



Rechnernetze

Eine (kurze) Einführung

Cluj, Wintersemester 2019/20

Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut König

I. Einleitung



I.1

Motivation und Einordnung der Vorlesung



Was ist ein Rechnernetz ?

- **Rechnernetz**

Verbund von Rechnern oder Rechner-basierten Systemen zum Zweck der Kommunikation, Kooperation, und des Ressourcen- und Funktionsverbunds.

- Netz vs. Netzwerk ?

- <http://www.spiegel.de/kultur/zwiebelfisch/zwiebelfisch-abc-netz-netzwerk-a-315833.html>

- In dieser Vorlesung wird der Begriff Rechnernetz verwendet !!!



A) Warum wurden Rechnernetze entwickelt?



Motive für die Entwicklung von Rechnernetzen (1)

● Ressourcenverbund

- Nutzung von Betriebsmitteln anderer Rechner
 - ↳ *Sonderform: Datenverbund*

● Lastverbund

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

● Verfügbarkeitsverbund

- Übernahme von Aufträgen, wenn ein Rechnersystem ausfällt

● Leistungsverbund

- gemeinsame Bearbeitung von Aufträgen (verteilte Verarbeitung)
- Bereitstellung neuer (bislang nicht realisierbarer) Dienste



Motive für die Entwicklung von Rechnernetzen (2)

● Funktionsverbund

- Zugriff auf Funktionen anderer Rechner, die vom eigenen System nicht bereitgestellt werden

● Kommunikationsverbund

- Austausch von Daten und Informationen
 - ↪ e-Mail, Videokonferenzen u. a.
 - ↪ Dokumentenaustausch
 - ↪ Überwachungs- und Steuerungssysteme
 - ↪ Soziale Netzwerke u.v.a.

● Kooperationsverbund

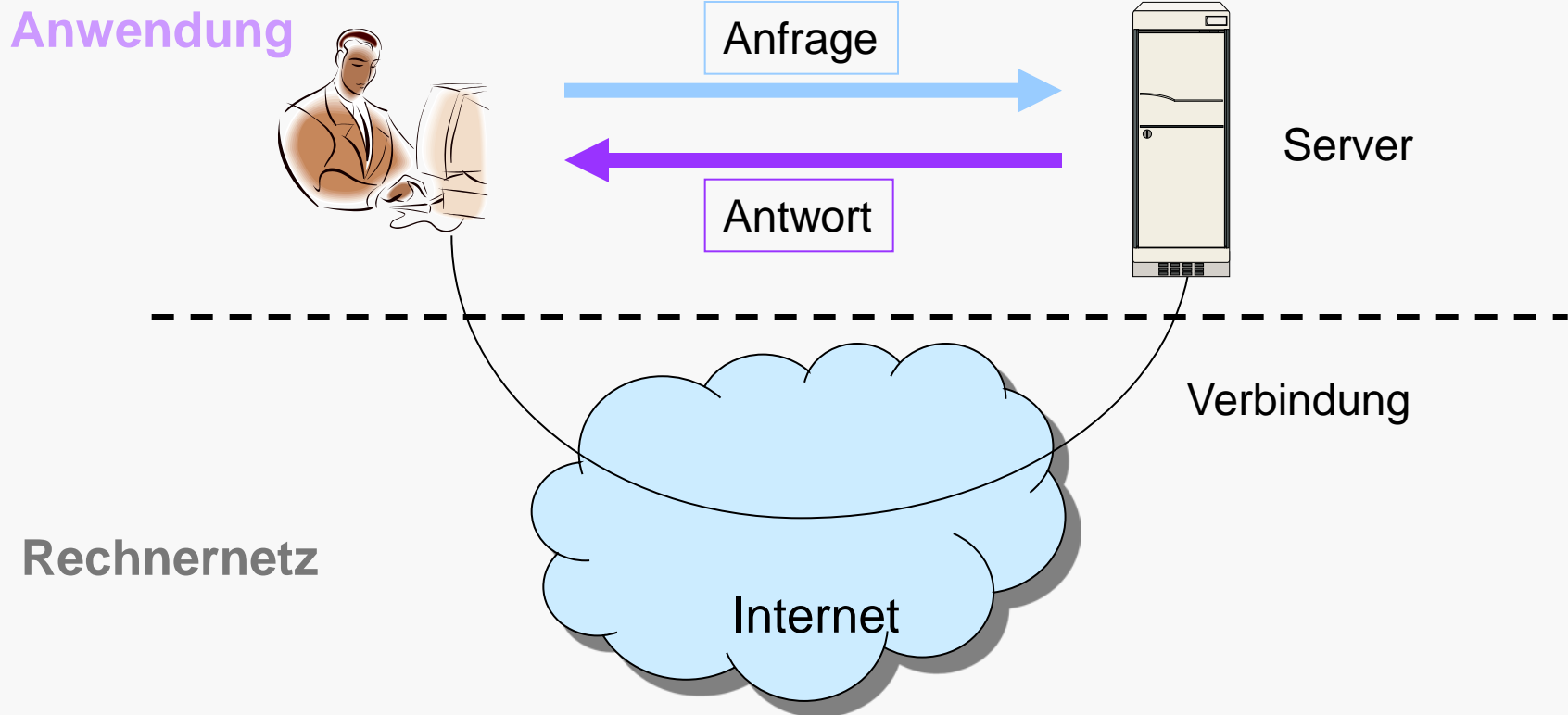
- Kooperative Bearbeitung einer Aufgabe durch mehrere Anwender
 - ↪ Computer Supported Cooperative Work (CSCW)



B) Rechnernetze aus Anwendersicht



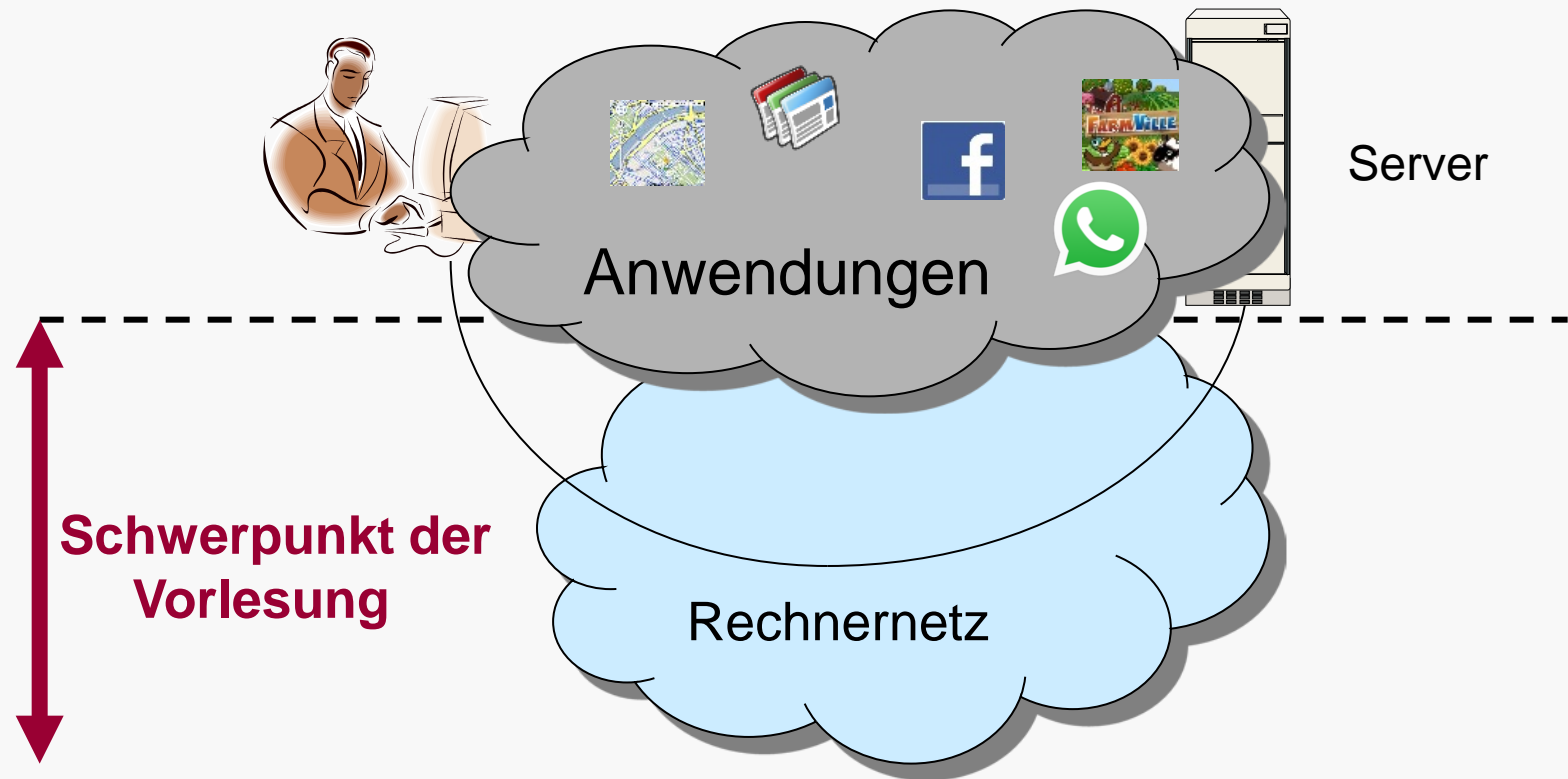
Das Rechnernetz aus Anwendersicht



Typische Netzanwendungen

- eMail
- WWW
- Datenbankzugriff
- Filetransfer
- Remote Login
- Multimediale Kommunikation (z. B. Video on Demand, YouTube, Videokonferenzen)
- Internet-Telefonie
- Peer-to-Peer-Anwendungen (z.B. Tauschbörsen)
- Verteilte Systeme/Anwendungen (z. B. Enterprise-Anwendungen)
- Soziale Netzwerke (u.a. Facebook, Instagram, Xing, WhatsApp)
- Twitter, Flickr, u.v.a.

