

# Multimedia über Datennetze

## Vorlesung

### Rechnernetze und Internet – Ausgewählte Themen

21./28. Juni 2001

SS 2001 – Veranstaltungsnummer 260173

Guido Wessendorf, Michael Kamp

Zentrum für Informationsverarbeitung

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

E-Mail: wessend@uni-muenster.de, kampm@uni-muenster.de



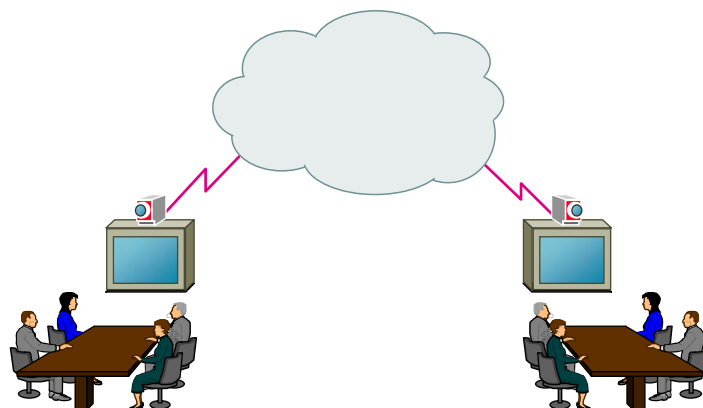
## Themen

- Einführung
- Interaktives Multimedia über Datennetze
  - IP Multicast
  - Mbone
- Konferenz-Protokolle
  - H.323
- Multimedia-Applikationen
- Standards
  - Video (M. Kamp)
- Anwendungs-Beispiele
  - H.323: NetMeeting (Microsoft)
  - IP/TV (Cisco)
- Links

