

# Einführung

→ Netzwerke ↔ Rechnernetze

**Prof. Dr. Norbert Pohlmann**

Fachbereich Informatik

Verteilte Systeme und Informationssicherheit

# Inhalt

---

- **Warum brauchen wir ein Rechnernetz?**
- **Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen**
- **Historie von Rechnernetzen**
- **Einsatz und Ziele von Rechnernetzen**
- **Beispiele von Rechnernetzen**
- **Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?**
- **Zusammenfassung**

- **Warum brauchen wir ein Rechnernetz?**
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie von Rechnernetzen
- Einsatz und Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?
- Zusammenfassung

# „The Network is the Computer“

- Rechnernetzwerke haben sich auf der Welt etabliert und sind längst unternehmerische Ressourcen, die im Fehlerfall erhebliche Schäden verursachen.

# Rechnernetze

---

- **Rechnernetze sind die Basis unserer Informations- und Wissensgesellschaft (Internet)**
- **Zunehmende Verwendung von Rechnernetzen**
  - effiziente Verarbeitung
  - rationelle Abwicklung
  - komplexer werdende Aufgaben
  - globale wirtschaftliche Ausdehnung
- **Immer größer werdende Abhängigkeit von Rechnernetzen**
  - Aufgaben sind nicht mehr ohne Rechnernetze zu erfüllen
  - Gefährdung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit
  - Daten bleiben von der Eingabe bis zu ihrer Löschung in elektronischer Form

# Die (R)Evolution in der Telekommunikation

---

## ■ Neue Dienste

- Mobilfunk
- Multimedia
- online-Dienste

## ■ neue Betreiber

- Vodafone
- O2
- lokale Betreiber

## ■ neue Netze

- xDSL
- Funknetze
- ATM

## ■ Neue Techniken

- Digitaltechnik
- Glasfaser
- zellul./Sat.-Funk

## ■ neue Gesetze

- seit Anfang. 1998:  
Ende des Telefonmonopols

## ■ neuer Megamarkt

- Umsatz 2000: 1100 Mrd.  
2005: 1600 Mrd. (+45%)

# Entwicklungstrend

## → Mobile Kommunikation

---

- **anybody, anytime, anywhere**
  - „Jedermann, zu jeder Zeit, an jedem Ort“  
(mit jeder Kommunikationsform)
- **Schrittmacherrolle: Mobiltelefonie**
  - geschätzte 800 Mio. Nutzer im Jahr 2005
  - wird Festnetztelefonie übertreffen
  - weltweite Abdeckung durch Satellitensysteme
- **Unterscheidung:**
  - Benutzermobilität ↔ Gerätemobilität
- **Ziel:**
  - Übertragung von Sprache, Daten, Audio, Video ...

# Entwicklungstrend

## → Technische Kommunikation

---

- *Heute:*
  - Telekommunikation zwischen Menschen im Vordergrund
- *Zukünftig:*
  - Technische Geräte / technische Systeme kommunikationsfähig
- *Beispiele:*
  - Produktionseinrichtungen  
Tele-Diagnose, Tele-Wartung, Tele-Betrieb
  - Kommunikation in/mit Fahrzeugen  
u.a. Verkehrstelematik
  - Hausnetze  
Sicherheit, Haushaltsgeräte-Kommunikation, Heizungssteuerung, usw.
- **Wir können uns im Internet ansehen, wer was im Kühlschrank hat!**



# Entwicklungstrend

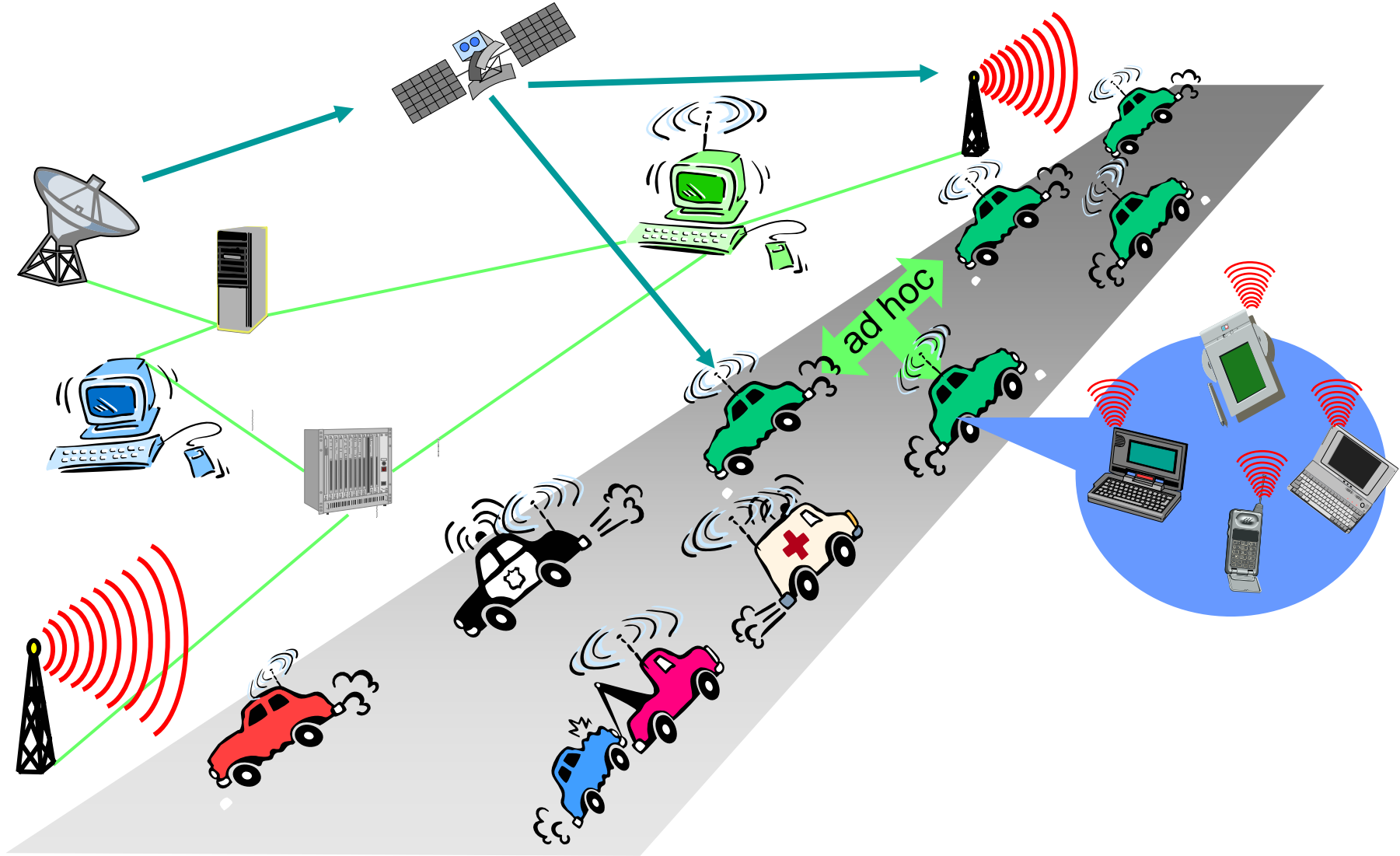
## → Ubiquitäre, pervasive Informationstechnologien

---

- Ubiquität („Allgegenwärtigkeit“):
  - Nichtgebundensein an einen Standort
  - Information als überall erhältliches Gut
  - ⇒ Information Technology (IT) beyond the PC
- Persönliche Technologien
  - Zugang zu IT-Diensten mit sich herumtragen
  - Beispiele: Persönliche Digitale Assistenten (PDAs), ...
- Informationsumgebungen
  - Zugang zu IT-Diensten überall vorhanden
  - Beispiele: Intelligente, kommunikationsfähige Geräte/Systeme, Aktive Gebäude (cooperative buildings)
- Ubiquitäre Unterstützung
  - wirkt im Hintergrund,
  - wird selbst aktiv,
  - (teil-)autonom von Menschen.

