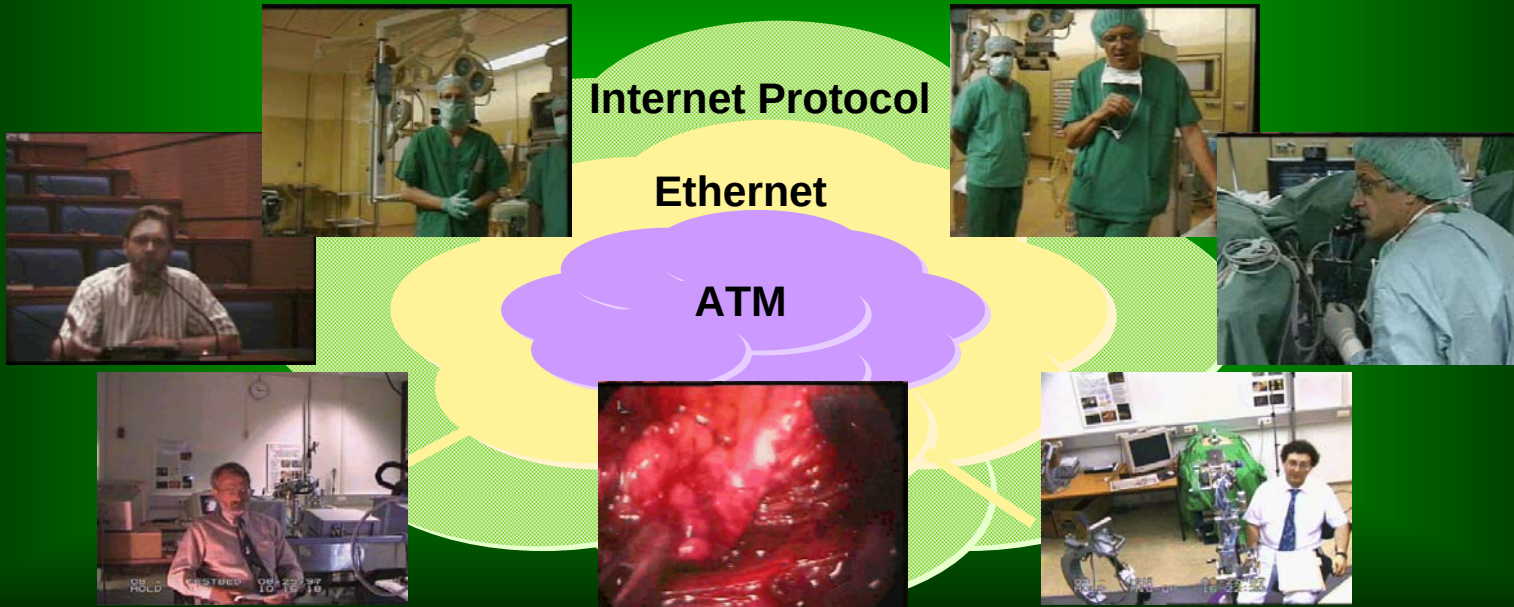


DATAKOM Akademie — Netzwerktage '99: Fortgeschrittene IP-Applikationen im wissenschaftlich-technischen Einsatz



von **Dipl.-Inform. Torsten E. Neck**



Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt

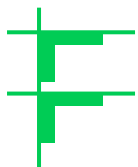
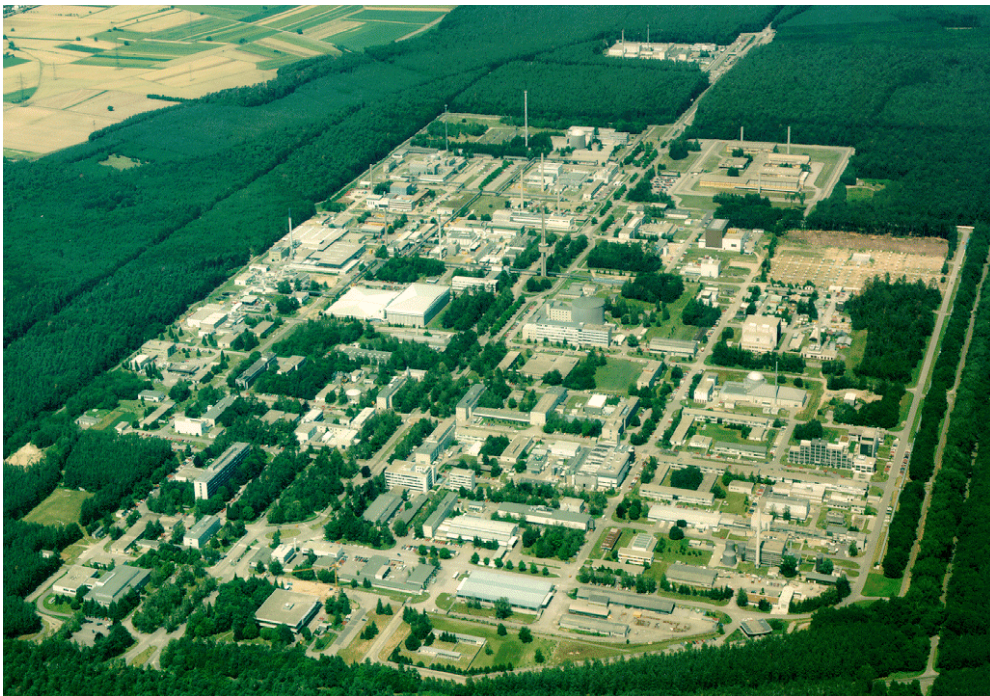
Postfach 3640 ♦ D-76021 KARLSRUHE
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1 ♦ D-76344 Leopoldshafen

Fon: +49 (0)7247 82- 4421
Fax: +49 (0)7247 82- 7421

eMail: Torsten.Neck@ftu.fzk.de
W³: <http://www.iai.fzk.de/~neck>



- ➡ Studium der Mathematik und Informatik an der Universität Karlsruhe (TH);
Schwerpunkte: Telematik (Prof. Krüger) und Informationssysteme (Prof. Lockemann)
- ➡ bis 1998 am Institut für Angewandte Informatik:
Projekte: TESUS (verantwortlich), ARTEMIS, KISMET
Hochperformante Netze für multimediale Anwendungen in der Medizin
- ➡ Seit 1998 am Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt:
Fachleiter "Informations- und Kommunikationstechnologien", Netzwerkmanager



Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Mitglied in der Hermann-von-Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren (HGF)

- ☞ **Gesellschafter:**
90% Bundesrepublik Deutschland
10% Land Baden-Württemberg
- ☞ **Jahresbudget Forschung:**
520 MDM, davon 80 MDM eigene Erträge
- ☞ **Personal:**
3800 Beschäftigte, davon
1200 Wissenschaftler/Ingenieure,
60 Professoren, ≥100 Gastwissenschaftler,
≥ 200 Doktoranden, 380 Azubis
- ☞ **Geschäftsbereich Forschung:**
 - ☞ 16 wissenschaftliche Institute
 - ☞ 4 Projekte
 - ☞ 5 wissenschaftlich-technische Hauptabteilungen
 - ☞ 3 Projektträgerschaften des Bundes
1 Projektträgerschaft d. Landes BW



Forschungszentrum Karlsruhe
Technik und Umwelt

Fortbildungszentrum f. Technik u. Umwelt
Dipl.-Inform. Torsten E. Neck



☞ **Leitung:** Prof. Dr.-Ing. habil. Georg Bretthauer (MACH-UNI-KA)

☞ **5 Abteilungen:**

☞ **Mikrosystem-Informatik** — Dr. H. Eggert

☞ **Umweltinformatik** — Dr. A. Jaeschke

☞ **Industrielle Handhabungssysteme** — Dr. H. Haffner

☞ **Steuerungssysteme u. Kommunikation** — Dr. E. Holler

☞ **Mathematische Modelle** — Dr. E. Gabowitsch

☞ **Mitarbeiter:**

ca. 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, davon (12/1997):
52 Akademiker, 15 Ingenieure, 10 Doktoranden

☞ **Projekte:**

ca. 30 interdisziplinäre Projekte in den Forschungsschwerpunkten

Umwelt, Mikrosystemtechnik, Medizintechnik, Energie:

AlfaWeb, AROBIS, DARIF, ELAN, INPRO, KARO, MELINDA,
WISA, TPAS, XUMA, COSMOS, ELMAS, LIDES, LIMES, MSB,
MIDAS, SIMOT, PRAXIS, SINUS, ARTEMIS, 3D-VIDEO, TESUS,
KISMET, SOMBRERO, OSCAR, EDITH, POMOS, ...

1(i) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.01 ARTEMIS — Telemanipulation in der MIC

ARTEMIS —

Advanced Robot and Telemanipulator System for Minimally Invasive Surgery

Kooperation zwischen:

-  Sektion für Minimal Invasive Chirurgie am
Zentrum für Medizinische Forschung der
Eberhard-Karls-Universität Tübingen — Prof. Dr. G. F. Buëss
-  Hauptabteilung Ingenieurtechnik des FZK — Dr. H. Rininsland
-  Institut für Angewandte Informatik des FZK — Dr. E. Holler
-  Koordination:
Arbeitsschwerpunkt Medizintechnik des FZK — Dr. U. Knapp

Fokus: **Minimal Invasive Chirurgie des Bauchraumes**

-  Laparoskopie
-  Cholezystektomie, Cholezystostomie, Enterotomie, ...

1(i) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.02 ARTEMIS — Kooperationspartner in TÜ, 4/1996



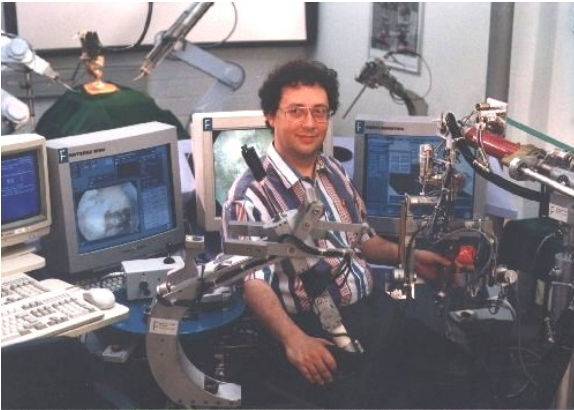
v.l.: Kunert, Schäf, ?, Gumb, Dr. Mentges, Neck, Dr. Fleming, ?, Dr. Holler, ?, Dr. Neisius, Hepper,
Prof. Dr. Buess, Roth, Dickerhof, Dr. Voges, ?, Eigel-Hanus, Dr. Hamad

1(i) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.03 ARTEMIS — IAI-Team, 7/1998

von links:

Heinz Becker, Prof. Georg Bretthauer,
Dr. Udo Voges, Dr. Elmar Holler,
Torsten Neck, Reinhold Oberle



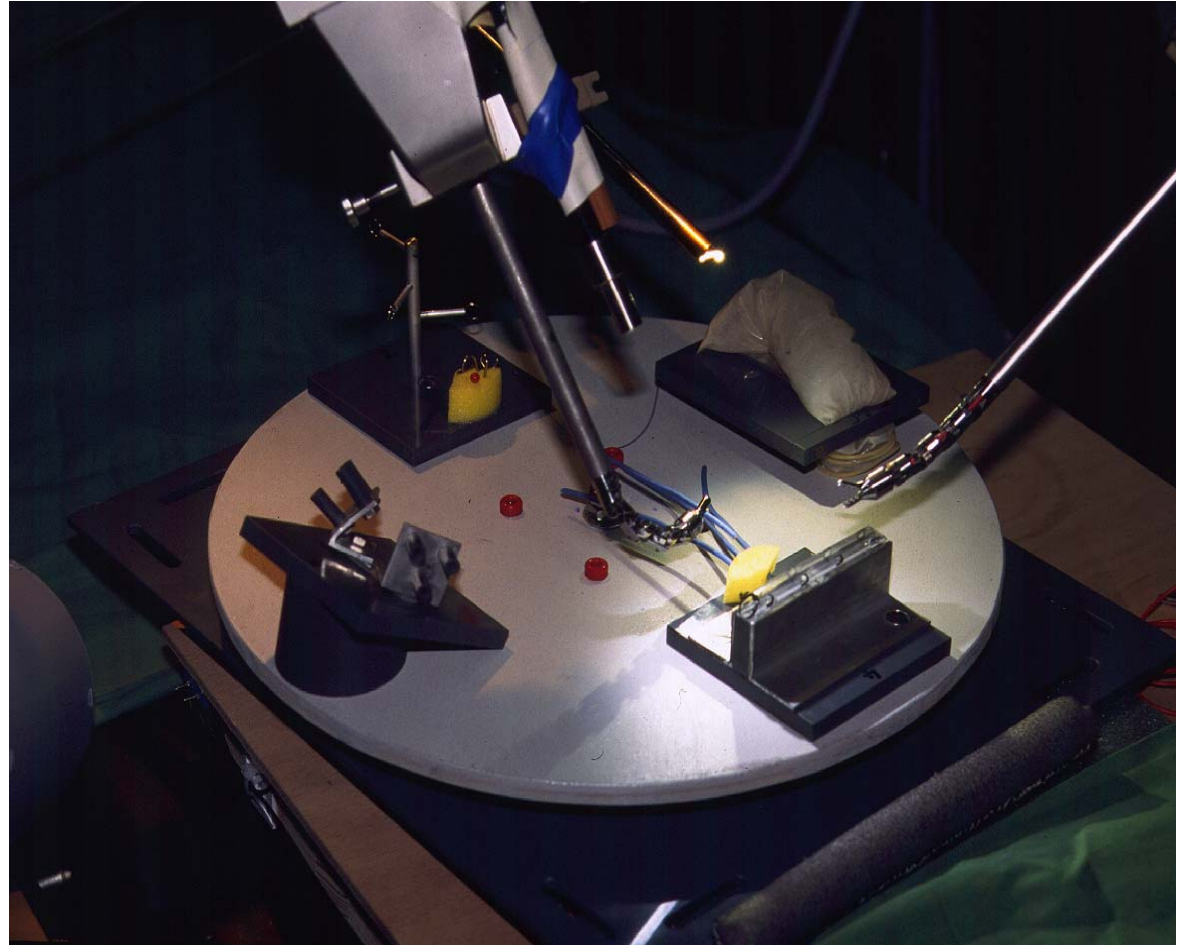
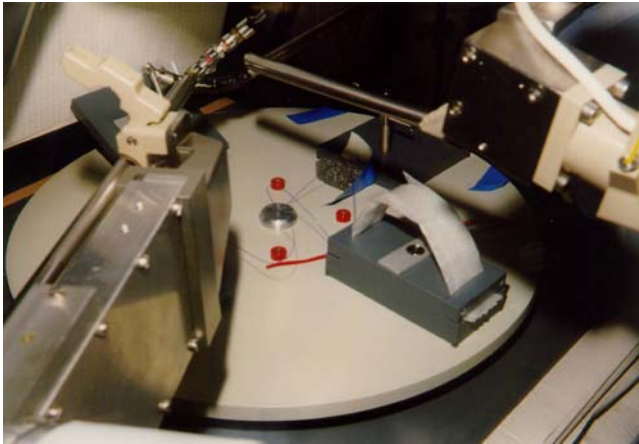
1(i) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

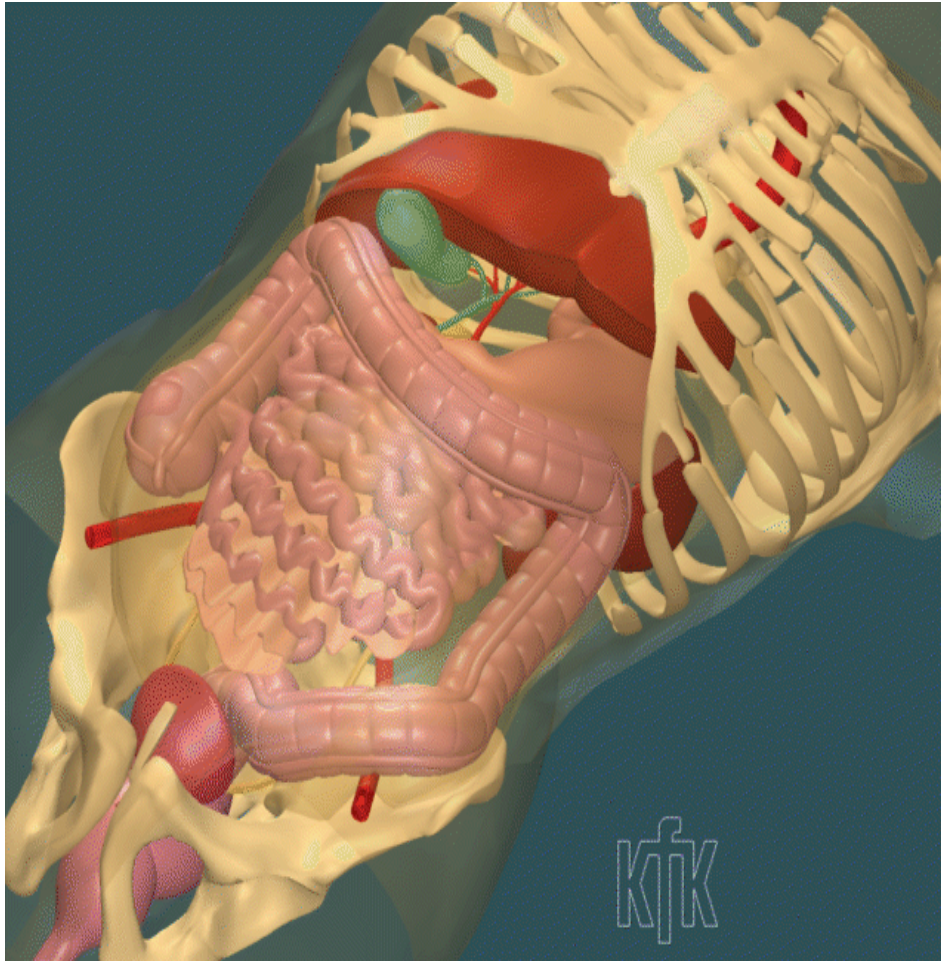
1.04 Minimal Invasive Chirurgie

- ➡ **M-inimal I-nvasive C-hirurgie (MIC) / M-inimally I-nvasive S-urgery (MIS)**
 - ➡ **wenige, kleine Schnitte**
 - ➡ **Einführen von Werkzeugen zur Operation in ansonsten geschlossenes Operationsfeld:** **Trokar**
 - ➡ **Einführen von Beobachtungsgeräten:** **Endoskop, Fibroskop**
- ➡ **Einsatzgebiete:**
 - ➡ Gynäkologie
 - ➡ Laparoskopie (Spiegelungen der Bauchhöhle)
 - ➡ Choläzystostomie (Entfernung von Gallensteinen)
 - ➡ Cholezystektomie (Entfernung der Gallenblase)
 - ➡ Enterotomie (Darmoperationen)
 - ➡ Therapie von Laparozelen (Entzündungen v. Bauch- und Rippenfell)
 - ➡ Dilatationen und Rotablationen (Entfernen von Arterienverschlüssen)
 - ➡ Arthroscopie (Operationen im Kniegelenk)
 - ➡ Neurochirurgische Eingriffe

1(i) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.05 Testparcours zur medizinischen Evaluation





☞ **“Minimal Invasive Handicaps”:**

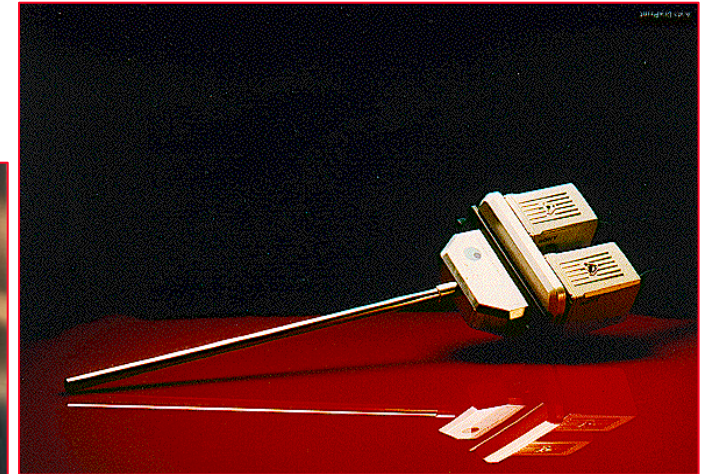
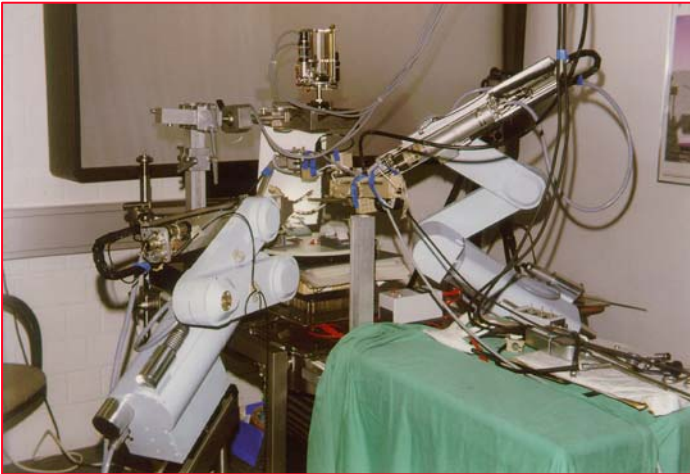
- ☞ Sicht
- ☞ Bewegungsfreiraum
- ☞ Erreichbarkeit
- ☞ Tastsinn
- ☞ Ergonomie
- ☞ technische Komplexität
- ☞ Komplexität der Hantierung

☞ **Entwicklungsziele:**

- ☞ **Ausgleich der “Handicaps”**
- ☞ **besser, schneller, sicherer**
- ☞ **billiger**
- ☞ **ergonomischer**

1(i) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

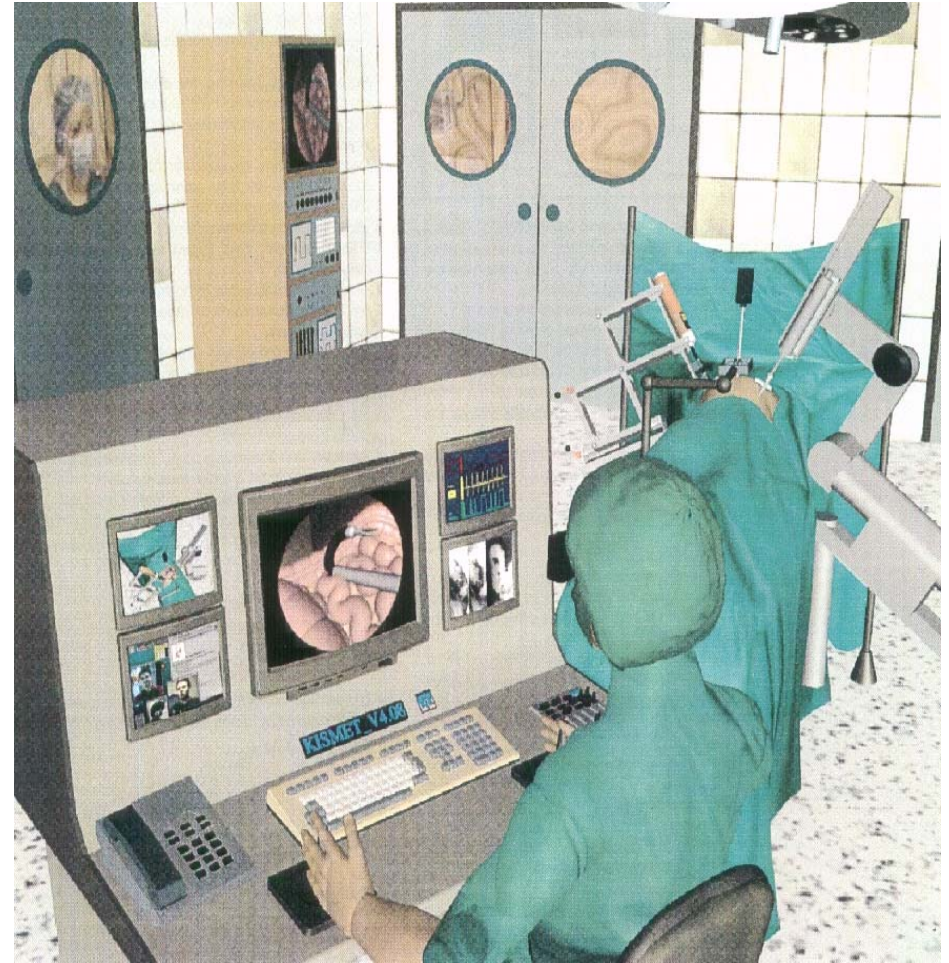
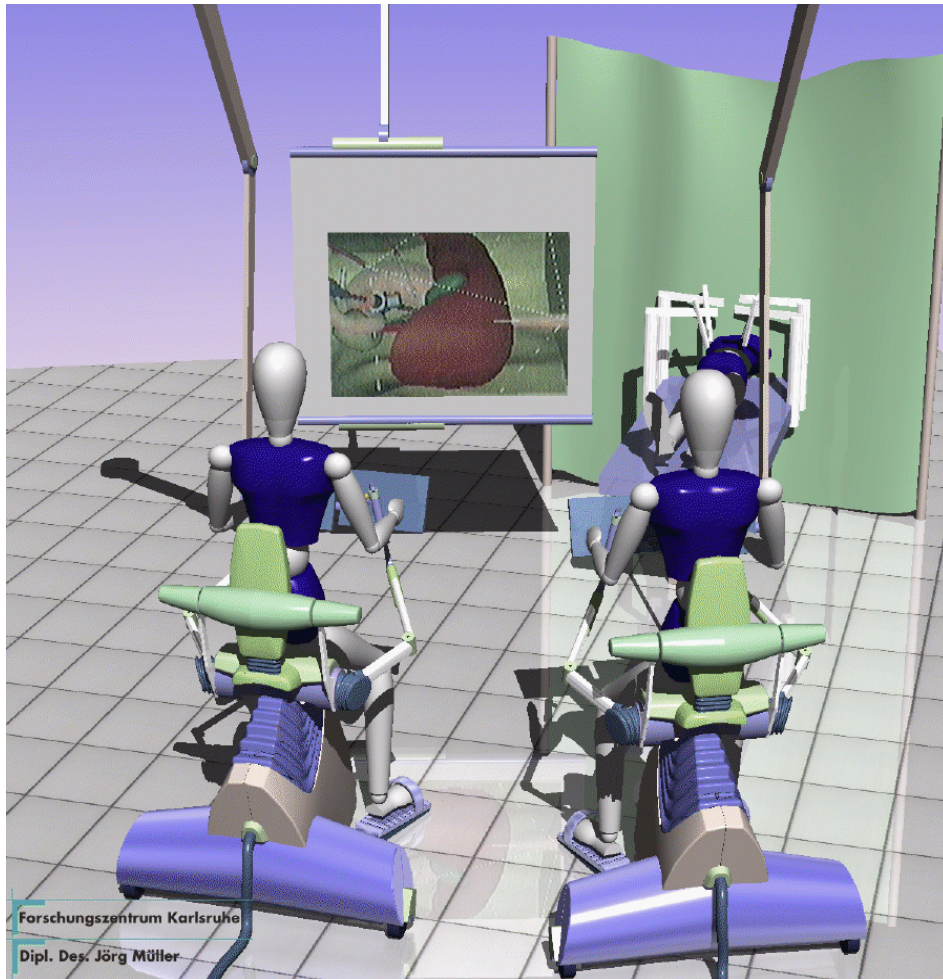
1.07 Snapshots aus den Arbeitsfeldern



- ☞ **Telepräsenztechniken für Telemanipulation und Telerobotik in der minimal invasiven Chirurgie (MIC)**
 - ☞ Konzipierung und Realisierung adäquater Formen der „Mensch/Maschine-Kommunikation“
 - ☞ **Telepräsenzsysteme**
 - ☞ Übertragung multimedialer Informationen über Breitbandnetze unter Berücksichtigung von Realzeitaspekten.
- ☞ **Echtzeit-Simulationstechniken**
 - ☞ **Grafik-Systeme für die Realzeitsimulation von Telemanipulations- und Telerobotik-Systemen (Monitoring)**
 - ☞ einschließlich ihrer Arbeitsumgebung
 - ☞ für die Operationsplanung und -überwachung (In-Situ-Techniken)
 - ☞ für Rapid-Prototyping von Telemanipulationssystemen und
- ☞ **Flexible Fluidaktorsysteme für die MIC — Kollooskopie**
- ☞ **Sichtsysteme für die MIC — 3D-Video-Endoskopie**

1(i) 1.09

Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin Zukunftsvisionen eines OP-2010



1(i) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.10 Das experimentelle ARTEMIS-System im Bild



1(ii) 1.11

Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin Definition: Telepräsenzsystem



Fernhantierungssystem/Telemanipulationssystem



Eingabeteil für den Bediener: Spontane Vorgabe von Stellaktionen!



Effektor im Operationsraum: Nachvollziehen der Vorgaben, kein selbständiges Arbeiten im Sinne eines Roboters!



Verbindung



Telepräsenzsystem



tele-:

Fernhantierungssystem/Telemanipulationssystem



präsens-:

bestehende Distanz ist transparent



quasi direkte Einflußnahme des Hantierers



quasi uneingeschränkte Einflußnahme



quasi ungetrübter Informationsrückfluß

1(ii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.12 Komponenten des Systemes ARTEMIS

-  **Endoskop und Endoskopführung/Tracking Unit (EFS/TU)**
 -  Endoskopsteuerung
 -  Tracking
-  **Arbeitseinheit/Work Unit (AEH/WU)**
 -  starres Instrument
 -  flexibles Instrument
 -  Satz von Effektoren
 -  Werkzeugwechsel durch Austausch des Instruments oder in Revolvertechnik
-  **Mastereinheit/Master Unit (MEH/MU)**
 -  gelenkorientierter Master oder „Free Flying Master“
 -  feste 1:1-Kinematik, Universalmaster-Kinematik (Indexing, Scaling)
 -  Mehrwertfunktionen (Force Feedback)
-  **Kontrolleinheit/Man Machine Interface (MMI)**
 -  Funktionskontrolle und Steuerung, Monitoring

1(ii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.13 Das Bedienkonzept in ARTEMIS: MONSUN



Struktur:

-  "Fertigungsstraße" mit einzelnen, unabhängigen ARBEITSEINHEITEN
-  Koordination und Steuerung durch eine zentrale MASTEREINHEIT
-  Überwachung "in Natur" oder per separater Beobachtungstechnik



Universal-Master-Prinzip

-  EINE Mastereinheit für ALLE Bedieneinheiten
-  keine feste Zuordnung sondern Assoziationsaufbau
-  keine 1:1-Kinematik sondern universelle Eingabe
-  keine Gelenkregelung sondern Lage-Regelung in universellem K_0



konventionelle Rechnernetze als Übermittlungssystem der Regelung

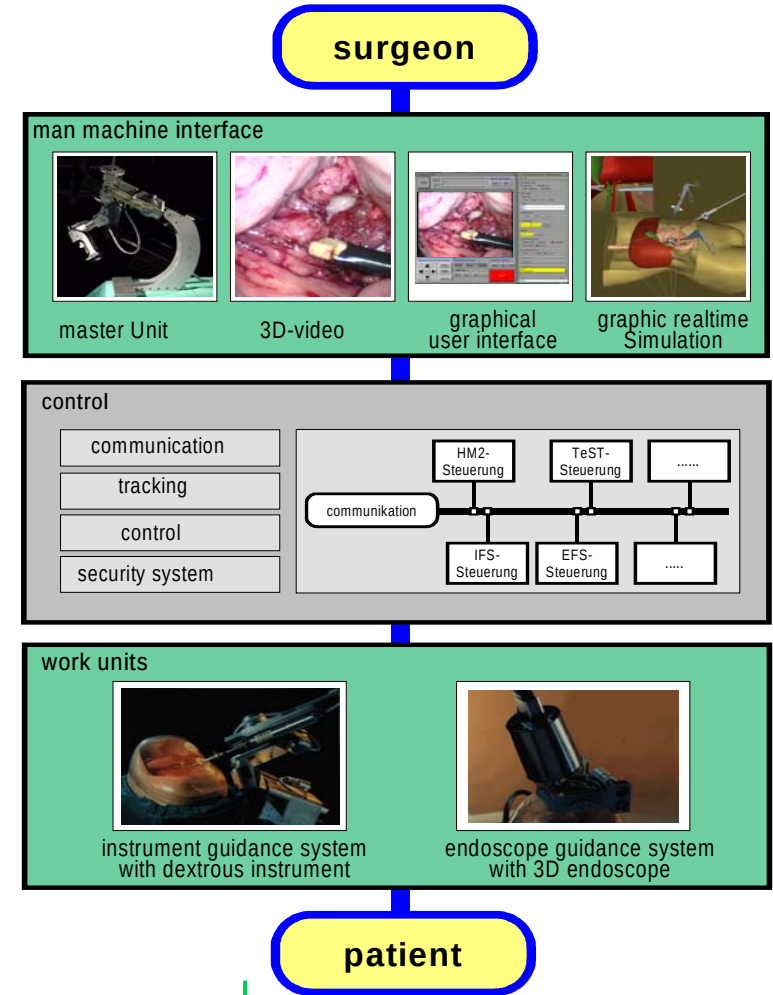
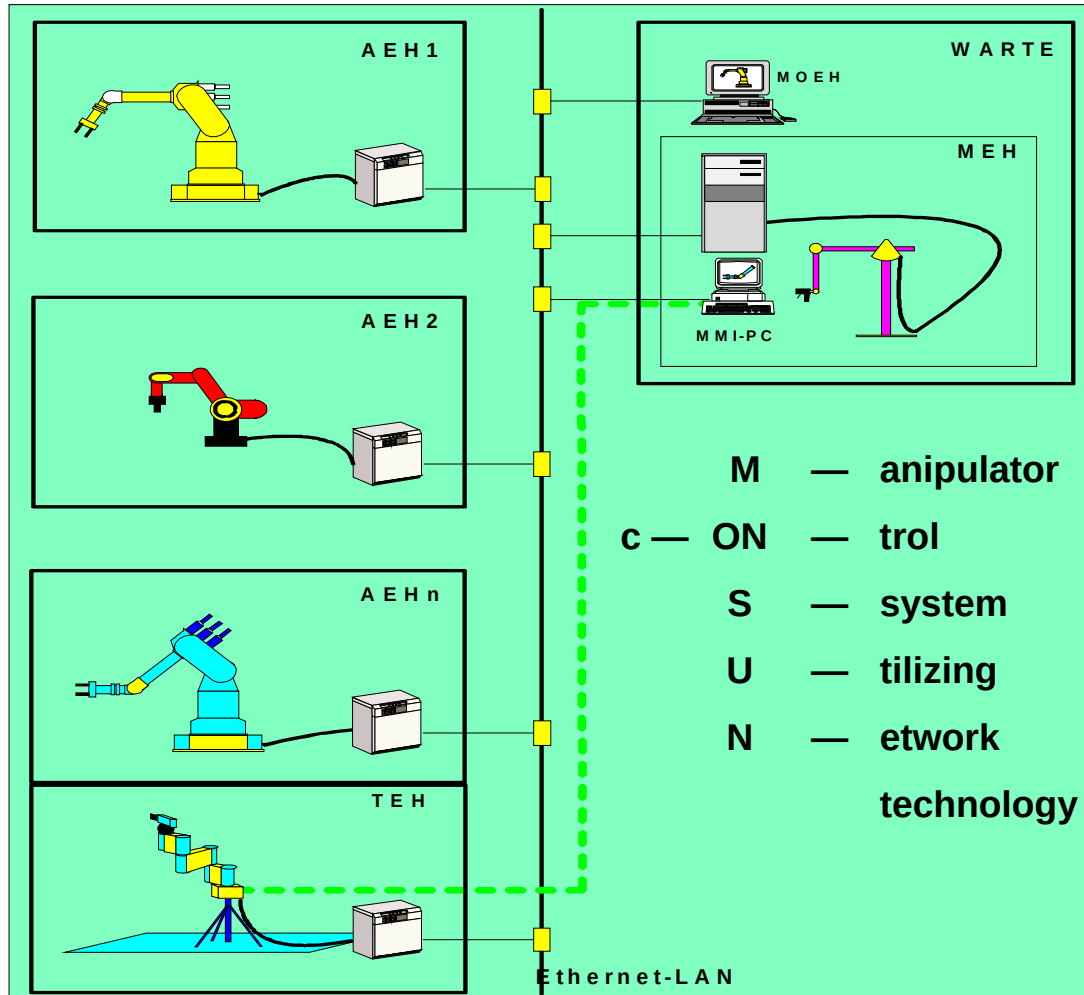
-  Flexibilität in der Zusammenstellung einer "Fertigungsstraße"
-  Formalisierung der Informationsflüsse (PDUs für jeden Vorgang)



Kraftreflexion als "Regelung zurück"

1(ii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.14 Das Bedienkonzept in ARTEMIS: MONSUN



1(ii) 1.15

Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin Objekte des MONSUN-Konzeptes



Mastereinheit (MEH)



Bedienarm, Master-Manipulator



Steuerrechner: Koordinatengenerierung,
Koordinatentransformation,
Kraftreflexion



Arbeitseinheit (AEH)



Roboter mit Steuerung(en)



Operativrechner: Koordinatentransformationen,
partikuläre Regelungen



Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI)



Assoziationsverwaltung, Betriebsarten



ggfs. im MEH-Steuerrechner integriert



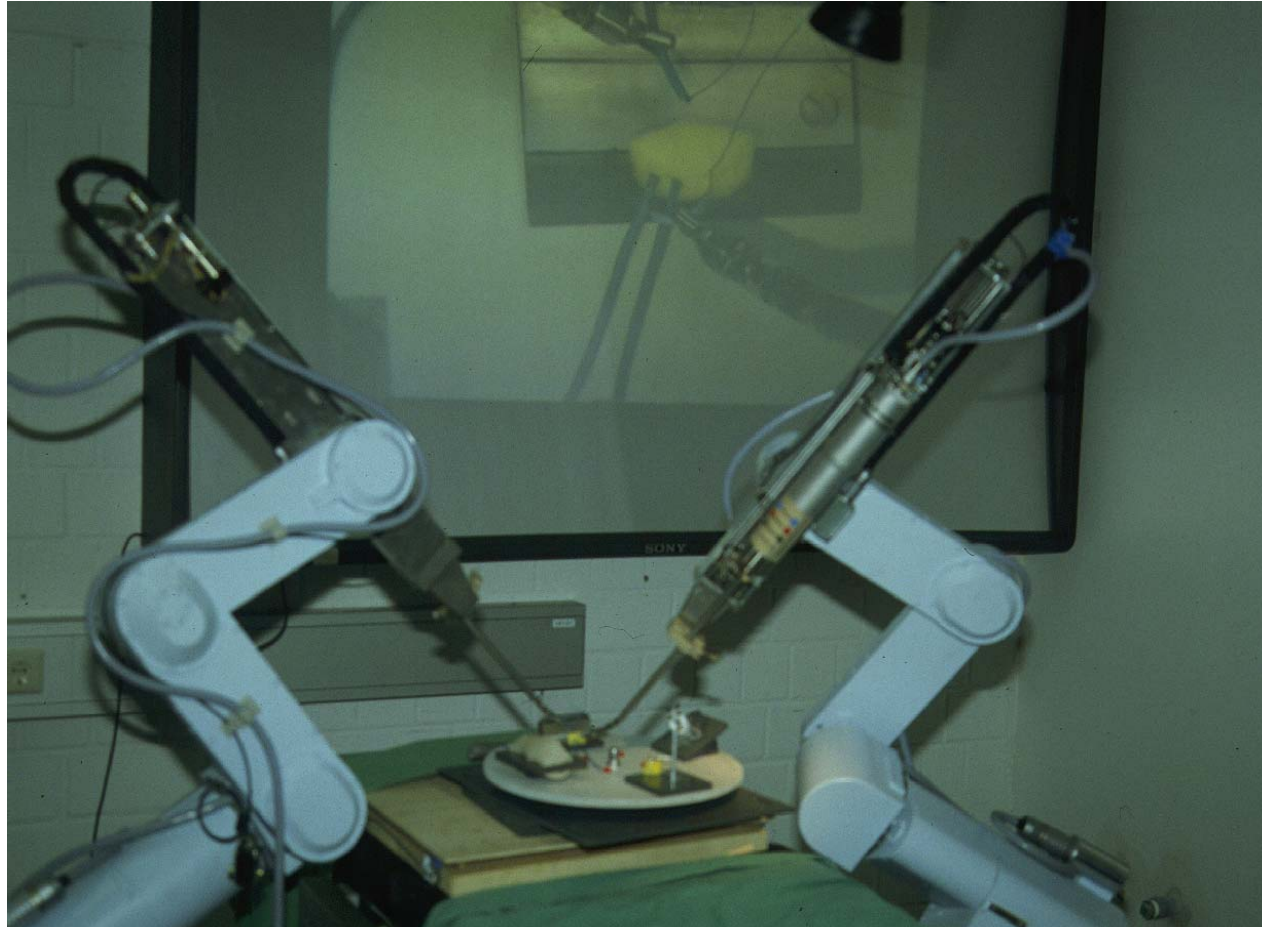
Tracking-Einheit (TEH)



