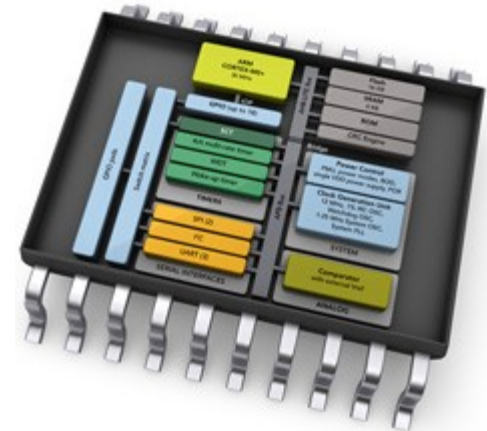


Kommunikationssysteme

(Modulcode 941306)

Prof. Dr. Andreas Terstegge



Das Folienmaterial basiert auf Unterlagen von Kollege Prof. Dr. Sander

Sie werden am Ende der Vorlesung

- Die Grundlagen der Datenkommunikation beherrschen
- Die Funktionsweise der Internet Protokolle beschreiben und spezifische Eigenschaften begründen können
- Die gängigen Techniken zum Aufbau lokaler Netze kennen und anwenden können

Sie werden zum Ende des Praktikums

- Erste Client-Server-Anwendungen entwerfen und implementieren können
- XML verarbeiten und Multithreading anwenden können



Computernetzwerke *Der Top-Down-Ansatz*

6. Auflage
J.F. Kurose / K.W. Ross
Pearson



Computernetzwerke

5. Auflage
A.S. Tanenbaum
D.J. Wetherall
Pearson

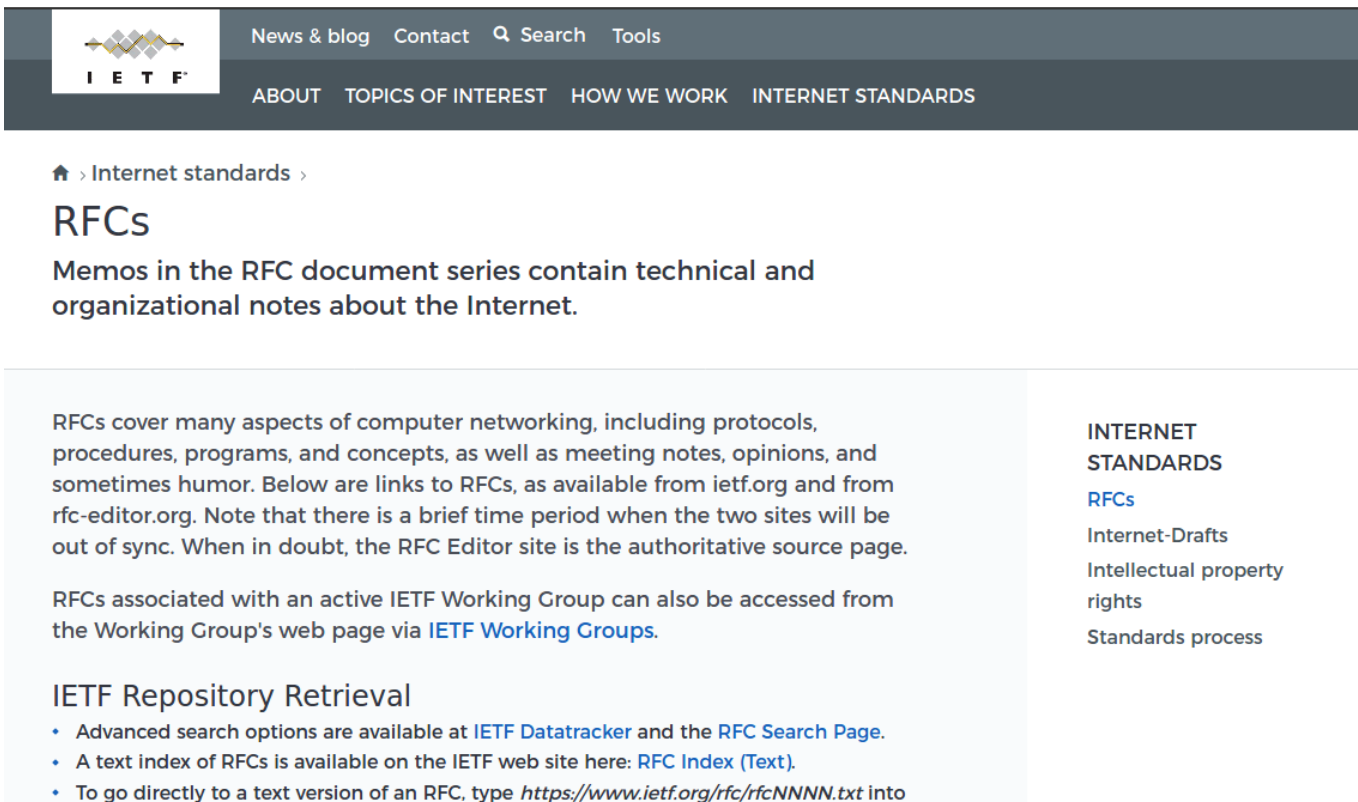


Computernetzwerke und Internets

3^{te} Auflage
Douglas E. Comer
Pearson Studium
€ 29,95

Weitere Informationsquellen (vor allem zum Internet)

<https://www.ietf.org/>

A screenshot of the IETF website. The top navigation bar includes links for 'News & blog', 'Contact', 'Search', and 'Tools'. Below this is a dark grey bar with the IETF logo and links for 'ABOUT', 'TOPICS OF INTEREST', 'HOW WE WORK', and 'INTERNET STANDARDS'. The main content area shows a breadcrumb trail 'Internet standards' followed by the heading 'RFCs'. A paragraph explains that RFCs cover various aspects of computer networking. A sidebar on the right lists 'INTERNET STANDARDS' with links to 'RFCs', 'Internet-Drafts', 'Intellectual property rights', and 'Standards process'. The bottom section, 'IETF Repository Retrieval', provides links to 'IETF Datatracker', 'RFC Search Page', and 'RFC Index (Text)', along with a direct URL for retrieving RFCs.