# Entwicklungstrend

## → Beispiel: Auto



# Inhalt

---

- Warum brauchen wir ein Rechnernetz?
- **Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen**
- Historie von Rechnernetzen
- Einsatz und Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?
- Zusammenfassung

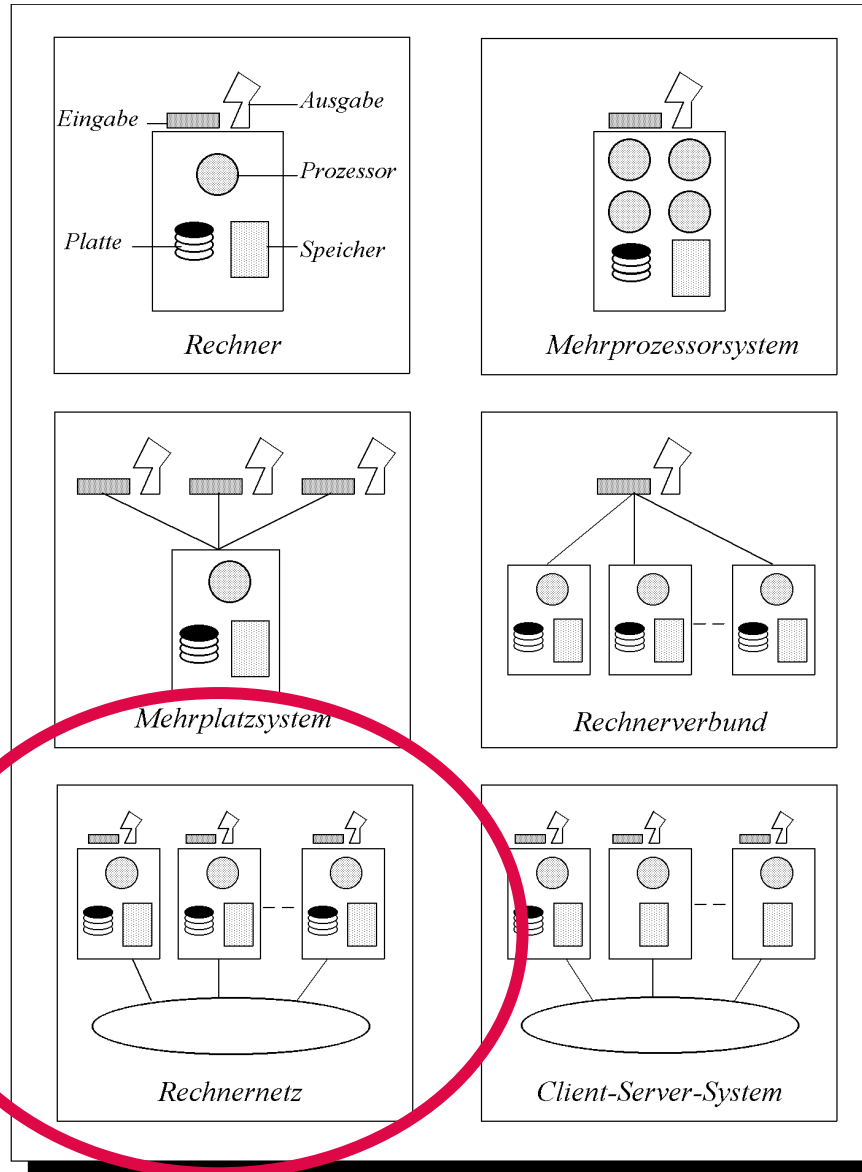
# Rechnernetze <-> Verteilte System

## → „Definitionen“

- Wenn viele Rechner untereinander verbunden sind und Daten austauschen können, nennt man dies ein **Rechnernetz**.
  - Ein Rechnernetz ist primär ein Übertragungssystem zwischen an ein Netz angeschlossenen, weitgehend oder vollständig autonomen Rechnersystemen.
  - I.d.R. muss der Benutzer sich anmelden und eine Aufgabe explizit starten.
- Ein **Verteiltes System** ist eine Menge voneinander unabhängiger Rechnersysteme, die dem Benutzer wie ein einzelnes, kohärentes System erscheint.
  - Dem Benutzer wird der Eindruck vermittelt, er arbeite an einem virtuellen Einzelprozessorsystem.
  - Ein Verteiltes System baut auf ein Rechnernetz auf.

# Klassifizierung

## → Rechnernetze



Rechnernetze

# Klassifizierung

## → verbundener Prozessoren nach Reichweiten

Entfernung zwischen Prozessoren	Alle Prozessoren sind im gleichen Bereich
0,1 m	Platine
1 m	System
1 m	Quadratmeter
10 m	Raum
100 m	Gebäude
1 km	Gelände
10 km	Stadt
100 km	Land
1.000 km	Kontinent
10.000 km	Planet

### Beispiele:

Datenflussmaschine (Mehrprozessorsystem)

Multicomputer (Rechnerverbund)

Persönliches Netz (PAN)

Lokales Netz (LAN)

Stadtnetz (MAN)

Fernnetz (WAN)

Netzverbund (z.B. das Internet)

echte  
Rechnernetze

Die Entfernung ist als Klassifizierungsgröße wichtig, weil auf unterschiedlichen Reichweiten verschiedene Techniken angewandt werden.

# Netzarten (1/5)

---

## ■ **PAN - Personal Area Network**

- Persönliche Netze (Entfernung ca. 1 m)  
Rechnernetz, das sich auf eine Einzelperson bezieht
- Beispiele: Ein Funknetz, das ein Rechnersystem mit der Maus, der Tastatur und dem Drucker verbindet

## ■ **LAN - Local Area Network**

- Lokale Netze (Entfernung  $\leq 1$  km)  
Rechnernetze, die ein begrenztes Territorium überdecken
- Beispiele: Ethernet (Fast, Gigabit), Token-Ring, FDDI, Funk-LAN

