

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 91 (2000)

**Heft:** 23

**Artikel:** Video-Streaming : Technik und Einsatz in der Lehre

**Autor:** Keller, Jens

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-855629>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.05.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Video-Streaming – Technik und Einsatz in der Lehre

Mit der Video-Streaming-Technik erhält der Web-unterstützte Unterricht eine wertvolle Ergänzung. Video-Streaming gibt es in zwei Varianten: «Video-on-demand», bei dem gespeicherte Videodaten von einem Server abgerufen werden, und «Live-Streaming», das vergleichbar ist mit einer Live-Fernsehübertragung. Das Network for Educational Technology (NET) der ETH Zürich bietet interessierten Dozierenden Unterstützung bei der Umsetzung von Web-basierten multimedialen Lehrprojekten.

Video-Streaming, das Abspielen bewegter Bilder und Texte im Internet, ist eine vergleichsweise junge Technologie, die zurzeit einen regelrechten Boom erfährt. Video stand zwar auch schon vor der Einführung von Streaming im Inter-

net meist klein und unscharf und der Videofilm oft ruckend. Abhilfe können hier nur noch höhere Übertragungsraten (z.B. Kabel- und ADSL-Verbindungen) und noch bessere Kompressionsverfahren schaffen – an beidem wird derzeit intensiv gearbeitet und geforscht. Wesentlich erfreulicher sind die Möglichkeiten von Video-Streaming hingegen in Firmen- oder Hochschulnetzen, deren Übertragungsraten von 10–100 MBit/s eine deutlich bessere Videoqualität zulassen.

Video-Streaming gibt es in zwei Varianten: «Video-on-Demand», bei dem gespeicherte Videodaten von einem Server abgerufen werden (ähnlich dem Videorecorder), und «Live-Streaming», das vergleichbar ist mit einer Live-Fernseh-

übertragung. Diese beiden Möglichkeiten machen Video-Streaming auch für den Web-basierten Unterricht interessant, sofern es didaktisch sinnvoll und den technischen Möglichkeiten entsprechend eingesetzt wird.

Die derzeit verbreitetsten Video-Streaming-Systeme sind: Real System 8 von Streaming-Pionier Real Networks [1], Microsoft's Windows Media 7 [2] und schliesslich QuickTime 4.1 von Apple [3]. Jedes dieser Systeme besitzt Vor- und Nachteile (Vergleich siehe [4]). QuickTime wird derzeit beim Network for Educational Technology (NET) der ETH Zürich eingesetzt, da es sehr umfangreiche Authoring-Möglichkeiten, die Unterstützung der gängigen Betriebssysteme und einer Vielzahl von Medienformaten anbietet. QuickTime ist zudem gut dokumentiert [5, 6] und stark verbreitet.

## Was ist QuickTime?

Das von der Firma Apple entwickelte QuickTime ist zunächst einmal bekannt als QuickTime Player (Bild 1) zum Abspielen von QuickTime Movies auf einem Macintosh oder auf einem Windows-PC. QuickTime ist aber bedeutend mehr als das: Es ist zum einen ein Datenformat, zum anderen ein Paket aus Applikationen und Plug-ins sowie Software-Bibliotheken und einem Application Programming Interface (API).

**Adresse des Autors**  
Jens Keller, Network for Educational Technology (NET), ETH Zürich, 8092 Zürich; keller@net.ethz.ch

net zur Verfügung, allerdings musste die Videodatei zunächst vollständig heruntergeladen werden und konnte erst dann mit Hilfe einer geeigneten Video-player-Software am Computerbildschirm angeschaut werden. Da Videodateien in der Regel sehr gross sind, erforderte das Herunterladen der Dateien vom Server viel Zeit – zu viel, um beispielsweise mit einem Modem praktikabel zu sein.

Dank immer höheren Übertragungsraten im Internet wird es jedoch zunehmend interessant, Videodaten in Echtzeit zu übertragen. Diese als Video-Streaming bezeichnete Übertragungstechnik bedeutet, dass Videodaten über ein Netzwerk (z.B. das Internet) gesendet und in Echtzeit beim Empfänger wiedergegeben werden. Dabei werden, im Gegensatz zu der oben beschriebenen älteren Methode, lokal keine Videodaten gespeichert. Von den eigentlich erforderlichen 1,5 MByte/s, die ein Video bei bester Kompression in TV-Qualität für die Übertragung benötigen würde, ist das Internet allerdings noch weit entfernt. Bei Modem- und ISDN-Übertragungsgeschwindigkeiten ist das Videobild daher

