



Kommunikationsnetze

Kapitel 1: Einführung

Vorlesung Kommunikationsnetze

Wintersemester 2021/22

Prof. Dr.-Ing. Peter Roer



Kapitelübersicht

1.1 Einleitung

1.2 Kommunikationsnetze – Einführung

- Bestandteile von Kommunikationsnetzen
- Rollen: Client und Server
- Begriff: Netztopologie

1.3 Lokale Netze (LAN), Weitverkehrsnetze (WAN), Internet

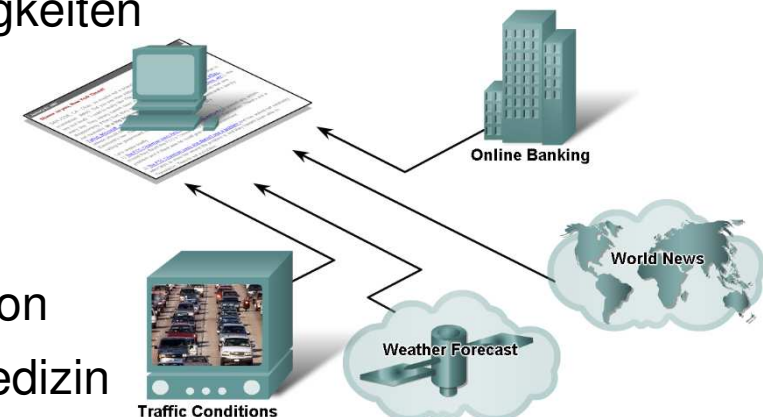
1.4 Konvergente Netze (Next Generation Networks)

1.5 Ausblick: Prognosen und Trends

1.1 Einleitung

Zentrale Bedeutung der **Netzwerkinfrastruktur** für die Gesellschaft

- Kommunizieren, Informationen abrufen oder verbreiten, einkaufen, spielen, lernen, ...
- Home Office, Ortsunabhängigkeit von Tätigkeiten
- Mobilität und Mobilitätsunterstützung
- Internet der Dinge, Industrie 4.0
- Smart Cities, Smart Grids
- Autonomes Fahren, Car-to-x Communication
- Vernetzung im Gesundheitswesen, Telemedizin
- Gesellschaftlicher Diskurs
- und viele mehr ...



[Bild: Cisco]

Migration zu **IP-basierten** Netzen

- IP zentrales Protokoll für Datentransport in nahezu allen Netzarchitekturen
- „Multimedia over IP“ Netze lösen herkömmliche Netze ab
- Globale Communities über das Internet

IP = Internet Protocol

Einleitung

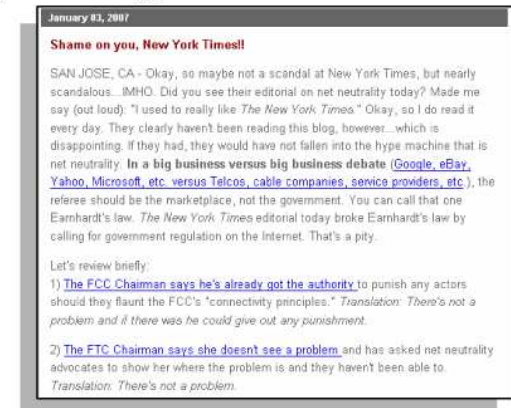
Beispiele für populäre Anwendungen

- Email, World Wide Web, ...
- Instant Messaging
 - Direkte Text-Kommunikation von zwei oder mehr Personen
- Weblogs (Blogs)
 - Internetinhalte (Web-Seiten), die von jedermann gepflegt werden
- Podcasts
 - Audioinformationen, die von jedem zur Verfügung gestellt werden
- Wikis, Collaboration Tools, Online Spiele, Online Shopping, Soziale Netzwerke, Cloud-Dienste, Video on Demand, ...

Instant Messaging



Weblog



Podcasting



Bild: Cisco]



1.2 Kommunikationsnetze - Einführung

Unterscheidung nach Netzgrößen

Verbinden einige wenige Computer untereinander und mit dem Internet



Small Home Networks



Small Office/Home Office Networks

Ein (kleineres) Netz, welches außerdem sicher an ein Firmennetz angebunden werden kann.

Viele Standorte mit Hunderten oder Tausenden von Computern



Medium to Large Networks



World Wide Networks

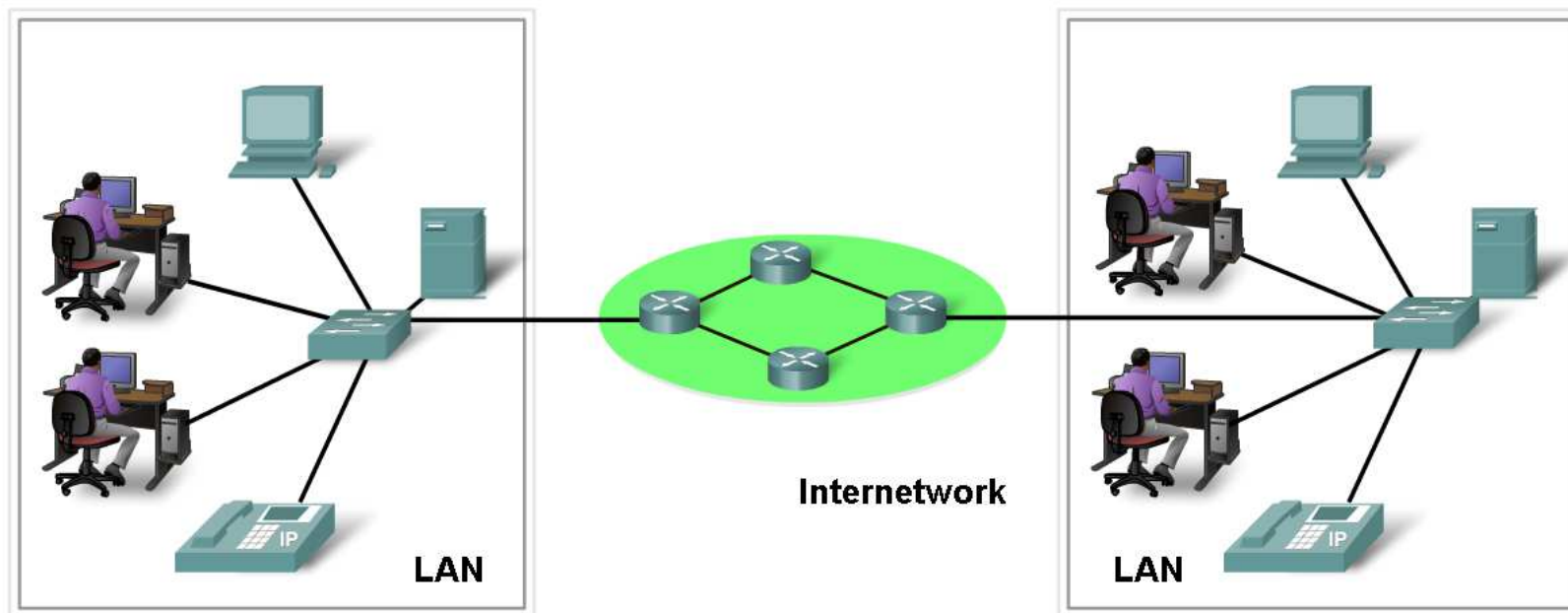
Verbinden viele Einzelnetze weltweit mit Hunderten von Millionen Computern

[Bild: Cisco]

Bestandteile von Kommunikationsnetzen

Kommunikationsnetze umfassen 3 Komponenten:

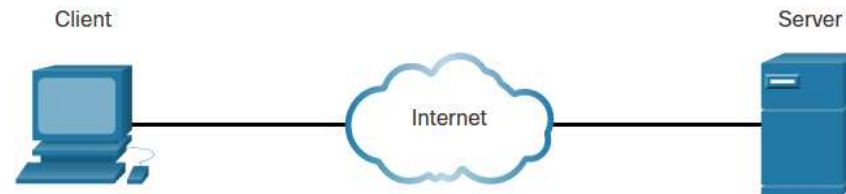
- **Geräte** (Hardware): Endgeräte, Hub, Switches, Router, Firewalls etc.
- **Übertragungsmedien**: Kupferkabel, Glasfaser, drahtlose Übertragung
- **Dienste** (Software): Netzanwendungen, Protokolle, Prozesse, ...