News & blog Contact Search Tools

ABOUT TOPICS OF INTEREST HOW WE WORK INTERNET STANDARDS

Internet standards >

RFCs

Memos in the RFC document series contain technical and organizational notes about the Internet.

RFCs cover many aspects of computer networking, including protocols, procedures, programs, and concepts, as well as meeting notes, opinions, and sometimes humor. Below are links to RFCs, as available from [ietf.org](https://www.ietf.org) and from rfc-editor.org. Note that there is a brief time period when the two sites will be out of sync. When in doubt, the RFC Editor site is the authoritative source page.

RFCs associated with an active IETF Working Group can also be accessed from the Working Group's web page via [IETF Working Groups](#).

IETF Repository Retrieval

- Advanced search options are available at [IETF Datatracker](#) and the [RFC Search Page](#).
- A text index of RFCs is available on the IETF web site here: [RFC Index \(Text\)](#).
- To go directly to a text version of an RFC, type <https://www.ietf.org/rfc/rfcNNNN.txt> into

INTERNET STANDARDS

- [RFCs](#)
- Internet-Drafts
- Intellectual property rights
- Standards process

- Klassisch: ‚Bottom up‘ (z.B. Tanenbaum):
vom Übertragungsmedium bis zu den Anwendungs-
protokollen
- Bei uns: Eher ein Wechsel zwischen ‚unteren‘ und
‚oberen‘ Schichten aufgrund des Praktikums
- Grobe Struktur der Vorlesungsreihe:
 - Grundlagen der Datenkommunikation
 - Einfache Client-Server Anwendungen
 - Internet-Protokolle
 - Netzwerke

Begriffe: Datenkommunikation / Kommunikationssystem

Die **Datenkommunikation** beschäftigt sich mit dem immateriellen Transport digitaler Daten zwischen Endsystemen. Hierbei sind alle hierzu benötigten Verfahren und Regeln Bestandteil der Datenkommunikation.

Im engeren Sinn ist ein **Kommunikationssystem** eine Einrichtung bzw. eine Infrastruktur für die Übermittlung von Informationen. Kommunikationssysteme stellen dazu Nachrichtenverbindungen zwischen mehreren Endstellen her. (Wikipedia)

- Durch Datenkommunikation kann man auf fremde/entfernte Ressourcen und Dienste zurückgreifen
- Erforderlich dazu:
 - Effiziente Methoden zum Datenaustausch zwischen Kommunikationspartnern
 - Absprachen/Regeln zur gemeinsamen Nutzung der Infrastruktur
 - → **Kommunikationsdienste** zur Übertragung von Informationen in verteilten Umgebungen
- Zugriff auf lokal nicht verfügbare Ressourcen
- Kostensenkung durch gemeinsame Nutzung von Betriebsmitteln
- Informationsgewinn durch entfernten Zugriff

Kommunikationsmodelle:

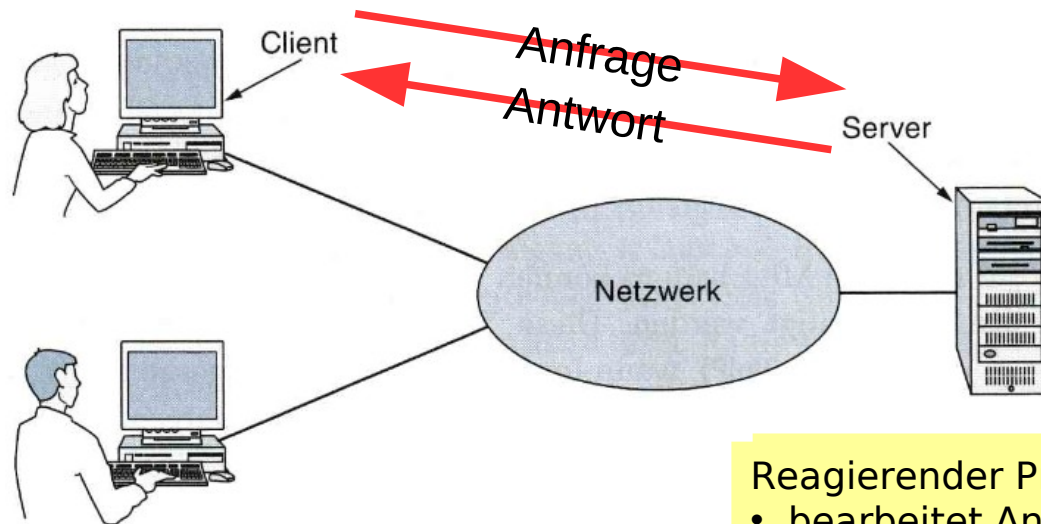
Client-Server

- Server-Prozess: Langlebige Anwendung, die kontinuierlich auf Anfragen wartet, diese verarbeitet und beantwortet
- Client-Prozess: Zumeist kurzlebige Anwendung die Anfragen an den Server-Prozess stellt und auf die Antwort wartet. Die Rolle ist damit zumeist beendet

Initiierender Prozess

- stellt Anfragen
- Verarbeitet optionale Antwort

Merke: Ein Server kann auch andere Dienste nutzen und somit kann er auch gleichzeitig Client sein!

