Lehrstuhl für Kommunikationsnetze
Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen
Prof. Dr.-Ing. B. Walke
Kopernikusstraße 16 · D-52074 Aachen
GERMANY

Institut für Rundfunktechnik GmbH (IRT) in Zusammenarbeit mit dem VDE/ITG Fachausschuß 7.2 „Funksysteme“

Kurzfassungen der Vorträge für die ITG-Diskussionssitzung „IP über Funk“ am 23. März 2000 im Institut für Rundfunktechnik in München

---

Einführung

Vortrag: Bedeutung des Internets für Funk-Zugangsnetze

Vortragender: B. Walke, RWTH Aachen, Lehrstuhl für Kommunikationsnetze
Tel.: (0241) 807-913; [0172-200-7963]

Kurzfassung: Während heute noch der drahtlose Zugang zum Internet in Entwicklung ist, wird bereits über den breiten Einsatz eines drahtlosen Internets nachgedacht.
Der GSM-Datendienst HSCSD ermöglicht seit Herbst 1999 den kanalorientierten mobilen Internetzugang mit typisch 56 kbit/s Übertragungsrate; GPRS, EGPRS, UMTS bzw. andere Mitglieder der IMT-2000-Familie werden ab Ende 2000 bzw. Mitte 2001 den paketorientierten mobilen Internetzugang bis zu 384 kbit/s Multiplexdatenrate der Funkschnittstelle ermöglichen. Daneben steht mit den Systemen IEEE 802.11 bzw. 11b schon heute der drahtlose Internetzugang mit einer Multiplexdatenrate von 2 bzw. 11 Mbit/s zur Verfügung, der ab Ende 2000 durch Produkte nach den Standards ETSI/HIPERLAN/2 und IEEE 802.11a auf bis zu 56 Mbit/s verbessert werden wird.

Während sich die genannten Drahtlossysteme unmittelbar auf ein IP-Netz abstützen, werden bei den Mobilfunknetzen die IP-Pakete durch das Mobilfunk-Festnetz getunnelt und erreichen das Internet über einen Übergangsknoten. Alle erwähnten Funksysteme leiden darunter, daß das TCP-Protokoll die schwankende Übertragungsverzögerung der Funkschnittstelle aufgrund der viel größeren Fehlerhäufigkeit und der daher erforderlichen Mehrfachübertragung einzelner Pakete als Überlastung eines Routers falsch interpretiert und die Fenstergröße unnötig verkleinert. Dadurch wird der Durchsatz erheblich kleiner als er prinzipiell an der Funkschnittstelle möglich ist.
Funkschnittstellen wie HSCSD, GPRS, EGPRS, UMTS / IMT 2000 und HIPERLAN/2 können eine verbindungsspezifische Dienstgüte garantieren, die z.B. Echtzeitdienste mit kleiner Übertragungsverzögerung sowie dialogorientierte Multimediakommunikation mit garantiertem Durchsatz und kleiner Varianz der Verzögerung ermöglichen.
Die TCP/IP-Protokolle des Internets sind nur für Anwendungen ohne Dienstgüteforderungen geeignet. Für Intranets stehen IETF-Protokolle wie RSVP und Differentiated Service zur Verfügung, die u.U. eine befriedigende Lösung für dienstgütebedürftige Anwendungen sein können.
Der Beitrag erläutert die angesprochenen Probleme anhand von Beispielen und geht auch auf drahtlose lokale Internets sein, wie sie durch ad-hoc-Netze schon heute möglich sind bzw. im Telekommunikationsbereich erwartet werden. Es ist heute schon klar, daß sich das Internet dafür noch erheblich weiter entwickeln muß und dabei in seinen Routern noch einige Funktionen wird implementieren müssen, welche bei ATM-Netzen üblich sind.

Lehrstuhl für Kommunikationsnetze
Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen
Prof. Dr.-Ing. B. Walke
Kopernikusstraße 16 · D-52074 Aachen
GERMANY

Zur Bedeutung des Internet für Funkzugangsnetze

Bernhard H. Walke, Kommunikationsnetze

FB Elektrotechnik und Informationstechnik, RWTH Aachen, walke@comnets.rwth-aachen.de

1. Internet und seine Dienste

2. Mobilfunknetze für den Internetzugang

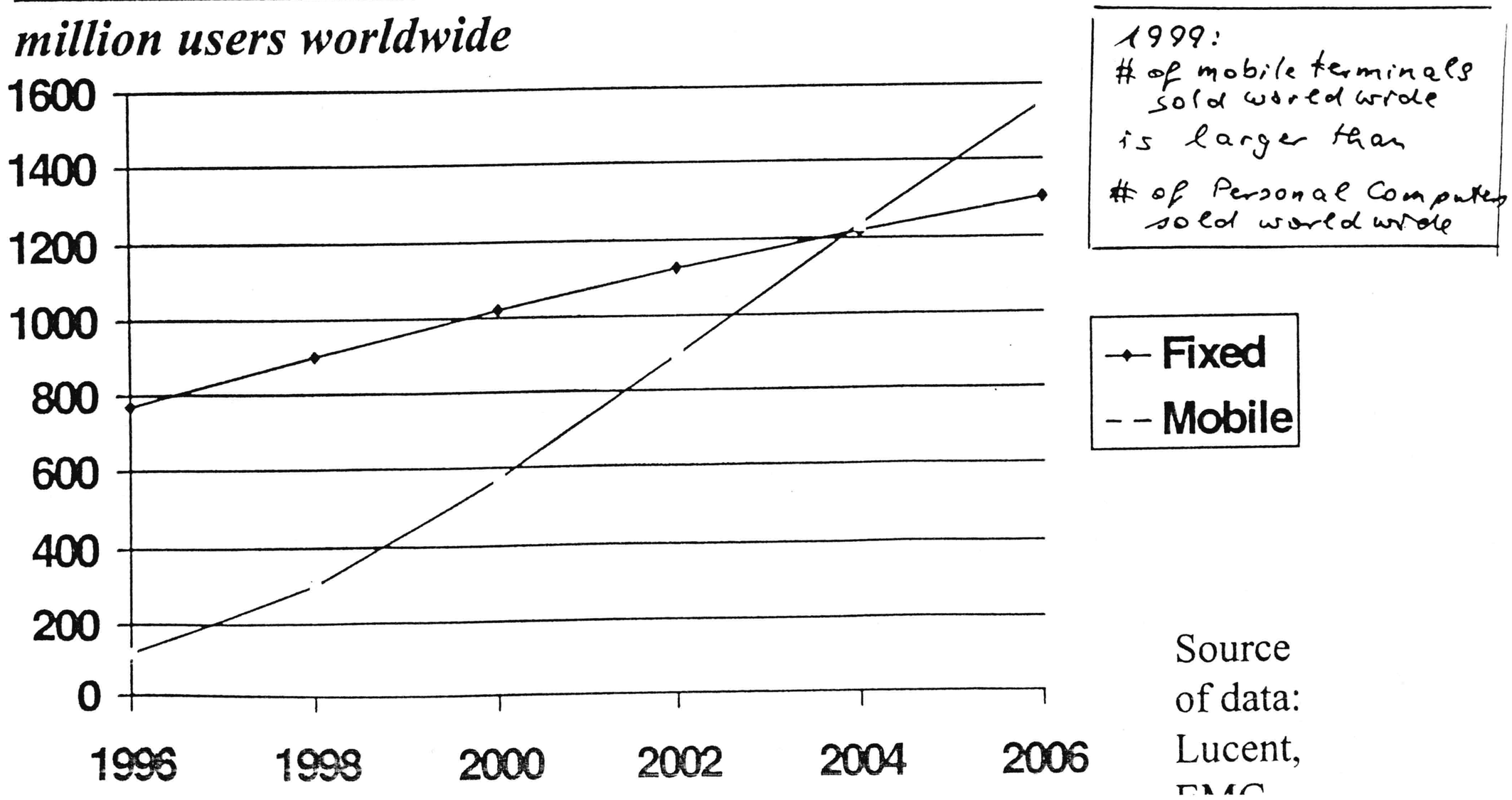
3. Eigenarten des TCP und Internet Dienstgüte

4. Betrieb von TCP/IP über Funkschnittstellen

a) **HIPERLAN/2**
b) **DVB-T/DAB (abwärts) und UMTS (aufwärts)**
c) **VoIP über EDGE**

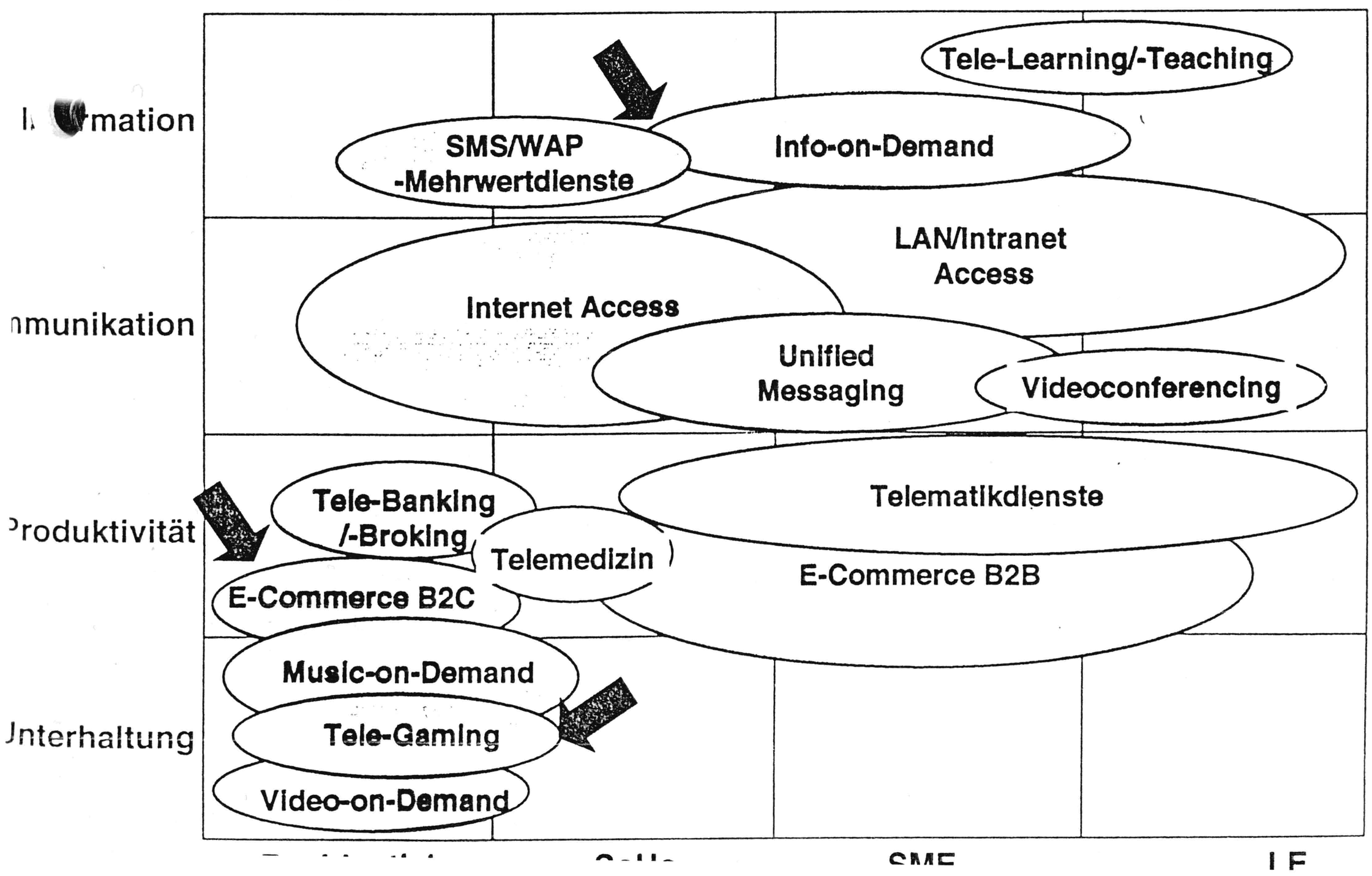
5. Schlußbemerkungen

Mobile will overtake fixed Telephony soon:
Standardisation needs to support this Growth