Monitoring-Einheit (MOEH)

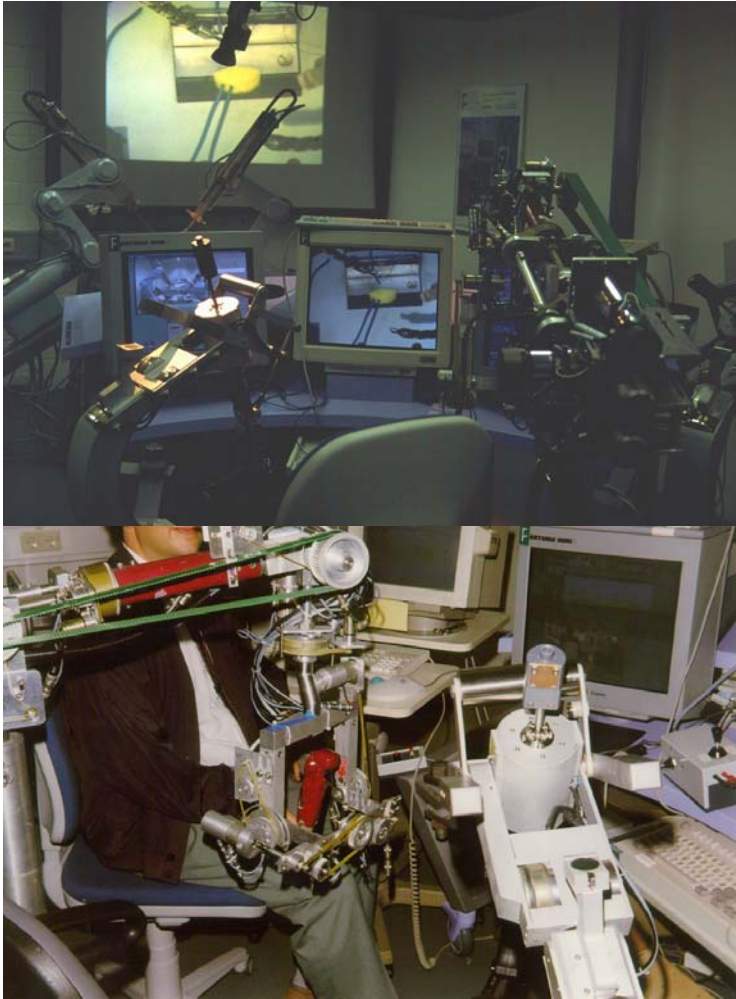
1(ii)
1.16

Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin Arbeitseinheiten (AEH): TISKA bzw. TISMIKA



1(ii) 1.17

Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin Eingabeeinheiten (MEH): Universalmaster „TeSt“



1(ii) 1.18

Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin Man-Machine-Interface (MMI) & HIT-Master (MEH)



1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

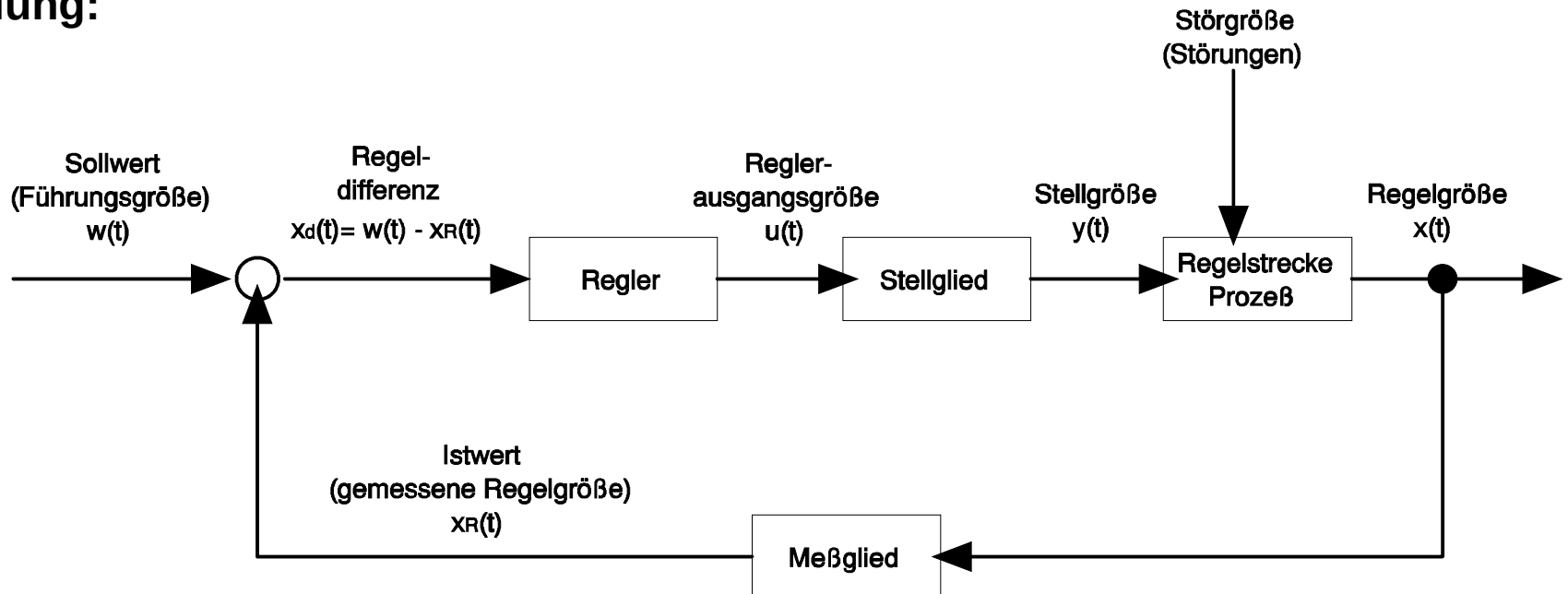
1.19 Steuerung, Regelung



Steuerung:

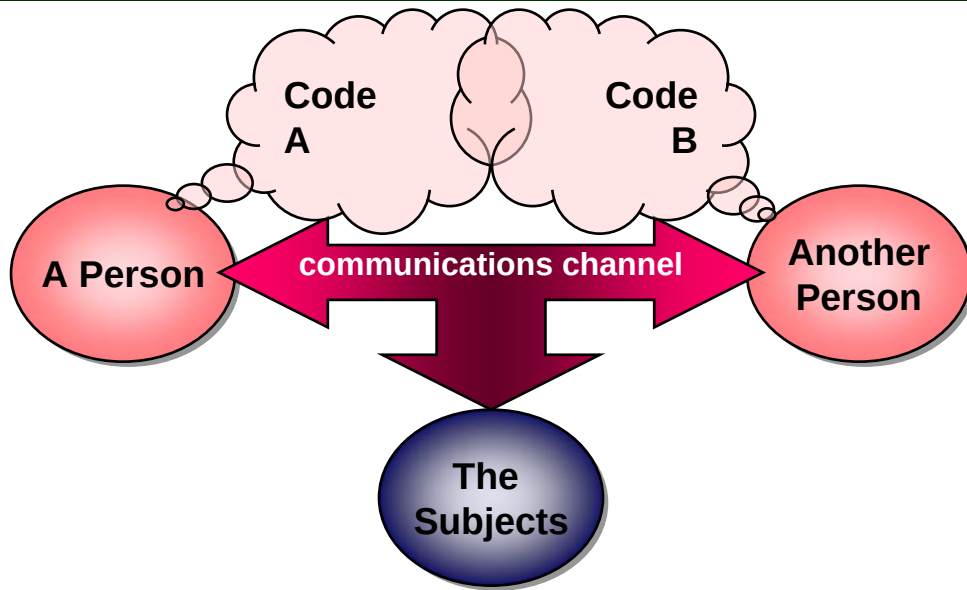


Regelung:



1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.20 Organon-Modell der Kommunikation



Charakteristisch:

- Überbrückung einer gewissen Distanz
- Einrichtung eines (virtuellen) Kanals
- Verwendung eines abstrahierenden Codes
- Einigung auf einen gemeinsamen Code

Opyavov–Modell der Kommunikation

- 👉 Roots:
Platon — Athen, 427–347 v. Chr.
- 👉 Verfeinerung:
Karl Bühler — Deutschland, 1879–1963,
1934: „Sprachtheorie“

👉 ***Sprache — ist ein Werkzeug,
damit **Einer**
einem **Anderen**
etwas mitteilen kann
über die **Dinge*****

1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.21 Kommunikationsstrukturen

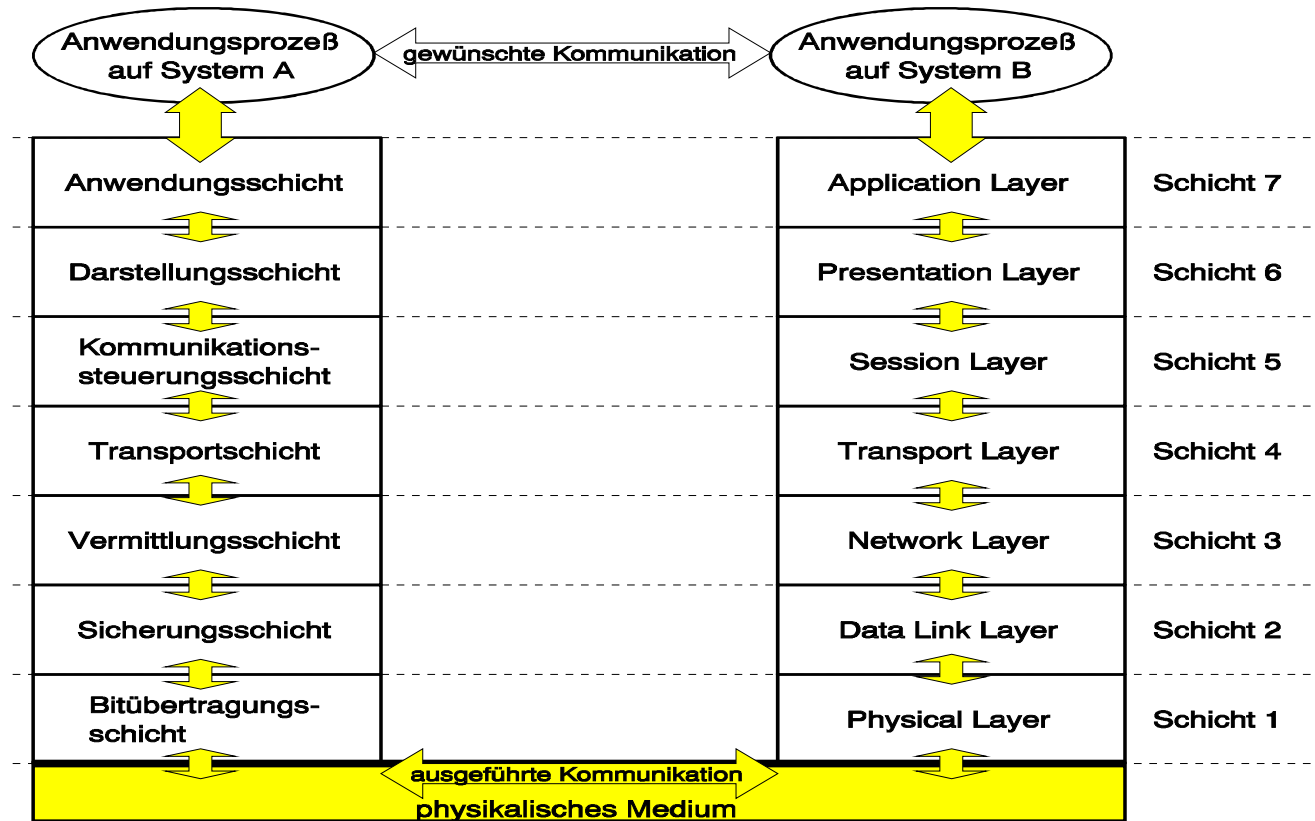


Kommunikationsarchitekturen:

Hierarchie und Schichtung

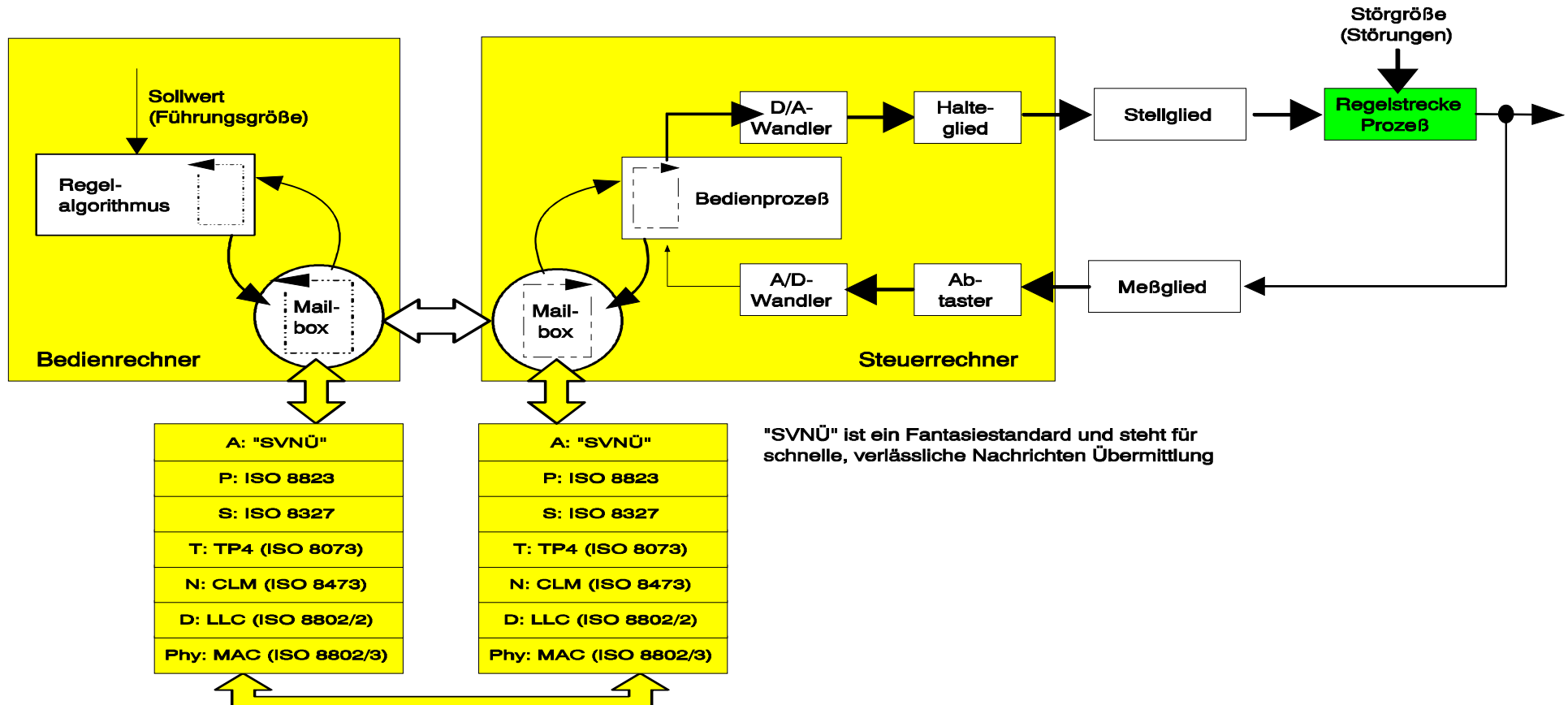


ISO-OSI-Standard:



1(iii) 1.22

Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin Synthese von Regelung und Kommunikation



1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.23 Kommunikationskonzept

➡ **Virtuelle Kommunikation der Komponenten (AEH, MEH)**

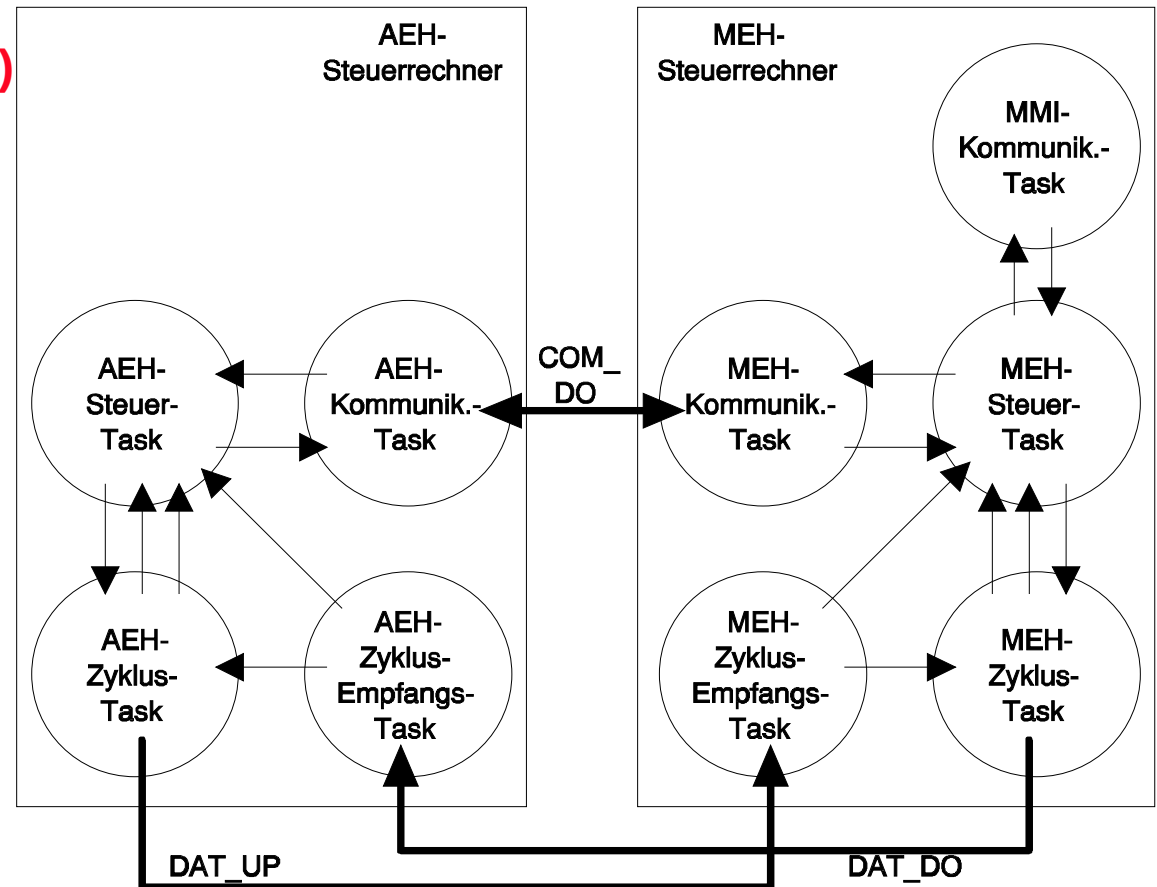
➡ **Entkopplung KSS/RS durch Mailboxen mit Bedienprozessen (Erzeuger/Verbraucher)**

➡ **Regelung: ZYKLUS-Tasks (EZ), EMPFANGS-Tasks (VB)**

➡ **Betriebsarten-Steuerung: STEUER-Tasks**

➡ **Innenbeziehungen: IPC
Außenbeziehungen: Kommunikationskanäle**

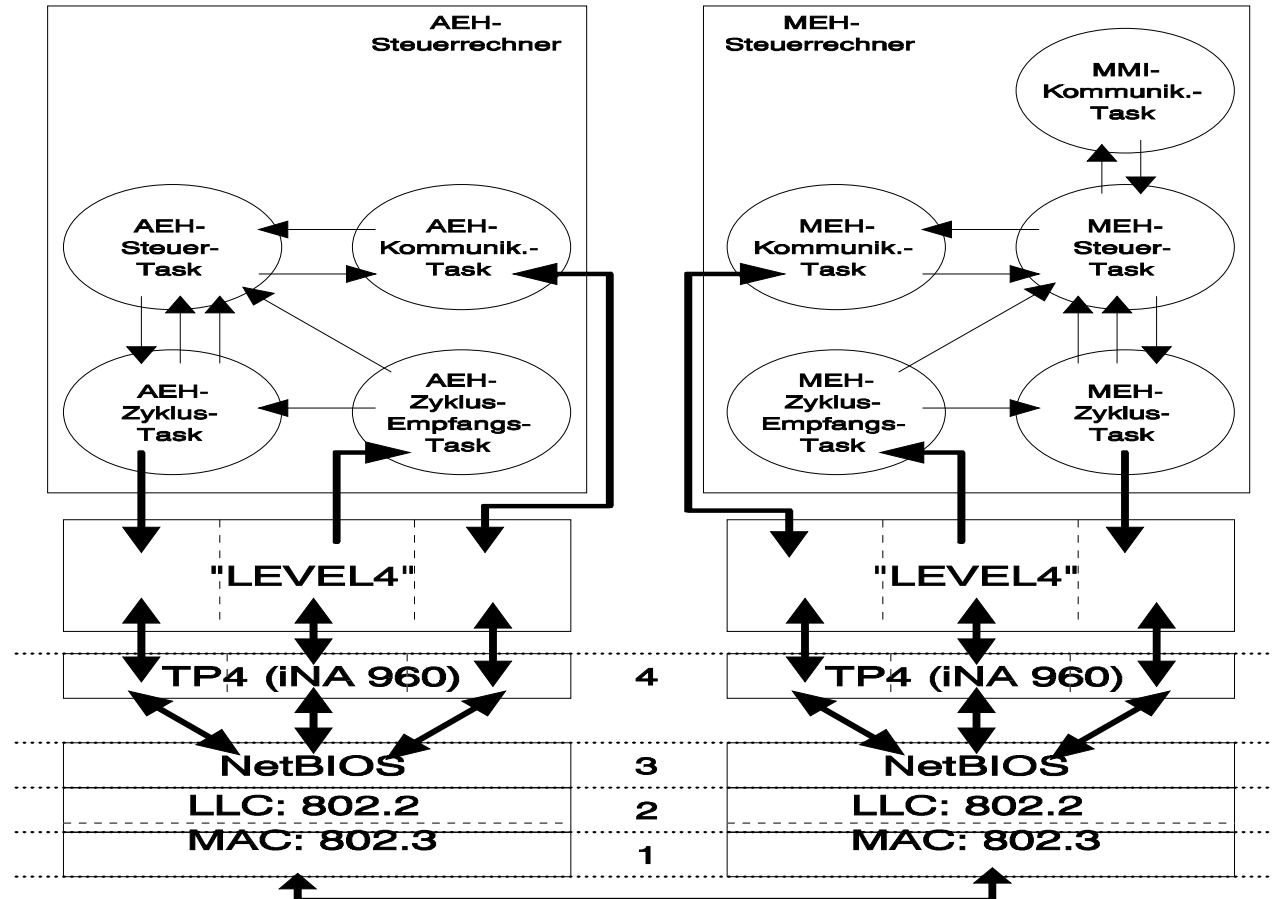
➡ **DAT_DO, COM_DO, DAT_UP**



1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.24 IETF/OSI-orientierte Kommunikation

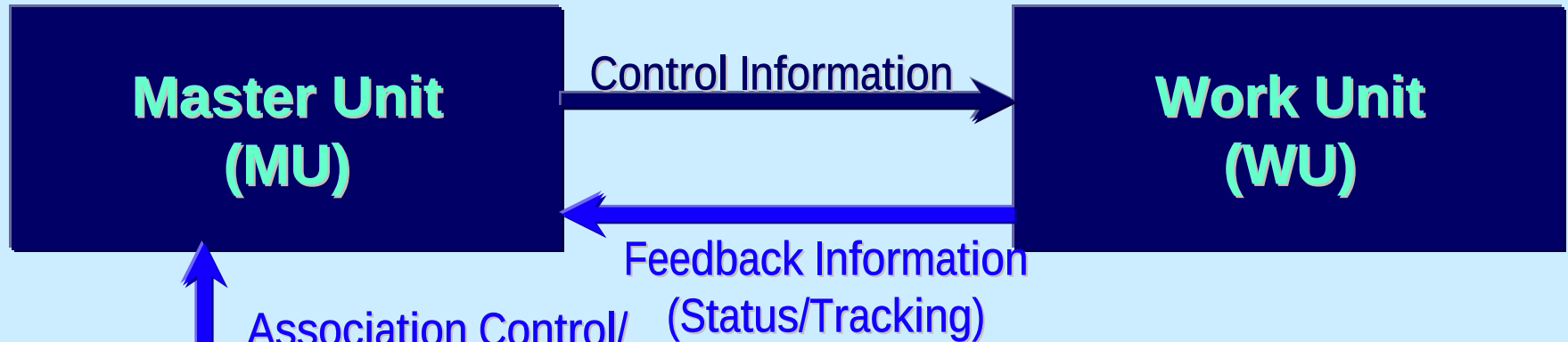
- ➡ leere OSI-Schichten
7, 6, 5
ARTEMIS als
IETF-Application-
Instanz
- ➡ Transport-Konvergenz:
"LEVEL 4"
- ➡ Transportschicht:
OSI-TP4 (iNA 960)
TCP/UDP auf IP
- ➡ Tiefere Schichten:
Ethernet-Netz
(NetBIOS, CSMA/CD,
gelbes Kabel)



1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

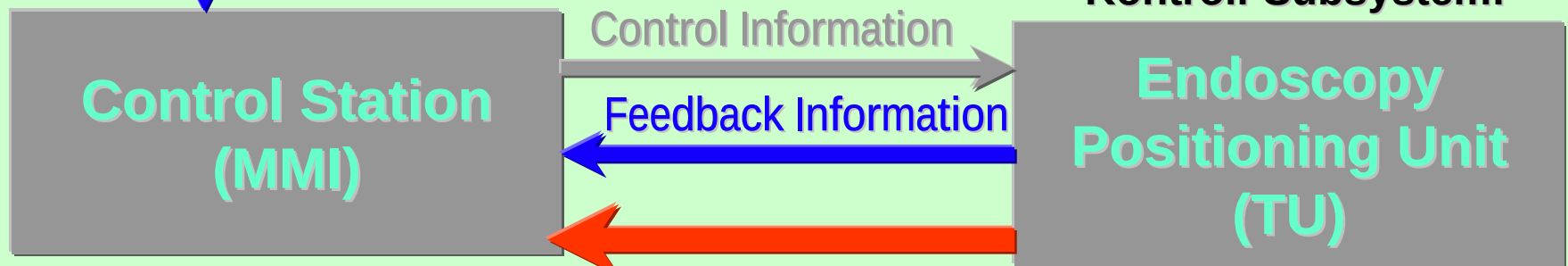
1.25 Informationsflüsse im Telepräsenzsystem

eigentliches Telemanipulator-Subsystem:



Association Control/
Feedback

Kontroll-Subsystem:



Audio/Video Information

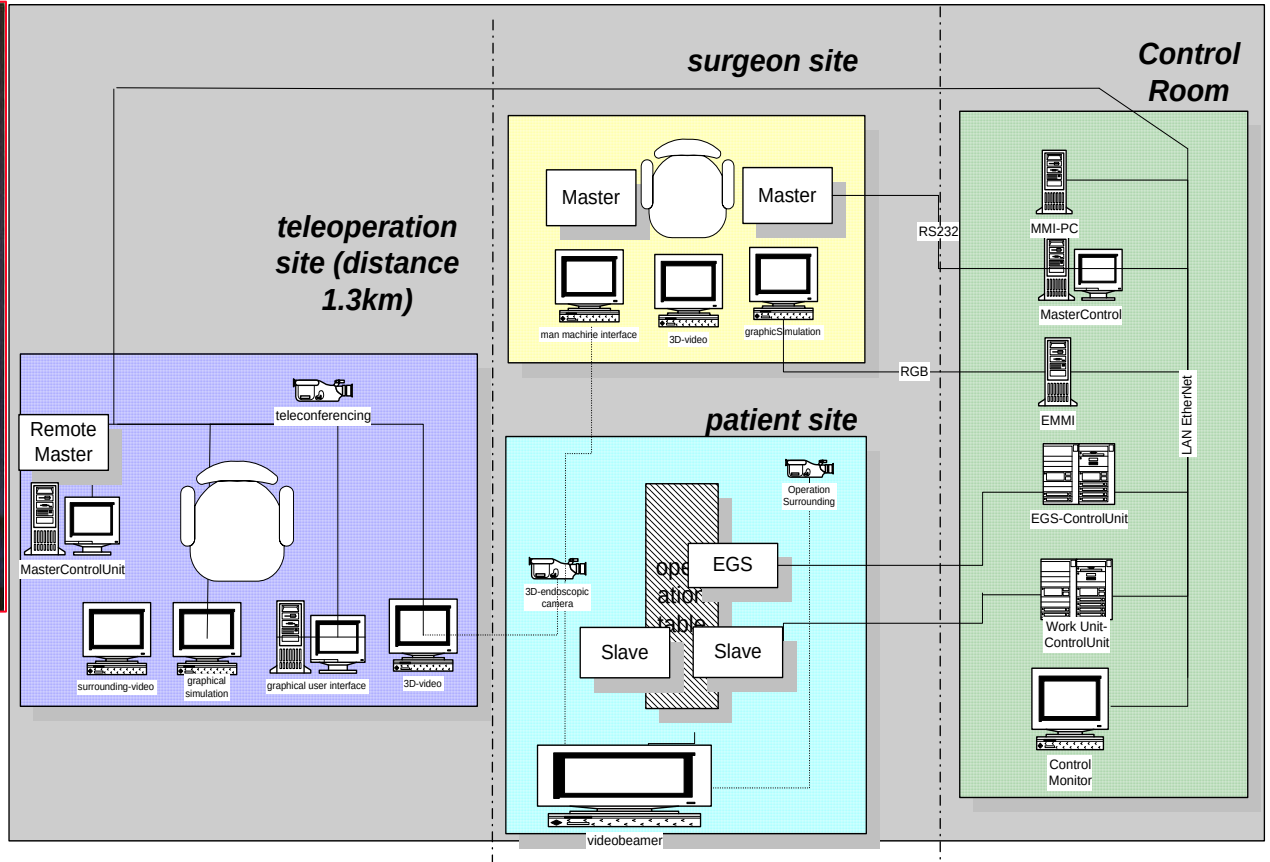
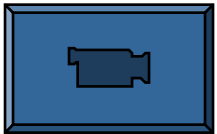
1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

1.26 ARTEMIS-Implementierung bei FZK



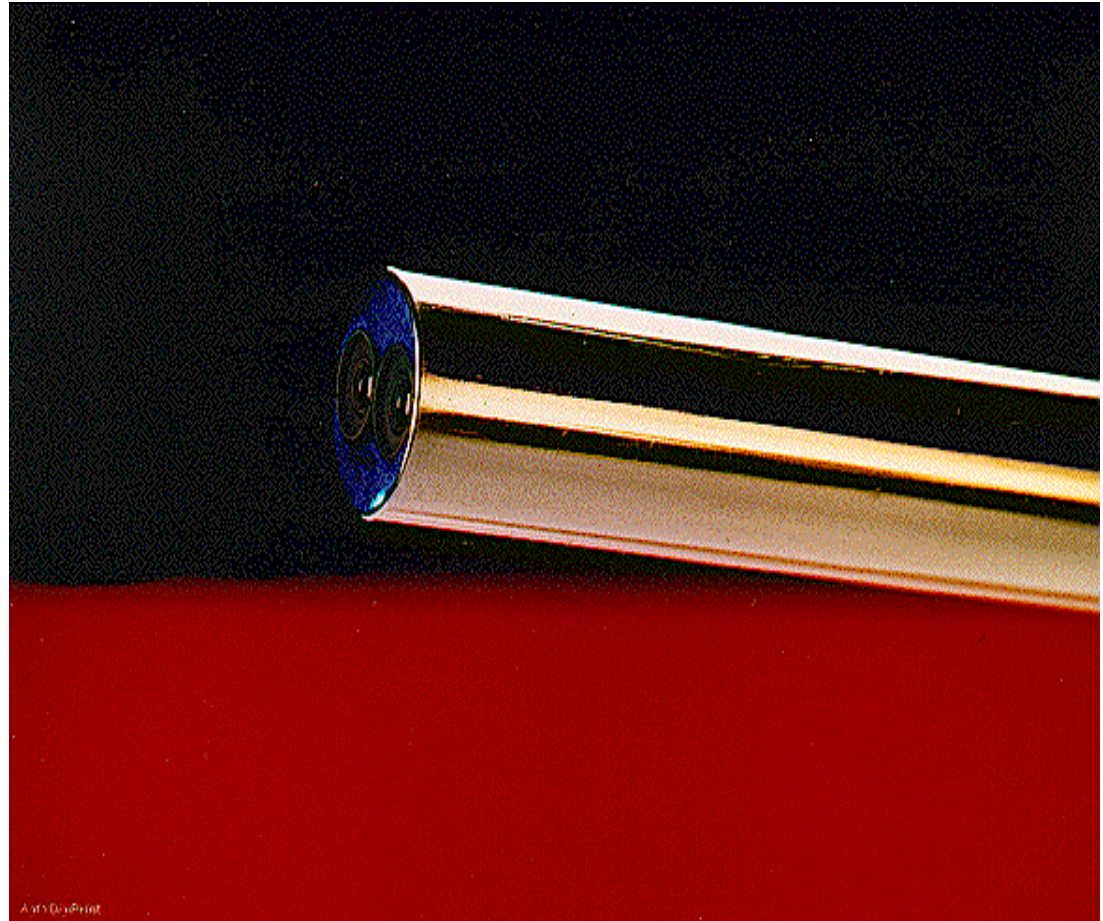
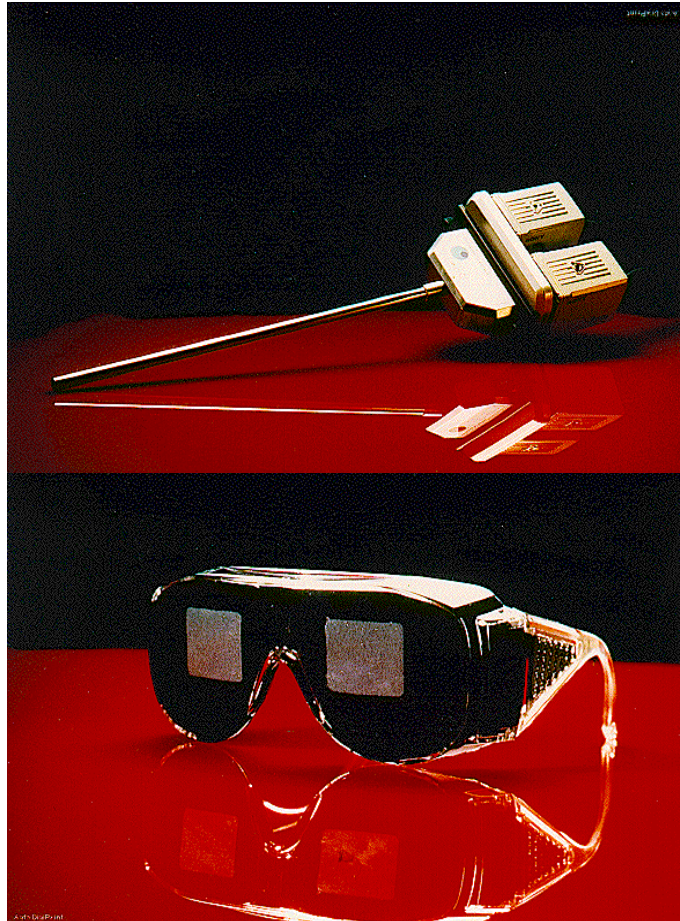
1(iii) Die „Killerapplikation“: Telepräsenz in der Medizin

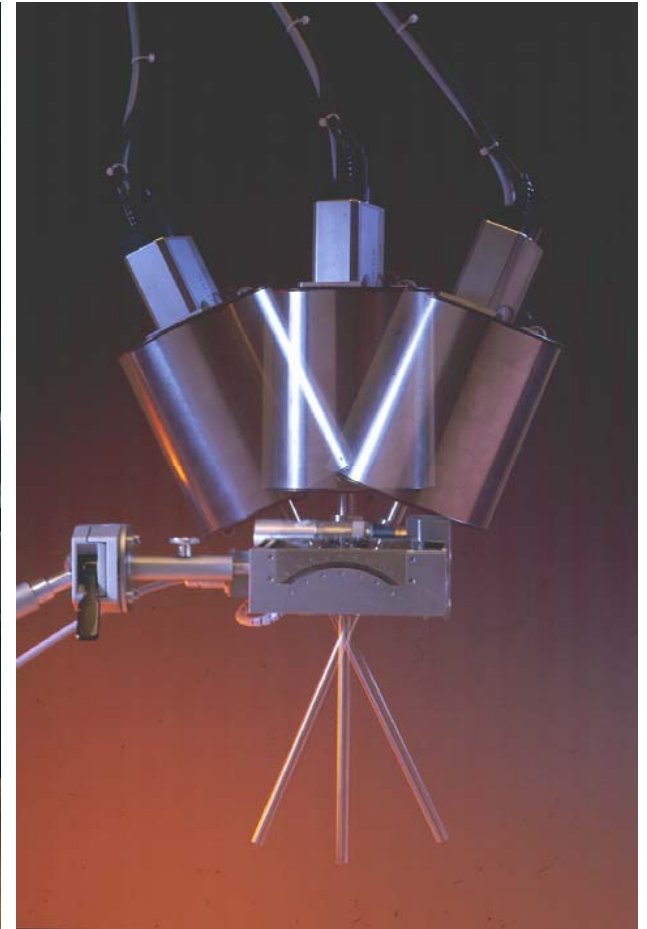
1.27 Schematischer Aufbau „MIC-OP“



Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin

3D-Video-Endoskopie: High-Speed-Shutter





Endoskopsteuerung: (FIPS-Prinzip)

-  4 DoF:
hinein/heraus – rechts/links – auf/ab – Rotation rechts/links
-  Realisierung einfach über vier unabhängige Servos
-  physikalisch leicht begrenzbare (Endschalter)

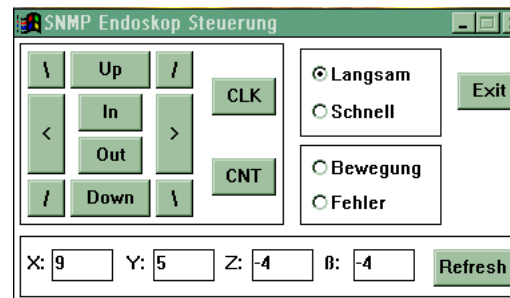
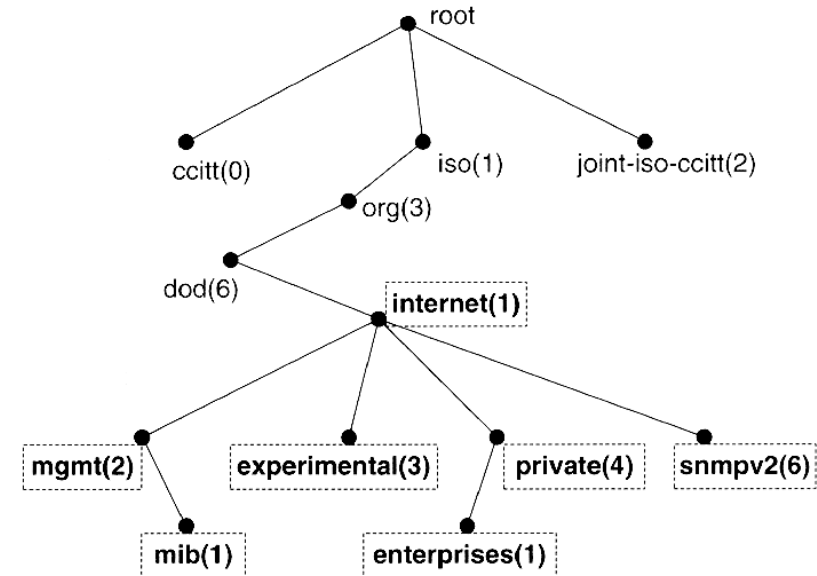
Endoskopführung: (ROBOX-Prinzip)

-  in Steuerungskonzept integriert
-  Feedback für Monitoring und Tracking

Eignung für Remote-Operation: Tele-Consulting!

