

# Willkommen bei Kommunikations- und Netztechnik!

-  
*Von Kupferkabel, Glasfaser und Mikrowelle  
über Telefon, Ethernet und TCP  
zu E-Mail, Webserver und REST.*

-  
Heute: **Übersicht.**

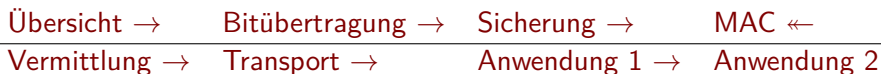


# Organisatorisches

## Arne Babenhauserheide

- Physik (Dipl., Dr., Quellen u. Senken von CO<sub>2</sub>)
- Seit 2004 p2p Netze, seit 2013 Freenet / Hyphanet
- Seit 2017 Softwareentwickler bei [Disy](#)
- Scheme, Python, Java, JS, Fortran, Bash, Emacs, ...
- Kontakt: ... (in der Vorlesung)

## Vorlesungen



# Quellen, Impressum

## Carlo Götz

- Vorlesung mitentwickelt, bis 2020 mitgehalten
- An DHBW studiert
- Bis 2023 Softwareentwickler bei [Disy Informationssysteme GmbH](#)

## Vorlesungsinfos

[draketo.de/software/vorlesung-netztechnik](https://draketo.de/software/vorlesung-netztechnik)

## Quelldateien

<https://hg.sr.ht/~arnebab/vorlesung-netztechnik>

# Meine Ziele für die Vorlesung

## Erfahrung

Sie haben *Erfahrung* mit Netztechnik gesammelt und können sich in jede Schicht einarbeiten.

## Überblick

Sie *erkennen* die wichtigsten Dienste aller Schichten und können ihre Eigenschaften und Aufgaben *nennen*.

Sie haben eine *konkrete Vorstellung* des Weges von REST Client oder IMAP über DNS und IP, durch TCP, Fehlerkorrektur und Netzverbindung, bis hinunter auf die analoge Bitübertragung.

## Verständnis

Sie können die Optimal-Leistung von Anwendungen *abschätzen*.  
*Beispiel: Why your website should be under 14kB in size.*

# Anforderungen während der Vorlesung

## Vorlesung

- Präsenz: 36h
- Selbststudium: 39h

## Übungen

- Präsenz: 12h
- Selbststudium: 63h

## Übungen

- Zur Unterstützung des Selbststudiums
- Gruppen bis zu 3 Leuten

## Klausur

- 60 oder 90 Minuten
- *Notwendig laut Modulplan*

# Erwartungen

## Meine Wünsche

Ich will, dass Sie gerne kommen.

Es ist Arbeit, und Arbeit sollte Spaß machen.

Ich will, dass Sie Verständnis von Netztechnik mitnehmen.

## Ihre Wünsche?

- Klausur bestehen
- 
- 
-

**Meine Wünsche**

Ich will, dass Sie gerne kommen.  
Es ist Arbeit, und Arbeit sollte  
Spaß machen.  
Ich will, dass Sie Verständnis von  
Netztechnik mitnehmen.

**Ihre Wünsche?**

- Klausur bestehen
- 
- 
- 

Sammeln (Cryptpad — bleibt für die gesamte Vorlesung)

# Meine Fragen

## Ansprache

- Sie und Vorname oder Du?
- Wie erreiche ich Sie?  
(Kontakt?)

## Ihre Erfahrungen?

- Netztechnik
- Vorherige verwandte Kurse
- Sprachen



## Ansprache

- Sie und Vorname oder Du?
- Wie erreiche ich Sie?  
(Kontakt?)

## Ihre Erfahrungen?

- Netztechnik
- Vorherige verwandte Kurse
- Sprachen

Programmiererfahrung: Bitte bleiben Sie stehen, solange es zutrifft:

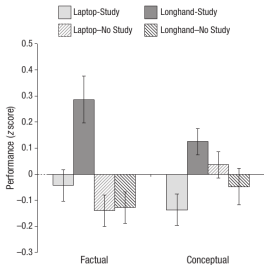
- Hello World geschrieben?
- Kleines Werkzeug / Skript?
- Bezahlt?
- Programm bis zur Veröffentlichung gebracht?
- Projekt mit >5 Leuten geleitet?
- Projekt für >100.000 Euro (ein Personenjahr)
- Projekt für >1 Million Euro (10 Personenjahre)

Programmiersprachen sammeln

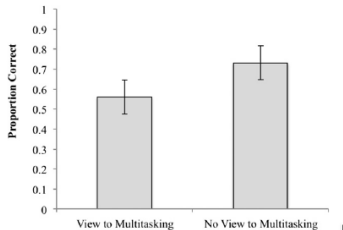
- Was kennen Sie bis Hello World?
- Was haben Sie produktiv verwendet?