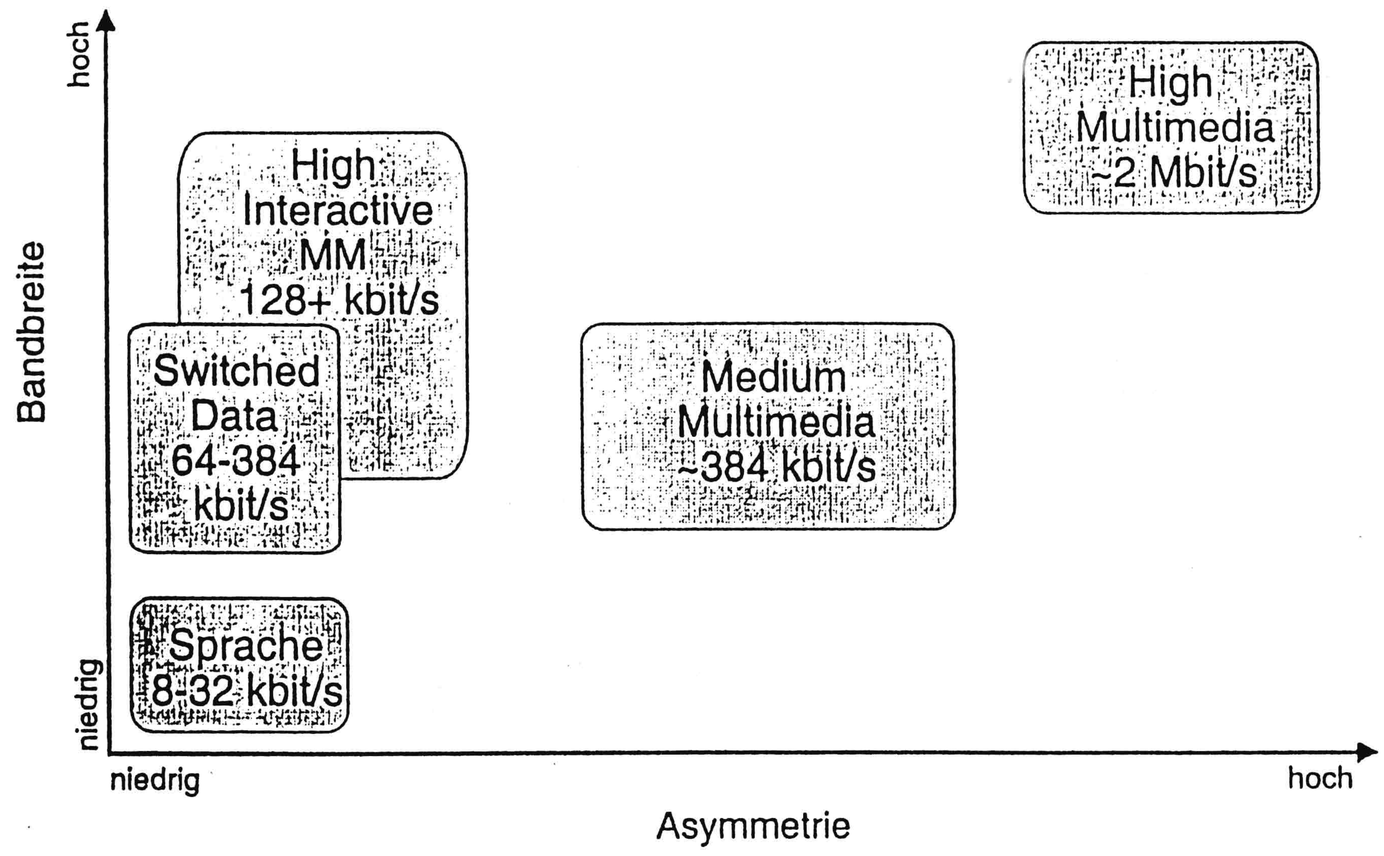


1. Internet und seine Dienste

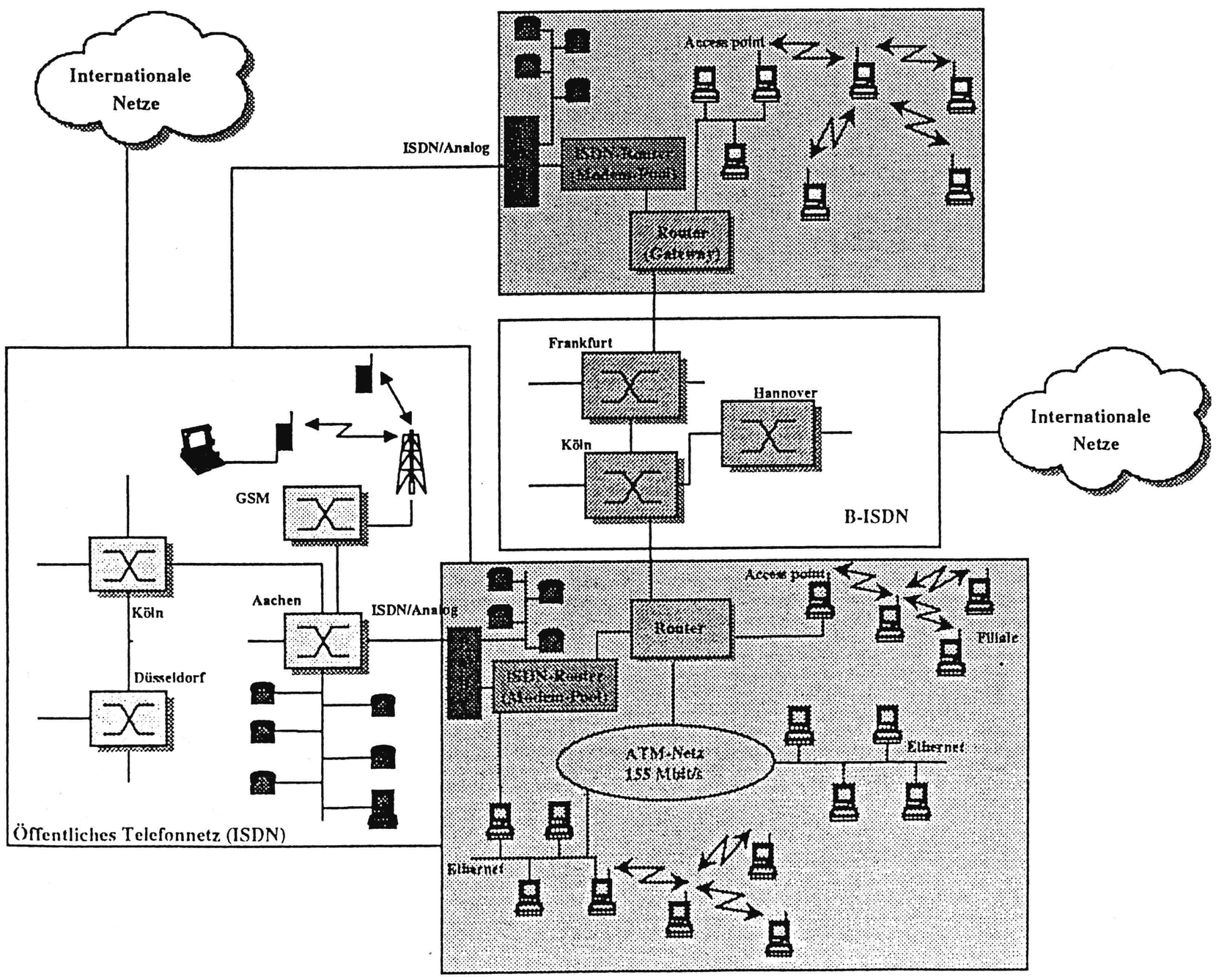
Klassifizierung von Diensten und Marktsegmenten



Diensteklassifizierung



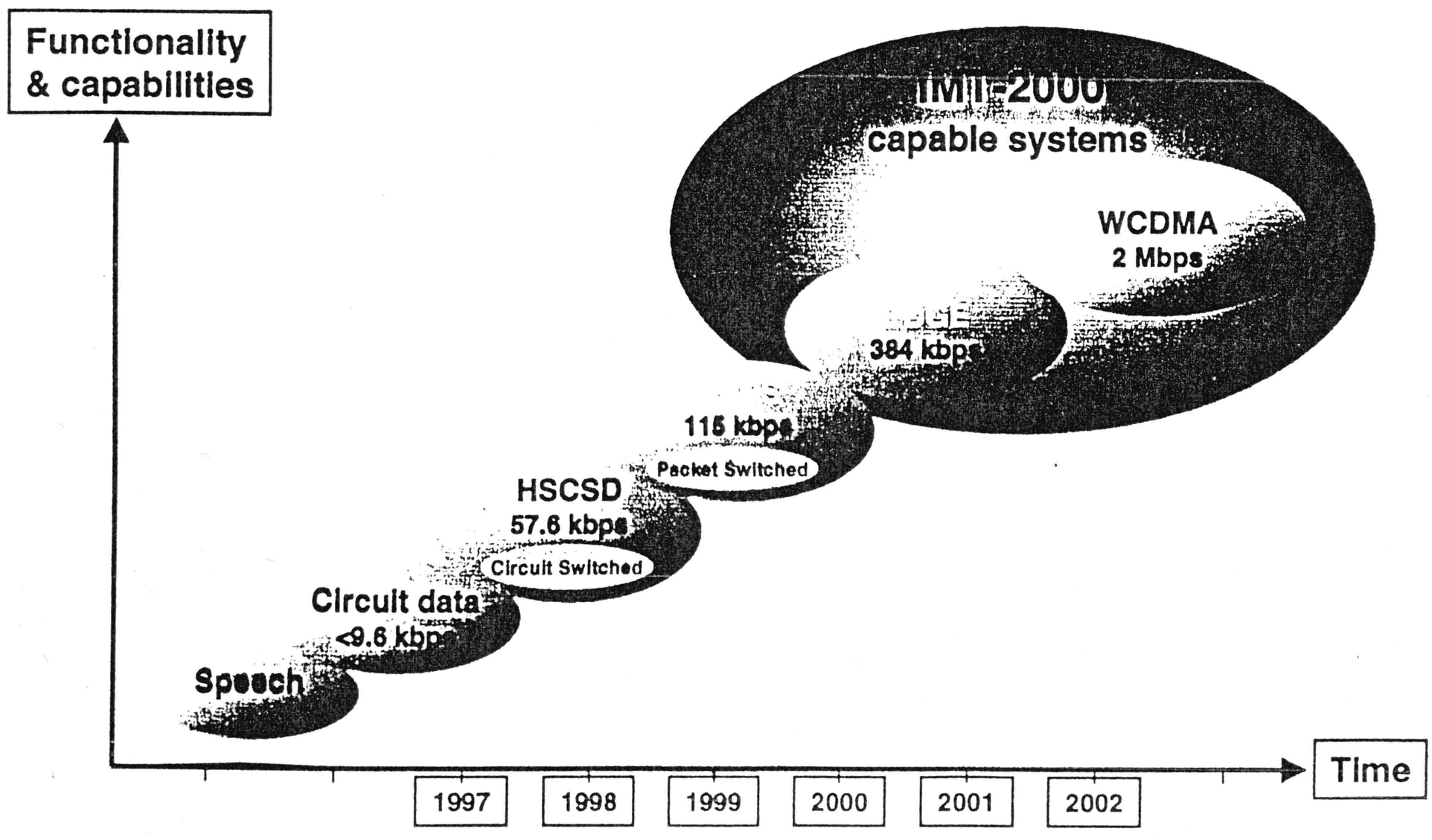
⇨ hohe Asymmetrie in der benötigten Bandbreite von Up- und Downlink bei den hochratigen Multimediadiensten (1:40, 1:200)



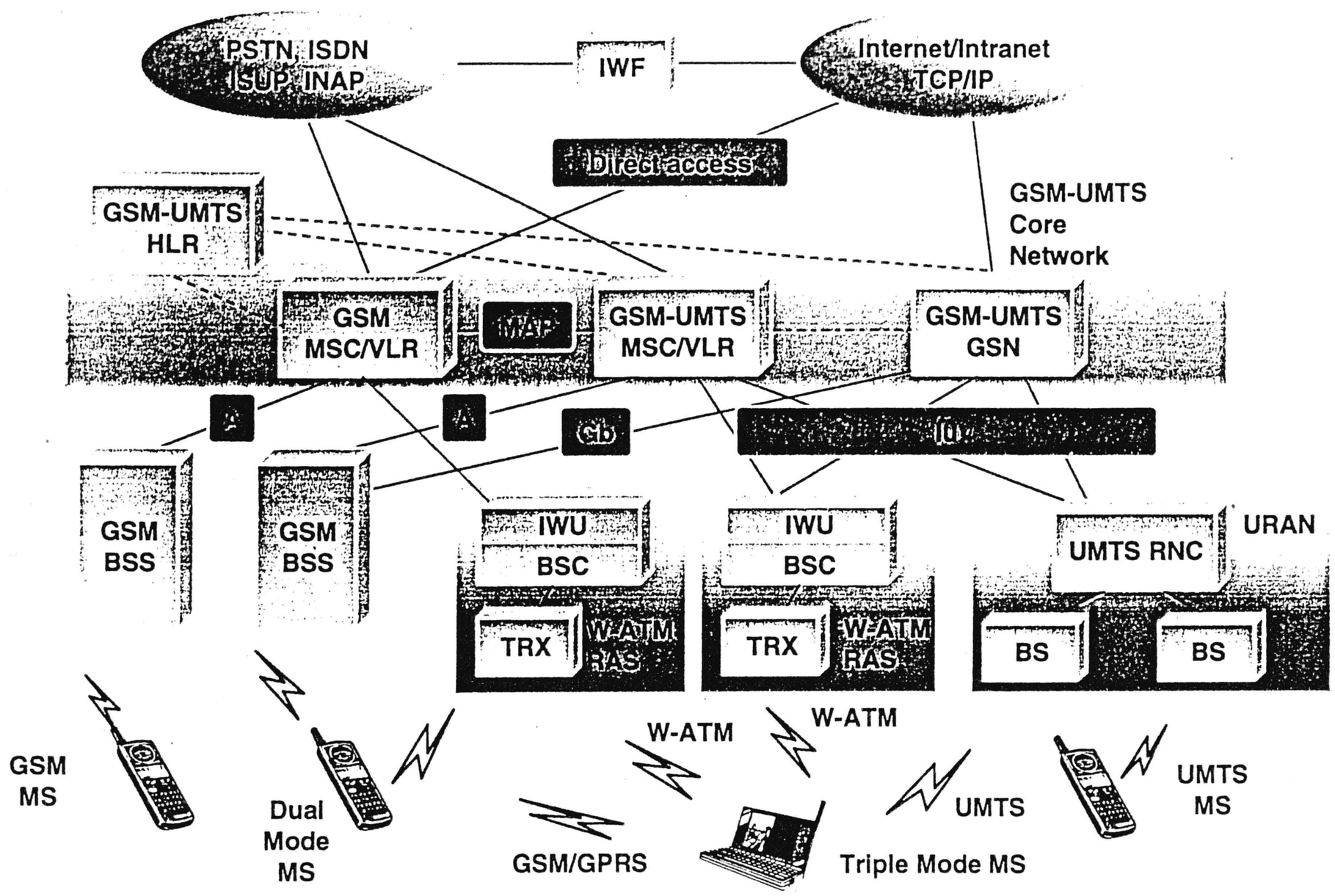
While this technician in Beijing makes sense of a tangle of telephone lines, thousands of his fellow citizens are going wireless. Some seven million Chinese were cellular network subscribers in November 1996—double the number at the beginning of the year. China's cellular users are forecast to rise between 18 million and 25 million in the year 2000.