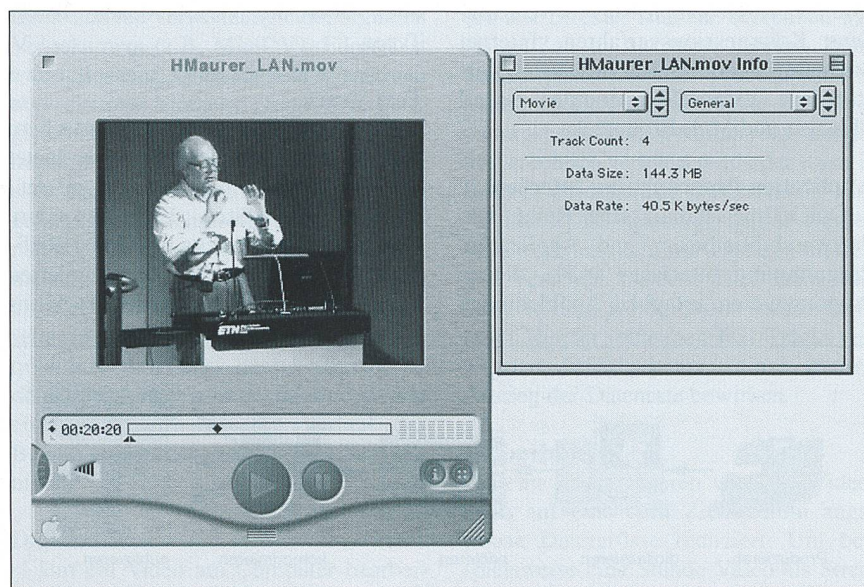


Bild 1 QuickTime Player Pro mit Infopenster



### QuickTime-Datenformat

Das QuickTime Dateiformat (.mov) zeichnet sich durch eine äusserst vielseitige Datenstruktur aus, die eine beliebige Kombination von Medientypen wie Audio-, Video-, VR(Virtual Reality)-, 3D-, Midi-, Grafik-, Text- und Timecode-Daten mit beliebigen Kompressionsmethoden zulässt. Die verschiedenen Medientypen befinden sich auf verschiedenen sogenannten Tracks (Spuren) innerhalb eines QuickTime-Movies. Daneben unterstützt QuickTime über 30 weitere Dateiformate [7]. Damit lassen sich eine Vielzahl von Video-, Audio- und Bilddatenformaten importieren und exportieren oder konvertieren. So kann man einen Film im .avi-Format (Video for Windows) in QuickTime importieren, zunächst im .mov-Format (QuickTime Movie) speichern und anschliessend beispielsweise als .jpeg-Bildsequenz wieder exportieren. Ganz ähnlich kann man bei der Konvertierung von Audiodatenformaten verfahren.

### Applikationen und Plug-ins

Der QuickTime Player, der QuickTime Picture Viewer sowie Browser-Plug-ins für alle gängigen Web-Browser unter MacOS und Windows sind die Softwarekomponenten für den Betrachter. Für knapp 30 US-Dollar kann die Pro-Version des QuickTime-Players freigeschaltet werden. Diese Version, die als eigentliche QuickTime-Autoren Umgebung angesehen werden kann, bietet eine Reihe von Editing-Befehlen, Import-/Export-Funktionen sowie zusätzlich ein Infofenster. Bei der Vollinstallation von QuickTime werden neben den genannten noch etwa 200 weitere Komponenten installiert, beispielsweise Codecs (von Compressor/Decompressor) für verschiedene Kompressionsverfahren, Internet Streaming Services, 3D- und VR-Unterstützung, Videoeffekt-Module, Sound Manager und Midi-Bibliothek.

### Application Programming Interface

QuickTime enthält eine Reihe von Softwarebibliotheken und Application Programming Interfaces (API), die es Programmierern erlauben, Applikationen

zu entwickeln, die QuickTime typischerweise zum Wiedergeben, Erzeugen oder Editieren von QuickTime-Filmen nutzen. Beispiele für solche Applikationen sind die Videoeditoren Premiere (Adobe [8]) und Final Cut Pro (Apple [9]), die Kompressionssoftware Media Cleaner Pro (Terran Interactive [10]) sowie die Multimedia-Autoren Umgebungen Director (Macromedia [11]) oder LiveStage Pro (Totally Hip [12]).

Die angekündigte Version 5 von QuickTime soll MPEG-1 und MPEG-2 dekodieren und kodieren können (auch für Video-Streaming), das Web-Animations-Format Flash 4 (Macromedia [13]) unterstützen (bisher Flash 3) sowie kubische QuickTime-VR-Szenen (horizontale und vertikale Panoramen) ermöglichen.

### Was kann QuickTime?

Die Einsatzmöglichkeiten von QuickTime reichen von professionellem Videoschnitt über CD-ROM- und Internet-Video bis zum Betriebssystem von Digitalkameras oder interaktivem Fernsehen. Eine grosse Zahl unterschiedlicher Medienformate können in einem QuickTime Movie integriert werden. Organisiert werden die Mediendaten in elf verschiedenen Track-Typen [14], die es dem QuickTime-Autor auch erlauben, programmgesteuerte Animationen oder Interaktivität in den Film zu integrieren. Schon mit dem eher unscheinbaren QuickTime Player Pro lassen sich einige Track-Bearbeitungsfunktionen nutzen. Die ganze Bandbreite der Möglichkeiten lässt sich aber am besten mit einem QuickTime-Autorenprogramm wie LiveStage Pro ausschöpfen. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die verschiedenen Track-Typen.