## ■ **MAN - Metropolitan Area Network**

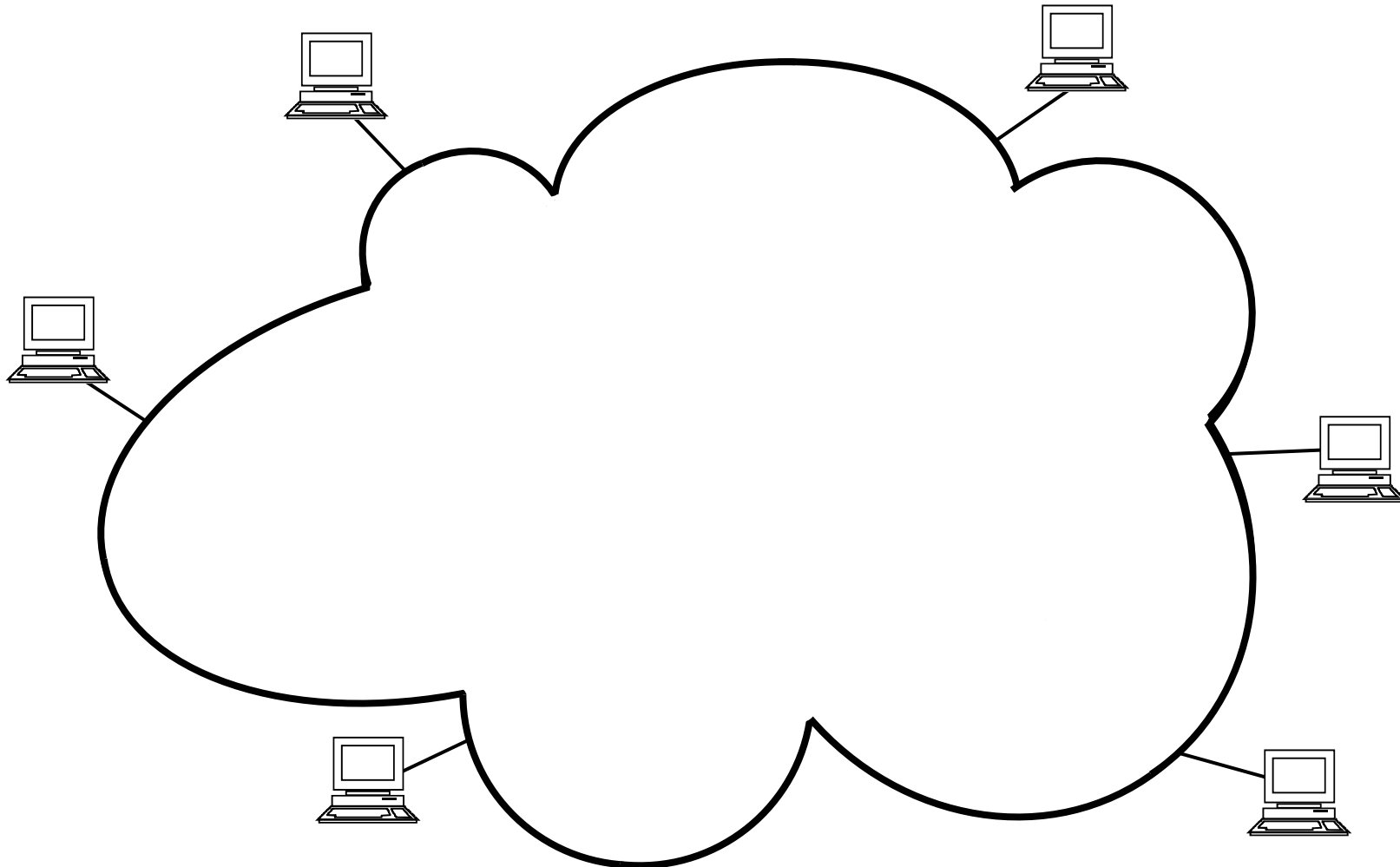
- Nahverkehrsnetze, Regionalnetze (Entfernung  $\leq 10$  km)  
Rechnernetze, die sich auf das Territorium einer Stadt oder einer Region erstrecken. Grundlage sind die Hochgeschwindigkeitsnetze.
- Beispiele: Gigabit Ethernet, ATM, FDDI, DQDB

## ■ **WAN - Wide Area Network**

- Flächendeckende Rechnernetze, Weitverkehrsnetze (Entfernung  $> 10$  km)  
Rechnernetze, die sich über ein großes Territorium erstrecken
- Beispiele: ISDN, X.25, ATM, SDH, SONET

# Netzarten (2/5)

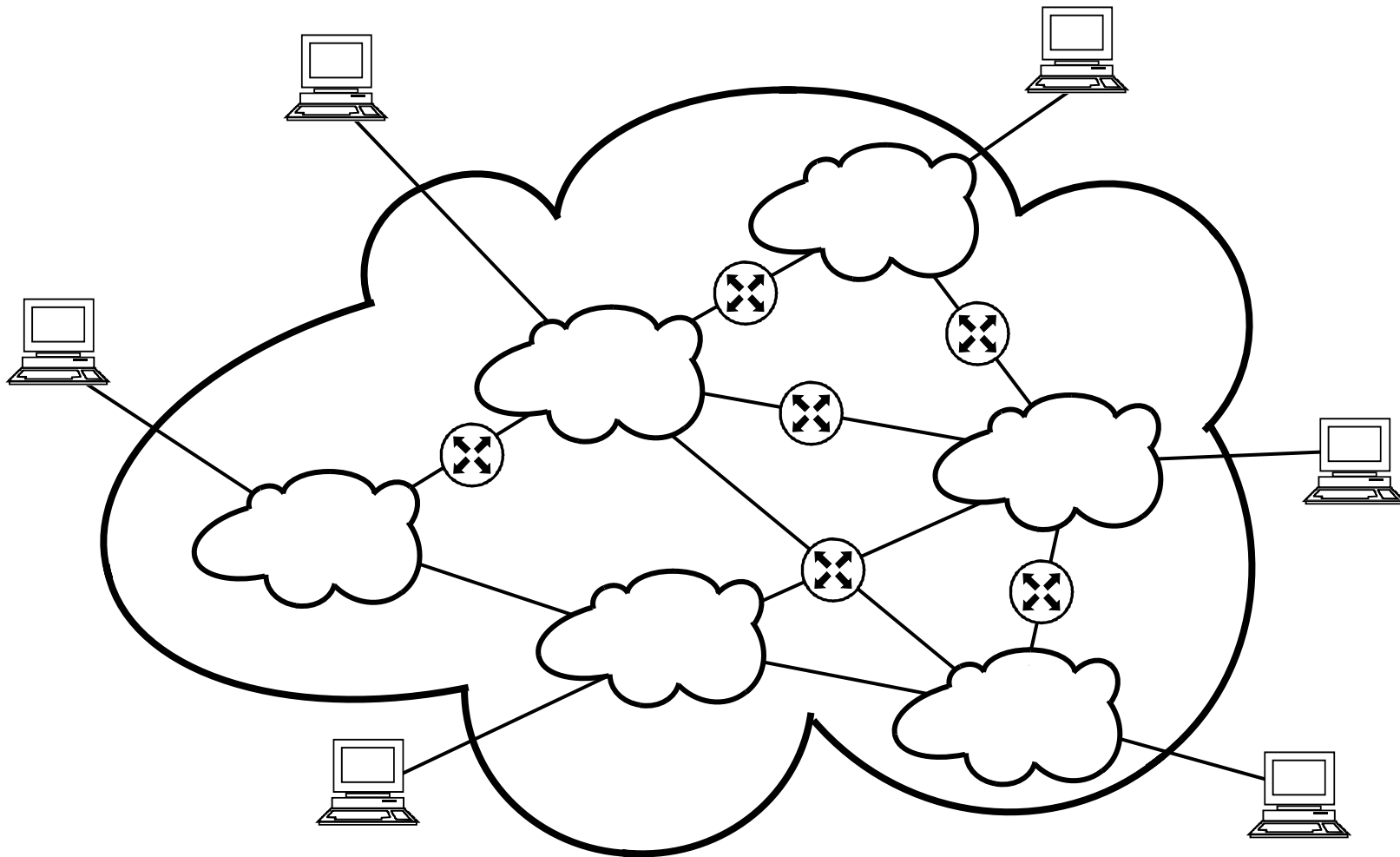
- **Globales Netz / Rechnerverbund**  
*Die Sicht des Benutzers auf das Internet*