[Bild: Cisco]

Endgeräte

- __ Bilden die Schnittstelle zu den Anwender*innen
- __ Beispiele: Computer, Netzwerkdrucker, VoIP-Telefon, mobile Endgeräte, ...
- __ Werden als „**Hosts**“ bezeichnet
- __ Sind Quelle oder Ziel einer zu übertragenden Nachricht
- __ Müssen eine eindeutige Adresse erhalten (IP-Adresse)



- __ Die installierte Software (SW) bestimmt die **Rolle** eines Endgerätes:
 - **Server-Software** ermöglicht die Bereitstellung von Informationen oder Kommunikationsdiensten für andere
 - **Client-SW** ermöglicht den Abruf und Anzeige von Informationen von Servern
 - Beides – Gerät arbeitet aktuell **fallweise** entweder als Server oder als Client

Host Rollen

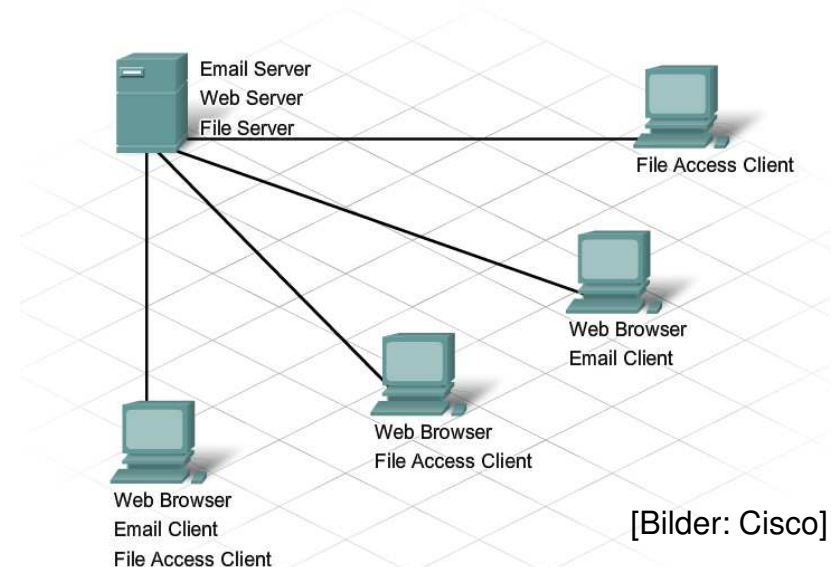
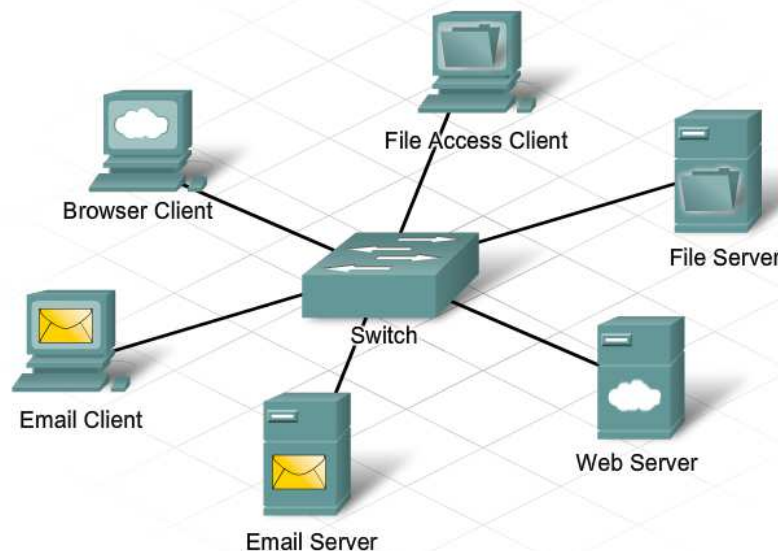
Server: stellen Informationen oder Dienste zur Verfügung

- Pro Dienst ein eigener Server (Software), auch auf einem Rechner (Endgerät) möglich

Client: Abruf von Informationen von Servern

- Auf einem Endgerät viele simultane Clients (Software) möglich

Beispiel: Email, FTP und WWW- Dienste

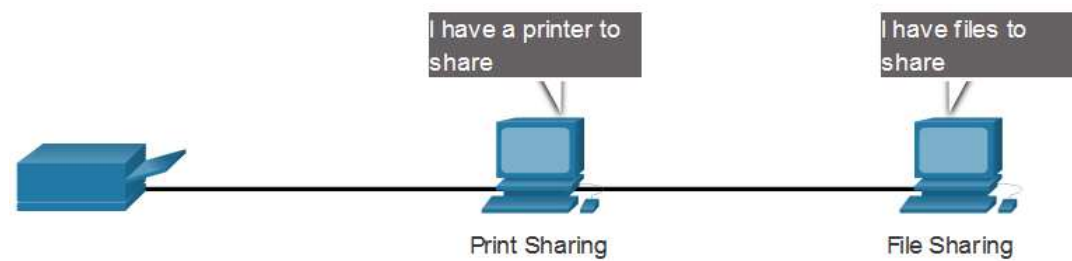


[Bilder: Cisco]

Host Rollen

Beides: Peer-to-Peer Anwendungen

- Endgerät nimmt fallweise die Rolle eines Clients oder Servers an



[Bild: Cisco]

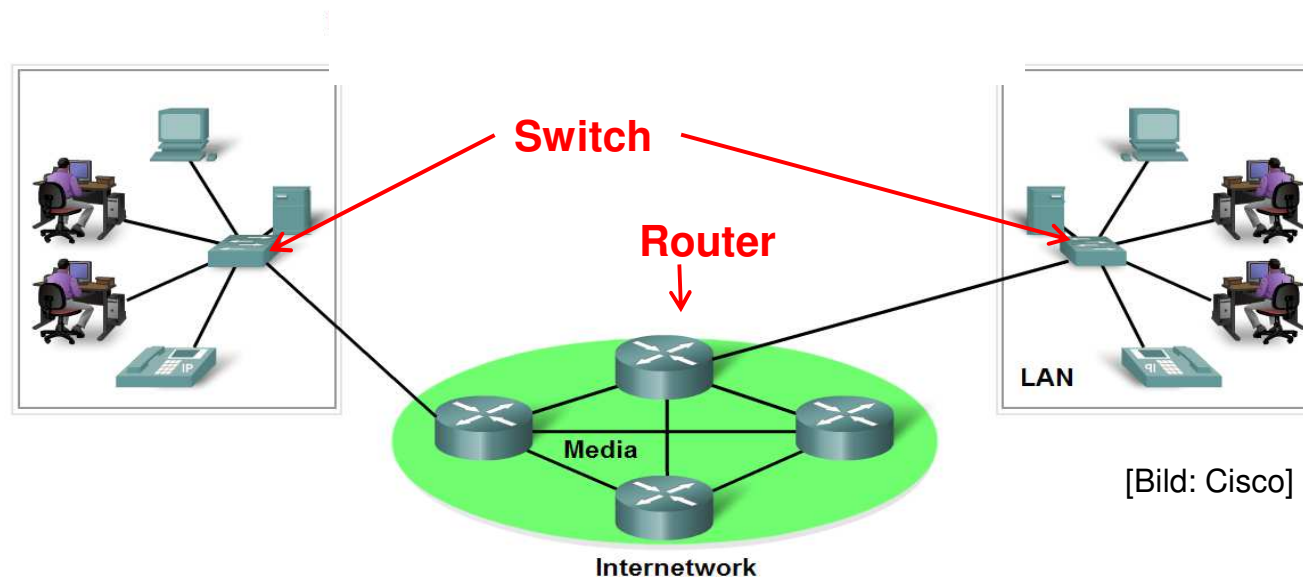
- nur empfehlenswert für kleinere (sehr kleine) Netze

Vorteile	Nachteile
Einfach aufzusetzen	Keine zentrale Administration
Weniger complex	Nicht so sicher
Geringere Kosten	Nicht skalierbar
In der Regel nur für einfache Aufgaben: z.B. file / print sharing	Geringere Performance

Netzwerkgeräte

Netzwerkgeräte („Intermediary Devices“)

- stellen die Anschlüsse an Netze zur Verfügung (**Access Devices**, z.B. Switches, Wireless Access Points)
- verbinden unterschiedliche Netze (z.B. **Router**)
- verbinden Segmente innerhalb eines einzelnen Netzes (Switches, Hubs,...)
- stellen Sicherheitsmechanismen bereit (**Security Devices**, z. B. Firewalls)



Übertragungsmedien

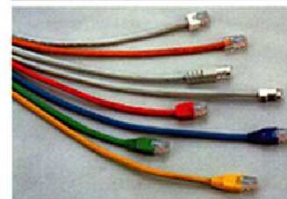
Übertragungsmedien bilden den **Kanal**, über den die Nachrichtenübertragung mittels **geeigneter Signalformen** erfolgt

Signalübertragung in Kommunikationsnetzen

- **Drahtgebunden**
 - Kupferkabel
 - Glasfaser
- **Drahtlos**
 - Funknetze (z.B. Wireless LAN)

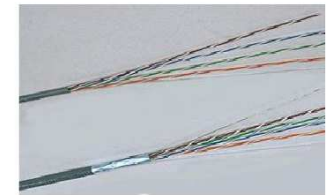
Auswahlkriterien:

- Reichweite, Einsatzort, Datenrate, Kosten, ...

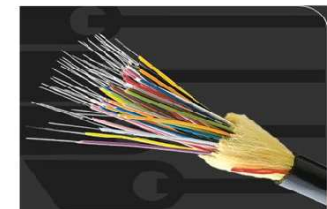


Network Media

Copper



Fiber Optics

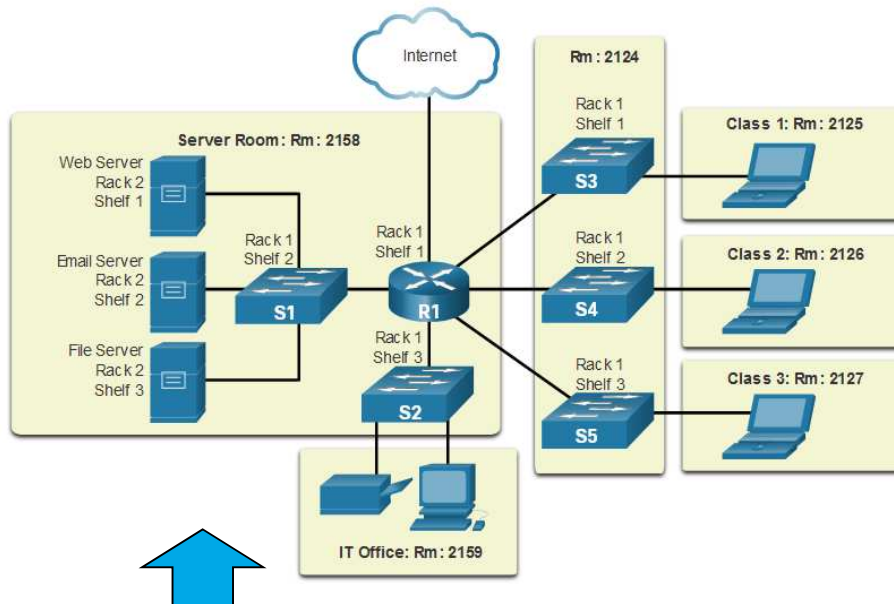


Wireless



[Bild: Cisco]