# Laptops in Präsenz: Eigenverantwortlich

## Notizen

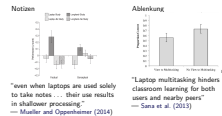


## Ablenkung



“even when laptops are used solely to take notes ... their use results in shallower processing.”  
 — Mueller and Oppenheimer (2014)

“Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers”  
 — Sana et al. (2013)



z-score:  $Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$ .

Wenn Sie wissen, dass Sie den Laptop aktiv haben wollen, achten Sie bitte darauf, dass die Inhalte auf dem Bildschirm nicht im Blickfeld Ihrer Kommilitonen sind. Vielleicht können Sie Ihre Vorgesetzten bewegen, Blickschutzfolien zu stellen.

### Unterschied bei Online-Vorlesung:

- Notizen handschriftlich auf Ausdruck der Folien (18 pro Blatt).
- 3 Pausen statt einer.
- Wenn Sie eine Pause brauchen, machen Sie kurz die Augen zu und wechseln sie nicht auf ein anderes Programm, sondern pausieren Sie bewusst.
  - *Ich habe mir für die Arbeit soziale Netze geblockt; außer dem firmeninternen Rocket-Chat.*

# Materialien

## Computernetzwerke, 5. Auflage

- Andrew S. Tanenbaum (Minix), Amsterdam
- David J. Wetherall, Seattle

Pearson Verlag, ISBN: 978-3-86894-137-1

*mit vielen Referenzen zum Weiterlesen (nach Eigeninteresse!).*

**Computernetzwerke**, 5. Auflage

- Andrew S. Tanenbaum (Minix), Amsterdam
  - David J. Wetherall, Sauttle
- Pearson Verlag, ISBN: 978-3-06894-137-1  
mit vielen Referenzen zum Weiterlesen (nach Eigeninteresse!).

Wo wir bei selbstverantwortlich sind: Ich hoffe, dass Sie während der Vorlesung effektiver lernen als zu Hause.

Sollte das nicht so sein, sprechen Sie mich bitte an, damit ich die Vorlesung für Sie effizienter gestalten kann. Und entscheiden Sie selbst, wie sie lernen.

# Ablauf heute

- **Einsatz von Netzen:** Geschäftlich, Privat; Gesellschaftlicher Effekt
- **Netz-Software:** Schichten und Dienst-Arten
- **Referenzmodelle:** OSI und TCP/IP

## Pause

- **Netz-Hardware:** Übertragungsmedien und Größenkategorien
- **Geschichte:** Internet, WLAN
- **Standardisierung:** Telekomm., Normen, Internetstandards
- **Zusammenfassung**

*Heute von „oben“ (Ziele) nach „unten“ (Hardware), in folgenden Blöcken wieder von „unten“ nach „oben“. Mit mehr Verständnis.*

# Ziele heute I

- Sie verstehen die Bedeutung von Netztechnik für gesellschaftliche Kommunikation und können sie für Ihr eigenes Leben reflektieren.
- Die können mindestens 5 Einsatzgebiete von Netztechnik in kritischer Infrastruktur nennen.
- Sie können die Basisoperationen eines Sockets erkennen, beschreiben und nach Ausführungszeit anordnen.
- Sie können den Unterschied zwischen Dienst und Protokoll erklären.
- Sie verstehen, dass Netz-Software in Schichten aufgeteilt ist und können Aufgaben logisch nach ihrer Nähe zur Hardware anordnen.

## Ziele heute II

- Sie können zwei Entwurfsaspekte von Schichten mit jeweils zwei Aufgaben nennen.
- Sie können Netztechnologien bestimmten Ausdehnungen zuordnen: Bluetooth: PAN, VPN: WAN (Unterscheidung zwischen LAN und MAN ist nicht nötig)
- Sie können 3 praktisch genutzte Übertragungsmedien nennen.
- Sie erkennen die Namen der wichtigsten Standardisierungsgremien
- Sie wissen, dass ein RFC (Request for Comment) unverbindlich ist.