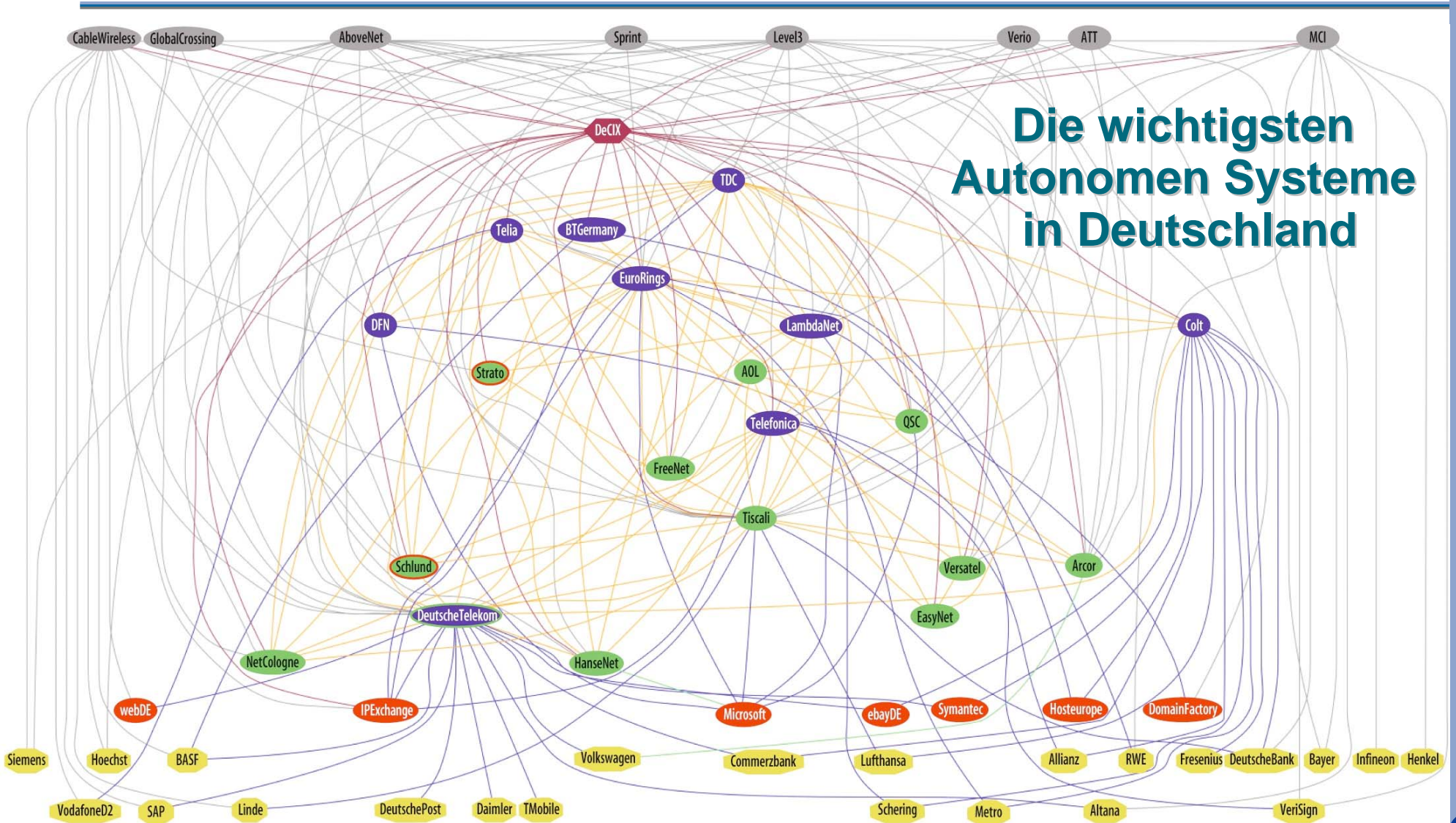


# Netzarten (3/5)

- **Globales Netz / Rechnerverbund**  
*Die Struktur von physikalischen Netzwerken und Routern*



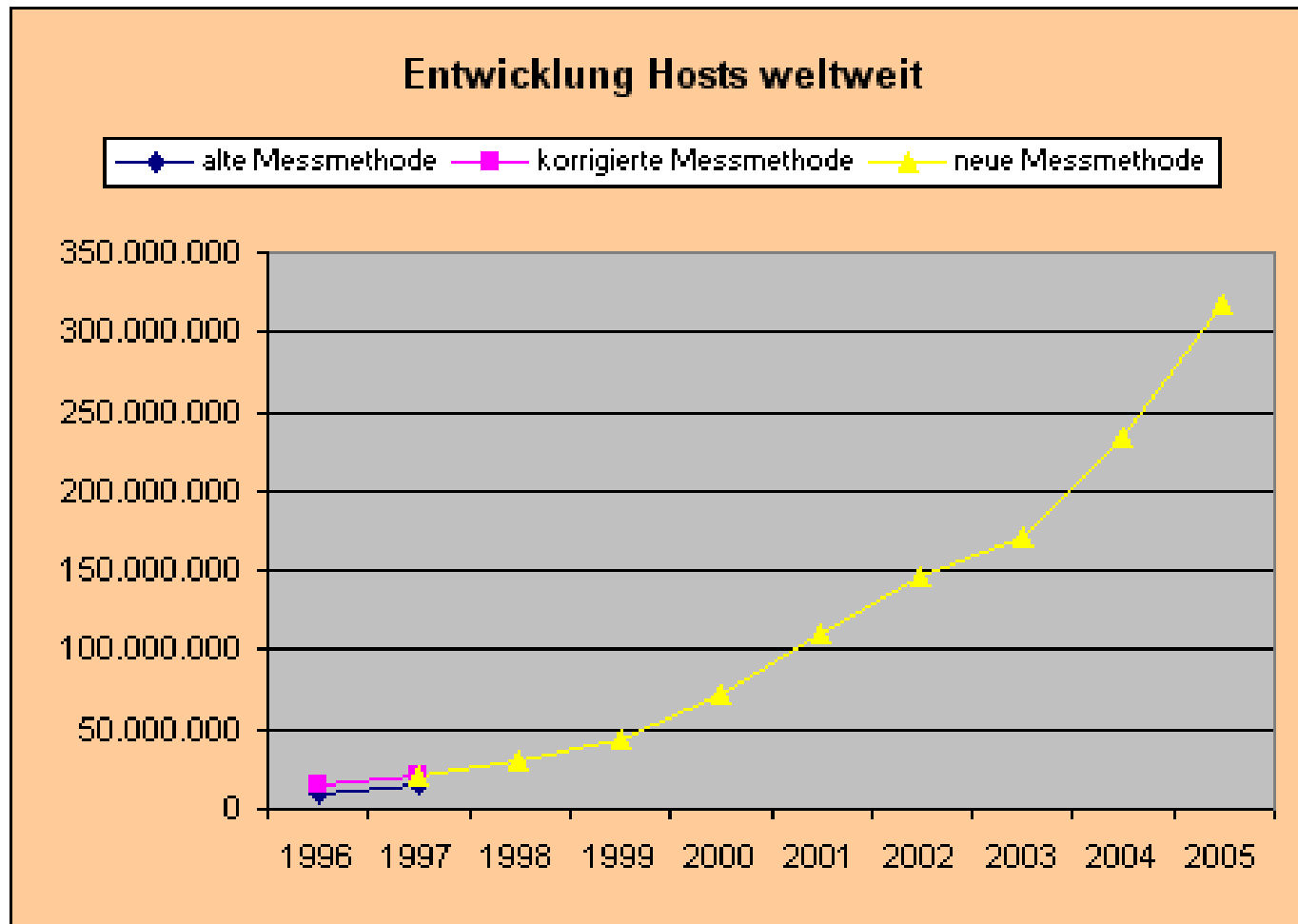
# Netzarten (4/5)



