

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

Notizen

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

Ablenkung

“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 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

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

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

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 [Disy 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!).

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.

2024-10-23

Netztechnik 0: Übersicht

Einstieg

Einsatz von Netztechnik

- Privat:**
- connectivity: Metcalfe's Gesetz (Nutzen: O(N²)), 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 Verkauften

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/FjUM8pNPLA0dIsDhQD1quCel/>

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Gesellschaftliche Aspekte

Freier Austausch

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

Verantwortung

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

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Begrenzte Teilnahme und Reichweite

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

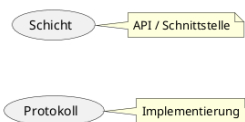
Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

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.

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

API vs. Implementierung



Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Online-Pause

PAUSE

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

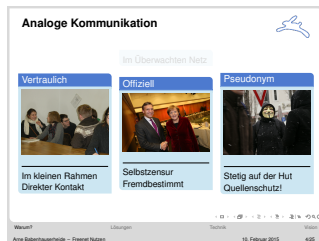
Sensornetze

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

Beispiele

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

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00



Bilder: Grüne Jugend Frankfurt am Main (2010); European People's Party (2014); anonymous munich (2009).

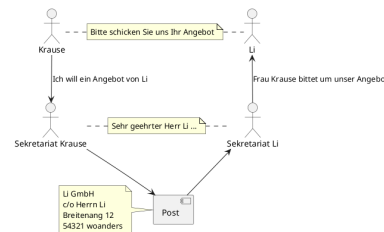
Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Zusammenfassung: Einsatz von Netztechnik

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

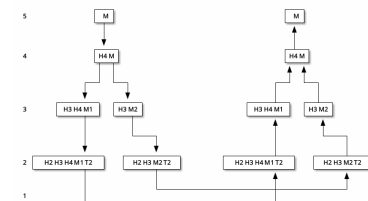
Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Funktionsweise von Schichten



Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Schichten praktisch



Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

Zuverlässigkeit

Weiterentwicklung

Ressourcenzuteilung

Sicherheit

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

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?

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

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://akcd.com/2365>

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

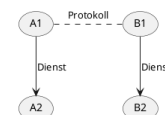
Netz-Software

- Schichten
- Unterscheidung
- Entwurfsaspekte
- Basisoperationen

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

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)



Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

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

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Entwurfsaspekte auf jeder Schicht

Zuverlässigkeit

Weiterentwicklung

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

Ressourcenzuteilung

Sicherheit

Anne Babenhauerheide	Netztechnik 0: Übersicht
Einstieg	Einsatz
000000000000	000000000000
Software	Referenzmodelle
000000000000	000000000000
Hardware	Geschichte
00000000 0000	000000 0000
Standards	Zusammenfassung
000000 00	000000 00
Selbststud	00

Netz-Hardware

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

Übertragungsmedien

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

Welche fehlen noch?

Auf Flipchart

2024-10-23

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
- ...

Kanalzuteilung

Statisch

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

Dynamisch

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

Dezentral

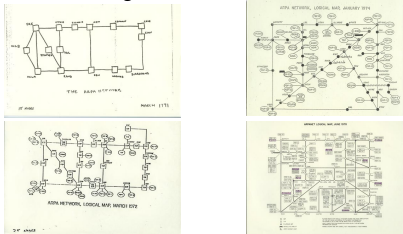
- Jedes Gerät entscheidet

Zentral

- Master/Slave, i.e. Bluetooth

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		
10km	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.

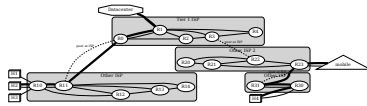
Online-Pause

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

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. Wäre sicherlich ein interessantes Feld für Linguisten.
WAN: Verbindung zweier Netze gleicher Technologie.
Starlink-Satelliten: 328km bis 614km Höhe, Phase 1: 550km

Übertragungsmedien

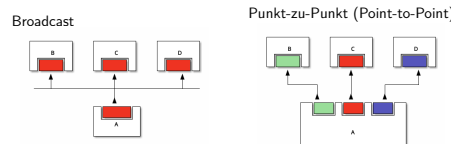
- Kupferkabel
- Glasfaser
- Mikrowelle

Welche fehlen noch?

Auf Flipchart

- 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?

Struktur



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.