Einordnung der Vorlesungen zu Rechnernetzen



C) Schwerpunkte der Vorlesung



Schwerpunkte der Vorlesung

● Ziel:

- Einführung in die Grundlagen der Funktionsweise von Rechnernetzen

● Schwerpunkte:

- Prinzipielle Funktionsweise von Rechnernetzen
 - ↳ Dienste, Protokolle, Schichten, Schichtensarchitekturen
- WAN
 - ↳ Merkmale, Datennetze, Vermittlungstechniken Routing, Zwischensysteme, Virtuelle Netze, Überblick Internet
- LAN
 - ↳ Merkmale, Zugriffsverfahren, Shared/Switched LAN, WLAN



D) Zur Methodik der Vorlesung



Methodik der Vorlesung

Die Vorlesung orientiert auf ein **intensives Lesen der Fachliteratur**. Es gibt kein spezielles Skript, da dies zu umfangreich wäre und letztlich zum Schreiben eines neuen Fachbuchs führt. Die Vorlesung ist das Skript und liefert den „roten Faden“ für das Literaturstudium. Dazu wird zu jedem Kapitel angegeben, in welchem Lehrbuch und Kapitel die jeweilige Thematik am besten nachgelesen werden kann. Es wird erwartet, dass im Selbststudium diese Kapitel gelesen werden.

Mit dem Verweis auf unterschiedliche Lehrbücher sollen zwei Dinge erreicht werden:

- (1) Es gibt kaum Lehrbücher, die alle Aspekte dieses Fachgebiets umfassen, sodass die Nutzung verschiedener Quellen unumgänglich ist.
- (2) Jedes Lehrbuch stellt die Themen unterschiedlich dar. Das Literaturstudium soll helfen, dass der Umgang mit mehreren Quellen und unterschiedlichen Lehrmeinungen gelernt wird.



E) Literatur zur Vorlesung



Literatur zur Vorlesung



- **Tanenbaum, Andrew S.; Wetherall, David J.:** *Computer Networks* (5th ed.), Pearson, 2011.
 - **Kurose, James F.; Ross, Keith W.:** *Computernetze*. Prentice Hall, Pearson Studium, 2012.
 - **Stallings, William:** *Data and Computer Communications* (9th ed.). Prentice Hall, 2013.
 - **König, Hartmut:** *Protocol Engineering*. B.G. Teubner, Stuttgart, 2003 / engl. Fassung, Springer, 2012.
-

I.2

Einige Grundlagen



I.2.1

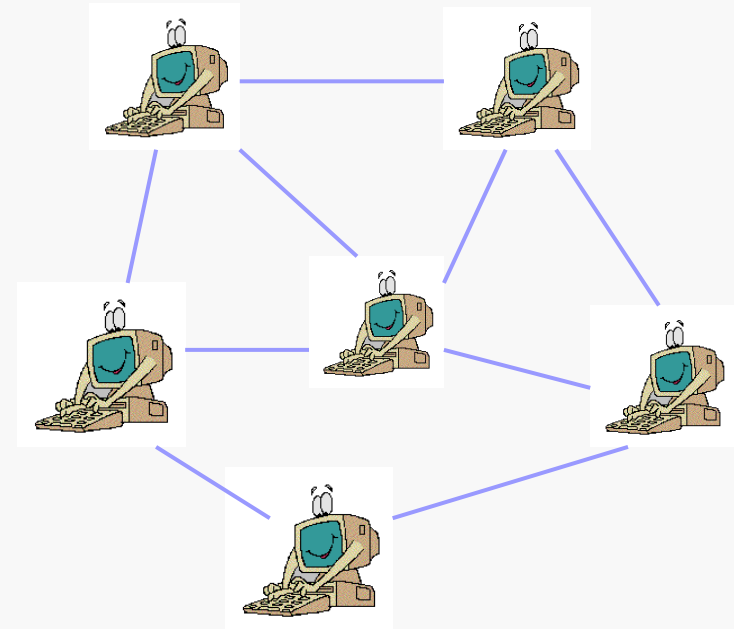
Netzarten



Netzarten (1)

Im Verlauf der Entwicklung der Rechnernetz-Technologie haben sich viele unterschiedliche Netzformen herausgebildet. Die wichtigsten davon sind:

- **WAN** (*Wide Area Network*)
 - ↪ flächendeckendes Netz oder Weitverkehrsnetz
- Rechnernetz, das sich über ein sehr großes Territorium erstrecken, z. B. über ein Land oder einen Kontinent. Es besitzt eine **vermaschte Topologie** mit **Punkt-zu-Punkt-Übertragungen** zwischen den Netzknoten.



Netzarten (2)

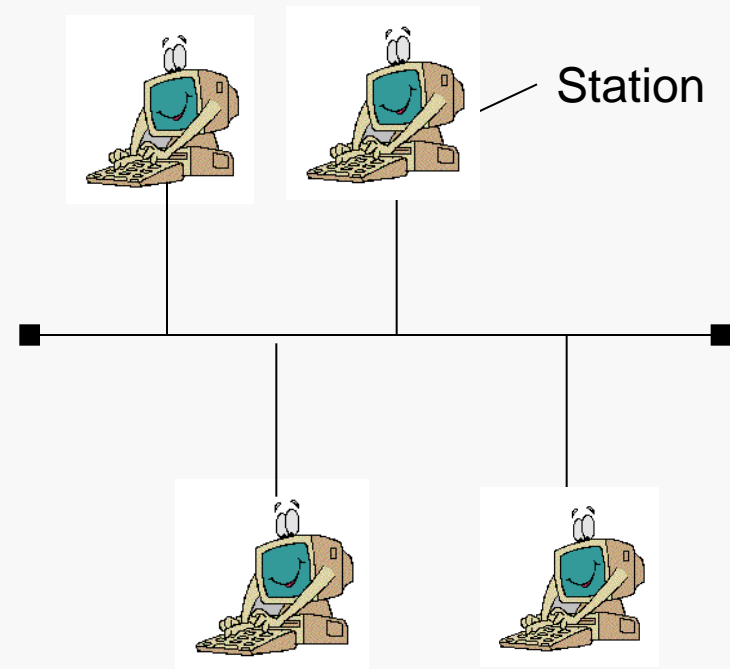
- **LAN (Local Area Networks)**

 - ↳ Lokale Netze

- Rechnernetze mit einer begrenzten Ausdehnung (10m ... 10 km). Sie besitzen entweder ein **gemeinsames Kommunikationsmedium (Shared LAN)** oder **einen Switch (Switched LAN)**. Typische Topologien für LAN sind Bus, Ring, Stern und Baum.

