

Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

Zuverlässigkeit

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

Weiterentwicklung

- Adressierung / Namensgebung
- Internetworking
- Skalierbarkeit

Resourcenzuteilung

Sicherheit

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.

Referenzmodelle

Welche Schichten gibt es? Das hängt vom Modell ab:

■ OSI

■ TCP/IP

■ Hybrid

■ Kritik an OSI

■ Kritik an TCP/IP

Grundgedanken

■ Die Schichtgrenze dient als Abstraktion

■ Genau eine Funktion pro Schicht

■ Nutzt international genormte Protokolle

■ Minimaler Informationsfluss zwischen Schichten

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?

2025-10-01

Netztechnik 0: Übersicht

Referenzmodelle

Tanenbaums Hybrid-Modell

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.

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

Zusammenfassung

■ Schichten abstrahieren low-level Details

■ Unterscheidung nach Art: Datagram vs. Nachrichtenstrom vs. Bytestrom,

■ Entwurfsaspekte: Zuverlässigkeit, Weiterentwicklung, Resourcenzuteilung, Sicherheit

■ Basisoperationen: LISTEN, CONNECT, ACCEPT, RECEIVE, SEND, DISCONNECT

OSI: Das klare Design

„ISO/OSI Referenzmodell“

■ ISO: International Standards Organization

■ OSI: Open Systems Interconnection

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)

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.

Kritik

OSI

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

TCP/IP

- Nicht generisch.
- Bitübertragung und Sicherung gemischt

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

- Vertraulichkeit
- Authentifizierung
- Integrität

PAUSE

OSI Schichten

■ Anwendungsschicht

■ Darstellungsschicht

■ Sitzungsschicht

■ Transportschicht

■ Vermittlungsschicht

■ Sicherungsschicht

- MAC-Teilschicht

■ Bitübertragungsschicht

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

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

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

Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

Welche fehlen noch?

Auf Flipchart

2025-10-01

Netztechnik 0: Übersicht

Hardware

Übertragungsmedien

Liste von Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle
- Radiowelle
- Brieftaube
- Ultraschall
- Quantenkommunikation (Photonen \approx Licht)

- Richtfunk
- LTE
- Morsezeichen
- Post
- Lastwagen
- ...

Übertragungsmedien

- Richtfunk
- LTE
- Morsezeichen
- Post
- Lastwagen
- ...

Eintrag

000000000000

Eintrag

000000000000

Software

000000000000

Referenzmodelle

000000000000

Hardware

000000000000

Geschichte

000000000000

Standards

000000000000

Zusammenfassung

000000000000

Selbststud

000000000000

Kanalzuteilung

Statisch

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

Zentral

- Master/Slave, i.e. Bluetooth

Dynamisch

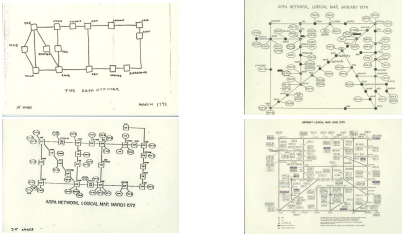
- An Bedarf angepasst
- Beispiel: Kollisionen erkennen und neu übertragen

Dezentral

- Jedes Gerät entscheidet

Hier in der Vorlesung?

Internet Entwicklung: ARPANET 1971, 1972, 1974, 1978



Aus ARPA (1979).

Standardisierung von Netzen

- Telekommunikation
- Internationale Normen
- Internetstandards
 - IETF
 - IEEE

Ausdehnung

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

Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

Welche fehlen noch?

Auf Flipchart

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

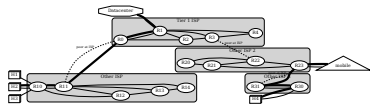
Online-Pause

PAUSE

Zusammenfassung: Unterscheidung der Netze nach

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

Heutige Internet Struktur



Nach Tanenbaum and Wetherall (2012).

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

Beispielnetze

- Grundinfos zu Netzen

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.