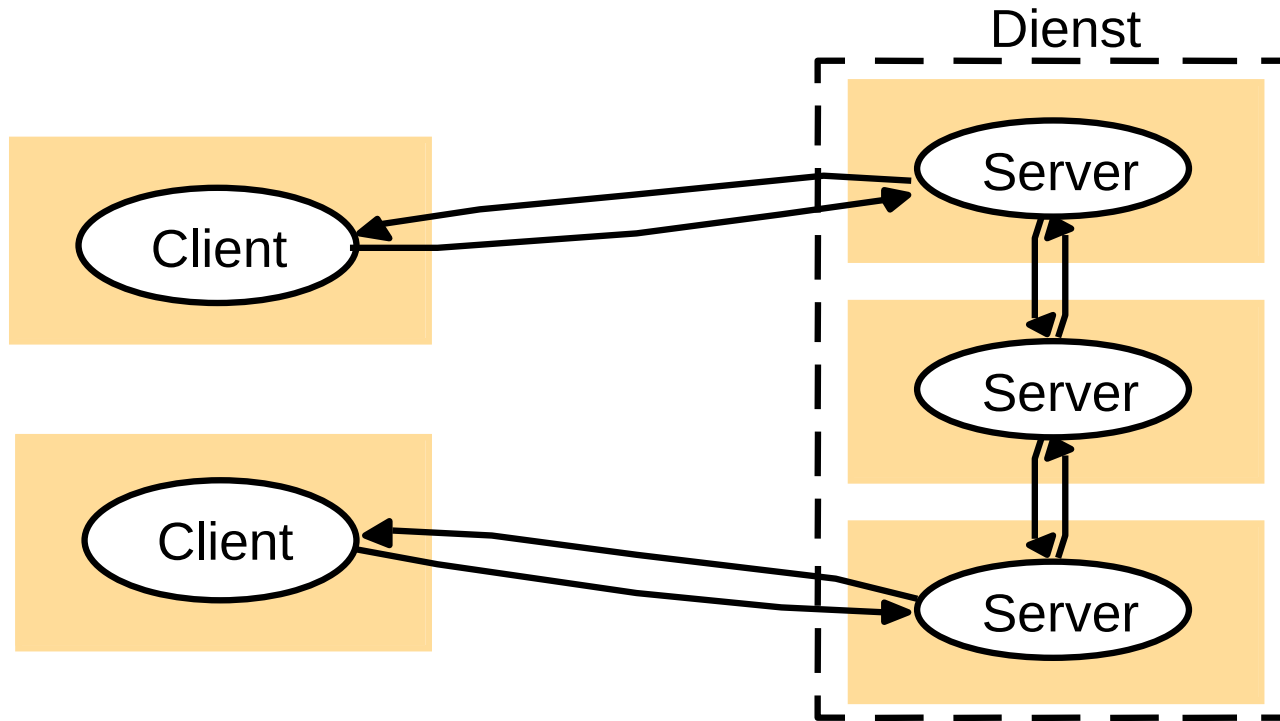


Reagierender Prozess

- bearbeitet Anfragen
- erfüllt Aufträge

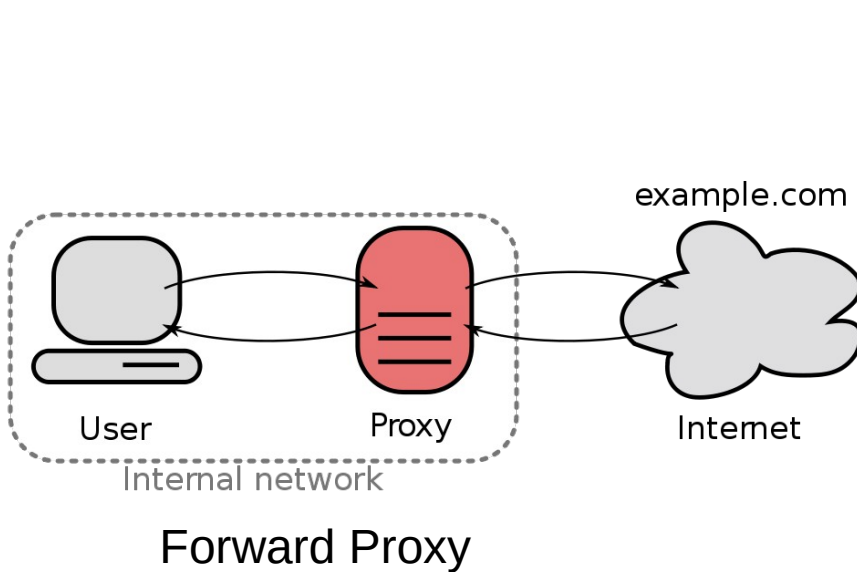
Client-Server Varianten

- Dienst wird von einem Verbund von Servern erbracht
- Erst durch den Verbund ergibt sich die Gesamtsicht
- Ggf. merkt der Client nichts von dem Verbund