2. Mobilfunknetze für den Internetzugang

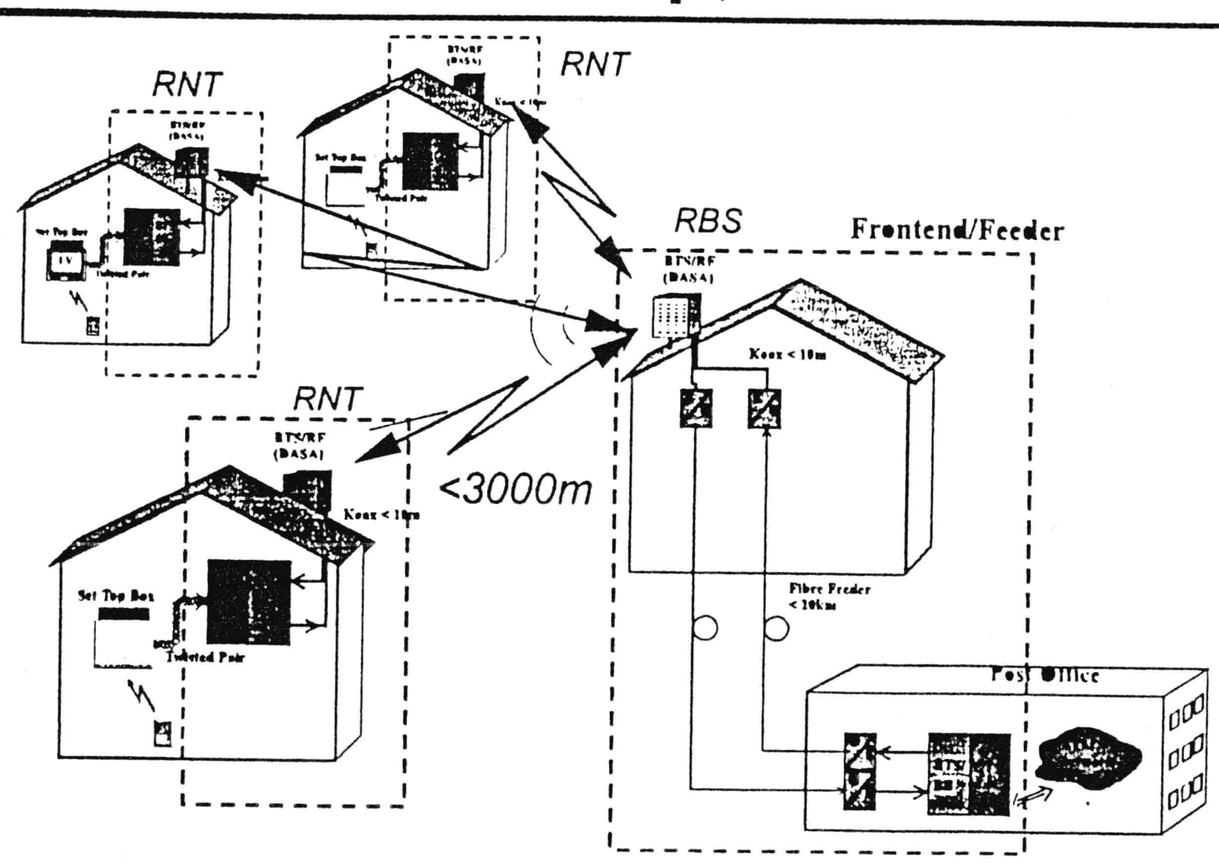
GSM Evolution to UMTS



Integration of GSM/GPRS and UMTS/UTRA with HIPERLAN/2



ATM in the Radio Local Loop, RL/A

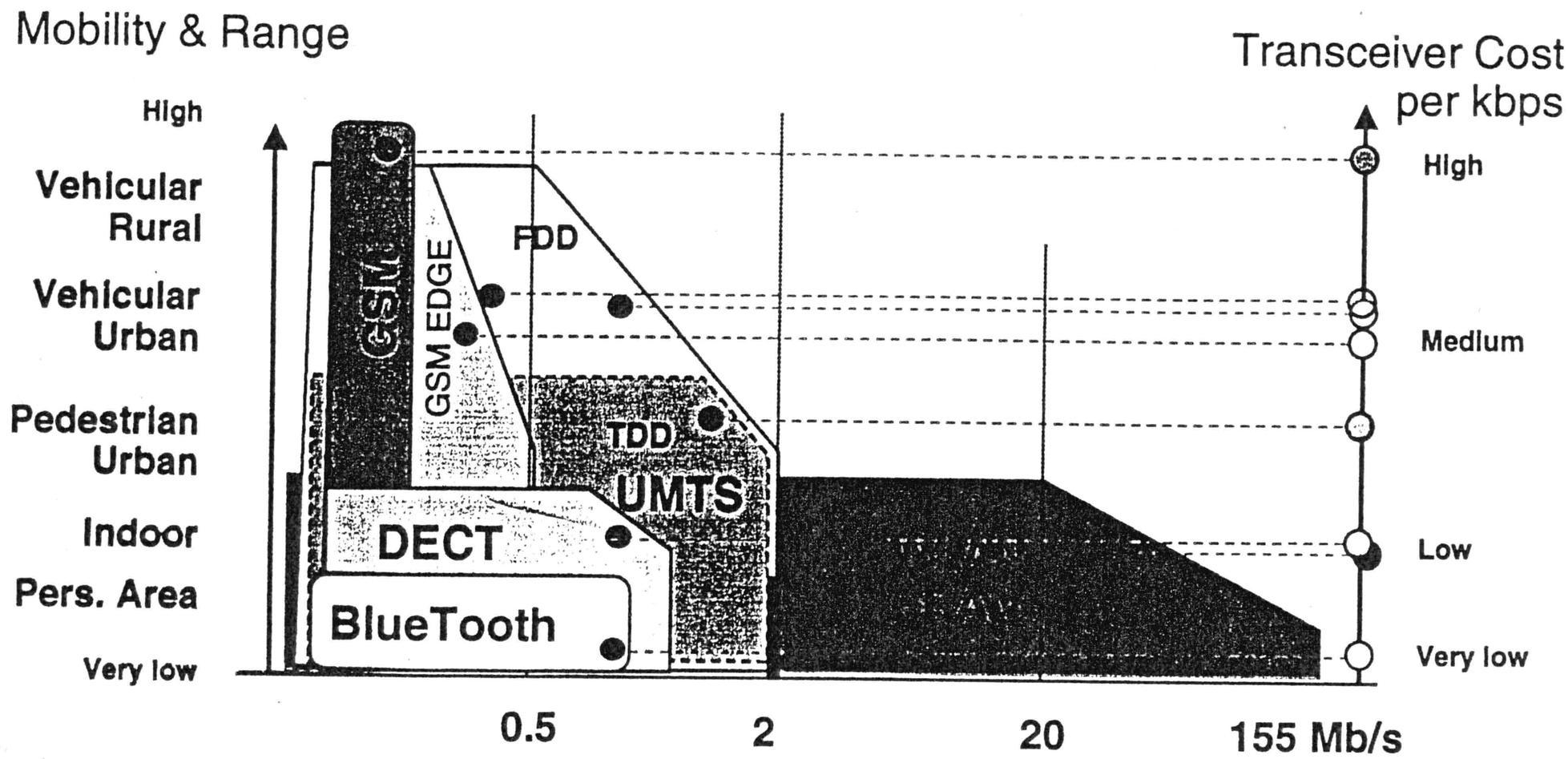


Breitband-RLL: 25..155MBit/s

Vielfachzugriff für ATM: DSA++ Protokoll von ComNets

Entwicklung von LLC- und MAC Protokollen für RL/A Systeme

Radio Access Technologies: Mobility, Range, and Cost



→ **Different radio technologies for different application areas**

3. Eigenarten des TCP und Internet Dienstgüte

Motivation und Ziel der Arbeit

- Betrachtete Anwendungen
  - Internet-Modelle (WWW, FTP, E-Mail)
  - Telematik-Modelle (E-Commerce, Verkehrstelematik, Info-Dienste)
  - Echtzeit-Modelle (Voice, Video- und Audio-Streams, als vereinfachte CBR-Quellen)
- Nachbildung des TCP-Protokolls mit seinen vollständigen Einflüssen auf den generierten Verkehr

Modellierung des Internet-Protokollstapels

- Nachbildung des zeitlichen und inhaltlichen Ablaufs der Sitzungen als Modell der Anwendungsschicht
- Nachbildung des TCP/UDP-Protokolls mit seinen notwendigen Algorithmen zur Realisierung der Flußsteuerung
  - Sequenznummern zur Datenverlust-Erkennung
  - Fenstertechnik zur Flußsteuerung
  - Dynamische Anpassung an ein Netz :
    - Slow Start
    - Congestion Avoidance
    - Roundtriptime Measurement
- Nachbildung des IP-Protokolls
  - Vereinfachte Betrachtung von Client und Server
  - Kein Routing durch Zwischenknoten

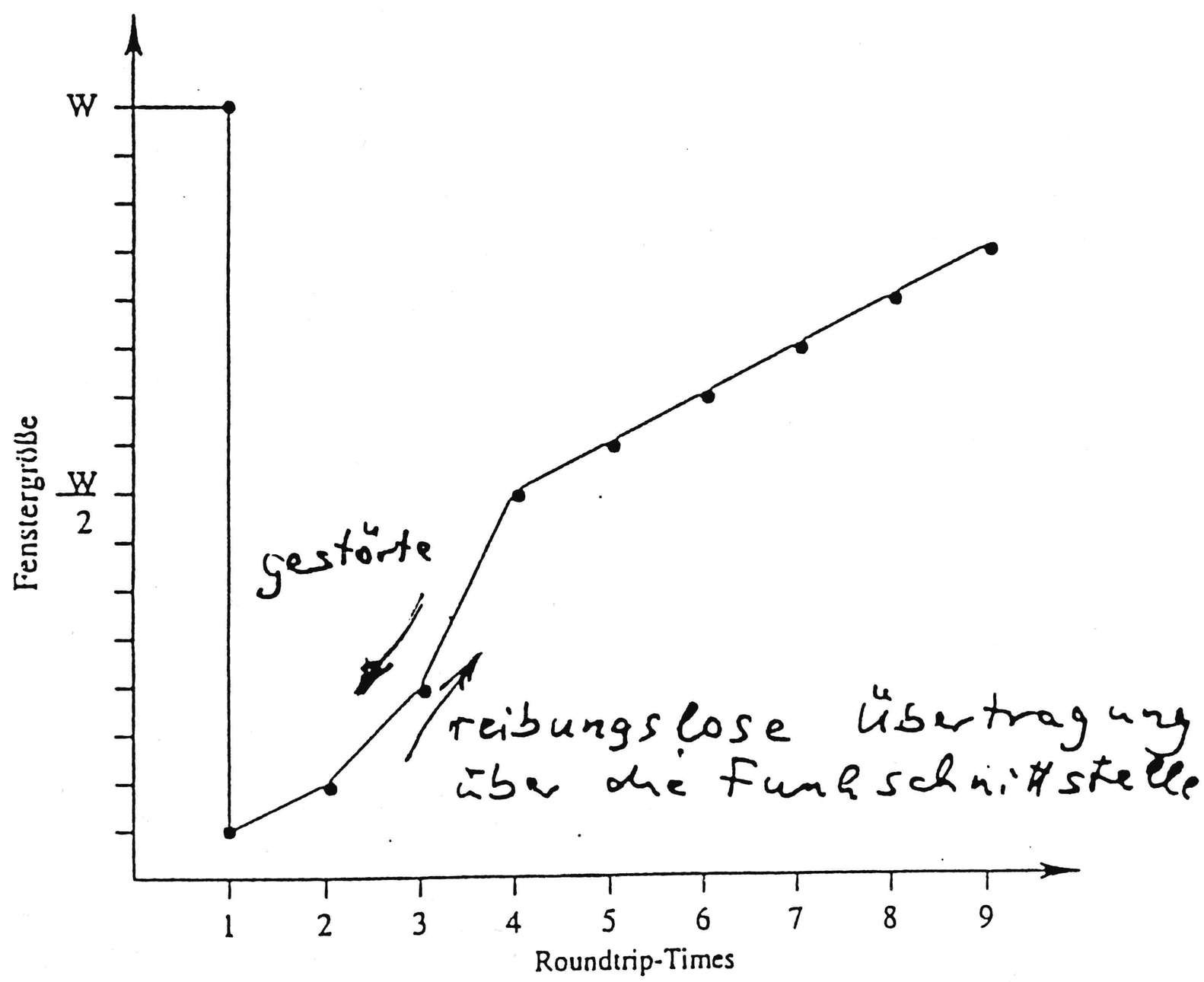


Abbildung 7.12: Die Fenstergröße als eine Funktion des langsamen Starts und der Stauvermeidung