 - ↳ Übertragungsraten: 10 Mbit/s - 10 Gbit/s

 - ↳ Übertragungsmedien: Twisted Pair, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter, Funk (☞ **WLAN**)



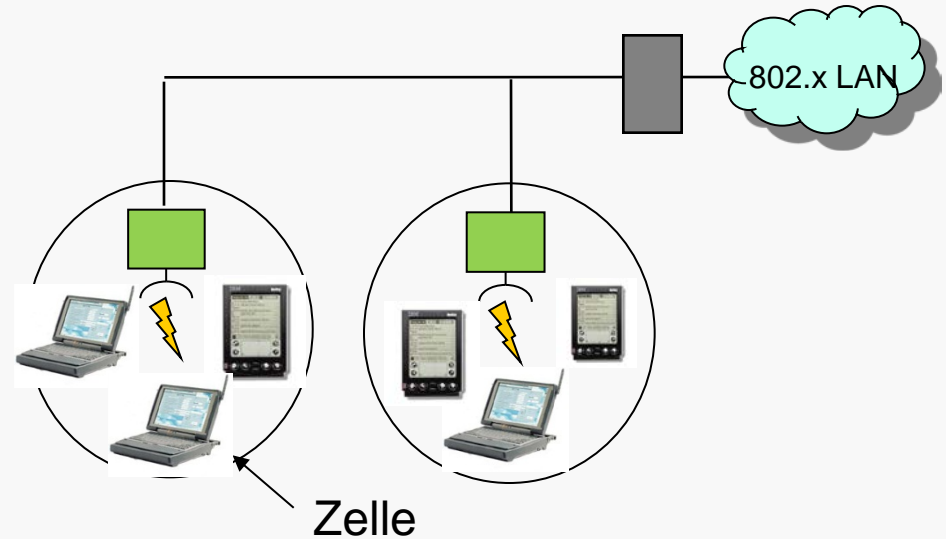
Netzarten (3)

● Wireless LAN (WLAN)

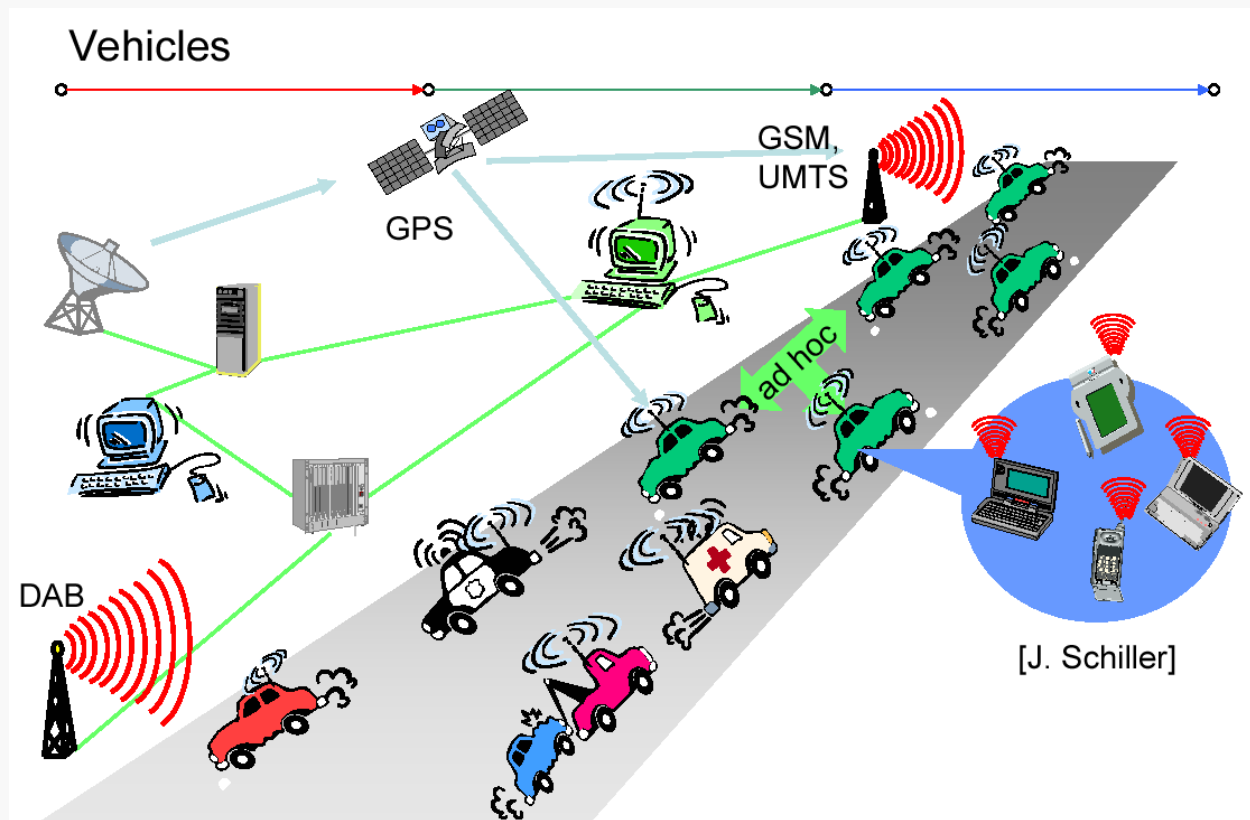
- Drahtloses lokales Funknetz, meistens auf Grundlage eines Standards der IEEE 802.11-Familie

● Arten

- ↪ Infrastrukturnetze
 - keine Basis-Station
 - selbstorganisierend
- ↪ Ad hoc-Netze



Beispiel: Ad hoc-Netze¹



1) entnommen Schiller, J.: Mobilkommunikation. Addison-Wesley, 2003.

Netzarten (4)

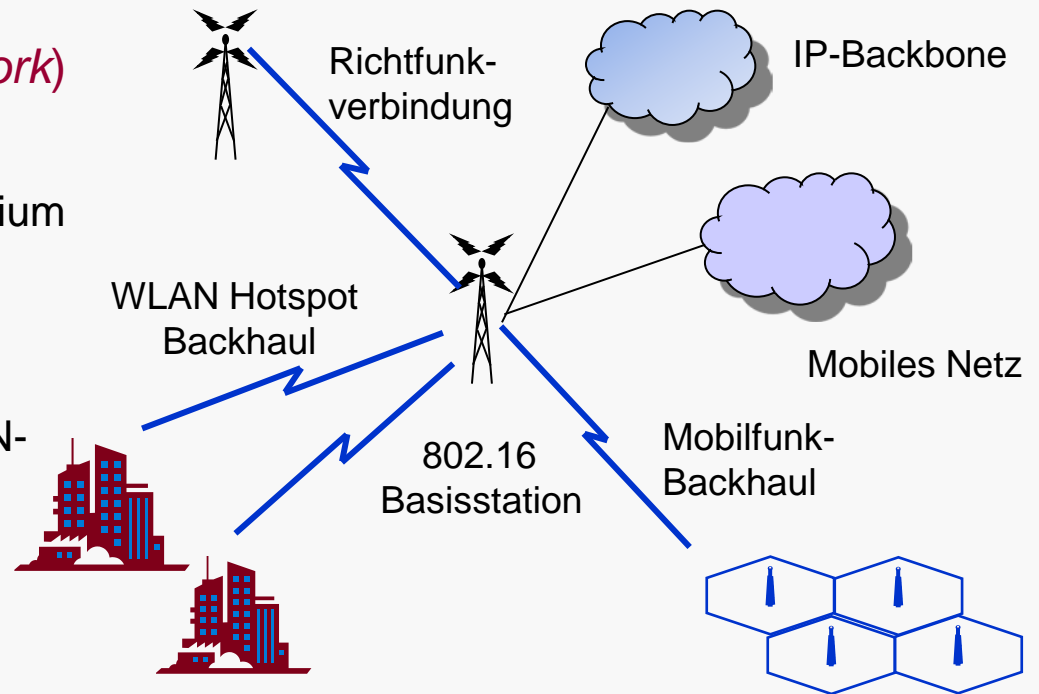
● **MAN (Metropolitan Area Network)**

↪ Stadt- oder Regionalnetze

- Netz, das sich auf das Territorium einer Stadt oder einer Region erstrecken

- heutzutage meistens über LAN- oder Richtfunk-Technologie realisiert

↪ z.B. WiMAX



Netzarten (5)

● Mobilfunknetze (GSM, 4G, 5G)

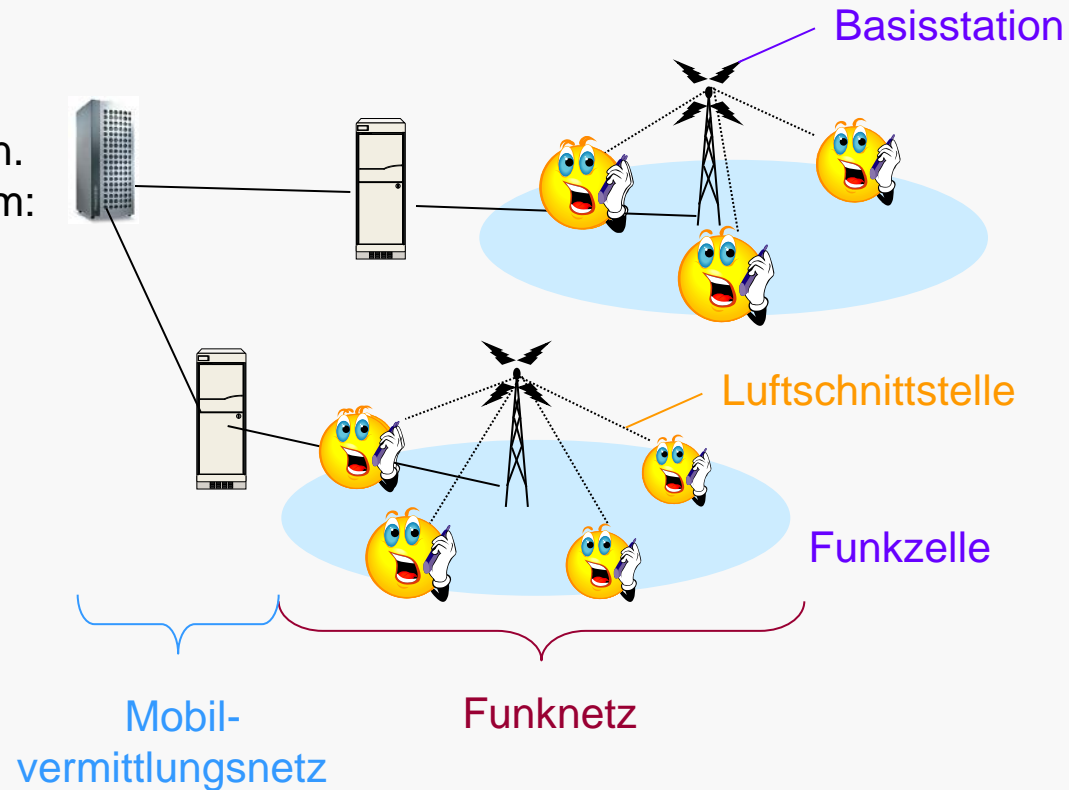
- Technische Infrastruktur für die Übertragung von Mobilfunksignalen. Mobilfunknetze bestehen aus einem:

Funknetz

Übertragung der Signale im mobilen Bereich

Mobilvermittlungsnetz

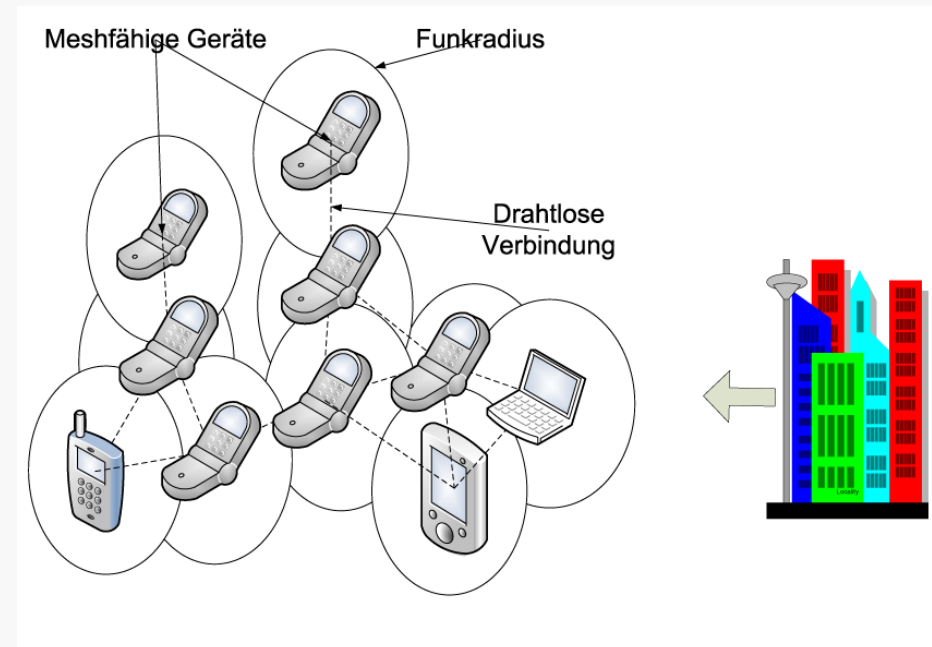
Übertragung und Vermittlung der Signale zwischen dem Telefonnetz sowie Internet und dem Zugangnetz



Netzarten (6)

● Mesh-Netze

- Funknetz, das mehrere mobile Endgeräte zu einem vermaschten Netz verbindet
 - ↪ auch MANET (mobiles ad hoc Netz)
- u.a. Sensornetze

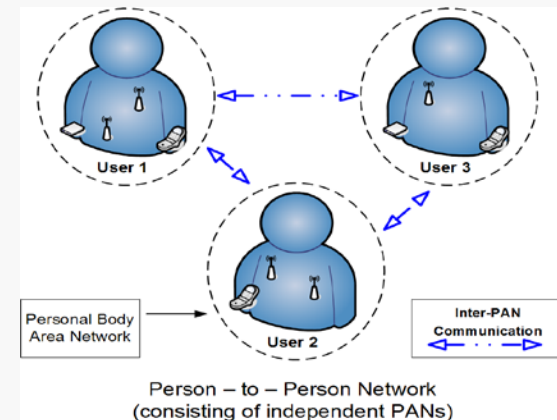
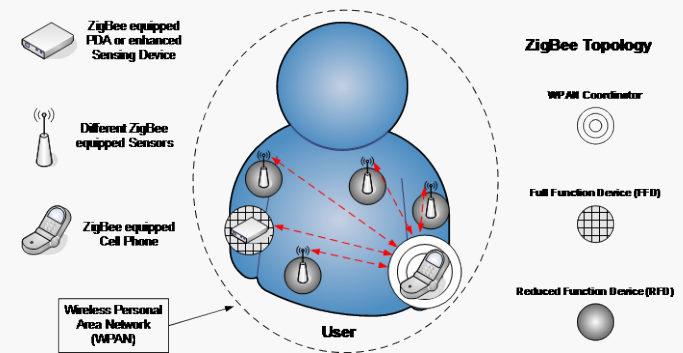


1) Bild entnommen Bachelorarbeit R. Reifschneider, 2009

Netzarten (7)

● WPAN (Wireless Personal Area Networks)

- Nahfunknetze zur Kommunikation im individuellen Umgebungsbereich
- **Sonderfall:** Body Area Networks (BAN)
- **Beispiele:**
 - ↪ Med. Daten
 - ↪ Leistungsdaten
 - ↪ Spiele
 - ↪ Ad hoc-Vernetzung
 - ↪ Parameter-Übertragung



Zwischensysteme

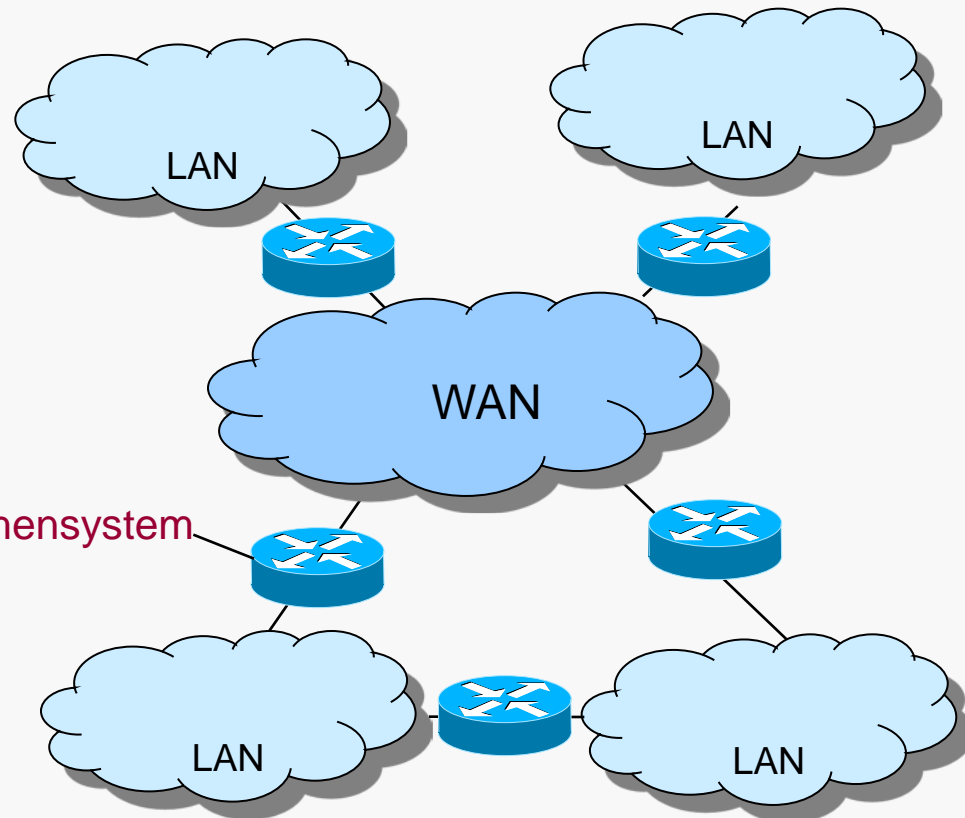
- **Zwischensysteme** (*intermediate systems*)

- Hard- und Softwaresysteme für die Kopplung von Rechnernetzen

- ↪ Adresstransformationen, Protokolltransformationen, Filterfunktionen, Geschwindigkeitsausgleich, Wegewahl

- **Arten**

- ↪ Repeater
- ↪ Brücken
- ↪ Router
- ↪ Switches
- ↪ Gateways



I.2.2


Kommunikationsbeziehungen



Kommunikationsbeziehungen

In Netzanwendungen sind verschiedene Kommunikationsbeziehungen zwischen den Komponenten der verteilten Anwendung möglich. Es können folgende Beziehungen auftreten:

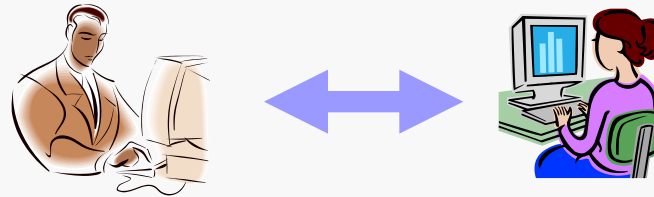
- **Punkt-zu-Punkt**
- Punkt-zu-Mehrpunkt / **Multicast** (1:n, $n < m$)
- Mehrpunkt-zu-Punkt-Verbindungen (n:1, $n < m$)
- Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen (n:k, $n, k < m$)
- **Broadcast** (1:m)

 **Punkt-zu-Punkt- und Multicast/Broadcast werden in Rechnernetzen unterschiedlich umgesetzt und unterstützt !!!**

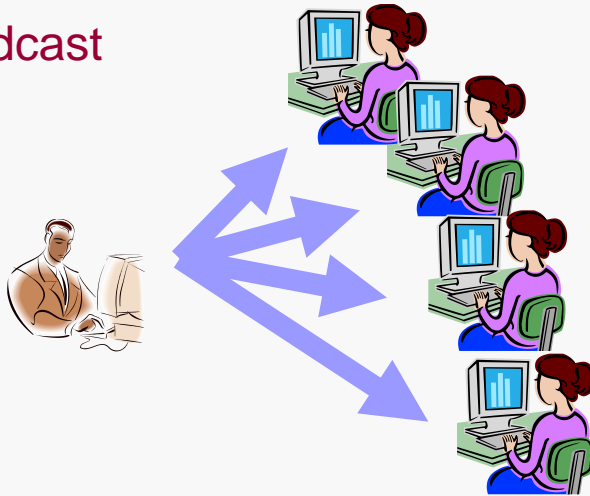


Punkt-zu-Punkt vs. Multicast/Broadcast

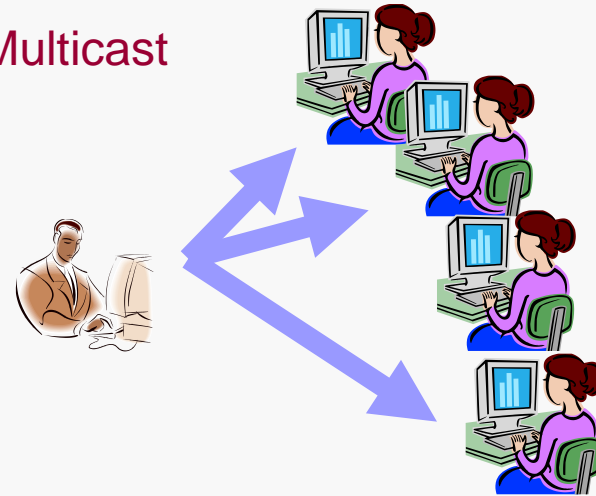
Punkt-zu-Punkt



Broadcast

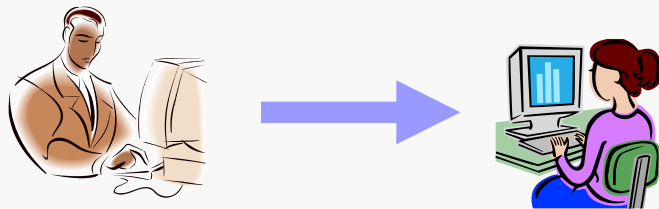
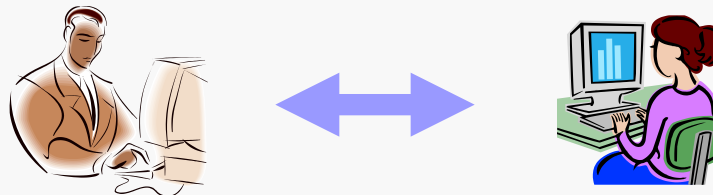


Multicast

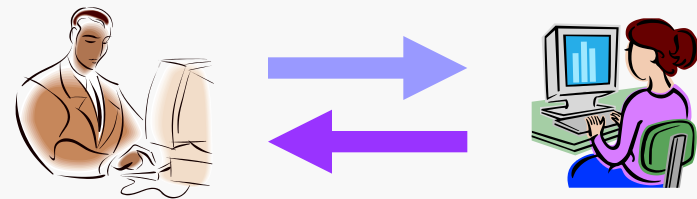


Formen der Punkt-zu-Punkt-Kommunikation

Duplex

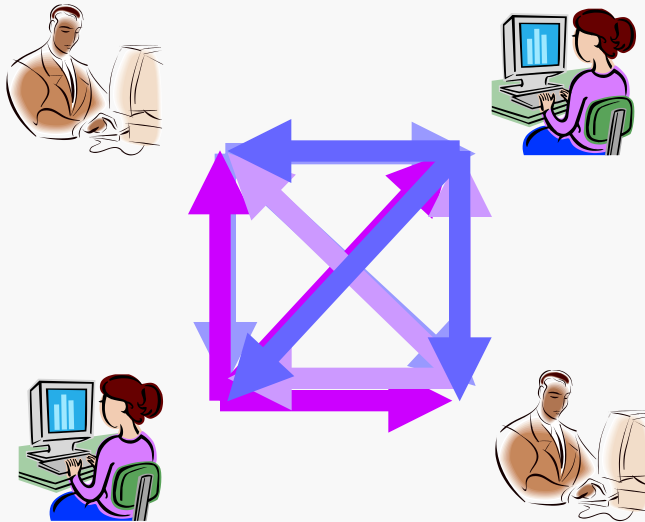


Simplex/Unicast

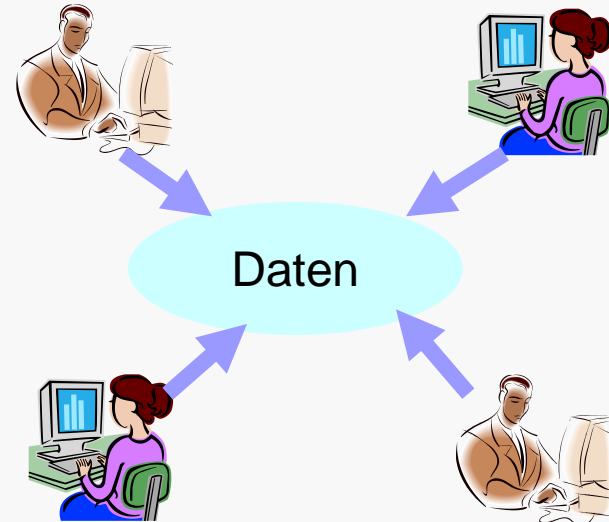


Halbduplex

Gruppenkommunikation



Gruppenkommunikation



Gruppenkooperation

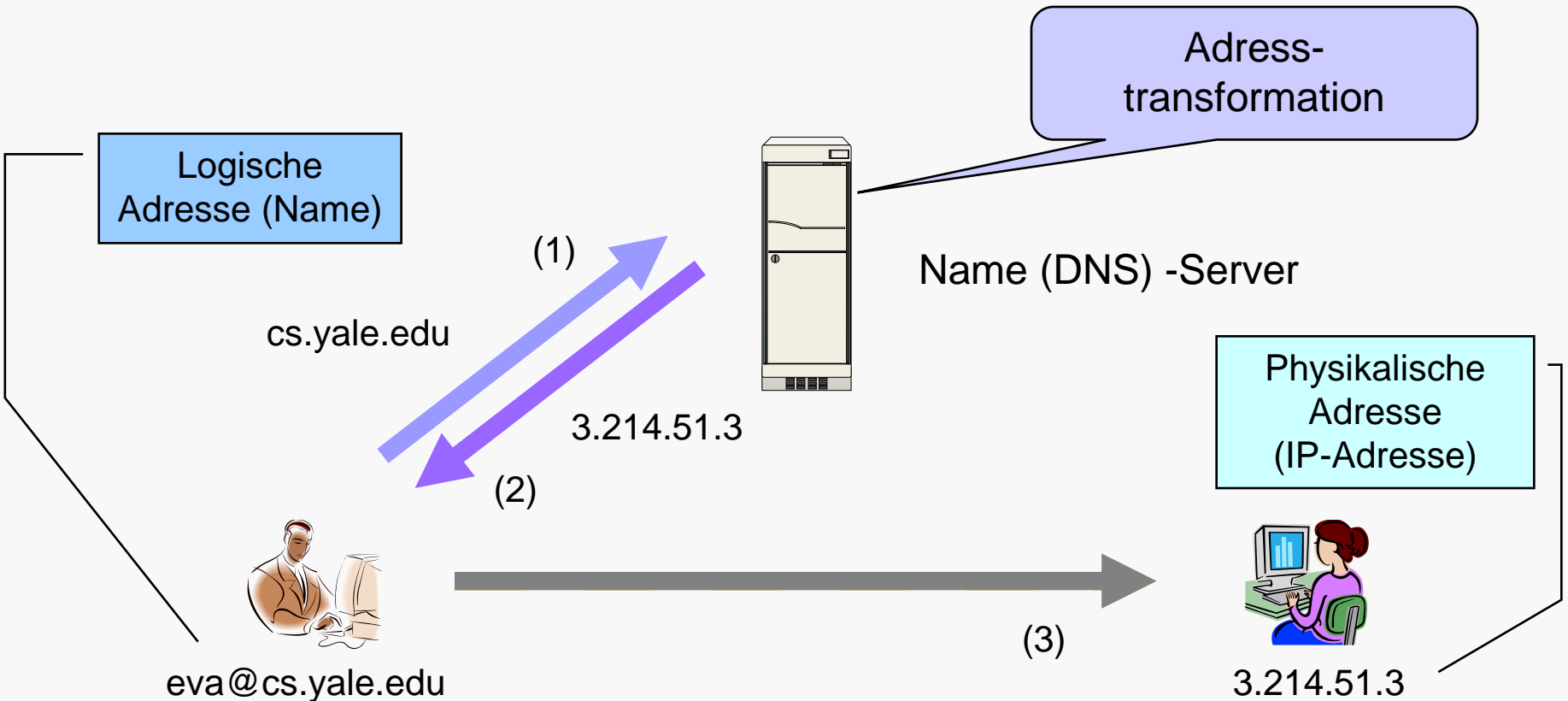
☞ Meistens kombiniert !!!