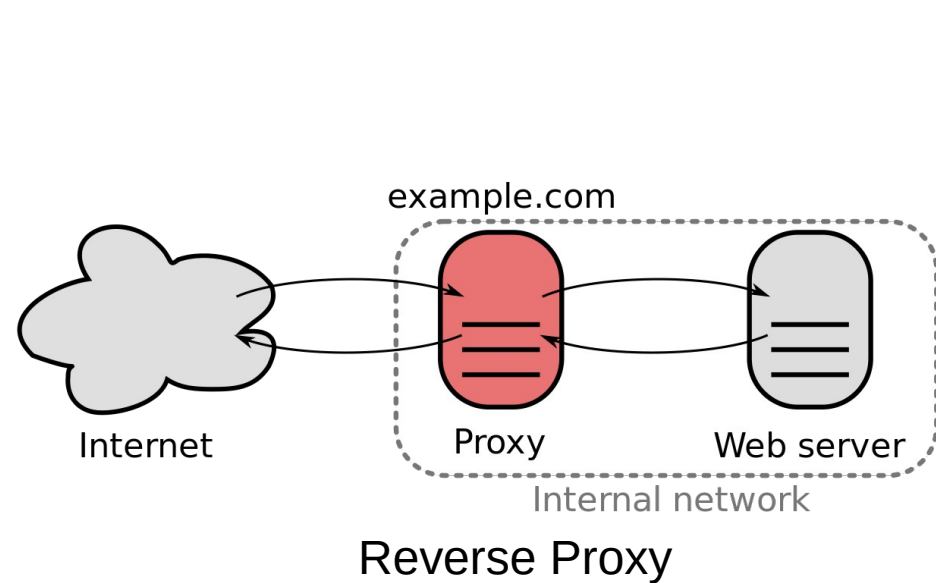


Client-Server Varianten

- (Forward) Proxy und Reverse-Proxy Modell
- Proxy zum Zwischenspeichern/Anonymisieren
- Proxy zum Lastbalanzieren von Webseiten



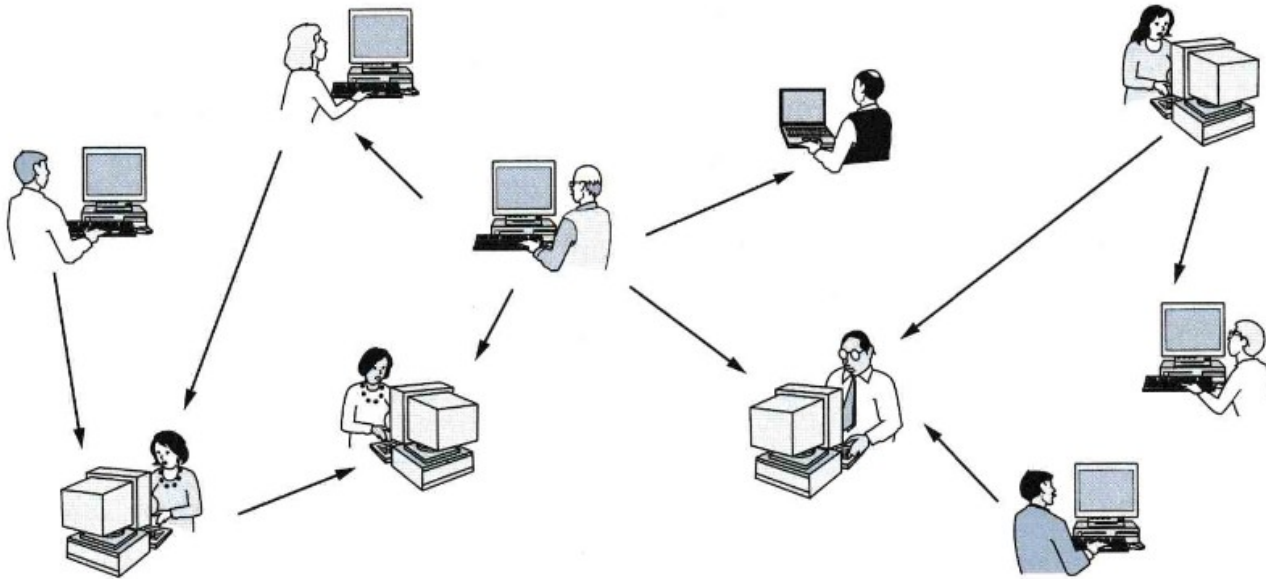
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/19/Forward_proxy_h2g2bob.svg/500px-Forward_proxy_h2g2bob.svg.png



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/67/Reverse_proxy_h2g2bob.svg/1280px-Reverse_proxy_h2g2bob.svg.png

Kommunikationsmodelle: Peer to Peer

- Gleichrangige Kommunikationspartner
- Oft bessere Leistung als Client-Server
- Übergreifender Datenbestand
- Beispiel: File-Sharing



Es ist die Aufgabe der **Datenkommunikation** (des Kommunikationsdienstes), die Information zwischen den beteiligten Systemen gemäß den Anforderungen zu übertragen

Datenkommunikation ist somit ein elementarer Dienst in verteilten Umgebungen

Klassifikation von Kommunikationsnetzen: Nach Übertragungstechnik

Point-to-Point (Punkt-zu-Punkt)

- Ein Paar von Rechnern ist durch eine direkte Leitung verbunden
- kein anderer Rechner kann diese Leitung nutzen
- Full-Duplex: Senden und Empfangen gleichzeitig möglich
- Half-Duplex: Nur eines von beiden gleichzeitig möglich
- Simplex: Daten können nur in eine Richtung fließen