### Text-Track

Neben der Anzeige von einfachem Text in einem QuickTime Movie bietet der Text-Track einige weitere interessante Möglichkeiten. Eine besondere Form des Text-Tracks ist der HREF-Track, der bewirkt, dass zu definierten Zeiten entlang der Zeitachse des Films

HTML-Seiten aufgerufen und in einem bestimmten Frame einer Web-Seite wiedergegeben werden. Damit lassen sich beispielsweise Movie-gesteuerte HTML-Präsentationen realisieren, das heisst, der Betrachter sieht in einem Frame der Web-Seite einen Film des Vortragenden und daneben die Folienpräsentation, zeitlich so abgestimmt wie im Originalvortrag.

Eine weitere Form des Text-Tracks ist der Chapter-Track. Damit lassen sich längere Filme entlang der Zeitlinie in Kapitel unterteilen, welche dann im QuickTime Player gezielt angewählt werden können.

Text kann zudem animiert und gestreamt werden. So sind zum Beispiel Börsen-Ticker oder laufende Untertitel sehr einfach zu implementieren.

### Flash-Track

Seit Version 4 von QuickTime lassen sich Flash-Vektoranimationen (im Flash-3-Format) im QuickTime Player öffnen. Damit stehen sie für sämtliche Track-Manipulationen zur Verfügung, wie beispielsweise skaliertes Einfügen und Grafikmodus-Optionen. Umgekehrt kann Flash 4 QuickTime Movies importieren und darstellen. In Flash können dann interaktive Animationen und grafische Steuerelemente über den Film gelegt werden. Exportiert man dieses Flash Movie dann wieder in das QuickTime-Format, erhält man beispielsweise QuickTime-Filme mit grafisch gestalteten On-Screen-Bedienungselementen.

### Sprite-Track

Sprite-Animationen unterscheiden sich von Frame-basierten Animationen dadurch, dass die Animation nicht durch Abspielen von aneinander gereihten Einzelbildern, sondern durch Veränderung von Objektparametern erzeugt werden. Mit Sprite-Animationen lassen sich aufwendige interaktive QuickTime-Filme entwickeln, die jedoch die Authoring-Möglichkeiten des QuickTime-Players Pro bei weitem übersteigen. Dazu werden spezielle Sprite-Animationstools oder QuickTime-Autorenprogramme wie LiveStage Pro [12], Electrifier Pro (Electrifier [15]) oder iShell (Tribeworks [16]) benötigt.

### Hint-Track

Ein Hint-Track enthält alle notwendigen Informationen zum Streamen eines QuickTime-Movies. Ist ein Film bereits ausreichend komprimiert, aber noch nicht für Streaming aufbereitet, so genügt es, dieses mit einem Hint-Track zu ergänzen, das heisst, der Film muss nicht nochmals

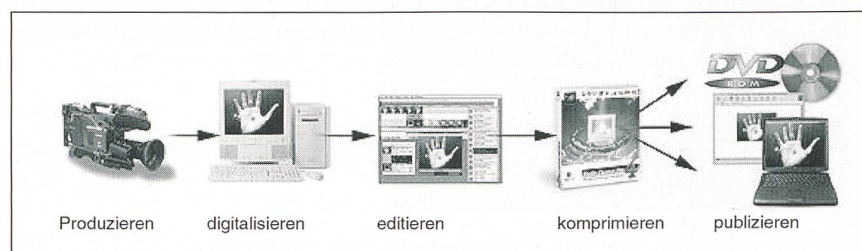


Bild 2 Produktionsschritte für Desktop-Video und Video-Streaming



komprimiert werden, um Streaming-fähig zu werden.

Nicht alle der in QuickTime verfügbaren Tracks sind jedoch für das Streaming geeignet. In der aktuellen Version von QuickTime lassen sich Video-, Audio-, Midi- und Text-Tracks streamen.

Zu ergänzen wäre noch, dass QuickTime ab Version 4.1 auch SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) darstellen kann. Da SMIL ein HTML-ähnliches Textformat ist, kann es auf einem Webserver dynamisch erzeugt werden. So können beispielsweise speziell auf den Anwender zugeschnittene SMIL-Präsentationen mit Video, Audio, Bildern, Text etc. angeboten werden.

## Wie funktioniert Video-Streaming?

In QuickTime wird der Begriff Streaming für zwei Videoübertragungsarten verwendet.

### HTTP-Streaming

Dieser Vorgang wird in QuickTime auch als «Fast Start» oder «Progressive Download» bezeichnet und ist kein echtes Streaming. Das Video wird als Datei heruntergeladen, kann aber bereits während des Herunterladens angeschaut werden. Allerdings nur so weit, wie die Daten beim Empfänger lokal bereits vorhanden sind.