Die wichtigsten  
Autonomen Systeme  
in Deutschland

# Netzarten (5/5)

- Das **Internet** ist ein weltweites Netz von Millionen von Rechnersystemen



# Strukturelemente

---

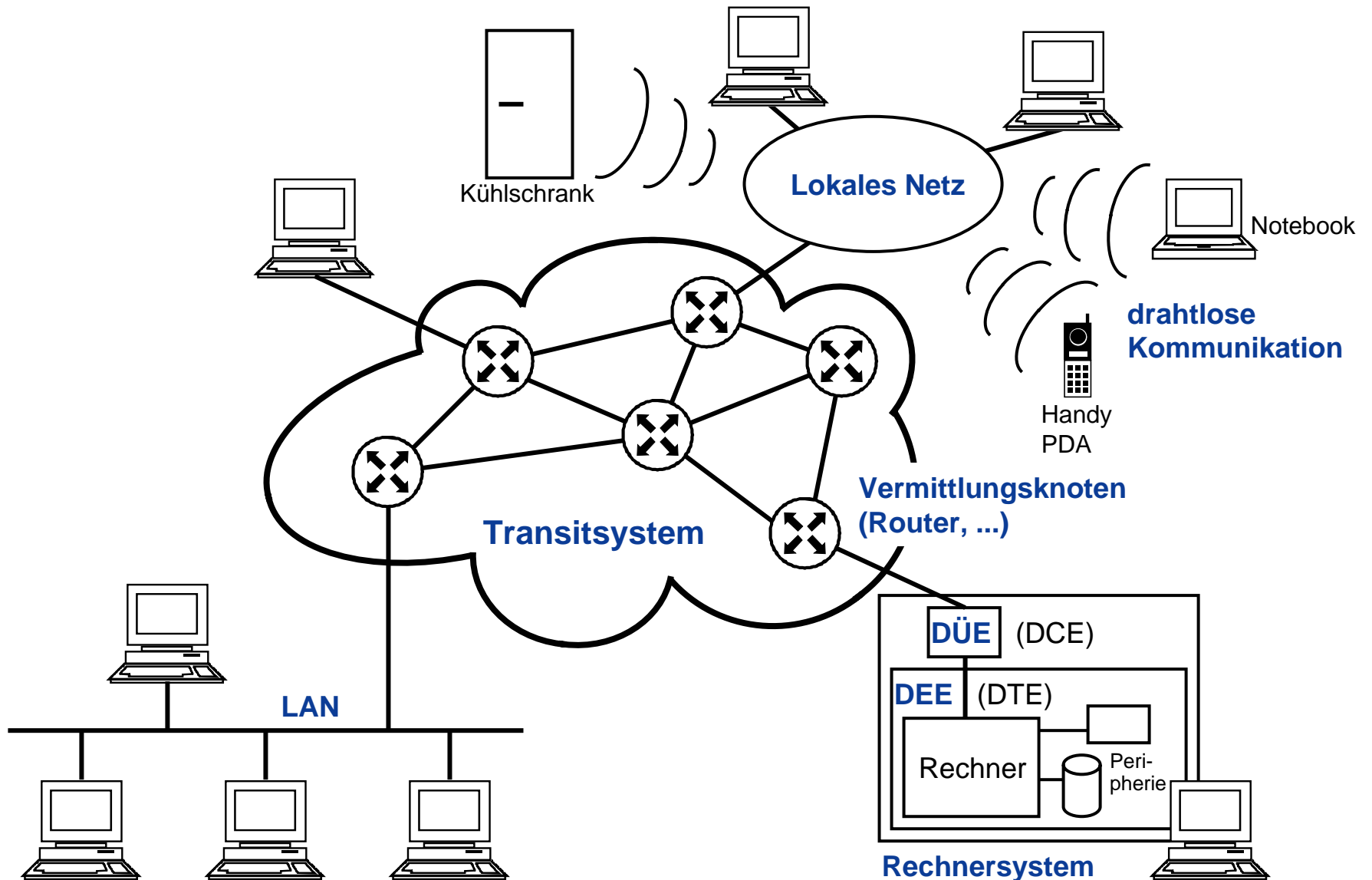
- ***Dienst***

- Funktion des Rechnernetzes (Fähigkeit - capability), mit deren Hilfe Kommunikationsanforderungen realisiert werden können.

- ***Protokolle***

- Beschreibung der Wechselwirkung zwischen zwei Rechnersystemen in einem Rechnernetz zur Bereitstellung eines Dienstes.

# Beispiel eines Rechnernetzes



- Warum brauchen wir ein Rechnernetz?
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- **Historie von Rechnernetzen**
  - Einsatz und Ziele von Rechnernetzen
  - Beispiele von Rechnernetzen
  - Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?
  - Zusammenfassung

# Rechnernetze

## → Historie (1/2)

---

- 1961  
Die ARPA (Advanced Research Projects Agency) nahm das erste paketorientierte Netz in Betrieb.
- 1977  
ISO beginnt mit dem OSI-Referenzmodell
- 1981  
PCs finden Verbreitung
- 1982  
LAN
- 1983  
Das ARPANET wurde auf TCP/IP umgestellt.
- 1988  
Betriebsbeginn des ISDNs

# Rechnernetze

## → Historie (2/2)

---

- 1993  
Mobilfunknetze (GSM) werden aufgebaut.
- 1994  
Das Internet wird für eine kommerzielle Nutzung freigegeben und bietet auch dem ungeübten Benutzer über das World Wide Web (WWW) viele Anwendungsmöglichkeiten.
- GPRS
- UMTS
- Wireless LAN
- ...



- Warum brauchen wir ein Rechnernetz?
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie von Rechnernetzen
- **Einsatz und Ziele von Rechnernetzen**
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?
- Zusammenfassung

# Rechnernetze

## → Einsatz (1/3)

---

- **Kommunikation von Personen**

- elektronischer Briefverkehr (E-Mail)
- elektronische Foren (chat)
- elektronische Konferenzen

Trend zu Multimedia (simultane Darstellung von Sprache, Ton, Texten und Bildern)

- **Zugriff auf verteilte Information**
  - Dateizugriff (remote file access, ftp)
  - Informationssysteme (WWW) - Verteiltes Dokumentensystem
  - Peer-to-Peer-Systeme (Napster, eDonkey, KaZaA, ...)
  - Fachdatenbanken (Amadeus)
  - Video on Demand
  - Audio on Demand
  - Verzeichnisdienste (LDAP, ...)

# Rechnernetze

## → Einsatz (3/3)

---

- **Benutzung entfernter Verarbeitungsrechner / Funktionen**
  - Ferndialog (remote login, telnet)
  - Stapelverarbeitung (RJE = remote job execution)
  - E-commerce (z.B. Internetbanking, Teleshopping)
  
- **Verteilte Programmabläufe**
  - Distributed Computing
  - Verteilte Anwendungen

# Rechnernetze

## → Ziele (1/2)

---

### ■ **Funktionalität**

- Erbringung und zur Verfügungstellung verteilter Anwendungen

### ■ **Lastverteilung**

- geringe Bearbeitungs-/Transportzeit
- hoher Durchsatz
- Ausgleich schwankender Anforderungen

### ■ **Zuverlässigkeit**

- Verfügbarkeit von Anwendungen und Daten
- Verwendung von redundanten Komponenten

### ■ **Rechnerleistung**

- Erhöhung durch Verwendung der Leistungsfähigkeit mehrerer Rechnersysteme

# Rechnernetze

## → Ziele (2/2)

---

### ■ **Kosten**

- Minimale Kosten
- Minimaler Aufwand

### ■ **Flexibilität**

- einfaches Einfügen neuer Komponenten und Verbindungen
- Hersteller-Unabhängigkeit

# Rechnernetze

## → Sicht eines Rechnernetzes als Verbund (1/3)

---

### ■ Ressourcenverbund

- Nutzung von Betriebsmitteln anderer Rechnersysteme
- Sonderform: Datenverbund (File Sharing)  
Logische Kopplung von räumlich getrennten Datenbeständen.

### ■ Lastverbund (Load Sharing)

- Ausweichen auf andere Rechnersysteme, wenn das eigene Rechnersystem mit Aufträgen überlastet ist

### ■ Verfügbarkeitsverbund

- Erhöhung der Zuverlässigkeit von Funktionen durch redundantes Angebot
- Erhöhung der Verfügbarkeit von Daten durch redundantes Speichern
- Übernahme von Aufträgen, wenn ein Rechnersystem ausfällt

# Rechnernetze

## → Sicht eines Rechnernetzes als Verbund (2/3)

---

### ■ **Leistungsverbund**

- Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch gemeinsame Bearbeitung von Aufträgen bzw. durch die Bereitstellung neuer (bislang nicht realisierbarer) Dienste (Program Sharing)

### ■ **Funktionsverbund (Device Sharing)**

- Zugriff auf Funktionen anderer Rechnersysteme, die vom eigenen Rechnersystem nicht bereitgestellt werden.

### ■ **Kooperationsverbund**

- Kooperative Bearbeitung eines Auftrages durch mehrere Anwender (Computer Supported Cooperative Working, CSCW)



# Rechnernetze

## → Sicht eines Rechnernetzes als Verbund (3/3)

---

- **Kommunikationsverbund**
  - Austausch von Nachrichten und Daten
  - Datenaustausch
  - Dokumentenaustausch
  - E-Mail
  - Videokonferenzen u.a.