Multi-Access-Netze

- Mehrere angeschlossenen Rechner teilen sich einen Übertragungskanal
- Damit Daten trotzdem an den richtigen Empfänger gesendet werden, müssen sie mit einer Zieladresse versehen werden
- Daten werden in Übertragungseinheiten (Frames) eingeteilt und mit der **Adresse** des Empfängers ausgewiesen
- „Rechner“ prüfen, ob die Nachricht für sie ist (aktiver Vorgang!)
- Sollen alle Stationen gleichzeitig eine Nachricht erhalten, so werden **Broadcast-Adressen** (spezielle Adressen zur Adressierung aller Stationen) verwendet

Klassifikation von Kommunikationsnetzen: Nach Topologieeigenschaften

Durchmesser (Diameter)

- Maximaler Abstand zweier Knoten, d.h. die Anzahl von Kanten
- → Ziel: Möglichst klein (Zeitbedarf für Übertragung)

Bisektionsbreite (Connectivity)

- Minimale Anzahl von Kanten die man entfernen muss, um das Netzwerk in zwei Hälften zu teilen
- → Ziel: Möglichst groß zur Verbesserung der Fehlertoleranz

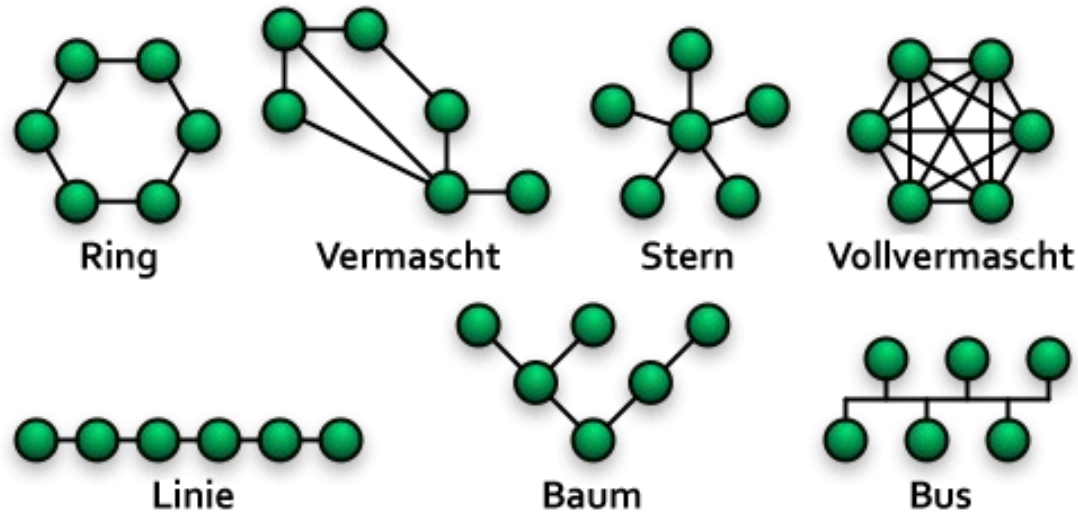
Knotengrad

- Anzahl von Verbindungen eines Knotens zu seinen Nachbarn. Ist die Anzahl nicht konstant, so wird der das Maximum aller Knoten genommen
- → Ziel: Möglichst klein, da die Kosten so mit diesem Grad steigen

Merke:

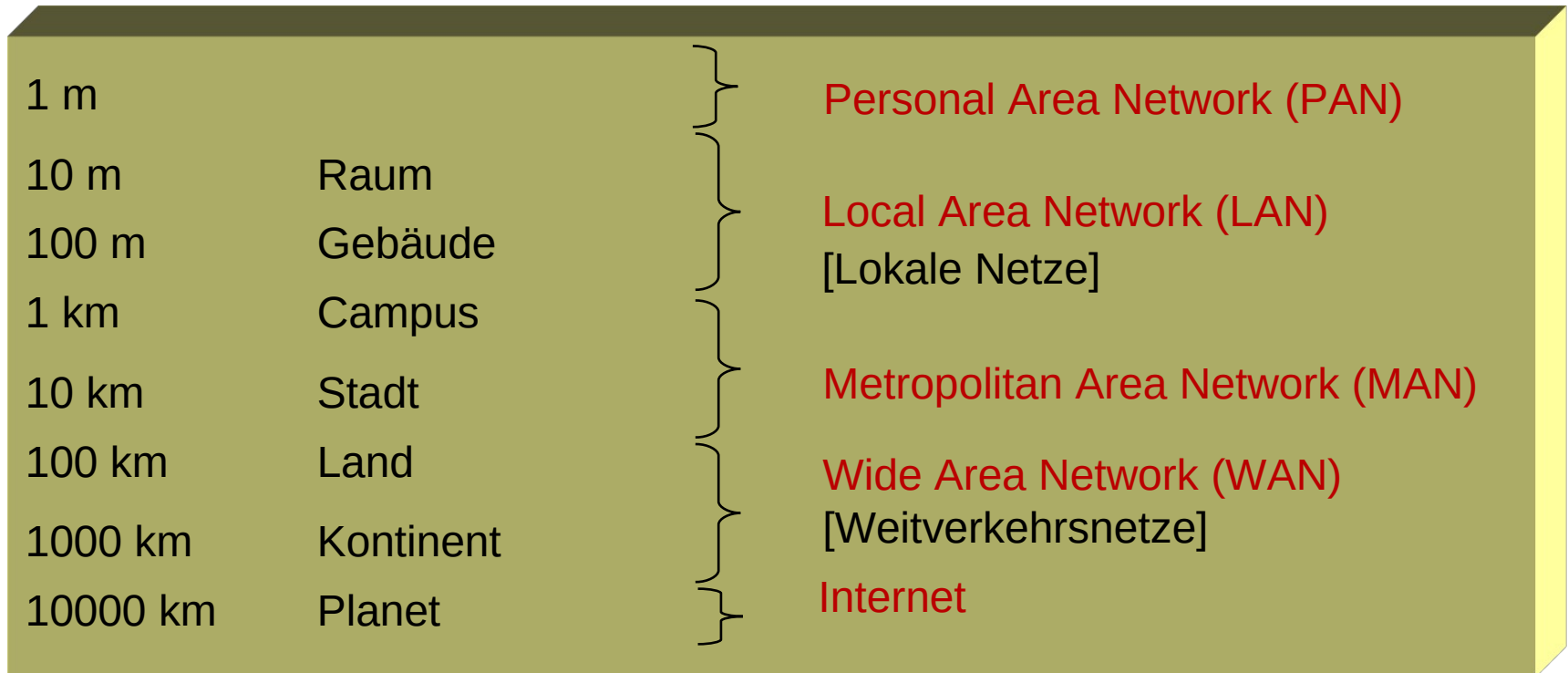
Haben alle Knoten den gleichen Grad, so spricht man von einem **regulären** Netz