Kommunikationsnetze: Topologie

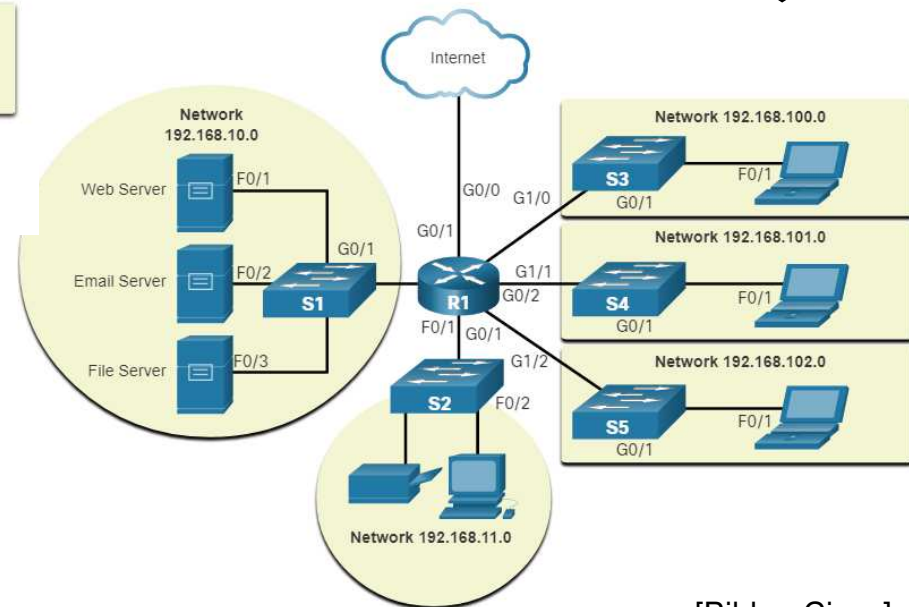


Physikalische Topologie

- Beschreibt die **räumliche Anordnung** vorhandener Komponenten, Anschlüsse, Kabelwege, etc.

Logische Topologie

- Beschreibt die **logische Struktur** eines Netzes: Gerätetypen, logische Verbindungen, Adressierung, ...



[Bilder: Cisco]

1.3 LAN, WAN, Internet

Lokale Netze (LAN)

Local Area Networks (LAN)

- begrenzte geographische Reichweite
- verbinden Netze und Teilnehmer an **einem Standort**: Haushalt, Firma, Campus.
- bieten Kommunikationsdienste für eine **einzelne Institution**
- Betrieb unter **lokaler Verantwortung** der betreibenden Institution

Typisch für LAN-Technologien:

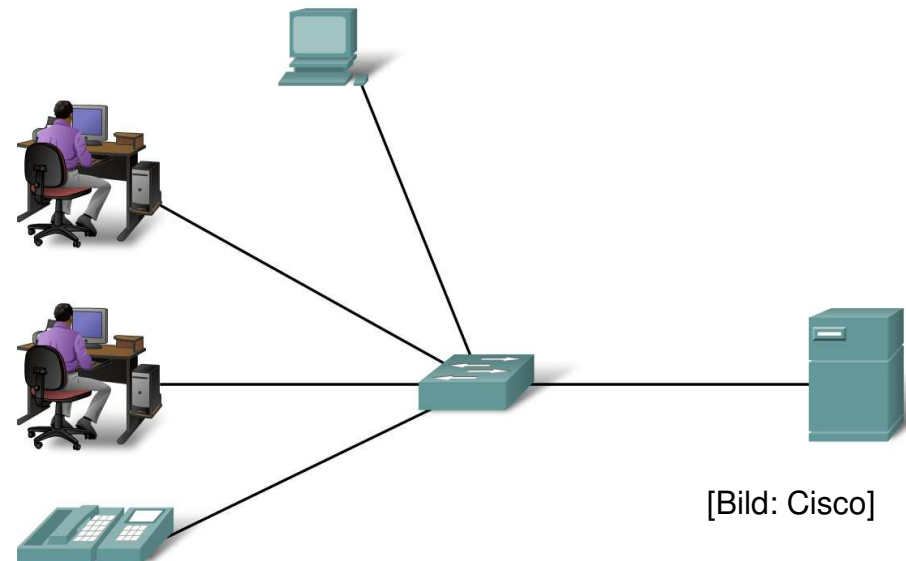
- sehr hohe Datenraten
- **Mehrfachzugriffsverfahren**

Beispiele:

- **Ethernet, WLAN**
- (früher auch: Token Ring, FDDI)

Typische Geräte:

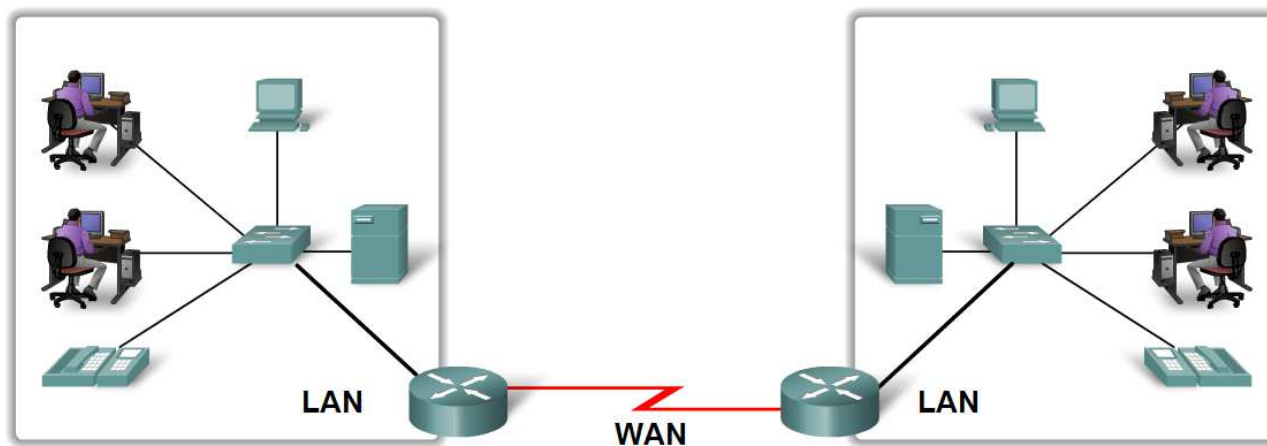
- **Switch, WLAN Access Point**: Anschluss von Endgeräten (früher auch Hubs)
- **Router** zur Anbindung des LANs an andere Netze



Weitverkehrsnetze (WAN)

Wide Area Networks (WAN) – Eigenschaften:

- häufig **große** geographische Reichweite (regional, global)
- verbinden Netze und Teilnehmer an **unterschiedlichen** Standorten
- Betrieb durch **Telekommunikationsanbieter**
- Bieten **kostenpflichtige Kommunikationsdienste** an, z. B. zur Vernetzung von LANs über Mietleitungen, DSL-Anschlüsse, ISDN, ...
- Ursprünglich getrennte Netze für Sprach- und Datenkommunikation, heute weitgehend IP-basierte Multiservice-Netze (**Next Generation Networks**)

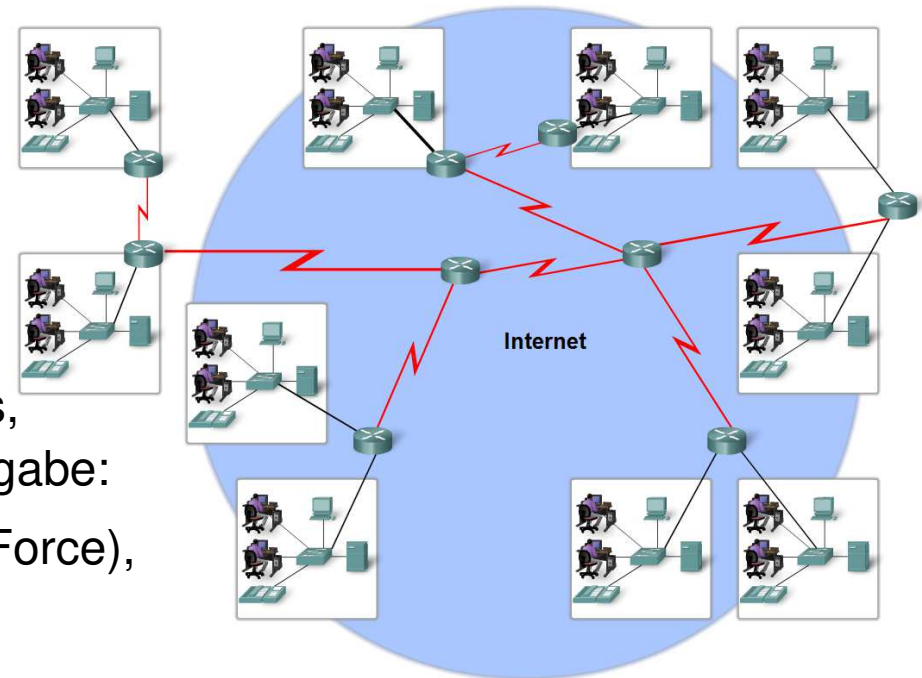


[Bild: Cisco]

Was ist das Internet?

