Rechnernetze

SS 2002

Prof. Dr. W. Effelsberg

Lehrstuhl für
Praktische Informatik IV

Universität Mannheim

Inhalt

1. Einführung
1.1 Typen von Rechnernetzen
1.2 Protokollhierarchien
1.3 Normungsgremien
1.4 ISO-Referenzmodell für offene Rechnernetze

2. Bitübertragungsschicht (Physical Layer)
2.1 Definition
2.2 Mechanische/elektrische/funktionale Spezifikation
2.3 Übertragungstechniken, Modulation
2.4 Physikalische Medien
2.5 Beispiele: V.24, ADSL

3. Sicherungsschicht (Data Link Layer)
3.1 Übertragungsfehler: Ursachen
3.2 Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturcodes
3.3 Bitstopfen und Rahmenbegrenzer
3.4 Bestätigungen und Sequenznummern
3.5 Flusskontrolle
3.6 Beispiele: HDLC, PPP

Inhalt (2)

4. Lokale Netze

4.1 Topologien für lokale Netze
4.2 Medienzugangskontrolle
4.3 ALOHA
4.4 CSMA/CD (Ethernet)
4.5 Token Ring
4.6 FDDI
4.7 Logical Link Control im LAN
4.8 Sternkoppler und LAN-Switching

5. Weitverkehrsnetze und Routing

5.1 Das Prinzip der Paketvermittlung
5.2 Virtuelle Verbindungen oder Datagramme?
5.3 Wegewahl (Routing) für Punkt-zu-Punkt-Netze
5.4 Wegewahl (Routing) für Multicast-Netze
5.5 Überlastkontrolle in der Vermittlungsschicht
5.6 Beispiele: IP, IPv6, ATM

Inhalt (3)

6. ISDN

6.1 Ziele von ISDN
6.2 Grundlagen von ISDN
6.3 Schichten 1, 2 und 3 für ISDN
6.4 ISDN-Standards

7. Transportschicht

7.1 Transportprotokolle im Internet: Architektur
7.2 UDP (User Datagram Protocol)
7.3 TCP (Transmission Control Protocol)

8. Darstellungsschicht

8.1 Aufgaben und Funktionsweise
8.2 Die Darstellungsschicht nach ISO/OSI
8.3 XDR - die Darstellungs"schicht" im Internet

Inhalt (4)

9. Anwendungsschicht

9.1 Architektur der Anwendungsprotokolle im Internet

9.2 smpt für elektronische Post

9.3 ftp für Dateitransfer

9.4 nfs für den Fernzugriff auf Dateien im Netz

9.5 telnet für virtuelles Terminal (remote login)

9.6 http für das World Wide Web

9.7 Telefondienste über IP

10. Verzeichnisdienste

10.1 Architektur des Domain Name Service (DNS)

10.2 Protokolle des DNS

11. Protokolle für mobile Datenkommunikation

11.1 Mobile IP

11.2 Transportprotokolle für Netze mit drahtlosen Endgeräten

11.3 Ad-Hoc-Netze

Literatur (1)

1. **Bocker, P.**: ISDN – The Integrated Services Digital Network, 3. Auflage, Springer-Verlag, 1996
2. **Comer**: Internetworking with TCP/IP, Vol.1; Prentice-Hall, 1995
3. **De Prycker, Martin**: Asynchronous Transfer Mo-de. 3rd edition, Prentice Hall Europe, 1995
4. **Halsall, Fred**: Data Communications, Computer Networks and Open Systems. 4th edition, Addison-Wesley, 1995
5. **Huitema, Ch.**: Routing in the Internet, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1995
6. **Huitema, Ch.**: IPv6, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1995
7. **Kuo, Frank, Effelsberg, Wolfgang und Garcia-Luna-Aceves, J.J.**: Multimedia Communications - Protocols and Applciations. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1998
8. **Partridge, C.**: Gigabit Networking. Addison Wesley, 1994
9. **Peterson, Larry L. and Davie, Bruce S.**: Computernetze – ein modernes Lehrbuch. dpunkt-Verlag, Heidelberg, 2000

Literatur (2)

10. **Stevens, W. Richard:** TCP/IP Illustrated. Volume 1: The Protocols. Addison Wesley, 1994.
11. **Tanenbaum, A.S.**: Computer Networks. 3rd edition, Prentice Hall, 1996
12. **Zitterbart, M.**: Hochleistungskommunikation, Band 1: Technologie und Netze. Oldenbourg, München/Wien, 1995
13. **Zitterbart, M.**: Transportdienste und Transportprotokolle (Hochleistungskommunikation, Band 2), Oldenbourg, München/Wien, 1996
14. **Zitterbart, M., Schmidt, C.**: Internetworking - Brücken, Router&Co.; TAT-Band 8, International Thomson Publishing, 1995

1.1 Definition eines Rechnernetzes, Abgrenzung

Definition

Ein Rechnernetz dient zur Kopplung unabhängiger Rechner zum Zwecke des Datenaustauschs.