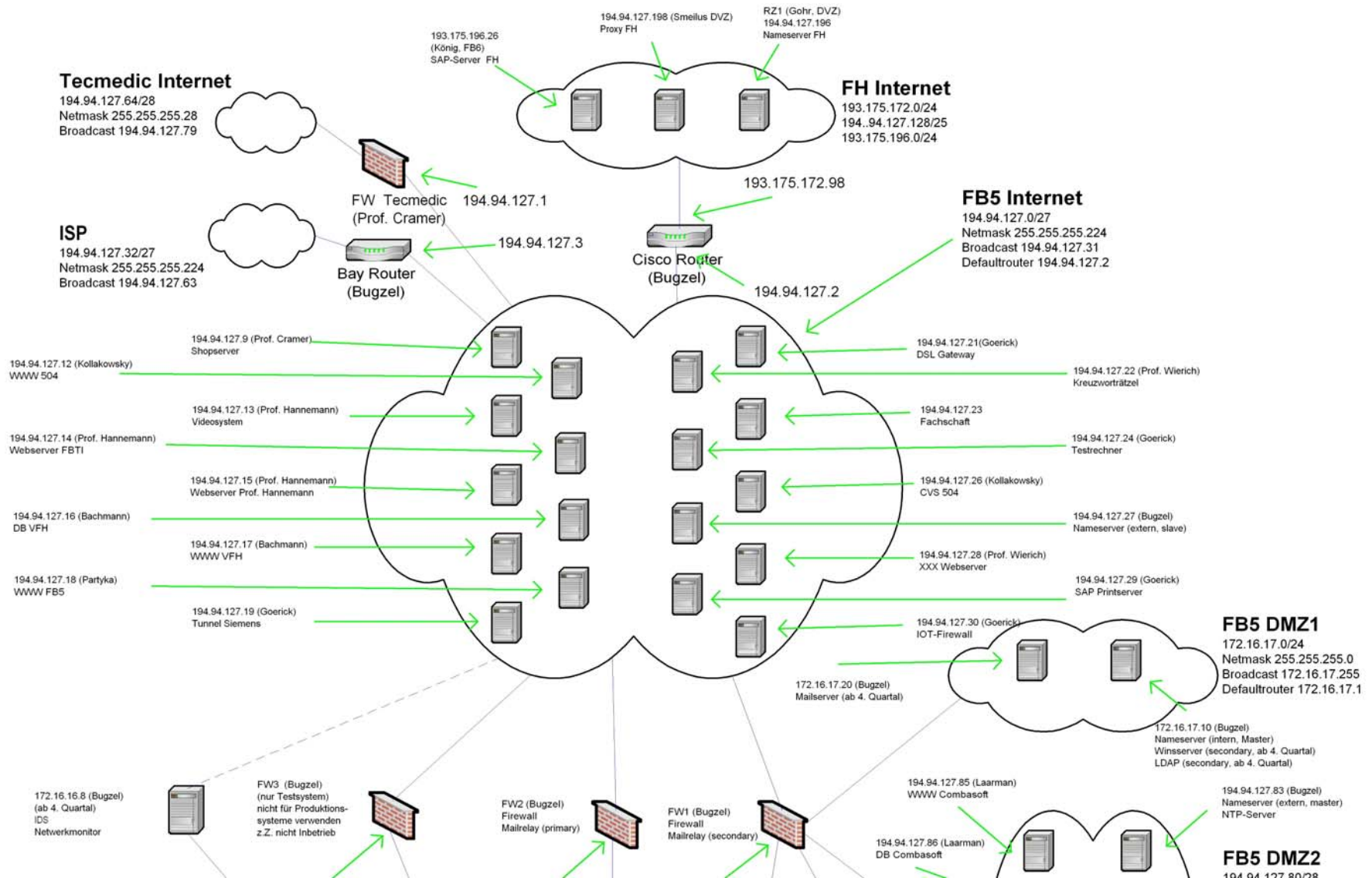
# Inhalt

---

- Warum brauchen wir ein Rechnernetz?
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie von Rechnernetzen
- Einsatz und Ziele von Rechnernetzen
- **Beispiele von Rechnernetzen**
- Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?
- Zusammenfassung

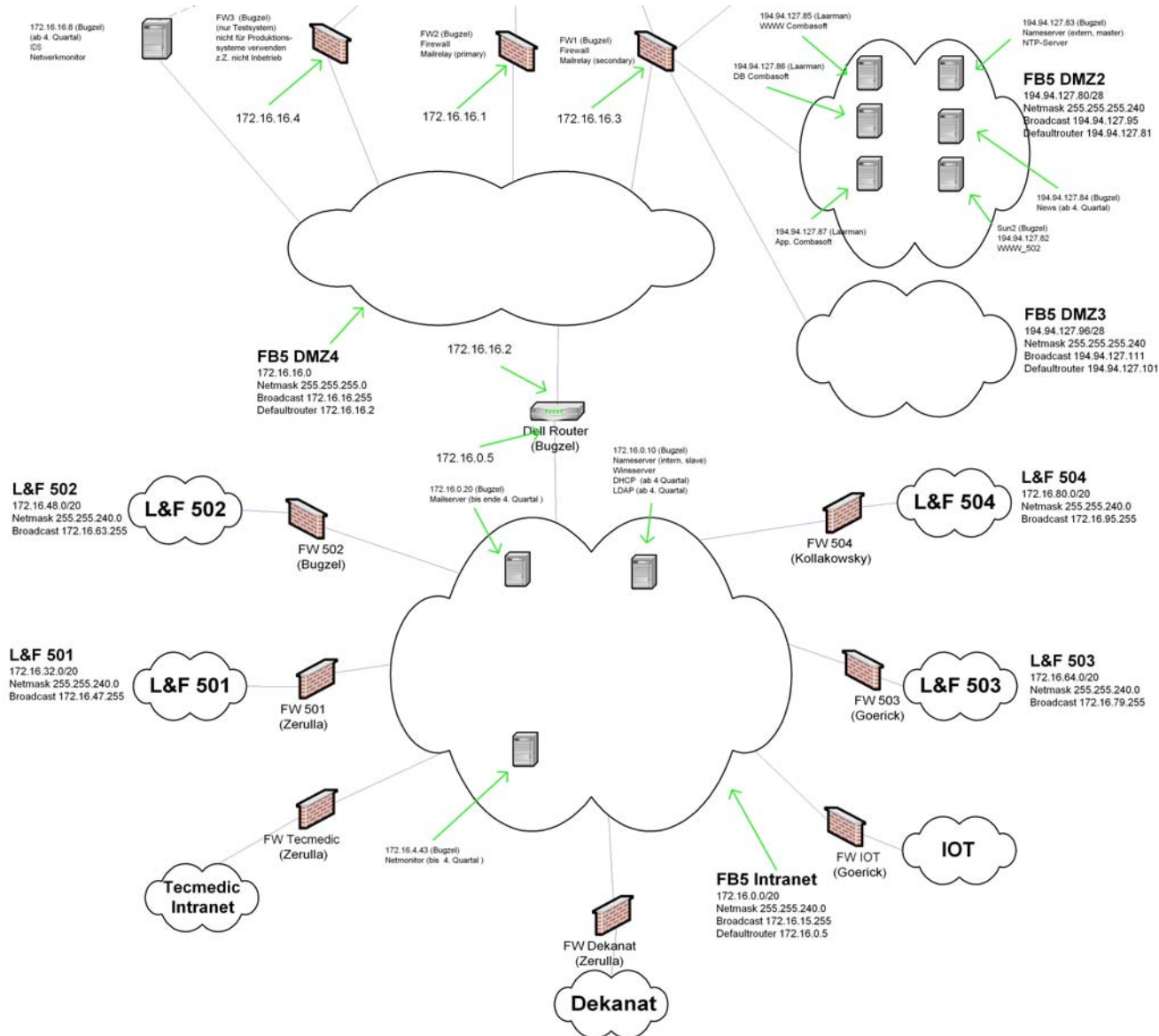
# Beispiele von Rechnernetzen

## → Öffentlicher Bereich des Fachbereiches Informatik



# Beispiele von Rechnernetzen

## → Privater Bereiche des Fachbereiches Informatik



# Beispiele von Rechnernetzen

## → Internet Backbone der Telekom

---

- Der Internet-Backbone der Telekom (T-Online, AOL, ...) hat:
  - 1.300 Router und Switches
- Im Access-Bereich werden 60.000 Router von der Telekom verwaltet.
  - Die Router stehen bei der Telekom und bei den Kunden der Telekom
- Zwischen Europa und den USA stehen
  - 40 G Bit/s zur Verfügung
- Zwischen Asien und den USA stehen
  - 1.4 G Bit/s zur Verfügung
  - Die Kommunikation von Europa nach Asien geht über die USA