# Einsatz von Netztechnik

## Privat

- 
- 
- 
- 

*Was war letzten Sommer ohne Netz?*

## Unternehmen

- 
- 
- 
- 

*Wer könnte bei Ausfall des Internen Netzes noch arbeiten?*

*Warnungen: VW, MS Cloud, Bundestag*



## Privat:

- connectivity: Metcalfes Gesetz (Nutzen:  $O(N^2)$ ), Soziale Netzwerke,
- Zugang: Unterhaltung (Musik, Fernsehen/Streams, Bücher, Spiele, ...), Information (Zeitungen, Videos, Blogs, ...), p2p-Netze
- Kreative Arbeit: Blog, Wiki, Video, Musik, ...
- E-Commerce: Kaufen, Verkaufen, Kontoführung, Bezahlen
- Rechnerallgegenwart (ubiquitous): Kopfhörer, Smartphones, RFID, QR, ...

## Unternehmen:

- resource sharing: Drucker, Datensicherung, Datenbanken, Bugtracker, ...
- Verbindung von Standorten: VPN, ssh
- Kommunikation: E-Mail, IRC, VoIP, Desktop-Sharing
- E-Commerce: B2B oder Verkaufen

## Verbreitete Kürzel

Kürzel	Name	Beispiel
B2C	Business-to-Consumer	Bücher bestellen
B2B	Business-to-Business	Kfz-Teile für Hersteller
G2C	Government-to-Consumer	Finanzamt
C2C	Consumer-to-Consumer	Onlineauktionen
P2P	Peer-to-Peer	Torrents

Gemeinsamer Glossar: [https://cryptpad.digitalcourage.de/code/#/2/code/edit/FuYz+uPRNtY4f4LiXR\\$xkcw-](https://cryptpad.digitalcourage.de/code/#/2/code/edit/FuYz+uPRNtY4f4LiXR$xkcw-)

# Sensornetze

- Informationen sammeln
- Oft selbstorganisiert
- Oft sicherheitskritisch
- Verfügbarkeit und Datenschutz

## Beispiele

- Stau-Information aus Handy-Bewegung
- Vögelschwärme beobachten
- Parkuhren
- Pulsmessung
- Hirnwellen

# Anforderungen an Haushalts-Netze

*Netz für Herd und Haustür.*

- Einfach aufzusetzen
- Erweiterbar
- Zuverlässig
- Langlebig
- Günstig
- Sicher

*Fahrrad oder Solaranlage mit Cloudabhängigkeit?*

*Herd mit Firmware Upgrade?*

*Welche Schnittstelle funktioniert seit 20 Jahren?*

# Gesellschaftliche Aspekte

## Freier Austausch

- Ende der Informationshoheit?
  - ... oder Beginn einer Neuen?
- Recht und Redefreiheit
  - Urheberrecht
- Kontroverse Themen
- Werbefinanzierung und Engagement-Metrik
- Spam und Bots

## Verantwortung

- Netzneutralität
- Empfehlungen und Filter
- Datenschutz und Privatsphäre
- Überwachung
- Sicherheitskritische Dienste
- Betrug
- Sucht
- Mobbing

# Analoge Kommunikation



Im Überwachten Netz

## Vertraulich



Im kleinen Rahmen  
Direkter Kontakt

## Offiziell



Selbstzensur  
Fremdbestimmt

## Pseudonym



Stetig auf der Hut  
Quellenschutz!



Warum?

Lösungen

Technik

Vision

Arne Babenhauserheide – Freenet Nutzen

10. Februar 2015

4/25



## Beleg: Groklaw-Schock

*“There is now no shield from forced exposure. . . The foundation of Groklaw is over. . . the Internet is over” –Groklaw, Forced Exposure (2013-08-20)*

*Neue Plattformen werden entwickelt. Aber:  
<https://xkcd.com/2365>*



# Begrenzte Teilnahme und Reichweite

- CAPTCHAs (Turing)
- SIM-Karten (Personen)
- Follower (Sozialstruktur)
- Promoted (Geld)

# Zusammenfassung: Einsatz von Netztechnik

- Vielfältige Verwendung, Privat und Geschäftlich
  - B2C, B2B, G2C, C2C, P2P
- Drahtlos kann einfacher sein, Kabel schneller und sicherer
- Sensornetze machen Beobachtung zugänglich
- Gesellschaftlich: Informationsfluss und Verlässlichkeit