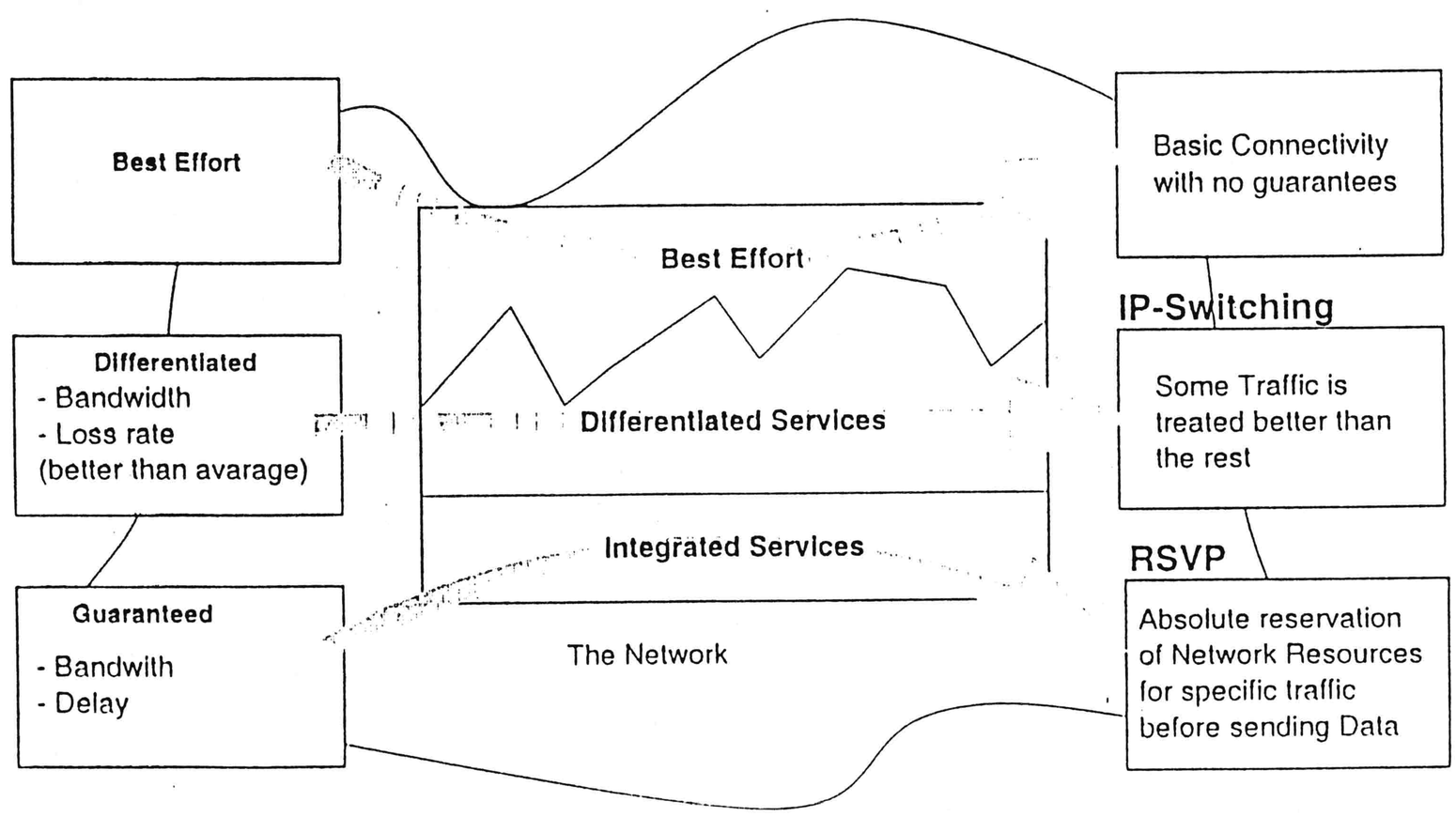
Warum Dienstgüte (QoS) ?

Anforderungen von Anwendungen an die Dienstgüte:

- ❑ Unterstützung einer bestimmten Bandbreite
- ❑ Verringerung von Verzögerungszeiten
- ❑ Verringerung der Paketverluste

Anwendung	Bandbreite	Verzögerung	Paketverluste
E-Mail	•	•	••
Filetransfer	••	•	•••
WWW	••	•	••
Video on Demand	•••	•	•
Video Conferencing	•••	•••	•
Sprache (VoIP)	•	•••	•
E- Commerce	••	•••	•••

Klassifizierung von Dienstgüte (QoS)



Differentiated Services:
Erlaubt dem Benutzer eine Rate von Paketen zu definieren, die mit hoher Priorität durchs Netz geleitet werden sollen.

4. Betrieb von TCP/IP über Funkschnittstellen
a)HIPERLAN/2

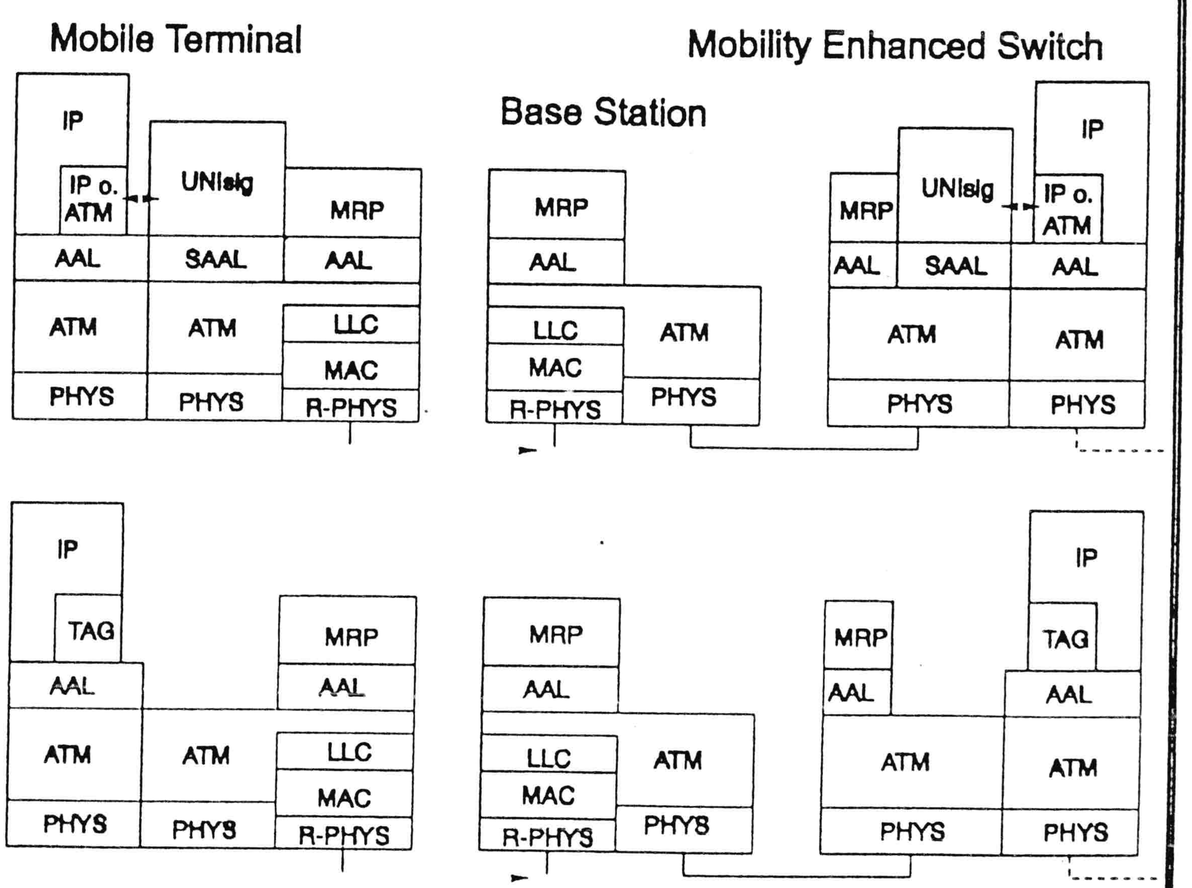
IP over ATM Concept Development

Current ComNets Studies

- ATM UNI 3.1
  - Complete signalling protocol developed
- Overlay model:
  - Address mapping
  - Qos mapping
- IP switching:
  - ATM transmission
  - Conventional IP routing
- TAG switching
  - ATM transmission
  - Hop-by-hop setup protocol