-  konventionelles Videosignal (FBAS)
-  bei der Laparoskopie keine kritischen Bereiche
-  Sicherung durch lokales Overriding
-  **SNMP-Ansatz zur Steuerung**

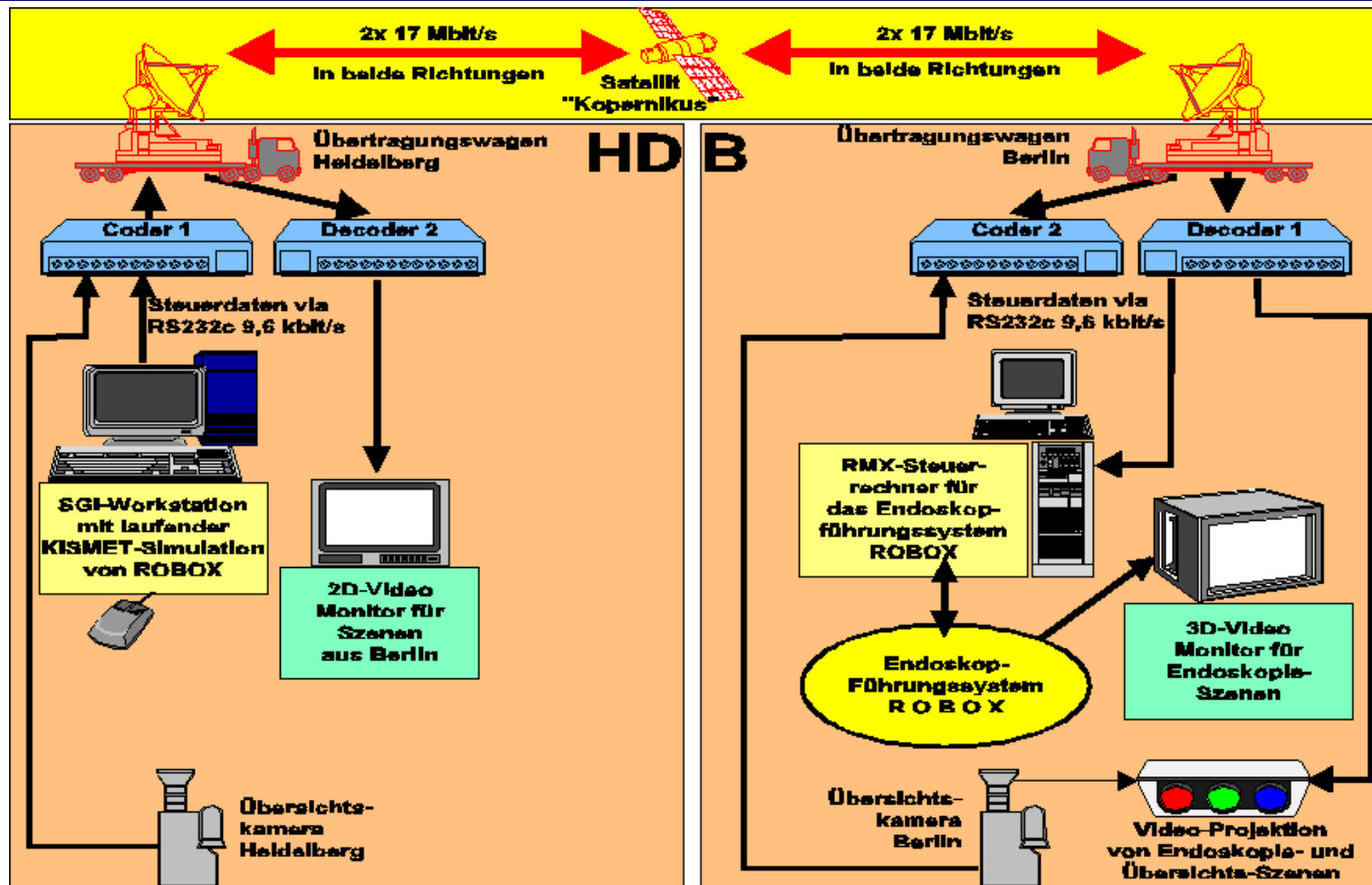
- 👉 **SNMP-MIB**
für Endoskopführungssysteme
- 👉 **Simultane Steuerung**
von beliebig vielen Sites
in Konkurrenz über
SNMP-GET und SNMP-SET
- 👉 **Autorisierung über Community-String**
- 👉 **lokales Overriding**
- 👉 **Einfache Bedienoberfläche:**
 - 👉 als separates Window
im Rahmen einer
H.320-Konferenz
[Dipl. David Rychen]
 - 👉 mit integriertem Video
in einem Web-Browser
(JAVA-Servlet)
[Dipl. Daniel Pamies-Arribas]

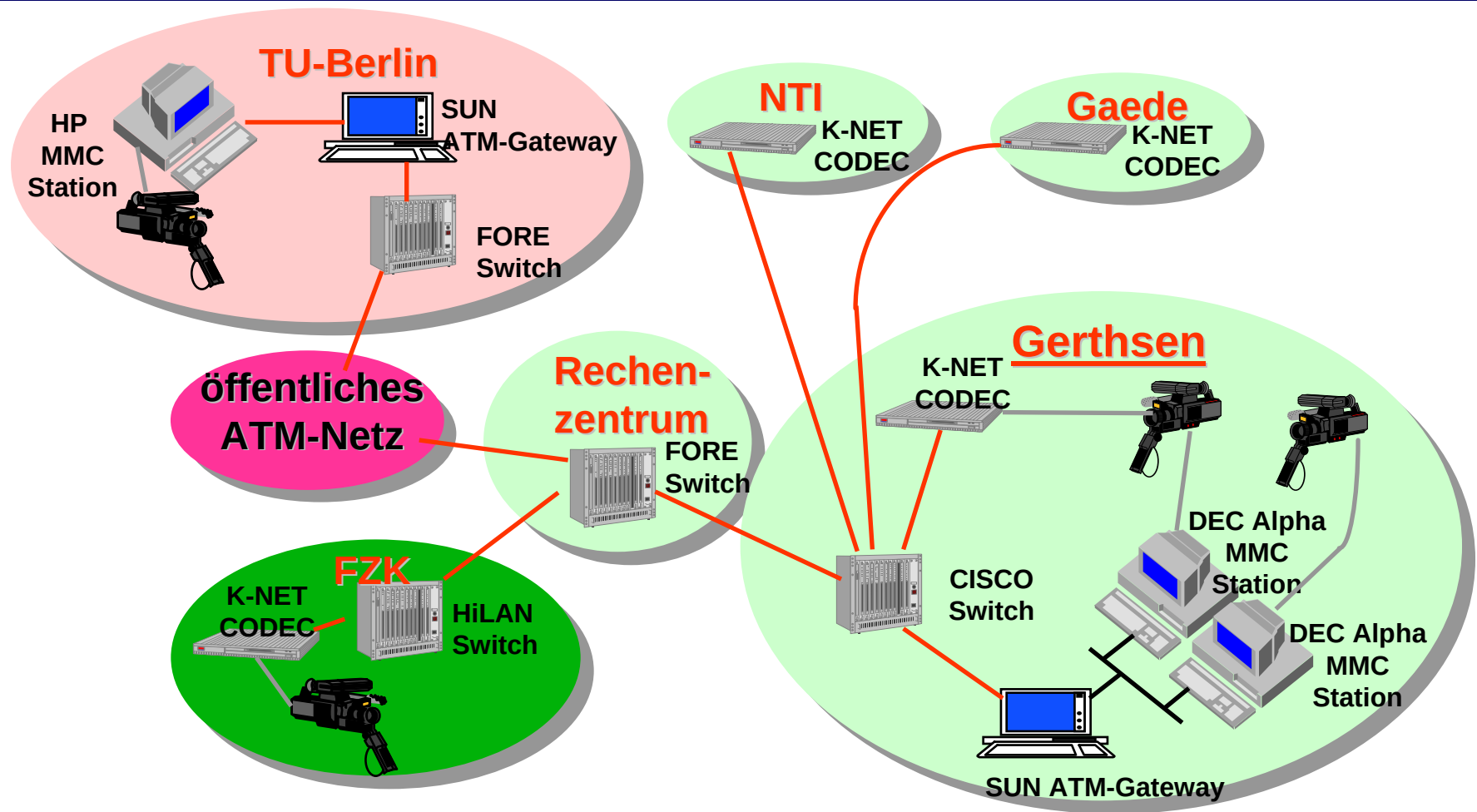


The screenshot shows a 'LOGIN' dialog box. It has a 'Local IP Address' field with the value '141.52.44.220'. Below are fields for 'Enter Login:' and 'ReEnter Login:', both masked with asterisks. Similarly, there are fields for 'Enter Password:' and 'ReEnter Password:', also masked with asterisks. At the bottom are 'OK' and 'CANCEL' buttons.

Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin

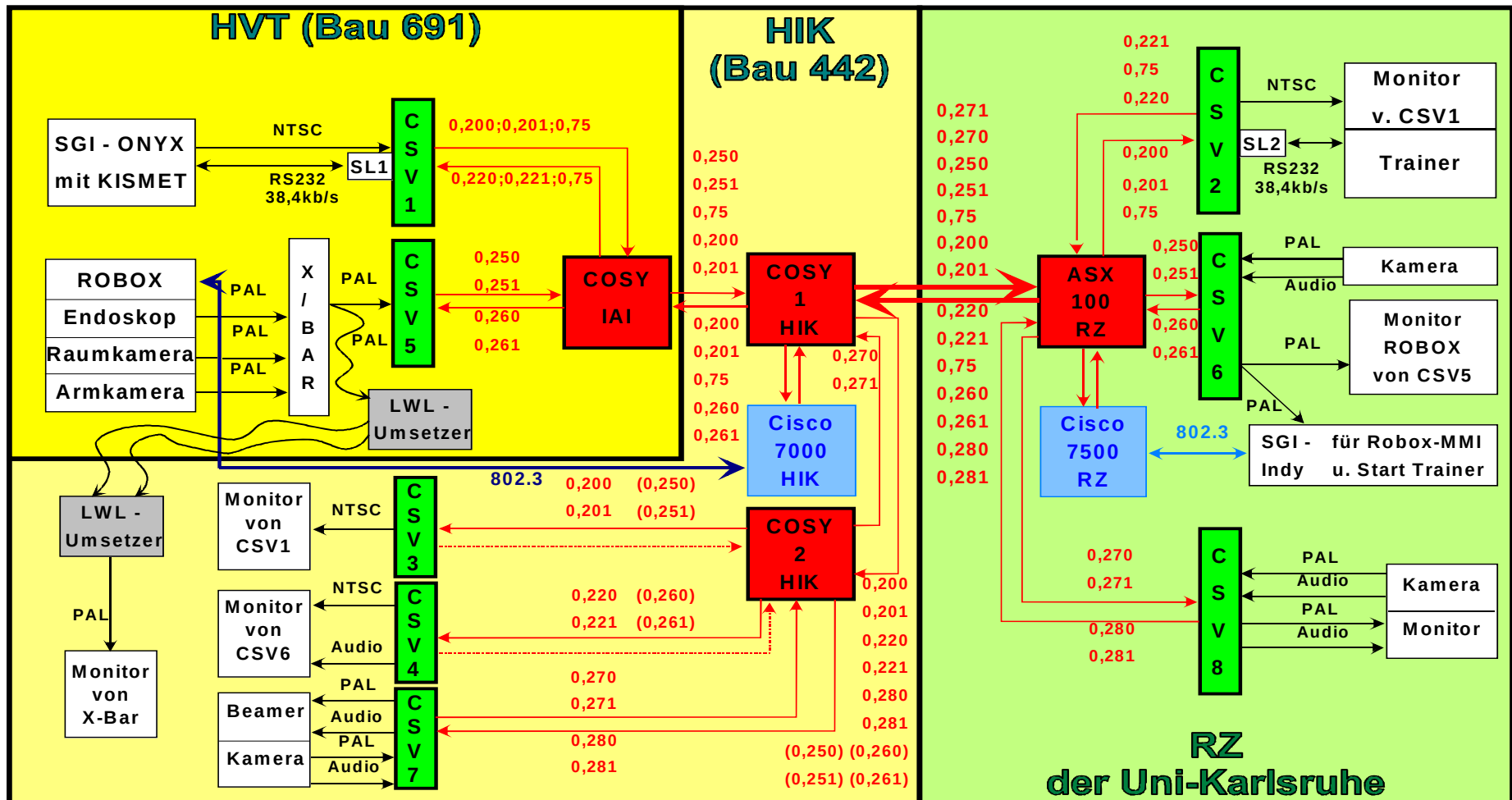
Endoskopführung über „Kopernikus“ 10/94





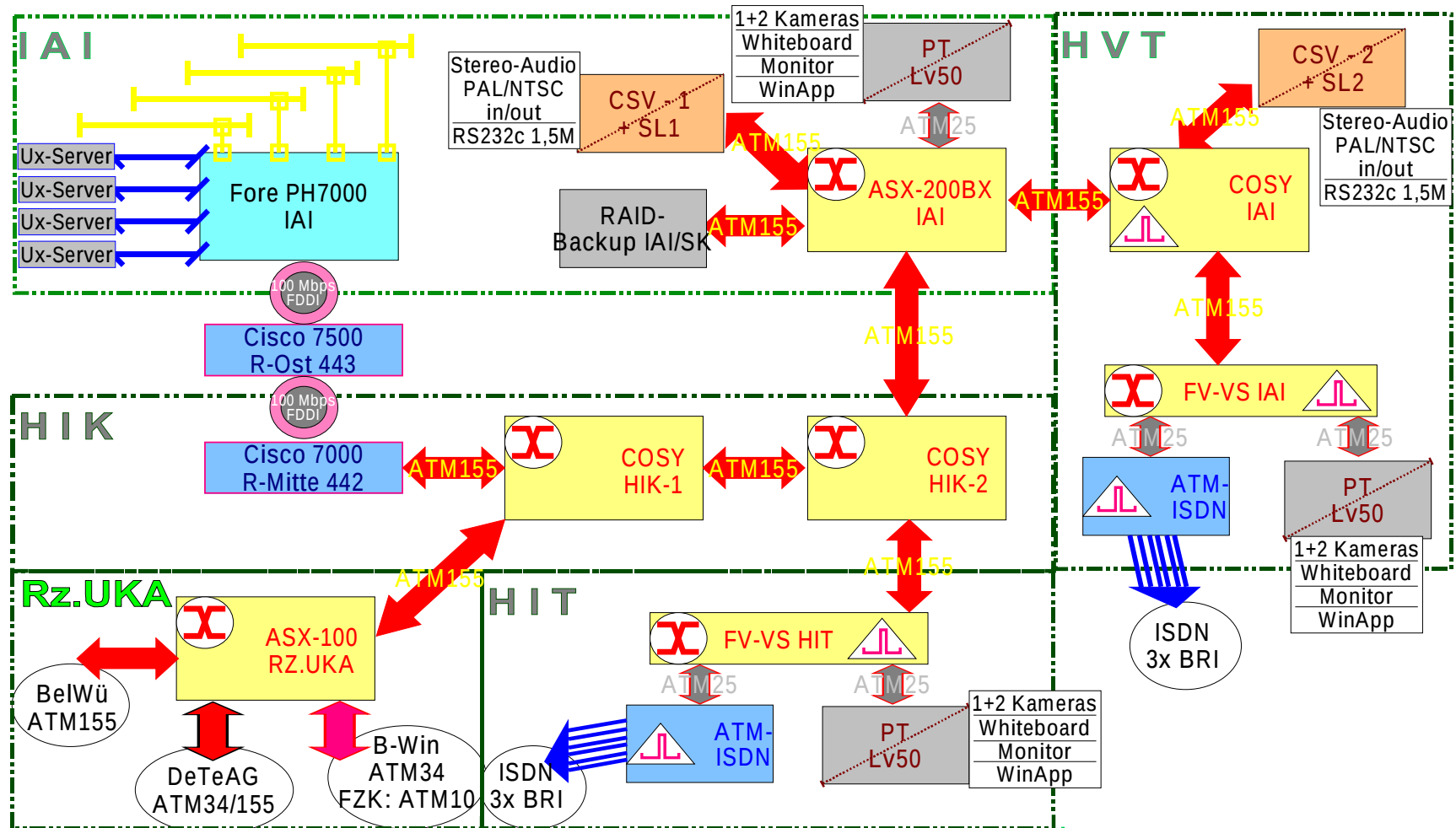
Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin

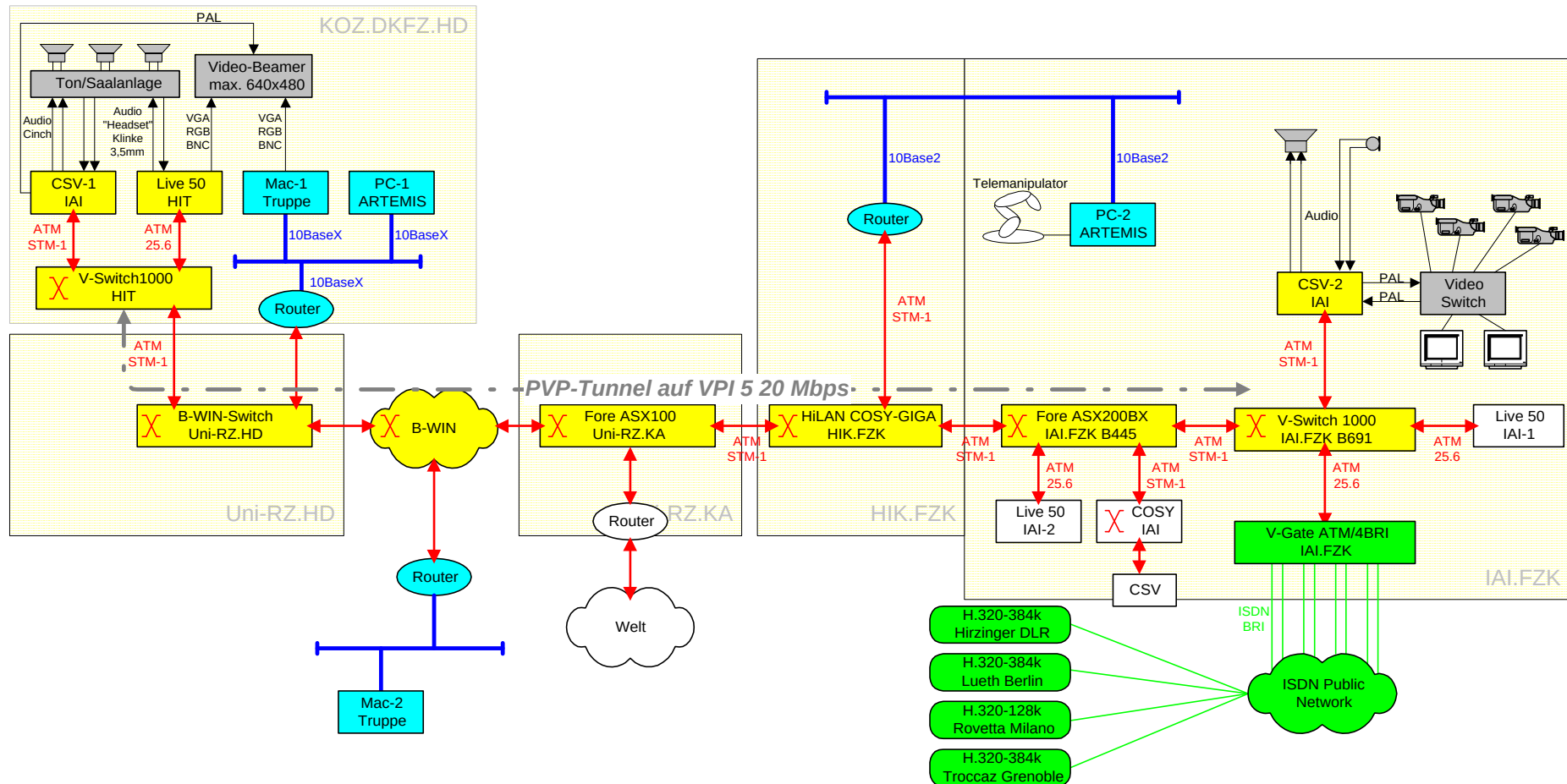
Eröffnung „virtuelles Rechenzentrum“ 03/96

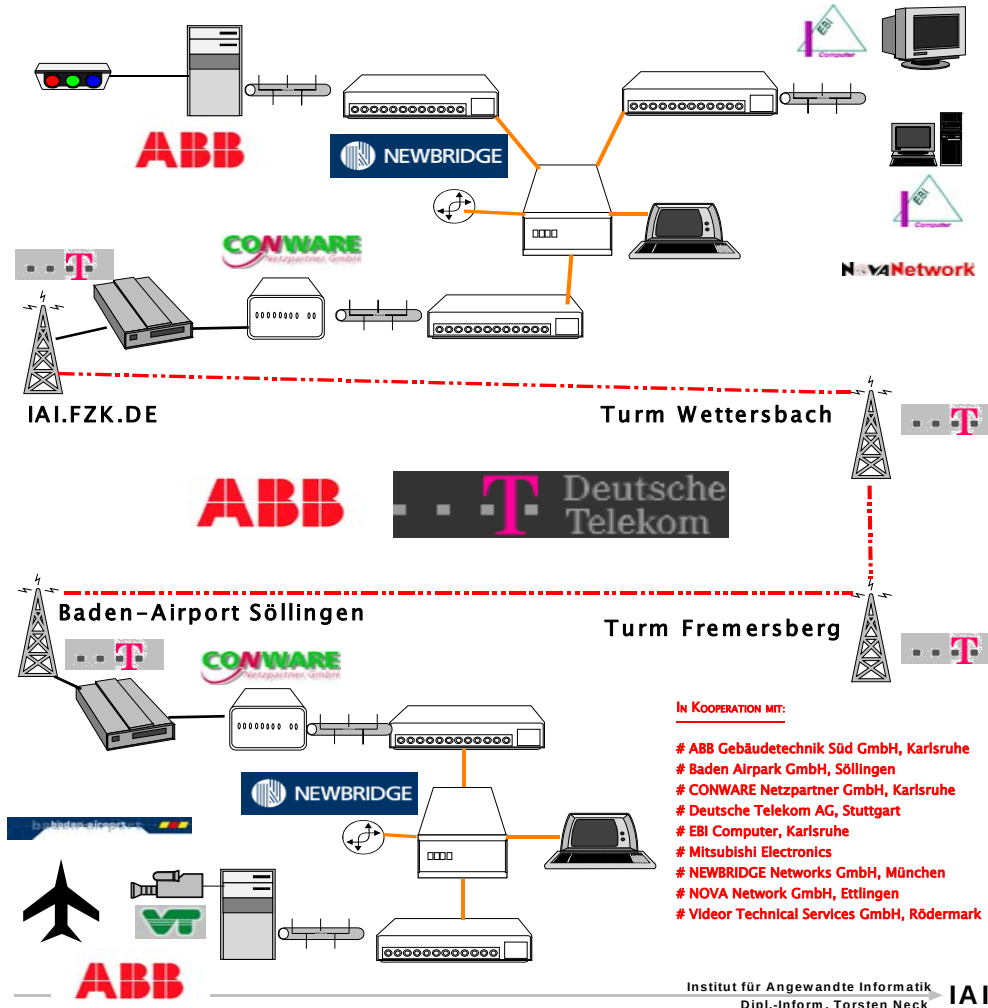


Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin

ATM-Versuchsnetz am IAI 02/97







Grundgedanke:

In der High-Tech-Region um Karlsruhe kann es kein Problem sein, zwei MPOA-Netze über öffentliches WAN mit ATM zu koppeln, um Live-Video in hoher Qualität zu übertragen.

Realisation:

ATM-Verbindung scheitert an wenigen Metern LWL!

Richtfunk als Alternative!

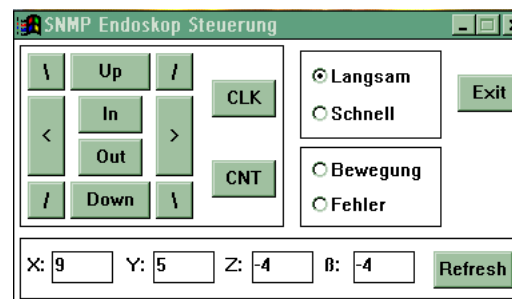
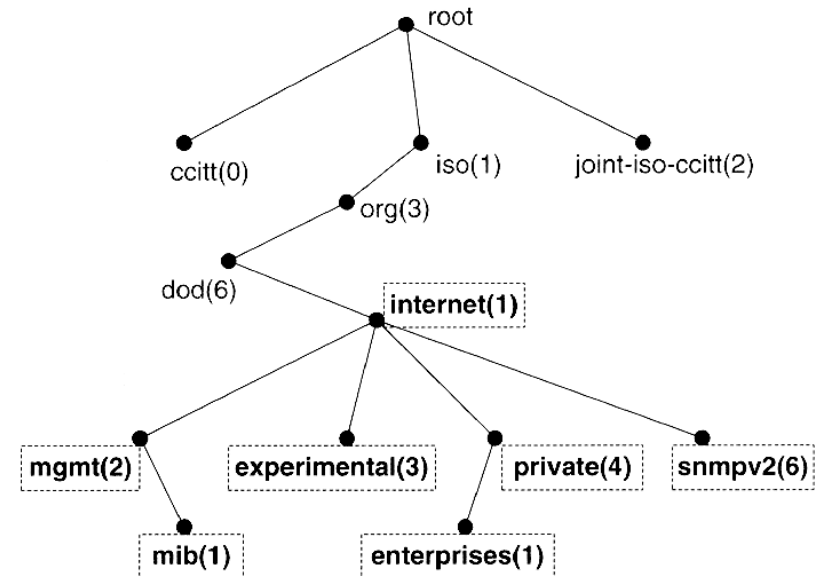
Showeffekt:

In der High-Tech-Region um Karlsruhe ziehen bei Bedarf auch Konkurrenten gemeinsam an einem Strang!

2 — 2.11

Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin Endoskopführung über WWW und SNMP

- ➡ **SNMP-MIB**
für Endoskopführungssysteme
- ➡ **Simultane Steuerung**
von beliebig vielen Sites
in Konkurrenz über
SNMP-GET und SNMP-SET
- ➡ **Autorisierung über Community-String**
- ➡ **lokales Overriding**
- ➡ **Einfache Bedienoberfläche:**
 - ➡ als separates Window
im Rahmen einer
H.320-Konferenz
[Dipl. David Rychen]
 - ➡ mit integriertem Video
in einem Web-Browser
(JAVA-Servlet)
[Dipl. Daniel Pamies-Arribas]



LOGIN

Local IP Address: 141.52.44.220

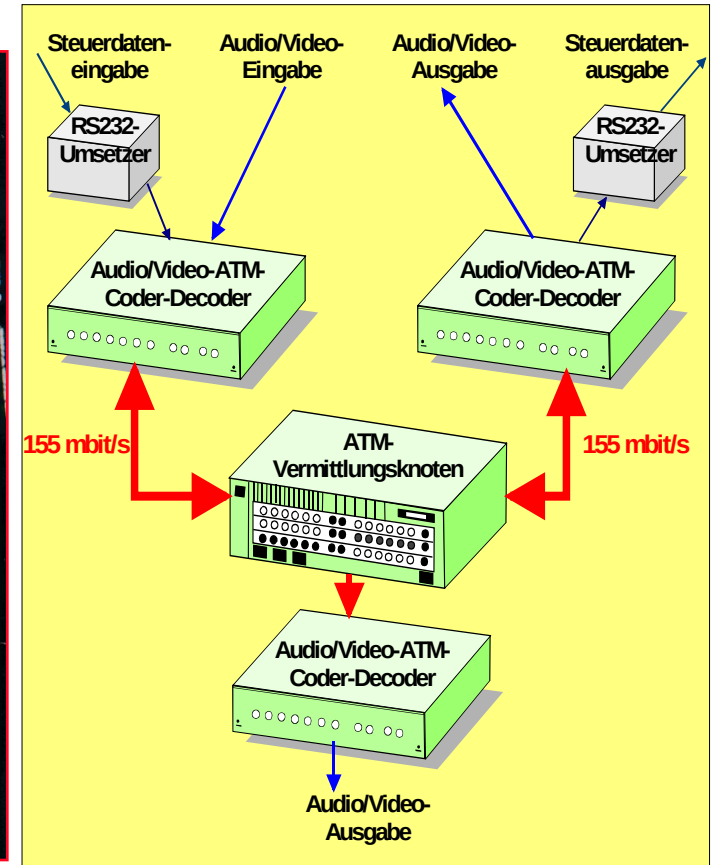
Enter Login: *****

ReEnter Login: *****

Enter Password: *****

ReEnter Password: *****

OK CANCEL



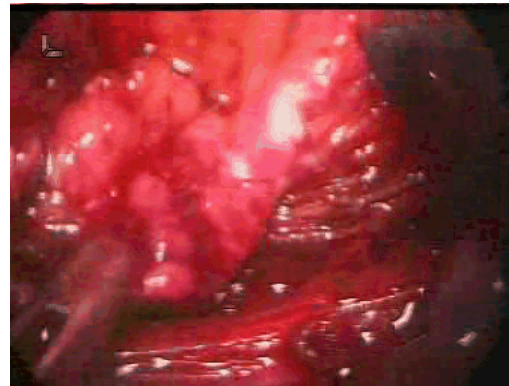
Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin

„Virtueller Spatenstich“ Juli 1996



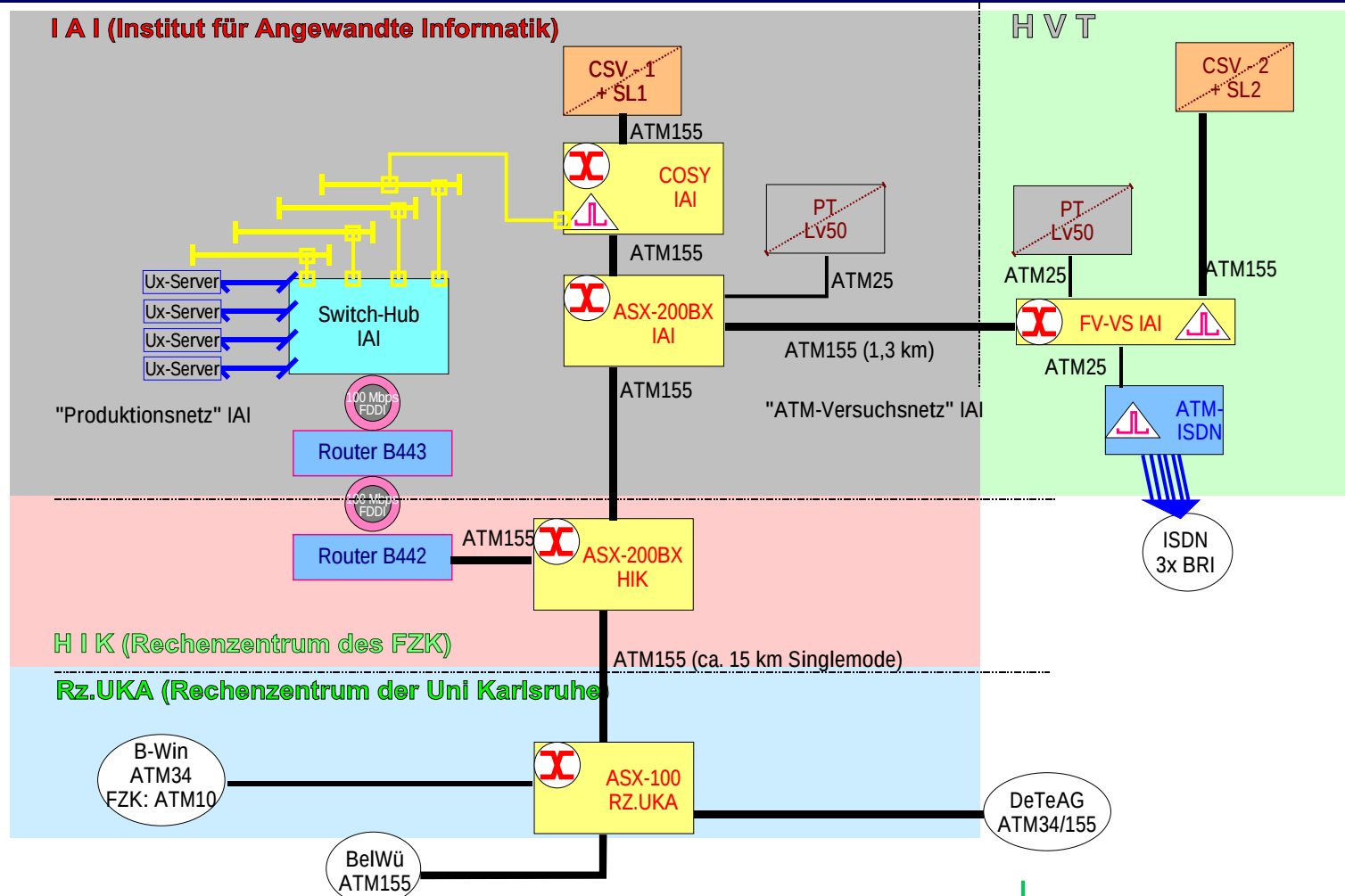
2 — 2.14

Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin interaktives Teleconsulting „Kiel“ August 1997



2 — 2.15

Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin Hybridsystem: H.320-Videokonferenz über ATM





**Transmission of Control and
Feedback Information:
up to**

**16 kbps
128 kbps**



Sprachqualität



**Standard quality speech transmission (ISDN):
8 kHz sampling rate · 8 bit/sample =**

64 kbps



„Mean Opinion Score (MOS)“ Zahlen geben Auskunft



5:

ISDN

64 kbps



4.7:

VoIP G.711

64 kbps



4.3:

VoIP G.729/Lucent-Codec

8 kbps



3.8:

VoIP G.723

5 kbps



3.5 - 4 ist

„Telefonqualität analog“



High quality stereo sound



Compact disc: 44,1 kHz · 16 bit · 2 channels =

1,4 Mbps



Digital audio tape: 48 kHz · 16 bit · 2 channels =

1,5 Mbps



Narrowband ISDN Quality (H.320/H.323)
mit H.261/H.263 Coding und Kompression:
ökonomisch-qualitatives Optimum:

128 kbps
384 kbps



Broadband ISDN Quality
mit MPEG I Coding und Kompression:
mit MPEG II Coding und Kompression:

1,5 Mbps
5,5 Mbps

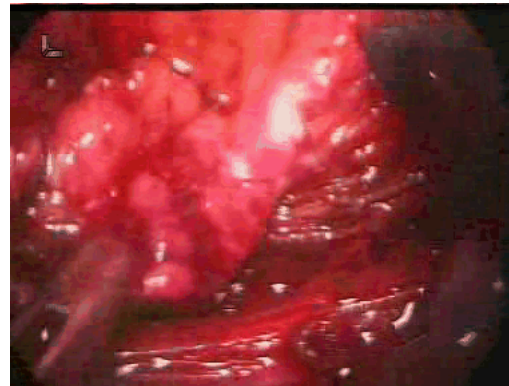


Broadband ISDN Quality
mit mJPEG Coding und Kompression:
mit Bursts bis zu

15 Mbps
35 Mbps

2 — 2.18

Endoskopie: Videokollaboration in der Medizin interaktives Teleconsulting „Trondheim“ 6/1996



3(i)
3.01

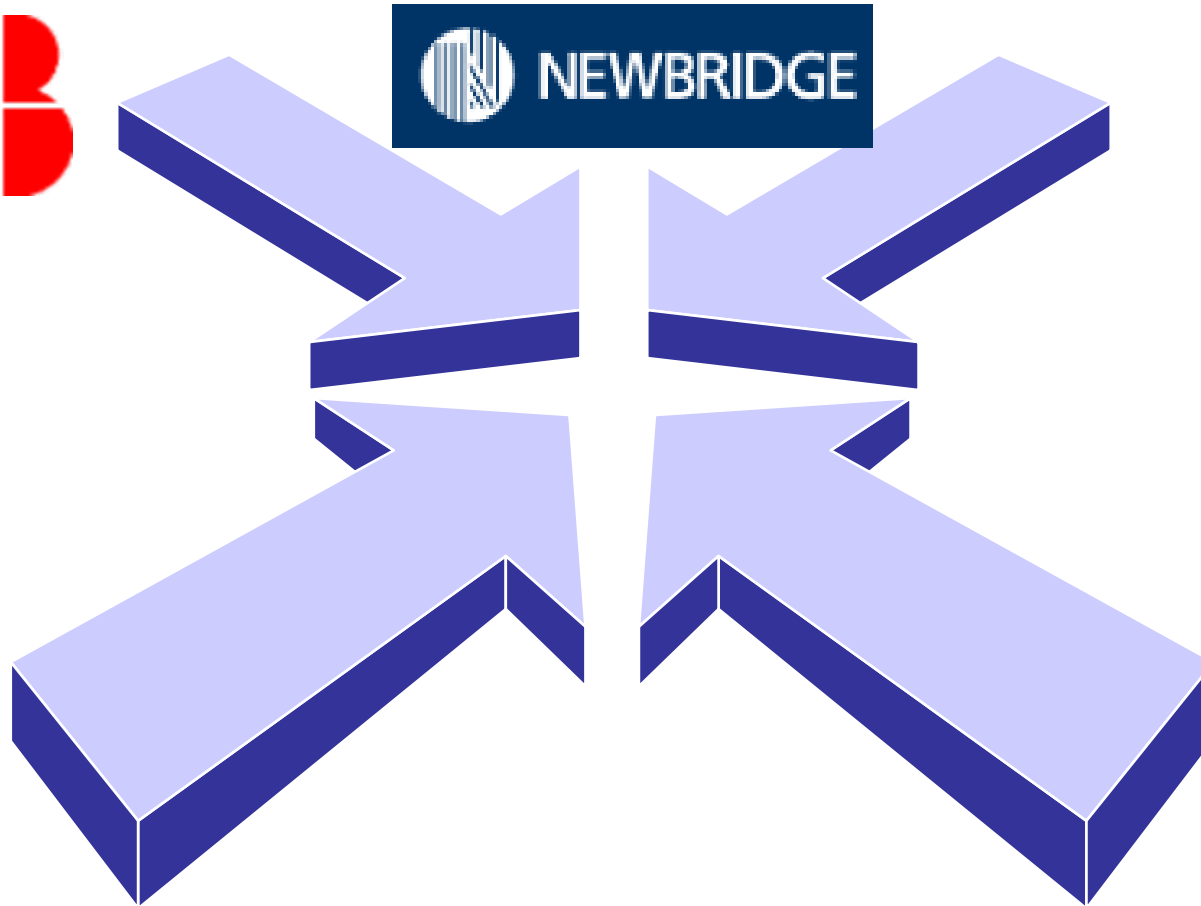
„Forschungs-Ökonomie“: VoIP im VPN „B-WIN“ Kooperation am Forschungszentrum Karlsruhe



NEWBRIDGE



INTERCONNECT



 **ABB Gebäudetechnik Süd AG,
Niederlassung Karlsruhe:**

 **Rolf Sperber**
 Michael Leitner

 EBI Computer GdbR, Karlsruhe:

 Steffen Biehle
 **Holger Frank**

 **Forschungszentrum Karlsruhe
GmbH:**

 Hans Ebert, BTI
 Gerd Halbeis, BTI
 Hans-Ulrich Hohn, HIK
 **Torsten Neck, FTU**
 Wolfgang Stiefel, HIK

 Interconnect GmbH, Karlsruhe:

 Alexander Weitzel

 NEWBRIDGE Networks AG,
München:

 Falk Schwendike
 Wolfgang Werner

 NOKIA IP — ehemals:
VIENNA Systems Inc.,
Maidenhead (GB):

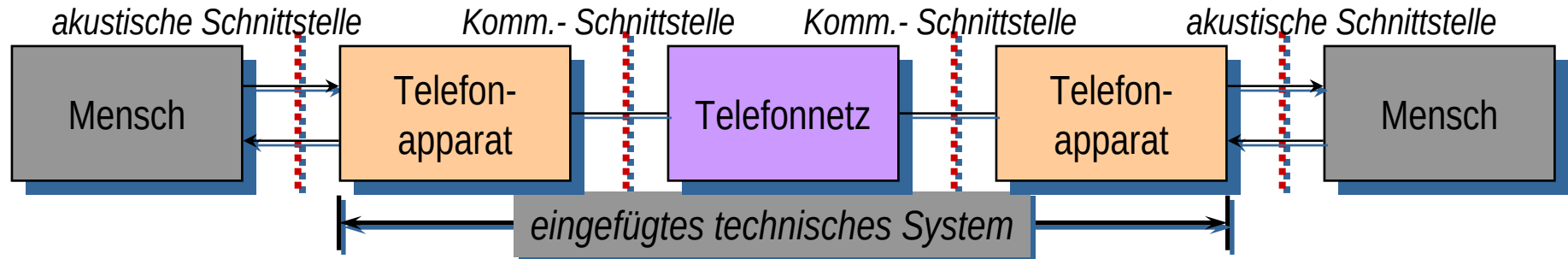
 Dave Gladwin

① Eine Technik zur Übertragung von Sprache über Datennetze unter Verwendung des „Internet Protokolls“ (IP)

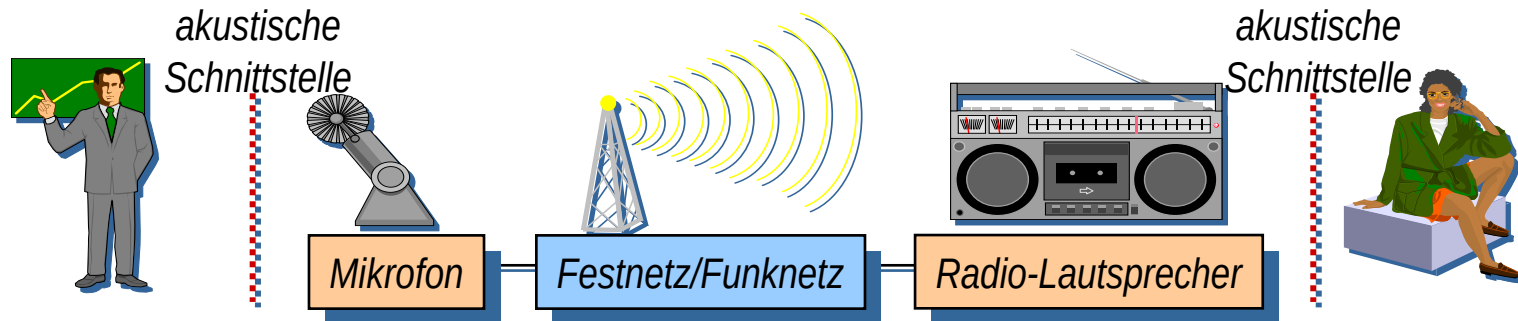
- ☞ Akronym: „Voice Over Internet Protocol“
- ☞ Abbildung der ISDN-Telefonie-Dienste auf IP („ISDN-Emulation“):
 - ☞ Volle Unterstützung der Merkmale des ISDN ist möglich
 - ☞ Keine vollständige Emulation aller Übertragungseigenschaften von Telefonleitungen
 - ☞ Faxdienst wird nicht notwendig unterstützt (Fax over IP Standard)
 - ☞ Modemdienst wird nicht unterstützt
- ☞ VOIP bedient sich des IP Protokolls
 - ☞ VOIP ist damit jedoch nicht notwendigerweise „Telefonieren im Internet“
 - ☞ Wichtigste Einsatzfelder: Intranet, VPN
 - ☞ Andere Protokolle haben keine Bedeutung (Ausnahme: „VTOA“)
- ☞ VOIP integriert die IT- und Telekommunikationswelten
- ☞ Datenkommunikation läuft auf IP direkt, Datendienste über VOIP macht keinen Sinn!



