

## Uni-TV

### Verteilte Videoproduktionen und Video-on-Demand Dienste

Multimedial gut aufbereitete Lehrveranstaltungen bzw. Lehrmaterialien haben sich als wirksames Hilfsmittel zum erfolgreichen Lehren und Lernen erwiesen, zum Selbststudium, oder in Verbindung mit Teleteaching. Das Projekt Uni-TV hat sich zum Ziel gesetzt, Vorlesungen und andere Lehrveranstaltungen wie TV-Sendungen zu produzieren und über Datennetze an Rechnerarbeitsplätzen zu übertragen. Durch die Nutzung des Gigabit-Wissenschaftsnetzes als Übertragungskanal wird nicht nur der Download von ganzen Vorlesungen ermöglicht, sondern auch das verteilte Arbeiten bei der Produktion der Lehreinheiten. Bereits seit Anfang 1999 wird das an der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführte Projekt Uni-TV vom DFN-Verein gefördert. Neben der Bereitstellung auf Hochschulservern werden die Vorlesungen auch über den Bildungskanal Bayern Alpha als TV-Sendungen ausgestrahlt. Das Projekt ist ein wichtiger Beitrag für die Erschließung von Netzen für die Wissenschaft.



#### Ausblick

Durch die Produktionsweise von Uni-TV ist es erstmals gelungen, schnittfähiges TV-Material über Datennetze zu transportieren und online zu schneiden. Da Fernsehgesellschaften keine Kamerateams oder Übertragungswagen mehr an den Aufzeichnungsort schicken müssen, kann Lehrmaterial kostengünstig produziert und im Bildungsfernsehen zur Verfügung gestellt werden. Die Universitäten profitieren zudem von der Möglichkeit, diese so gewonnenen Produkte als Grundlage für virtuelle Studiengänge und als Bereicherung des traditionellen Studiums einsetzen zu können. Interessante technische Aspekte für das Projekt können sich dadurch ergeben, dass die Aufzeichnung der Vorlesungen in Zukunft auch über eine Fernbedienung vom Studio in München aus über das Datennetz angesteuert werden kann. Dadurch würde der Personalaufwand bei der Aufnahme im Hörsaal noch einmal reduziert.

#### Projektdaten

**Förderung:**  
bmb+f

**Projektmittel:**  
Personal- und Sachmittel für die beteiligten Einrichtungen RRZE, TUM, LRZ, IRT und HFF: 1676 TDM.

**Laufzeit:**  
Januar 1999 bis Mai 2001

**Nutzung:**  
Die Nutzungsszenarien der in Uni-TV entwickelten Verfahren sind vielfältig. Sie ermöglichen anderen Hochschulen, eigene Lehrveranstaltungen verteilt professionell zu produzieren sowie professionelle Mitschnitte von Lehreinheiten zum Download anzubieten. Ausserhalb des akademischen Bereichs ergeben sich Nachnutzungspotentiale durch die im Projekt entwickelten verteilten Produktionsabläufe.



### Verteilte TV-Produktion im Gigabit-Wissenschaftsnetz

Das vom DFN-Verein mit Mitteln des bmb+f geförderte Projekt „Uni-TV“ hat sich zur Aufgabe gemacht, Lehrveranstaltungen online über das Gigabit-Wissenschaftsnetz zu übertragen und im Rahmen einer verteilten Videoproduktion in Studioqualität aufbereiten zu lassen. Das besondere Element der Produktion ist der Online-Schnitt des Materials, der bereits während der Aufzeichnung der Vorlesungen im Hörsaal in Erlangen im Studio des Instituts für Rundfunktechnik in München durchgeführt wird. Die Aufnahmen der Vorlesungen finden in speziell ausgerüsteten Hörsälen an den Universitäten Erlangen und München statt. Das Grundkonzept des Projektes Uni-TV sieht vor, Vorlesungen aus dem Hörsaal zum Institut für Rundfunktechnik (IRT) in München zu übertragen, wo die Kamerasignale online geschnitten werden. Anschlie-

ßend wird das fertige Material wieder zu den Universitäten zurückgesandt, dort aufgezeichnet und zum Download bereit gestellt. In einer zweiten Bearbeitungsstufe wird das schon einmal online geschnittene Produkt offline bearbeitet und im Bildungskanal BR-Alpha über Kabel und Satellit ausgestrahlt.