#### Vorteile

Der Film wird unabhängig von der Netzwerkgeschwindigkeit verlustfrei übertragen, sämtliche Track-Typen können verwendet werden, und es wird keine spezielle Streaming-Serversoftware benötigt (Webserver genügt).

#### Nachteile

HTTP-Streaming eignet sich nur für kurze Filme (bis rund 90 s), Live-Streaming ist nicht möglich, der Film lässt sich nicht vorspulen, und es wird immer eine Kopie des Films auf der Festplatte abgelegt. Dies kann auch aus Copyright-Gründen nicht erwünscht sein.

### RTSP-Streaming

Damit ist das eigentliche Video-Streaming gemeint. RTSP (Realtime Streaming Protocol) erlaubt eine Kommunikation zwischen Video-Player und Streaming-Server in beiden Richtungen, vergleichbar mit einem Videorecorder, der mit einer Fernbedienung bedient wird. Dadurch wird es beispielsweise möglich, den Film an einer beliebigen Stelle abzuspielen. RTSP-Streaming eignet sich besonders für lange Filme, die

On-Demand oder live übertragen werden sollen. Übertragen werden die Videodaten in Echtzeit mit Hilfe von RTP (Realtime Protocol).

#### Vorteile

RTSP-Streaming erlaubt Live-Streaming, Filme können eine beliebige Länge haben, es werden keine Daten lokal abgelegt, und es wird nie mehr als die festgelegte Datenrate benötigt.

#### Nachteile

Je nach Qualität der Netzwerkverbindung können Videodaten verloren gehen, die Videodatenrate darf die maximale Geschwindigkeit des Netzwerkzugangs beim Anwender nicht übersteigen, es ist eine spezielle Streaming-Serversoftware erforderlich, und es werden nicht alle Track-Typen wiedergegeben.

Der QuickTime-Streaming-Server ist ein Bestandteil der MacOS-X-Serversoftware [17]. Apple hat ausserdem den Quellcode des Streaming-Servers unter dem Namen Darwin als Open-Source-Projekt freigegeben. Der kostenlose Darwin-Streaming-Server läuft mittlerweile auch unter Windows NT/2000, Linux, Solaris und FreeBSD.

## Wie wird Video-Streaming hergestellt?

Die Produktion von Video-Streaming durchläuft eine Reihe von Arbeitsschritten (Bild 2).

### Produzieren

Video-Rohmaterial wird entweder selbst produziert, oder es kann auf bereits bestehendes Material zurückgegriffen werden. Für eigene Filmaufnahmen empfiehlt sich die Verwendung einer digitalen Videokamera (z.B. MiniDV). Filmen ist zweifellos eine Kunst für sich. Wenn man aber ein paar einfache Dinge, wie gute, gleichmässige Ausleuchtung, ruhige Kameraführung und möglichst neutralen, eher dunklen Hintergrund beachtet, so gelingt auch Nichtprofis eine gute Aufnahme. Bestehendes Videomaterial liegt meist in analoger Form vor, zum Beispiel als VHS-, S-VHS- oder Hi8-Videokassette. In jedem Fall empfiehlt es sich, mit qualitativ möglichst hochwertigem Videomaterial zu beginnen, da die Qualität einer Videoaufnahme im Verlauf des Bearbeitungsprozesses grundsätzlich abnimmt.

### Digitalisieren

Um ein Video am Computer bearbeiten zu können, muss es in digitaler Form auf der Festplatte abgelegt sein. Der Vor-

gang des Einlesens und Digitalisierens von Videoclips wird auch als Video Capture bezeichnet. Man benötigt dazu eine Video-Capture-Hardware-Erweiterungskarte und eine Capture-fähige Videoeditor-Software. MiniDV-Aufnahmen werden vorzugsweise über eine Firewire-Schnittstelle (entspricht IEEE 1394 oder iLink von Sony) eingelesen, analoge Videoquellen über eine Composite- oder besser über eine S-Video-Schnittstelle.

Die Datenmengen, die dabei auf der Festplatte abgelegt werden, sind enorm. Dies gilt besonders für die Digitalisierung von analogen Videoquellen. Eine Sekunde digitalisiertes Analogvideo mit PAL-Vollbild benötigt etwa 30 MByte Speicherplatz. Derartige Transferraten erfordern grosse und schnelle Festplatten, vorzugsweise mit einer leistungsfähigen SCSI-Schnittstelle. Das Einlesen von MiniDV-Videosequenzen ist weniger kritisch, da die Videodaten bereits in der Kamera komprimiert auf die Videokassette aufgezeichnet werden. Die Datenrate beträgt lediglich 3,6 MByte/s, was auch eine schnelle Festplatte mit IDE-Schnittstelle aufnehmen kann.