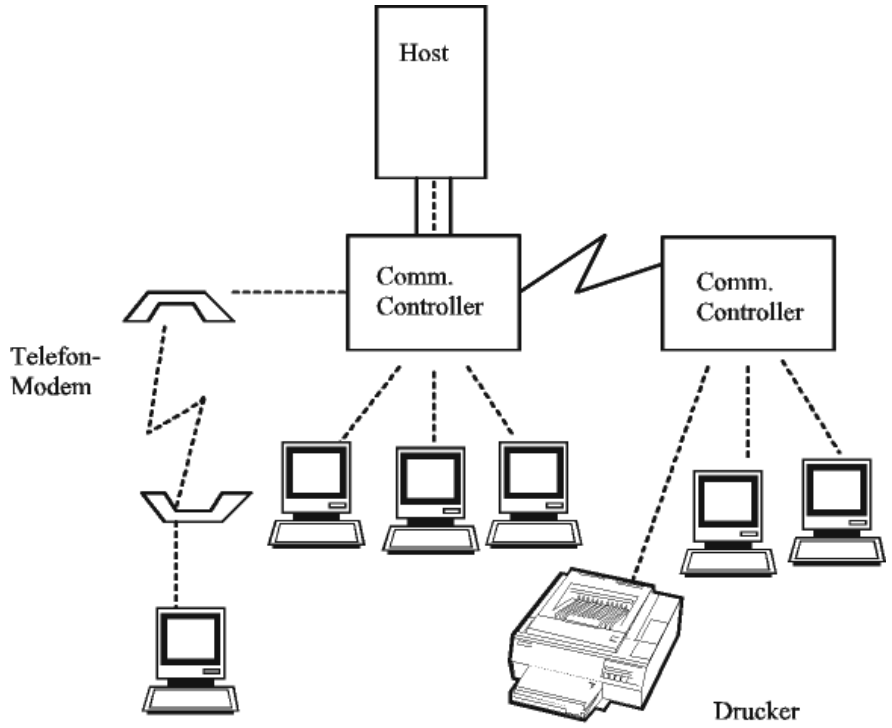
Abgrenzung gegenüber

- Bus, Kanal
- Interkonnektionsnetz eines Parallelrechners (Mehrprozessor-System vs. Verteiltes System)
- Terminalnetz

Ziele eines Rechnernetzes

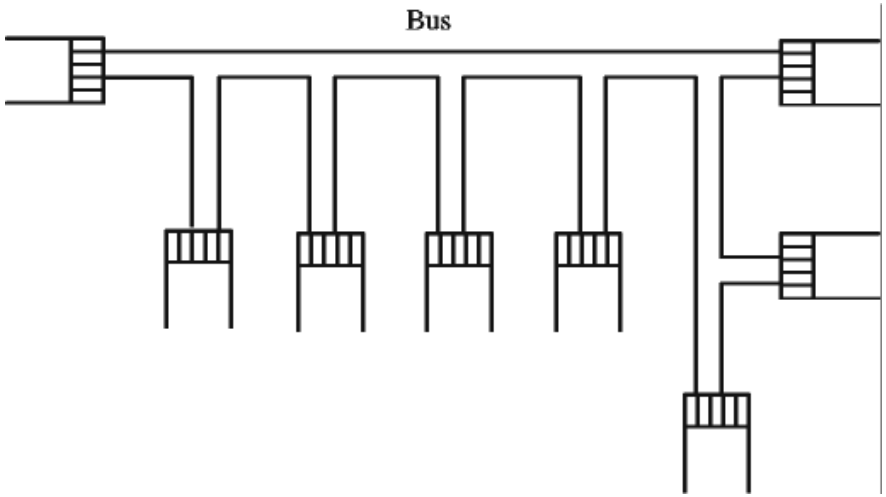
- **Datenverbund**
  Zugriff auf entfernte Daten, Datenaustausch
- **Funktionsverbund**
  Zugriff auf Spezialrechner, z. B. Server
- **Lastverbund**
  gleichmäßige Lastverteilung
- **Verfügbarkeitsverbund**
  Fehlertoleranz, schrittweises Wachstum

