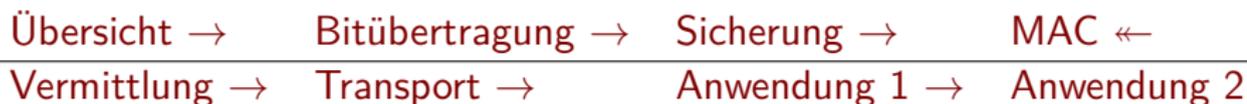


Organisatorisches

Arne Babenhauserheide

- Physik (Dipl., Dr., Quellen u. Senken von CO₂)
- 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



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:

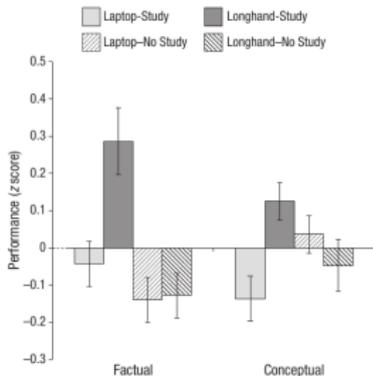
- Hello World geschrieben?
- Kleines Werkzeug / Skript?
- Bezahlt?
- Programm bis zur Veröffentlichung gebracht?
- Projekt mit >5 Leuten geleitet?
- Projekt für >100.000 Euro (ein Personenjahr)
- Projekt für >1 Million Euro (10 Personenjahre)

Programmiersprachen sammeln

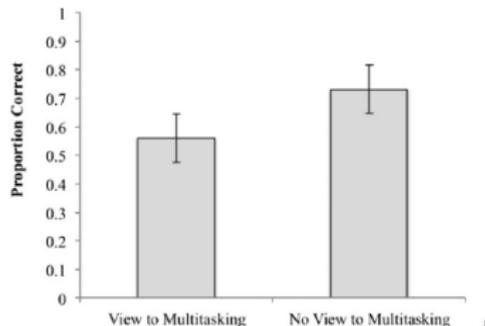
- Was kennen Sie bis Hello World?
- Was haben Sie produktiv verwendet?

Laptops in Präsenz: Eigenverantwortlich

Notizen

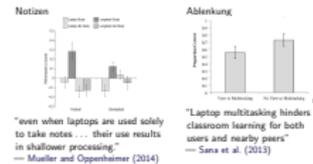


Ablenkung



“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.*

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.

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.



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

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 Babenhauserteide – 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>*