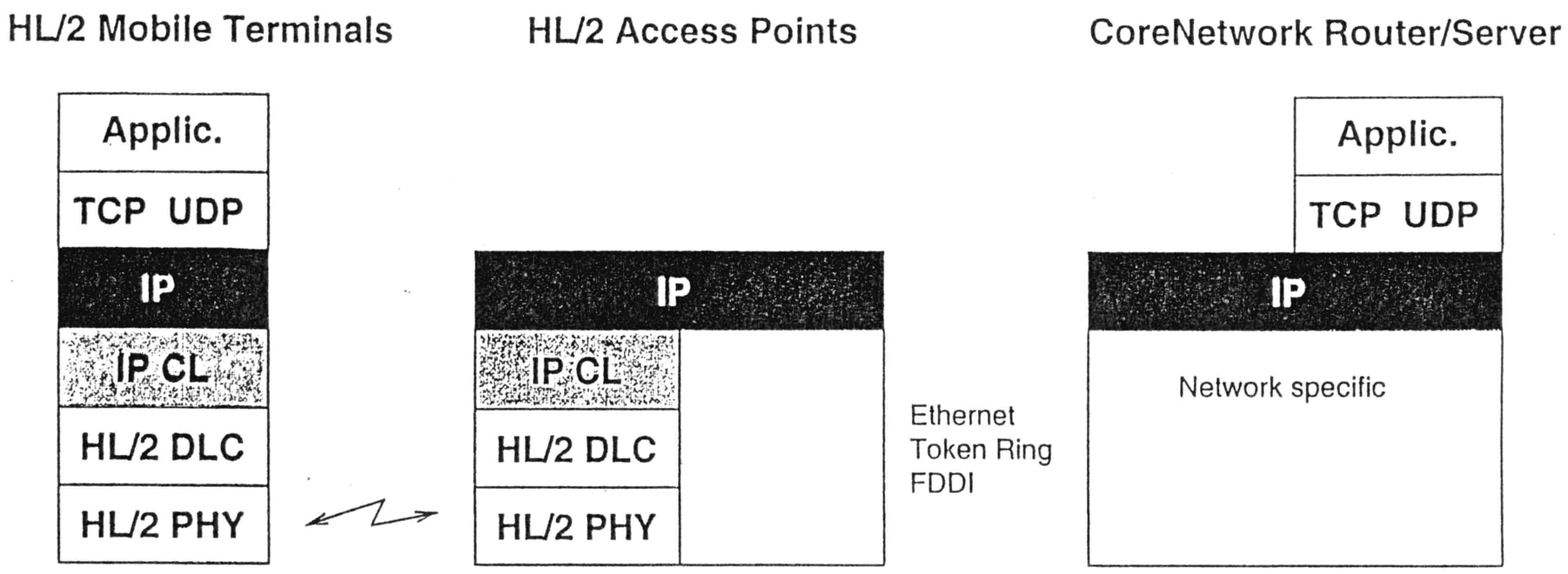
Overlay

Non Overlay



Integrationsansatz der Protokolle

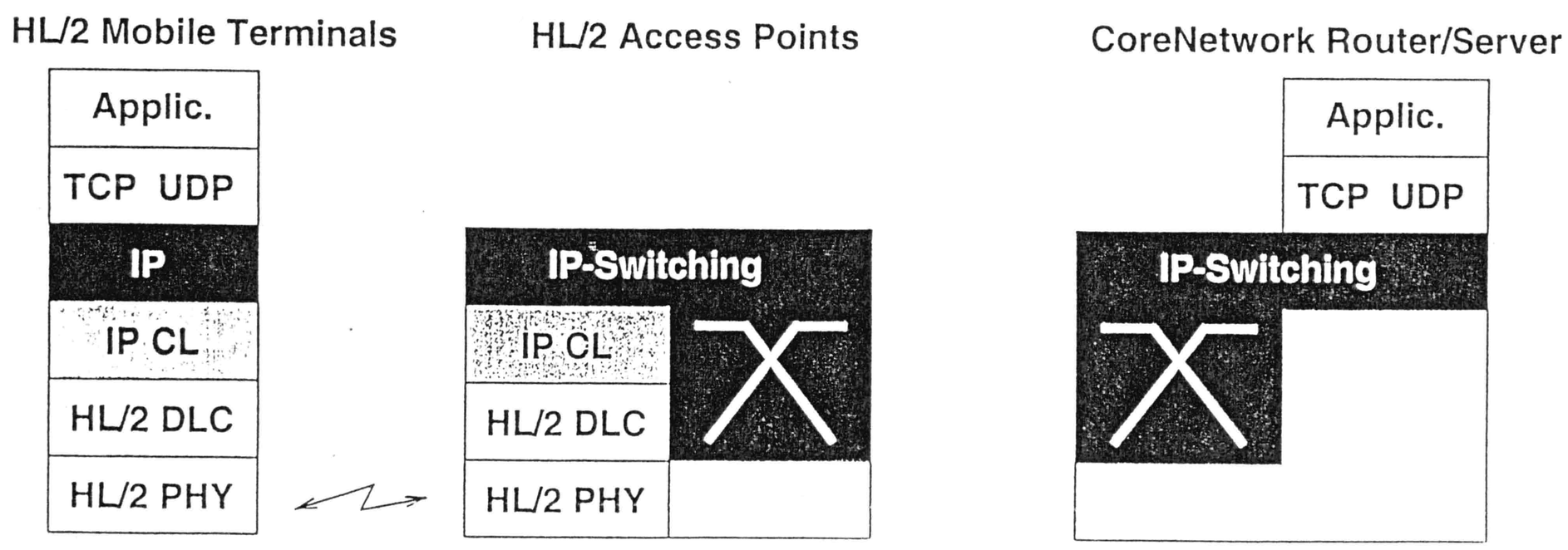
- Anbindung an IP über Convergence Layer



Protokollstapel zur Anbindung an IP-Verkehr

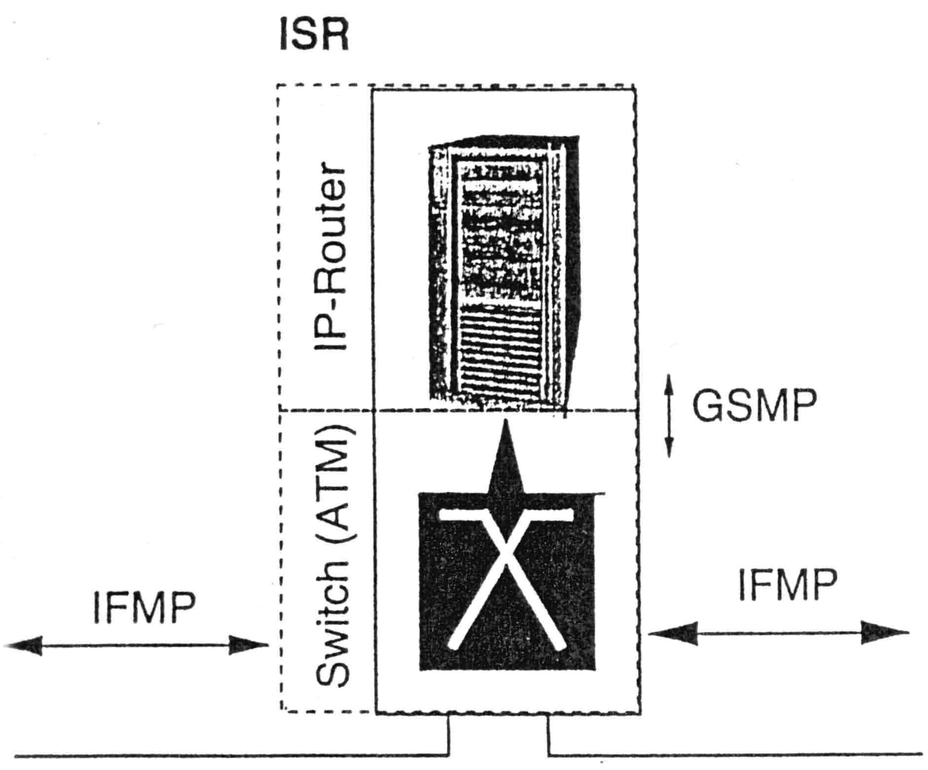
Integrationsansatz der Protokolle

- Anbindung an IP Switching Netze über Convergence Layer



Protokollstapel zur Anbindung an IP-Switching Netze

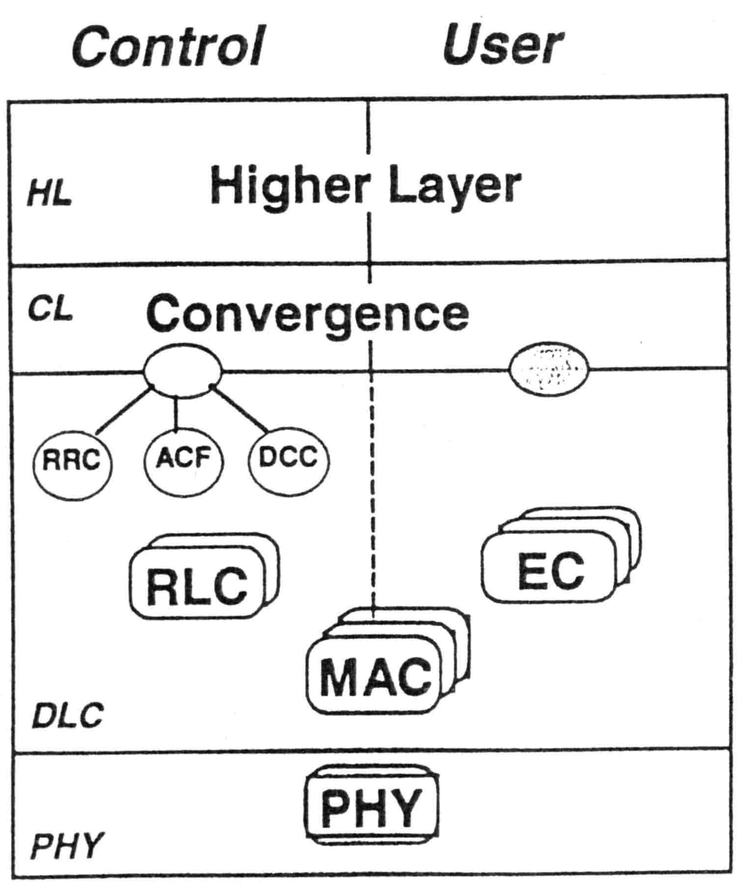
IP Switching

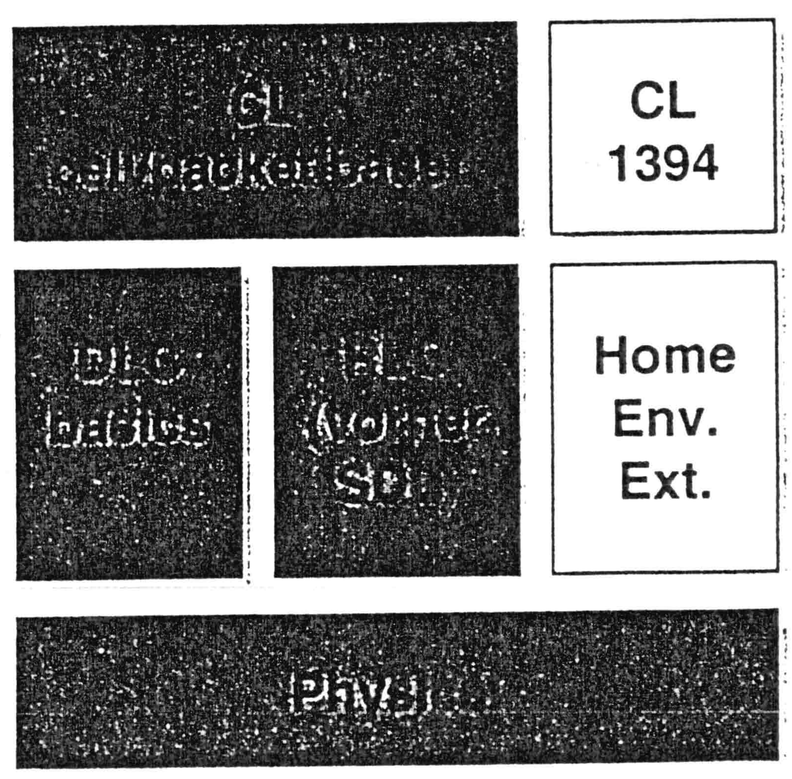


- ISR
  Integrierter Switch-Router
- IFMP
  Ipsilon Flow Management Protokoll
- GSMP
  Generic Switch
  Management Protokoll

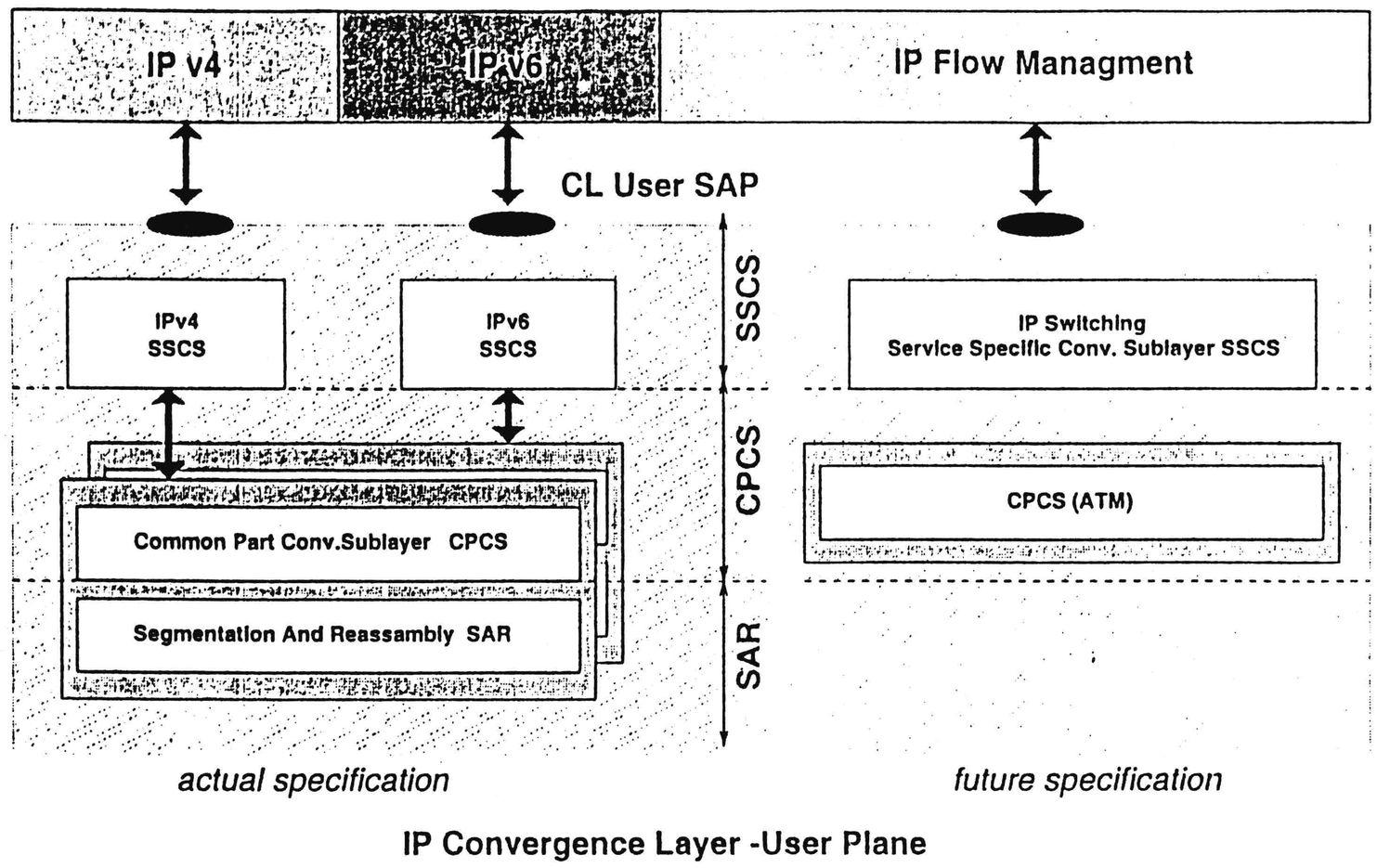
H/2 - Systemüberblick, Arbeitsgruppen

- **Protokollstapel (standardisiert)**
- **Aufteilung der Standardisierung auf Arbeitsgruppen**