Terminalnetz



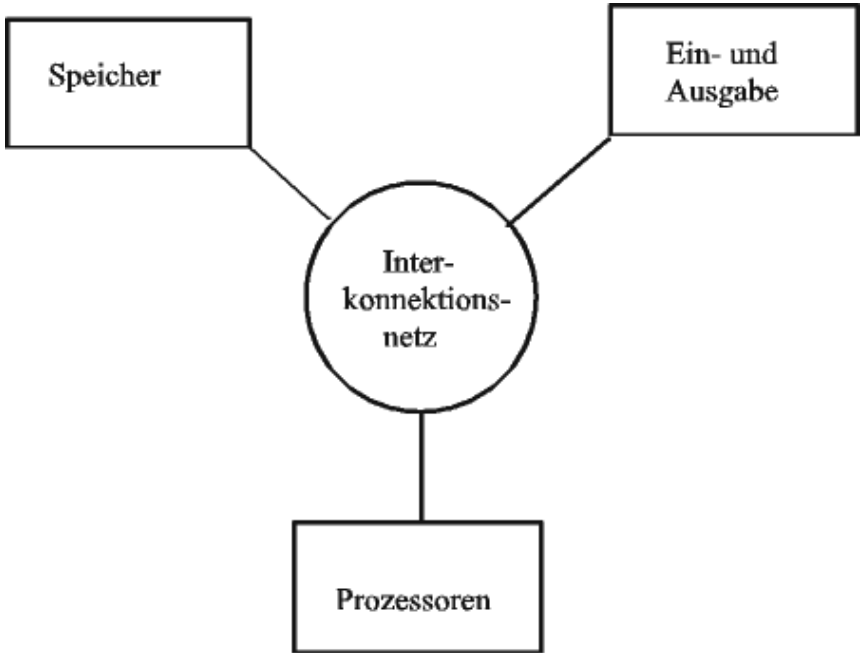
Bus und Interkonnektionsnetz (1)

Bus in einem Rechner



Bus und Interkonnektionsnetz (2)

Interkonnektionsnetz in einem Parallelrechner



n Prozessoren

1.2 Normungsgremien

Normung des Begriffs "Normung" (DIN 820)

Normung ist die planmäßige, durch die interessierten Kreise gemeinschaftlich durchgeführte Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit.

Normungsinstitutionen

- International Organization for Standardization (ISO)
- International Telecommunications Union (ITU) Ehemals: Comite Consultatif International de Télégraphie et Téléphonique (CCITT)
- CEN/ CENELEC/ ETSI (europäisch)
- National Institute of Standards and Technology (NIST)

International Standards Organization (ISO)

- Normung auf internationaler Ebene
- Mitglieder: Nationale Normungsgremien (DIN, ANSI, AFNOR,...)
  - ISO TC 97: Information Processing Systems
  - DIN: Normungsausschuss Informationsverarbeitung (NI)
  - TC 97/SC 6: Data Communications
  - TC 97/SC 18: Text and Office Communications
  - TC 97/SC 21: Open Systems Interconnection
- Stufen einer Norm
  - a) Working Draft (WD)
  - b) Draft Proposal (DP)
  - c) Draft International Standard (DIS)
  - d) International Standard (IS)
- Normen besitzen keine Rechtsverbindlichkeit

International Telecommunications Union (ITU)

Ehemals: Comité Consultatif International de Télégraphie et Téléphonique (CCITT)

- Internationale Vereinigung der Postgesellschaften (Telecoms)
- Vollversammlung alle 4 Jahre (..., 1980, 1984, 1988, 1992, 1996 ...)
- Verabschiedung von Empfehlungen (Recommendations)
- Verwendung verschiedener Farben für die Empfehlungen jeder Vollversammlung
  - gelb (Yellow Books) (1980)
  - rot (Red Books) (1984)
  - blau (Blue Books) (1988)
- ITU ist eine UN-Organisation
  - ITU-R (ITU Radiocommunication Standardization Sector)
  - ITU-T (ITU Telecommunication Standardization Sector)

CEN / CENELEC / ETSI

- Europäische Normungsinstitute
- Europaweite Harmonisierung der nationalen Normen
- Functional Standards, Profiles