Statische Netztopologien

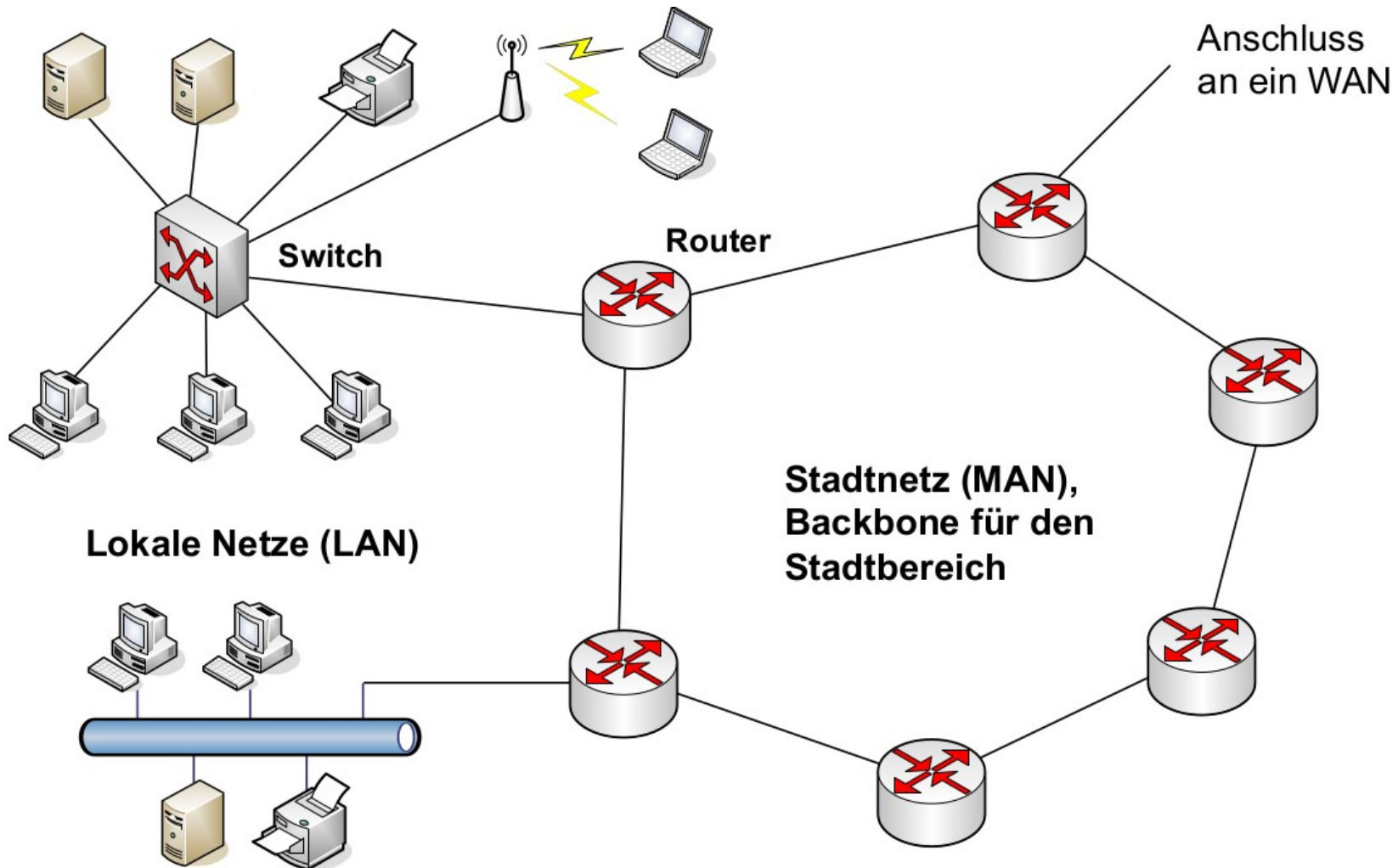


Topologie	Durchmesser	Bisektionsbr.	Knotengrad
Ring	$N/2$	2	2
Stern	2	1	1 bzw. $N-1$
Linie	$N-1$	1	1 bzw. 2
Bus	1	1	1
Vollvermacht	1	$N/2 * N/2$	$N-1$
Baum (binär)	$2\log_2 N$	1	1, 2 oder 3