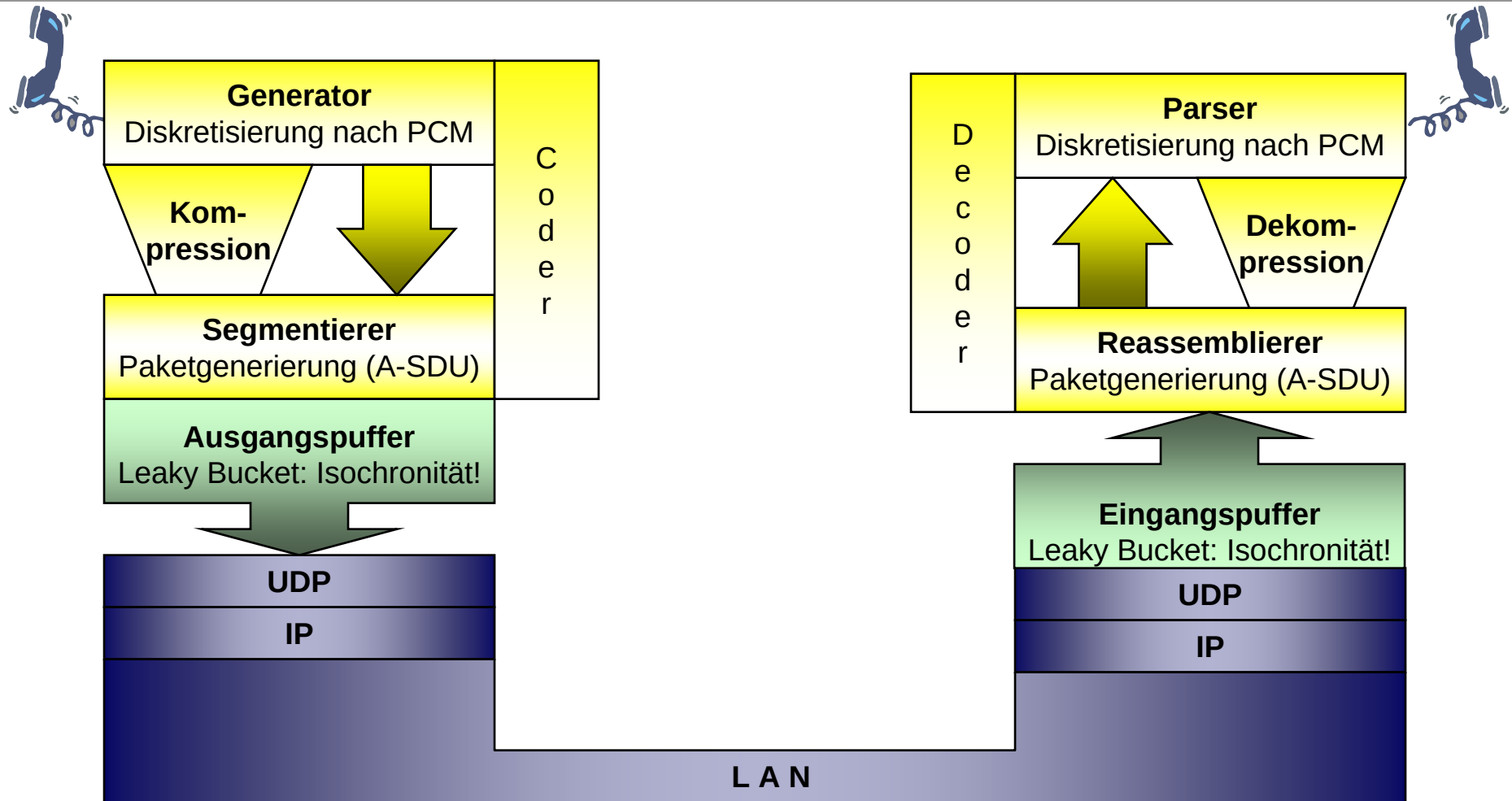
Das technische System wird in den — ansonsten weitgehend unveränderten — Kommunikationsablauf eingefügt.



Modell einer Telefonkommunikation



Modell einer Rundfunkkommunikation





PC-Arbeitsplatz mit



Voice-Devices



Soundkarte



Mikrofon, Lautsprecher oder Headset



IP-Netzzugang

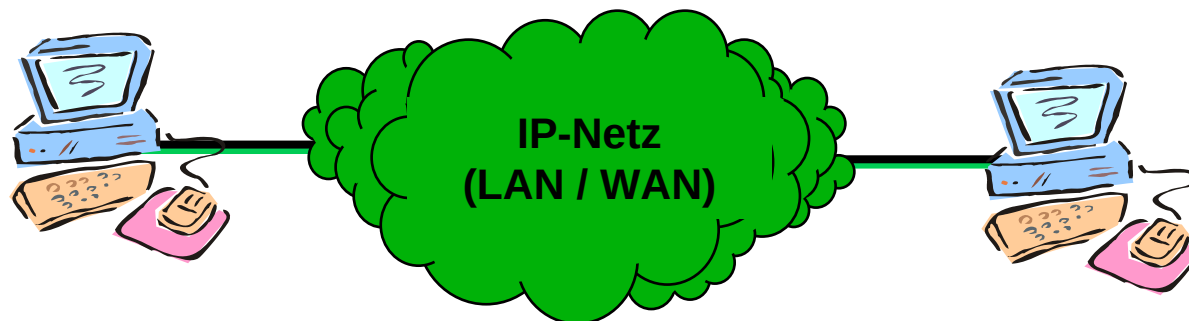


VOIP-CoDec



Signalisierungsdienst

(denn: Telefonie ist „CO“, IP hingegen „CL“)





Dedizierte VOIP-PC-Arbeitsplatz mit



Voice-Devices



Sprechgarnitur mit seriellem Anschluß (115 kbps)



Soundkarte, Mikrofon, Lautsprecher oder Headset alternativ



IP-Netzzugang

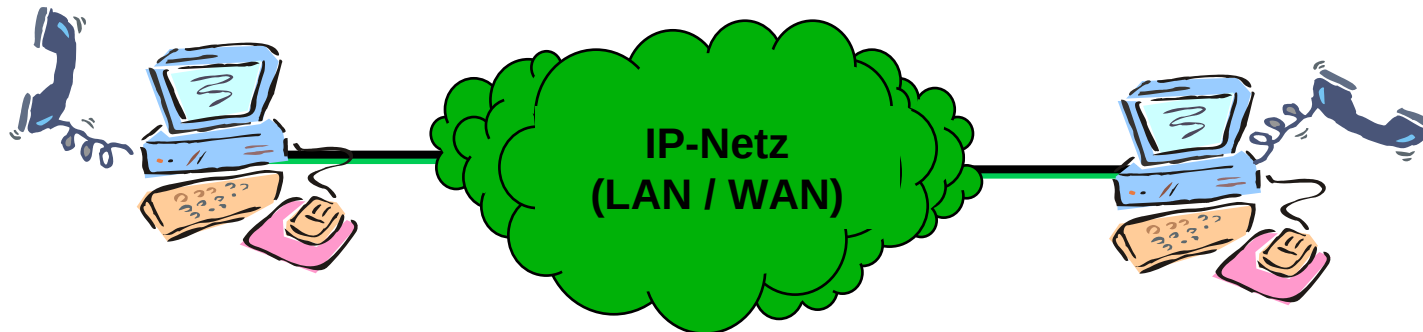


VOIP-CoDec



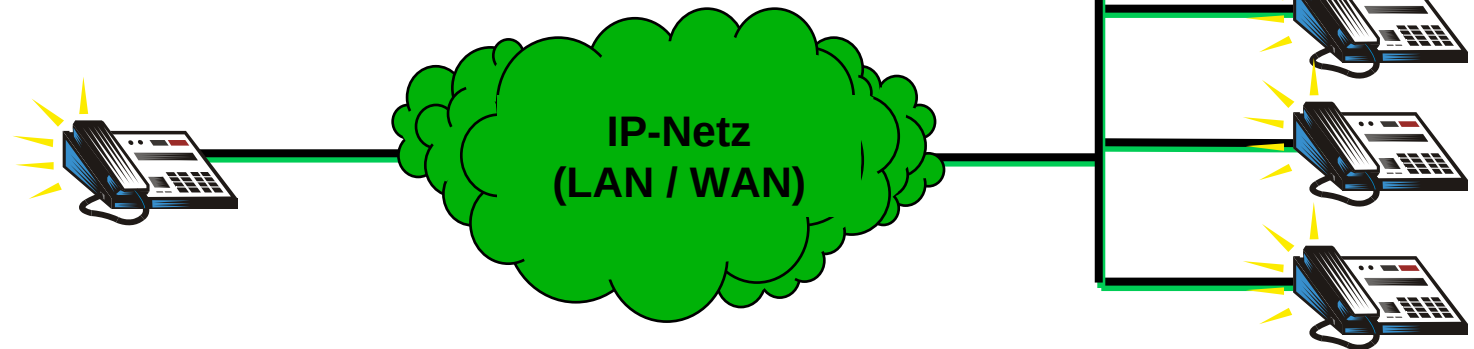
Signalisierungsdienst

(denn: Telefonie ist „CO“, IP hingegen „CL“)



Dedizierte VOIP-Telefone mit

-  **Voice-Device:**
konventionelle Sprechgarnitur
-  **IP-Netzzugang**
 -  **Integrierter Netzzugang**
 -  **BOOTP, DHCP-Client als Boot-ROM**
-  **integrierter VOIP-CoDec**
-  **Signalisierungsdienst**
(denn: Telefonie ist „CO“, IP hingegen „CL“)





iPBX (oder IP TK-Anlage)



Erbringen des Verbindungsaufbaus durch dedizierten Server
(damit weiterhin gewohnte Telefonnummern verwendet werden können)



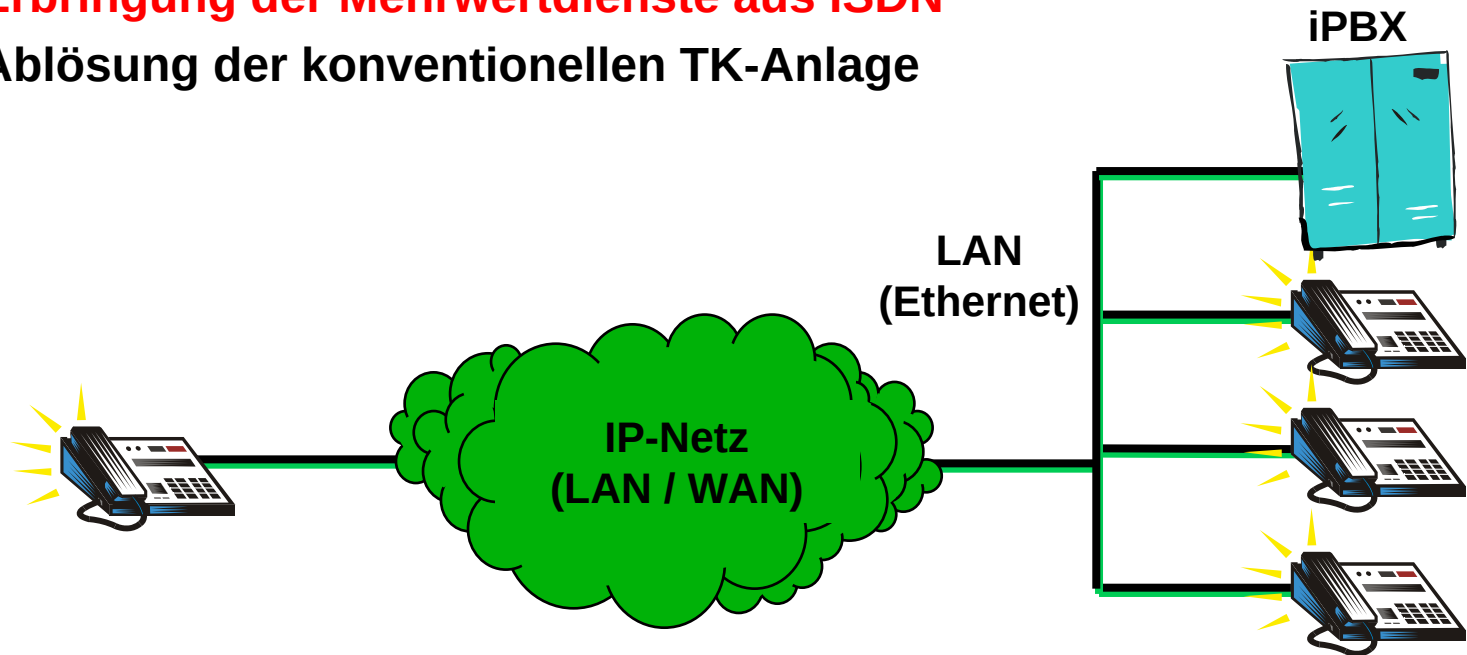
Call-Processing-Server (CPS) / Gatekeeper / IPBX

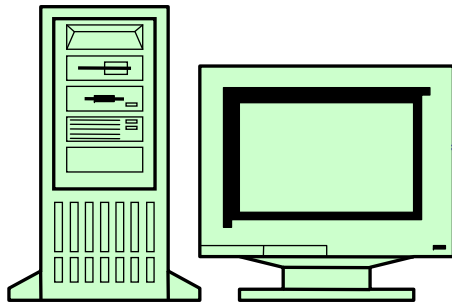


Erbringung der Mehrwertdienste aus ISDN



Ablösung der konventionellen TK-Anlage

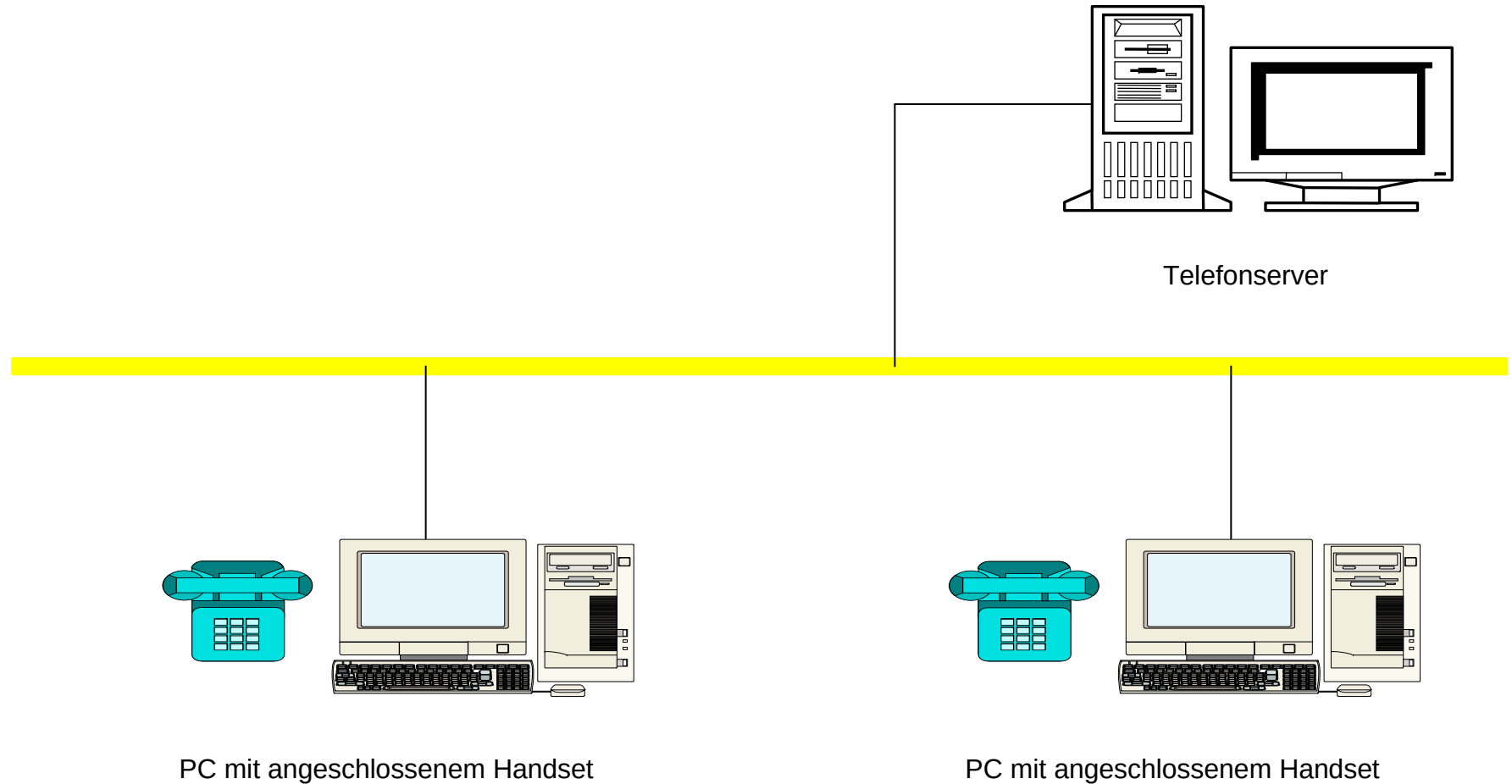


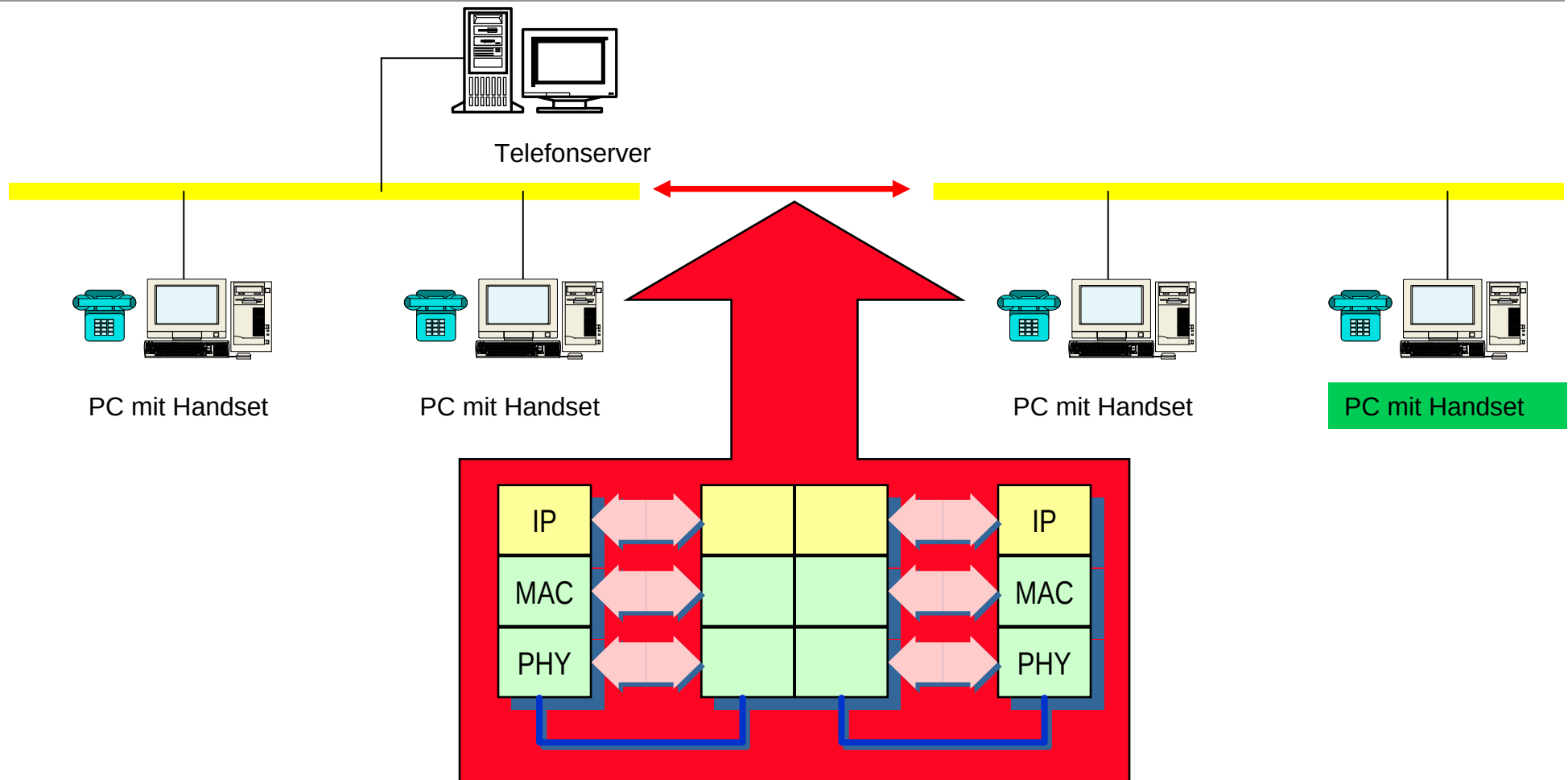


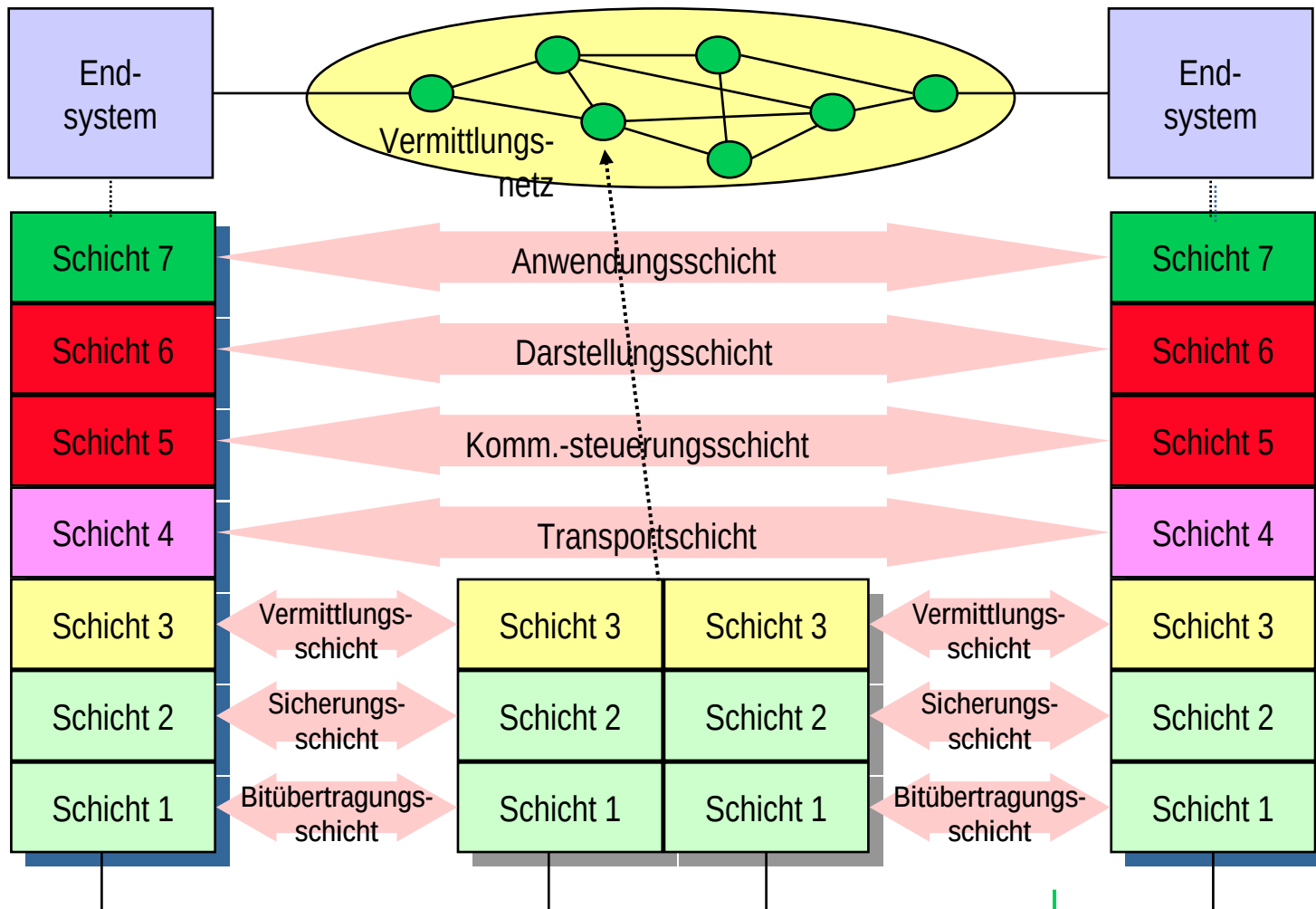
Call-Processing-Server (CPS)

Serverdatenbank :

zugewiesene Nebenstelle	IP-Adresse	Benutzername	weitere Felder
1000	141.52.80.1	Neck	
1001		Sperber	
1002	141.52.80.77	Maihack	
1003	141.52.80.80	Biehle	
7500	141.52.80.110	Notruf	
9999	141.52.80.3	Zentrale	

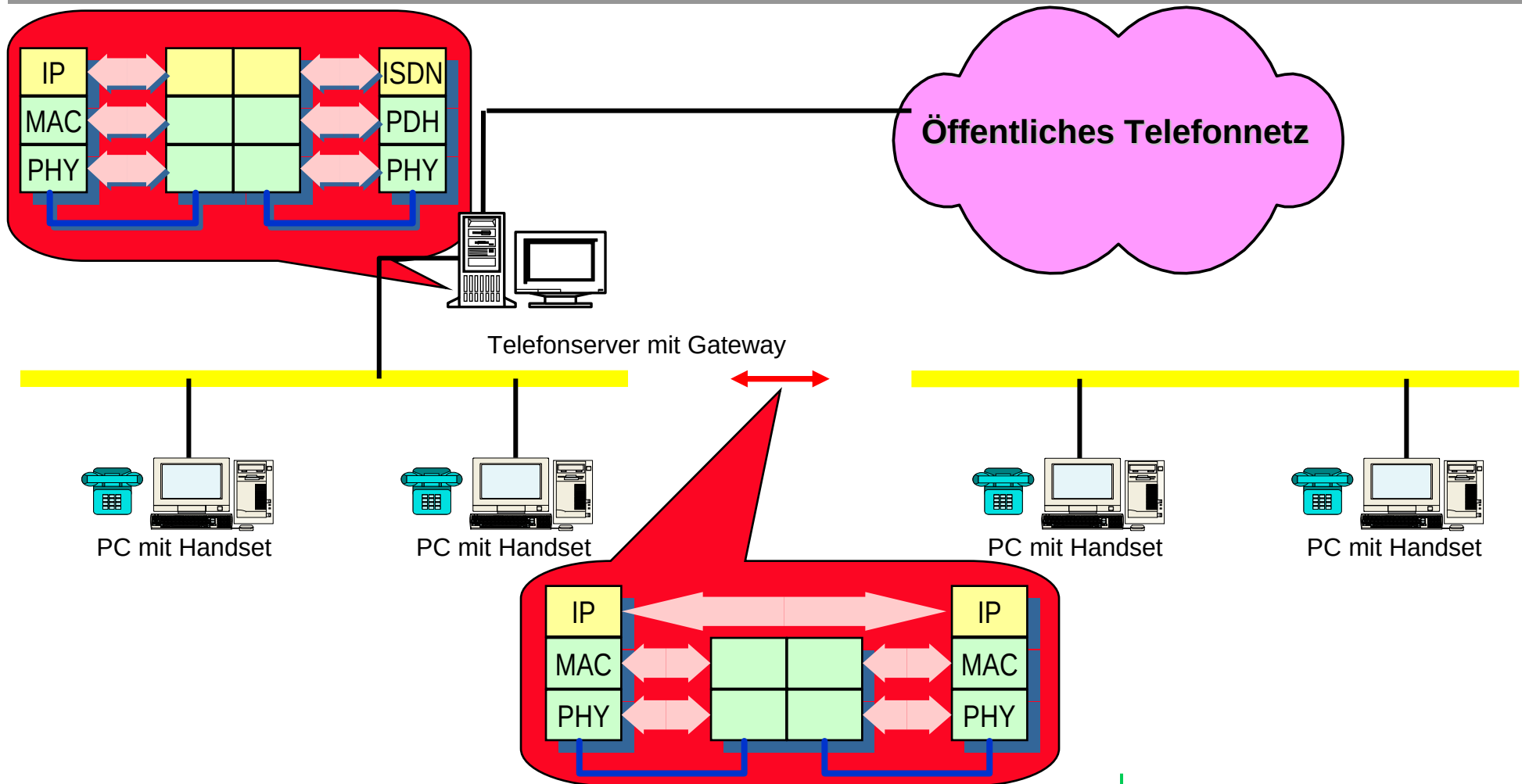






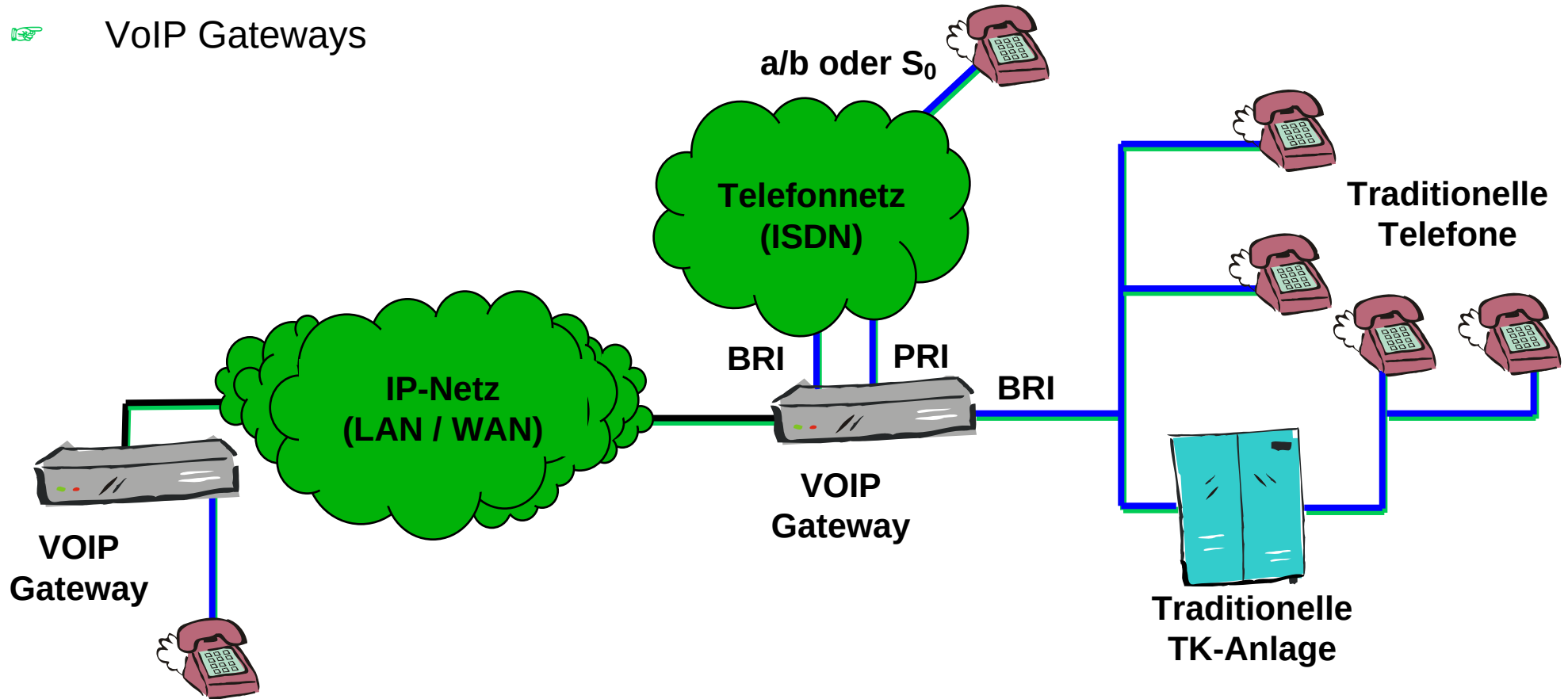
3(ii) 3.14

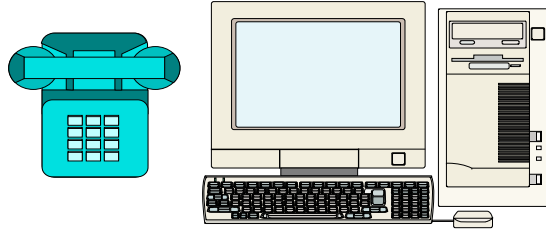
VoIP-Einsatz integrierendes Szenario: IP/ISDN-Gateway



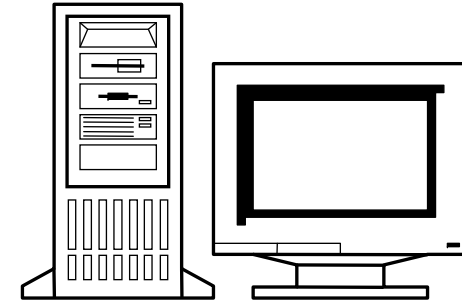


VoIP Gateways





PC mit angeschlossenem Handset



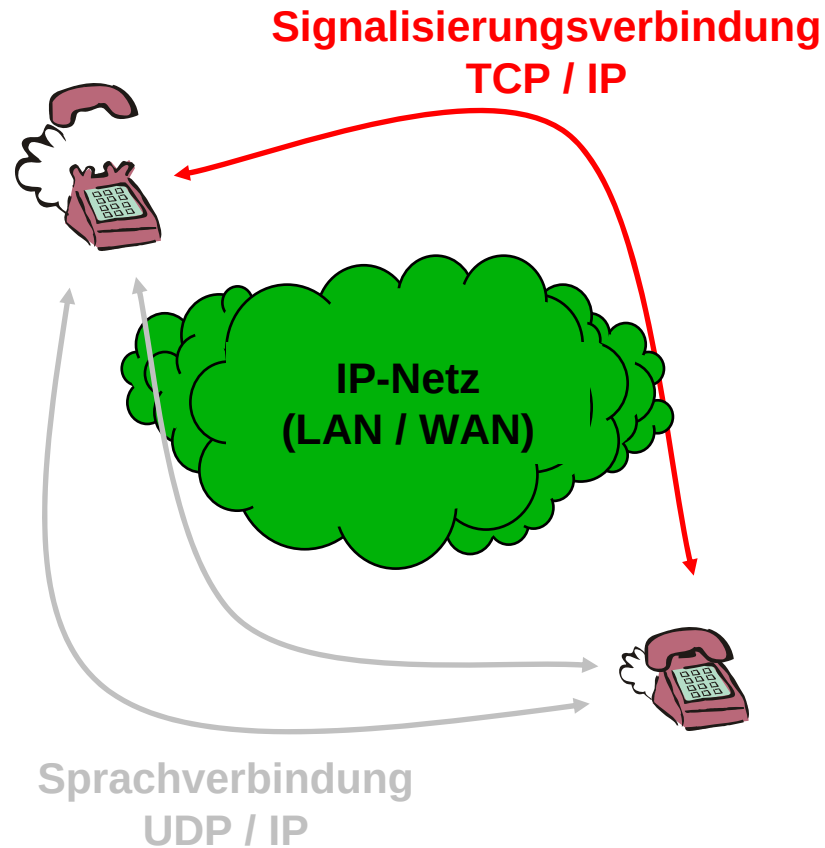
Telefonserver
Erfassung von Messwerten

Anmelden eines Klienten

- > Klient nimmt Kontakt mit Server auf
- > Server registriert IP-Adresse des Klienten in seiner Datenbank
- > Server bestätigt dem Klienten die Anmeldung
- > Klient kann jetzt im Netz telefonieren



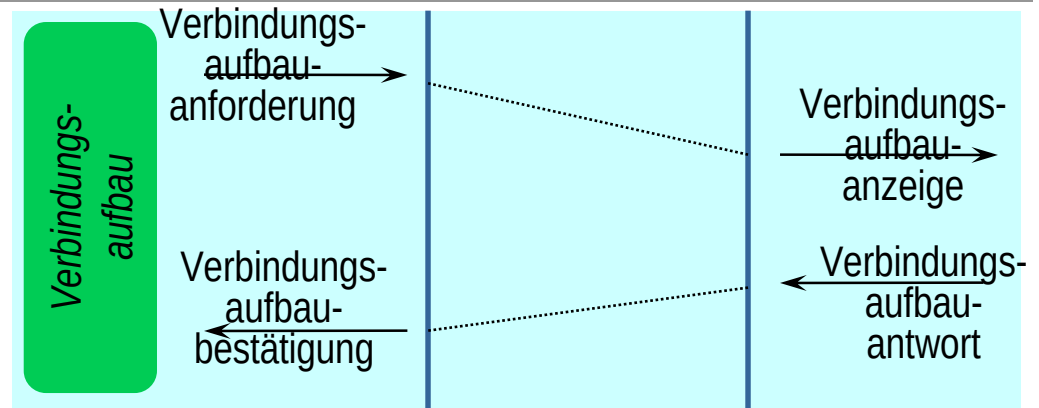
Signalisierungs-Verbindung



3-Phasen-Prinzip

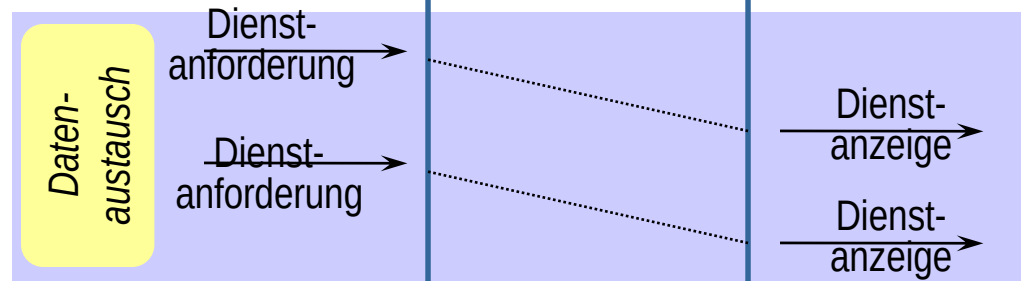
1. Verbindungsaufbau

- ☞ Kontexterzeugung
- ☞ **Endsysteme**
- ☞ **Netz**



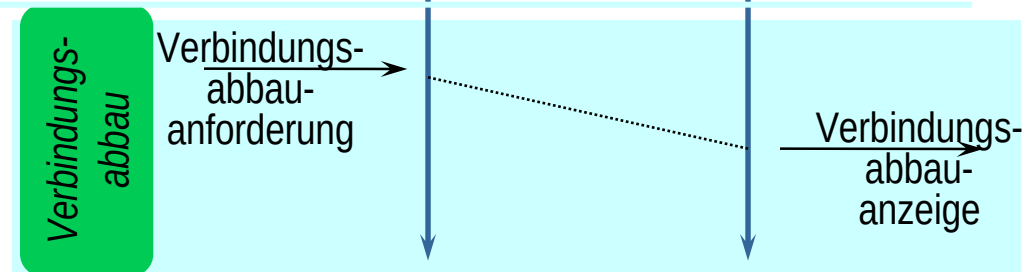
2. Datenaustausch (hier: simplex)