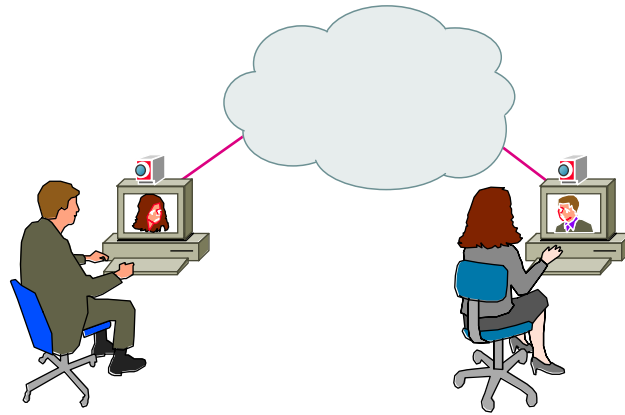


# Einführung

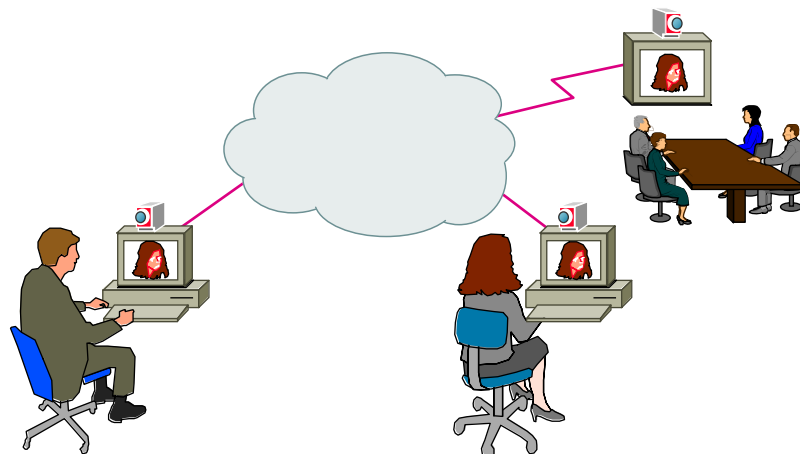
## Konferenz – Raum zu Raum



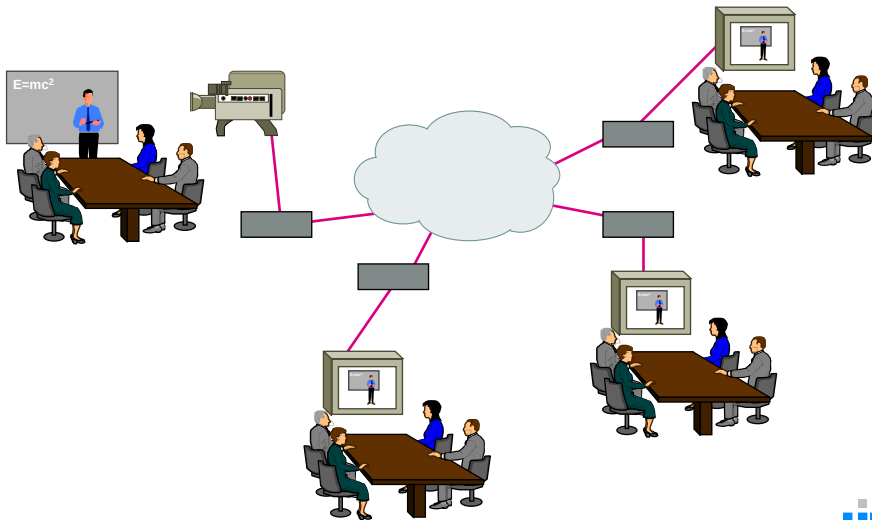
## Konferenz – über Arbeitsplatz-PC



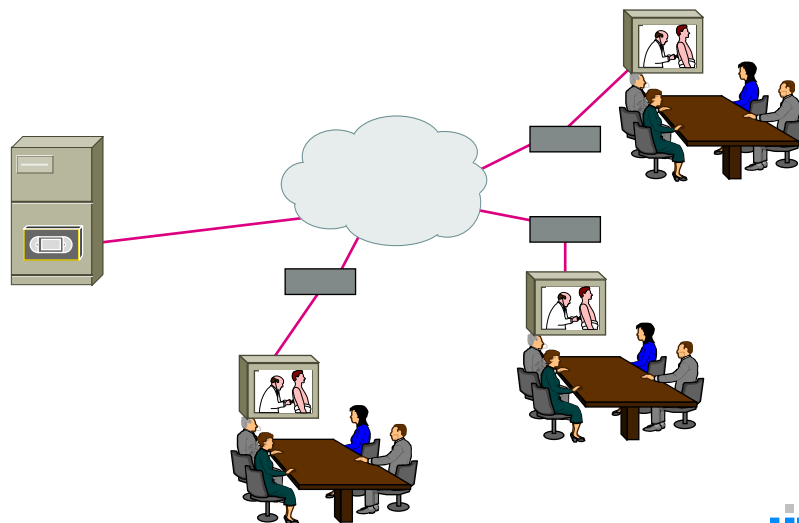
## Konferenz – Multipoint (>2 Teilnehmer)



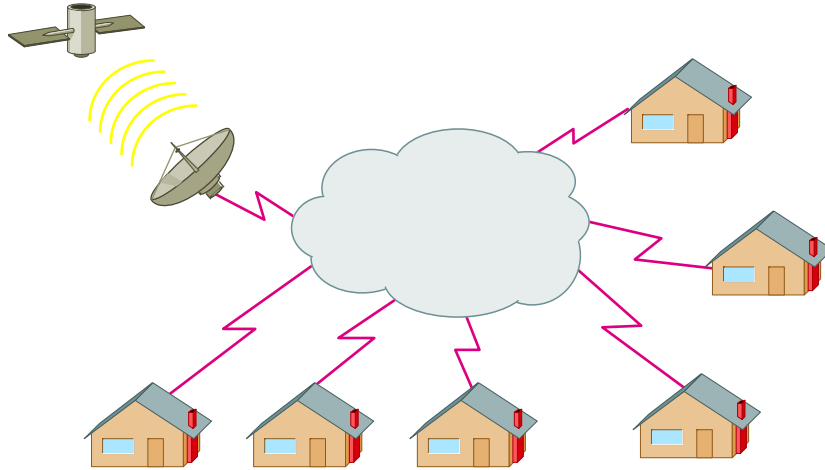
## Broadcast – Live



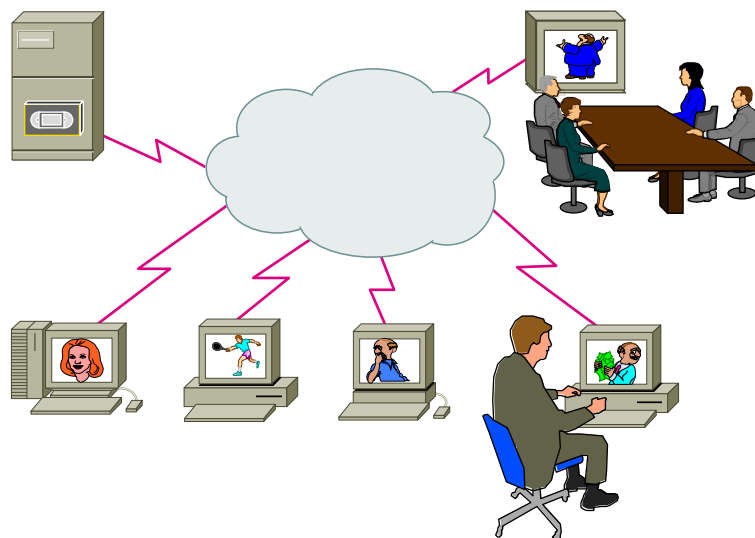
## Broadcast – Wiedergabe vom Archiv



## Broadcast – Video-Verteilung



## Video on Demand (VoD)



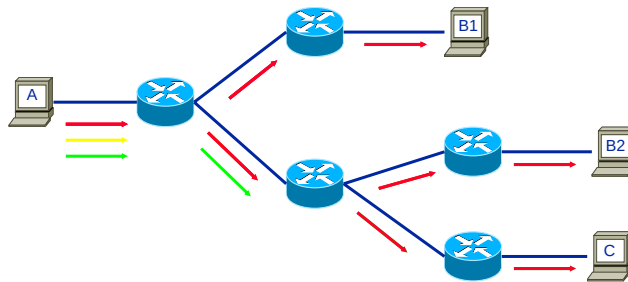
## Anwendungs-Beispiele

Training  
Video Conferencing  
Video-On-Demand  
Games  
Simulations  
Multicast File Transfer  
Data and File Replication  
Software Distribution  
Live TV and Radio Broadcast  
to the Desktop  
Resource Discovery  
Real-Time Data Delivery-Financial  
Stock Quote and News Ticker  
Corporate Broadcasts  
Whiteboard/Collaboration

## Interaktives Multimedia über Datennetze

## IP Adress-Typen

- 3 IP-Adress-Typen
  - Unicast (One-to-One)
  - Broadcast (One-to-All)
  - Multicast (One-to-Many)
- Gruppenkommunikation
- IP-Multicast wird (ist?) Schlüsseltechnologie im Internet !