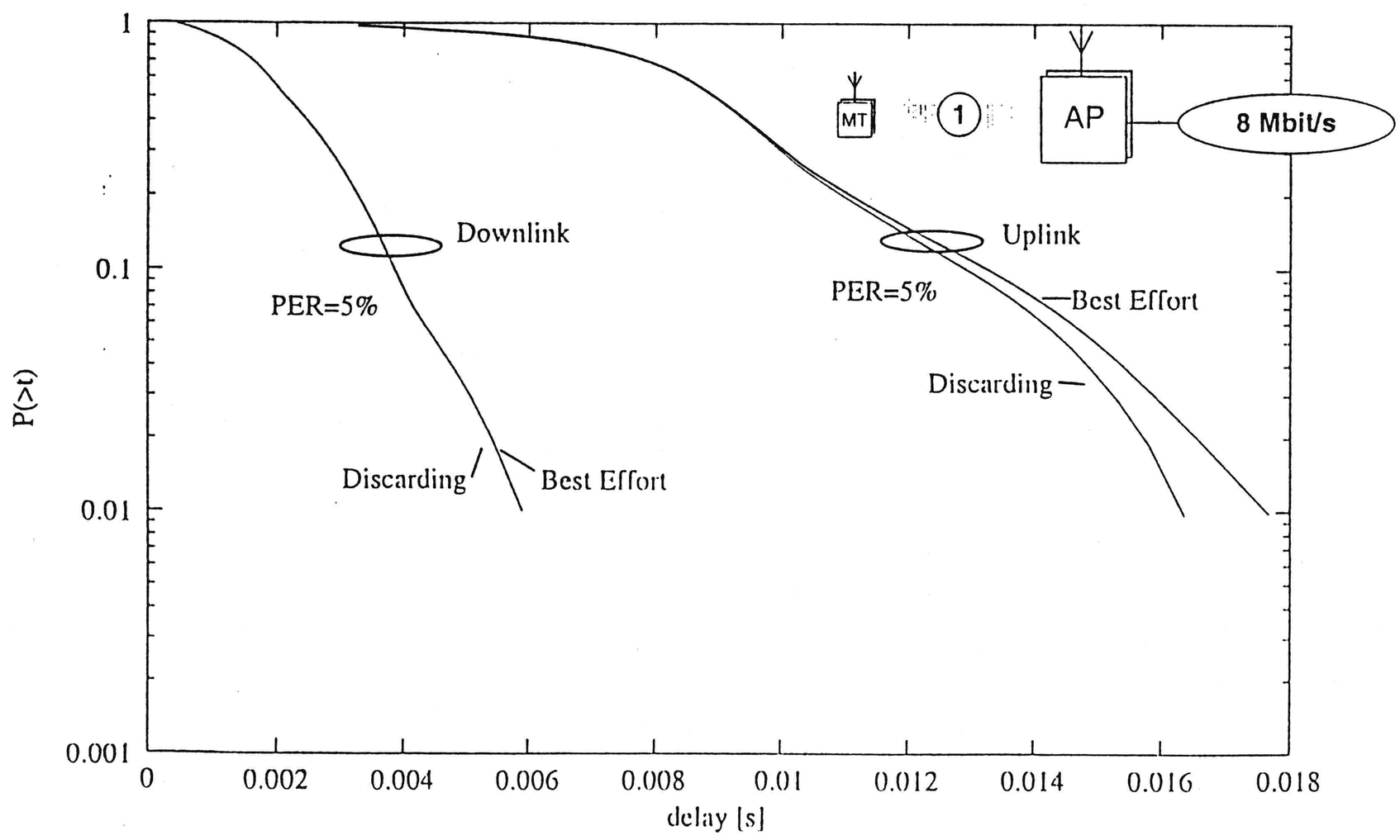


Integrationsansatz der Protokolle



Konvergenzschicht ist nach BRAN in 3 Teilscheichten unterteilt

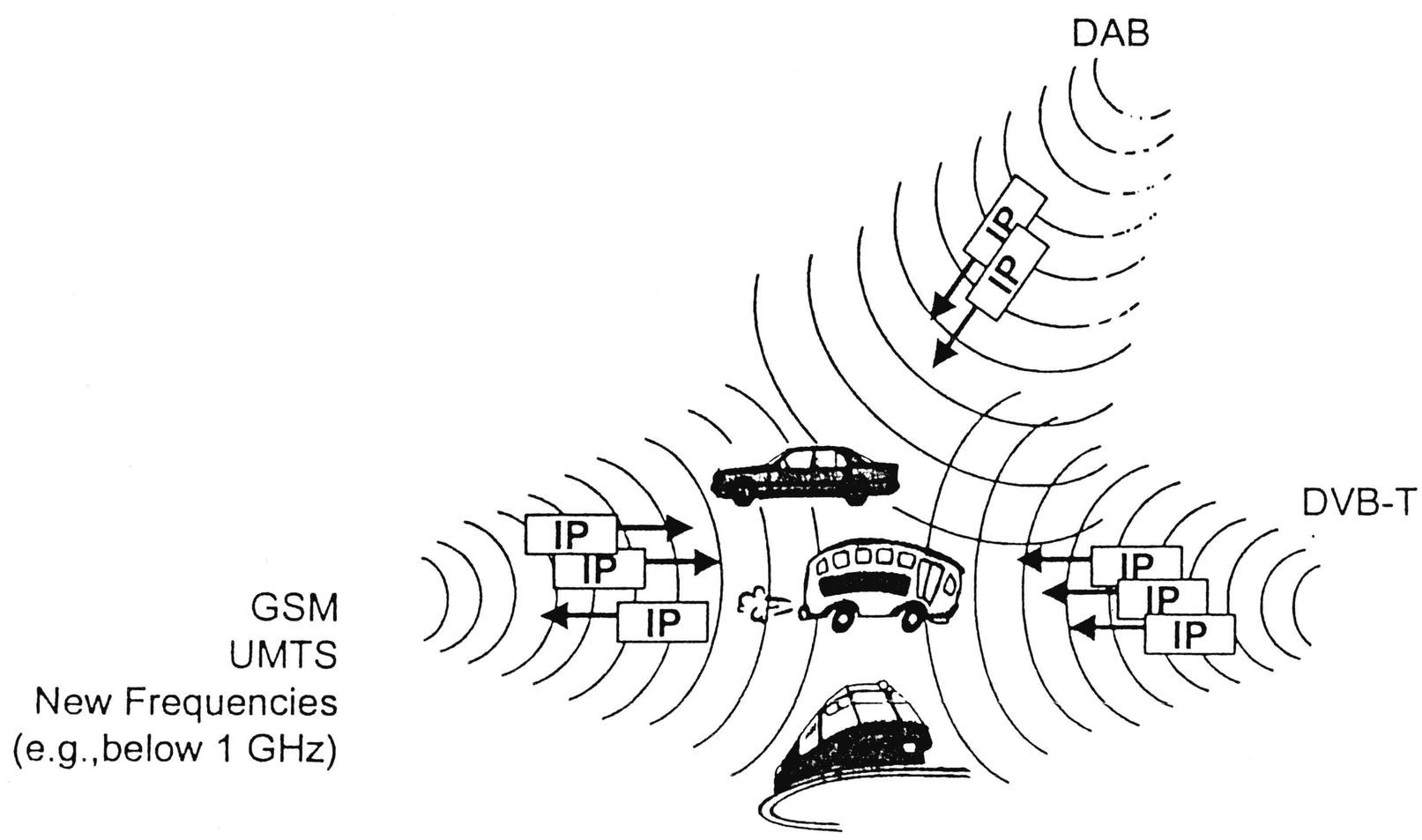
Einfluss des Verwerfens von Paketen

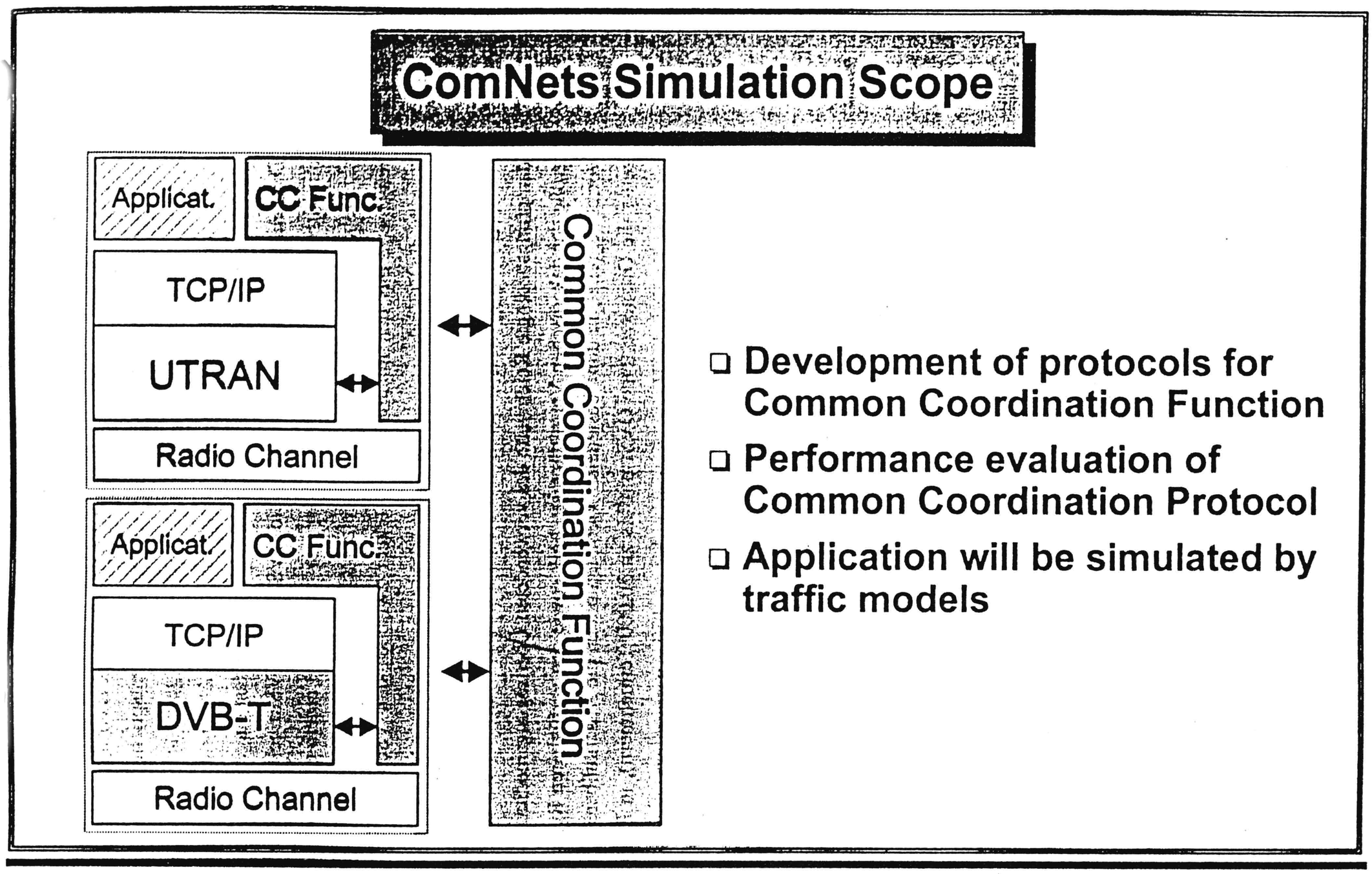


Verzögerungen bei einem Angebot von 8 Mbit/s

4. Betrieb von TCP/IP über Funkschnittstellen
b) DVB-T/DAB (abwärts) und UMTS (aufwärts)

System Concept Overview





Ziele

- Entwurf eines Systemmodells für das asymmetrische, heterogene Mobilfunknetz
- Vergleich verschiedener Szenarien zur Übertragung von Multimedia Diensten über DAB und DVB-T
- Entwicklung eines Simulators zur Simulation der Übertragung von Videosequenzen
- Untersuchung der Einflüsse von Paketverlusten bei der Übertragung von Videosequenzen über verlustbehaftete Kanäle

Protokolle

- **Real-Time Transport Protocol - RTP**

  Protokoll zur Übertragung der Daten von Echtzeitanwendungen unter Benutzung von sequentiellen Paketnummern und Zeitstempeln.