Standards im Internet

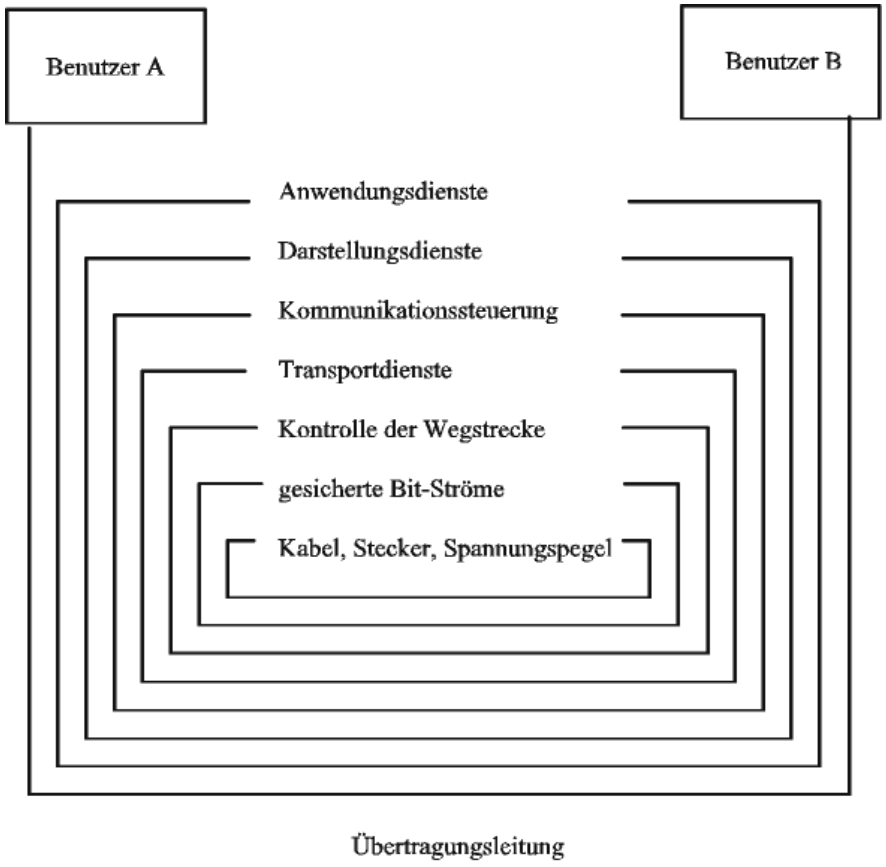
- IAB (Internet Activity Board)
  - IETF (Internet Engineering Task Force)
  - IRTF (Internet Research Task Force)
- RFC (Request for Comment) erfüllt die Rolle eines Standards im Internet. Erstaunlicherweise ist die Entstehung von RFCs ein informeller Prozess!
- Arbeitsgruppen mit jeweils einem Leiter
  - Mitglied der Arbeitsgruppe kann jeder werden
  - Kommunikation erfolgt vorwiegend über E-Mail, gelegentliche IETF-Treffen
  - typische Arbeitszeit: 9-18 Monate
  - Ergebnis: Internet Draft
- Faustregel: Internet Draft → mindestens zwei unabhängige Implementierungen; Interoperabilitätstests; Stabilität über 4 Monate → Internet Standard (RFC)

Industriekonsortien

- Zusammenschluss vorwiegend industrieller Partner
- Ziel: rasche Realisierung kompatibler Produkte
  - deshalb: schnelle Entwicklung eines gemeinsamen defacto Standards
- Einbringung der Ergebnisse in die internationale Standardisierung
- Beispiele:
  - NFS (Network File System)
  - ATM (ATM-Forum)
  - WWW-Konsortium
- Problem: Vorgehensweise manchmal zu schnell, so dass interessante und richtungsweisende Forschungsergebnisse keinen Eingang in die defacto-Standardisierung finden.