## IP Multicast-Adressen

- Multicast-IP-Paket nur durch Ziel-Adresse im Header erkennbar
- IP Multicast-Adresse = Gruppenadresse
- Class-D Adressen:

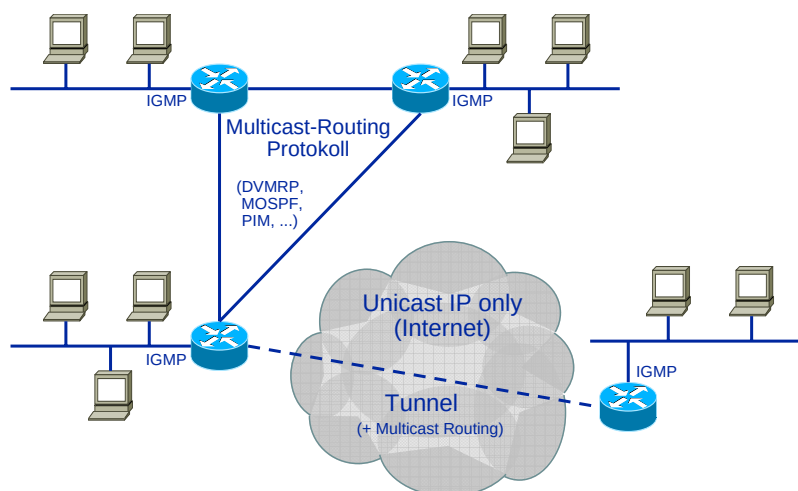


– 224.0.0.0 - 239.255.255.255 = 224.0.0.0/4

## IP Gruppen-Adressen

- reservierte Adressen (IANA)
  - 224.0.0.0 - 224.0.0.255
    - » Beispiele
      - 224.0.0.1: alle Multicast-Systeme
      - 224.0.0.2: alle Router
      - 224.0.0.12: alle DHCP-Server/Relays
- limitierter Gültigkeitsbereich (Scope)
  - 239.0.0.0 - 239.255.255.255
    - » Beispiele
      - 239.192.0.0/14: Organization-Local-Scope
      - 239.255.0.0/16: Site-Local-Scope

## IP Multicast Service-Modell



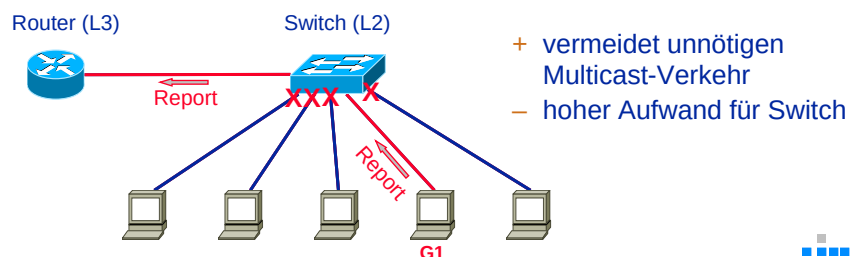


## IGMP

- Internet Group Management Protocoll
  - IGMPv1 (RFC 1112)
  - IGMPv2 (weitestgehend verbreitet)
  - IGMPv3 (noch Draft ...)
- Hosts berichten jeweiligem Router über eigene Gruppenmitgliedschaft(en)
- Router sammeln Daten über Gruppenmitgliedschaften von direkt angebundenen Hosts

## IGMP Snooping

- Level-2 Switches (Bridges) leiten IP-Multicast (Level 3) auf *allen* Interfacen weiter, da Pakete über Ethernet-Broadcast transportiert werden
- IGMP Snooping: L2-Switch untersucht IGMP-Pakete (Membership Reports und Leave Messages) und ordnet Gruppenmitgliedschaften den jeweiligen Switch-Ports zu



## IP Multicast – Historie

- grundlegende Arbeiten u.a. von Steve Deering Ende der 80er Jahre
- 1992
  - erste IETF-Experimente zur multimedialen Übertragung der IETF-Meetings
  - start des **Mbone** als virtuelles Multicast-Overlaynetz auf dem bestehenden Internet
  - etwa 40 Subnetze in 4 Ländern
- 1997
  - ca. 5000 (Sub-)Netze weltweit verteilt im Internet



Abbildung: <http://www.rvs.uni-hannover.de/mbone/config/germany.html>

## Mbone-DE

DFN Multicast

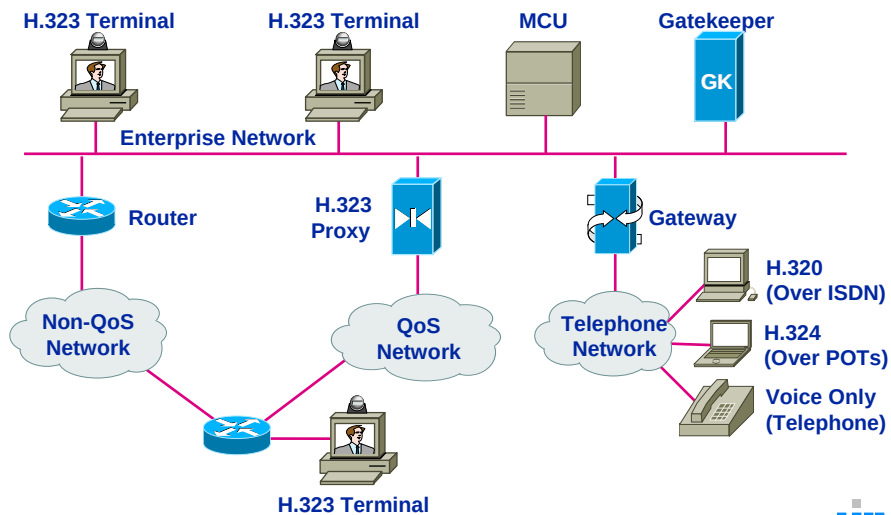
- Standard Service im deutschen Wissenschaftsnetz
- natives IP Multicast im Backbone (G-WiN) und bis zum Kundenrouter
- Protokolle
  - intern
    - » OSPF (Open Shortest Path First)
    - » PIM sparse-dense mode
    - » auto-RP
  - extern
    - » MBGP (Multicast BGP)
    - » PIM-SM
    - » MSDP (Multicast Source Discovery Protocol)
- ≈ 76 Teilnehmer