I.2.3

Kommunikation aus Anwendersicht



Ablauf einer Kommunikation aus Anwendersicht



Typische Aufgaben eines Name-Servers

- Authentifikation
- Bereitstellen der gesuchten IP-Adresse
- Weiterleiten von Anfragen an andere Server
- Suche anhand von Eigenschaften
 - ↳ „gelbe Seiten“



Domain Name System (DNS)

DNS ist der verteilte Directory-Service (Namens-Dienst) des Internets, der den Internet-Namensraum in ein **hierarchisches Domänensystem** untergliedert.

● Domäne

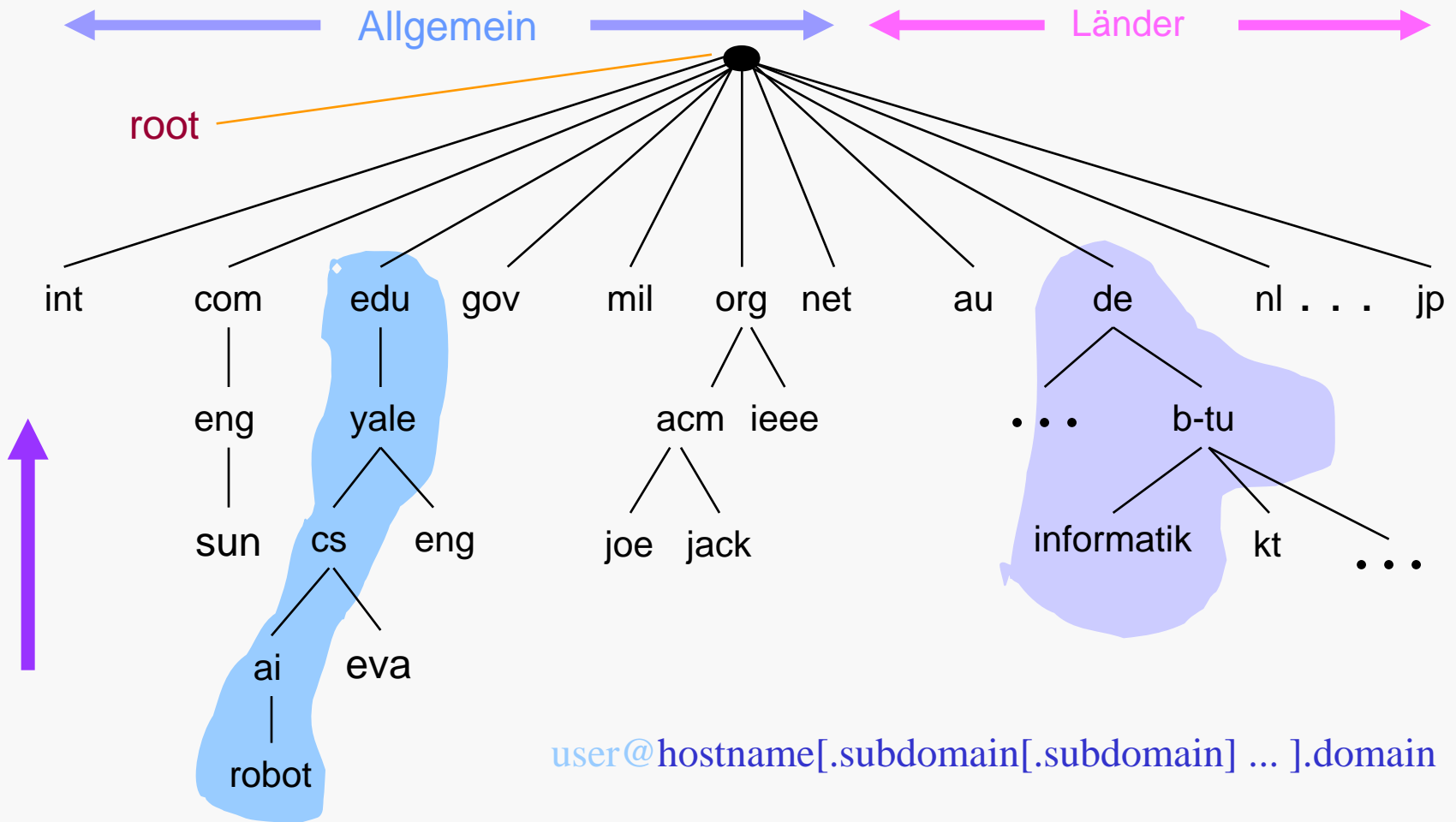
- begrenzter Namensraum
- Bezeichnet/adressiert eine größere Anzahl von Subdomänen/Hosts
- Unterteilung in Subdomänen
 - ↳ mit Zustimmung der übergeordneten Domäne

● Unterteilung der obersten Hierarchieebene

- allgemeinen Teil (*generic*)
- Länderbezeichnungen
- Vergabe durch die Internet-Organisation ICANN



Hierarchisches Domänensystem



Allgemeine Domänen

- com (*commercial*, Wirtschaftsunternehmen)
- edu (*educational*, Lehr- und Forschungseinrichtungen)
- gov (*government*, US-Bundesregierung)
- int (*international*, internationale Organisationen)
- mil (*military*, US-Armee)
- net (*network*, Netzbetreiber und -anbieter)
- org (*organization*, nicht gewinnorientierte Organisationen)

u.a.