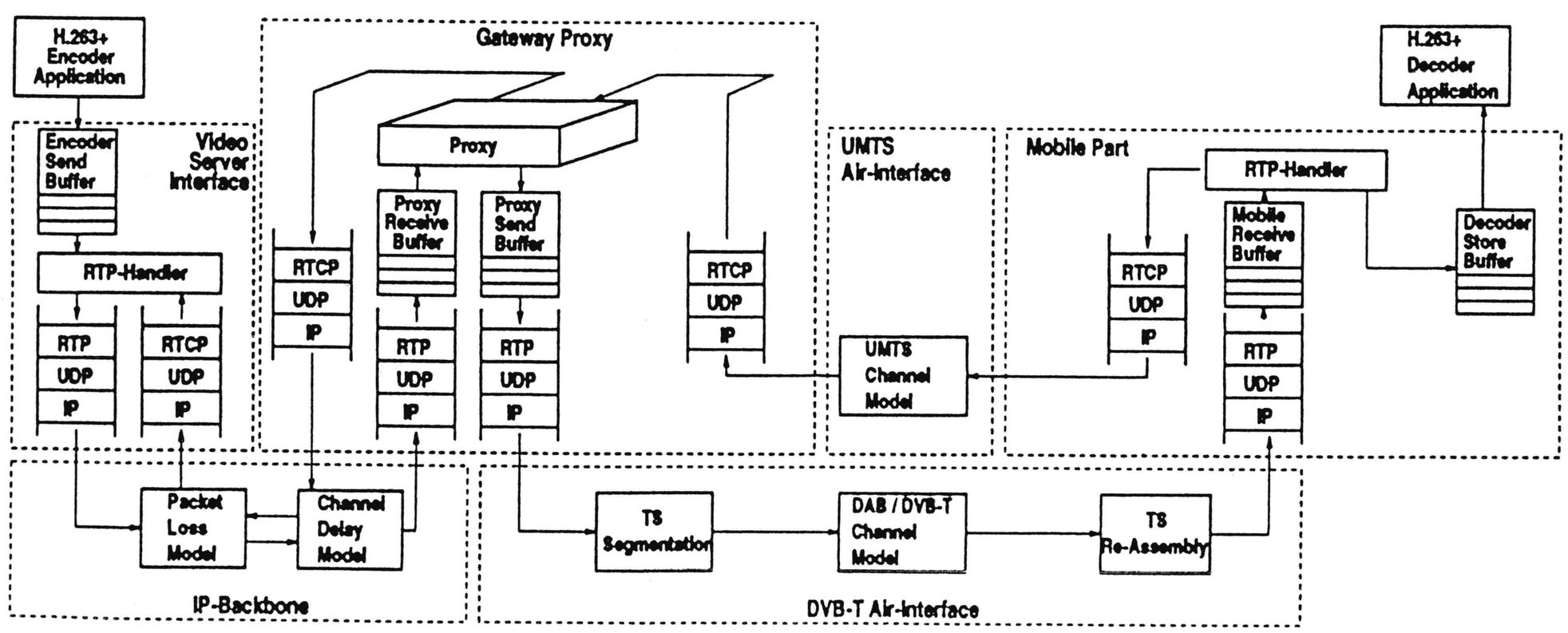
- **RTP Control Protocol - RTCP**

  Protokoll zur

  - periodischen Übermittlung von statistischen Messdaten der RTP Übertragung
  - Übermittlung anwendungsspezifischer Daten mittels Rückkanal-Meldungen

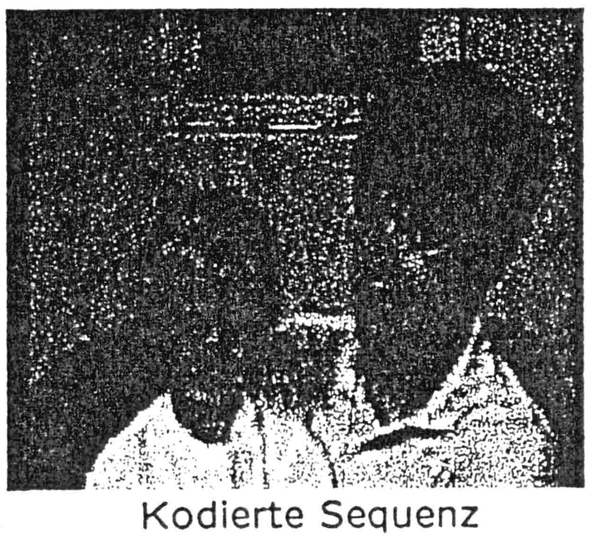
- **User Datagram Protocol - UDP**
- **Internet Protocol - IP**

Aufbau des Simulations-Systems

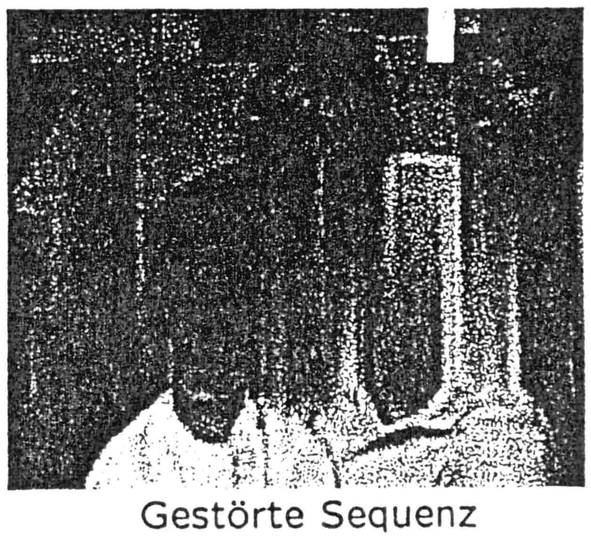


Bespiel für den Einfluss von Paketverlusten auf die Video Bildqualität

Original Sequenz



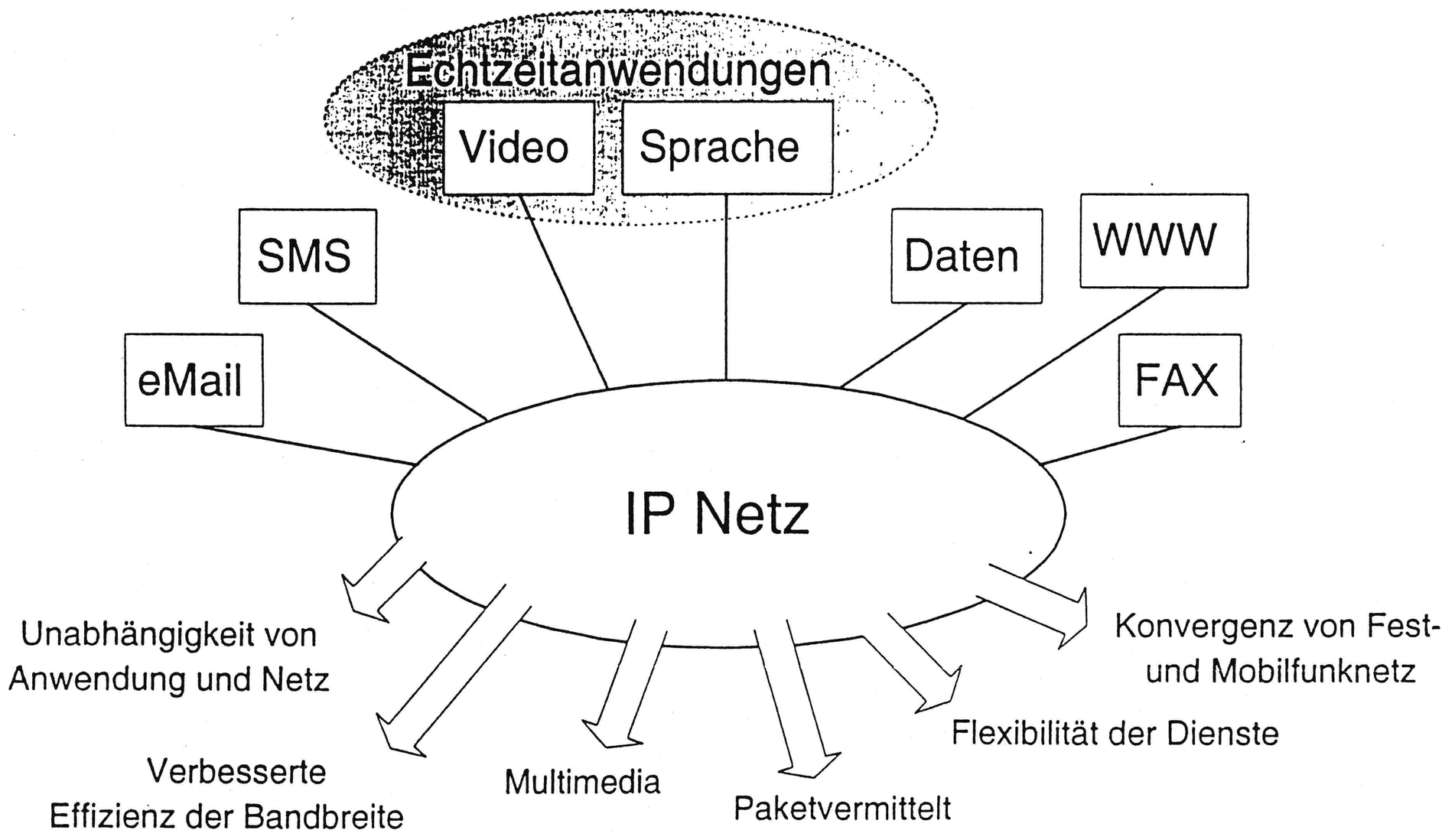
Kodierte Sequenz



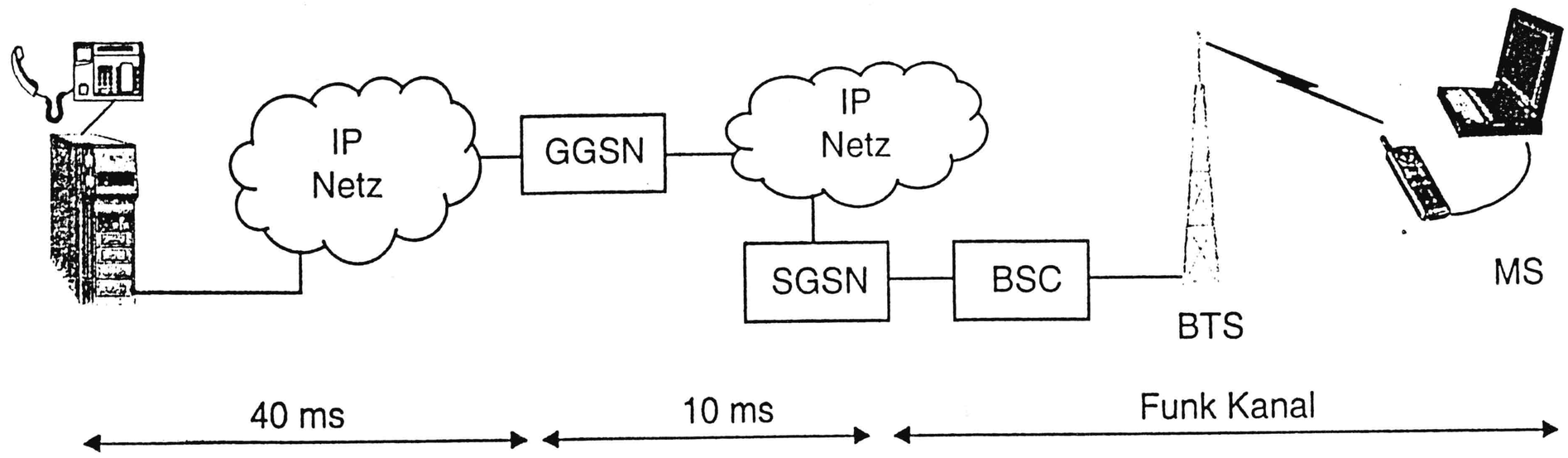
Gestörte Sequenz

4. Betrieb von TCP/IP über Funkschnittstellen
c) VoIP über EDGE

Einheitliches IP Netz



Dienstgüte von Sprachübertragung



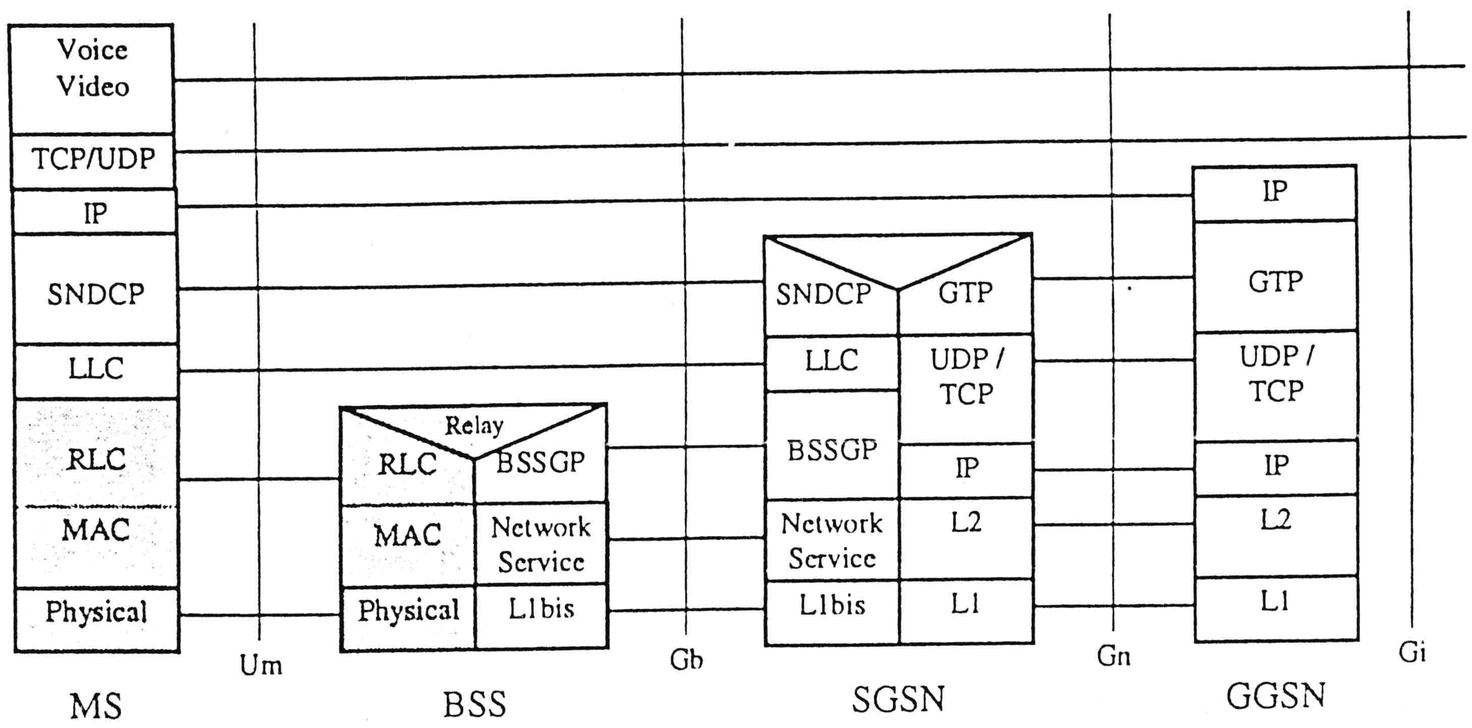
Verzögerung an der Funkschnittstelle → ?