# Konferenz-Protokolle

## Multimedia-Telekonferenz-Protokolle

- H.323
  - ITU-Standard (ITU=International Telecommunications Union)
  - LAN(IP)-Konferenzen
- H.320
  - ITU-Standard
  - ISDN-Konferenzen
- H.324
  - ITU-Standard
  - Konferenzen über analoge Telefon-Netze
- SIP (Session Initiation Protocol)
  - IETF Proposed Standard, RFC 2543
  - wie H.323, weniger komplex
  - weitere RFCs: SDP und SAP
- RTSP (Real-Time Streaming Protocol)
  - IETF Proposed Standard, RFC 2362
  - Audio/Video on Demand

## H.323-Infrastruktur



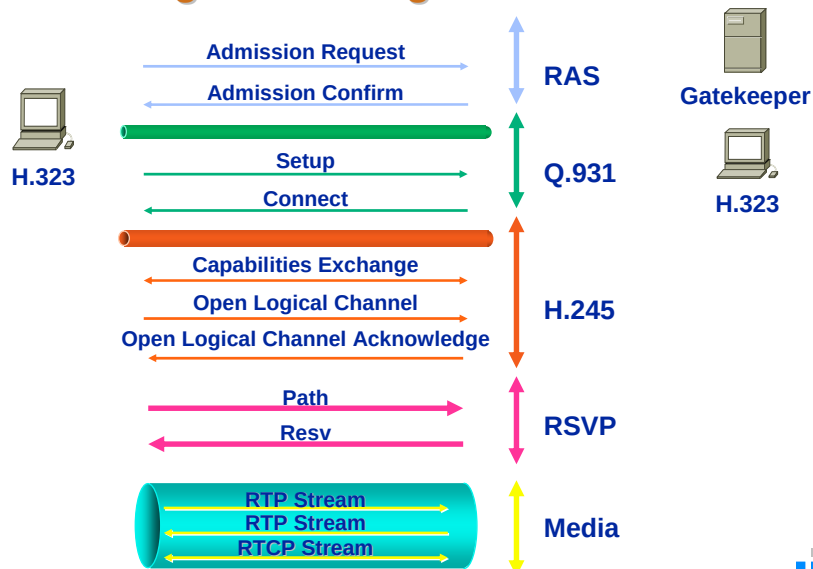
## H.323-Komponenten

- Terminals
  - PCs oder sonstige Endgeräte mit H.323- und Multimedia-Applikationen
- Gateways
  - für Interoperabilität mit anderen Video-/Audio-Standards (z.B. H.320: ISDN, H.324: analoge Telefonnetze)
  - wenn nötig auch Audio-/Video-Format-Konvertierungen
- Gatekeepers
  - zentrale Steuerkomponenten:
    - » Call-by-Call-AAA (AAA = Adressierung, Authorisierung und Authentifizierung)
    - » Bandbreiten-Management, Gebührenerfassung, Abrechnung, Call-Routing, ...
- Multipoint Control Units (MCUs)
  - unterstützen Konferenzen von  $\geq 3$  Teilnehmern
  - Management von Ressourcen, Koordination von Codecs, ...
  - mischen und schalten Audio-, Video- und Daten-Strömen

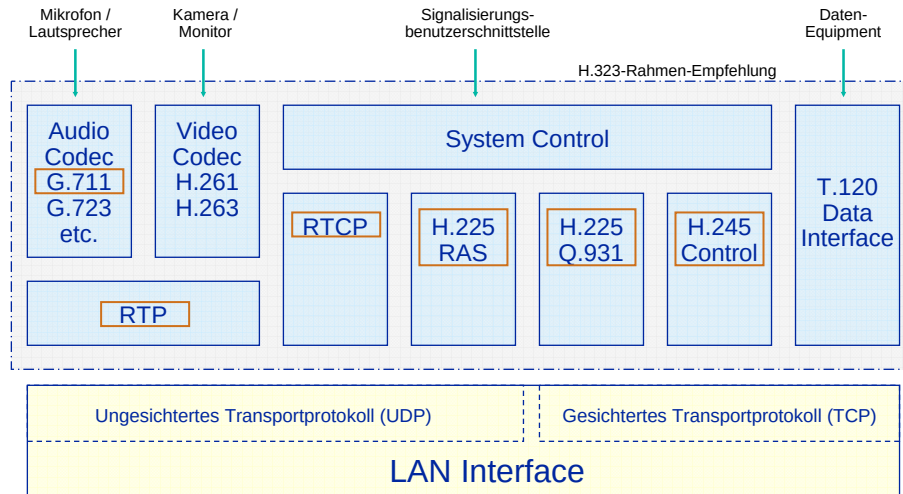
## H.323 Sub-Protokolle

- RAS
  - „Registration, Admission, Status“ (via H.225)
  - für Gatekeeper-Zugriff
  - UDP-basiertes Client-Server-Protokoll
- Q.931
  - für Ruf-Signalisierung (via H.225)
  - TCP-basierte Variante der ISDN-Ruf-Signalisierung
- H.245
  - Session Control Protocol
  - Parameter-Austausch und Konferenz-Kontrolle
  - TCP-basiert
- RTP
  - Real-time Transport Protokoll, RFC 1889
  - UDP + RTP = Transport-Schicht
  - RTCP: Real-time Transport Control Protocol
  - z.B. Loss-Feedback, Jitter-Korrekturen, Synchronisationen

## H.323 Signalisierung



## H.323 Protokoll-Übersicht



  = Anforderung für „minimale“ H.323 Implementierung

Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

27



## QoS-Betrachtungen

- Bandbreite
- Delay
  - Summe der Verzögerungen im Übertragungsweg
- Jitter
  - Varianz vom Delay
- Paket-Verluste
- Quality of Service (QoS)-Steuerungen
  - Resource ReserVation Protocol (RSVP), RFC 2205
  - Paket-Priorisierungen ...

Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

28



## Nutzung von IP-Multicast in H.323

- H.323-Standard-Spezifikation beschreibt mögliche Nutzung vom IP-Multicast im „Decentralized Mode“ (d.h. ohne MCU)
  - jeder Teilnehmer multicasted seine Audio-/Video-Daten zu allen anderen Teilnehmern
- nur sehr wenige Implementierungen

## Multimedia-Applikationen

## Applikations-Arten und -Beispiele (unvollständig!!)

- Mbone-Tools
  - S.U.
- Konferenz-Software
  - z.B. H.323, s.u.
- Streaming-Software
  - Live-Broadcasts, Video-on-Demand (VoD)
  - Beispiele:
    - » Apple: QuickTime
    - » Cisco IP/TV
    - » FVC.COM
    - » Microsoft: Windows Media
    - » PictureTel: CastIT
    - » RealNetworks: RealSystem
- Push-Applikationen
  - Webcasting, Abbonieren von Web-Inhalten („Channels“)
  - Adero: Content-Delivery
  - Microsoft: Active Desktop
  - WebCanal

## Frei verfügbare Mbone-Software (unvollständig!!)

- weit verbreitet und angewendet
- für viele Betriebssysteme verfügbar
- Mbone-Tools, u.a.
  - sdr - Session Directory
  - vat - Audio (rat, fphone)
  - vic - Video
  - wb - Whiteboard (wbd)
  - nt - Text (nte)
  - MVoD - Conference Recording



## sdr – Session Directory

The screenshot displays the sdr (Session Directory) application. The main window, titled 'sdr:wessend@gucky', shows a list of public sessions. Overlaid windows provide details for a selected session, 'NASA - Space Shuttle STS-89'. The 'Sdr: Quick Call' window shows session details like 'Session Name: Hallo!', 'Expected Duration: 5 mins', and 'Media: audio'. The 'Sdr: Session Information' window shows the session description, 'Coverage of the first Space Shuttle mission of 1998...', and a calendar view for February 1998. The 'Sdr: Create New Session' window shows session creation options like 'Session Name: Seminar: IP Version 6' and 'Description: Ganztages-Seminar vom JOIN-Projekt-Team (DFN-Projekt 'IP Version 6 im WAN') an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster über das IP Next Generation Protokoll IPv6.'.

Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

33

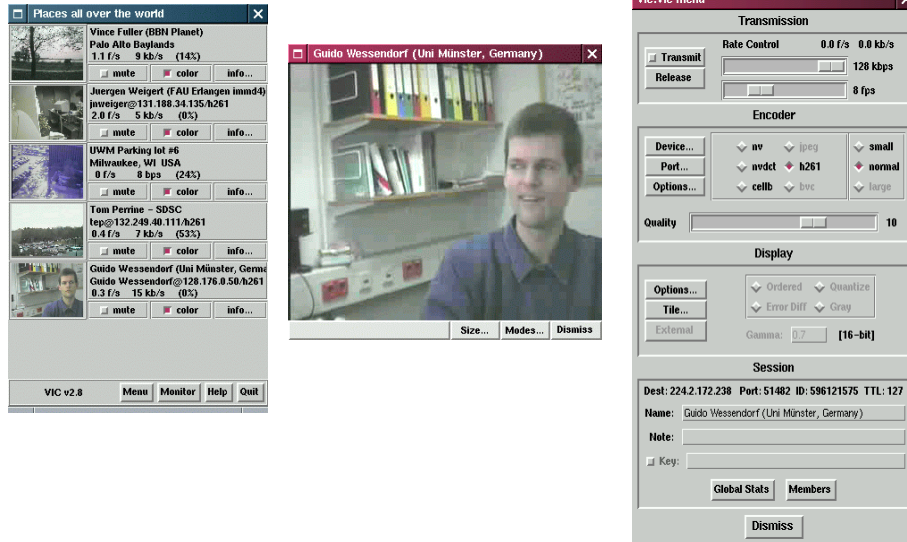
## vat – Visual Audio Tool

The screenshot displays the vat (Visual Audio Tool) application. The main window, titled 'FAU - TV', shows a list of audio sources. Overlaid windows show audio settings. The 'Audio Tests' window shows settings for 'Audio Tests' and 'Priority'. The 'Output Mode' window shows settings for 'Output Mode' and 'Network'. The 'Network' window shows settings for 'Network' and 'Dest: 224.2.139.43 Port: 3456 TTL: 47'.

Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

34

## vic – Video Conferencing Tool

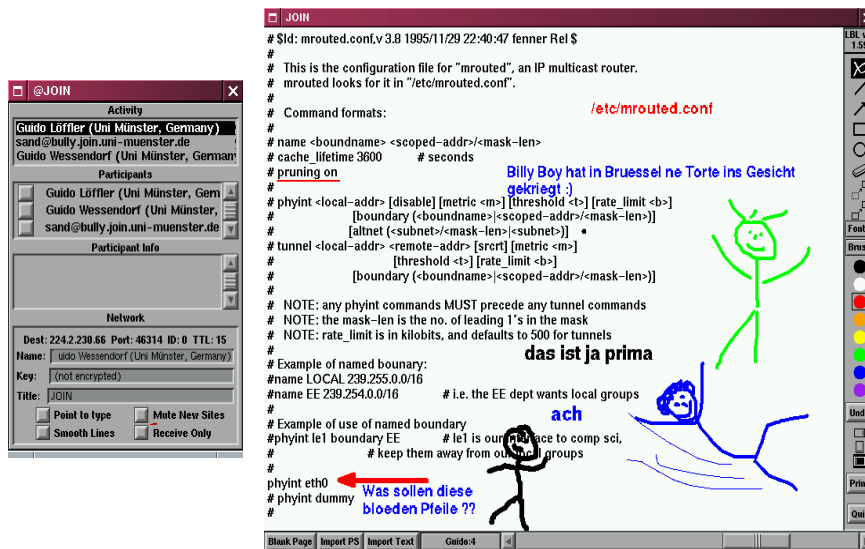


Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

35

DEPT FÜR FOR-  
SCHUNG UND  
ENTWICKLUNG  
VERKEHRS-  
TECHNIK

## wb – Shared Whiteboard

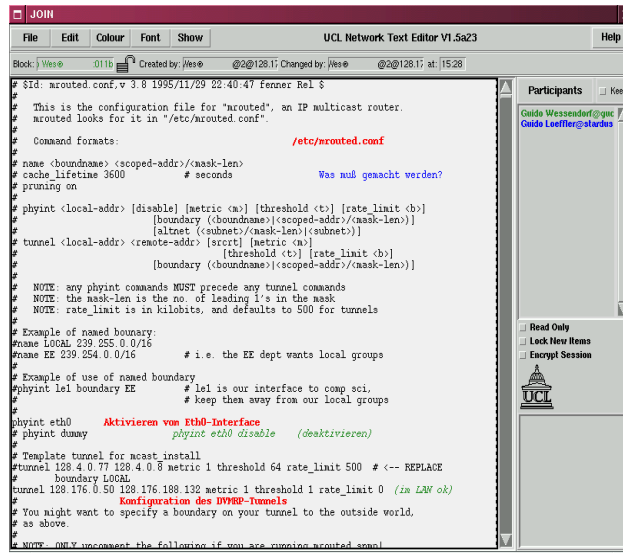


Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

36

DEPT FÜR FOR-  
SCHUNG UND  
ENTWICKLUNG  
VERKEHRS-  
TECHNIK

## nt(e) – Network Text Editor

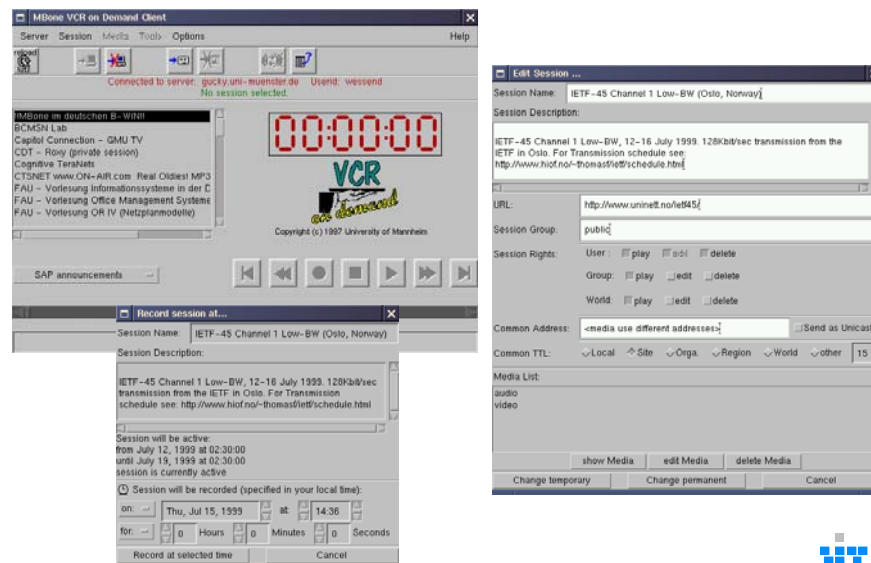


Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

37



## MVoD – Conference Recording



Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

38



## H.323-Software (unvollständig!!)

- CUseeMe: CUseeME Pro
- Intel: ProShare products
- Microsoft: NetMeeting
- Netscape: Conference
- OpenH323 Project (Linux, Windows)
- PictureTel: LiveLAN
- VCON
- VTEL

## Videokompression

Video-Standards und  
Kompressionstechniken

## Anforderung

PAL-Fernsehbild:

- 720 Pixel pro Zeile
- 576 Zeilen
- 25 Vollbilder pro Sekunde (50 Halbbilder)
- Helligkeit und Farbe (16 Bit pro Pixel)

⇒ **Datenrate von 160 Mbit/s**

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Pixel} & & & & \text{Bit} & & \\ 720 & \text{-----} & * & 576 \text{ Zeilen} & * & 25 \text{ Hz} & * & 16 & \text{-----} & = & 165.888.000 \text{ Bit/s} \\ \text{Zeile} & & & & \text{Pixel} & & & & & & \end{array}$$