# Beispiele von Rechnernetzen

## → Statistik des Telekom-Accessbereiches (2003)

### Datenvolumen

■ eDonkey/eMule	47,6 %
■ HTTP/HTTPS	13,2 %
■ KaZaA	6,5 %
■ L2TP	5,5 %
■ Napster / WinMx	4 %
■ FTP	1,5 %
■ POP3	0,4 %
■ GNUtella	0,3 %
■ HC/CS	0,3 %
■ DNS	0,0 %
■ SMTP	0,0 %
■ sonstiges	20,7 %

eDonkey/eMule, KaZaA  
Napster / WinMx, GNUtella  
→ (P2P)  
→ 58,4 % (Musik und Filme)

### Transportprotokolle

■ TCP	82 %
■ UDP	17 %

**AOL-Verkehrsanteil 10 %**

# Statistik – c´ t 2005

## → 27 international agierende Carrier

---

### Datenvolumen

- HTTP/HTTPS (Web) 45 %
- P2P (Tauschbörsen) 24 %
- SMTP (E-Mail) 12 %
- Streaming Audio/Video 7 %
- Voice-over-IP 7 %

# Beispiele von Rechnernetzen

## → Telekom: IntraNet

---

- 800 Router
- 1.200 Hubs/Switches
- 6.000 WIN-Server
- 2.000 Unix-Server
- 16 IBM Host-Systeme
- 120.000 Clients in D
  
- **Alles wird von einer Zentrale aus verwaltet!**



# Beispiele von Rechnernetzen

## → IVBB (Informationsverbund Berlin/Bonn)

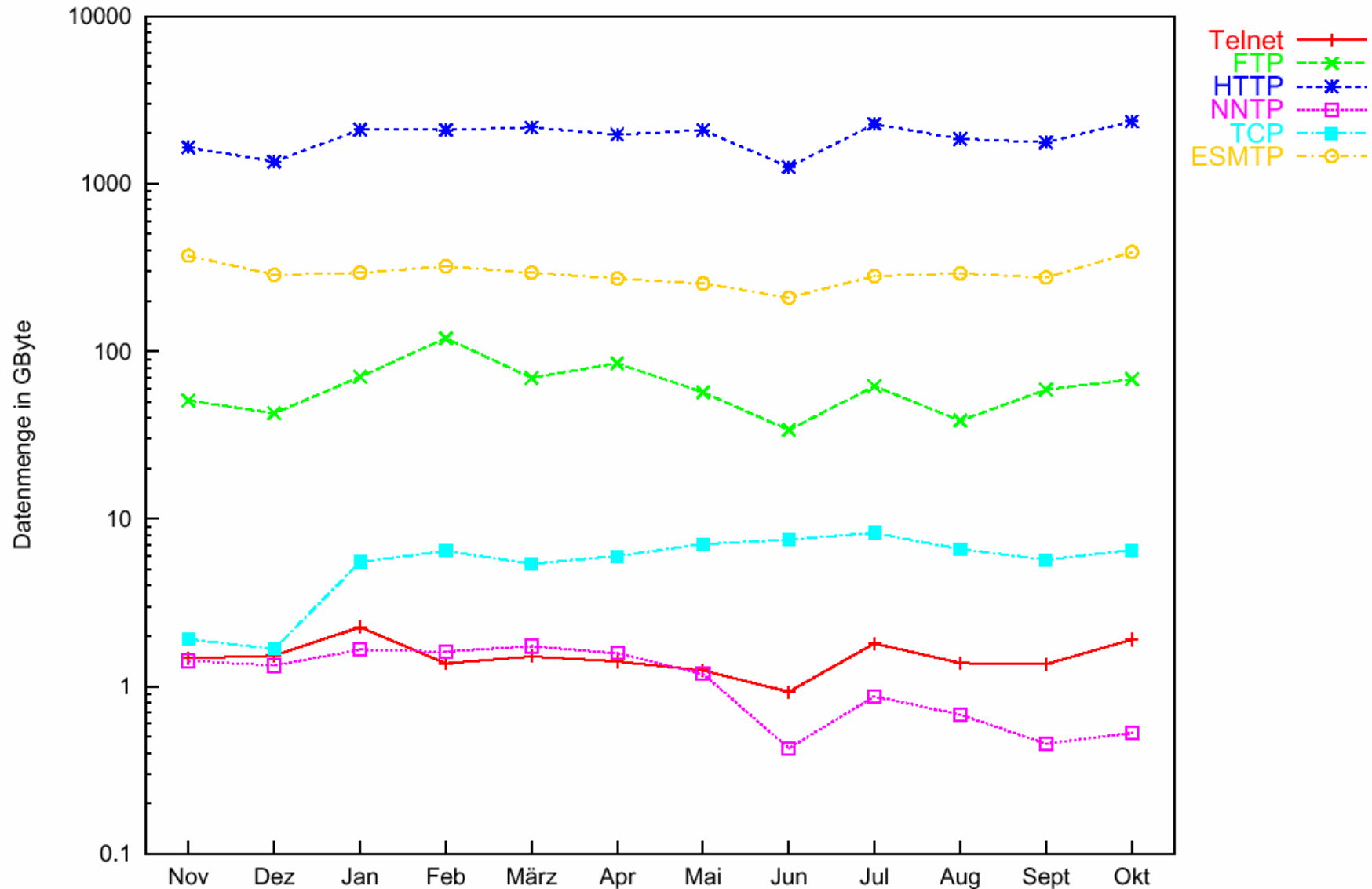
---

- 150 Netzkomponenten (Switches, Router)
- ca. 150 Sicherheitskomponenten (VPN- und Firewall-Systeme)
- und Server
  - **Alles wird von einer Zentrale aus verwaltet!**

# Beispiele von Rechnernetzen

## → IVBB (Informationsverbund Berlin/Bonn)

Monatssumme Datenmenge über Bastionen 2003



# Rechnernetze in modernen Unternehmen

## → Microsoft (2003)

- **Mitarbeiter** ■ **53.000**
- **Desktop PCs** ■ **205.000**
- **Mobile PCs und Smartphones** ■ **145.000**
- **LAN Posts** ■ **350.000**  
(Anschlüsse ans Rechnernetz der MS)
- **Wireless-LAN Access Points** ■ **24.000**  
(Anschlüsse ans Rechnernetz der MS)
- **Mailboxen** ■ **84.000**

# Inhalt

---

- Warum brauchen wir ein Rechnernetz?
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie von Rechnernetzen
- Einsatz und Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- **Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?**
- Zusammenfassung

# Ausgangssituation (1/2)

## → Istzustand des INTERNETs

---

- **Enormes Wachstum des INTERNETs**

(Verdopplung des IP-Datenverkehrs alle 4 Monate)  
⇒ je höher die Last, desto größer die Verzögerung

- **Everything over IP**

(Telefon, Radio, Fernsehen, ...)

- **Neue Dienste im Bereich Multimedia**

(Medienserver, Videoservert, Konferenzsysteme, ...)