- ☞ Weniger laufende Kontextinformationen erforderlich



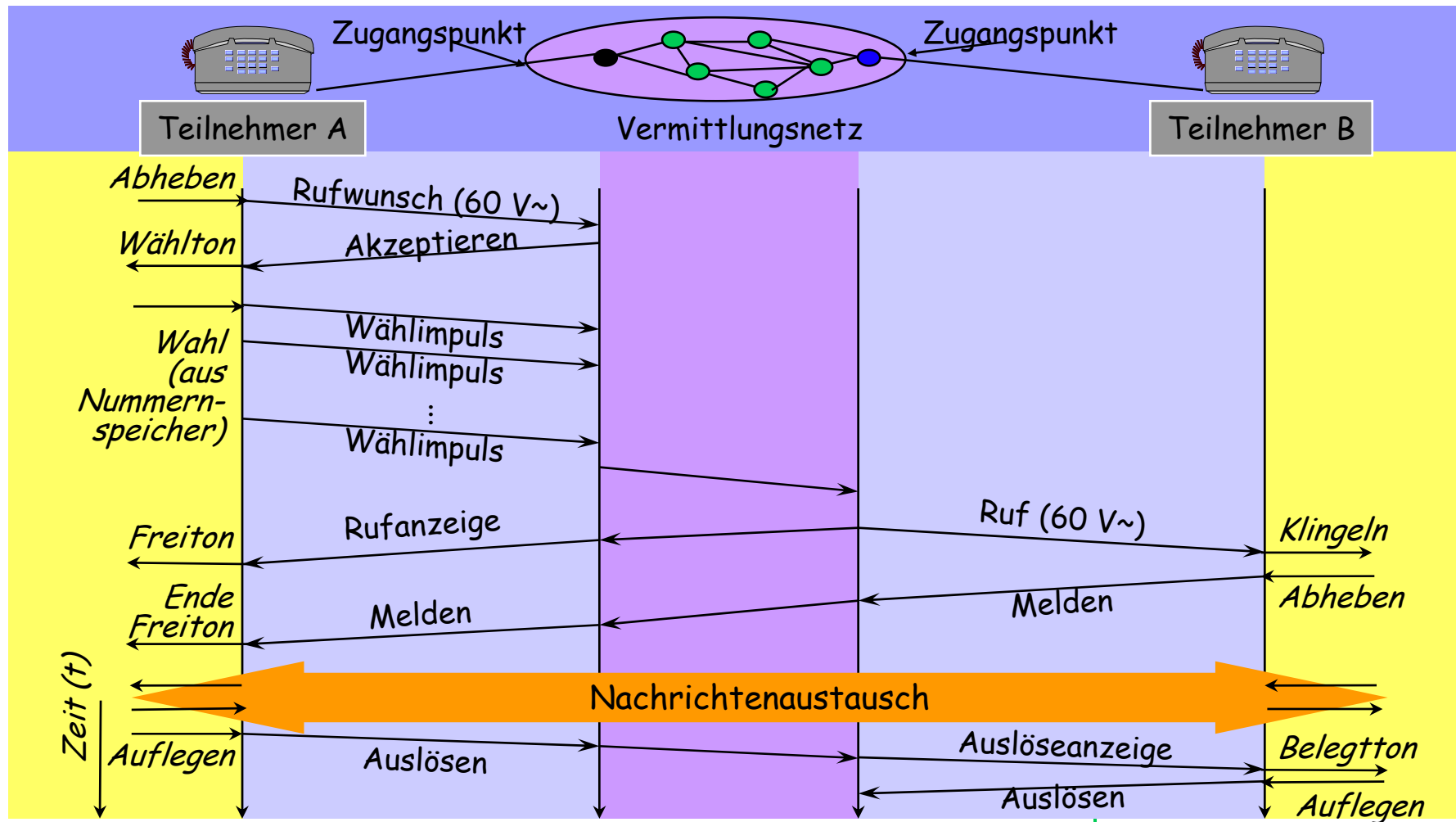
3. Verbindungsabbau

- ☞ Kontextfreigabe
- ☞ Ressourcenfreigabe



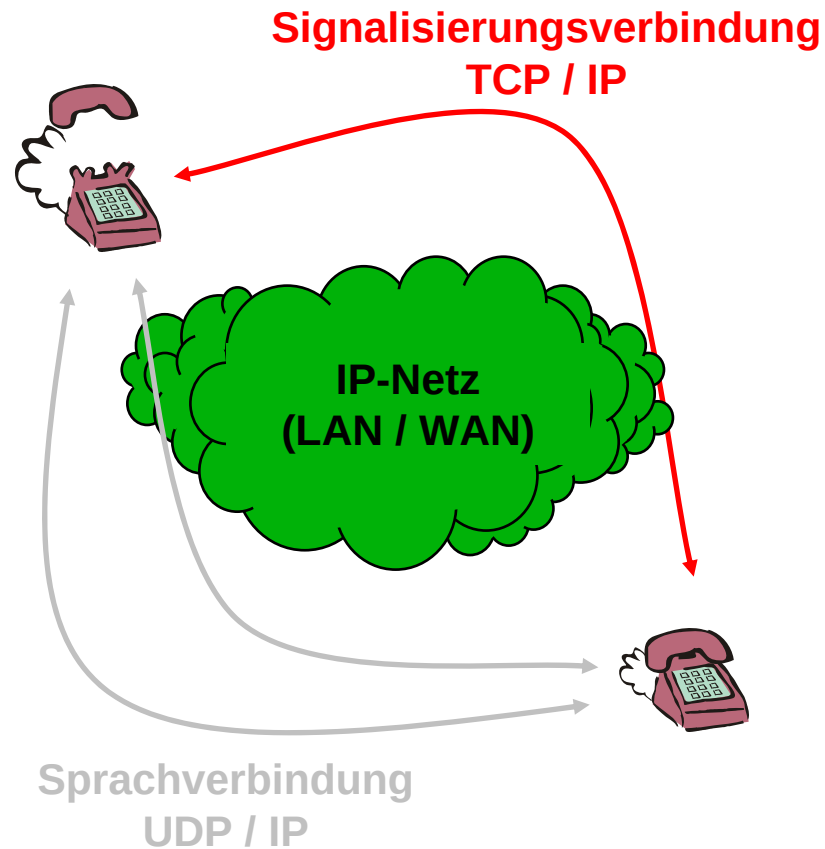
3(iii) 3.19

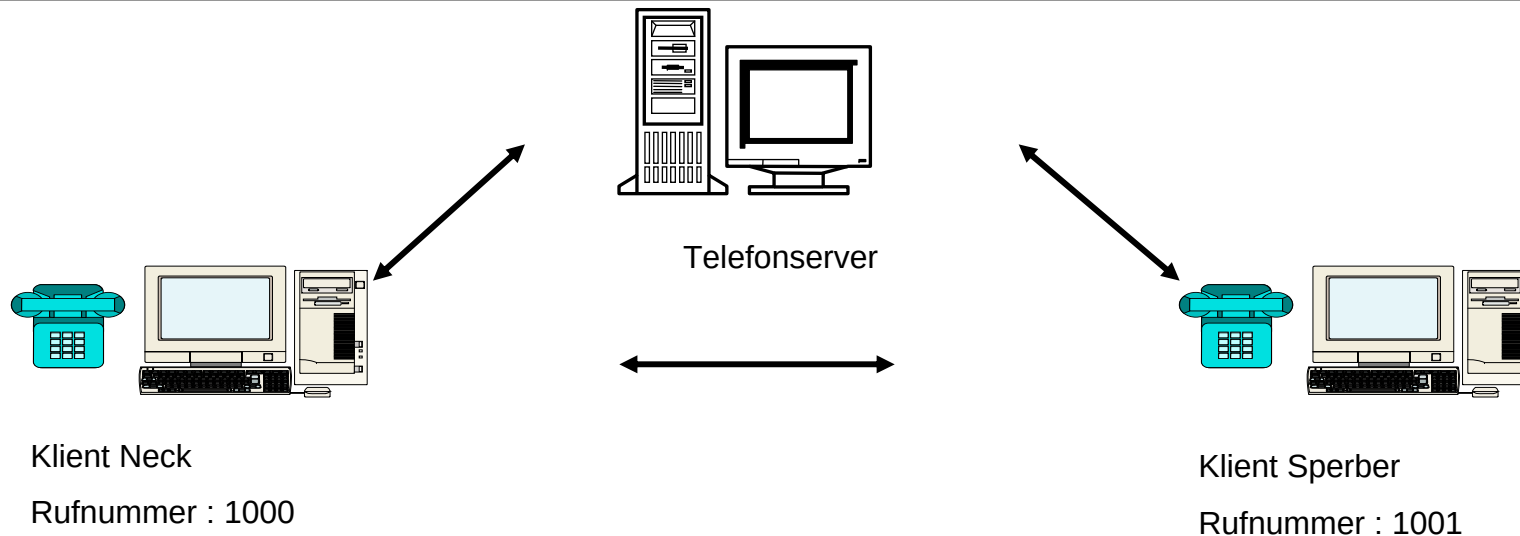
VolP-Betrieb Bsp.: Signalisierung im analogen Fernsprechnetz





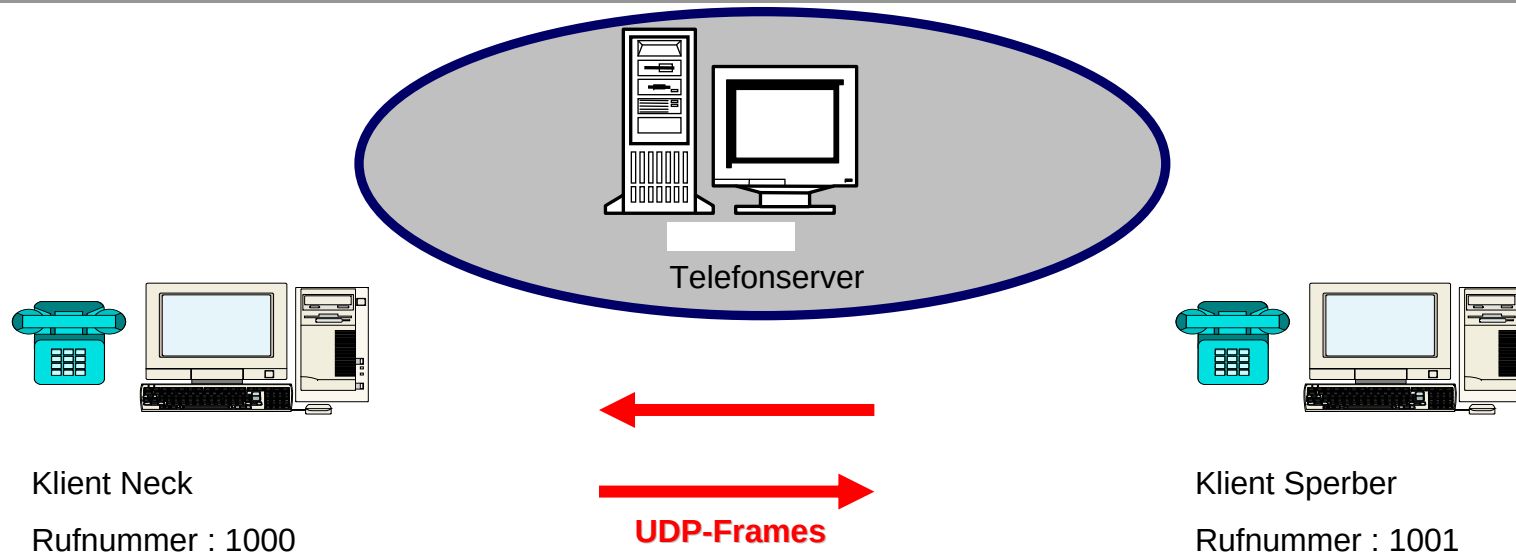
Signalisierungs-Verbindung





Gesprächsanforderung Klient "Neck" an Klient "Sperber"

- > Klient "Neck" schickt Wahlaufforderung für Nummer 1001 an Server
- > Server baut Verbindung zu Klient Sperber auf und lässt klingeln
- > Klient "Sperber" hebt ab
- > Server meldet an Klient "Neck" die IP-Adresse von Klient "Sperber"
- > Klient "Neck" löst die IP-Adresse von "Sperber" auf (ARP)
- > die Telefonverbindung ist geschaltet



Gespräch Klient "Neck" mit Klient "Sperber"

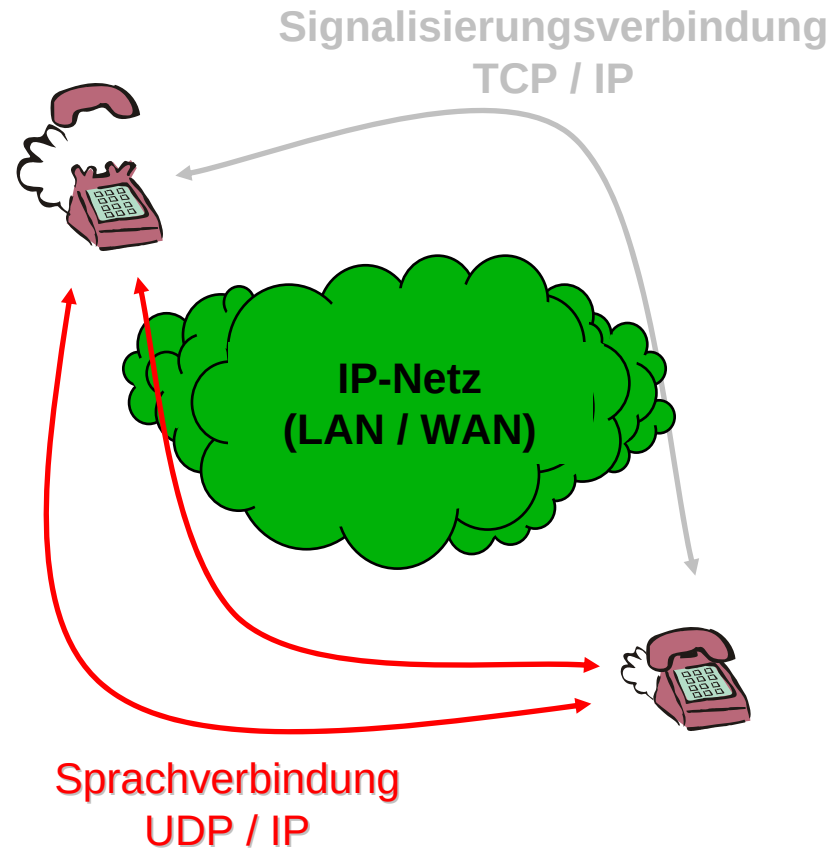
- > Der Telefonserver diene nur zum Liefern der Parameter für den Verbindungsaufbau zwischen den beiden Klienten
- > Das Gespräch spielt sich in Form von zwei unicast UDP-Datenströmen zwischen den beiden Klienten ab

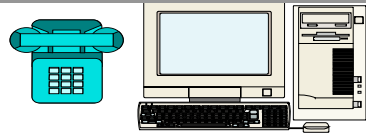


Signalisierungsverbindung



Sprachverbindung



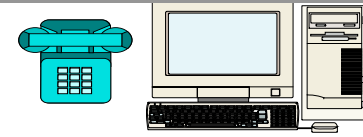


Klient Neck

Rufnummer : 1000



UDP-Frames



Klient Sperber

Rufnummer : 1001

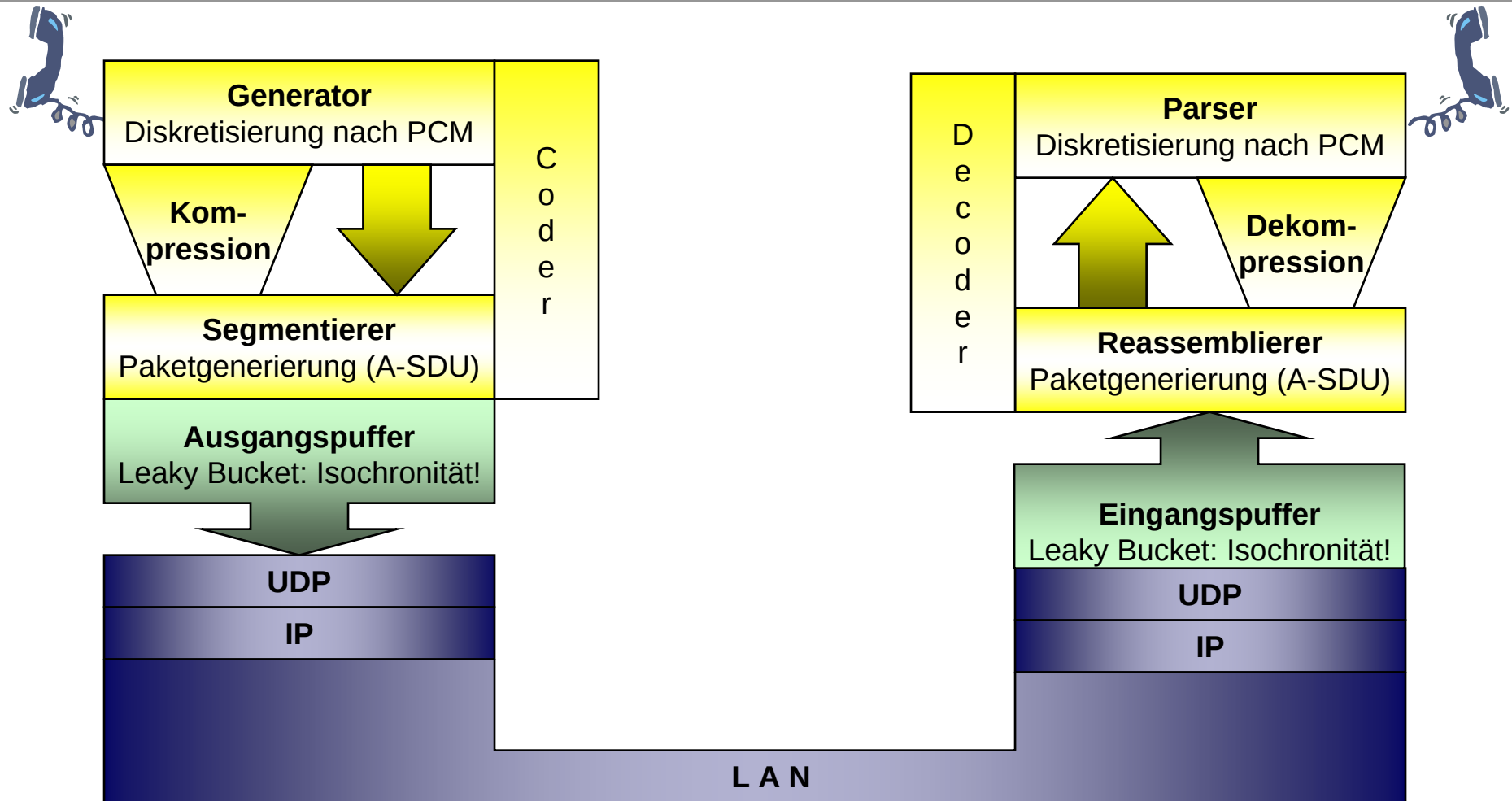
Ablauf eines Gespräches in Frames

- > Die Gesprächsdaten werden digitalisiert
- > die digitalisierten Daten werden komprimiert
 - > Entfernung redundanter Informationen
 - > Wiederholungsfaktoren nach Bitmusterentsprechung
- > Die digitalisierten und komprimierten Daten werden in UDP-Frames verpackt
- > Nach dem Ethernet “space available” Prinzip werden die Daten auf die Leitung geschickt
- > Auf der Gegenseite werden die Daten
 - > entpackt
 - > dekomprimiert
 - > analogisiert

3(iii) 3.25

VoIP-Betrieb

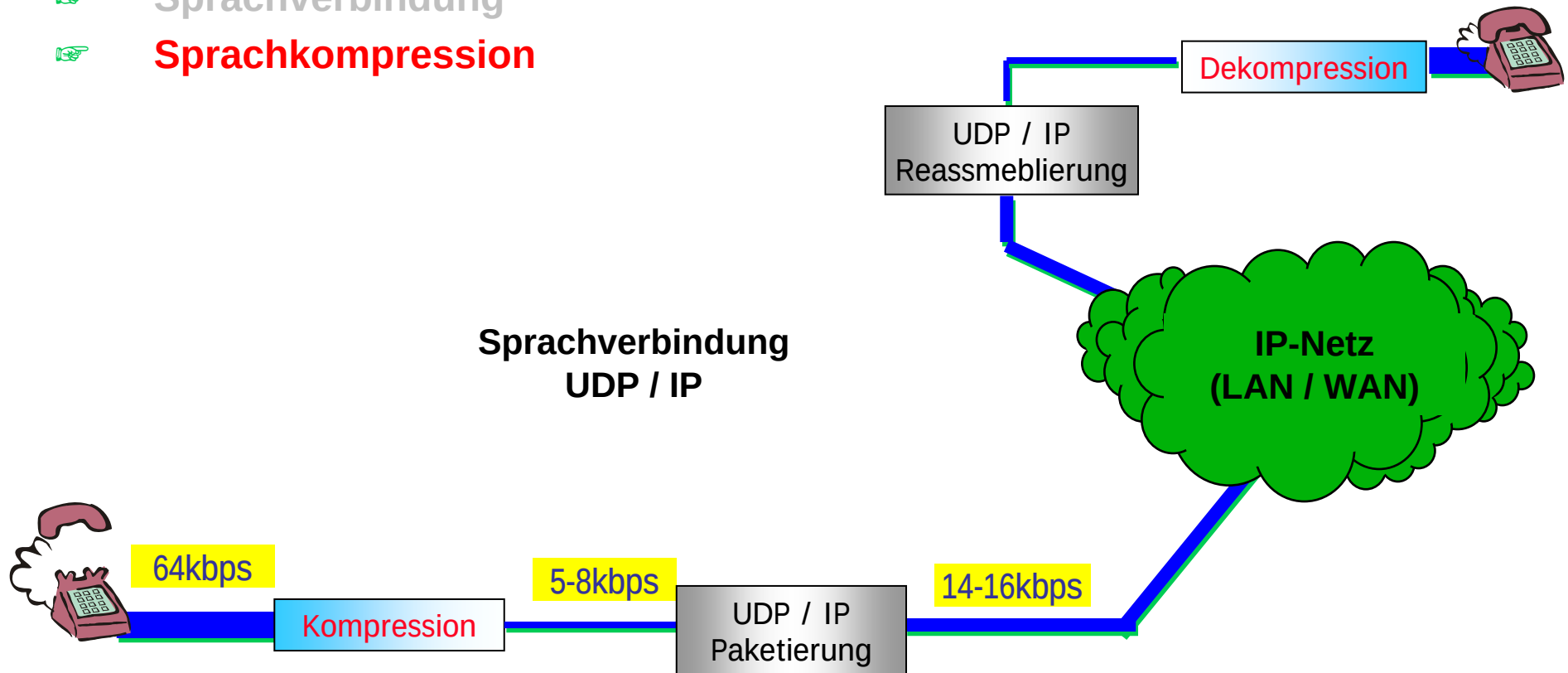
Prinzip der digitalen Sprachkommunikation



3(iii) 3.26

VoIP-Betrieb Protokollcharakteristika I

- ➡ Signalisierungsverbindung
- ➡ Sprachverbindung
- ➡ **Sprachkompression**



☞ Sprachqualität

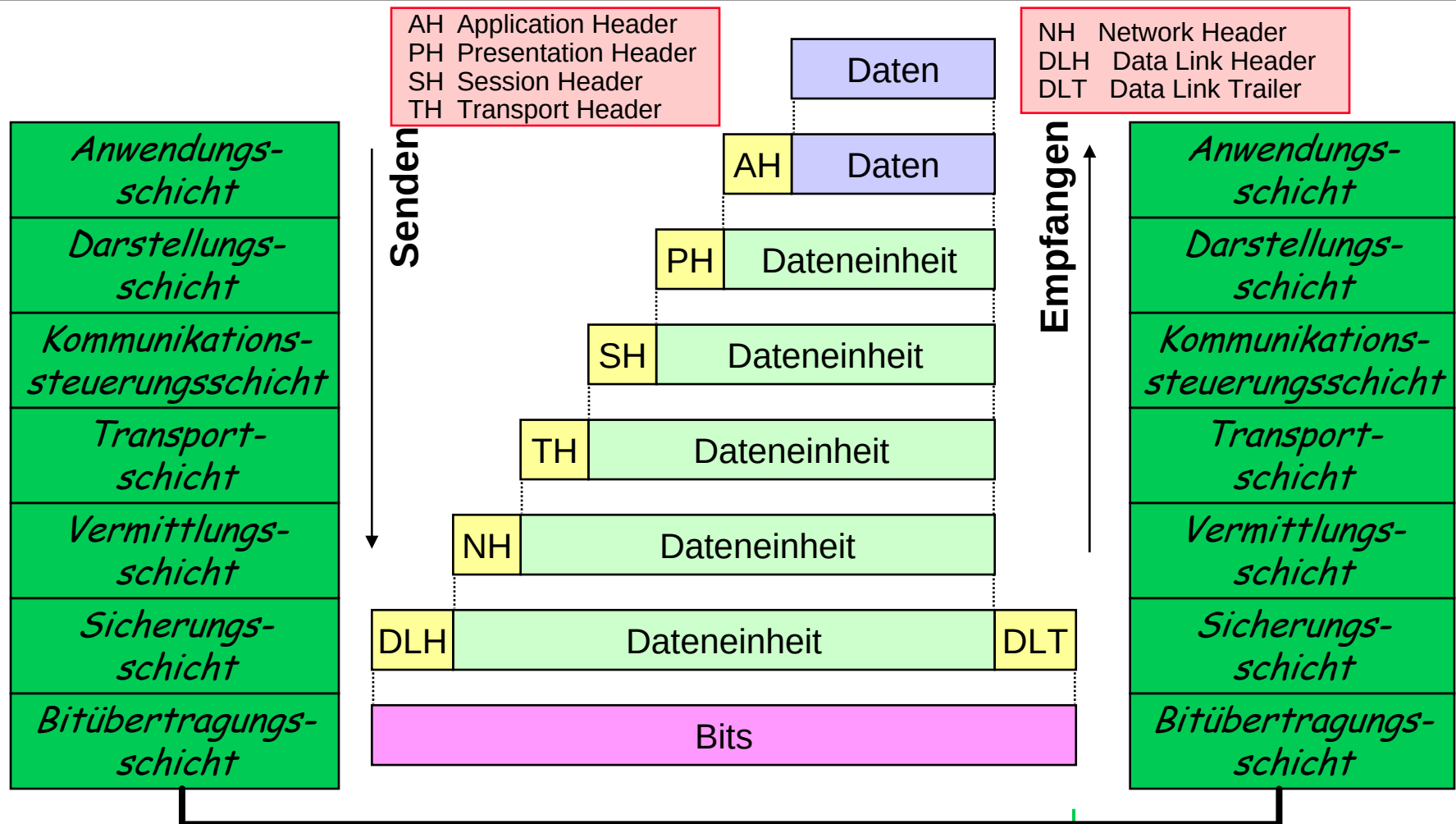
☞ „Mean Opinion Score (MOS)“ Zahlen geben Auskunft

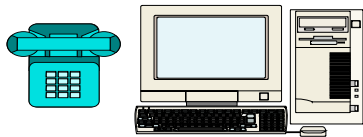
☞	5:	ISDN	64 kbps
☞	4.7:	VoIP G.711	64 kbps
☞	4.3:	VoIP G.729/Lucent-Codec	8 kbps
☞	3.8:	VoIP G.723	5 kbps
☞	3.5 - 4 ist	„Telefonqualität analog“	

☞ Sprachqualität ist kein Thema

☞ bei geeigneter Hardware

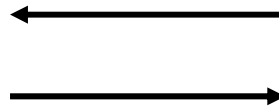
☞ bei geeigneter Netzstruktur



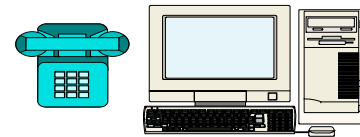


Klient Neck

Rufnummer : 1000



UDP-Frames

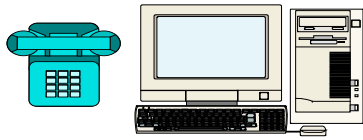


Klient Sperber

Rufnummer : 1001

Aufbau eines UDP-Frames

>	Gesamtlänge:			74 Bytes	100 %				
>	>	Ethernet Header			14 Bytes	19 %			
>	>	>	IP-Header			20 Bytes	24 %		
>	>	>	>	UDP-Header			8 Bytes	11 %	
>	>	>	>	>	Daten			32 Bytes	43 %

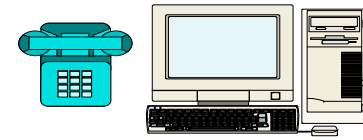


Klient Neck

Rufnummer : 1000



UDP-Frames

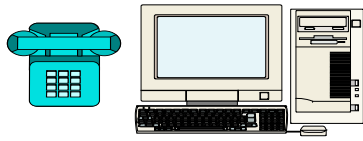


Klient Sperber

Rufnummer : 1001

Einhaltung der Gesprächsqualität

- ☞ Das menschliche Gehör ist sehr empfindlich (deutlich empfindlicher als der Gesichtssinn!)
Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an die Übertragung
- ☞ gleichbleibende Abstände zwischen Sprachframes
- ☞ Zuverlässigkeit der Übertragung
- ☞ hinreichend schneller Transport
- ☞ Im Ethernet wird bestenfalls die letzte Bedingung erfüllt, sonst gibt es
- ☞ keine Servicequalität
- ☞ Durch Verwendung sehr kleiner UDP-Frames können die QoS-Anforderungen trotzdem erfüllt werden
- ☞ Die Frames werden in 30 Millisec-Abständen verschickt, die Chance, daß ein sehr kleiner Frame sein Ziel kollisionsfrei erreicht ist groß
- ☞ Fehlen eines Frames kann interpoliert werden

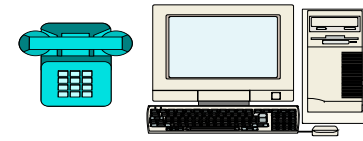


Klient Neck

Rufnummer : 1000



UDP-Frames



Klient Sperber

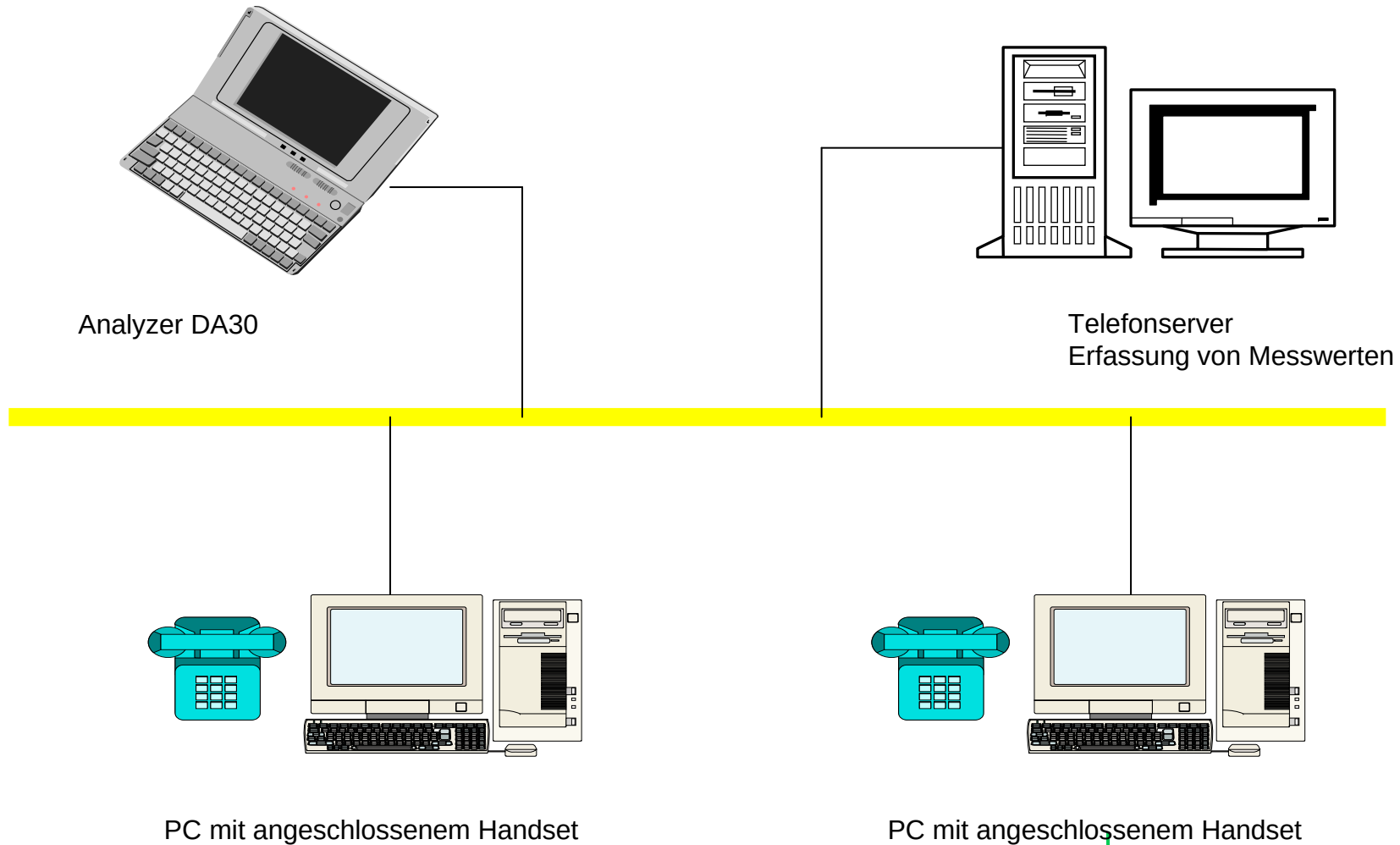
Rufnummer : 1001

Mit dem Versuchsaufbau auf der nächsten Seite versuchen wir die Qualität

- > subjektiv zu messen
- > nachvollziehbar zu erklären

Folgende Messungen wurden gemacht :

- > Netzlast nur durch Telefonie
- > Zusätzliche Netzlast durch DA30 10%
- > Zusätzliche Netzlast durch DA30 20%
- > ...
- > ...
- > Zusätzliche Netzlast durch DA30 90%
- > geflutetes Netzwerk





Legende:



rote Linie:

Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden UDP Frames einer Kommunikationsrichtung in ms;
aufgetragen an rechter Skala [Einheit: x·10 ms]



grüne Linie:

Zeitstempel des ausgewerteten UDP Frames;
aufgetragen an linker Skala [Einheit: ms]



blaue Linie:

laufende Nummer des gecaptureten UDP Frames;
aufgetragen an linker Skala [Einheit: lfd. Nummer]



Die Grafen berücksichtigen (über Filter) jeweils nur die UDP Frames des Telefongesprächs in einer Richtung.



Die zunehmende Netzlast neben dem Telefongespräch kann an der zunehmenden Steigung der blauen und grünen Linien abgelesen werden.