## Standards

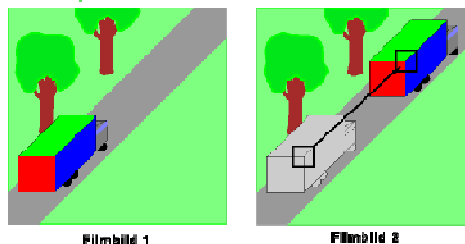
|                | Kompression | Bandbreite<br>(Bit/sec) | Max.<br>Bildgröße |
|----------------|-------------|-------------------------|-------------------|
| Motion<br>JPEG | 7-27:1      | 10-26 M                 |                   |
| MPEG-1         | 25-100:1    | 1-1.5 M                 | 352 x 288         |
| MPEG-2         | 30-100:1    | 3-15 M                  | 1920 x 1080       |
| H.261          | 24-200:1    | p*64 K                  | 352 x 288         |
| H.263          | 24-200:1    | 64 K – 2 M              | 1408 x 1152       |
| MPEG-4         | 50-1000:1   | <64 K – 4M              |                   |

## Techniken

- Redundanzreduktion
  - Verlustfrei
  - Blockbasierte Bewegungskompensation
- Irrelevanzreduktion
  - Verlustbehaftet
  - Beispiel:
    - Diskrete Cosinus-Transformation DCT
    - Diskrete Wavelet-Transformation DWT (bei MPEG-4)
    - Fraktale Kompression

## Bewegungskompensation

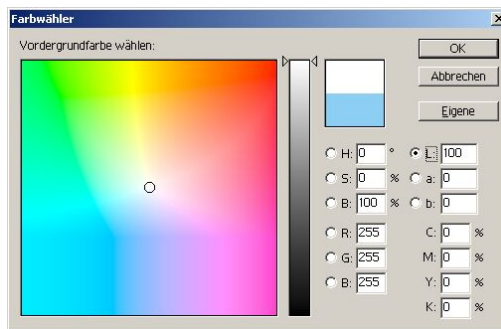
- Aufteilen des Bildes in Blöcke zu 8x8 Pixeln
- „Vorhersage“ eines Bildes durch Referenzen auf ein vorangegangenes Bild
- Übertragung der Differenz und der Verschiebung eines Blockes



## Farbtransformation

- Umrechnen von RGB nach  $Y C_b C_r$  (Luminanz / Chrominanz)

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4187 & -0.0813 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$



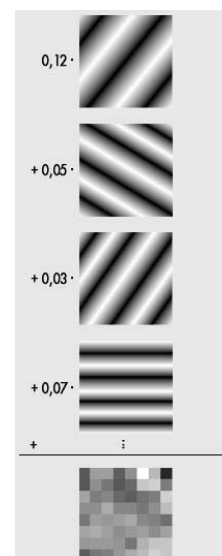
Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

45



## Transformationsbasierte Kompression

- Diskrete Cosinus-Transformation (DCT)
  - Transformation von Orts- in Frequenz-Bereich
  - theoretisch verlustfrei, in der Praxis durch Rundung verlustbehaftet
- Quantisierung (Vernachlässigung hoher Frequenzanteile)
- Lauflängenkodierung  
666553331000000 →  
6352331106