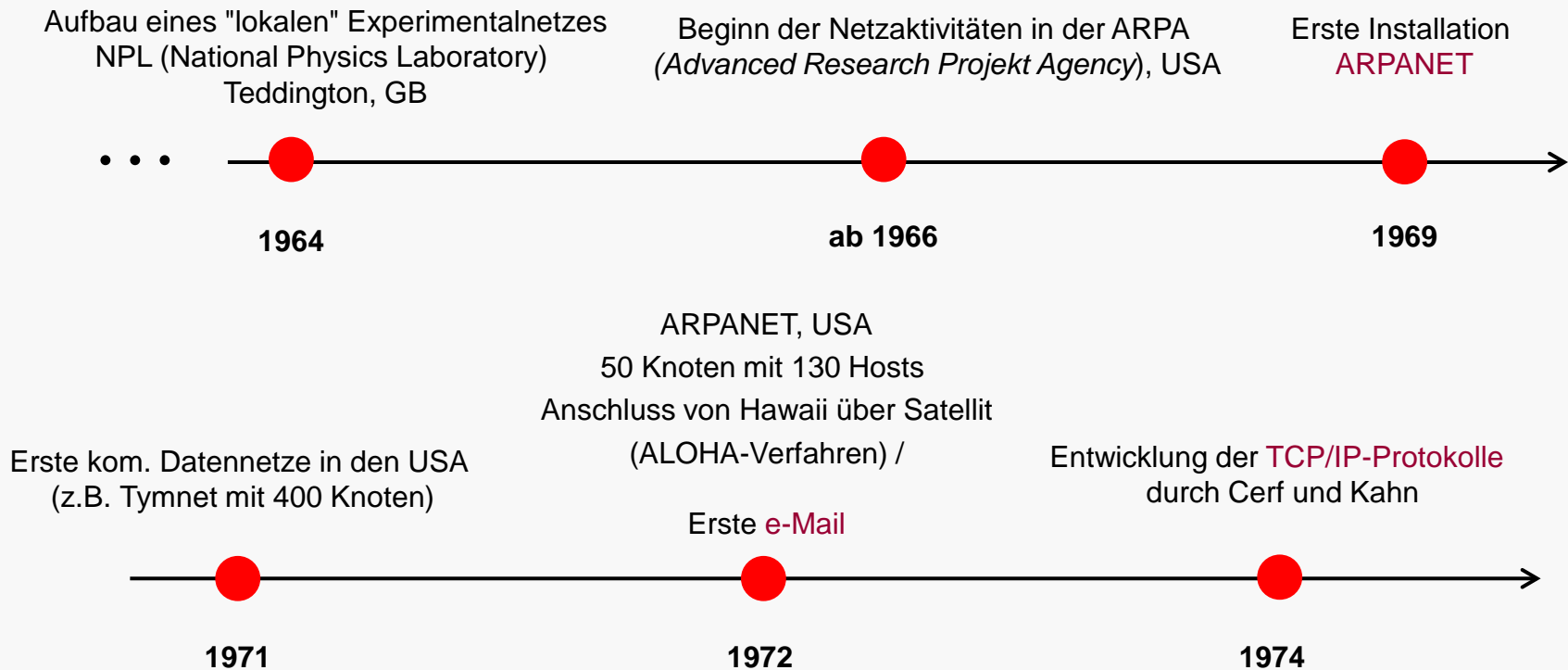


I.3

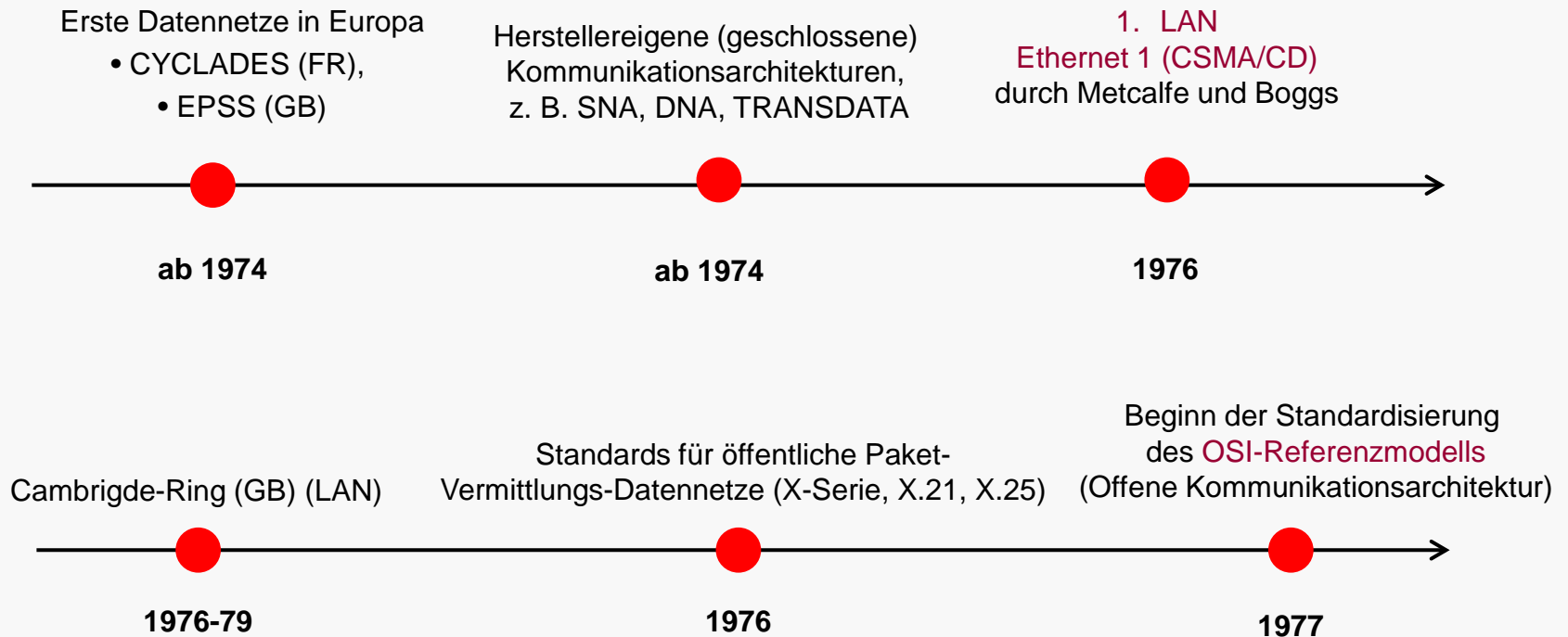
Historische Entwicklung



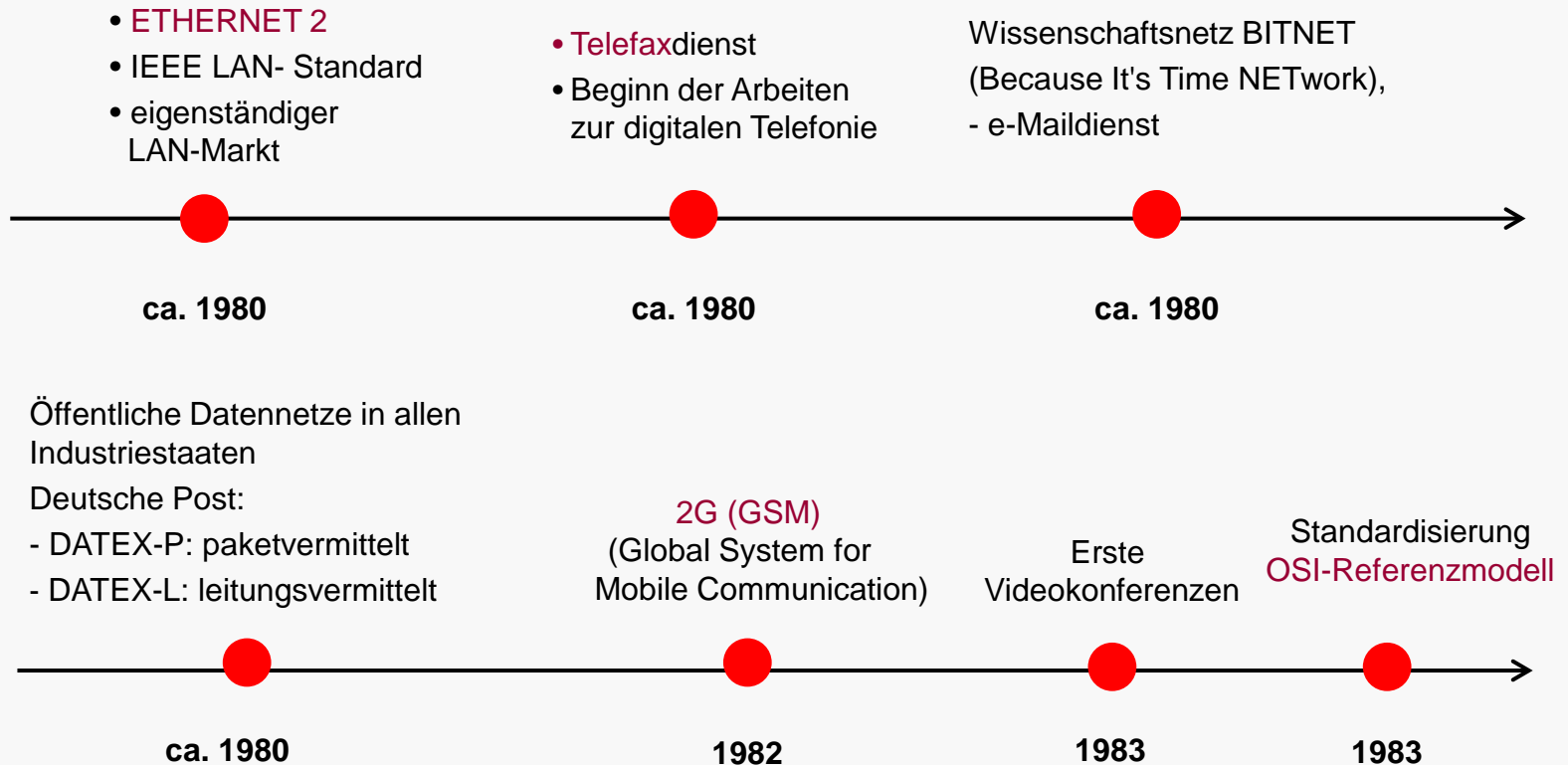
Historische Entwicklung (1)