1.3 Protokollhierarchien

Strukurierung des Problems

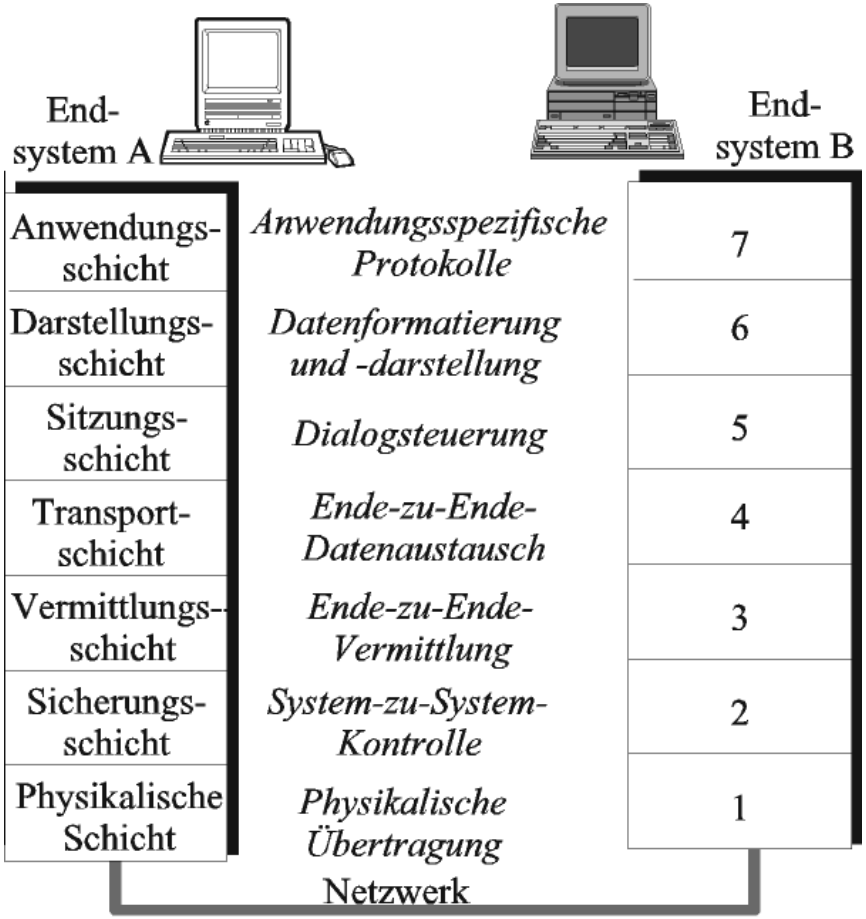


1.4 Das ISO-Referenzmodell für Offene Systeme

- OSI = OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION
- Kurz: ISO/OSI-Referenzmodell
- ISO International Standard 7498
- Ein Modell für geschichtete Kommunikationssysteme
- Einführung der Grundbegriffe (Terminologie)
- Schlägt sieben Schichten und ihre Funktionalität vor

Schicht	ISO
7	Anwendungsschicht
6	Darstellungsschicht
5	Kommunikationssteuerungs-schicht
4	Transportschicht
3	Vermittlungsschicht
2	Sicherungsschicht
1	Bitübertragungsschicht

Die sieben Schichten und ihre Funktionen



Die sieben Schichten des ISO-Referenzmodells

- Die Bitübertragungsschicht ermöglicht die transparente Übertragung eines Stroms binärer Information über eine Leitung.
- Die Sicherungsschicht soll insbesondere Übertragungsfehler entdecken und korrigieren.
- Die Vermittlungsschicht übermittelt Daten auf eine transparente Art und Weise. Dazu wird von der Transportschicht eine entsprechende Route ausgewählt.
- Die Transportschicht übermittelt die Daten von Endbenutzer zu Endbenutzer. Sie entlastet den Benutzer von den Details der Datenübertragung.
- Die Kommunikationssteuerungsschicht koordiniert die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen miteinander kommunizierenden Anwendungsprozessen.
- Die Darstellungsschicht transformiert die Darstellung der übermittelten Daten in eine Form, die von den kommunizierenden Anwendungsprozessen verstanden wird.
- Die Anwendungsschicht beschreibt die Natur der Datenübertragung, um den Anforderungen der Benutzer zu genügen. Die Anwendungsschicht ist die einzige Zugriffsmöglichkeit der Anwendungsprozesse zur Datenübertragung.

Prinzipien des ISO-Referenzmodells

- Offenes System
  - Rechnersystem (Hardware, Software, Peripherie, ...), das sich bei der Kommunikation an die OSI-Standards hält
- (N)-Schicht
  - wird aus sämtlichen Einheiten einer (N)-Hierarchiestufe in allen offenen Systemen gebildet
- (N)-Instanz
  - Implementierung einer (N)-Schicht in einem System
  - es kann verschiedene Typen von (N)-Instanzen geben, die die Protokolle für die (N)-Schicht in verschiedener Weise implementieren
- Partnerinstanzen, Peer-Entities
  - Instanzen derselben Schicht an verschiedenen Orten. Partnerinstanzen erfüllen die Funktionen einer Schicht durch Datenaustausch

Schicht (1)

- **Hauptaufgabe jeder Schicht ist es, der darüberliegenden Schicht *Dienste* anzubieten.**