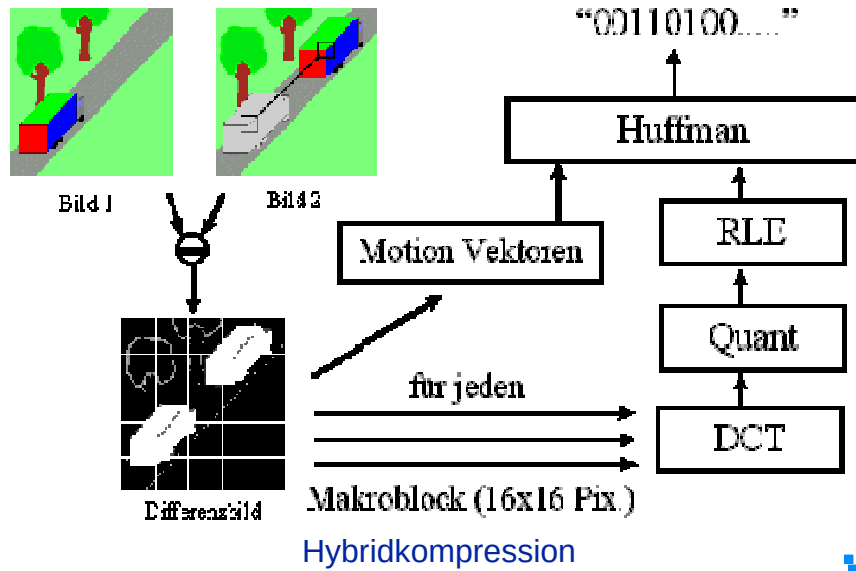


Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

46



## MPEG-Kompression

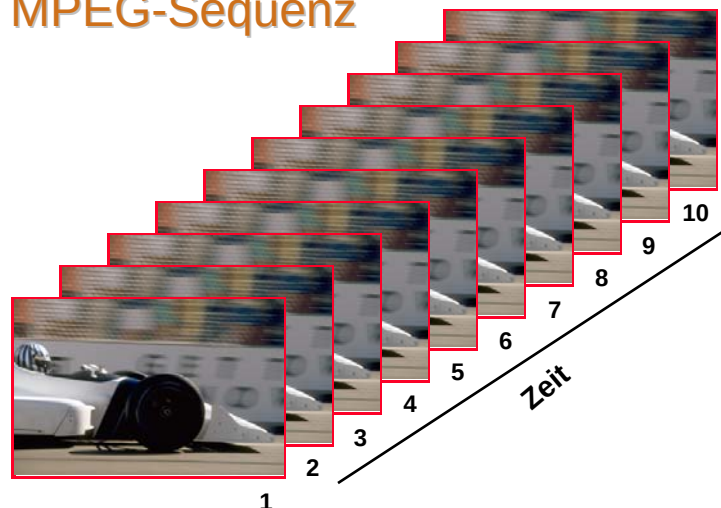


Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

47



## MPEG-Sequenz



Multimedia über Datennetze, 21./28. Juni 2001, Guido Wessendorf, Michael Kamp

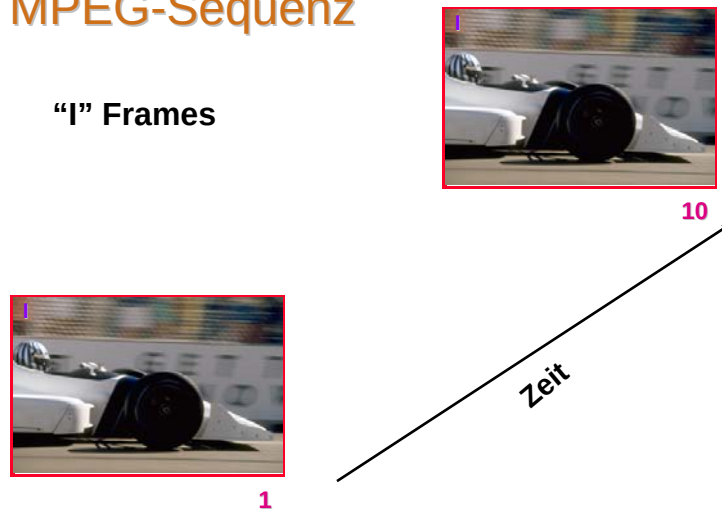
48





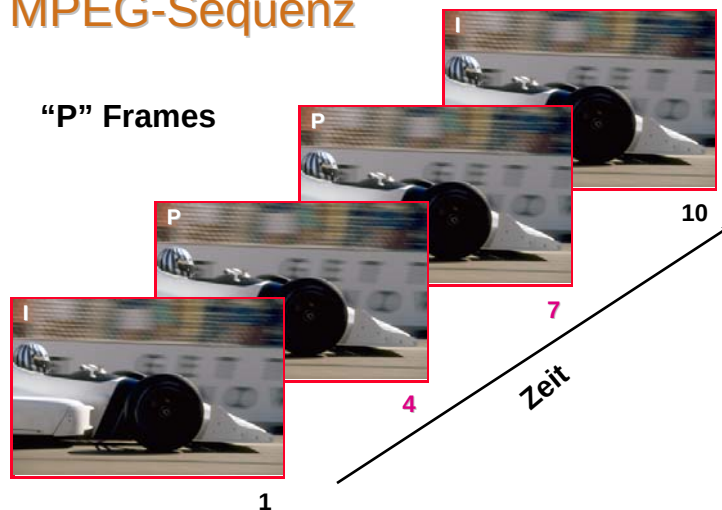
## MPEG-Sequenz

### “I” Frames



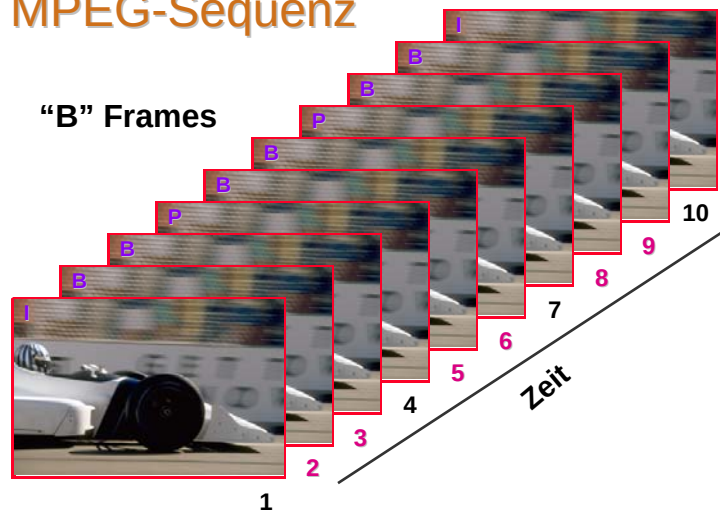
## MPEG-Sequenz

### “P” Frames



## MPEG-Sequenz

“B” Frames



Übertragung in der Reihenfolge 1-4-2-3-7-5-6-10-8-9

## H.323 Beispiel-Anwendung

Vorführung:  
NetMeeting (Microsoft)

# Video/Audio-Streaming Beispiel-Anwendung

Vorführung:  
IP/TV (Cisco)



DEPARTMENT FÜR  
INFORMATIONSYSTEMS  
UNIVERSITÄT TÜBINGEN

## IP/TV's Components

### IP/TV Server

Captures, Stores and  
Transmits Programs  
According to Content  
Manager's  
Instructions.



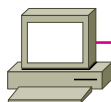
### StreamWatch

Demographics Data  
Video/Audio QoS



### IP/TV Viewer

Presents Program  
Listings to Users and  
then Displays Selected  
Program in Separate  
Viewing Window.



### Content Manager

Content Management  
Content Distribution  
Program Listing  
Video BW Mgmt  
Security



DEPARTMENT FÜR  
INFORMATIONSYSTEMS  
UNIVERSITÄT TÜBINGEN

## Links zu einigen Themen und Software

- Beratungszentrum für Videokonferenzdienste  
(BZVD ist ein DFN-Projekt an der TU-Dresden)
  - <http://bzvd.urz.tu-dresden.de/>
- mbone-de (DFN-NOC)
  - <http://www.mbone.de/>
- UCL: Mbone Conferencing Applications
  - <http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/>
- Microsoft NetMeeting
  - <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/>
- Cisco IP/TV
  - <http://www.cisco.com/warp/public/cc/pd/mxsv/iptv3400/index.shtml>
- OpenH323 Project
  - <http://www.openh323.org/>
- ITU-T Recommendations
  - <http://www.itu.int/publications/itu-t/itutrec.htm>