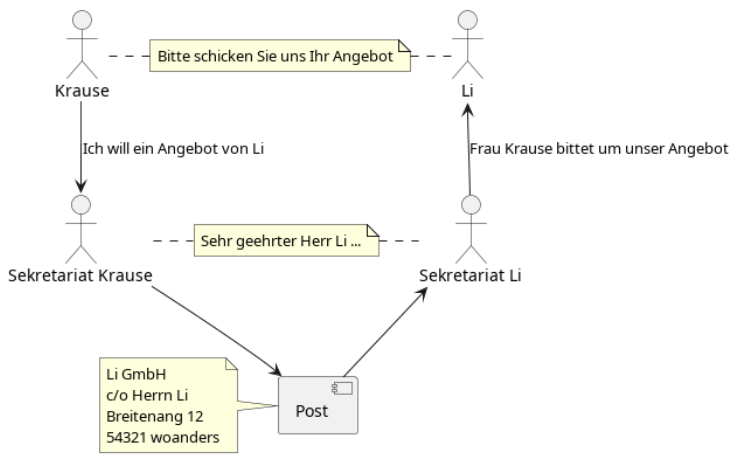
# Netz-Software

- Schichten
- Unterscheidung
- Entwurfsaspekte
- Basisoperationen

# Ziele

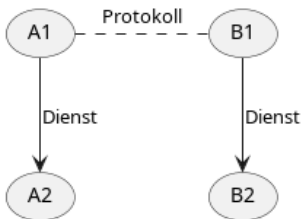
- Sie können zwei Entwurfsaspekte von Schichten mit jeweils zwei Aufgaben nennen.
- Sie können die Basisoperationen eines Sockets erkennen, beschreiben und nach Ausführungszeit anordnen.
- Sie können den Unterschied zwischen Dienst und Protokoll erklären.

# Funktionsweise von Schichten

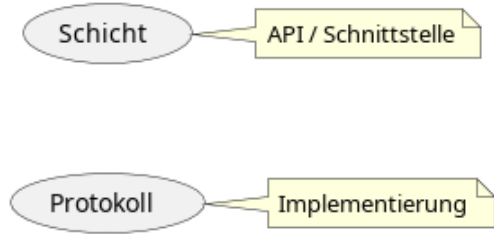


# Mehrstufige Abstraktion

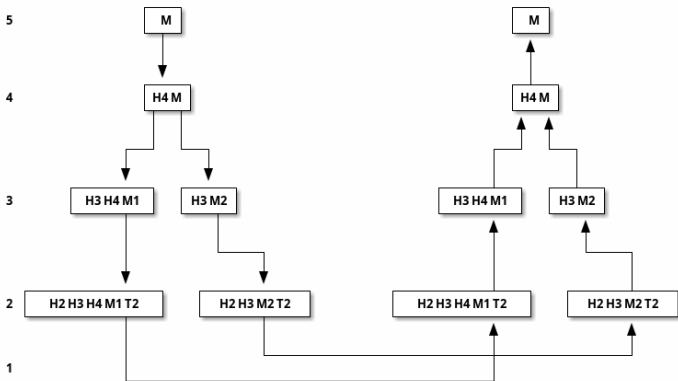
- Von tief (z.B. Kabel) bis hoch (z.B. Datei von URL)
- Tiefer liegende Schichten als Dienste
- Innerhalb der Schicht über Protokolle
- Ziel: Verlässliche Übertragung auf fehlerbehaftetem Medium
- Leaky Abstraction: Optimierung auf das Verhalten tieferer Schichten (z.B. Sharding im Webdesign)



# API vs. Implementierung



# Schichten praktisch





# Unterscheidung von Diensten

	Dienst	Beispiel
Verbindungsorientiert	Zuverlässiger Nachrichtenstrom	Multipart-Upload
	Zuverlässiger Bytestrom	Dateidownload
	Unzuverlässige Verbindung	VoIP
Verbindungslos	Unzuverlässiges Datagram	Spam-Mail
	Bestätigtes Datagram	Empfangsbestätigung
	Anfrage/Antwort	Datenbankabfrage

# Online-Pause

# PAUSE

# Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

Zuverlässigkeit

Weiterentwicklung

Resourcenzuteilung

Sicherheit

# Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

## Zuverlässigkeit

- Fehlererkennung (detection)
- Fehlerbehebung (correction)
- Garantien für Routing  
(Paket, Verbindung)

## Weiterentwicklung

## Ressourcenzuteilung

## Sicherheit

# Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

## Zuverlässigkeit

- Fehlererkennung (detection)
- Fehlerbehebung (correction)
- Garantien für Routing  
(Paket, Verbindung)

## Weiterentwicklung

- Adressierung /  
Namensgebung
- Internetworking
- Skalierbarkeit

## Resourcenzuteilung

## Sicherheit

# Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

## Zuverlässigkeit

- Fehlererkennung (detection)
- Fehlerbehebung (correction)
- Garantien für Routing (Paket, Verbindung)