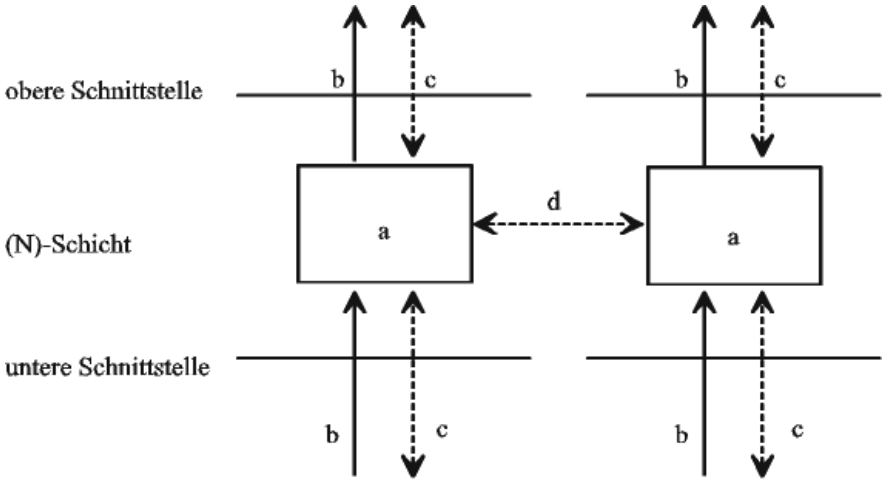
  Diese Dienste setzen sich zusammen aus:
  - Dienstleistungen, die innerhalb dieser Schicht implementiert werden, und
  - dem kumulativen Resultat der Dienstleistungen aller darunter liegenden Schichten.

- Schichten sind über so genannte **Dienstprimitive** miteinander verknüpft.

- Die direkte Kommunikation erfolgt mit den Schichten (N+1) und (N-1).

- Die indirekte Kommunikation mit den Partnerinstanzen (peer entities) erfolgt durch Abwicklung des Schicht-**Protokolls**.

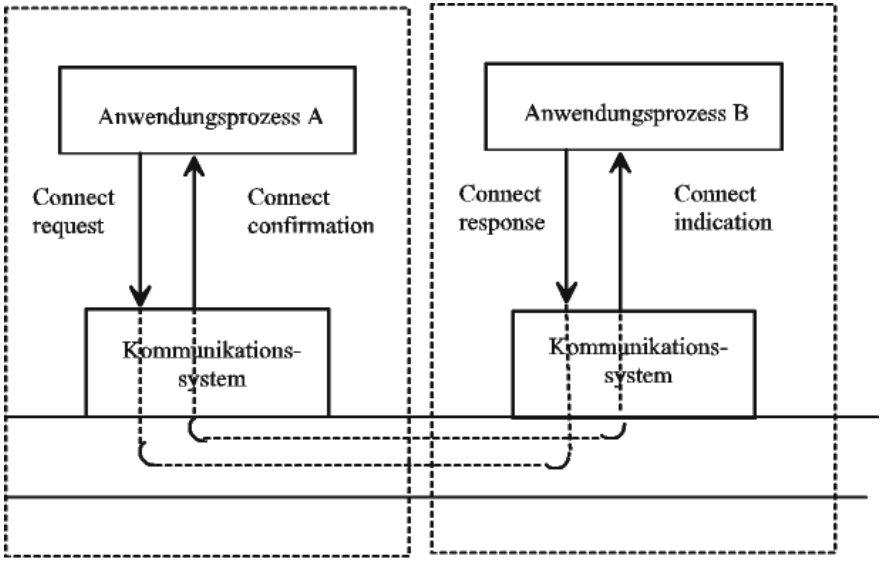
Schicht (2)



a = gleichgestellte (N)-Instanzen (Peer Entities)
b = Dienstleistungen (Layer Sevice)
c = Dienstprimitive (Service Primitives)
d = Protokoll unter gleichgestellten (Peer Protocol)

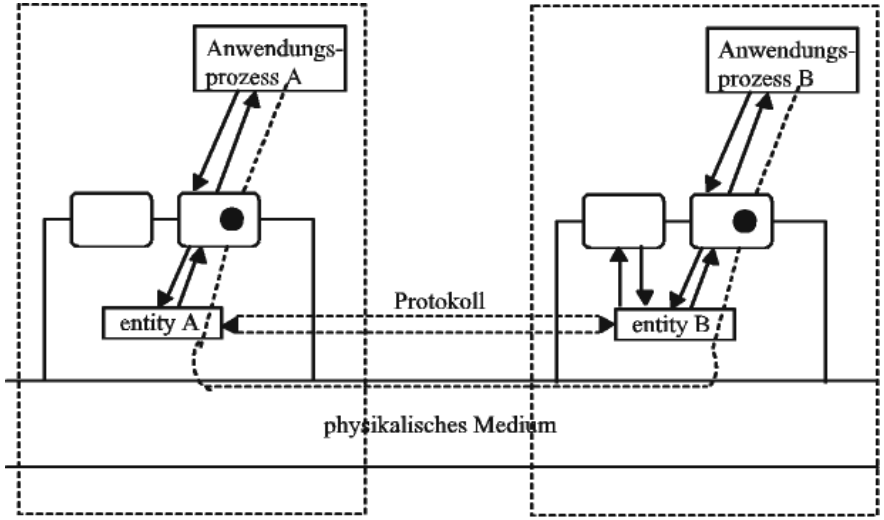
Ereignisse zwischen Anwendungsprozess und Kommunikationssystem