Klassifikation von Kommunikationsnetzen: Nach Ausdehnung



Klassifikation von Kommunikationsnetzen: Nach Ausdehnung



Klassifikation von Kommunikationsnetzen: Netzkomponenten

- **Switch**

Hat mehrere Anschlüsse, über die Rechner miteinander verbunden werden können. Er merkt sich, welcher Rechner an welchem Anschluss angeschlossen ist (Adresse der Netzwerkkarte) und kann Daten gezielt an einen Anschluss weiterleiten

- **Router**

Der Switch kennt nur Rechner, die direkt an ihn angeschlossen sind; will man Daten an weit entfernte Kommunikationspartner schicken, gibt es meist mehrere mögliche Wege, die man nehmen kann; hier muss also der Weg zu dem entfernten Rechner bestimmt werden. Router verwalten globale Adressinformationen, kennen kürzeste Wege zu allen Rechnern und können Daten gezielt in andere Netze weiterleiten

- **Backbone** (engl.: Rückgrat)

Als Backbone bezeichnet man eine Menge von Rechnern, die miteinander verbunden sind (üblicherweise Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, über große Entfernungen), um kleinere Netze miteinander zu koppeln und so den Datenaustausch zwischen diesen zu ermöglichen

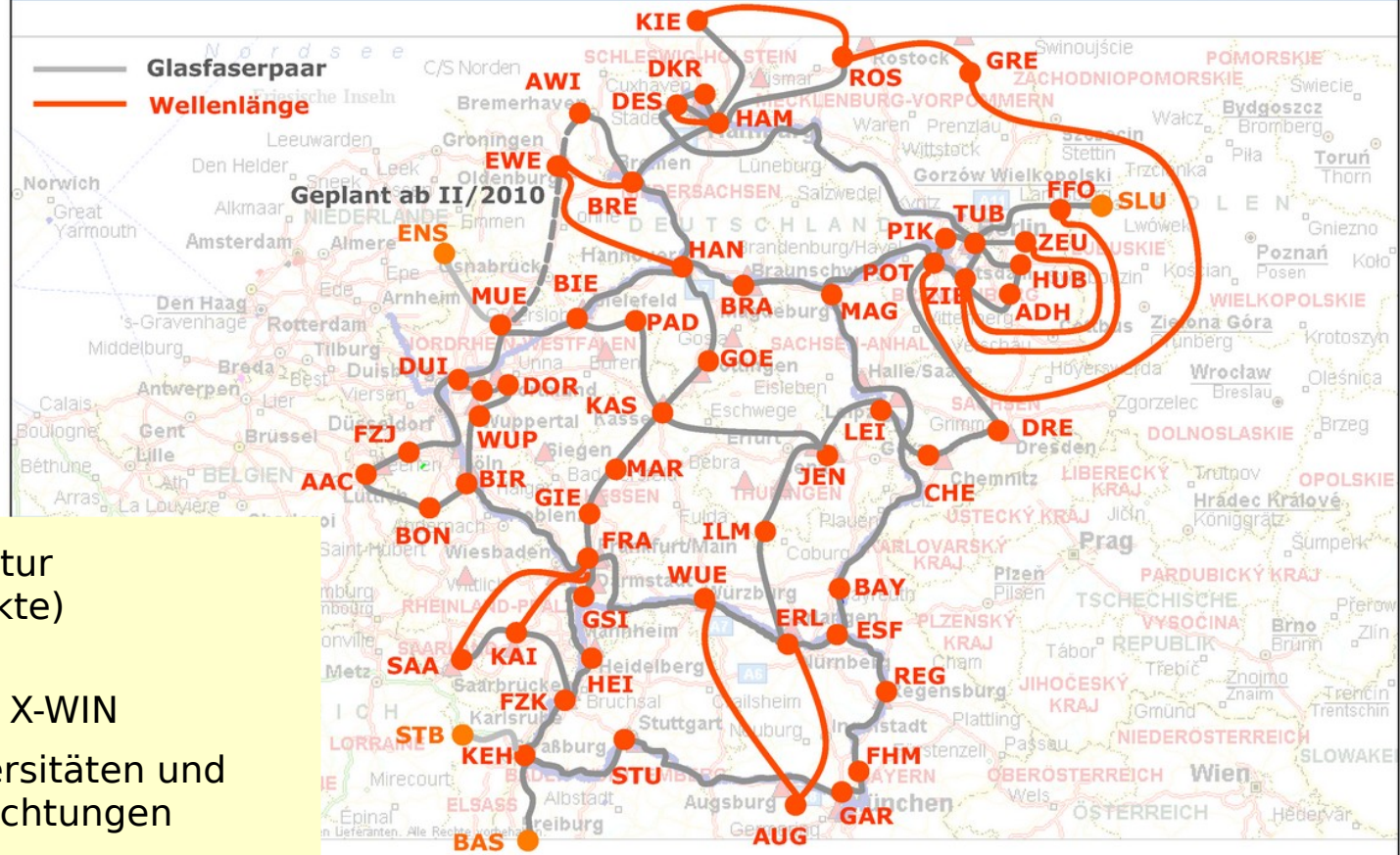
- Kommunikationsinfrastruktur für einen begrenzten geographischen Bereich (10m - wenige km)
- **Üblicherweise im Besitz einer Organisation**
- Übertragungskapazität bis zu 10.000 Mbit/s
- Übertragungsdauer einer Nachricht im unteren Millisekundenbereich (<10 ms)
- Einfache Verbindungsstruktur ("Simple is beautiful"), zumeist mit einheitlicher Technik
- Wichtigstes Beispiel: **(Gigabit-)Ethernet**