Neben der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, der Technischen Universität München und dem Institut für Rundfunktechnik (IRT) wirkt an Uni-TV auch die Hochschule für Fernsehen und Film (HFF) in München mit, die die Drehbücher für den Schnitt liefert, sowie der Bayerische Rundfunk (BR), der die fertigen Produktionen im Bildungskanal BR-Alpha ausstrahlt.

### Der Hörsaal als Fernsehstudio

Bei den an den Universitäten im Projekt mitwirkenden Personen handelt es sich durchweg um wissenschaftliche Angestellte, die ihr Studium meist in technischen Bereichen wie Informatik und Physik absolviert haben, und fernseh- und kameratechnisch Neuland betreten. Bei der Wahl des Hörsaals und der Videoausrüstung sind daher das IRT und der Bayerische Rundfunk maßgeblich beteiligt. Um die Produktion im geforderten Umfang durchführen zu können, werden für die Aufzeichnung der Vorlesungen jeweils drei (semi-)professionelle Kameras verwendet. Bei zwei von diesen Kameras handelt es sich um sogenannte Schwenk-/Neigekameras, die mit einer Fernbedienung aus einer Kanzel am hinteren Ende des Hörsaals gesteuert werden. Eine dritte mobile Kamera ist traditionell bemannt. Eine zusätzliche vierte Kamera ist fest im Hörsaal montiert und dient dem Regisseur im Studio im IRT als generelle Überblickskamera für den Saal, ohne für die Produktion selbst verwendet

zu werden. Der Regisseur in München gibt über den Regieton Anweisungen an das Personal vor Ort, das dann die gewünschten Kameraperspektiven einstellt und fokussiert. Die Hörsaalbeleuchtung mit 4 Scheinwerfern zu 1000W im Tafel-/Referentenbereich und 4 Scheinwerfern zu 1000W im Publikumsbereich vermittelt fast Studiocharakter. Der Ton des Sprechers wird mit Hilfe eines Funkmikrofons abgegriffen und ohne zusätzliche Verstärkung ins Studio zum IRT geleitet. Zusätzliche Mikrofone sind für den Regieton zwischen Kamerapersonal untereinander sowie im Austausch mit dem Regisseur erforderlich.

### Kodieren der Signale

Für die Übertragung der Kamera- und Audiosignale werden zwei verschiedene Videocodecs verwendet. Für die Produktion stehen insgesamt drei hochqualitative MPEG-Karten als Teil eines ATM Switches zur Verfügung, wobei jede dieser Karten den Datenverkehr im Format MPEG-2 (4:2:2, I-Frames only) komprimiert. Das Audiosignal des Sprechers ist als Embedded Audio in diesen Datenstrom integriert. Die Datenraten für die Produktion allein betragen daher ca. 50 Mbps pro Kamerasignal, oder ca. 150 Mbps für alle drei Kameras. Der Regieton und das Überblicksbild über den Hörsaal werden mit Hilfe einer MJPEG Codecs übertragen. Darüber hinaus liefert das IRT auch ein Bild aus dem Studio, um den Kontakt zwischen Regisseur und Kameraleuten vor Ort zu erleichtern. Video- und Audiodatenströme werden bei diesen Geräten separat kodiert; dabei werden für den Videoverkehr ca. 15 Mbps und für den Regieton maximal 2 Mbps an Bandbreite benötigt. Der Regieton dient auch zur Feineinstellung der Kameras, insbesondere was Farbabgleichungen betrifft. Exper-

ten im IRT unterstützen das Personal vor Ort an den Universitäten, da z.B. Unterschiede in Farbtemperaturen der Kamerabilder mit bloßem Auge nur durch jahrelanges Training erkannt und eingeschätzt werden können.

