

# Willkommen bei Kommunikations- und Netztechnik!

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

Heute: Übersicht.



## 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 über IMAP über DNS und IP, durch TCP, Fehlerkorrektur und Netzverbindung, bis hinunter auf die analoge Bitübertragung.

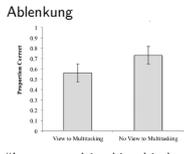
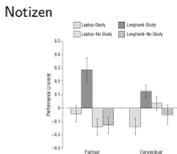
### Verständnis

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

- 2024-10-23 Netztechnik 0: Übersicht
- Einstieg
- Erwartungen

Sammeln (Cryptpad — bleibt für die gesamte Vorlesung)

## Laptops in Präsenz: Eigenverantwortlich



“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)

- 2024-10-23 Netztechnik 0: Übersicht
- Einstieg
- Materialien

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.

## 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.

# Organisatorisches

## Arne Babenhausenheide

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

## Vorlesungen

Übersicht → Bitübertragung → Sicherung → MAC → Vermittlung → Transport → Anwendung 1 → Anwendung 2

## Anforderungen während der Vorlesung

### Vorlesung

- Präsenz: 36h
- Selbststudium: 39h

### Übungen

- Zur Unterstützung des Selbststudiums
- Gruppen bis zu 3 Leuten

### Klausur

- 60 oder 90 Minuten
- Notwendig laut Modulplan

## Meine Fragen

### Ansprache

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

### Ihre Erfahrungen?

- Netztechnik
- Vorherige verwandte Kurse
- Sprachen

- 2024-10-23 Netztechnik 0: Übersicht
- Einstieg
- Laptops in Präsenz: Eigenverantwortlich

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.

## 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.

## 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

# Quellen, Impressum

## Carlo Götz

- Vorlesung mitentwickelt, bis 2020 mitgehalten
- An DHBW studiert
- Bis 2023 Softwareentwickler bei Disney Informationssysteme GmbH

## Vorlesungsinfos

draketo.de/software/vorlesung-netztechnik

## Quelldateien

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

## 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

- 2024-10-23 Netztechnik 0: Übersicht
- Einstieg
- Meine Fragen

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?

## 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!).

- 2024-10-23 Netztechnik 0: Übersicht
- Einstieg
- Einsatz von Netztechnik

## 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.

### Privat:

- connectivity: Metcalves Gesetz (Nutzen: O(N<sup>2</sup>)), 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 Verkauf



## Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

### Zuverlässigkeit

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

### Weiterentwicklung

- Adressierung / Namensgebung
- Internetworking
- Skalierbarkeit

### Ressourcenzuteilung

### Sicherheit

## Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

### Zuverlässigkeit

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

### Weiterentwicklung

- Adressierung / Namensgebung
- Internetworking
- Skalierbarkeit

### Ressourcenzuteilung

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

### Sicherheit

## Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

### Zuverlässigkeit

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

### Weiterentwicklung

- Adressierung / Namensgebung
- Internetworking
- Skalierbarkeit

### Ressourcenzuteilung

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

### Sicherheit

- Vertraulichkeit
- Authentifizierung
- Integrität

## Basisoperationen: Verbindung

- LISTEN
- CONNECT
- ACCEPT
- RECEIVE
- SEND
- DISCONNECT

- Wartet auf eine Verbindung
- Aufbau einer Verbindung
- Ankommende Verbindung akzeptieren
- Warte auf eingehende Nachricht
- Nachricht an verbundenen Peer senden
- 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

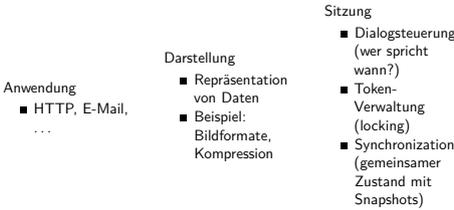
## OSI Schichten

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

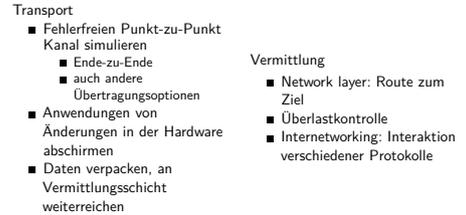
## Grundgedanken

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

## Anwendung, Darstellung, Sitzung



## Transport und Vermittlung



## 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
- | OSI                      | TCP/IP                   | Tanenbaum          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| 5 Anwendungsschicht      | 4 Transportschicht       | 5 Anwendung        |
| 4 Transportschicht       | 3 Vermittlungsschicht    | 4 Transportschicht |
| 3 Vermittlungsschicht    | 2 Sicherungsschicht      | 3 Vermittlung      |
| 2 Sicherungsschicht      | 1 Bitübertragungsschicht | 2 Sicherung        |
| 1 Bitübertragungsschicht | -                        | 1 Bitübertragung   |

## Kritik

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| OSI                                   | TCP/IP                                  |
| ■ Schlechte Implementierungen         | ■ Nicht generisch.                      |
| ■ Zu spät (Unis nutzten schon TCP/IP) | ■ 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

- 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.

# 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

2024-10-23

Netztechnik 0: Übersicht

- Hardware
- Ausdehnung

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. Ware 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?

2024-10-23

Netztechnik 0: Übersicht

- Hardware
- Übertragungsmedien

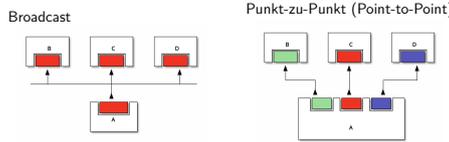
Liste von Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle
- Radiowelle
- Brieftaube
- Ultraschall
- Quantenkommunikation (Photonen ≈ Licht)
- Richtfunk
- LTE
- Morsezeichen
- Post
- Lastwagen
- ...

# Online-Pause

# PAUSE

# Struktur



# 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?

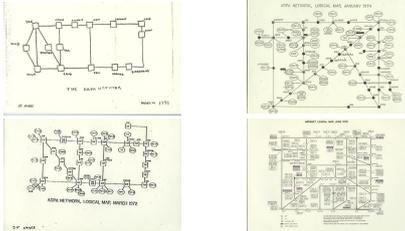
# Zusammenfassung: Unterscheidung der Netze nach

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

# Beispielnetze

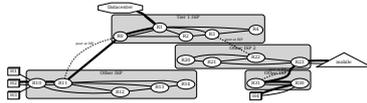
- Grundinfos zu Netzen

# 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.