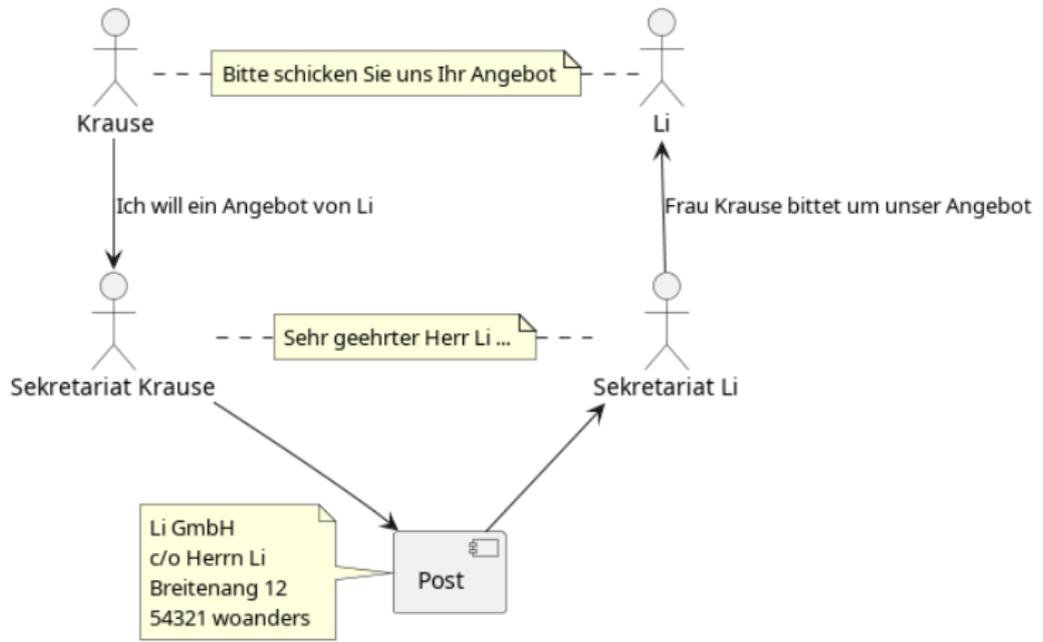
Netz-Software

- Schichten
- Unterscheidung
- Entwurfsaspekte
- Basisoperationen

Ziele

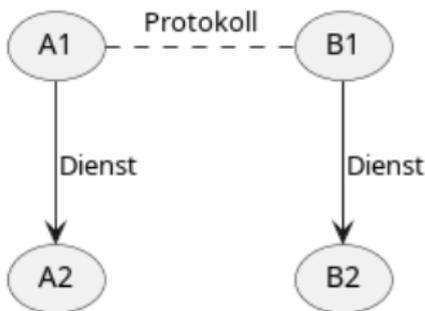
- Sie können zwei Entwurfsaspekte von Schichten mit jeweils zwei Aufgaben nennen.
- Sie können die Basisoperationen eines Sockets erkennen, beschreiben und nach Ausführungszeit anordnen.
- Sie können den Unterschied zwischen Dienst und Protokoll erklären.

Funktionsweise von Schichten

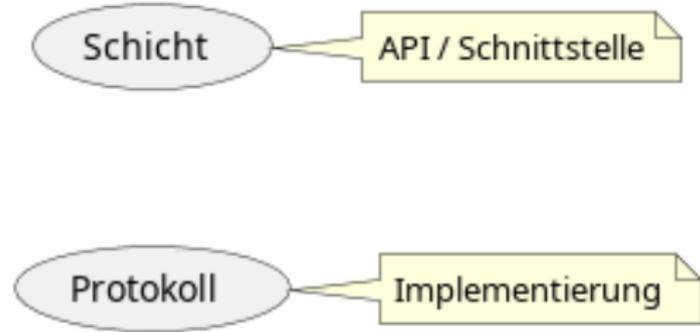


Mehrstufige Abstraktion

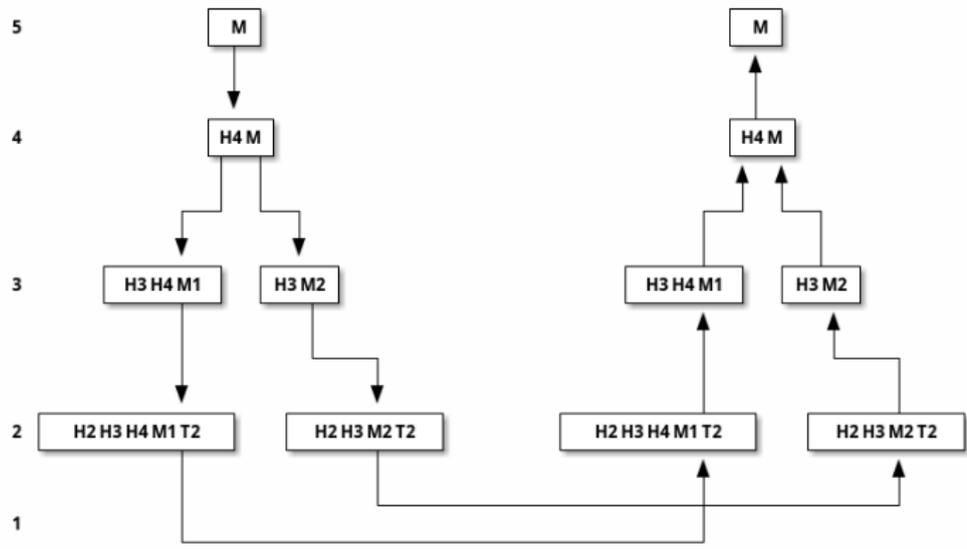
- Von tief (z.B. Kabel) bis hoch (z.B. Datei von URL)
- Tiefer liegende Schichten als Dienste
- Innerhalb der Schicht über Protokolle
- Ziel: Verlässliche Übertragung auf fehlerbehaftetem Medium
- Leaky Abstraction: Optimierung auf das Verhalten tieferer Schichten (z.B. Sharding im Webdesign)