Ein globaler Zusammenschluss vieler verschiedener Netze

- Die einzelnen Netze werden dezentral betrieben, finanziert und kontrolliert
- Die einzelnen Netze kooperieren auf der Basis weltweiter Standards und Protokolle der **TCP/IP-Protokollfamilie**
- Endsysteme (z.B. Rechner) kommunizieren mit Hilfe **standardisierter Anwendungen** über die Protokolle der TCP/IP Protokollfamilie.
- Zentrale Koordination der Standards, Protokolle, Adress- und Namensvergabe:
 - **IETF** (Internet Engineering Task Force),
 - **IAB** (Internet Architecture Board),
 - InterNIC, DeNic (Deutschland)



[Bild: Cisco]

NIC=Network Information Center

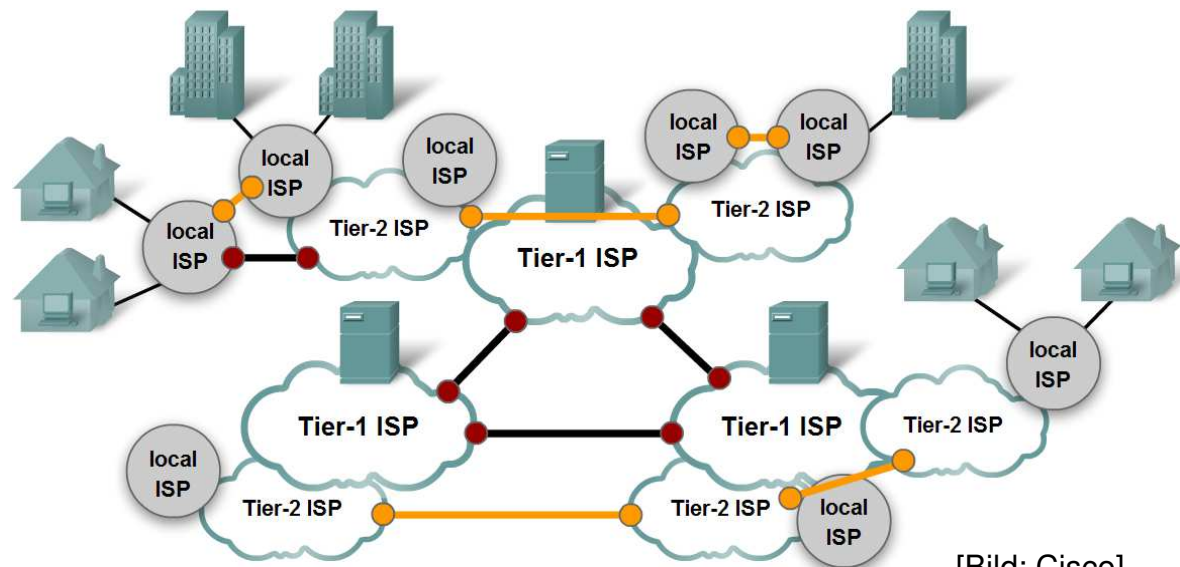
Was ist das Internet?

Das Internet weist eine **hierarchische Struktur** bzgl. Verbindungen, Adressierung, Domain Namen auf:

- **Globale / regionale / lokale Netzbetreiber** kontrollieren und finanzieren ihr eigenes Teilnetz
 - Netzbetreiber der gleichen Hierarchieebene vereinbaren untereinander Peerings und bezahlen für den Datentransport an Betreiber höherer Ebenen

- **Internet Service Provider (ISP)**

ermöglichen
den Zugriff für
einzelne
Einrichtungen
oder Personen

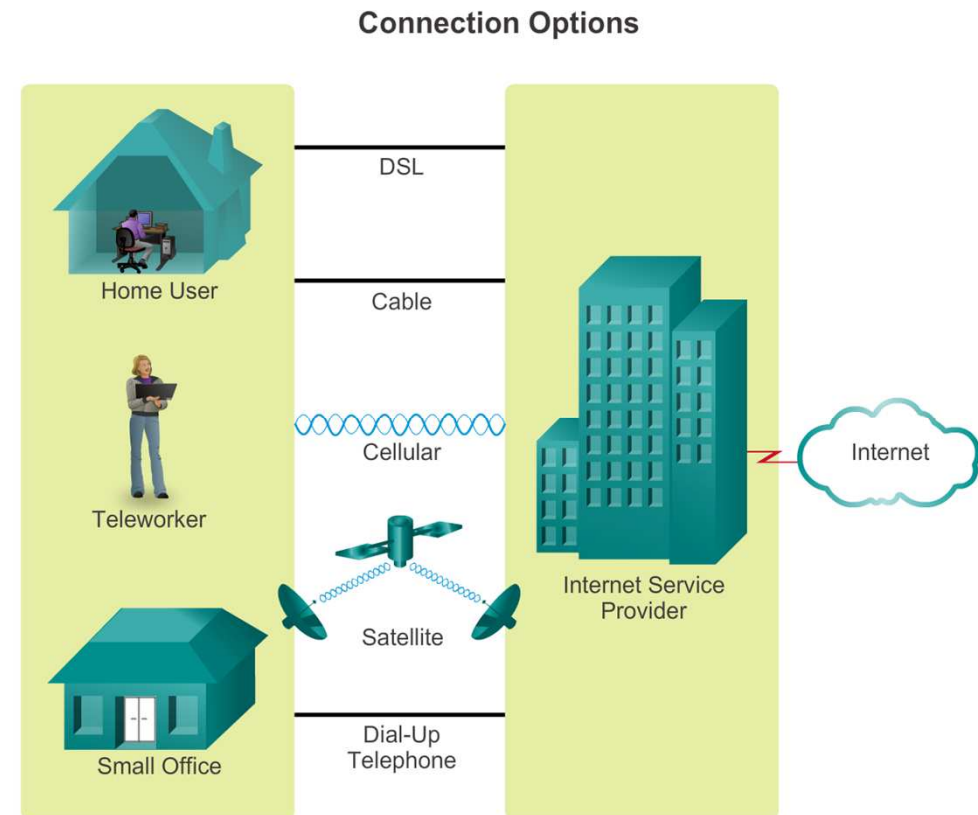


[Bild: Cisco]

Internet: Anbindungsmöglichkeiten

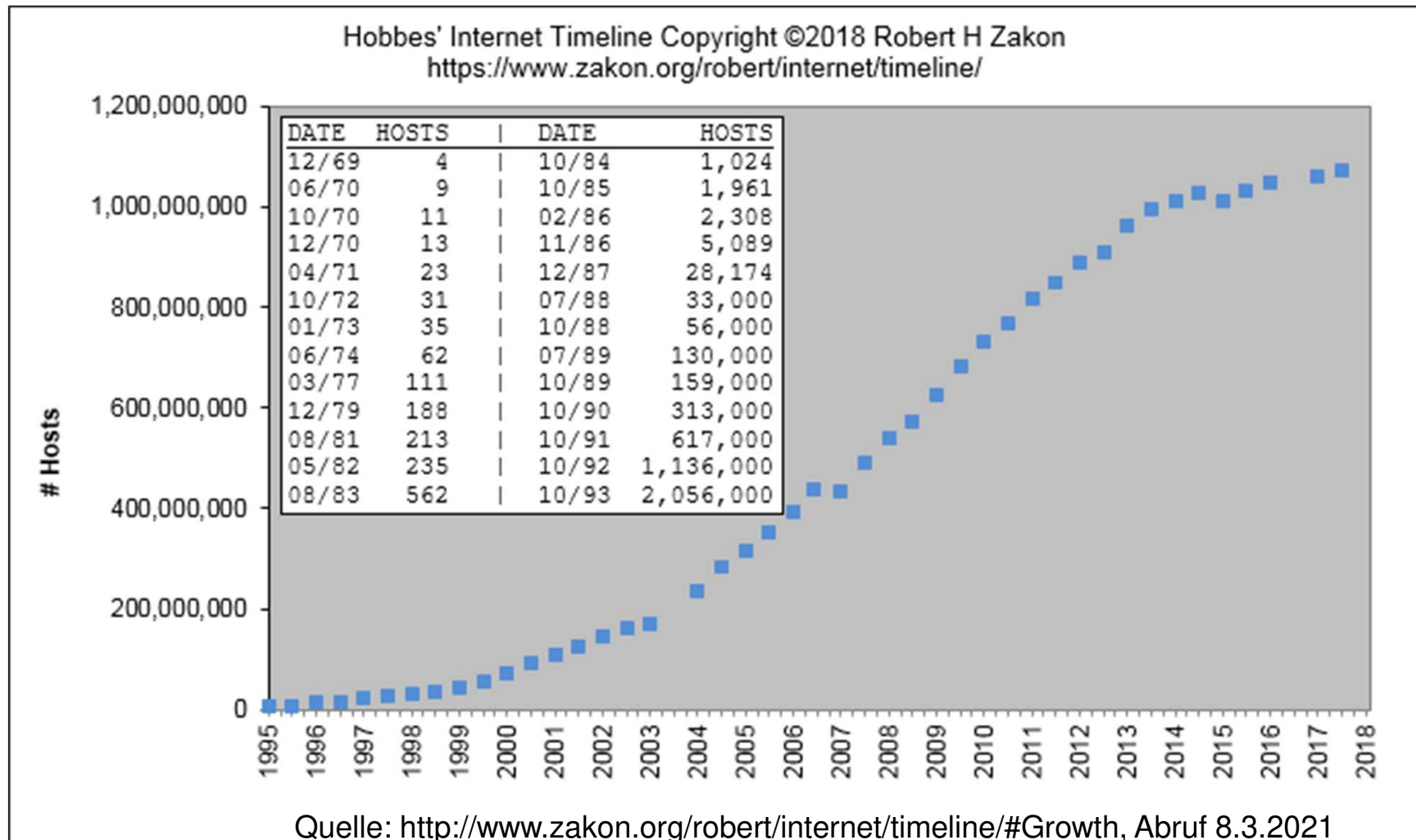
Verschiedene Arten der Internetanbindung, z.B. über

- DSL-Technologien
- Kabelmodem
- Glasfaseranschlüsse (Fibre to the Home, FTTH)
- Mobilfunknetze (z.B. GSM, UMTS, LTE)
- Einwählverbindungen (Telefonie, ISDN)
- Satellitenmodem
- Mietleitungen
- Ethernet WAN
- ...