## Weiterentwicklung

- Adressierung / Namensgebung
- Internetworking
- Skalierbarkeit

## Resourcenzuteilung

- Multiplexing
- Flusskontrolle (Ziel)
- Netzüberlast (Congestion)
- Dienstgüte (Latenz, Bandbreite)

## Sicherheit

# Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

## Zuverlässigkeit

- Fehlererkennung (detection)
- Fehlerbehebung (correction)
- Garantien für Routing  
(Paket, Verbindung)

## Resourcenzuteilung

- Multiplexing
- Flusskontrolle (Ziel)
- Netzüberlast (Congestion)
- Dienstgüte (Latenz, Bandbreite)

## Weiterentwicklung

- Adressierung /  
Namensgebung
- Internetworking
- Skalierbarkeit

## Sicherheit

- Vertraulichkeit
- Authentifizierung
- Integrität

# Basisoperationen: Verbindung

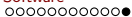
LISTEN	Wartet auf eine Verbindung
CONNECT	Aufbau einer Verbindung
ACCEPT	Ankommende Verbindung akzeptieren
RECEIVE	Warte auf eingehende Nachricht
SEND	Nachricht an verbundenen Peer senden
DISCONNECT	Verbindung beenden

*Berkeley Socket.*



# Zusammenfassung

- Schichten abstrahieren low-level Details
- Unterscheidung nach Art: Datagram vs. Nachrichtenstrom vs. Bytestrom,
- Entwurfsaspekte: Zuverlässigkeit, Weiterentwicklung, Ressourcenzuteilung, Sicherheit
- Basisoperationen: LISTEN, CONNECT, ACCEPT, RECEIVE, SEND, DISCONNECT



# PAUSE

# Referenzmodelle

*Welche Schichten gibt es? Das hängt vom Modell ab:*

- OSI
- TCP/IP
- Hybrid
- Kritik an OSI
- Kritik an TCP/IP

# OSI: Das klare Design

*„ISO/OSI Referenzmodell“*

- ISO: International Standards Organization
- OSI: Open Systems Interconnection

# OSI Schichten

- Anwendungsschicht
- Darstellungsschicht
- Sitzungsschicht
- Transportschicht
- Vermittlungsschicht
- Sicherungsschicht
  - MAC-Teilschicht
- Bitübertragungsschicht

# Grundgedanken

- Die Schichtgrenze dient als Abstraktion
- Genau eine Funktion pro Schicht
- Nutzt international genormte Protokolle
- Minimaler Informationsfluss zwischen Schichten

# Anwendung, Darstellung, Sitzung

## Anwendung

- HTTP, E-Mail,  
...

## Darstellung

- Repräsentation von Daten
- Beispiel: Bildformate, Kompression

## Sitzung

- Dialogsteuerung (wer spricht wann?)
- Token-Verwaltung (locking)
- Synchronization (gemeinsamer Zustand mit Snapshots)

# Transport und Vermittlung

## Transport

- Fehlerfreien Punkt-zu-Punkt Kanal simulieren
  - Ende-zu-Ende
  - auch andere Übertragungsoptionen
- Anwendungen von Änderungen in der Hardware abschirmen
- Daten verpacken, an Vermittlungsschicht weiterreichen

## Vermittlung

- Network layer: Route zum Ziel
- Überlastkontrolle
- Internetworking: Interaktion verschiedener Protokolle



## Sicherung

- Bit in Rahmen  
zusammenfassen
- Fehlerfreie Übertragung  
simulieren
- Überlastung vermeiden
- MAC: Gemeinsame Nutzung  
von Kanälen

## Bitübertragung

- Übertragung einzelner Bits
- Welche pins auf  
Netz-Stecker?
- Wie kodiere ich eine 1?
- Bidirektional?

# TCP/IP: Die Wirklichkeit

	OSI	TCP/IP	Beispiel-Protokolle
7	Anwendung	Anwendung	HTTP, SMTP, RTP, DNS
6	Darstellung	-	
5	Sitzung	-	
4	Transport	Transport	TCP, UDP
3	Vermittlung	Internet	IP, ICMP
2	Sicherung	Netzzugang	DSL, SONET, 802.11, Ethernet
1	Bitübertragung	-	

**ARPANET** ursprünglich ein Forschungsnetz.

**ARPA** Advanced Research Projects Agency.  
*Unsere ganzen Verteidigungs-Behörden reden nicht miteinander, also gründen wir eine noch eine, die aber nur für Forschung.*