Dienstgüte Anforderungen an UMTS/EDGE (3GPP) (für Echtzeitanwendungen) ⇒

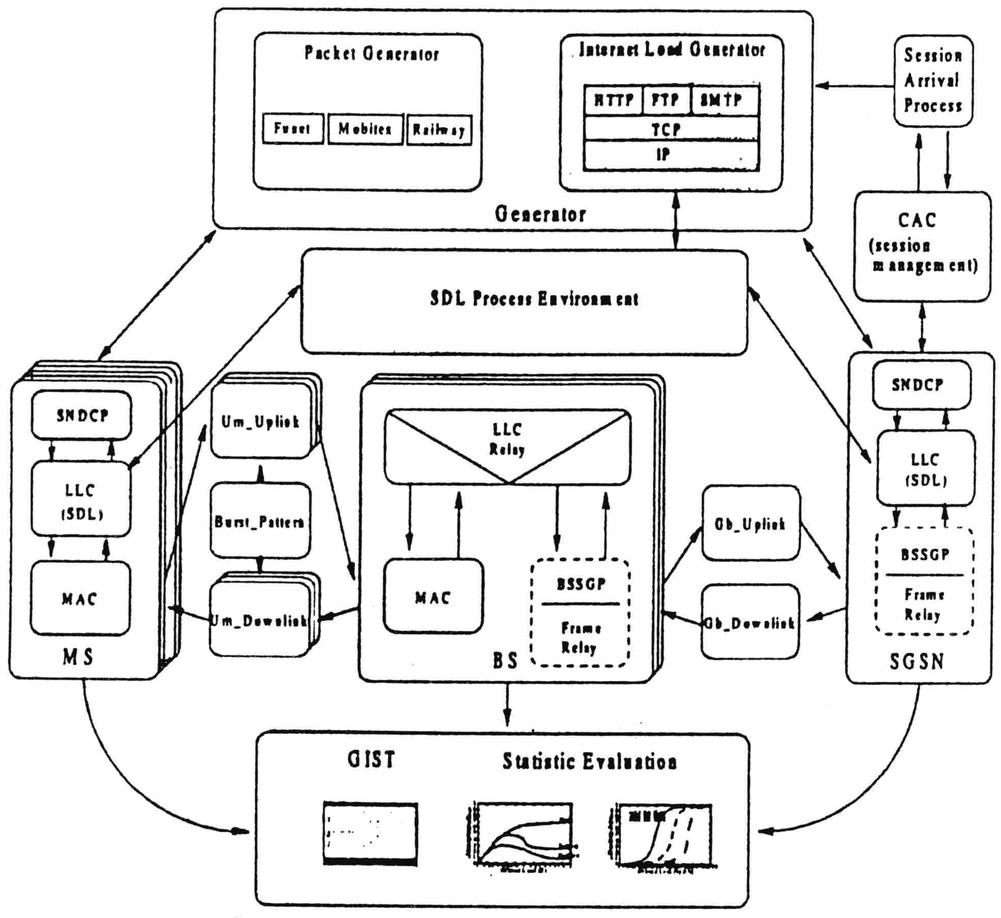
< 300 ms Verzögerung
→ 400 ms Limit
< 3% Sprachpacketfehlerrate

Umfang der Diplomarbeit

- Implementierung von EDGE (Link Adaptation (LA) und Incremental Redundancy (IR)) in GPRS Simulator
- Entwicklung und Bewertung von Mechanismen zur Unterstützung von Echtzeitanwendungen



GSM-GPRS Simulator



ComNets Tool (36MM)

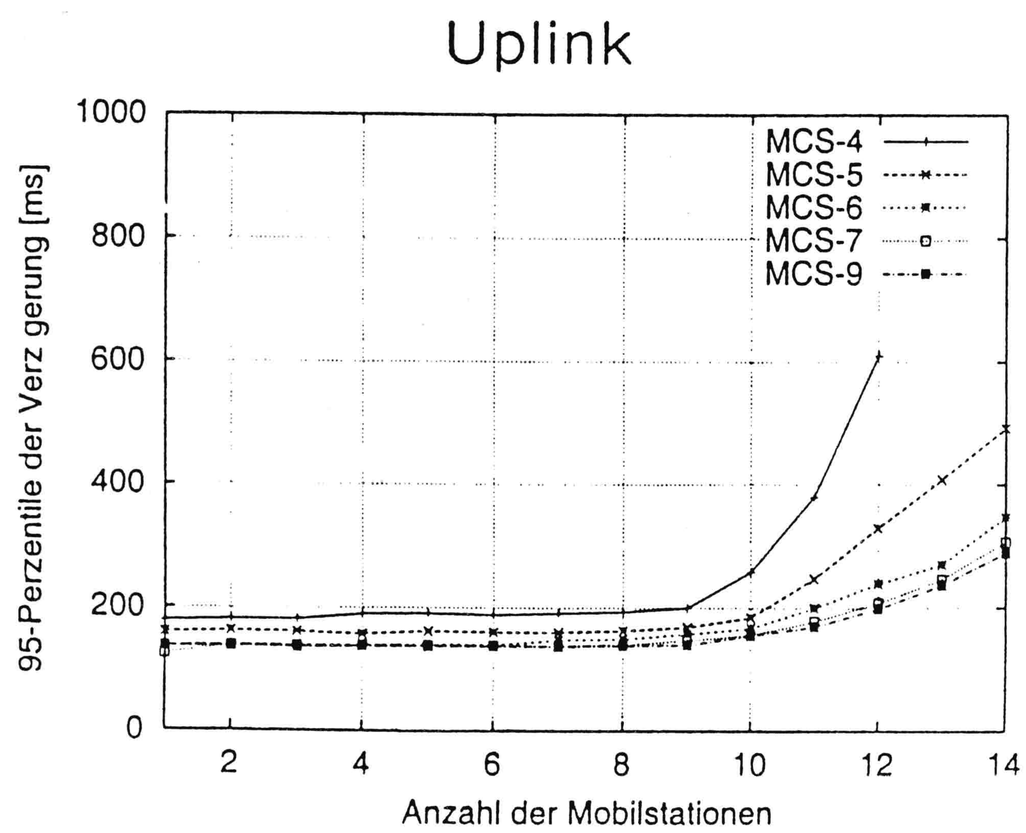
- Full SDL Air Interface Spec., translated to C++/SPEETCL
- Traffic Performance Eval. of:
  - Radio Link Control / Medium Access Control (RLC/MAC)
  - Logical Link Control (LLC)
- Planning for Operators:
  - GPRS Radio Resources
  - Quality of Service admissible
- Studies:
  - Internet and Multimedia Traffic
  - Cluster Size

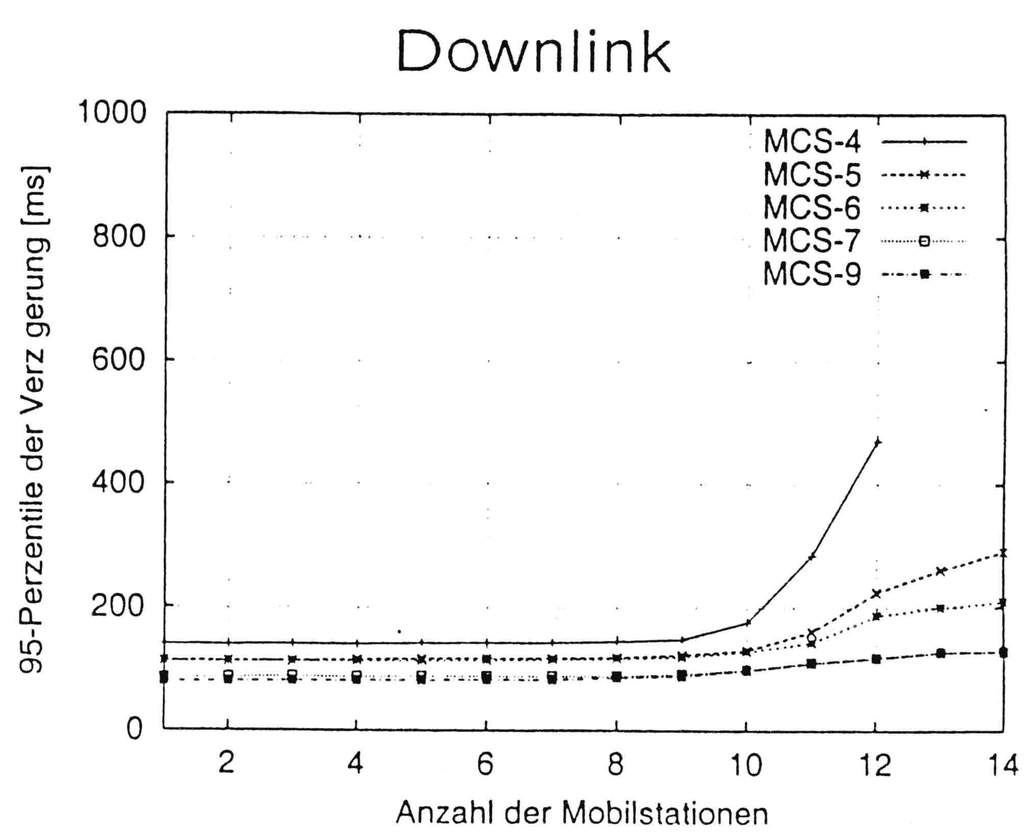
Aachen University of Technology
Chair of Communication Networks
Prof. Dr.-Ing. B. Walke

RWTH ComNets

Dienstgüte

95-Perzentile der Ende-zu-Ende Verzögerung





Max. 300 ms Verzögerung
→ Bis zu 14 Benutzer auf 8 PDCH

MCS = Modulation/Coding Scheme

5. Schlußbemerkungen

- Wir sprechen über drahtlosen bzw. mobilen Internetzugang

  das drahtlose/mobile Internet wird sich davon erheblich unterscheiden.

- erste Visionen für das mobile Internet:

  vgl. die EC/IST-Projekte BRAIN und WINEGLASS

- erste Visionen für das drahtlose Internet: vgl.

  EC/IST Projekte Adamas, Embrace (Fixed Wireless Access)

  Brahms, Virtuous (Breitbandsatelliten)

  Projekte SKYLAB/SKYSTATION (flying basestation/FWA)

- Das feste Internet wird sich erheblich weiter entwickeln (Konvergenz von IP und ATM Netzen)

- Aktive/programmierbare Netze werden das Internet charakterisieren

Übersicht über alle IST Mobile Domain Projekte

a) Integration von W-LANs und UMTS

- BRAIN
- WINE GLASS
- SUITED

b) Integration von Zellular und Broadcast

- DRIVE
- MCP

c) Fixed Wireless Access (RLL)

- ADAMAS 10,5 GHz
- EMBRACE 43,5 GHz

d) UMTS bzw. Breitband-Satelliten

- BRAHMS
- VIRTUOUS

e) Antennen

- Multihara	(Satellit)
- Metra	3GPP
- SATURN	HiperLAN

f) UMTS-Empfänger

- ASILUM	(interference multistation)

g) Re-Configurable Radios (SW-defined)

- CAST	L1
- MOBIVAS	TINA/CORBA, SW-download
- PASTORAL	L1 3GPP
- SODERA	L1 3GPP
- TRUST	L1 3GPP
- WIND-FLEX	L1/2 17-19 GHz, 5 GHz

h) Sonstige

- R-FIELDBUS	Frequenz unklar
- WSI	strategisches Projekt