Beispiel: CONNECT (Verbindungsaufbau)

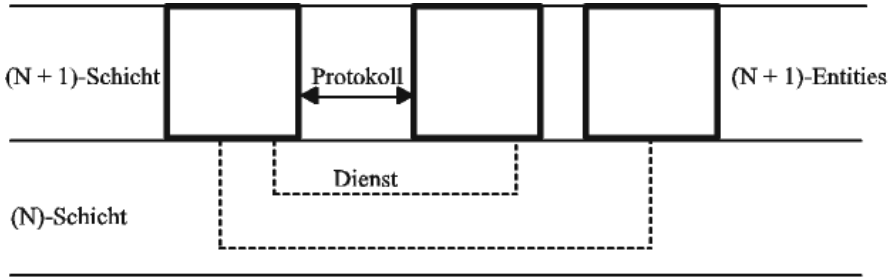


Protokoll

Unter einem **Protokoll** versteht man die Menge der Regeln für den Datenaustausch zwischen Instanzen derselben Schicht.

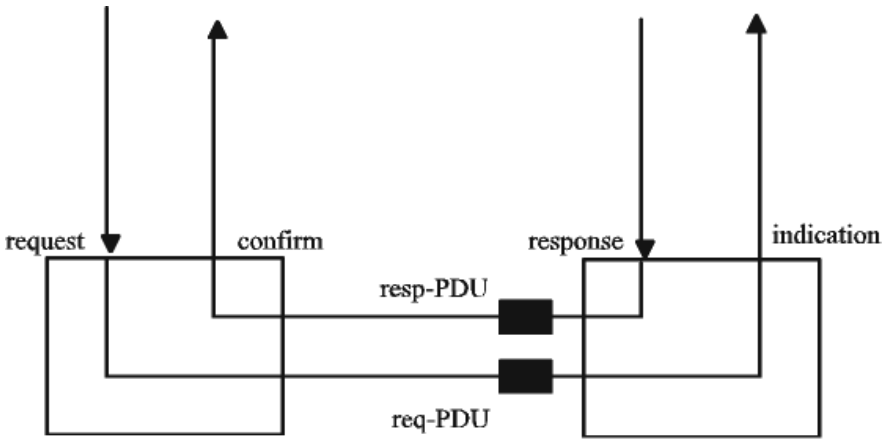


Dienst und Protokoll



Das **Protokoll** der Schicht (N+1) benutzt die **Dienste** der Schicht (N).