### Editieren

Editieren, auch Videoschnitt genannt, bezeichnet den Bearbeitungsprozess von rohen Videoclips zum fertigen Film. Mit Hilfe einer Videoeditor-Software, wie Adobe Premiere oder Final Cut Pro von Apple, werden die digitalisierten Videoclips getrimmt, das heisst auf die richtige Länge zurechtgeschnitten und entlang einer Zeitlinie aneinander gefügt. Dann können Überblend- und andere Filmeffekte, Titel, Animationen und Audiospuren eingefügt werden. Ist der Film fertig editiert, folgt das Rendering. Dabei werden alle Effekte, Titel etc. berechnet, was einige Zeit in Anspruch nehmen kann. Teure, professionelle Videoschnittsysteme enthalten entsprechende Beschleunigungshardware, wodurch das Rendering erheblich verkürzt wird oder sogar in Echtzeit durchgeführt werden kann.

Videos, die später gestreamt werden sollen, sollten nicht mit Effekten und Titeln versehen werden. Titel kann man nach starker Kompression kaum mehr lesen. Hierfür sollte man Text-Tracks verwenden. Effekte können einen starken Anstieg der Datenrate bewirken.

### Komprimieren

Beim Komprimieren wird die Videodatei auf eine dem Zielmedium angepasste Dateigrösse reduziert. Um beispielsweise eine Stunde Video als Streaming-Video für 56 kBit/s Modemgeschwindigkeit (56-k-Modem) anbieten zu



können, muss die originale digitalisierte PAL-Filmdatei von 13 GB (bereits ca. um Faktor 10 vorkomprimiert) auf etwa 20 MB reduziert werden, was einem Kompressionsfaktor von etwa 650 (bzw. etwa 6000) entspricht. Bei solch hohen Kompressionsraten nimmt natürlich die Qualität des Videos deutlich ab, obwohl es dennoch erstaunlich ist, was moderne Kompressionsalgorithmen leisten. Für eine Videoübertragung in subjektiver TV-Qualität wären mindestens 1,5 MByte/s nötig, aber auch bei Übertragungsgeschwindigkeiten von nur 5 kByte/s (für 56-k-Modem) kann immer noch Video in akzeptabler Qualität gestreamt werden. Der leistungsfähigste Videokompressor unter QuickTime ist der Sorenson-Codec. Die wichtigsten QuickTime-Audiokompressoren sind der QDesign-Music2-Codec für Musik und der Qualcomm-PureVoice-Codec für Sprache. Man darf gespannt sein auf die kommende Version 5 von QuickTime, die das weit verbreitete und qualitativ hochwertige MPEG-2-Format kodieren und dekodieren kann.

Die Kompression von Videodaten ist je nach verwendetem Codec sehr zeitaufwendig – die Kompression einer Minute Video dauert mit dem Sorenson-Codec etwa acht Minuten. Die Dekompression ist in Echtzeit möglich. Solche Codecs werden deshalb als asymmetrisch bezeichnet. Hilfreich ist das Kompressionstool Media Cleaner Pro [10], da es Batch-Kompressionen erlaubt, das heisst, mehrere Filme können über Nacht mit individuell verschiedenen Einstellungen komprimiert werden. Mit einer zusätzlichen Hardwarekarte kann die Kompression bis zu einem Faktor 10 bis 15 beschleunigt werden.

### Publizieren

QuickTime-Streaming-Videos können entweder live oder on-demand publiziert werden. Bei On-Demand-Videos wird jeweils ein Datenstrom vom Streaming-Server an jeden Benutzer geschickt, was als Unicast bezeichnet wird (Bild 3). Greifen beispielsweise 42 Benutzer auf ein Streaming-Video zu, so sendet der Server auch 42 individuelle Streams.

Für die Übertragung von Live-Streaming-Videos gibt es zwei weitere Möglichkeiten: Broadcast und Multicast.

Bei Broadcast wird ein einzelner Videostrom innerhalb eines ganzen Netzes an alle Endadressen verteilt, unabhängig davon, ob das Video überhaupt überall angeschaut wird, also ganz ähnlich wie beim Fernsehen. Dies ist sinnvoll für Videoübertragungen innerhalb kleinerer lokaler Netzwerke (LAN). Broadcast ist in der Regel einfach einzurichten, häufig ist

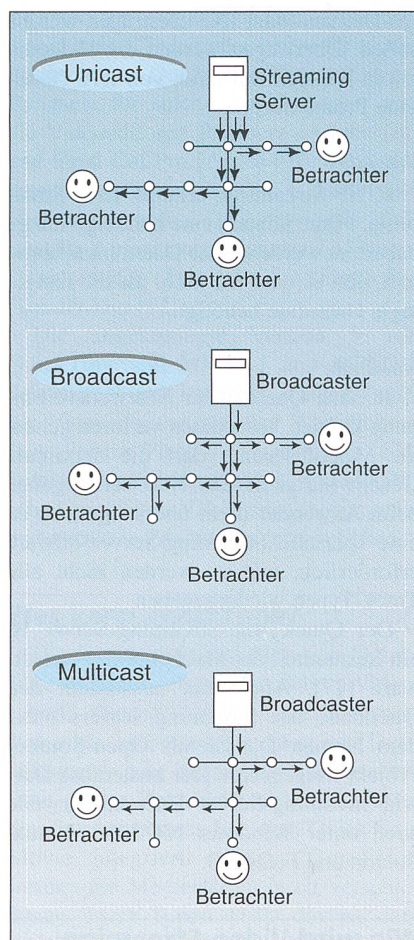


Bild 3 Unicast-, Broadcast- und Multicast-Übertragung von Streaming-Video

in kleineren Netzwerken eine IP-Adresse für Broadcasting reserviert. Broadcasting über das Internet ist nicht möglich und wäre auch nicht sinnvoll.