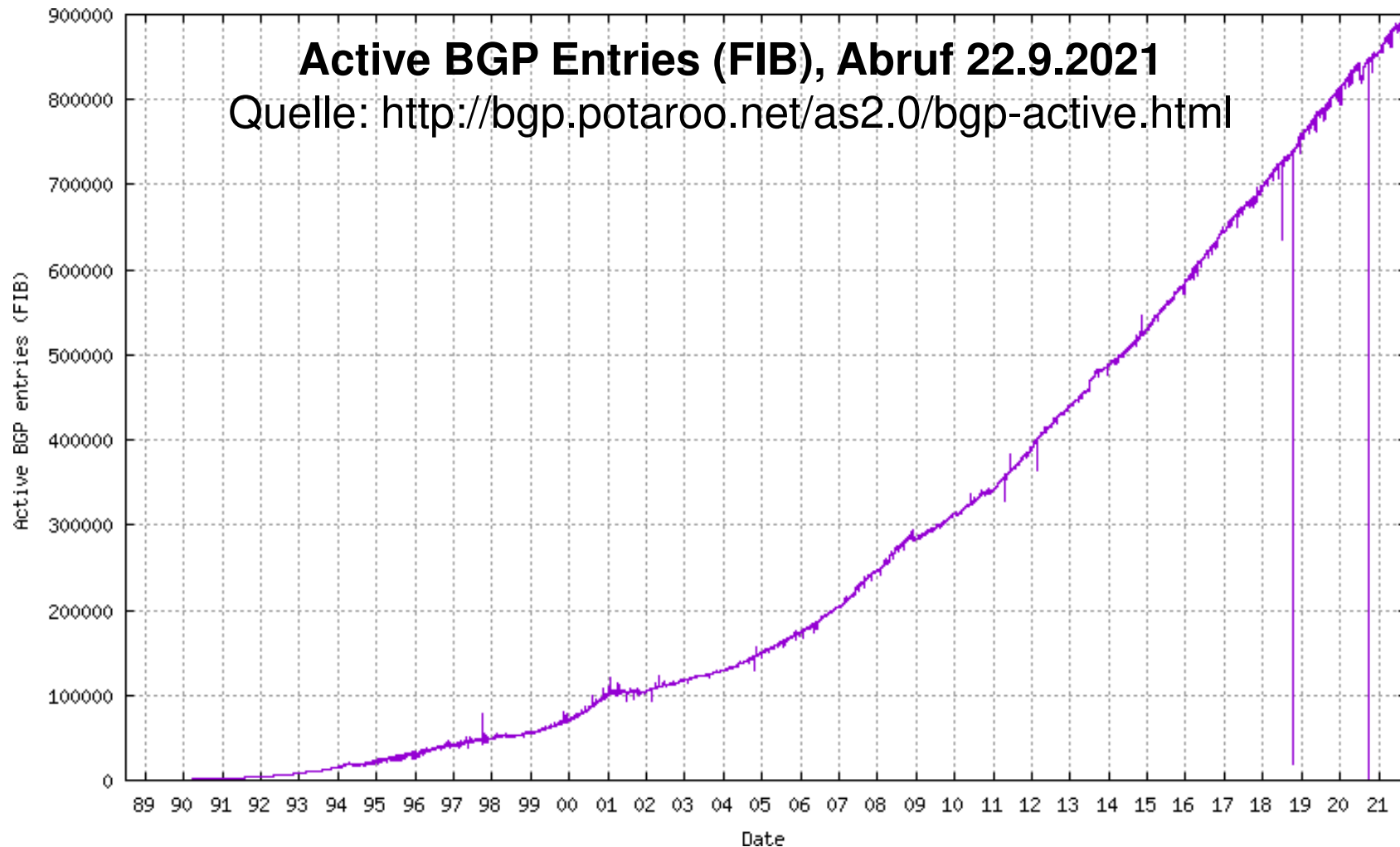
Internet: Wachstum und Skalierbarkeit

Beispiel: Anzahl der registrierten Internet Hosts (DNS A Records)



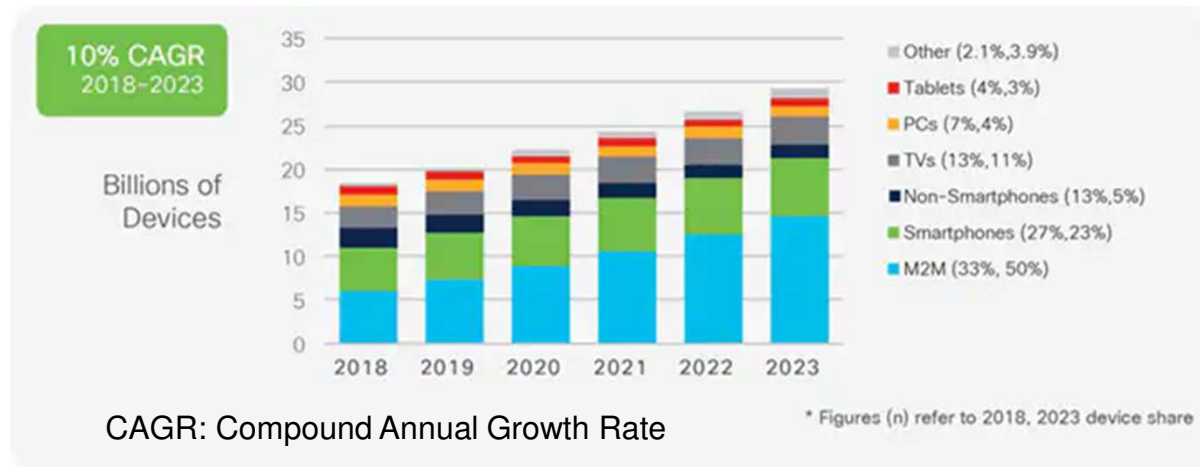
Wachstum und Skalierbarkeit

Beispiel: Globale Routing-Einträge (IPv4)



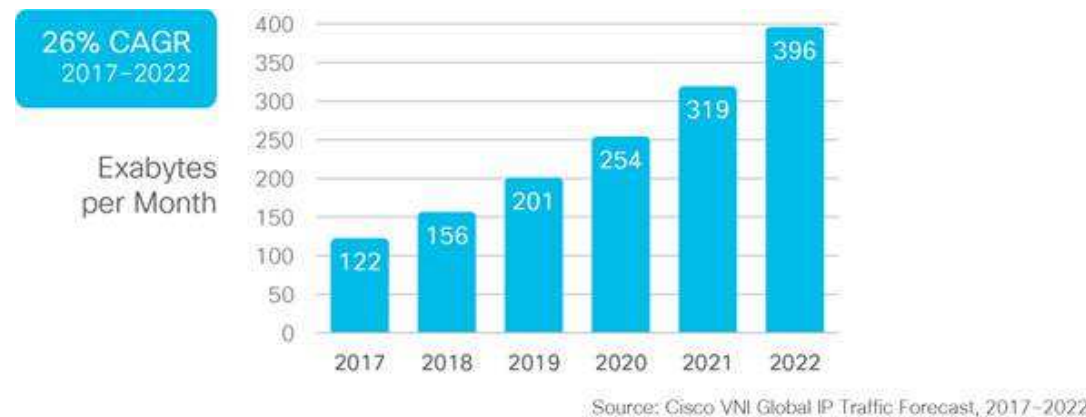
Internet Wachstum: Prognosen

Anzahl der Geräte am Internet



[Quelle: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2018-2023,
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html> (Abruf 14.09.2020)]

Wachstum des weltweiten Internet-Verkehrs



Historische Entwicklung:

Year	Global Internet Traffic
1992	100 GB per day
1997	100 GB per hour
2002	100 GB per second
2007	2,000 GB per second
2017	46,600 GB per second
2022	150,700 GB per second

Exabyte = eine Trillion (10^{18}) Bytes = eine Milliarde Gigabyte

[Quelle: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2017-2022,
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html> (Abruf 29.8.2019)]

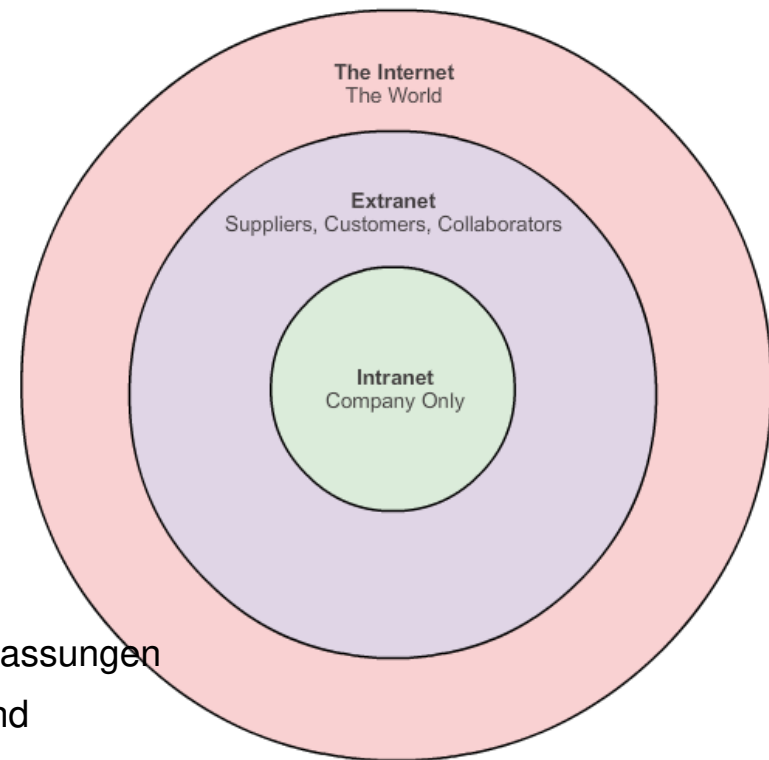
Intranet und Extranet

... sind Begriffe aus der Unternehmenskommunikation

— **Intranet:** Firmeninternes, privates Unternehmensnetz für den Zugriff auf Daten und Anwendungen.