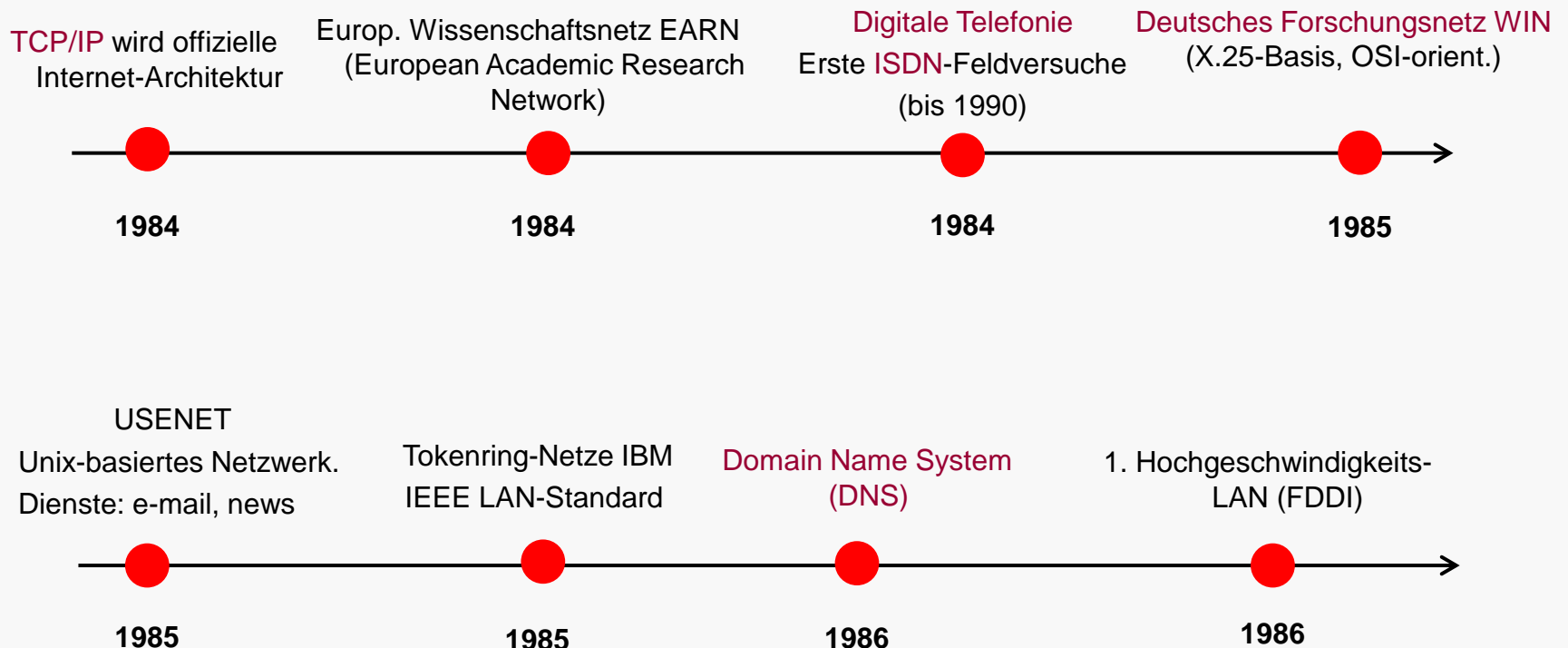
Historische Entwicklung (2)



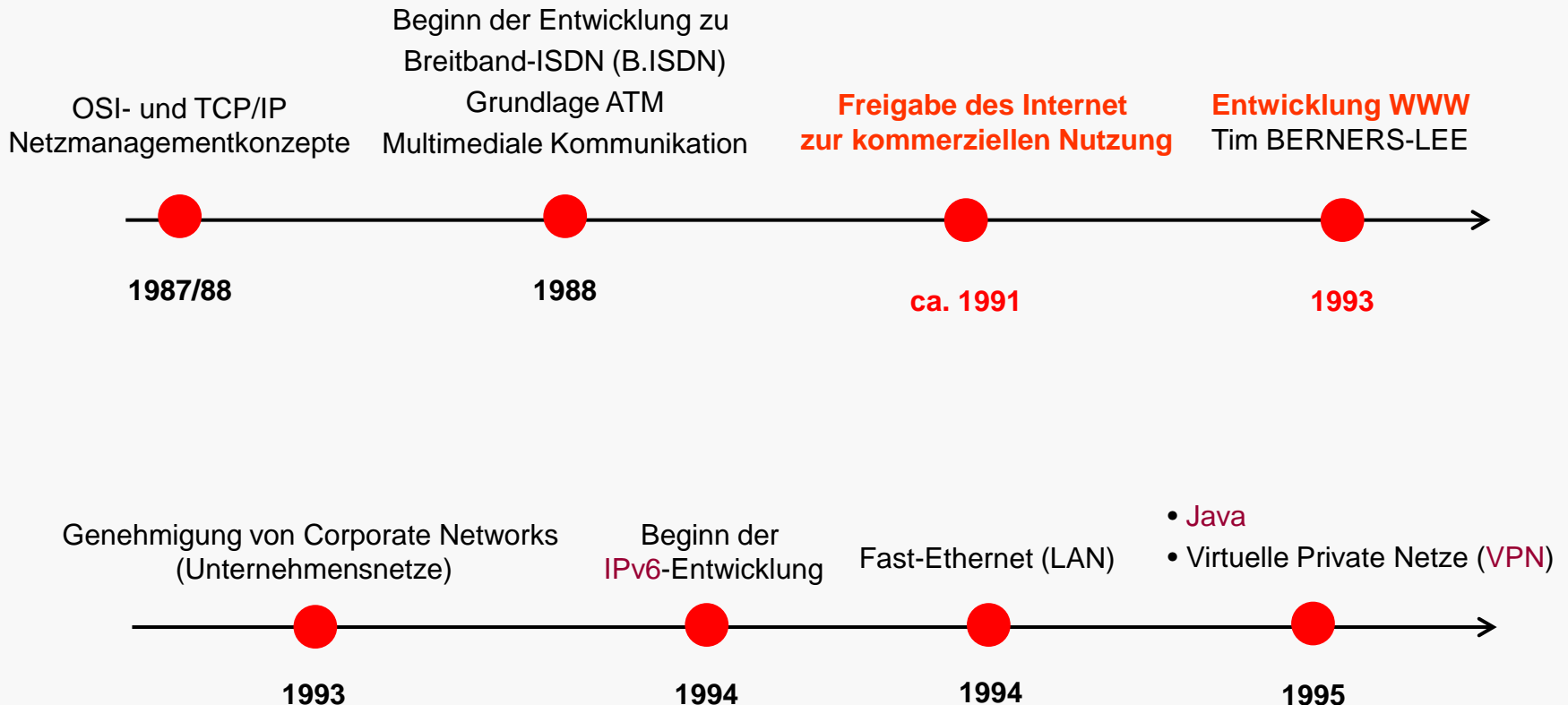
Historische Entwicklung (3)



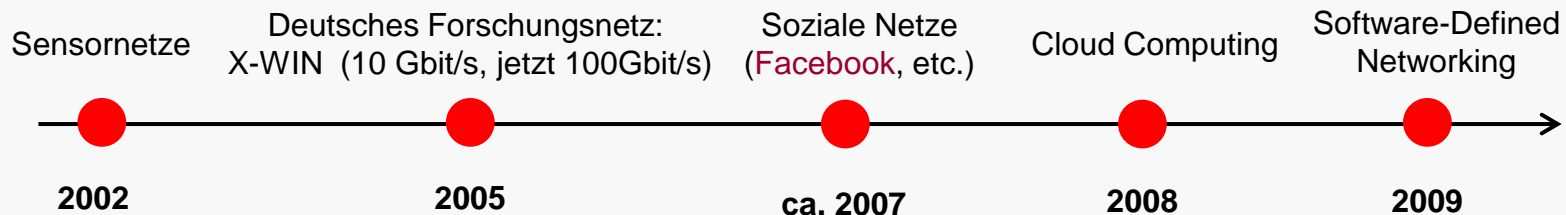
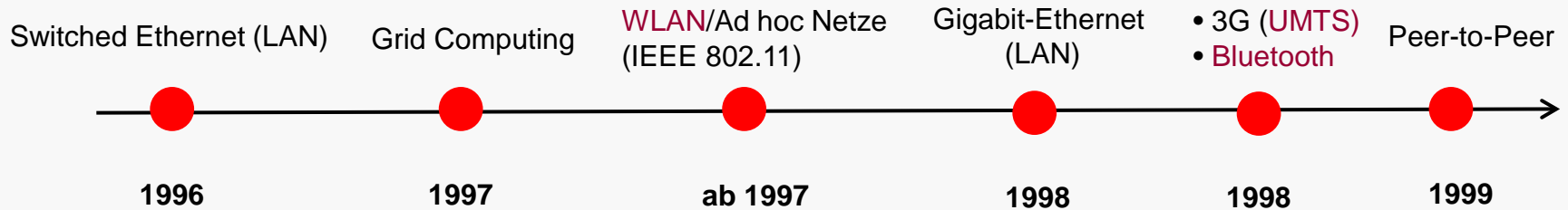
Historische Entwicklung (4)



Historische Entwicklung (5)



Historische Entwicklung (6)



Historische Entwicklung (7)