Bei Live-Streaming mittels Multicast wird ebenfalls nur ein Videostrom gesendet, allerdings nur dorthin, wo sich ein Betrachter das Video auch wirklich anschauen möchte. Nur kleine Teile des Internets sind heutzutage Multicast-fähig. Die Hochschulnetze spielen hier eine Vorreiterrolle.

In der Praxis werden deshalb auch bei einer Live-Übertragung hauptsächlich Unicasts verwendet. Multicast-fähige Teilnetze werden zusätzlich mit einem Unicast Stream gespeist, und ein sogenannter Relay-Server sorgt für die Übersetzung auf die jeweilige Multicast-IP-Adresse.

Bei Live-Übertragungen ist die Anzahl gleichzeitiger Zugriffe häufig so gross, dass es zu Netzwerk- und Serverüberlastungen kommt. Datenstaus sind an der Tagesordnung. Dies hat zur Folge, dass das Video ruckelt oder ganz ausfällt.

Die Firma Solutionpark.ch [18] hat in Zusammenarbeit mit SF DRS im vergangenen Jahr die Eigerbesteigung «Eiger

Live!» mit QuickTime übertragen. Der Ansturm war derart gross, dass das Netzwerk des Providers innert kurzer Zeit zusammenbrach. Zur Lösung des Problems wurde nun ein weit verteiltes Servernetzwerk, Motionpark.net, aufgebaut. Das Kernstück des Netzwerks bilden eigens entwickelte Server, sogenannte Motion Balancer, die die Zuschauer bei Überlastung automatisch zum nächstgelegenen Server weiterverbinden.

### Wie wird Video-Streaming eingesetzt?

Das Network for Educational Technology (NET [19]) der ETH Zürich hat die Aufgabe, Dozierende beim Einsatz von neuen Medien im Unterricht zu beraten und zu unterstützen. Mit dem Aufbau des neuen Dienstleistungsangebots Desktop-Video/Video-Streaming reagiert das NET auf die wachsende Nachfrage in diesem Bereich. Als erstes grösseres Pilotprojekt wurden die Online-Proceedings des Lassis-2000-Symposiums [20] als QuickTime-Streaming-Präsentation realisiert. Die gestreamten Videos werden dabei für zwei Übertragungsgeschwindigkeiten zur Verfügung gestellt: eine LAN-Version und eine 56-k-Modem-Version. Da das Bewegtbild der Vortragenden für das Verständnis der jeweiligen Referate nicht essentiell ist, wurde bei der 56-k-Modem-Version der Video-Track durch ein Standbild ersetzt, um die gesamte Bandbreite einem qualitativ hochwertigen Audio-Track zur Verfügung stellen zu können. In der LAN-Version erhält der Betrachter auch den Video-Track in guter Qualität. Das QuickTime-Plug-in wählt dabei entsprechend den QuickTime-Einstellungen beim Betrachter die richtige Version aus.

Ein weiteres wichtiges Video-Streaming-Projekt an der ETH Zürich ist «Creative Chemistry on the Internet» [21] der Arbeitsgruppe von Prof. R. Nesper am Laboratorium für Anorganische Chemie. Ziel des im Aufbau befindlichen Projektes ist es, den Studierenden, begleitend zur Experimentalvorlesung Anorganische Chemie I+II, auf Video aufgezeichnete Experimente über das Web jederzeit abrufbar bereitzustellen. Umgesetzt wurde das Projekt mit Hilfe von RealVideo, JavaScript und Java.

Es ist zu erwarten, dass die Zahl der Lehr- und Fachveranstaltungen, die als Live-Streaming oder Video-on-Demand den Studierenden oder Fachpersonen angeboten werden, in der kommenden Zeit stark zunehmen wird. Es wird angestrebt, dass interessierte Dozierende mit Hilfe einer einfach zu bedienenden Infrastruk-



tur zur Videobearbeitung sowie ergänzenden Ausbildungs- und Beratungsangeboten ihre Videoinhalte für den Unterricht künftig auch selbst herstellen können.

Neben einer bereits bestehenden Zusammenarbeit mit der ICT-Fachstelle [22] der Universität Zürich wird auch eine engere Kooperation mit der Abteilung TV-Uni [23] angestrebt, die im Bereich Unterrichtsfilm bereits über langjährige Erfahrung verfügt.

Erfahrungen zum didaktisch sinnvollen Einsatz von Video-Streaming im Web-unterstützten Unterricht liegen derzeit noch kaum vor. Hier besteht ein grosser Bedarf nach entsprechenden Studien und Forschungsarbeiten.