— **Extranet:** Netzwerk für Kunden, Zulieferer usw. für den beschränkten Zugriff auf Unternehmensdaten und Anwendungen

- Beispiele für Extranets:
 - Automobilhersteller – Zulieferer – Vertriebsniederlassungen
 - Sparkassenverbund / Volks- und Raiffeisenverbund
 - Zentral Bank(en), Rechenzentralen, Versicherungen, Fondgesellschaften, Bausparkassen



[Bild: Cisco]



Übung: Zuordnen

- | | |
|---------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. Netz, z.B. für Unternehmensverbände | a) LAN |
| 2. Definiert Internetstandards und Protokolle | b) WAN |
| 3. Verbund vieler LANs und WANs | c) Internet |
| 4. Beispiele sind Router und Switches | d) Intranet |
| 5. Regelt die Kommunikation | e) Extranet |
| 6. Koordiniert Namen/Domains im Internet | f) Netzwerkgeräte |
| 7. Netz größerer geographischer Ausbreitung | g) Endgeräte |
| 8. Beispiele sind Smartphones und Laptops | h) Übertragungsmedium |
| 9. Hierüber werden Signale übermittelt | i) Protokoll |
| 10. Firmeninternes Netz mit geregelter Zugang | j) ISP |
| 11. Örtlich begrenztes Netz, einzelne Institution | k) InterNIC |
| 12. Bietet Internet Services an | l) IETF |

1.4 Konvergenz der Netze

— Ursprünglich wurden Kommunikationsnetze nur für einen bestimmten Kommunikationsdienst aufgebaut => Früher: Getrennte Netze für

- Sprachkommunikation: z.B. Telefonnetz, ISDN, GSM
- Verteilkommunikation: Rundfunk- und Fernsehnetze
- Datenkommunikation: Rechnernetze, Internet

— Heute: Diese Netze sind zu **Multiservicenetzen** zusammengewachsen

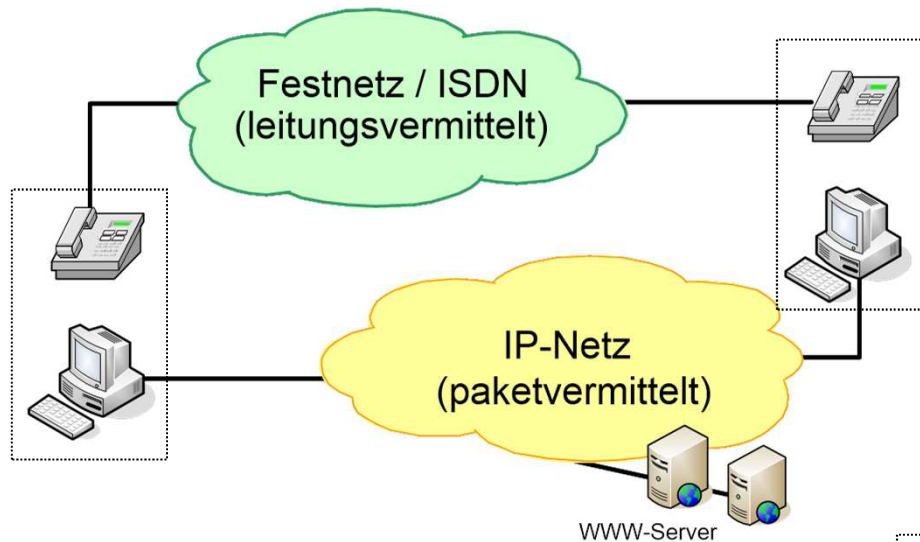
- Breitbandnetze für Sprache, Daten, Audio, Video, Multimedia
- Internet, UMTS/LTE/5G, Kabelnetze
- Erfordert Dienstgüteunterstützung (**Quality-of-Service, QoS**) Mechanismen für zeitkritische Dienste (Sprache, Video)

— Technologienname: **Next Generation Network**

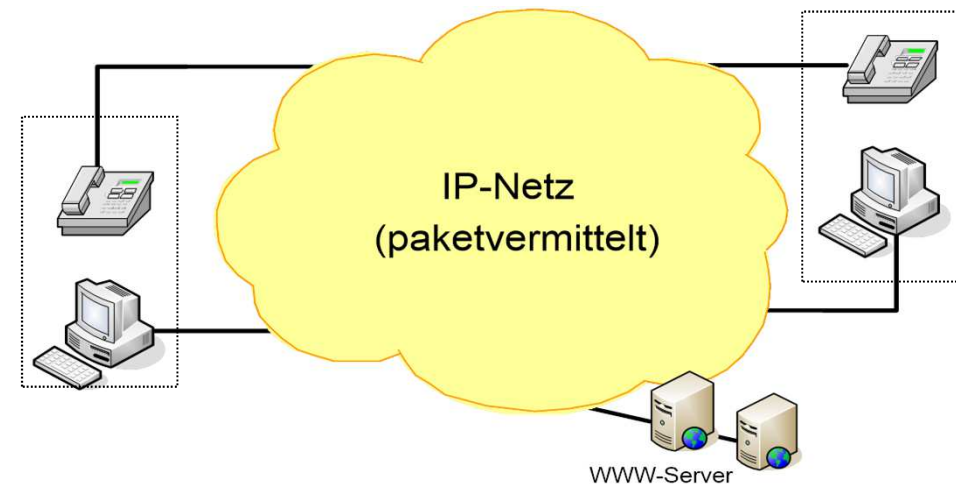
- Zentrale Eigenschaft: nur eine – **IP-basierte** – Netzplattform (mit QoS)
- Konvergenz mobiler und festnetzbasierter Kommunikation

Beispiel: Voice over IP (VoIP)

Konventionell: **Getrennte Infrastrukturen**
für Sprach- und Datennetze:



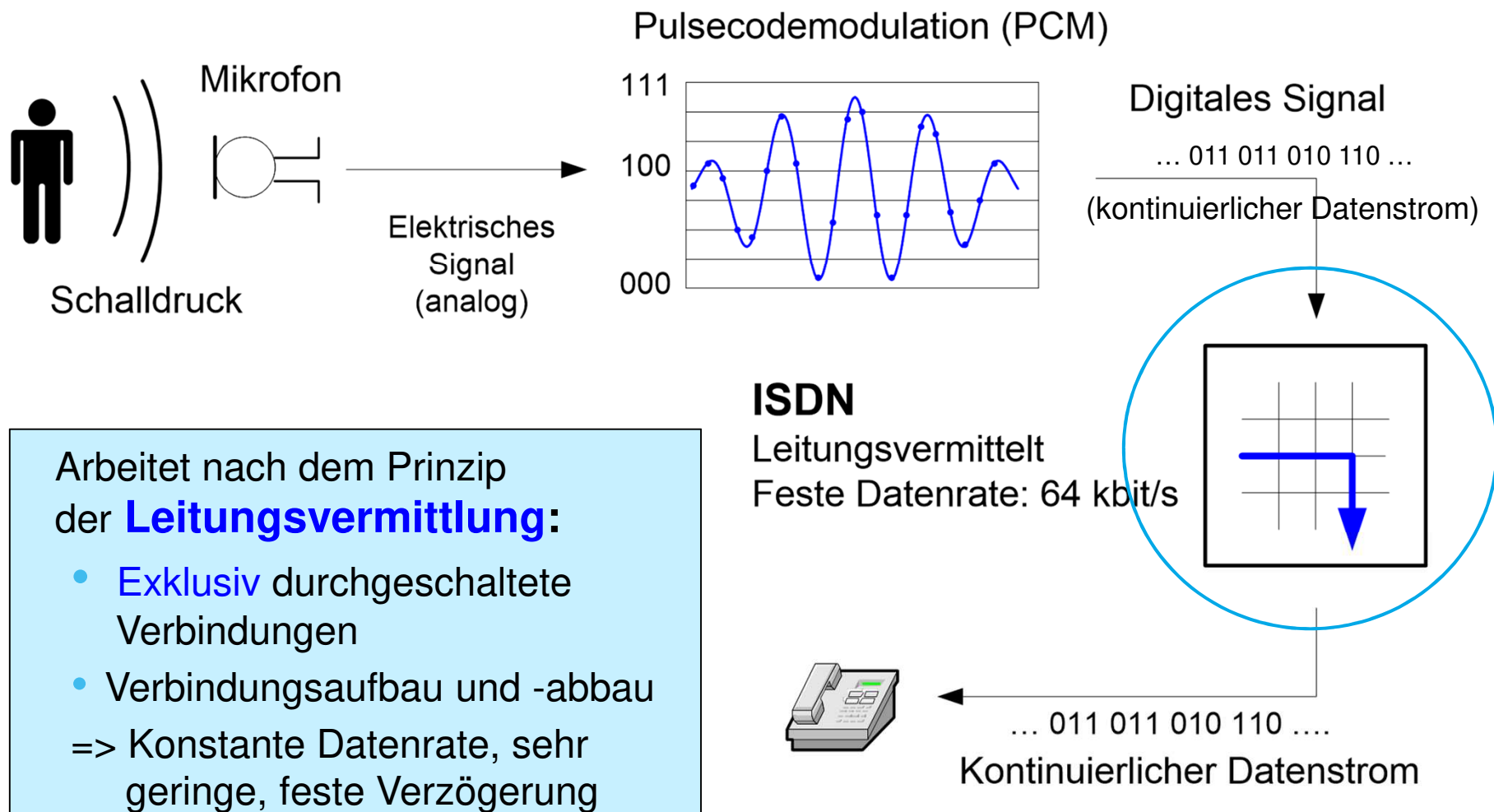
Bei Einsatz von VoIP: Eine **gemeinsame, IP-basierte Netzinfrastruktur**:



Herkömmliche Sprachübermittlung (Beispiel ISDN)

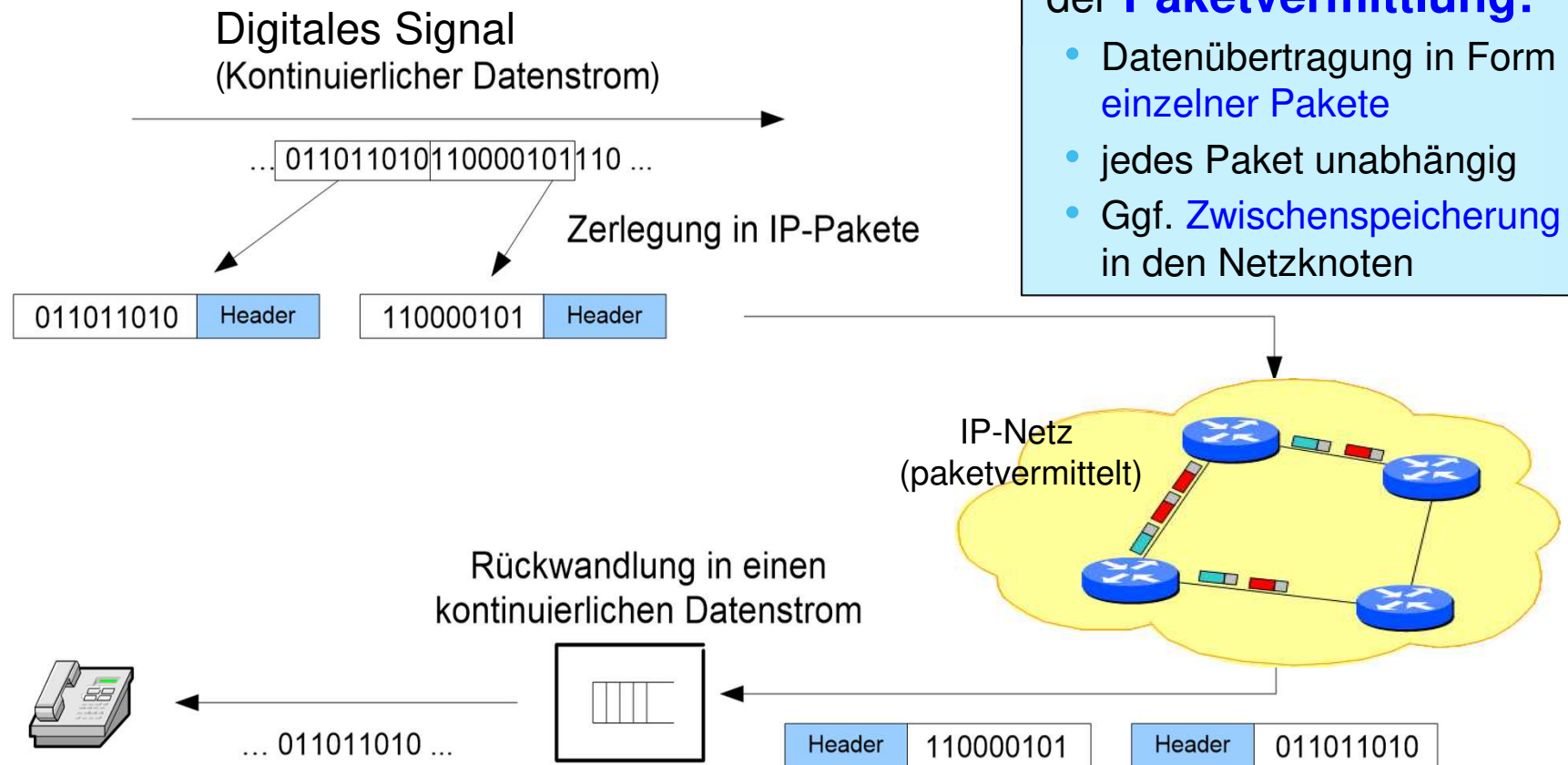


HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Sprachübermittlung bei VoIP

Wandlung bis zum digitalen Signal z.B. wie bisher (PCM)



Arbeitet nach dem Prinzip der **Paketvermittlung**:

- Datenübertragung in Form einzelner Pakete
- jedes Paket unabhängig
- Ggf. **Zwischenspeicherung** in den Netzknoten

=> Voice over IP-Pakete werden **verzögert übertragen** und erfahren dabei auch **unterschiedliche Verzögerungen** („Jitter“)

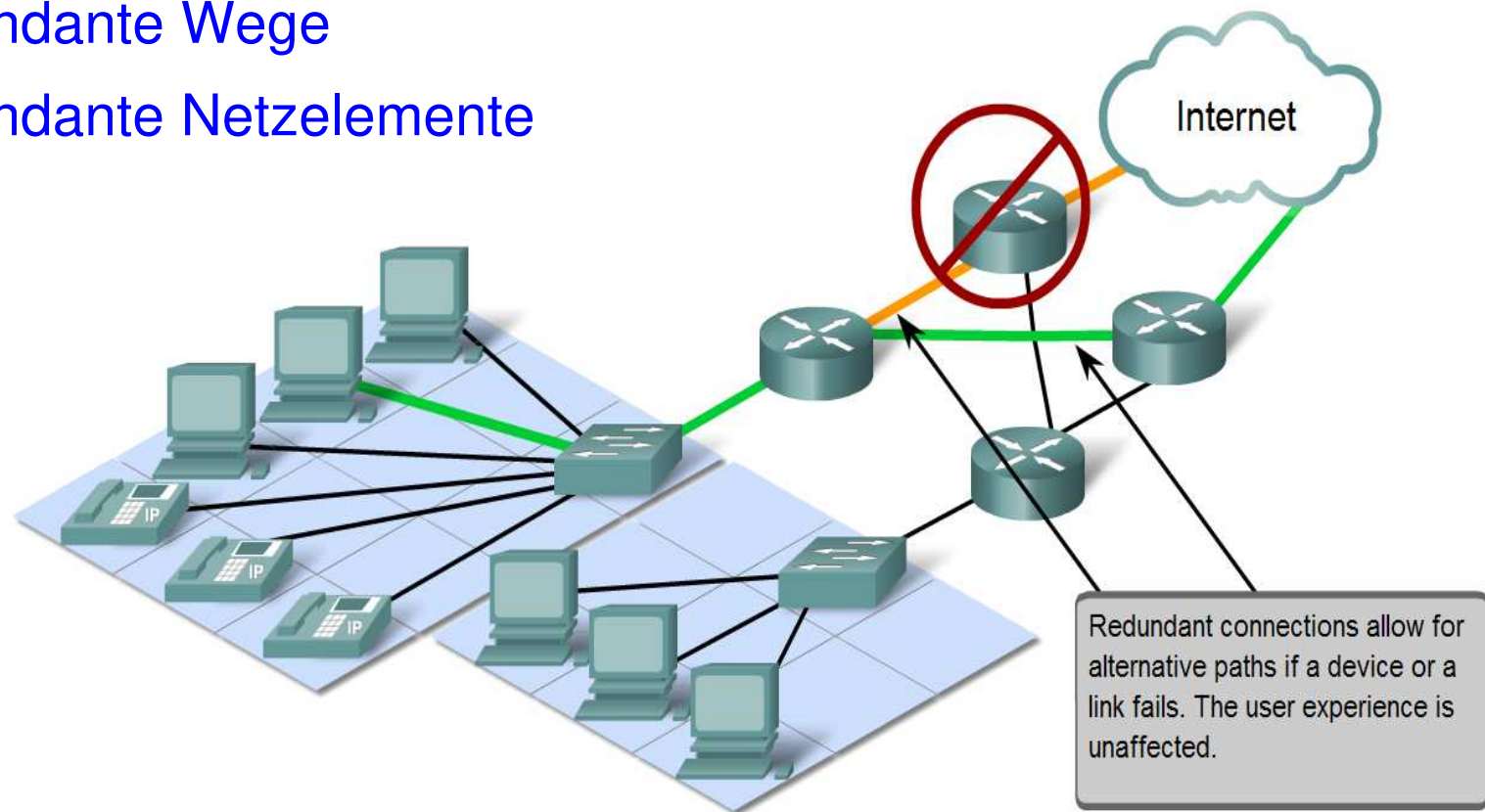
Anforderungen an zuverlässige Kommunikationsnetze

- Moderne Kommunikationsnetze unterstützen **viele verschiedene** Anwendungen und Dienste mit **unterschiedlichen** Anforderungen
- Sie arbeiten auf Basis unterschiedlicher Übertragungstechniken
- Zuverlässige Netze (reliable networks) erfüllen die Ansprüche der Nutzer*innen durch:
 - **Fehlertoleranz** (fault tolerance)
 - **Skalierbarkeit** (Scalability)
 - **Dienstgüte Mechanismen** (Quality of Service - QoS)
 - **Sicherheit** (Security)

Fehlertoleranz

Fehlertolerante Netze **minimieren die Auswirkungen von Ausfällen** (Leitungen, Geräte) und ermöglichen eine schnelle Wiederherstellung nach einem Ausfall.