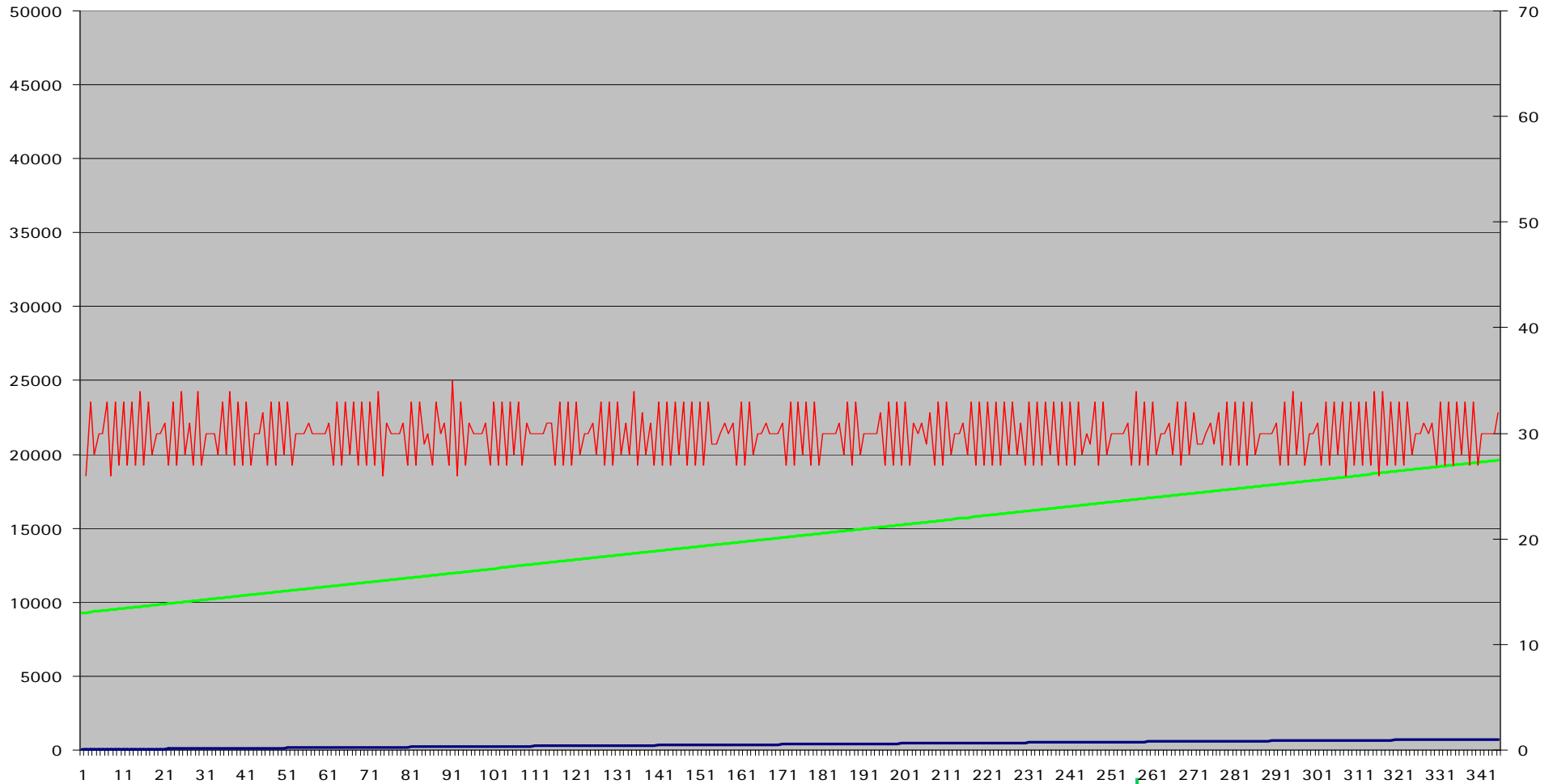


Aus allen Messungen wurde ein Ausschnitt von jeweils 345 Messpunkten normierend gewählt

3(iv)
3.34

VoIP im Labor am FZK

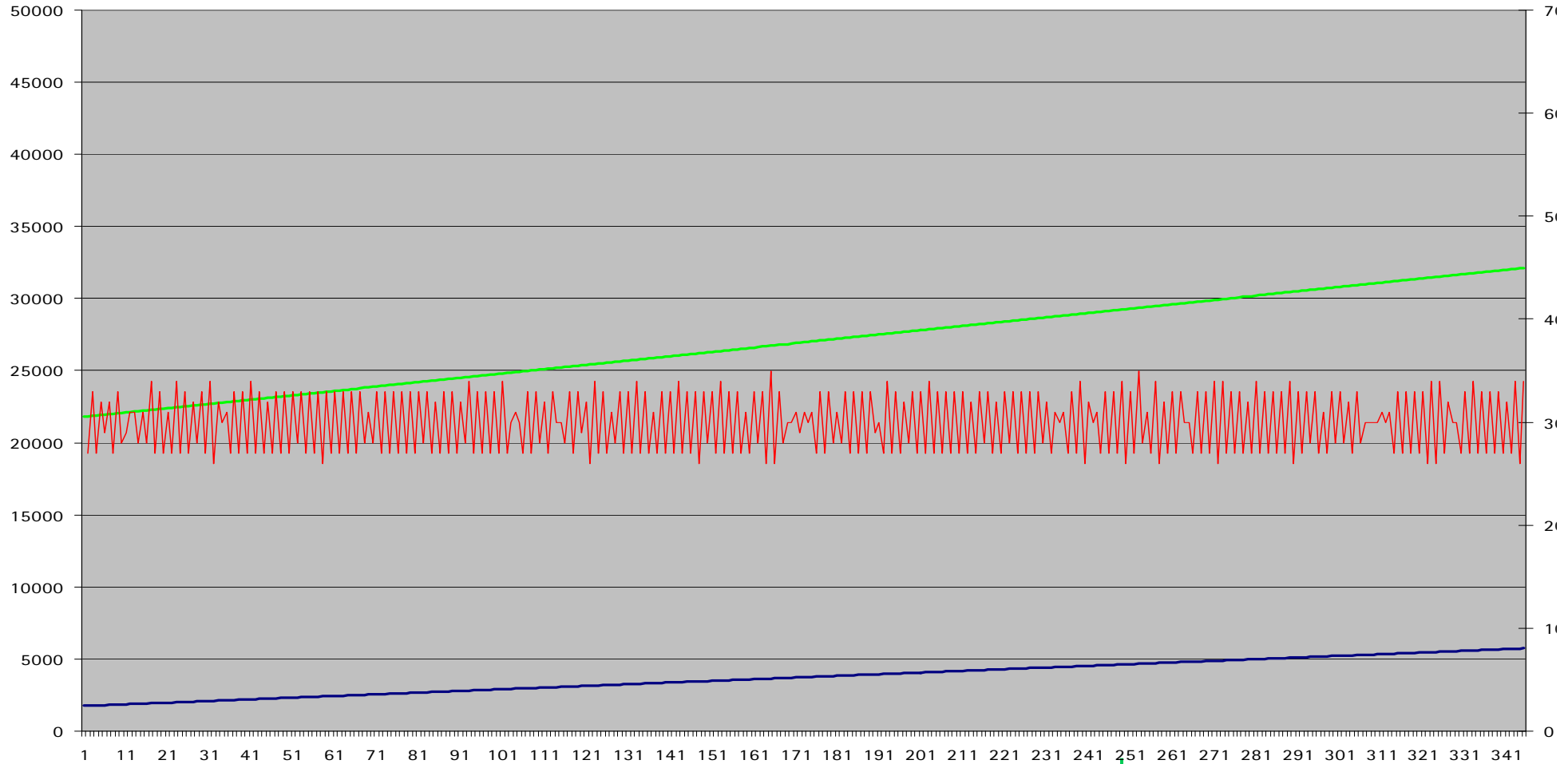
Anrufer — Hintergrundlast 0 %



3(iv)
3.35

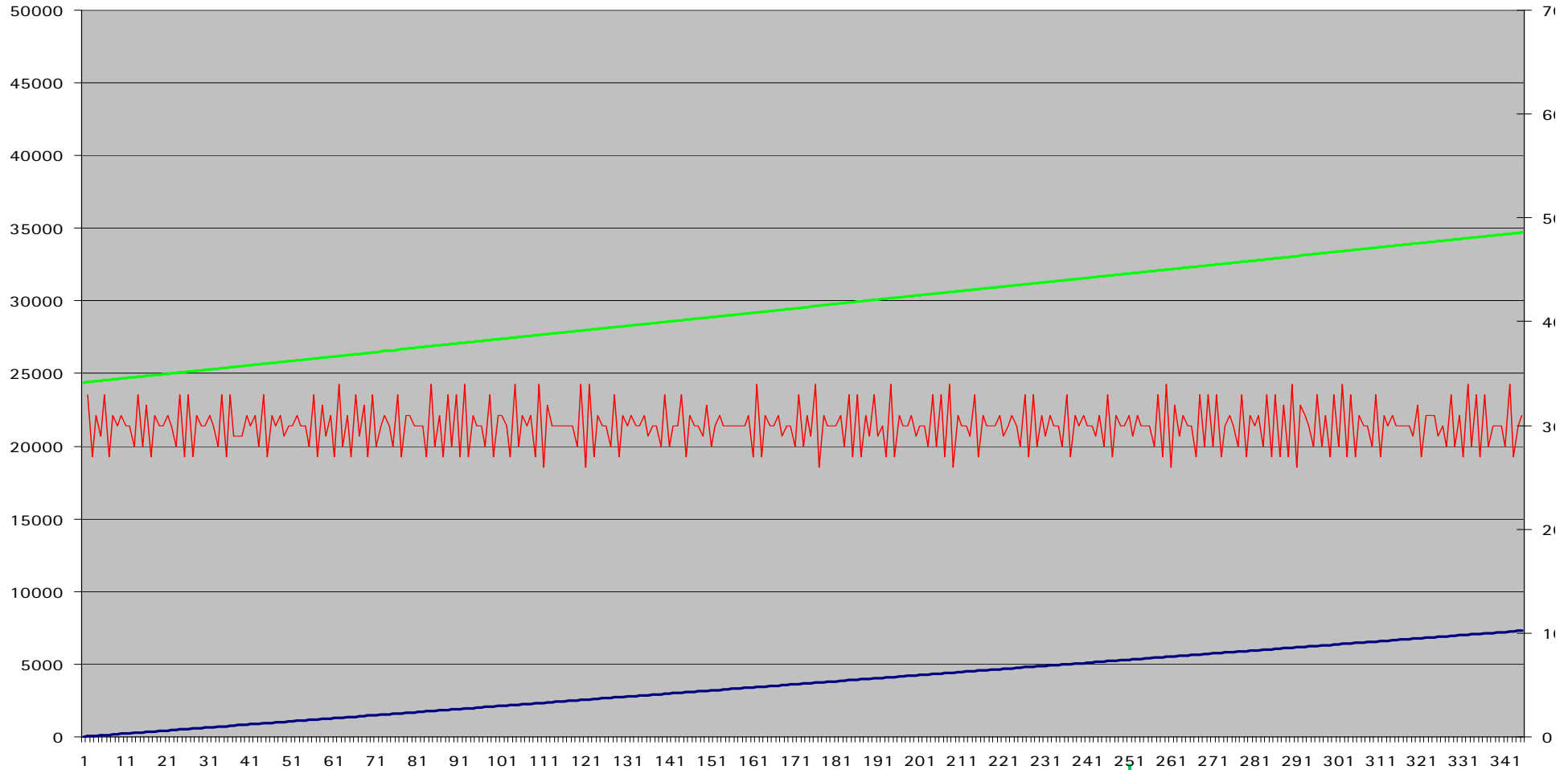
VoIP im Labor am FZK

Anrufer — Hintergrundlast 20 %



3(iv) 3.36

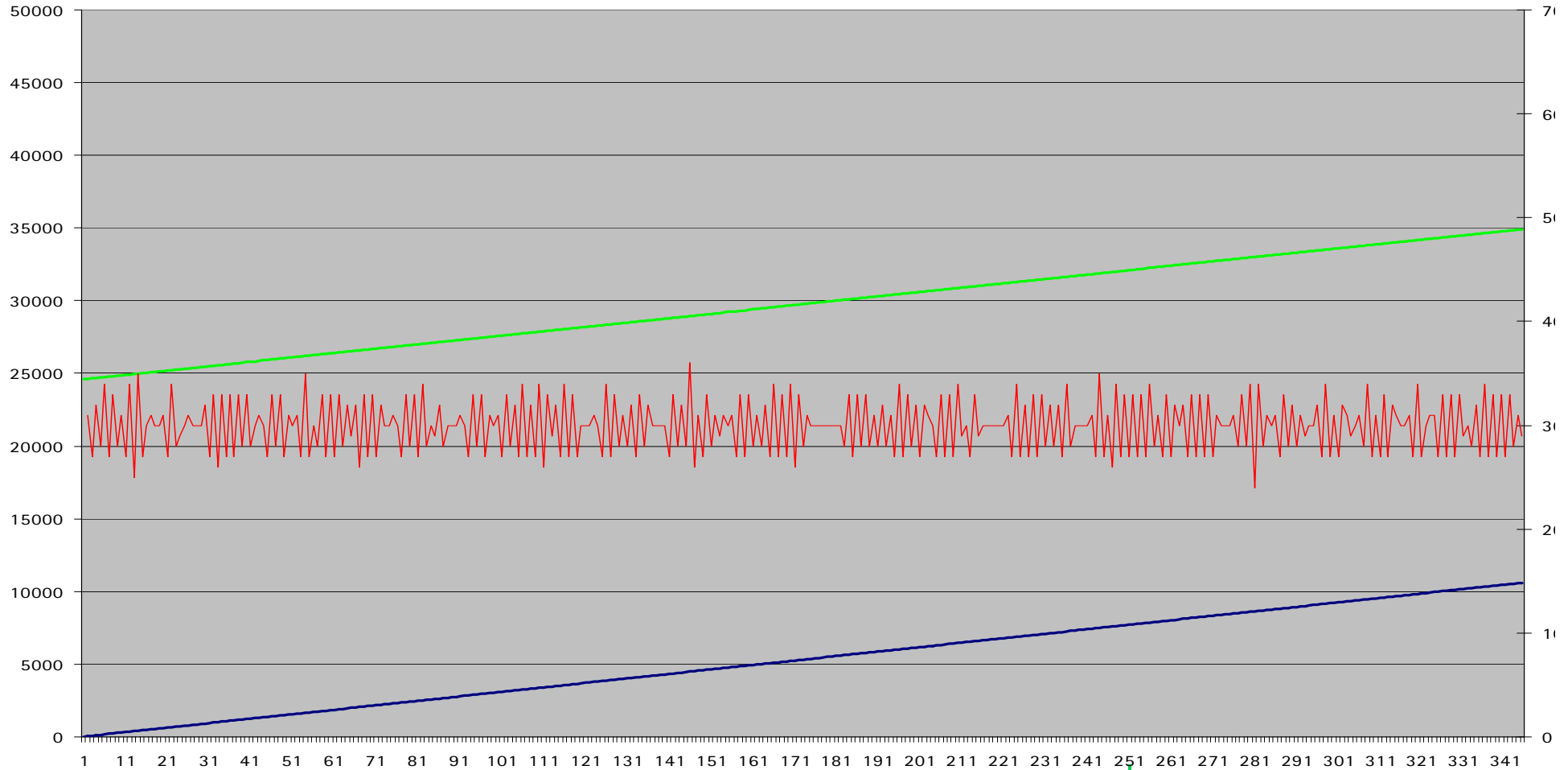
VoIP im Labor am FZK Anrufer — Hintergrundlast 40 %



3(iv)
3.37

VoIP im Labor am FZK

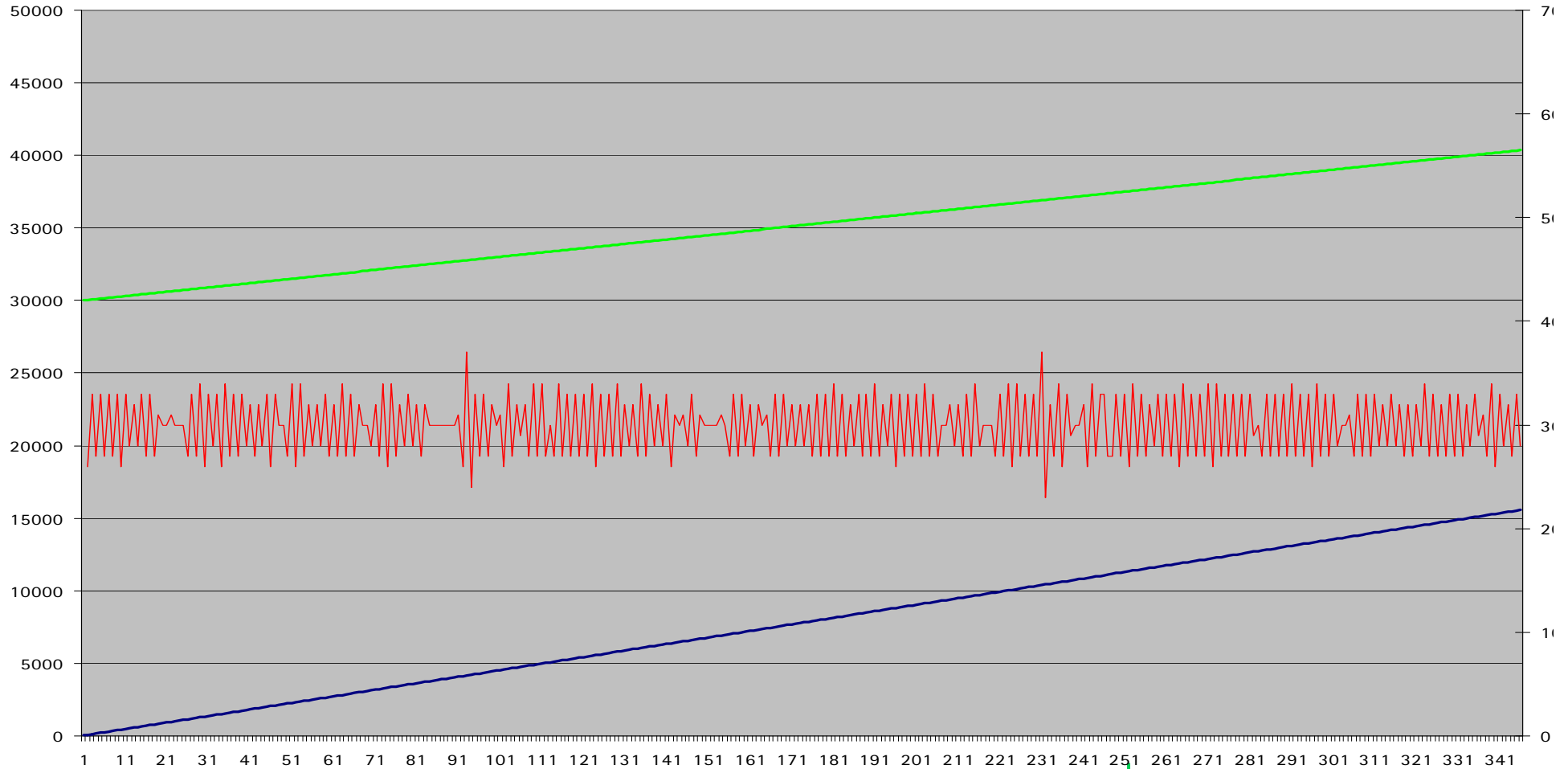
Anrufer — Hintergrundlast 60 %



3(iv)
3.38

VoIP im Labor am FZK

Anrufer — Hintergrundlast „90 %“





Verzögerung



Kodierung



Ausgangspuffer



Übertragung



Dekodierung



Eingangspuffer



Adäquate, DSP-basierte Hardware erforderlich



softwarebasierte PC Lösungen im Nachteil



Internetanwendungen im Nachteil



Transparenz



Erfolgreicher Einsatz erfordert gute Akzeptanz



Gute Akzeptanz erfordert Einsatz ohne Umgewöhnung



Alle **Telefoniemerkmale** gefordert



CLI



Makeln, Weiterleiten



Einzelzifferwahl



„Any-to-any Dialing“



Zuverlässigkeit PC-basierter Systeme



Kosteneffizienz durch Sprachkompression



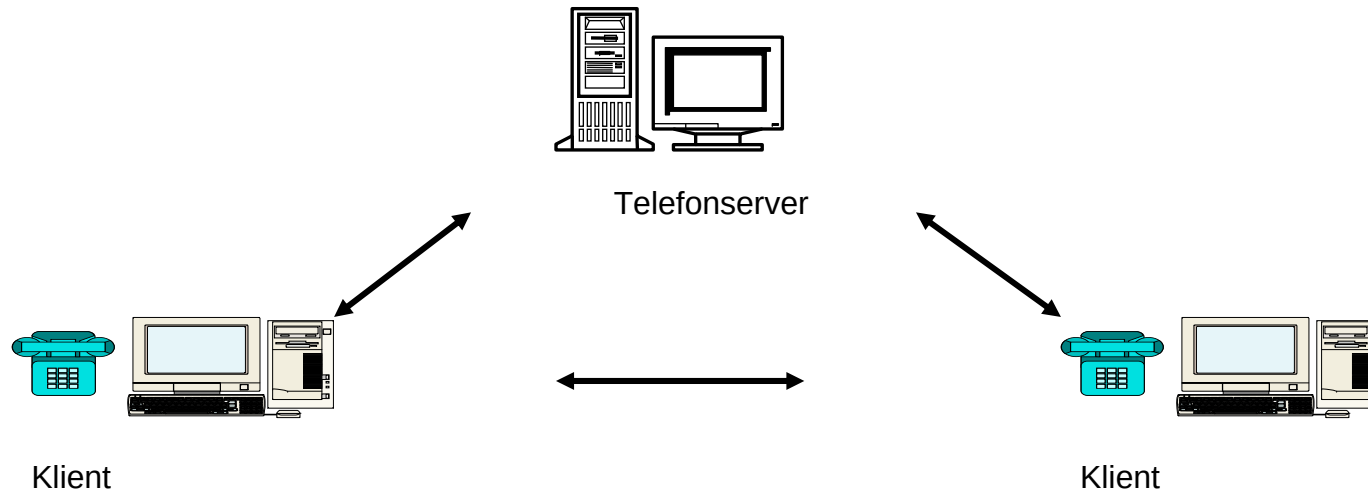
Bis zu 6 Gespräche auf einer einzelnen 64kbps Leitung
verglichen mit einem herkömmlichen Gespräch



Deutliche Kostenreduktion bei Stand- und Wählleitungen



Je nach Aufkommen Reduktion um 50 % – 80 %



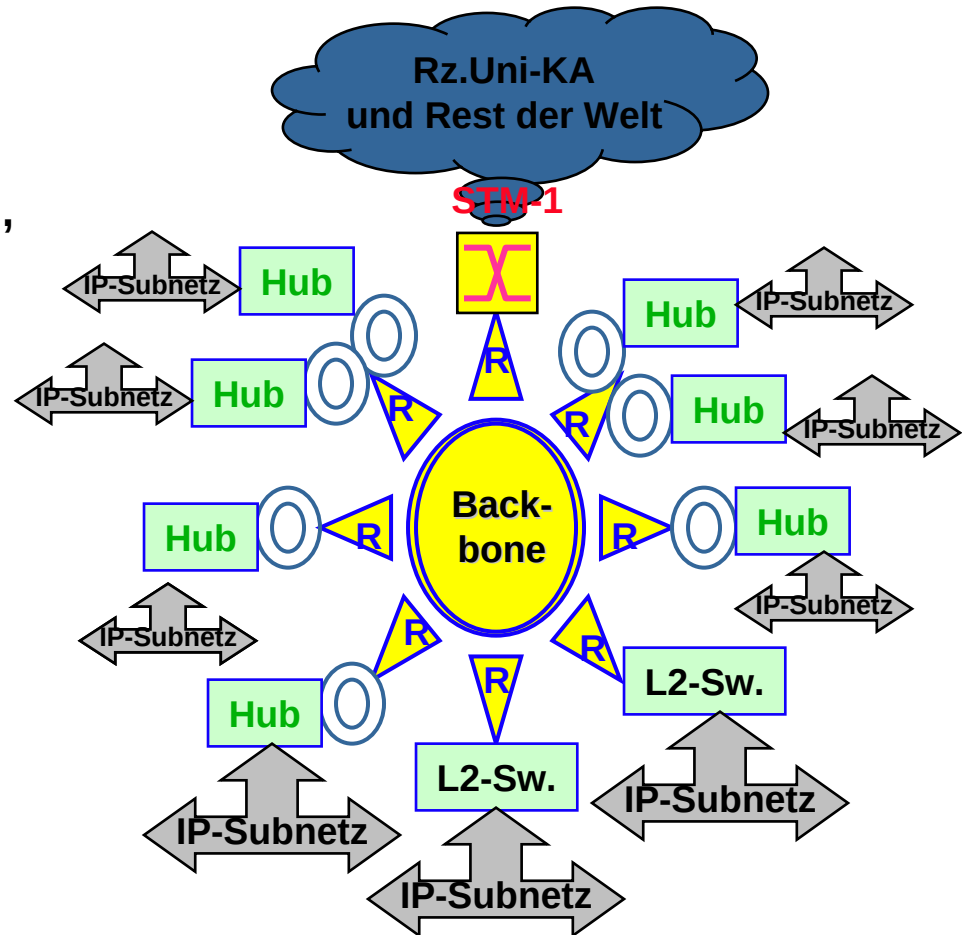
Ergebnisse :

- > Der Übertragungsalgorithmus gewährleistet gute Sprachqualität auch bei stark belastetem Netz
- > Die Bruttobandbreitenanforderung für ein Gespräch ist 16 kbit/s Voll-Duplex
 - > Nettobandbreite ca. 8 kbit/s je Richtung
 - > Rest für Netzwerk-Overhead
- > Die Anwendung kann also in fast jedes Netz integriert werden, bei vielen "Sprachkanälen" über ein Netzwerk sollte für QoS gesorgt werden

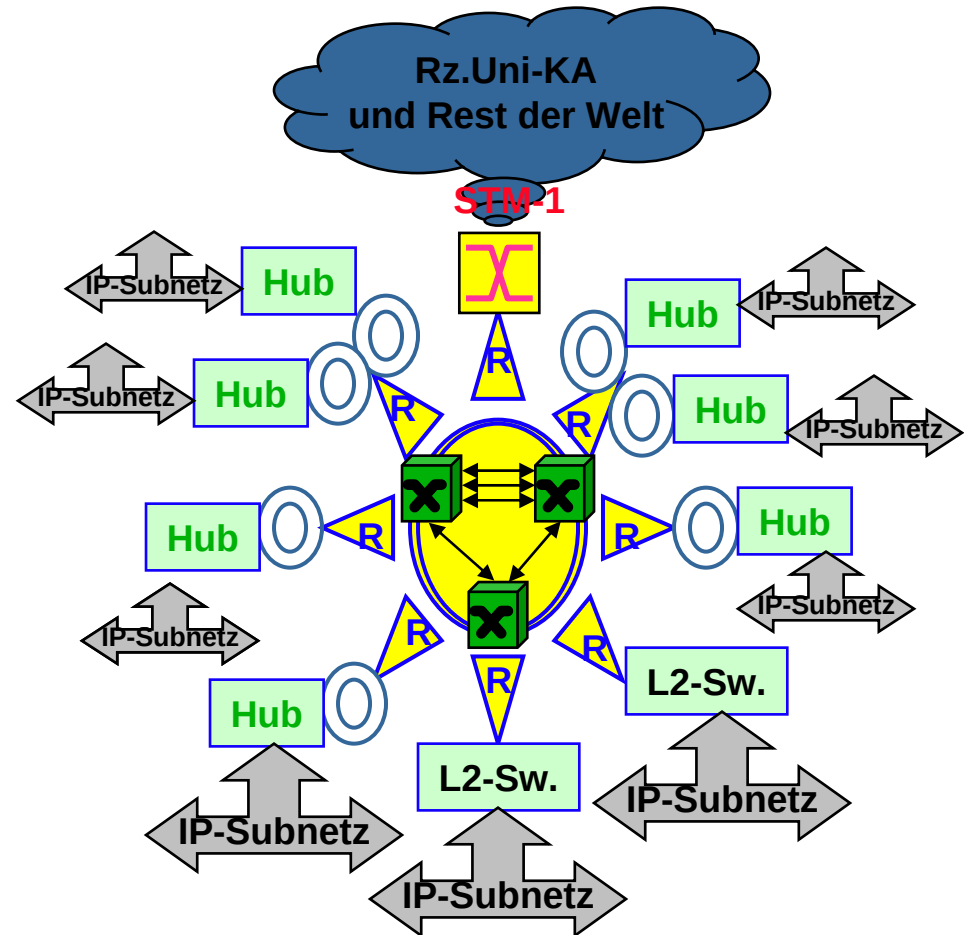
4(i) 4.01

Netzstruktur bei IAI und FZK IP-Interworking im FZK — Stand iv/1998

- ➡ **FZK: IP-Netz „Class-B“ — 141.52.x.y**
- ➡ **Koppelnetz:**
 - ➡ **FDDI-Doppelring**
 - ➡ **Prinzip: Tunneling/Remote-Bridging, keine Endsysteme im Backbone**
- ➡ **Backbone:**
 - ➡ **≥ 5 Backbone-Router „Cisco 7x00“**
 - ➡ **ausschließlich IP** (noch nicht ganz durchsetzbar)
 - ➡ **statisches Routing, RIP**
 - ➡ **Subnetting über Class-C-Maske**
- ➡ **Anschlußbereich zu den Instituten:**
 - ➡ **hierarchische Hub-Kopplung**
 - ➡ **≥ 15 Multiprotokoll-Hubs „Fore PowerHub 7000“**
 - ➡ **Layer-2-Switches**

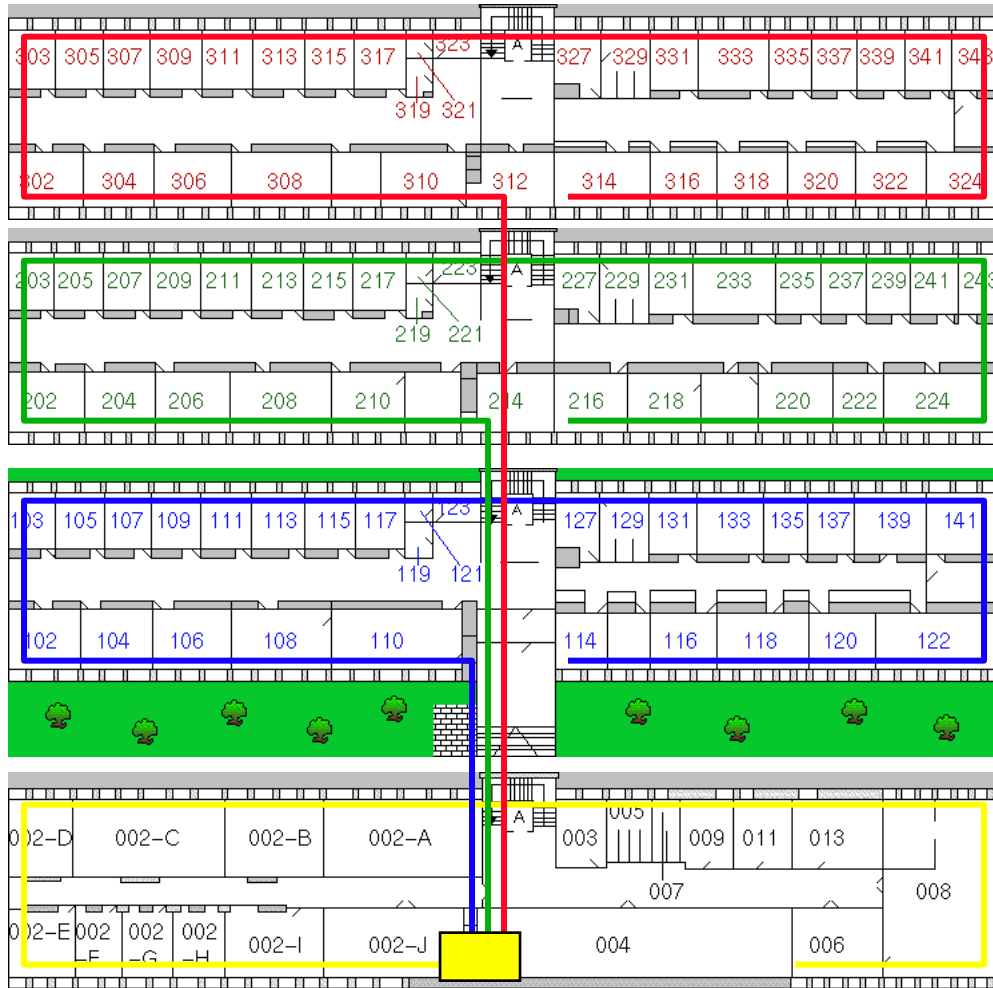


- ☞ **FZK: IP-Netz „Class-B“ — 141.52.x.y**
- ☞ **Koppelnetz:**
 - ☞ **ATM mehrfach vermascht**
 - ☞ **Prinzip: LANE, MPOA, keine Endsysteme im Backbone**
- ☞ **Backbone:**
 - ☞ **≥ 3 Backbone-ATM-Switches und (Fast-)Ethernet-Edgedevices**
 - ☞ **Subnetting über Class-C-Maske**
- ☞ **Anschlußbereich zu den Instituten:**
 - ☞ **hierarchische Hub-Kopplung**
 - ☞ **≥ 15 Multiprotokoll-Hubs als Edge-Devices**
 - ☞ **Layer-2-Switches**



4(ii) 4.03

Netzstruktur bei IAI und FZK gebridgetes 10Base5



- 1983/84: Eines der ersten „Ethernets“ in Deutschland am IAI
- 4 Segmente „gelbes Kabel“ 10Base5 Koax
2 Segmente 10Base2 Koax
- zentraler Sternkoppler im KG (trp. Bridge)
- **≥ 110 AUI Anschlüsse**
- **Endgeräte** (09/1993): Σ 126
 - Sun — SunOS/Solaris 45
 - DEC Vax — VMS und Ultrix 12
 - Silicon Graphics — IRIX 5
 - PC — MS-DOS/WINDOWS/RMX 48
 - Xerox — ViewPoint 6
 - Exoten 10
- **Protokolle:**
 - TCP/UDP - IP
 - DecNet/LAT
 - NetBEUI und IPX/SPX
 - XNS
 - OSI-TP4

- ➡ 1993/94: Überlastung der alten Segmente
- ➡ Studie über Erhöhung des Durchsatzes
- ➡ Pläne für Projekte mit garantierter Dienstgüte

- ➡ **Netzerweiterung alternativ auf Basis:**
 - ➡ **strukturierter Verkabelung in UTP-C5**
 - ➡ **sternförmiger Verkabelung in UTP-C5**
 - ➡ **sternförmiger Verkabelung in LWL Multimode 50/125µ**

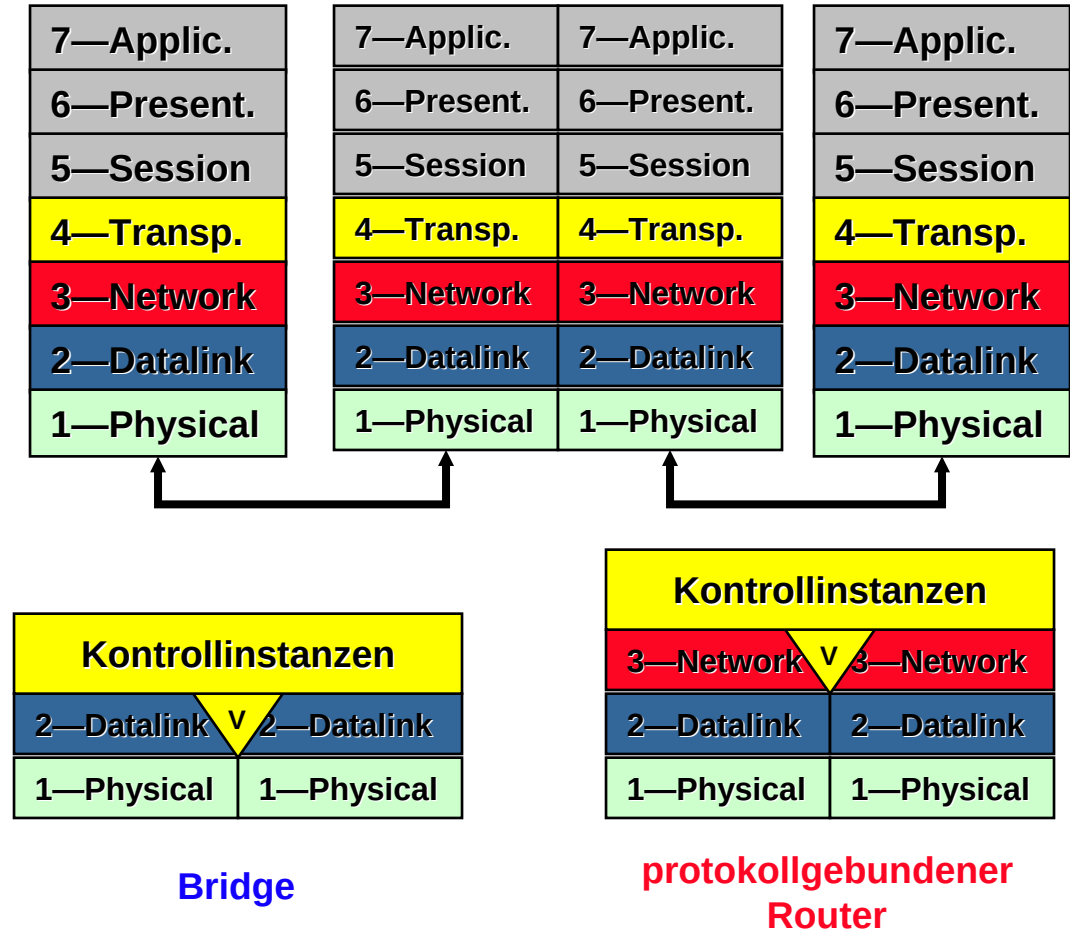
- ➡ **Realisierung der LWL-Variante in 1994/95:**
 - ➡ **144 Dosen (SC) in 96 Räumen**
 - ➡ **zentrales Patchfeld im Serverraum 004**
 - ➡ **davon im Stand 08/1998 belegt: 56**

Kopplungsziele:

-  Erweiterung über Maxima der Länge oder der Anschlußanzahl
-  Erhöhung des Durchsatzes durch Verringerung an Kollisionen
-  Abschottung

Zwischensystem-Varianten:

-  Repeater
-  **Brücken/Bridges**
 -  Transparent Bridges
 -  Source Routing Bridges
 -  Remote Bridges
-  **Layer-2-Switches**
-  **Router**
 -  IP-Router
 -  Multiprotokoll-Router
-  **Gateways**



4(ii)

4.06

Netzstruktur bei IAI und FZK

Erweiterung des aktiven Netzes durch ein Hub-System



- ☞ Zentrale aktive Komponente:
Multiprotokoll-Hub „Alantec/Fore PowerHub 7000“
- ☞ **Layer-2-Switching** — Transparent Bridge
- ☞ **Layer-3-Routing** — Multiprotokollfunktionalität
- ☞ Hub-Konzept:
 - ☞ Konzentration von Endsystemanschlüssen
 - ☞ prinzipieller Aufbau aus
 - ☞ Chassis mit Power Supplies
 - ☞ Backplane
 - ☞ Management-/Control-Moduln
 - ☞ Anschlußmoduln
- ☺ **Vorteile:**
collapsed Network, zentrales Management,
Strukturierbarkeit des Netzes
- ☹ **Nachteile:**
Single Point of Failure,
Skalierbarkeit von Backplane und Netmods

4(ii) 4.07

Netzstruktur bei IAI und FZK Anschlußstand 08/1998

- ➡ 1-KG:21, 2-EG:20, 3-1OG:29, 4-2OG:25,
5-004.6:2, 6-211.1:0 → Σ : 97 (0)
- ➡ 7-002D:4, 8-004.8:1, 9-004.9:1, 10-002C.1:4,
11-309.1:2, 12-202.1:4, 13-206.1:3,
14-208.1:3, 15-104.1:4, 16-308.1:2 → Σ : 28 (2)
- ➡ 17-115.1:1, 18-102.1:4, 19-117.1:1,
20-111.1:1, 21-109.1:1, 22-107.1:1,
23-103.1:1, 24-135.1:1, 25-312.1:2,
26-203.1:2 → Σ : 15 (7)
- ➡ 27-004.3:1, 28-004.4:3, 29-324.1:1,
30-004.10:1, 31-216.1:3, 32-310.1:1,
33-202.3:5, 34-218.1:1, 35-004R:4,
36-220.1:1 → Σ : 21 (6)
- ➡ 37-FDDI-DAS
- ➡ 38-004D:1, 39-004D:1, 40-004R:11,
41-004D:1, 42-004D:1, 43-004D:1 → Σ : 16 (5)
- ➡ 44-233.1:1, 45-237.1:1, 46-306.1:3,
47-004R:3, 48-314.2:6, 49-002I.1:4,
50-304.1:1, 51-004.2:6, 52-333.1:0,
53-105.1:2 → Σ : 27 (3)
- ➡ Endgeräte insgesamt: 204 (23)





**Alle laufenden Anwendungen verwenden IP —
nicht IP-Anwendungen sind ausgeprägt lokal**



**IP-Anwendungen müssen auf Abruf jedem zugänglich sein,
d.h. geroutete Any-to-Any-Connectivity ist ein Muß**



**Für künftiges Wachstum müssen
Backbone und Routerleistung skalierbar sein**



**Switched Ethernet bis zum Desktop ist die
klar eingeschlagene Richtung**



Quality of Service für zeitkritische Anwendungen



Routing Dienste für subnetzübergreifenden Verkehr



Store and forward Router Verzögerungen sind nicht tolerierbar



Dynamische Konfiguration (adds, moves and changes)



A — synchronous
T — transfer
M — mode



ein Übertragungsverfahren, das



verbindungsorientiert



mit **Übertragungseinheiten fester Länge** (paketvermittelt) arbeitet und



auf statistischen Reservierungsprinzipien beruht;



Komplexität (im Netz) weitgehend vermeidet,



auf die Zuverlässigkeit moderner Komponenten baut.