### Übertragungstechnik

Um Bewegtbilder aus einem Hörsaal zum 'Produktionsort' in München/Freimann zu übertragen, sind hohe Bandbreiten erforderlich. Damit ein von einer Kamera erzeugter Bilddatenstrom weiterbearbeitet werden kann, bedarf es einer Bandbreite von mindestens 50 Mbit/s. Bei Einsatz mehrerer Kameras oder bei zeitgleichen Übertragungen vervielfacht sich dieser Wert. Die Übertragung der Signale erfolgt über das Gigabit-Wissenschaftsnetz, das die verschiedenen Lokationen der Videoaufnahme- und Bearbeitung über ein Glasfasernetz verbindet, das mit Hilfe eines WDM (Wave Division Multiplexing) Systems in drei Kanäle mit je 2.5 Gbps ATM aufgesplittet wird. Die letzten Meter der Verbindung in den Hörsaal werden von der G-WIN-Anbindung der Hochschule in einem Teilabschnitt über das Universitätsnetzwerk hergestellt. Zwischen dem Leibniz Rechenzentrum (LRZ) und dem Studio im IRT in München wird eine exklusive Lichtwellenleiter-Verbindung (Dark Fiber) eingesetzt. Das Studio im IRT ist darauf eingerichtet, mindestens zwei volle 90-Minuten Vorlesungen aufzeichnen zu können, inklusive der drei Kamerastrome für die digitale Nachbearbeitung. Der benötigte Speicherplatz beträgt ca. 100 Gigabyte pro Vorlesung. Darüber hinaus sind noch ca. 50 Gigabyte für den Schnittvorgang notwendig. Das Studio eignet sich auch für Livesendungen aus dem Hörsaal, die jederzeit auch im Rahmen des Projektes durchgeführt werden können.

Da die Codierung in bzw. die Decodierung von MPEG2 grundsätzlich eine merkliche Verzögerungszeit (Latenz) von einigen 100 msec aufweist, ist spontanes Reagieren oder die Fernsteuerung des Aufnahmeprozesses derzeit nur bedingt möglich. In Kürze wird in Uni-TV eine neue Übertragungstechnik eingesetzt, die eine verlustfreie Umwandlung von digitalen Kamerasignalen (mit 270 Mbps) in ATM-Zellen ermöglicht. Die Verzögerungszeit bei dieser Umwandlung liegt bei << 1 msec. Entsprechend knapp sind dann die Zeit-Toleranzen, die vom Kommunikationsnetz gewährleistet werden müssen.

### Download, Sendung und Übertragung über Multicast-Backbone

Die fertigen Produktionen können zum einen vom BR für seinen Bildungskanal verwendet werden. Zum anderen werden die produzierten Vorlesungen zu den Hochschulen zurückübertragen und auf Video-Servern abgespeichert. Dort stehen sie den Studenten 'on demand' zur Verfügung. Diese Rückübertragung des online geschnittene Material zum Hörsaal erfordert ca. 50 Mbps und beinhaltet weiterhin das Produkt in schnittfähiger Qualität (MPEG-2 4:2:2). Bevor die Vorlesungen zum Download angeboten werden können, müssen sie noch einmal digital nachbearbeitet werden. Auf den Internetseiten des Projektes (<http://www.uni-tv.net/filme.html>) stehen die Vorlesungen anschließend als MPEG-1 bzw. MPEG-2 Datei (4:2:0) zum individuellen Download zur Verfügung. Der Webserver der Hochschule ist hierfür mit 150 Gigabyte Plattenkapazität ausgestattet und verzeichnet aktuell bis zu 100 Abrufe pro Tag. Die individuelle Nutzung des Angebotes erfordert hohe Übertragungskapazitäten. Eine halbe Stunde Videomaterial in MPEG1 Qualität schlägt mit



etwa 450 Megabyte, in MPEG2 Qualität sogar mit 1,2 Gigabyte zu Buche. Um die fertigen Produktionen auch einer größeren Interessentengruppe gleichzeitig zeigen zu können, ohne das Netzwerk extrem zu belasten, besteht die Möglichkeit, im MBone (Multicast Backbone) Vorlesungen für einen bestimmten Zeitraum und auf einem der zwei speziell für das Projekt „Uni-TV“ eingerichteten Kanäle zu reservieren. Die Sendung wird dann angekündigt und kann mit Hilfe der MBone Tools zur gegebenen Zeit am Computer verfolgt werden. Zusätzlich dazu wird in einer zweiten Editierphase das Material für einen fest zugewiesenen 30-minütigen Zeitraum der Reihe „Alpha-Campus“ auf dem Bildungskanal BR-Alpha offline nachbearbeitet. Diese Nachbearbeitung beinhaltet das Einfügen von Titeln, Trailern und Nachspann. Die Sendungen werden wöchentlich über Kabel und Satellit (ASTRA 1B, 19.2 Grad Ost; 1685.5/1935.5 Megahertz) ausgestrahlt und einmal wiederholt.