# Tanenbaums Hybrid-Modell

- Vorteil OSI: Dienst vs. Schnittstelle vs. Protokoll
- Vorteil TCP/IP: Protokolle, weniger Schichten
  - 5 Anwendungsschicht
  - 4 Transportschicht
  - 3 Vermittlungsschicht
  - 2 Sicherungsschicht
  - 1 Bitübertragungsschicht

- Vorteil OSI: Dienst vs. Schnittstelle vs. Protokoll
  - Vorteil TCP/IP: Protokolle, weniger Schichten
- 5 Anwendungsschicht
  - 4 Transportschicht
  - 3 Vermittlungsschicht
  - 2 Sicherungsschicht
  - 1 Bitübertragungsschicht

## Glossar:

- Dienst: Was eine Schicht für die darüberliegende Schicht anbietet
- Schnittstelle: Wie die darüberliegende Schicht auf den Dienst zugreifen kann
- Protokoll: Wie die Schicht ihre Aufgaben erfüllt

*Ein Dienst bietet eine Schnittstelle an und nutzt ein Protokoll.*

# Kritik

## OSI

- Schlechte Implementierungen
- Zu spät (Unis nutzten schon TCP/IP)

## TCP/IP

- Nicht generisch.
- Bitübertragung und Sicherung gemischt

# Zusammenfassung

	OSI	TCP/IP	Tanenbaum
7	Anwendung	Anwendung	Anwendung
6	Darstellung	-	-
5	Sitzung	-	-
4	Transport	Transport	Transport
3	Vermittlung	Internet	Vermittlung
2	Sicherung	Netzzugang	Sicherung
1	Bitübertragung	-	Bitübertragung

# Netz-Hardware

- Ausdehnung: PAN, LAN, MAN, WAN, Internet
- Übertragungsmedien
- Struktur: Broadcast oder Punkt-zu-Punkt?
- Kanalzuteilung
- Anforderungen für Haushalts-Netze

# Ausdehnung

1m	PAN	Bluetooth, RFID, USB
10m	LAN	Ethernet, Fernbedienung, WLAN
100m		Heimnetze: Sicherheit+Einfachheit
1km		
10km	MAN	Kabel-TV, WiMAX, IEEE 802.16
100km	WAN	Mikrowelle, VPN,
1000km		Handy-Funknetz, Satelliten-Netz
10.000km		
...	Internet	Netze verbunden über Gateways Netze mit Routern



## Netztechnik 0: Übersicht

└ Hardware

└ Ausdehnung

## Ausdehnung

1m	PAN	Bluetooth, RFID, USB
10m	LAN	Ethernet, Funkschaltung, WLAN
100m		
1km		Heimnetze: Sicherheit + Einfachheit
10km	MAN	Kabel-TV, WIMAX, IEEE 802.16
100km	WAN	Mikrowelle, VPN,
1000km		
10.000km		Handy-Funknetz, Satelliten-Netz
---	Internet	Netze verbunden über Gateways Netze mit Routern

Geostationärer Orbit in 35.800 km Höhe. Router als „ruhter“ oder „rauter“:  
 Der Name „Wouter“ wird in den Niederlanden „Wauter“ gesprochen, und  
 Tanenbaum arbeitet seit 30 Jahren an der Vrije Universiteit Amsterdam.  
 Wäre sicherlich ein interessantes Feld für Linguisten.  
 WAN: Verbindung zweier Netze gleicher Technologie.  
 Starlink-Satelliten: 328km bis 614km Höhe, Phase 1: 550km

# Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

*Welche fehlen noch?*

*Auf Flipchart*

# Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

*Welche fehlen noch?*

*Auf Flipchart*

- Übung: Effektive Bandbreite Brieftaube mit 32GiB SD-Karte, 80km/h, 8 km Distanz.

# Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

*Welche fehlen noch?*

*Auf Flipchart*

- Übung: Effektive Bandbreite Brieftaube mit 32GiB SD-Karte, 80km/h, 8 km Distanz.
- Übung Ozeantanker voller Mikro-SD-Karten? Tanker: 9000 Tonnen, Mikro-SD-Karte: 0.25 Gramm, 1 TiB Speicher. Wo liegt das Problem?

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

Welche fehlen noch?

Auf Flipchart

- Übung: Effektive Bandbreite Brieftaube mit 32GiB SD-Karte, 80km/h, 8 km Distanz.
- Übung Ozeantanker voller Mikro-SD-Karten? Tanker: 9000 Tonnen, Mikro-SD-Karte: 0.25 Gramm, 1 TiB Speicher. Wo liegt das Problem?