Übertragungstechnik:

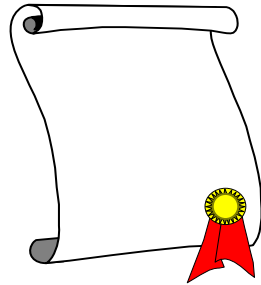


Adressierungsprinzip: **Virtueller Kanal** (Pfad/Kanal-ID)



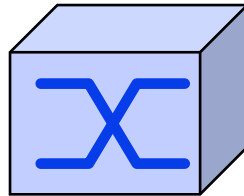
Physikalisch:

Kapselung in der **Synchronen Digitalen Hierarchie** oder **Zellstrom**



Verbindung mit vereinbarten Diensten

- ➔ Virtual Circuits (end-to-end)
- ➔ Verkehrsvertrag



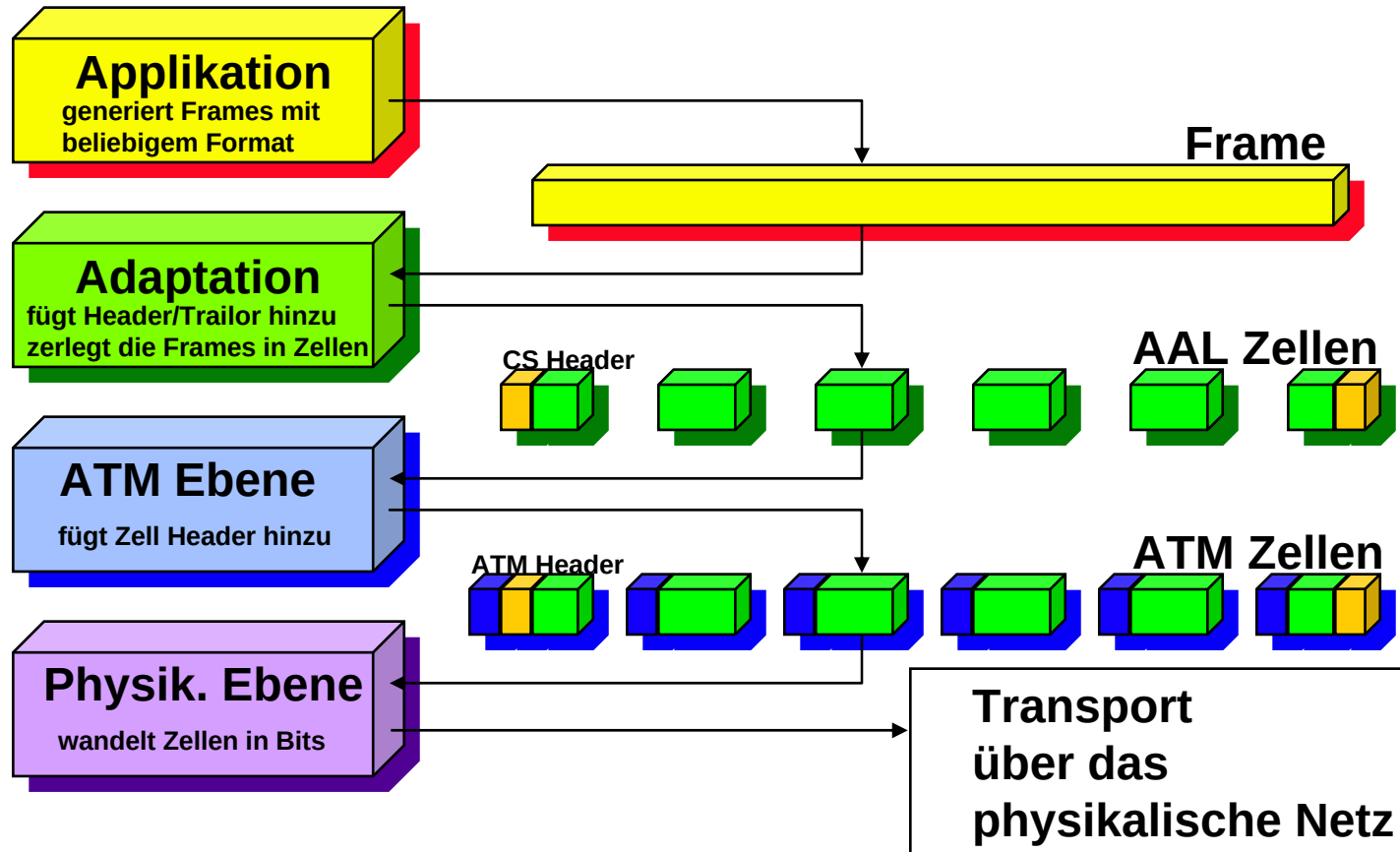
Switch-basierte Technologie

- ➔ dedizierte Kapazität
- ➔ minimierter Delay

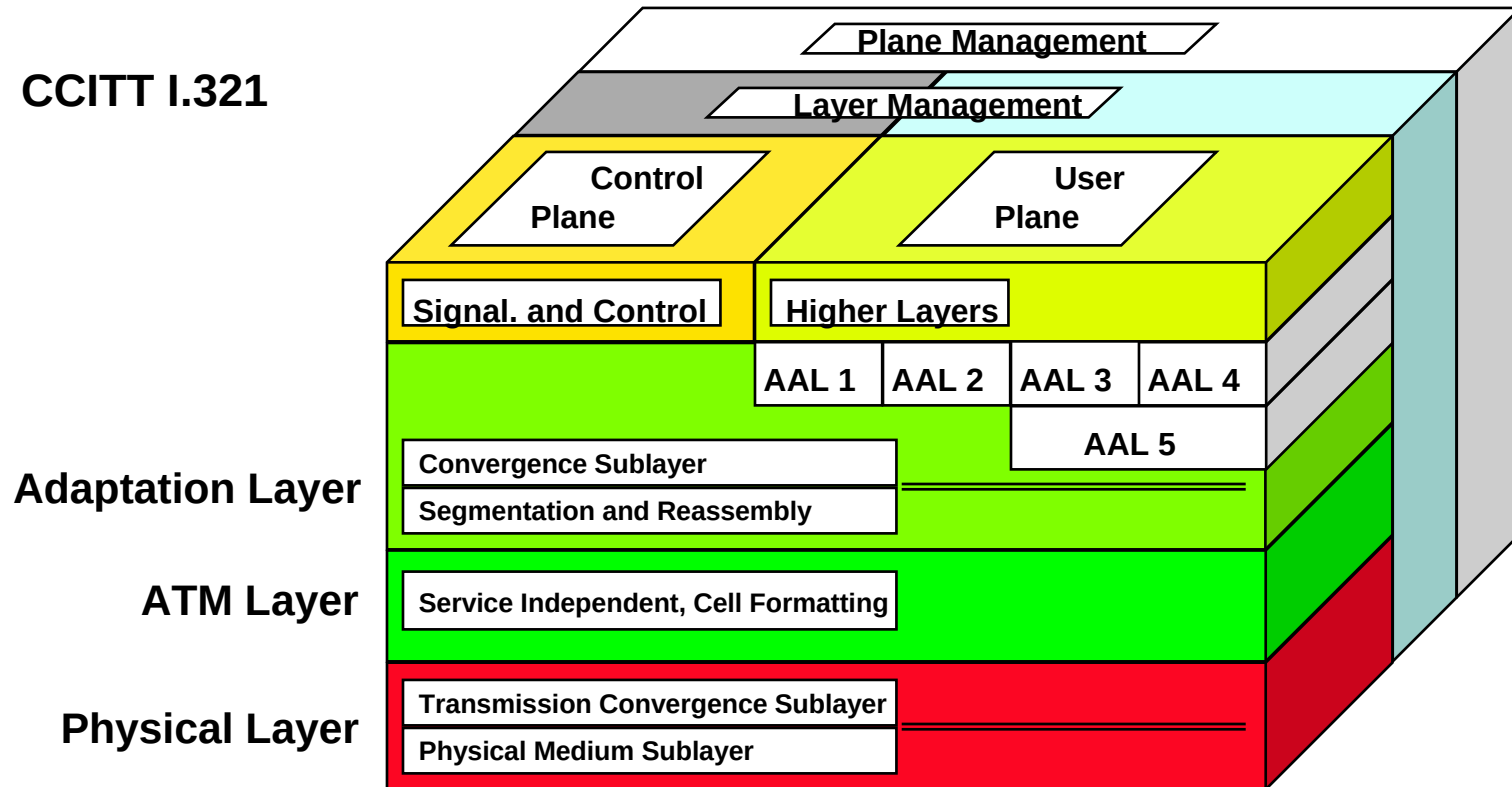


Zell-basierte Technologie

- ➔ kleine Zellen
- ➔ feste Länge



CCITT I.321



CCITT I.362

	AAL 1	AAL 2	AAL 3	AAL 4	AAL 5
Zeitrelation zwischen Quelle und Ziel	erforderlich		nicht erforderlich		
Bit Rate	Konstant		variabel		
Verbindungsart	Verbindungsorientiert			Verbindungs- los	Verb.los oder Verb.orient.
	Leitungs- Emulation Video mit konstanter Bitrate CBR	Video und Audio mit variabler Bitrate VBR	Verbindungs orientierter Daten Transfer	Verbindungs loser Daten Transfer	High Speed Daten Transfer

SONET	SDH	Mb/s	Synchronous Digital Hierarchy
STS-1		51.840	SDH Europa
STS-3	STM-1	155.520	Synchronous Optical Network
STS-9	STM-3	466.560	SONET Amerika
STS-12	STM-4	622.080	
STS-18	STM-6	933.120	
STS-24	STM-8	1244.160	
STS-48	STM-16	2488.370	

Amerika	Europa	Japan	Plesiochronous Digital Hierarchy
		400	PDH
274	E4 139	100	
DS3 45	E3 34	32	
DS2 6.3	E2 8	6.3	
DS1 1.5	E1 2	1.5	

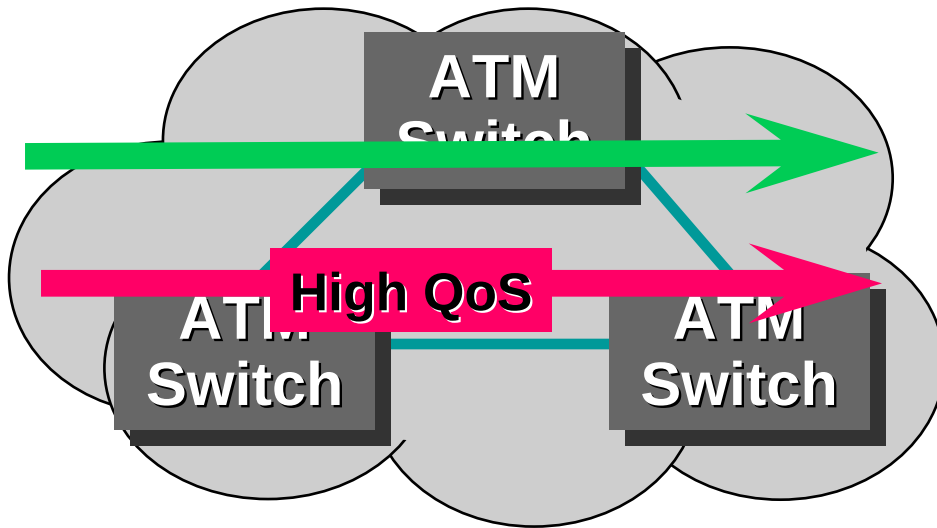
4(iii)
4.15

ATM als Backbone

Knapp zusammengefaßt: Warum ATM als Core?

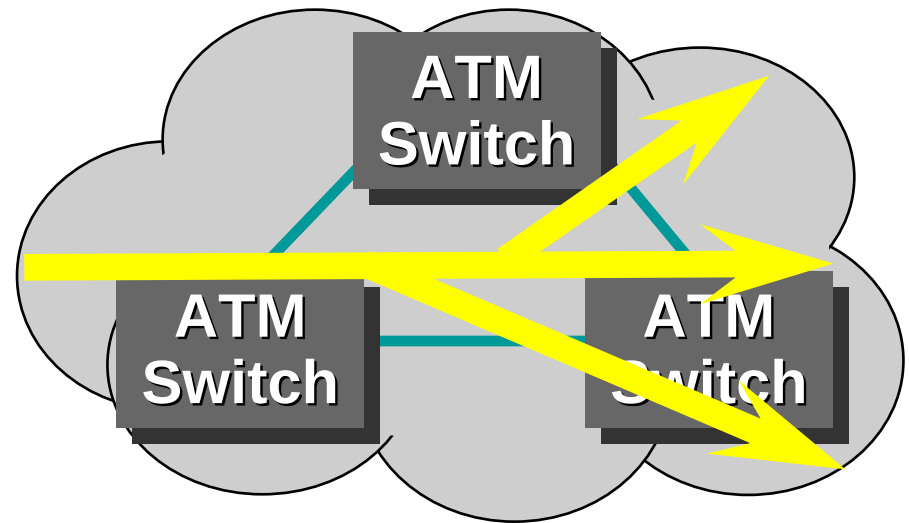
ATM Means:

High-Performance, Low Latency End-To-End



Quality of Service

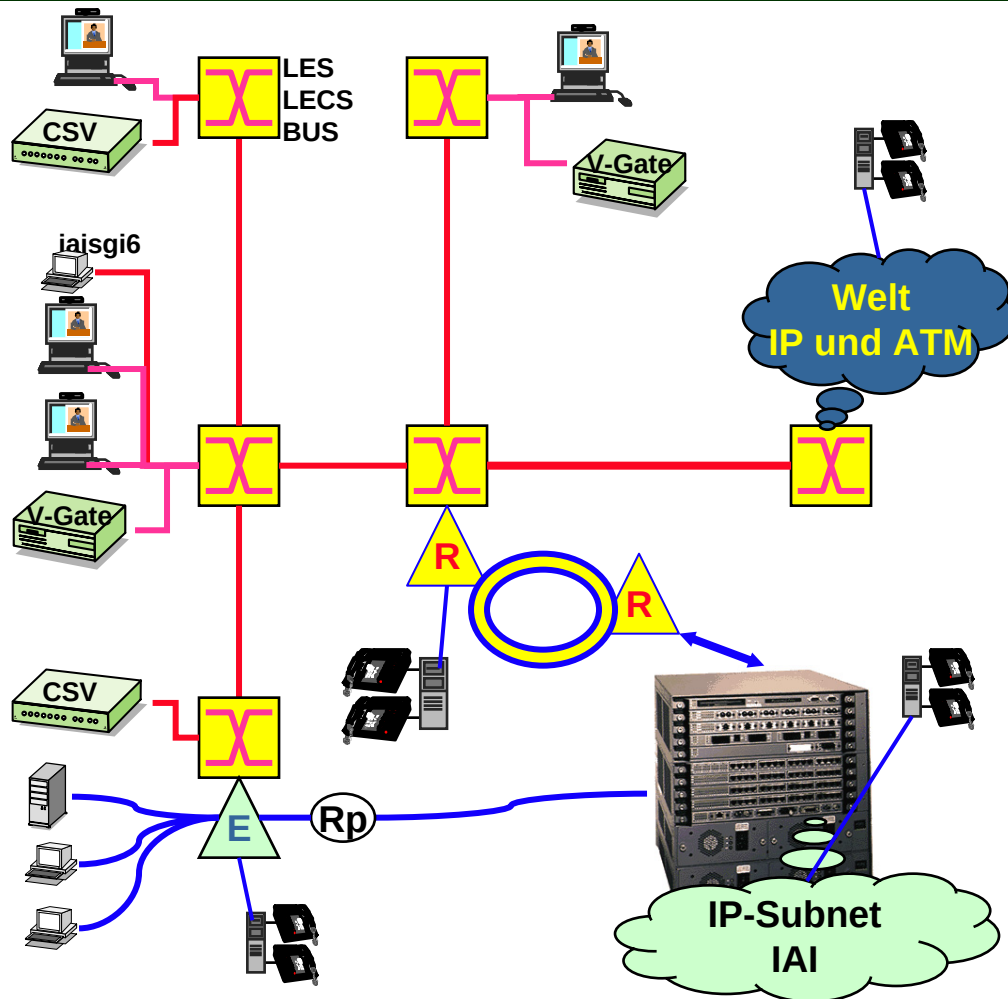
Point-to-Multipoint Applications



How Do Our LAN Internetworks Gain Access To ATM's Connection-Oriented Capabilities?

4(iii) 4.16

ATM-basiertes Interworking FZK und IAI — LANE-Netz



IP-Subnetting am IAI:

vier Class-C-Subnetze

141.52.44.y 0010.1100

141.52.45.y' 0010.1101

141.52.46.y'' 0010.1110 — Hub ↔ R

141.52.47.y''' 0010.1111 — DECNet

Verflachung über Subnetzmaske:

255.255.254.0 1111.1110

255.255.252.0 1111.1100

unsystematische Vergabe von IP
an Endsysteme in den Subnetzen 44/45

Besonderheit:

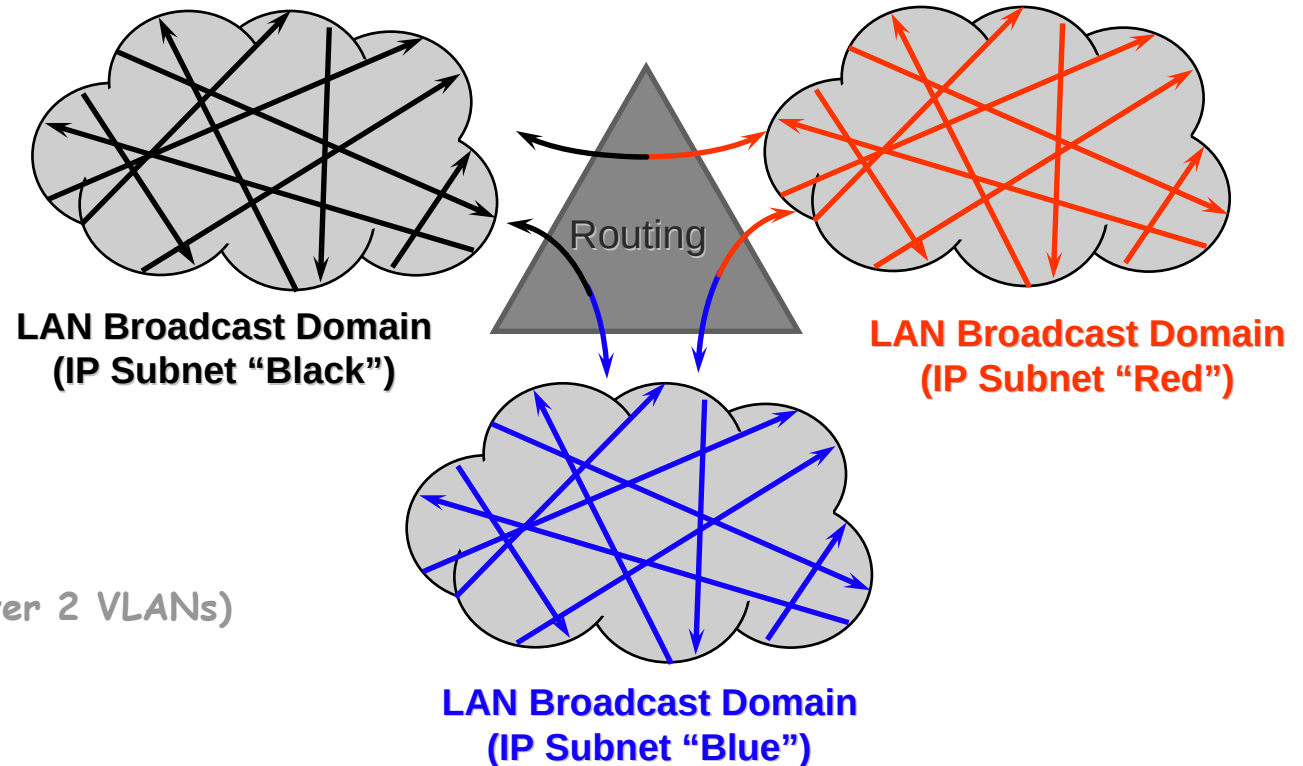
Anbindung einer ATM-Insel

native ATM-Dienste über PVC

Tunneling über PVP

Integration einer LANE-1.0-Insel

Besonderheit: VTOA und „Voice over IP“



Network Layer

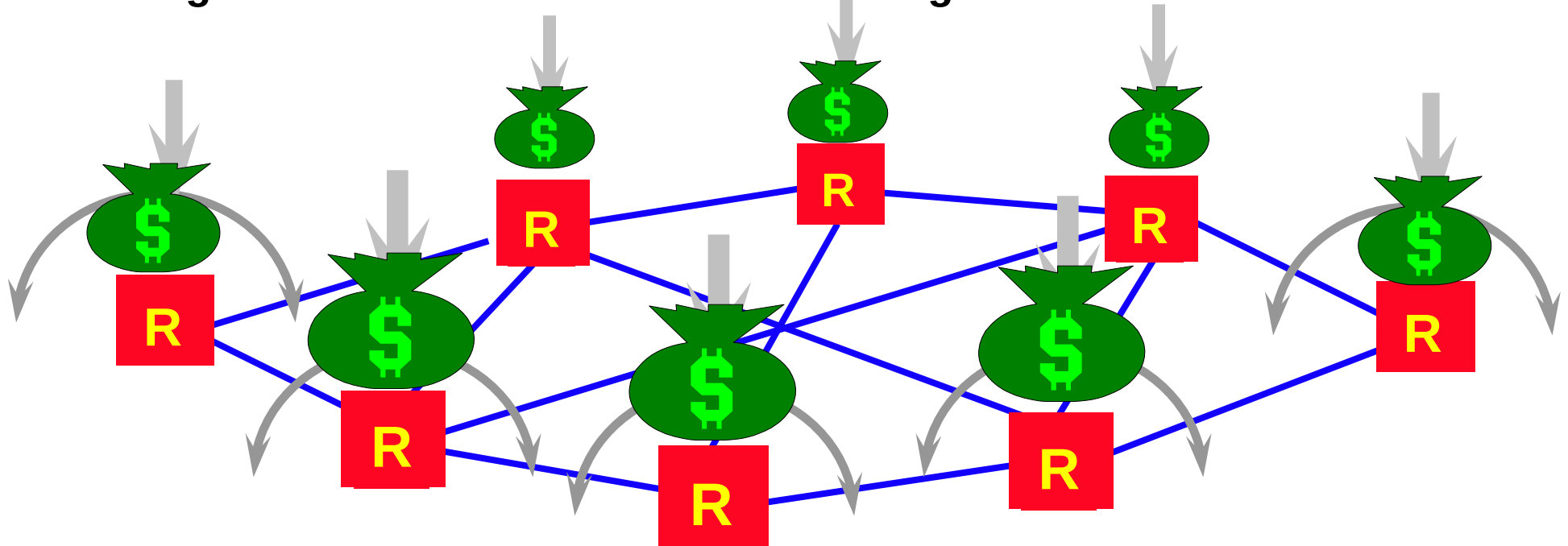
Info is ideal for defining
LAN Broadcast Domains
(Forget About Awkward Layer 2 VLANs)

Routing is how we „network“ among Broadcast Domains, BUT...

4(iv)
4.18

Virtuelles Routing mit MPOA Conventional “Box” Routing is Limited

☞ ... using conventional Routers to do Routing has some drawbacks ...



Increased Latency — Forwarding Decisions At Each Router Hop

Cumbersome Management — Every Router Configured Independently

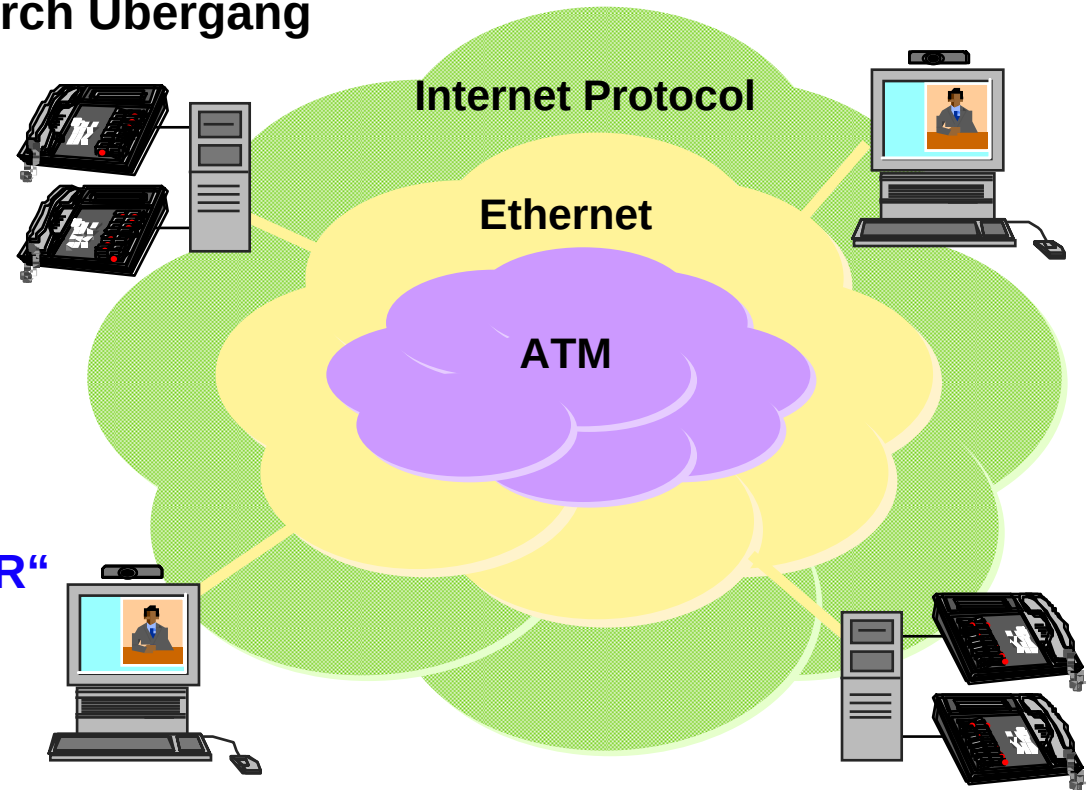
Expensive — Complex Routing Stacks Built Into Every Box

- ▼ MPOA – Modell kann als **virtueller oder verteilter Router** betrachtet werden
⇒ **skalierbar**
- ▼ MPOA – ist ein Paket von Standards,
mit dem Routing über ATM-Infrastrukturen ermöglicht wird
⇒ **ATM-Vorteile**
- ▼ MPOA – ist ein Transportmechanismus,
mit dessen Hilfe die unterschiedlichsten Protokolle
die hohe Übertragungsgeschwindigkeit von ATM nutzen können
 - ➡ unterstützt Layer 3 Routing
 - ➡ unterstützt Layer 2 Bridging
- ▼ **Datentransport und Routenberechnung erfolgt getrennt**
- ▼ **Short-Cuts**

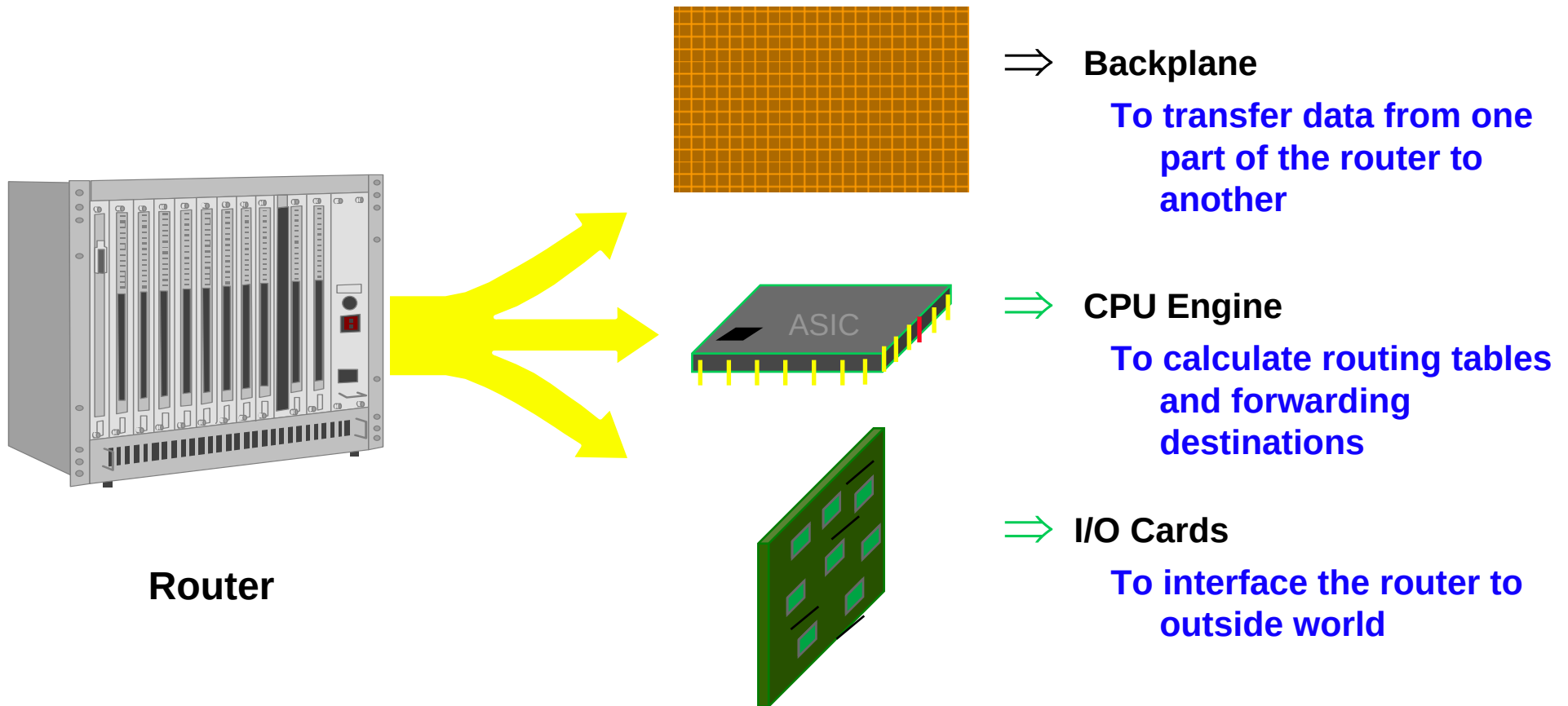
4(iv) 4.20

Virtuelles Routing mit MPOA MPOA = Verteiltes Routing in ATM

- ➡ Steigerung der Funktionalität durch Übergang von Bridging auf Routing
- ➡ Namensgebung:
 - ➡ **Enkapsulation der Layer-3-PDUs nach RFC 1483 „MPOA“**
 - ➡ **pro Layer-3-Protokoll wird eine separate VCC E2E aufgebaut**
 - ➡ **Unterstützung des Verkehrsparameters „UBR“**
- ➡ **zentrale Routenberechnung in einem Route-Server**
- ➡ **verteiltes Routing durch Fluten der Routing-Informationen in intelligente Edge-Devices**
- ➡ **Shortcut-Routing**



Chassis-System mit modularen Ports, collapsed Backbone

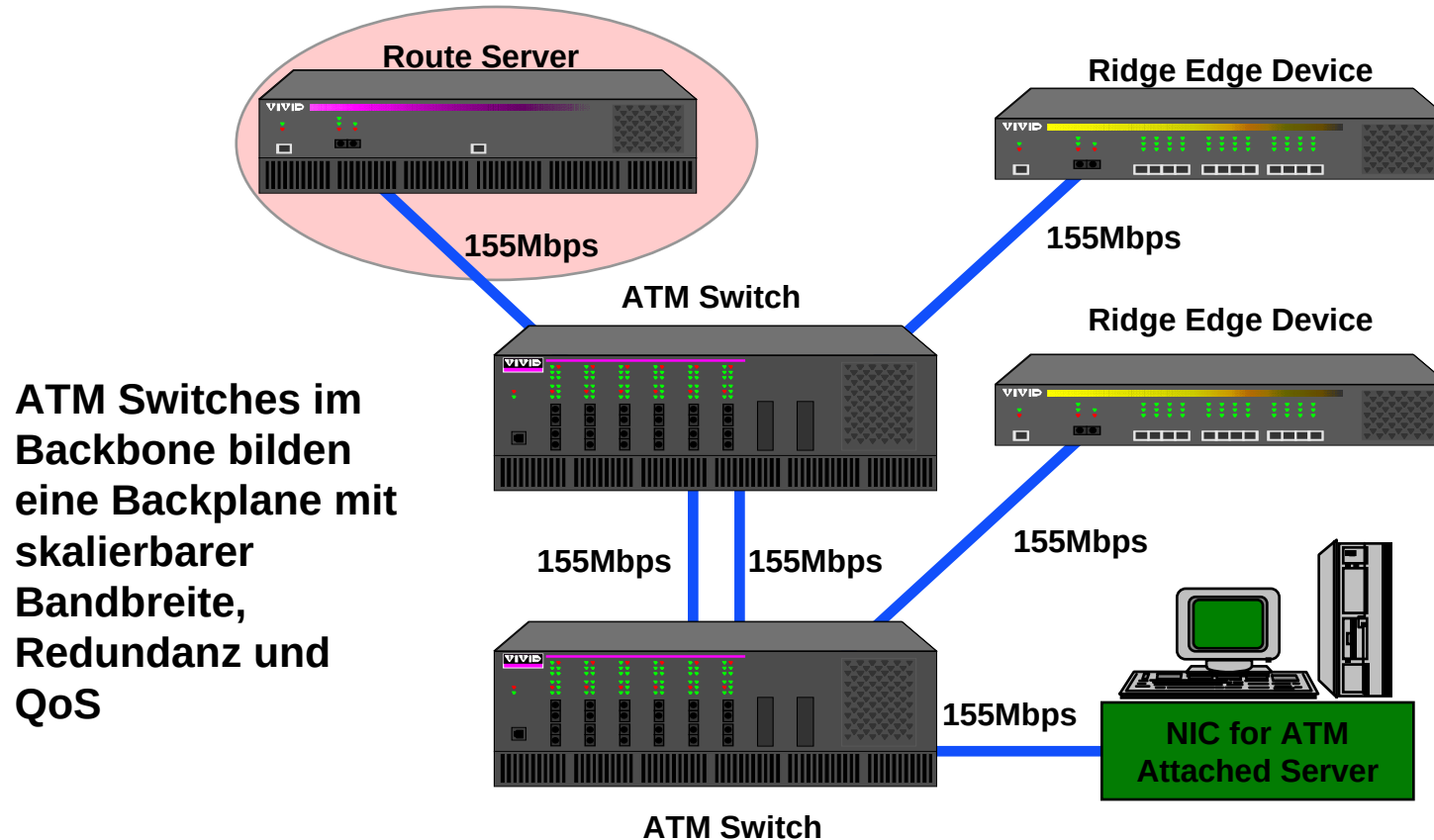


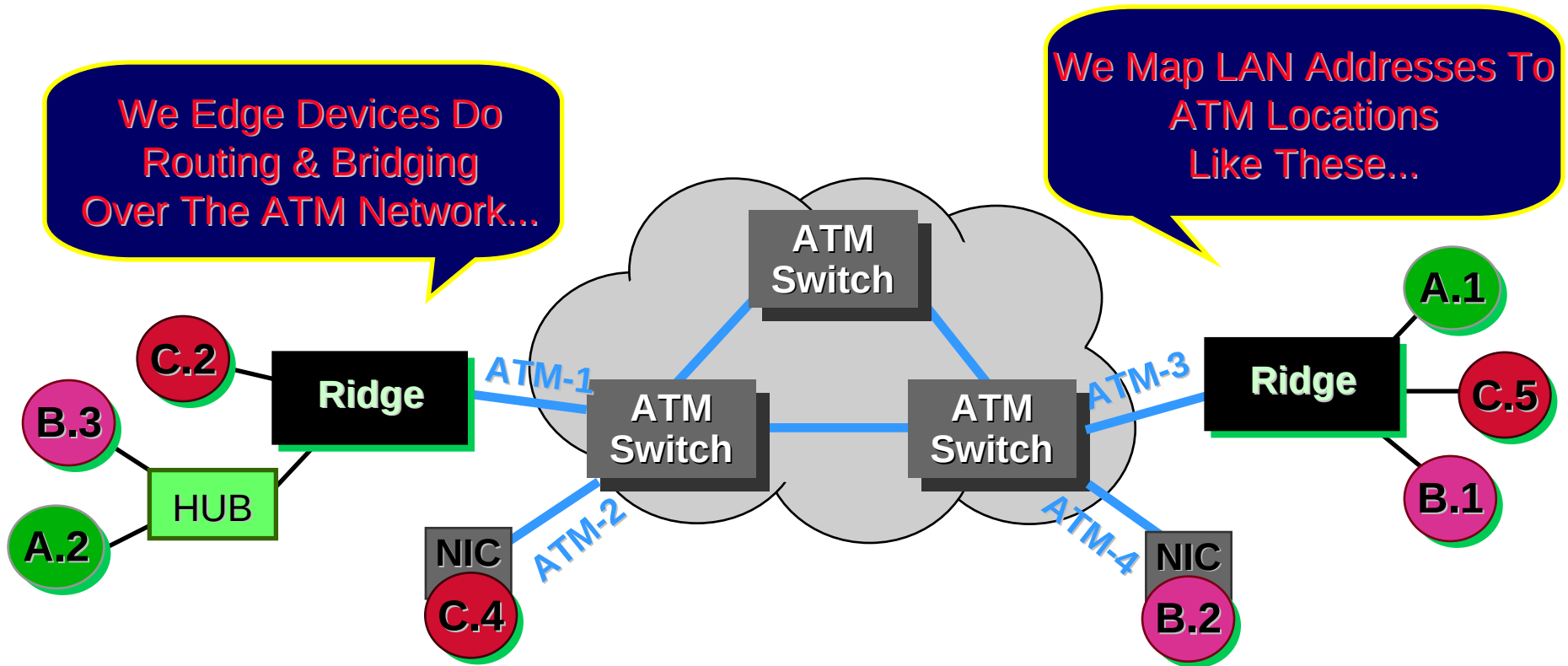
4(iv) 4.22

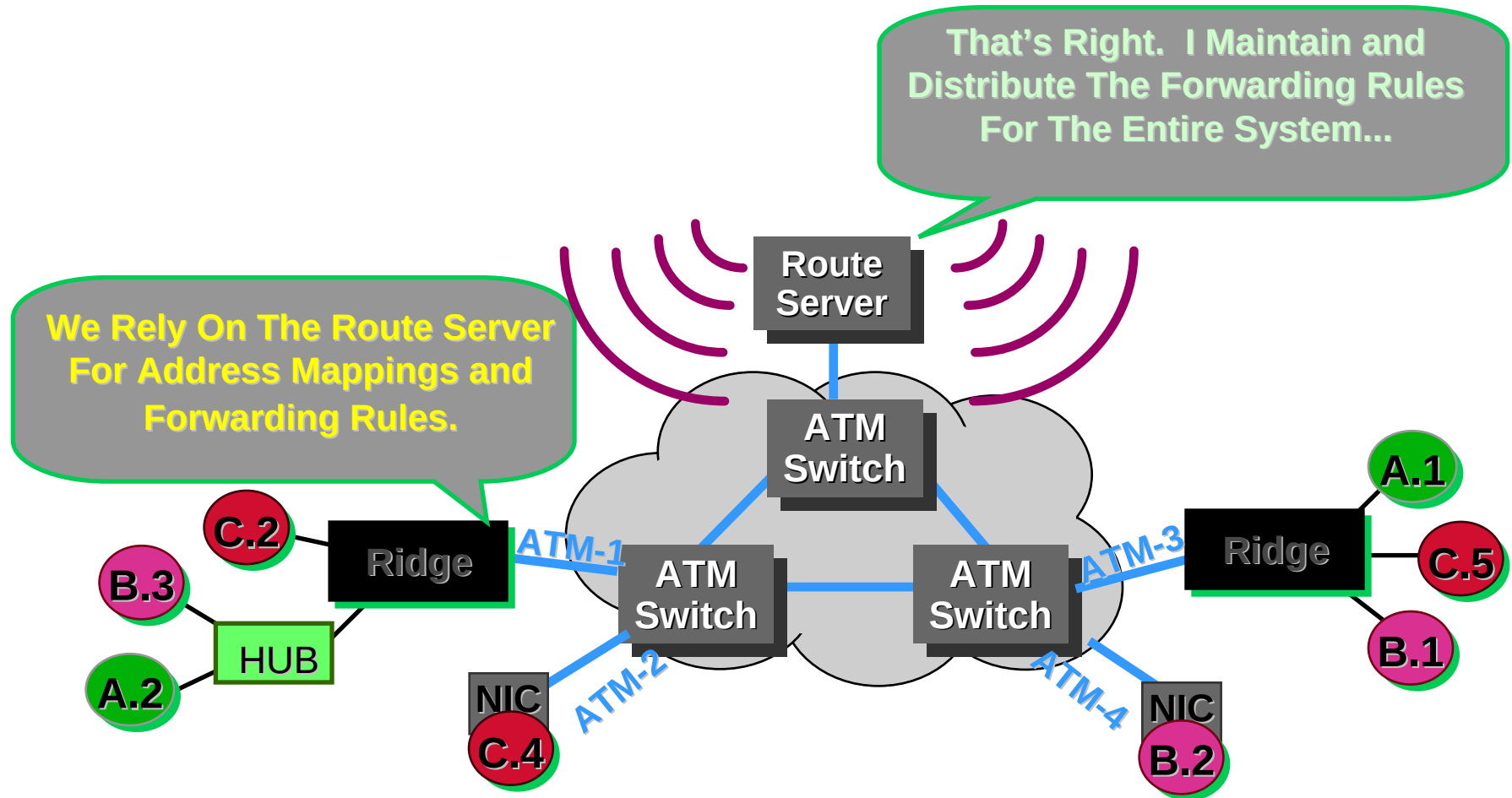
Virtuelles Routing mit MPOA Der MPOA-Ansatz: Switched Router Architektur