- **Best-Effort-Prinzip**

(Alle Nutzer werden gleichberechtigt behandelt)

- Reicht aus für E-Mail, Web-Anwendungen, Telnet, ...  
(elastischen Anwendungen oder diskreten Medien, die zeitunabhängig sind)
- Ist aber unzureichend für z.B. Voice over IP, Konferenzsysteme, Onlinebroking (Realzeitanwendungen wie z.B. kontinuierlichen Medien, bei denen sich die Werte über die Zeit verändern und nur zu einem bestimmten Zeitpunkt Gültigkeit haben).

# Ausgangssituation (2/2)

## → Neue Anforderungen an Rechnernetze

### Beispiel einer kritischen Anwendung: **Voice over IP**

- Realzeitanwendung mit kontinuierlichen Medien
- Bandbreiten-Anforderung relativ bescheiden (z.B. 8 KBit/s pro Weg)
- Verzögerung: 300 ms (ITU-T-G.114)
- Paketverlustrate:  $\leq 1\%$

⇒ **Best-Effort reicht nicht aus!**

(Verlustrate von 1 bis 5 %, Verzögerung von 300 ms bis 1s, Jitter 30 bis 45 ms)

### Was ist eine Lösung dieses Problems?

- **QoS-Mechanismen zum Reservieren und Garantieren von Ressourcen**
- **Ziel ist die Vereinbarung von Dienstgüteparametern, um kritische Anwendungen über IP durchführen zu können**

# Quality of Service

## → (Dienstgüte)

---

### Definition von Dienstgüte (Quality of Service)

- **Dienstgüte kennzeichnet das definierte, kontrollierbare Verhalten eines Systems bezüglich messbarer Parameter (Steinmetz)**
- **QoS als Fähigkeit eines Netzes, Dienste für bestimmte Anwendungen von einem Ende der Kommunikation zum anderen zur Verfügung zu stellen (Cisco)**

### Parameter der Dienstgüte sind:

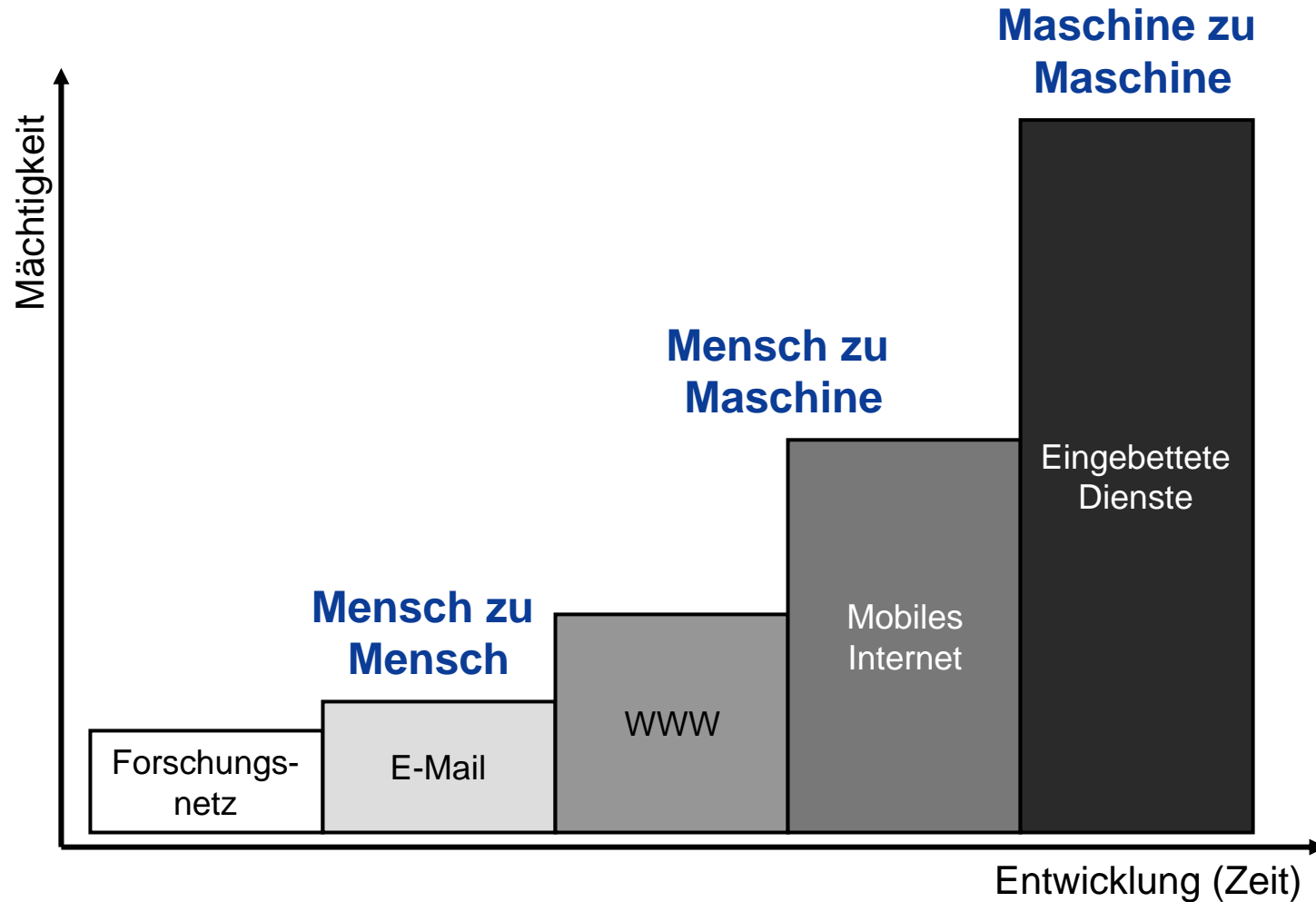
- **Bandbreite (Bit/s)**
- **Verzögerung (in ms)**
- **Jitter (Schwankungen der Verzögerung)**
- **Verlustrate (in %)**

# Innovationsschübe der IT

Innovation	Jahre	Primäreffekte	Sekundäreffekte
1. Phase <b>Rechner</b>	30er	Schnelle Berechnung großer Datenmengen	Rationalisierung der Wissenschaft
2. Phase <b>Rechneranlagen</b>	60er	Verbilligung der Rechnerzeit durch Mehrfachnutzung	Automatisierung von Verwaltungsabläufen Sammlung von Verwaltungsdaten
3. Phase <b>PC</b>	80er	Individualisierung und Dezentralisierung Weiter Kostenreduzierung Benutzerfreundlichkeit	Unterstützung dispositiver Abläufe Multimediale Informationsdarstellung
4. Phase <b>Internet</b>	90er	Integration weiterer Medien Globale Kommunikation	Digitale Wirtschaft
5. Phase <b>Mobilität</b>	21. Jh.	Allgegenwärtigkeit: Dinge werden "smart"	?



# Entwicklungsschritte des Internets



# Inhalt

---

- Warum brauchen wir ein Rechnernetz?
- Definition und Klassifizierung von Rechnernetzen
- Historie von Rechnernetzen
- Einsatz und Ziele von Rechnernetzen
- Beispiele von Rechnernetzen
- Wie sieht die Zukunft von Rechnernetzen aus?
- **Zusammenfassung**

# Zusammenfassung

---

- Rechnernetzwerke haben sich auf der Welt etabliert und sind längst unternehmerische Ressourcen, die im Fehlerfall erhebliche Schäden verursachen.
- Ein Rechnernetz ist primär ein Übertragungssystem zwischen an ein Netz angeschlossenen, weitgehend oder vollständig autonomen Rechnersystemen.

# HP - Filme



# Einführung

→ Netzwerke <> Rechnernetze

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Fragen ?**

[norbert.pohlmann@informatik.fh-gelsenkirchen.de](mailto:norbert.pohlmann@informatik.fh-gelsenkirchen.de)

