrufen und Ausdrucken von Folien und Skripten hinausgehen

Im Vordergrund steht dabei:
Wert für Studenten? Was ist nützlich für den Lernenden, und was nicht?

Angestrebte Lösung:
- Student soll Vorlesung live mitverfolgen können
- Focus liegt auf der Präsentation der Lerninhalte, weniger auf Bild und Ton des Dozenten
- Aufwand für den Studenten soll so gering wie möglich sein

⇒ inwieweit können auf Studentenseite Standardlösungen zum Einsatz kommen?

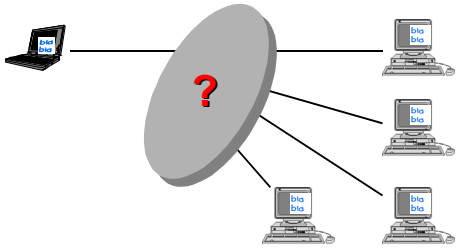
10

Standardlösung?

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

- Lösung mit PCanywhere – Software für Heimgebrauch zu proprietär (und kostspielig!)
- Übertragung über „normales“ IP – Netz stellt andere Anforderungen an Bitrate als nur campusweite Breitband – Übertragung
- Multicast – Anforderungen (1:n anstatt 1:1) über IP
- Geringe Verzögerung der Übertragung, Realzeit?



11

Angstrebte Arbeiten

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Bequemste Lösung für Studenten:

Einklinken in Multicast Datenstrom mit Standard – Videoplayer – Software wie z.B. *Realplayer* oder *Windows Media Player*

Anstehende Arbeiten:

- Aufzeichnen der Präsentation und konvertieren in Video – Stream, live während der Präsentation, möglichst in Realzeit
- Prüfung, inwieweit sich Realzeit und Multicast – Anforderungen erfüllen lassen

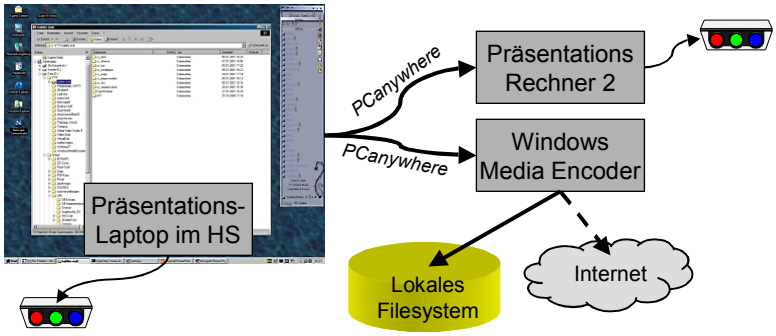
12

Versuche mit Windows Media

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

- Windows Media Encoder auf Windows 2000 Server
- enthält Codec speziell für Screen – Aufzeichnungen („Windows Screen V7“)
- ermöglicht hervorragende Qualität bei geringen Bitraten (40kBit/s) ohne mpeg – typische Artefakte
- Aufzeichnung in lokale Datei und Stream für Internet – Übertragung



13

Versuche mit Windows Media

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Probleme:

- Aufzeichnung braucht auch bei geringen Frameraten viel Rechenleistung
- Leistungsbedarf steigt bei Übertragung ins Internet noch an, Pentium II Testrechner mit 400 MHz lief unter Vollast

Aber:

- niedrige Frameraten für Smartboard – Präsentation ausreichend
- CPU – Last unter Windows schnellt nach oben, wenn Fenster minimiert/maximiert werden und beim Fensterwechsel. Dies ist bei Smartboard – Präsentation jedoch selten der Fall
- Leistung des Servers kann also noch gesteigert werden

Testübertragung im 100 MBit – LAN: stabil ein irc-Chat – Fenster auf 3 andere PCs übertragen, Zielvideo dort mit Windows Media Player nach URL – Eingabe abspielbar

14

Diverse Probleme

cooperation & management

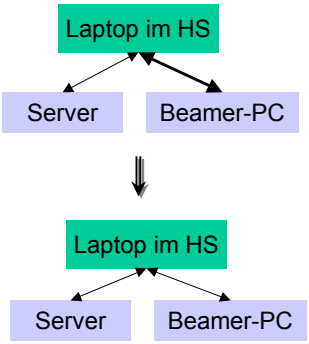
Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck

Subnetze:

- Zugriff mit dem Server auf das Laptop im Dukath-Netz und gleichzeitig Stream ins C&M – Subnetz ohne weiteres nicht möglich, da sonst RZ-Router umkonfiguriert werden müssten
- Lösung durch zweite NIC im Server, diese verbindet die beiden Netze ohne andere Pakete durchzurouten

PCanywhere:

- PCa läuft unter Multicast, damit 2 PCs darauf zugreifen können
- Streaming Server allerdings ist ausgelastet, somit senkt der PCa-Host im HS aus Synchronitäts gründen die Aktualisierungsraten ⇒ zweite Präsentation wird lahm.

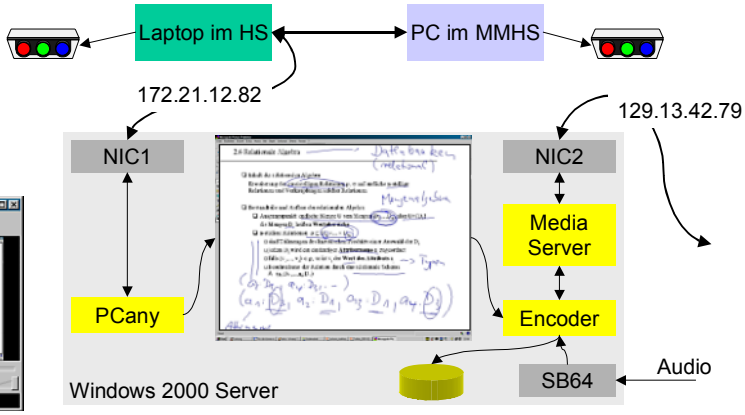


15

Aktuelle Situation: Der Windows 2000 Media Server

cooperation & management

Institut für Telematik
Universität Karlsruhe
S. Abeck



- im Server laufen 3 beteiligte Prozesse gleichzeitig ab: Darstellen des Bildes aus dem HS, aus diesem ein Video machen, dieses Video nach aussen als Stream zur Verfügung stellen (optional mit Audio)
- Problem: Encoder braucht Leistung, PCanywhere wird langsam und der zweite PC im MMHS deshalb vom Host-Laptop „heruntersynchronisiert“

16