Das NET ist überzeugt, dass die Komponente Audio/Video den Web-basierten Unterrichtseinheiten den Touch des Lebendigen und Menschlichen zumindest teilweise wieder gibt, der von Kritikern dem asynchronen E-Learning bisher abgesprochen wurde. Und dies ist sicher – neben andern Vorteilen, die das Web je nach Situation und Vorliebe den Lernenden heute bieten mag – für alle Betroffenen ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

\*

Dieser Beitrag beruht auf einem Vortrag, den der Autor auf der Jahrestagung der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften am 28./29.9.2000 in Bern gehalten hat.

## Literatur

- [1] <http://www.real.com> (Stand 31.8.2000)
- [2] <http://www.microsoft.com/windows/windows-media/> (Stand 31.8.2000)
- [3] <http://www.apple.com/quicktime/> (Stand 31.8.2000)
- [4] Karl Dreyer: Auf Sendung. Internet Professionell 1/2000, 54-62.

[5] Steven W. Gulie/Apple Computer, Inc.: QuickTime for the Web. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers 2000.

[6] Judith Stern, Robert Lettieri: QuickTime Pro for Macintosh & Windows. Berkeley: Peachpit Press 1999.

[7] <http://www.apple.com/quicktime/authoring/fileformats.html> (Stand 31.8.2000)

[8] <http://www.adobe.com/products/premiere/main.html> (Stand 31.8.2000)

[9] <http://www.apple.com/finalcutpro/> (Stand 31.8.2000)

[10] <http://www.terran.com/products/CleanerOverview.html> (Stand 31.8.2000)

[11] <http://www.macromedia.com/software/director/> (Stand 31.8.2000)

[12] <http://www.totallyhip.com/> (Stand 31.8.2000)

[13] <http://www.macromedia.com/software/flash/> (Stand 31.8.2000)

[14] Video Track, Sound Track, Music (Midi) Track, Text Track (HREF Track, Chapter Track, etc.), 3D Track, Tween Track, Sprite Track, MPEG Track, Flash Track, Hint Track, Streaming Track

[15] <http://www.electrifierpro.com/> (Stand 31.8.2000)

[16] <http://www.tribeworks.com/> (Stand 31.8.2000)

[17] <http://www.apple.com/macosx/> (Stand 31.8.2000)

[18] <http://www.solutionpark.ch>

[19] <http://www.net.ethz.ch> (Stand 31.8.2000)

[20] <http://www.inf.ethz.ch/latsis2000/> (Stand 31.8.2000)

[21] <http://deix.ethz.ch> (Stand 31.8.2000)

[22] <http://www.unizh.ch/admin/lehre/fachstellen/index.html#ICT> (Stand 31.8.2000)

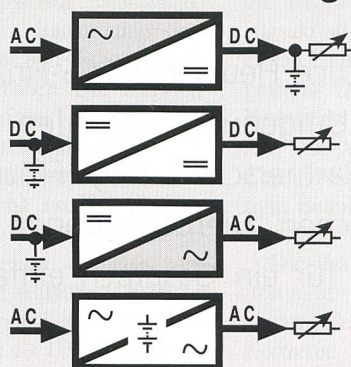
[23] <http://www.tvuni.unizh.ch/> (Stand 31.8.2000)

## La technique du Video-Streaming et son application dans l'enseignement

Le Video-Streaming sur Internet est une technologie relativement jeune qui connaît actuellement un véritable boom. Grâce à des vitesses de transmission sur Internet de plus en plus rapides, il devient de plus en plus intéressant de transmettre des données vidéo en temps réel. Il existe deux variantes de cette technique de transmission appelée Video-Streaming: «Video-on-Demand», où les données stockées peuvent être appelées depuis un serveur (un peu comme avec un magnétoscope), et «Live Streaming», comparable à une émission télévisée en direct. Ces deux possibilités rendent le Video-Streaming intéressant également pour l'enseignement sur le Web à condition qu'il soit utilisé de manière appropriée sur le plan didactique et adaptée aux possibilités techniques. Le QuickTime-Streaming est actuellement utilisé par le Network for Educational Technology (NET) de l'EPF de Zurich étant donné que cette méthode offre de très vastes possibilités d'authoring, le soutien des systèmes d'exploitation courants, une multitude de formats médiatiques ainsi qu'une bonne documentation et qu'il connaît une grande diffusion. De premiers projets de Video-Streaming ont déjà été réalisés et on peut s'attendre que le nombre de manifestations didactiques et techniques proposées aux étudiants et spécialistes «live» ou «on demand» augmente considérablement dans le proche avenir. Il est prévu de permettre aux enseignants intéressés de préparer désormais eux-mêmes leur matériel d'enseignement vidéo au moyen d'un système de traitement d'images d'utilisation simple, complété de programmes de formation et de conseil.