Zentralisierte Routing Intelligenz

Edge devices bilden high performance Schnittstellen







4(iv) 4.25

Virtuelles Routing mit MPOA Client-Tabelle des Routeservers

For every user,
the Route-Server maps their
LAN identity to an ATM identity

Route
Server

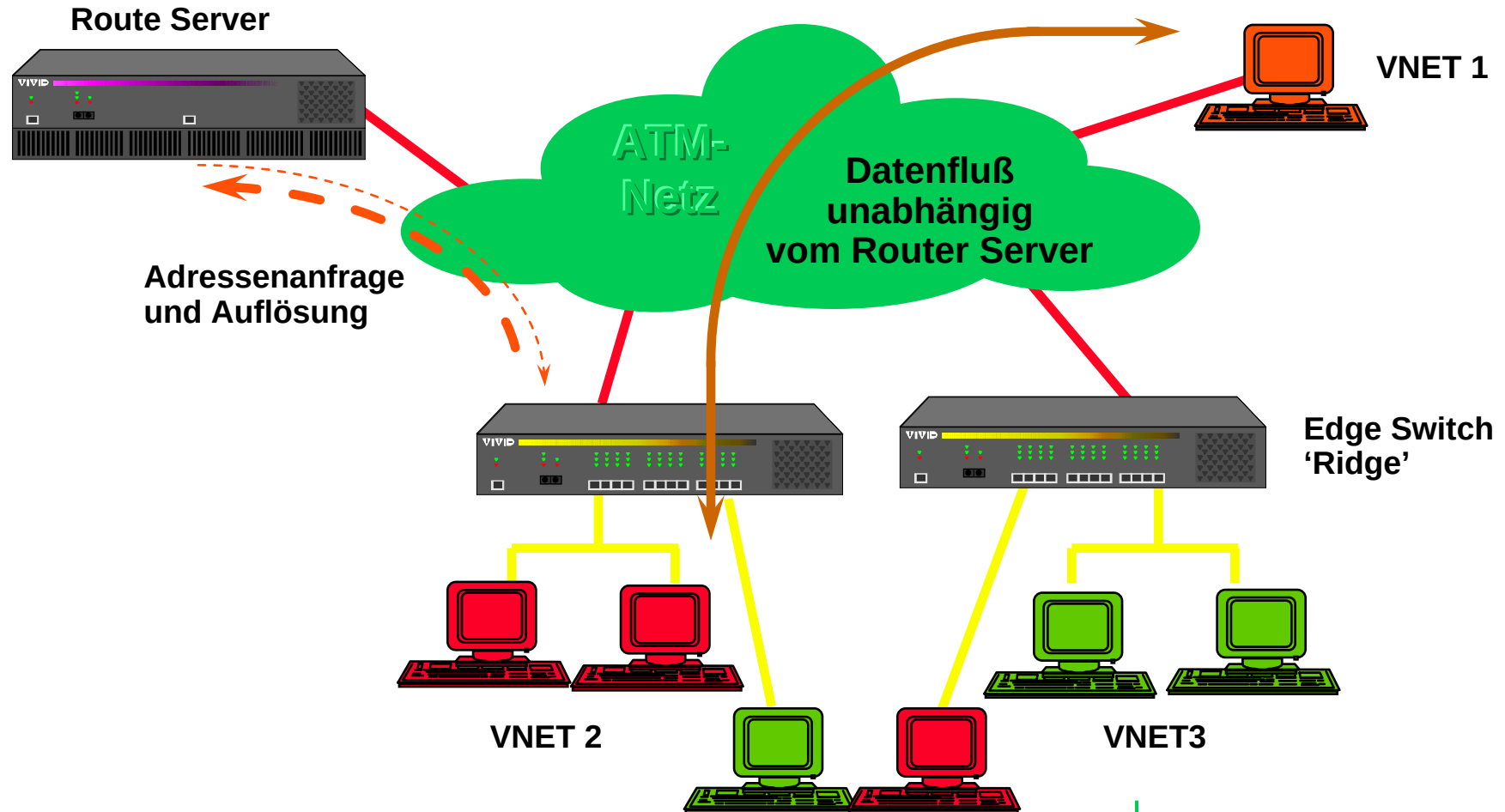
IP	MAC	ATM
A.1	729	ATM 1
A.2	831	ATM 1
B.1	555	ATM 2
B.2	45	ATM 3
B.3	454	ATM 1
C.1	984	ATM 2
C.3	934	ATM 4
:	:	:

This information enables:

Virtual Networks — Users located anywhere in the network remain logically linked in the same broadcast domain

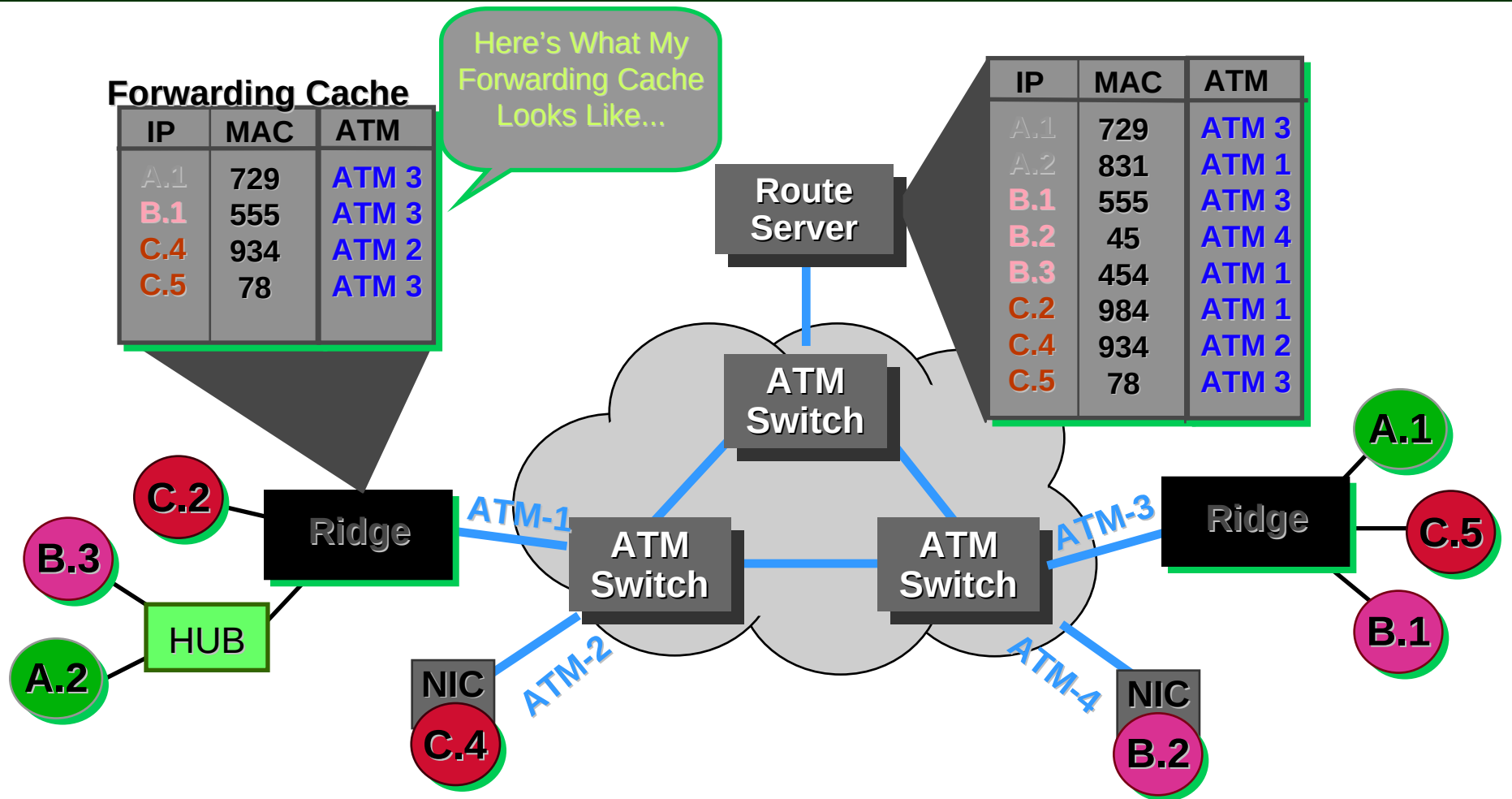
Cut-Through Forwarding — Wirespeed routing and bridging via one-step mapping of LAN destinations to ATM locations

Auto Tracking — Route-Server automatically handles change by updating ATM address associations



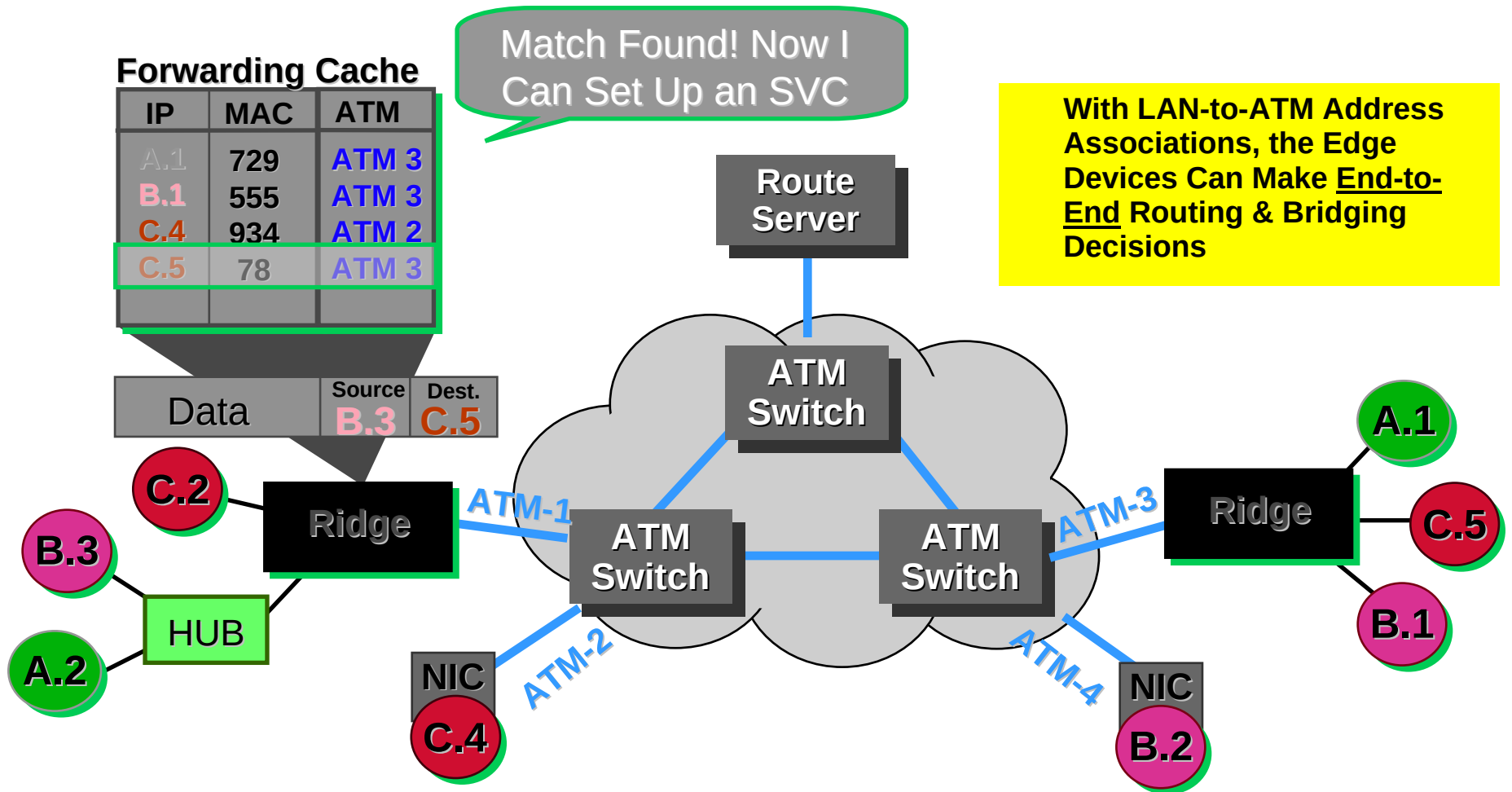
4(iv) 4.27

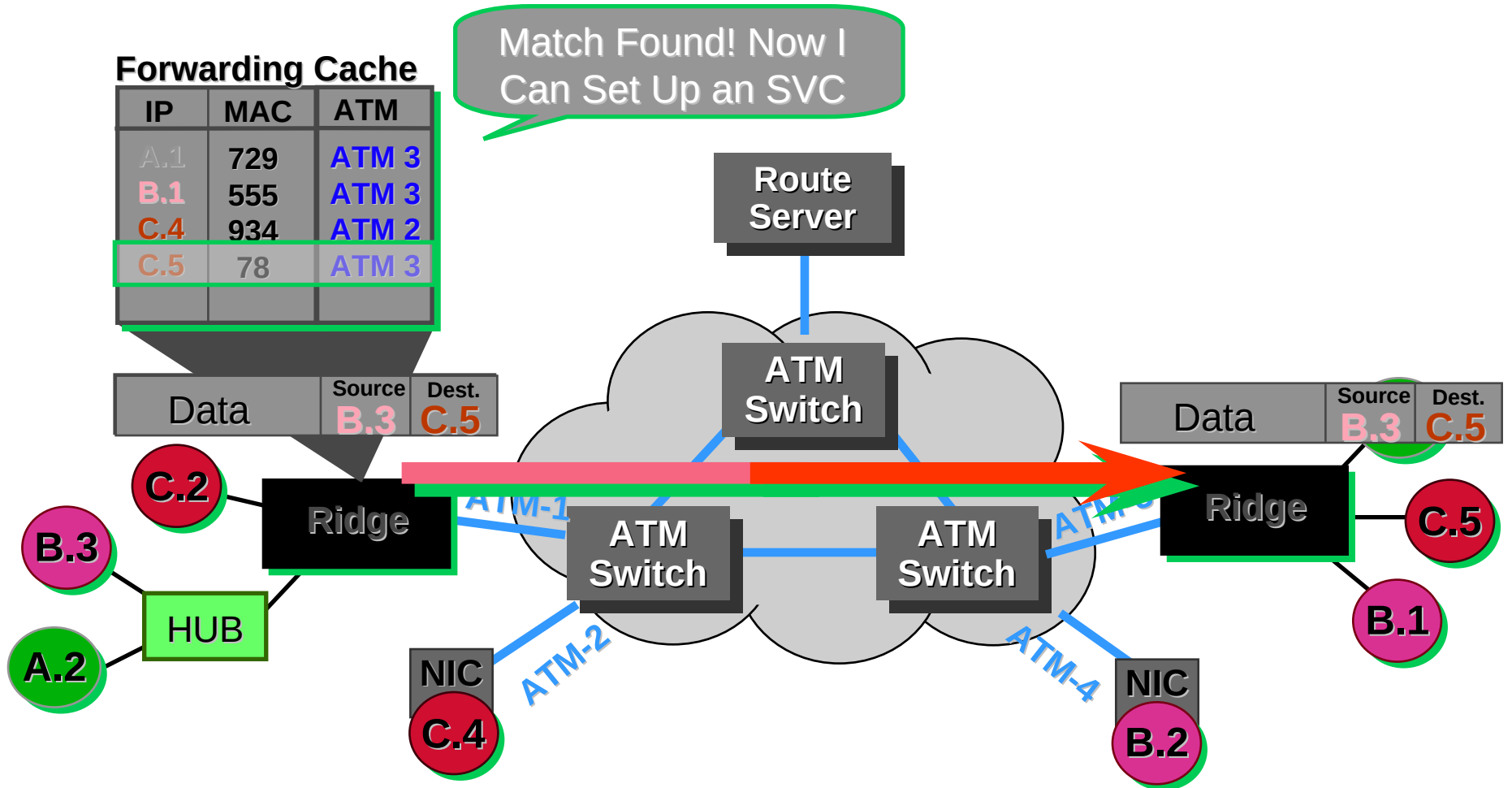
MPOA-Beispiele Cut-Through-Forwarding i(a)



4(iv) 4.28

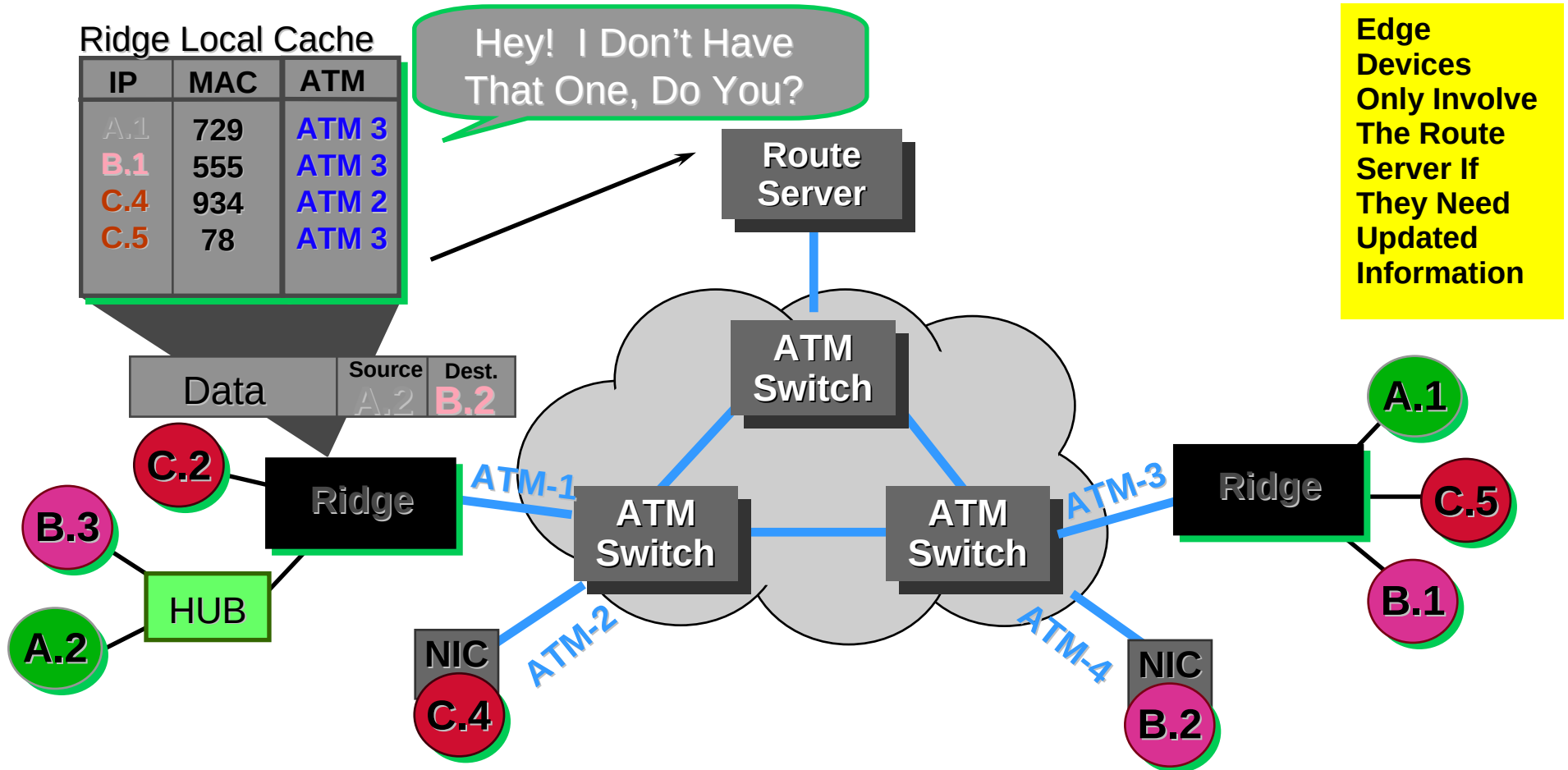
MPOA-Beispiele Cut-Through-Forwarding ii(a)





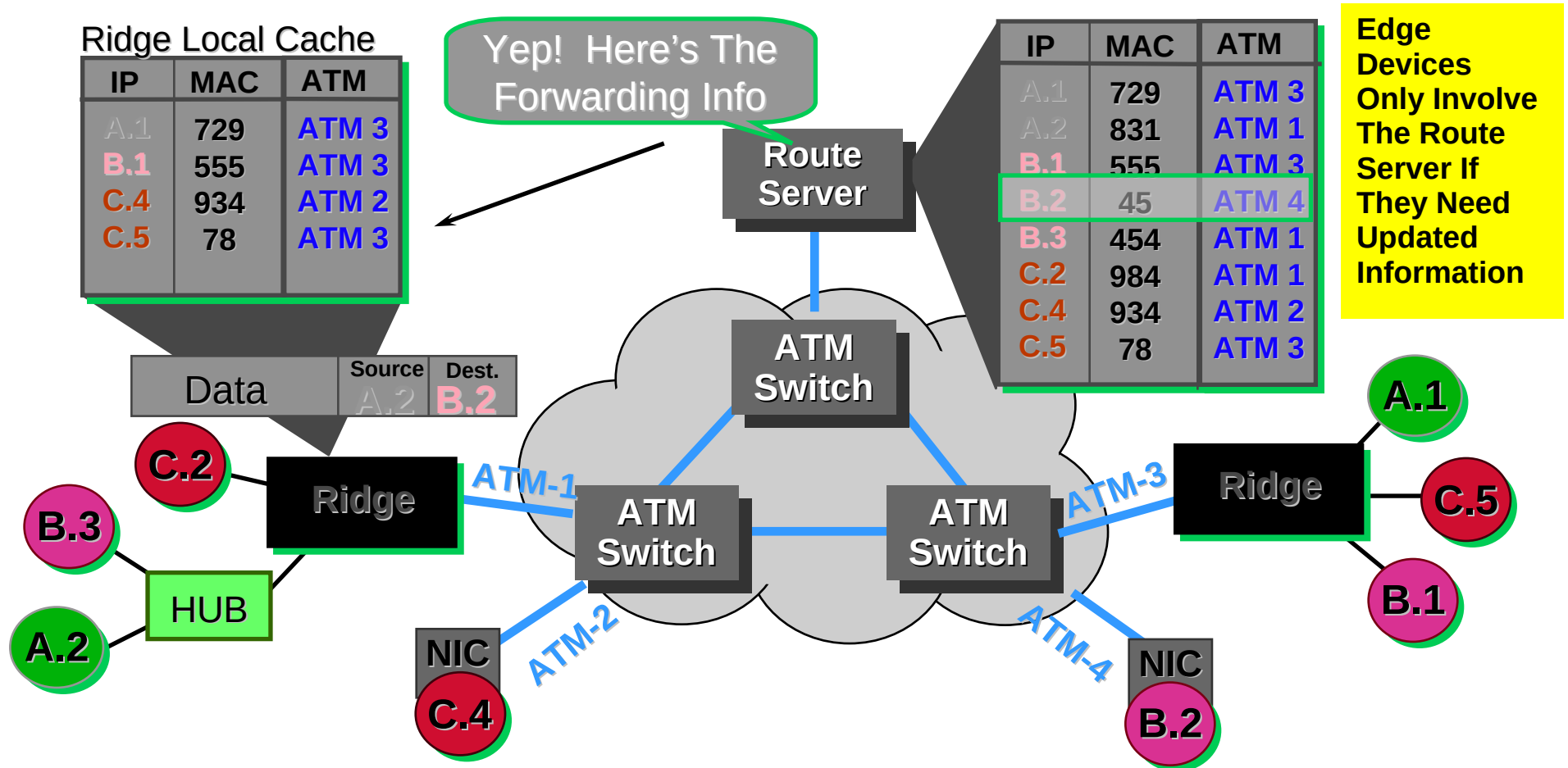
4(iv) 4.30

MPOA-Beispiele Cut-Through-Forwarding i(b)



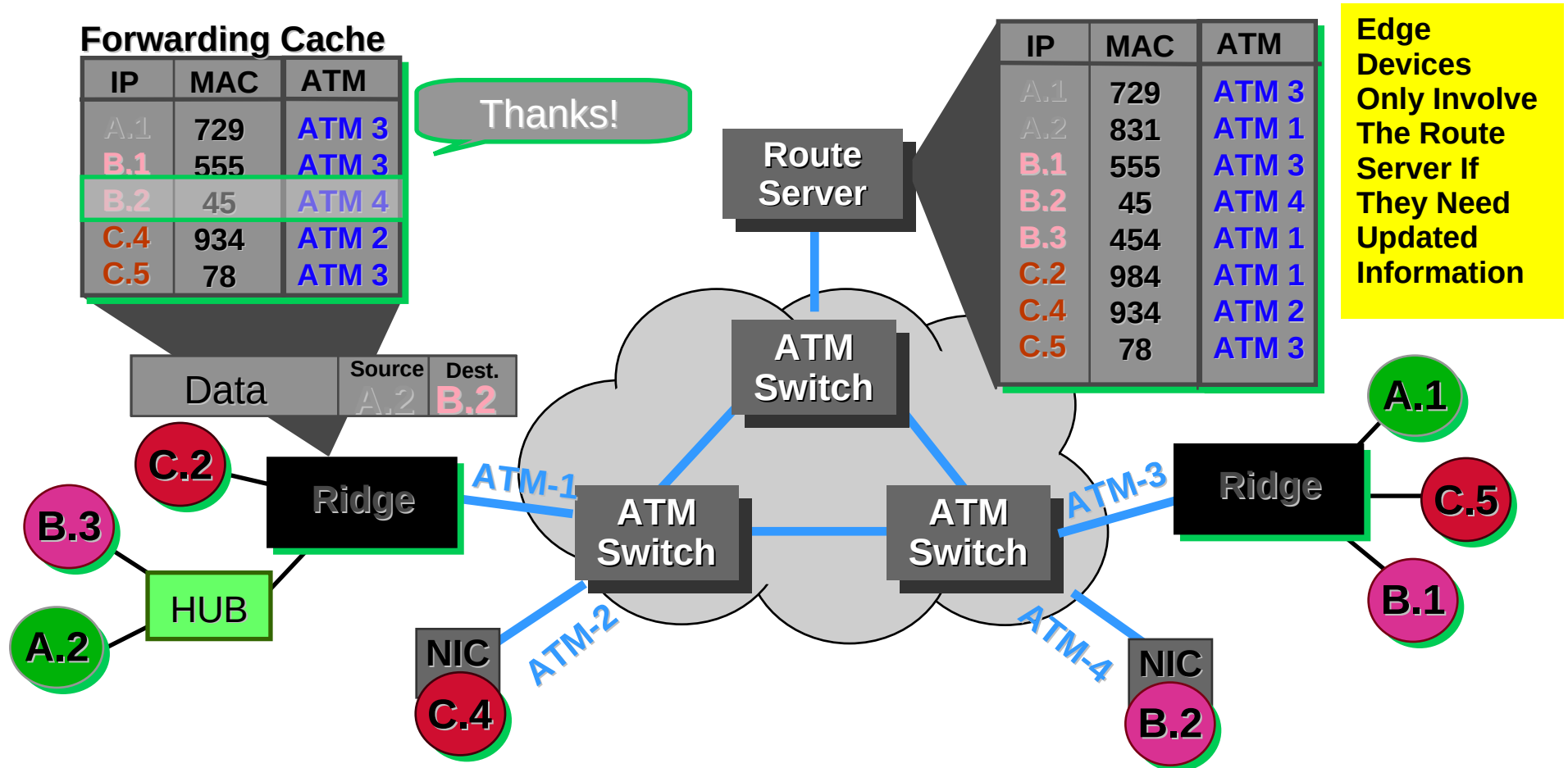
4(iv) 4.31

MPOA-Beispiele Cut-Through-Forwarding ii(b)



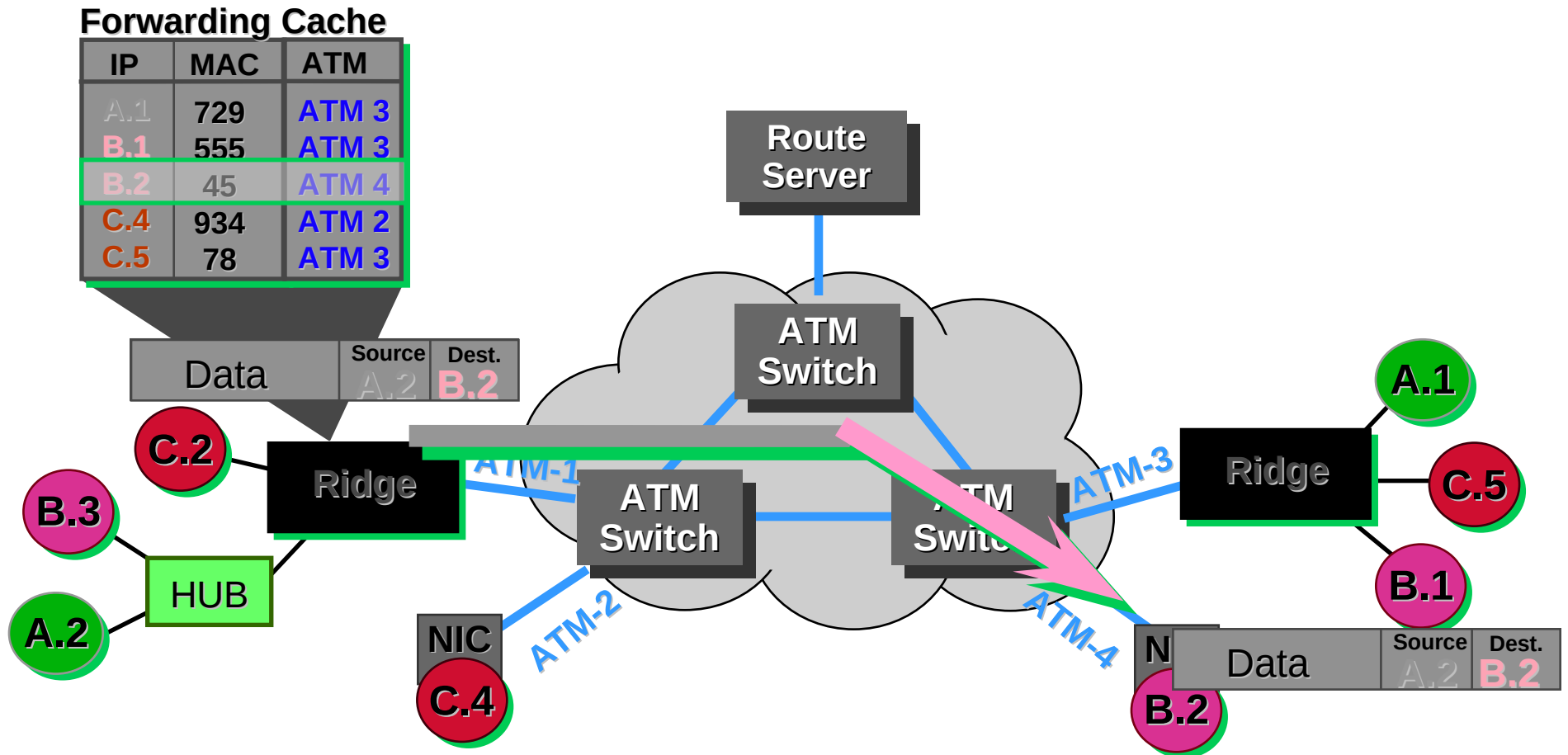
4(iv) 4.32

MPOA-Beispiele Cut-Through-Forwarding iii(b)



4(iv) 4.33

MPOA-Beispiele Cut-Through-Forwarding iv(b)



4(v)

4.34

Zusammenfassung und Umsetzung „Informationsvorsprung“ von MPOA gegenüber LANE

MPOA-Systems
have access to a
wealth of useful
management
information

MPOA Visibility	Layer 2 “VLANs”
Network Layer Addresses	☒
MAC Layer Addresses	MAC Layer Addresses
Physical Access Port	Physical Access Port
Protocol Type	Protocol Type (maybe)
Application Type	☒
IP Multicast Info	☒
LAN QoS Info (RSVP)	☒

With Detailed Knowledge of User and Application Characteristics, We Can Define Policies that Enhance Management and Performance On A Network-Wide Basis

MPOA bildet ein virtuell geroutetes Netzwerk

- ▼ **begrenzt** Broadcast Verkehr
- ▼ arbeitet protokollsensibel
⇒ **ATM-Vorteile (SVC; QoS);**
- ▼ weniger Routerübergänge **Short-Cuts**
- ▼ **geringere Kosten per routed Port**
- ▼ **skalierbare Performance (wirespeed)**
- ▼ **Multicast**
- ▼ **einfaches zentrales ATM und VLAN Mangement**

LANE emuliert ein **bridged** Netzwerk

- ▼ **hohe Broadcast Belastung**
- ▼ **arbeitet protokoll-transparent**
⇒ **keine ATM-Vorteile nutzbar**
- ▼ **VLANs können nur über externe Router miteinander kommunizieren (Bottleneck)**
- ▼ **teurer (exclusive Router Ports)**
- ▼ **auf ELANs beschränkt**
- ▼ **Management komplex (ELANs, ATM, Router)**

- ☞ **Erhöhung der Skalierbarkeit und der Verfügbarkeit**
 - ☞ Abwendung vom Hub-Prinzip
 - ☞ Einsatz von ATM als Koppelnetz
- ☞ **lokale Segmentierung, Abschottung**
 - ☞ Abbildung der Abteilungsstrukturen auf die Netzhierarchie
 - ☞ Optimierung der Datenflüsse in den Arbeitsgruppen durch lokale Begrenzung
 - ☞ weitestgehende Verringerung von Broadcasts
- ☞ **globale Abschottung**
 - ☞ Entlastung des Backbone-Verkehrs entsprechend der Verkehrscharakteristik des Instituts
 - ☞ direkter ATM-Zugang zu B-WIN, BelWue und T-ATM
- ☞ **Optimierung des Managements**
 - ☞ P2P-Anbindung von Endsystemen
 - ☞ Verkehrsmanagement, Konfigurationsverwaltung

 Alternative LANE / Bridging **Skalierbarkeit:**

-  Abwendung vom Hub-Prinzip: 😊
-  Kopplung über ATM: 😊

 lokale Segmentierung, Abschottung:

-  Abbildung Abteilungsstruktur: 😊
-  Optimierung Arbeitsgruppen: 😞
-  Verringerung Broadcasts: 😞
-  Protokoll-Filterung: 😞
-  One-Armed-Router Bottleneck! 😞

 globale Abschottung:

-  Entlastung Backbone: 😊
-  native ATM, PVC/PVP: 😊

 Management:

-  P2P-Endsysteme 😊
-  Konfigurationsverwaltung: 😊

 Alternative MPOA / Routing **Skalierbarkeit:**

-  Abwendung vom Hub-Prinzip: 😊
-  Kopplung über ATM: 😊

 lokale Segmentierung, Abschottung:

-  Abbildung Abteilungsstruktur: 😊
-  Optimierung Arbeitsgruppen: 😊
-  Verringerung Broadcasts: 😊
-  Protokoll-Filterung: 😊
-  Short-Cut-Routing! 😊

 globale Abschottung:

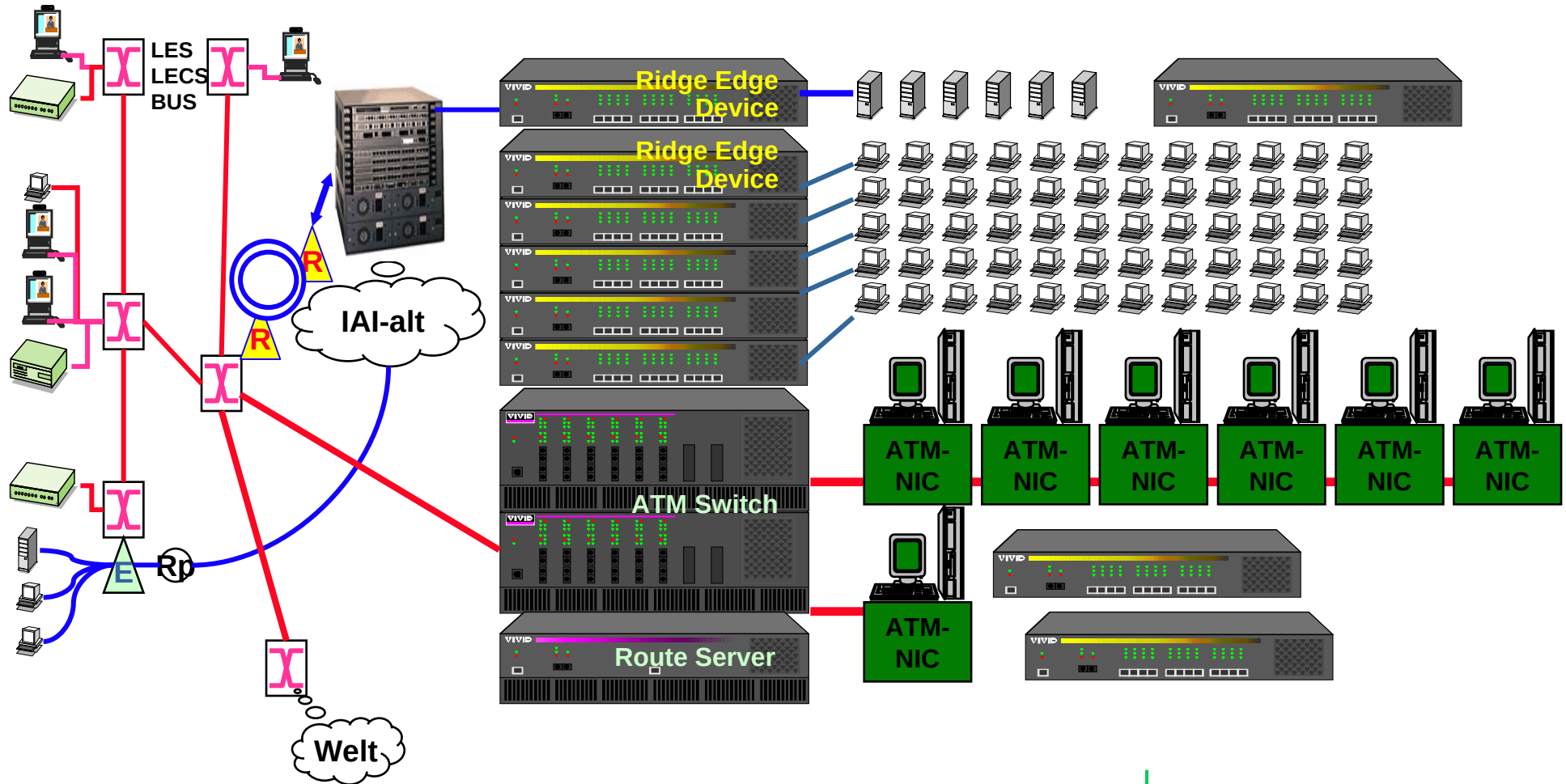
-  Entlastung Backbone: 😊
-  native ATM, PVC/PVP: 😊
-  Umsetzung MPOA ↔ LANE: 😞

 Management:

-  P2P-Endsysteme 😊
-  DAA-geeignete Konfiguration! 😊

4(v)
4.38

Zusammenfassung und Umsetzung Zielzustand schematisch



- ☞ Realisierung mit Kupfer-Ports und separate Umsetzung auf LWL
- ☞ Wohlüberlegtes Auflegen der Benutzer auf die Edge-Devices
- ☞ **Routing** oder doch nur **Bridging**?
 - ☞ Neuvergabe der IP-Nummern mit einer erweiterten Subnetz-Maske!
 - ☞ LLLL LLLL.LLLL LLLL.LLLL LLLL.LL00 0000 (255.255.255.192)
 - ☞ Routing über Bits 2^0 des C-Bytes und 2^7 und 2^6 des D-Bytes, etwa:
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL00.0000 0000 (141. 52. 44. 0) ⇒ IL
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL00.0L00 0000 (141. 52. 44. 64) ⇒ MI
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL00.L000 0000 (141. 52. 44.128) ⇒ UI
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL00.LL00 0000 (141. 52. 44.192) ⇒ Infra
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL0L.0000 0000 (141. 52. 45. 0) ⇒ IS
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL0L.0L00 0000 (141. 52. 45. 64) ⇒ **altes Netz**
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL0L.L000 0000 (141. 52. 45.128) ⇒ SK
 - ☞ L000 LL0L.00LL 0L00.00L0 LL0L.LL00 0000 (141. 52. 45.192) ⇒ Infra
- ☞ **Bottleneck im Serverbereich? / Zu wenig Dosen im LWL-Anschlußbereich?**
- ☞ Interworking-Bottlenecks: Ankopplung „Altes Netz“, Anbindung Backbone
- ☞ Redundanz und Sicherung der Verfügbarkeit

???

- Standardkonformität vs. Marktpräsenz
- Features außerhalb des Standards
- Interoperabilität
- Heterogene Erweiterbarkeit
- Preisverfall





Vorstellung einer fortgeschrittenen IP-basierten Anwendung, einer „Killeranwendung“?



Videokollaboration als selbständiges Teilsystem



Videokommunikation „P2P“ und „P2MP“



Kollaboration im Standard-Applikations-Kontext



Kollaboration als eingeschränkte Interaktion im Telepräsenz-Kontext



Voice-Kommunikation im VPN-Kontext



Netzwerke für die fortgeschrittenen Anwendungen

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Auskünfte:

 <http://www.iai.fzk.de/~neck>

 [mailto: torsten.neck@ftu.fzk.de](mailto:torsten.neck@ftu.fzk.de)