## Liste von Übertragungsmedien

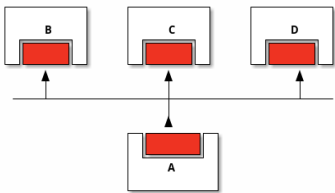
- **Kupferkabel**
- **Glasfaser**
- **Mikrowelle**
- Radiowelle
- Brieftaube
- Ultraschall
- Quantenkommunikation  
(Photonen  $\approx$  Licht)
- Richtfunk
- LTE
- Morsezeichen
- Post
- Lastwagen
- ...

## Online-Pause

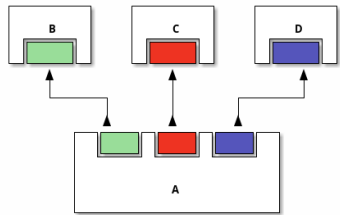
# PAUSE

# Struktur

## Broadcast



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



# Kanalzuteilung

## Statisch

- Feste Zeitscheiben (time slices), Round-Robin
- Feste Frequenzen
- Einzelne Kabel
- Ungenutzte Kapazität

## Zentral

- Master/Slave, i.e. Bluetooth

## Dynamisch

- An Bedarf angepasst
- Beispiel: Kollisionen erkennen und neu übertragen

## Dezentral

- Jedes Gerät entscheidet

*Hier in der Vorlesung?*



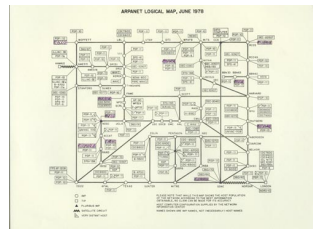
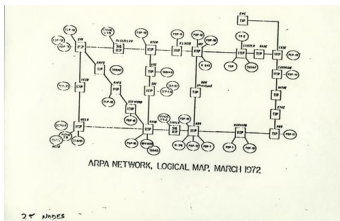
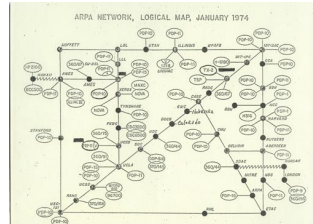
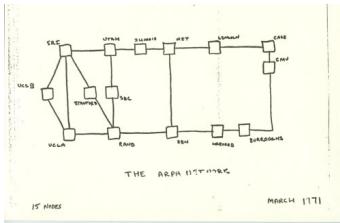
## Zusammenfassung: Unterscheidung der Netze nach

- Ausdehnung (PAN, LAN, MAN, WAN, Internet)
- Struktur (Broadcast / Punkt-zu-Punkt)
- Kanalzuteilung (dynamisch/statisch, zentral/dezentral)

# Beispielnetze

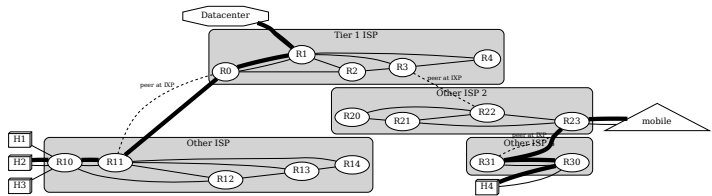
## ■ Grundinfos zu Netzen

# Internet Entwicklung: ARPANET 1971, 1972, 1974, 1978



Aus ARPA (1979).

# Heutige Internet Struktur



Nach Tanenbaum and Wetherall (2012).

# WLAN

- Erstmals standardisiert 1990
  - In 802.11
- ISM Band: Industrial, Scientific, Medical.
  - Auch Schnurlose Telefone, Fernsteuerungen, Mikrowellenherde  
⇒ Max-Distanz verringert Störungen

# Standardisierung von Netzen

- Telekommunikation
- Internationale Normen
- Internetstandards
  - IETF
  - IEEE

# ITU: International Telecommunication Union

- Genf, Sonderorganisation der UN
- Internationale Zuweisung und Registrierung von Sende- und Empfangsfrequenzen
- Internationale Regelungen für die Nutzung von Frequenzen
- Internationale Zuweisung von Rufzeichenblöcken (Internationale Funk)
- Koordinierung der Entwicklung von Fernmeldeanlagen