Metropolitan Area Network (MAN)

- Überbrücken größere Distanzen als ein LAN, Einsatz z.B. im Städtebereich
- Oftmals Zusammenschaltung mehrerer LANs
- Struktur zumeist regulär
- Wichtiger Unterschied: Wegerechte erforderlich
- Faktisch geht der Trend zur Nutzung von optischer Ethernet-Techniken (Metro-Ethernet)

Wide Area Network (WAN)

Topologie X-WiN



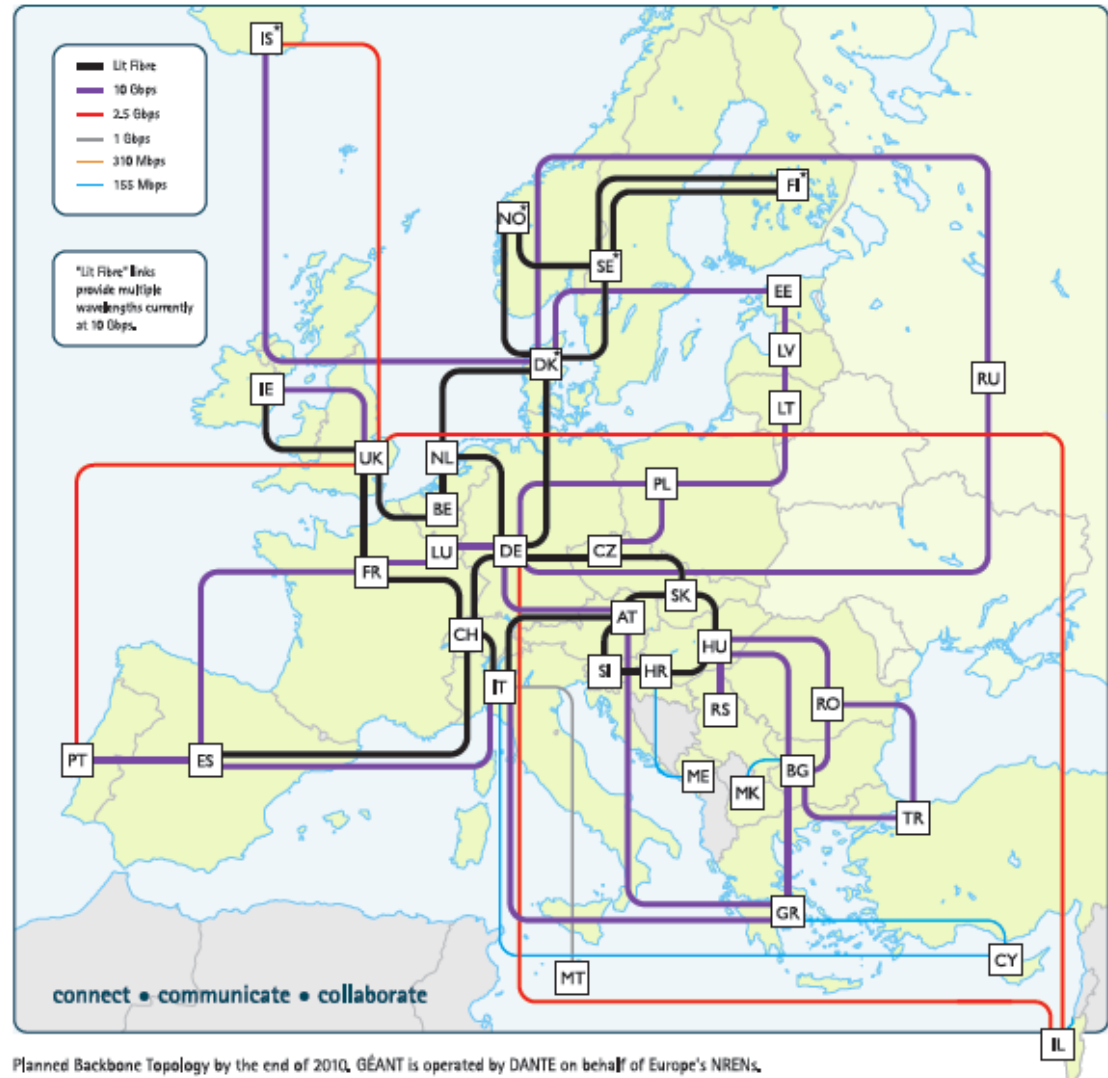
- Irreguläre Struktur (Übergangspunkte)
- Hier: deutsches Forschungsnetz X-WiN
- verbindet Universitäten und Forschungseinrichtungen in Deutschland
Geplant: 1.6 TBit/s Datenrate

Stand 2010

Wide Area Network (WAN)

Zentraler Knotenpunkt
Frankfurt – Anschluss an
das europäische
Wissenschaftsnetz
Geant

Weiterhin in Frankfurt
und Hamburg:
interkontinentale
Anschlüsse.



Wide Area Network (WAN)