API vs. Implementierung



Schichten praktisch



Unterscheidung von Diensten

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

Online-Pause

PAUSE

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



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

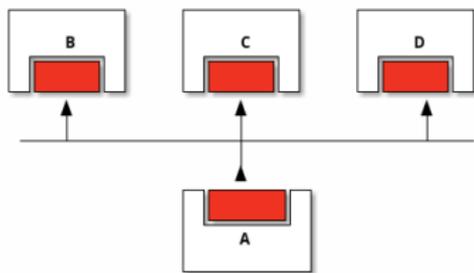
- **Kupferkabel**
- **Glasfaser**
- **Mikrowelle**
- Radiowelle
- Brieftaube
- Ultraschall
- Quantenkommunikation
(Photonen \approx Licht)
- Richtfunk
- LTE
- Morsezeichen
- Post
- Lastwagen
- ...

Online-Pause

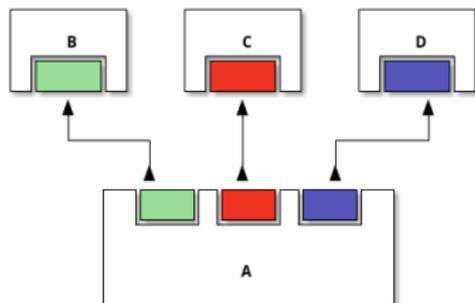
PAUSE

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?

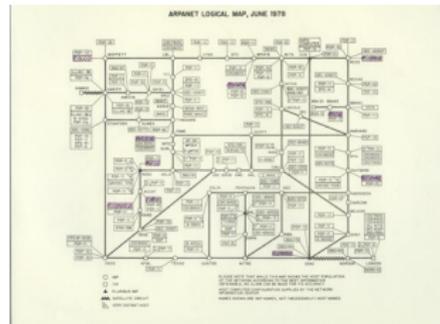
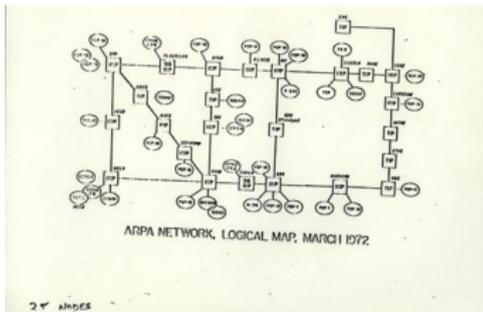
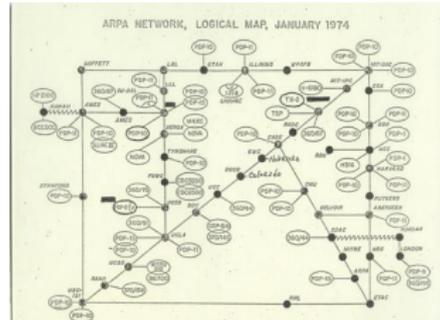
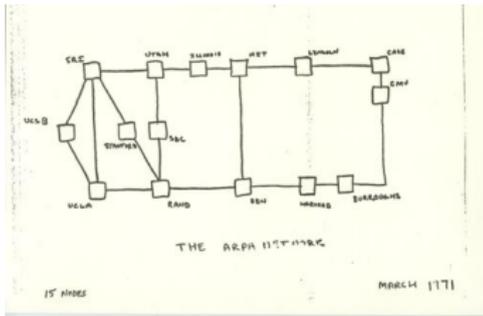
Zusammenfassung: Unterscheidung der Netze nach