## Ihr Partner für Batterieladetechnik und gesicherte Stromversorgung

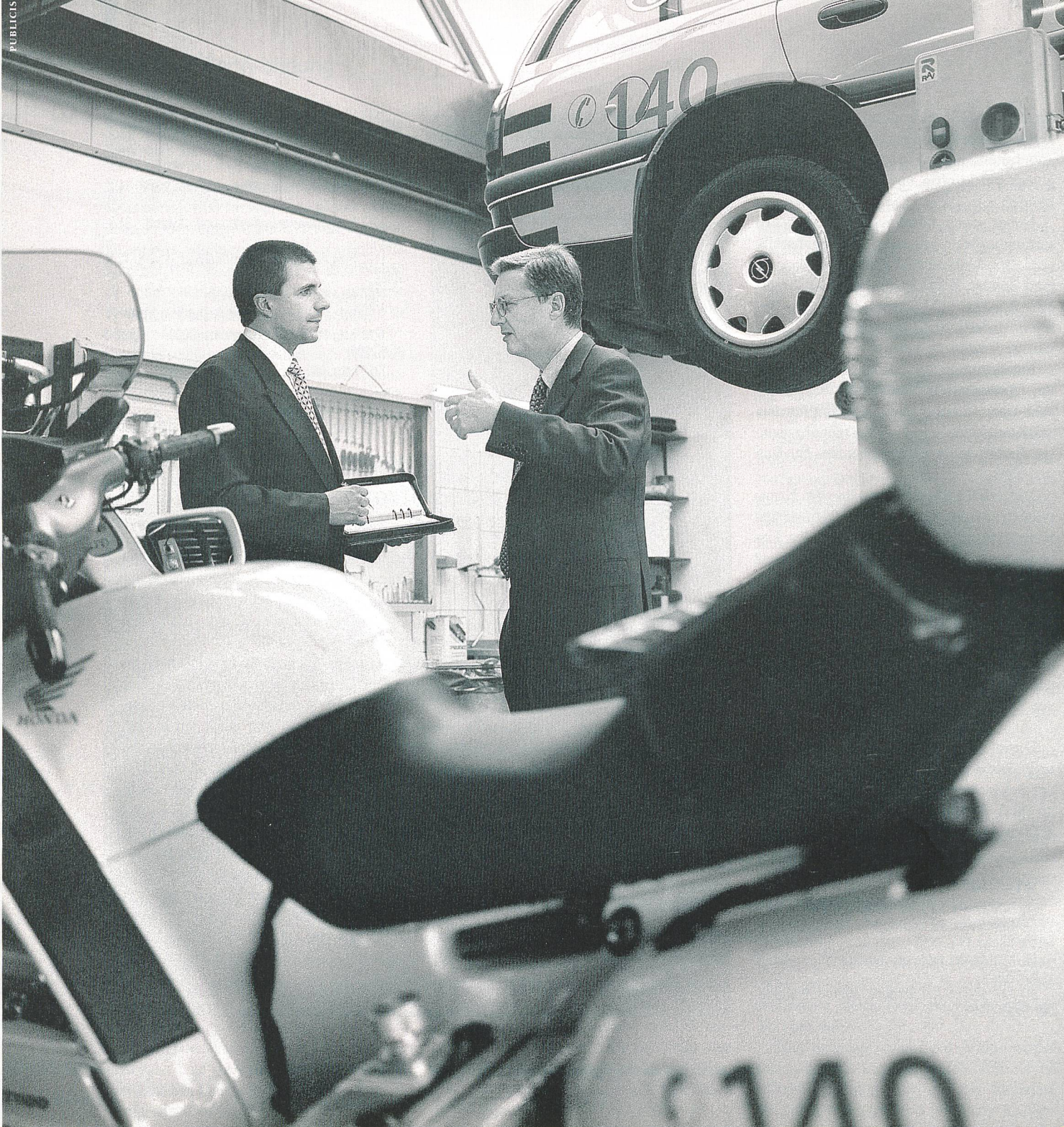
technisch innovativ  
breites Sortiment  
angepasste Lösungen



**BENNING**  
Power Electronics GmbH

Industriestrasse 6, CH-8305 Dietlikon  
Tel. 01 805 75 75, Fax 01 805 75 80  
<http://www.benning.ch>





**Entgegenkommend verstehen wir auch im ganz wörtlichen Sinne.**

Darum erscheint Postfinance-Berater Patrice Fleury bei TCS-Finanzchef Peter Meyer und nicht umgekehrt. Hier, in Meyers vertrauter Umgebung, verlaufen die Gespräche besonders entspannt und konstruktiv. Und die gute Partnerschaft trägt Früchte: Der Touring Club Schweiz arbeitet schon mit diversen elektronischen Dienstleistungen und wickelt mit Postfinance auch Geldmarktgeschäfte ab. Rufen Sie für ein Gespräch einfach an. Telefon 0848 848 848

Globale Zahlungssysteme, Cash-Management, Anlagen.

**Postfinance**

**DIE POST** 