- Redundante Wege
- Redundante Netzelemente

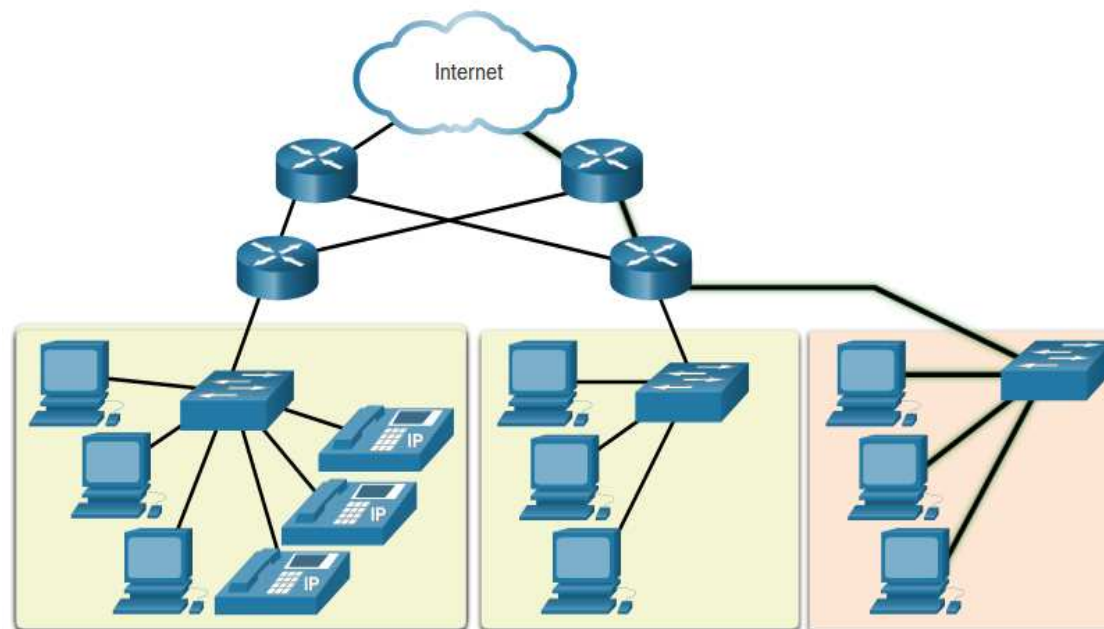


[Bild: Cisco]

Skalierbarkeit

Skalierbare Netze können einfach um neue User oder Anwendungen **erweitert** werden, ohne dass dadurch die Performance der Dienste für bestehende User beeinflusst wird.

- Erfordert eine gut geplante, systematische (z.B. hierarchische) Netzarchitektur



Additional users and whole networks can be connected to the Internet without degrading performance for existing users.

[Bild: Cisco]

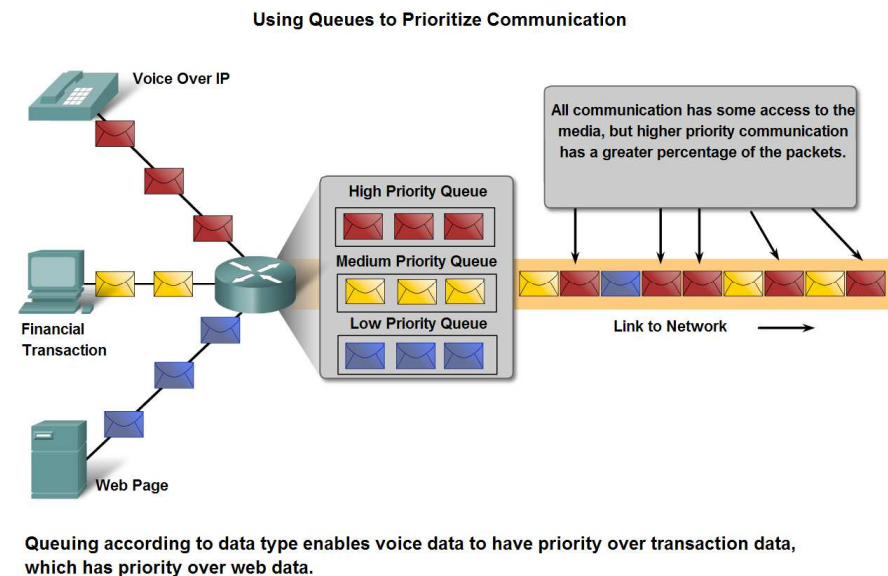
Dienstgüte (Quality of Service)

Bestimmte Kommunikationsdienste haben Mindestanforderungen an die Übertragung von Daten, die auch in stark ausgelasteten Netzen erfüllt werden sollen, zum Beispiel:

- Geringe **Verzögerung** (Delay) und **Verzögerungsschwankungen** (Jitter) bei Sprache oder Video
- Keine **Paketverluste** bei reiner Datenübertragung

Erfordert die Einführung von **QoS-Maßnahmen** in Netzen, z.B.

- Priorisierung von Diensten
- Klassifizierung von Paketen
- Getrennte Warteschlangen mit unterschiedlichen Bedienstrategien



[Bild: Cisco]

=> QoS Maßnahmen ermöglichen die **unterschiedliche Behandlung der Pakete** verschiedener Dienste und stellen deren Dienstgüteanforderungen sicher

Sicherheit (Network Security)

Gefahren

- Störung der Verfügbarkeit von Netzen
- Diebstahl von intellektuellem Eigentum und sensiblen Daten
- Verfälschung sensibler Daten
- Vertrauensverlust

Maßnahmen

- Physikalische Sicherung von Geräten
- Zugriffsschutz für Netzwerkkomponenten und Endsysteme
- Sicherung der **Vertraulichkeit** -> Verschlüsselung
- Sicherung der **Integrität** -> Authentifizierung
- Sicherung der **Verfügbarkeit** (Schutz vor Denial of Service - DOS)

Unauthorized Transactions

1st First Bank		CREDIT CARD STATEMENT		SEND PAYMENT TO Box 1234 Anytown, USA	
ACCOUNT NUMBER	NAME	STATEMENT DATE	PAYMENT DUE DATE		
4123-239-412	John Doe	2/13/01	2/09/01		
CREDIT LINE	CREDIT AVAILABLE	NEW BALANCE	MINIMUM PAYMENT DUE		
\$1200.00	\$1074.76	\$125.24	\$20.00		
REFERENCE	SOLD	POSTED	ACTIVITY SINCE LAST STATEMENT	AMOUNT	
403087302		1/25	PAYMENT THANK YOU	-148.80	
122744980	1/12	1/15	RECORD RECYCLER ANYTOWN USA	14.80	
891020202	1/13	1/15	BISEFORANA REST ANYTOWN USA	30.55	
803487002	1/18	1/18	GREAT ESCORTATIONS BIG CITY USA	27.50	
841132936	1/20	1/21	DINO-GRV PETROLIUM ANYTOWN USA	12.26	
873083321	2/09	2/09	SHEETS 'N SUCH TERRYVILLE USA	40.10	
Previous Balance	(+)	168.80	Current Amount Due	125.24	
Purchases	(+)	125.24	Amount Paid Due		
Cash Advances	(+)		Amount Over Credit Line		
Payments	(-)	168.80	Minimum Payment Due	20.00	
Credits	(-)				
FINANCE CHARGES	(+)				
Late Charges	(+)				
NEW BALANCE	(=)	125.24			
FINANCE CHARGE SUMMARY		PURCHASES	ADVANCES	For Customer Service Call:	
Periodic Rate		1.65%	0.354%	1-800-XXX-XXXX	
Annual Percentage Rate		19.80%	19.80%	For Lost or Stolen Card, Call:	
				1-800-XXX-XXXX	
				24-Hour Telephone Numbers	



[Bild: Cisco]

1.5 Ausblick: Networking Trends

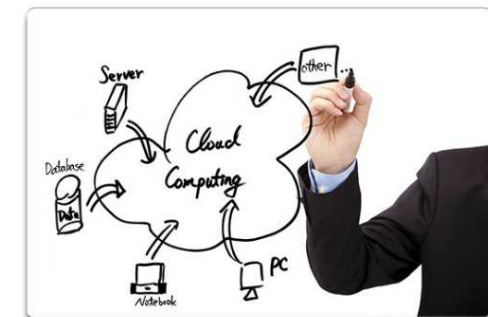
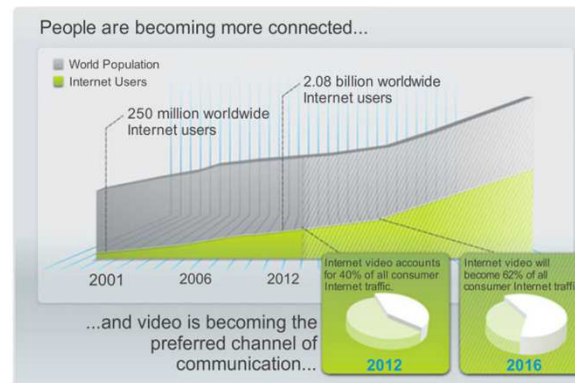
Networking Trends

- Bring your own device
 - Nutzung vieler unterschiedlicher, eigener Endgeräte (fest, mobil, etc.)
- Online Collaboration
- Video Communication
- Cloud Computing
- Internet of Things
 - Smart Home
 - Smart Grid

„Industrie 4.0“

- Netzwerkvirtualisierung
 - Network Function Virtualization (NFV)
 - Software Defined Networking (SDN)

Collaboration



[Bilder: Cisco]