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

Beispielnetze

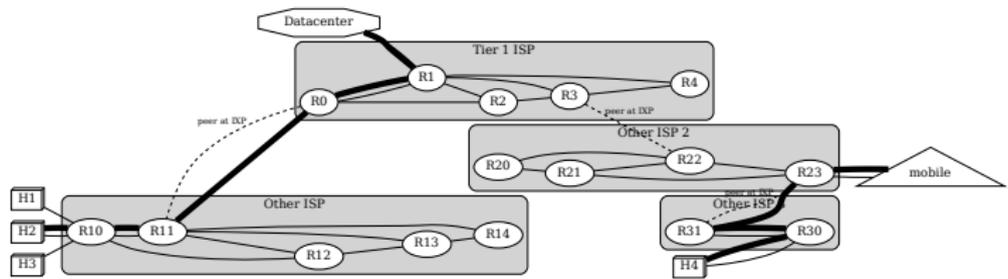
■ Grundinfos zu Netzen

Internet Entwicklung: ARPANET 1971, 1972, 1974, 1978



Aus ARPA (1979).

Heutige Internet Struktur



Nach Tanenbaum and Wetherall (2012).

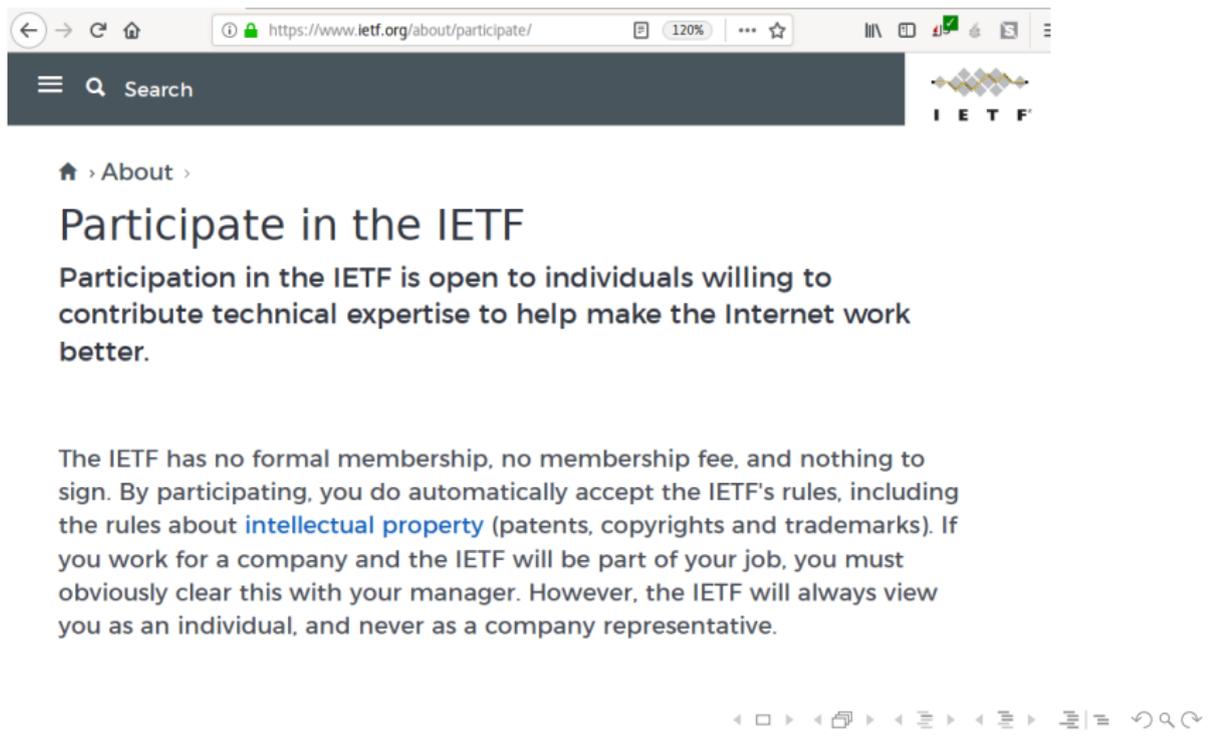
WLAN

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

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 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.