# ISO: International Standards Organisation

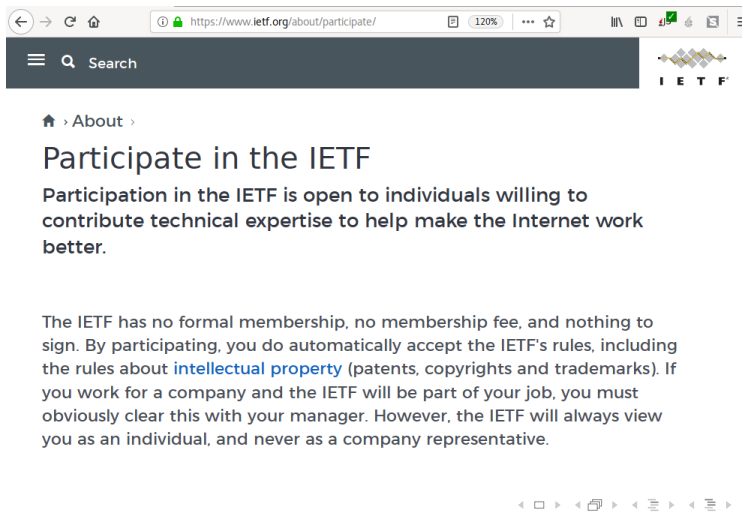
- in Genf, besteht aus den nationalen Standardisierungsorganisation der 157 Mitgliedsländer
  - DIN - Deutschland,
  - ANSI - Vereinigte Staaten,
  - BSI - Großbritannien
  - AFNOR - Frankreich
  - ...
- über 17 000 Standards (z.B. Fischernetze), darunter die OSI Standards.



# IETF: Internet Engineering Task Force

- offene, internationale Freiwilligenvereinigung von Netzwerktechnikern, Herstellern, Netzbetreibern, Forschern und Anwendern,
- Vorschläge zur Standardisierung des Internets.
- steht Allen offen
- keine förmliche Mitgliedschaft, Voraussetzung, Rechtsform
- Arbeitsgruppen (Working Groups) zu spezifischen Themen.
- Die Kommunikation und die Standardisierung findet über RFCs (Request For Comments) statt.
  - RFC sind frei erhältlich ([www.ietf.org/rfc](http://www.ietf.org/rfc)).

# IETF Aufruf und Regeln



# IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

- Berufsverband von Ingenieuren aus den Bereichen Elektrotechnik und Informatik mit Sitz in New York City.
- 38 Societies für Detailthemen.
- Beispiel: IEEE 802.11 (WLAN)

# Zusammenfassung

- Einsatz: Geschäftlich, Privat, Gesellschaftlicher Effekt
- Schichten: Dienst, Schnittstelle, Protokoll. OSI, TCP/IP, Tanenbaum
- Hardware: PAN, LAN, MAN, WAN, Internet; Pakete vs. Verbindung

*Ihre Fragen*

# Fragen für die Prüfung?

Ideensammlung:

- Nennen Sie 3 Schichten aus dem Tanenbaum-Modell
- Nennen Sie ein Protokoll für jede Schicht
- Wozu dient ein Interface?

# Selbststudium diese Woche

- NetComm 2023: Task 1:  
<https://netcomm.draketo.de/2023/task1>
- Zeit: 5-6 Stunden.

# Guten Einstieg ins Semester!



# Lizenzen

- cc by 2.0:  
<https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>
- cc by 3.0:  
<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>
- cc by 4.0:  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- cc by-sa 4.0:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



## Verweise I

anonymous munich. Anonymous project chanology - happy anyonyversary on february 14th in munich, germany. <https://www.flickr.com/photos/anonymous-munich/3282278914>, cc-by, 2009.

ARPA. Arpanet logical maps (1969-1979). <https://www.computerhistory.org/collections/catalog/102646704>, 1979.

European People's Party. Angela merkel. <https://www.flickr.com/photos/eppofficial/13564824463>, cc-by, 2014.

## Verweise II

Grüne Jugend Frankfurt am Main. Stammtisch der grünen jugend frankfurt. <https://www.flickr.com/photos/gruenejugendffm/6272541036>, cc-by, 2010.

Pam A. Mueller and Daniel M. Oppenheimer. The pen is mightier than the keyboard: Advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6):1159–1168, 2014. doi: 10.1177/0956797614524581. PMID: 24760141.

Faria Sana, Tina Weston, and Nicholas J. Cepeda. Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62:24 – 31, 2013. ISSN 0360-1315. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.003>.



## Verweise III

Andrew S. Tanenbaum and David J. Wetherall. *Computernetzwerke*  
-. Pearson, München, 5 edition, 2012. ISBN 978-3-868-94137-1.