Dienstereignisse und Protokolldateneinheiten

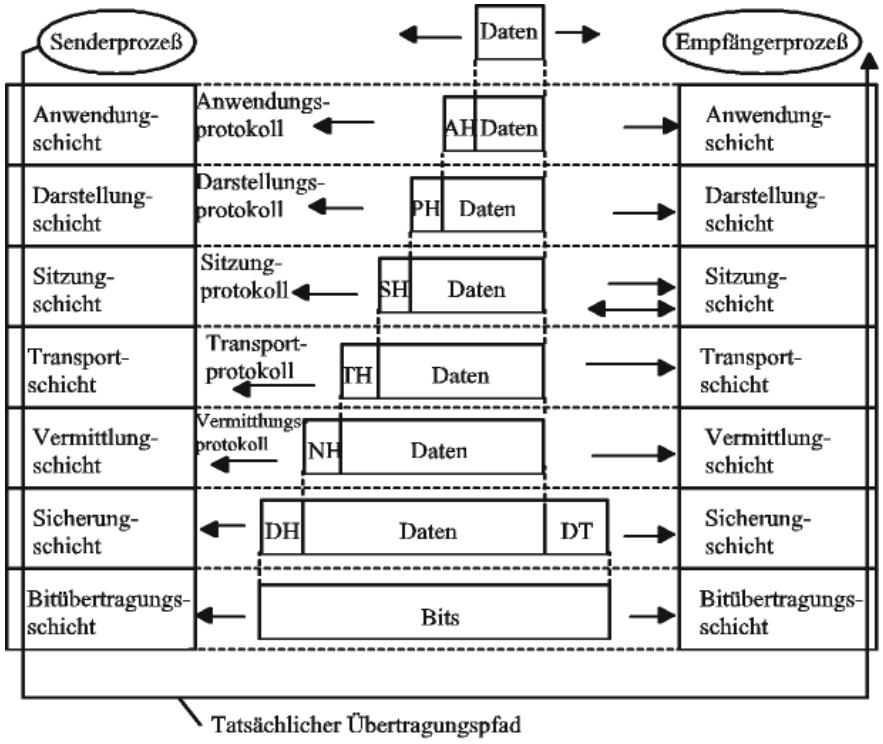


Arten von Dienstprimitiven

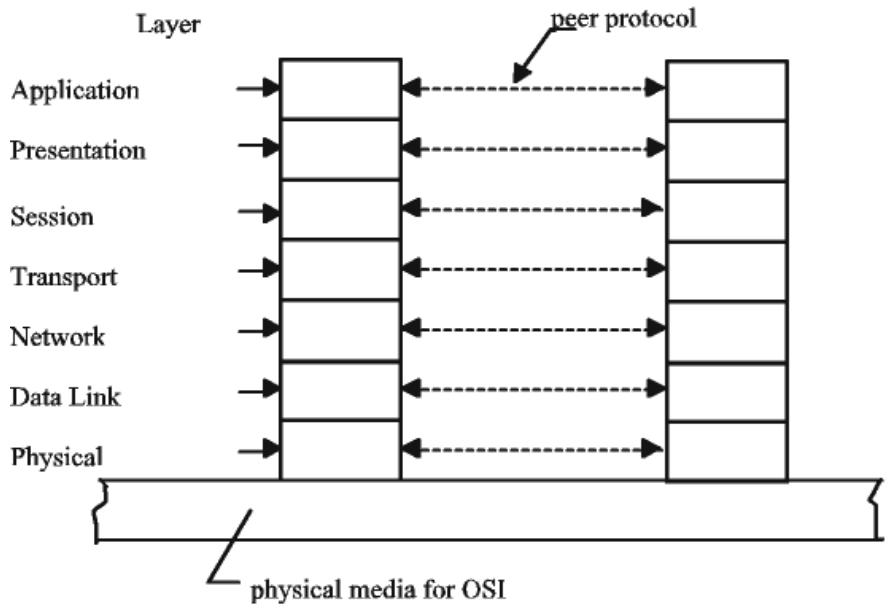
- Anforderung (Request)
  - Anfordern einer Dienstleistung durch den Benutzer
- Anzeige (Indication)
  - Dem Benutzer anzeigen, dass vom entfernten Benutzer ein Dienst angefordert wurde oder dass ein Ereignis in der Schicht selbst aufgetreten ist
- Antwort (Response)
  - Quittieren einer voran gegangenen Anzeige durch den Benutzer
- Bestätigung (Confirmation)
  - Quittieren einer voran gegangenen Anforderung durch den Dienstanbieter (die Schicht).

Beispiel

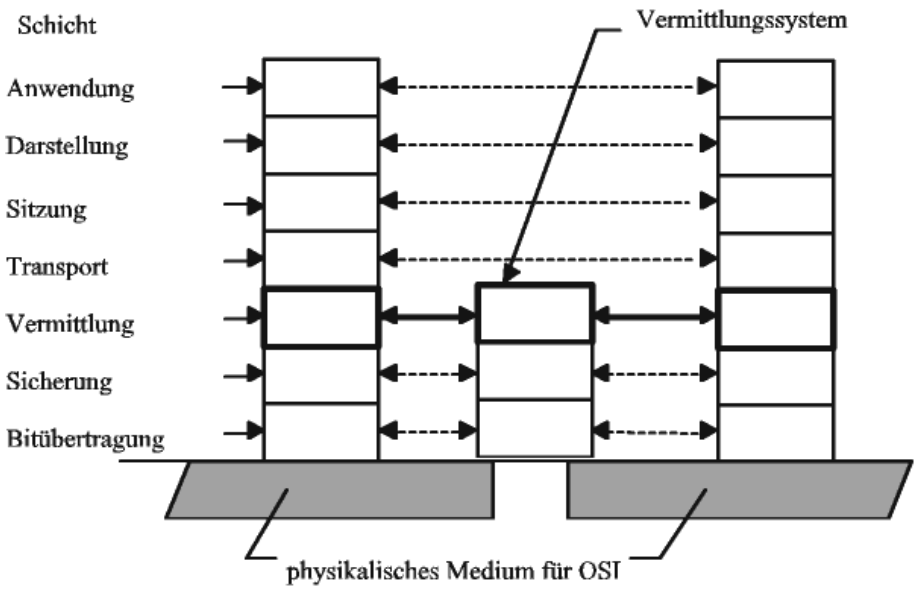
Ein Beispiel dafür, wie das Schichtenmodell sich auf die Nachrichtenformate auswirkt.



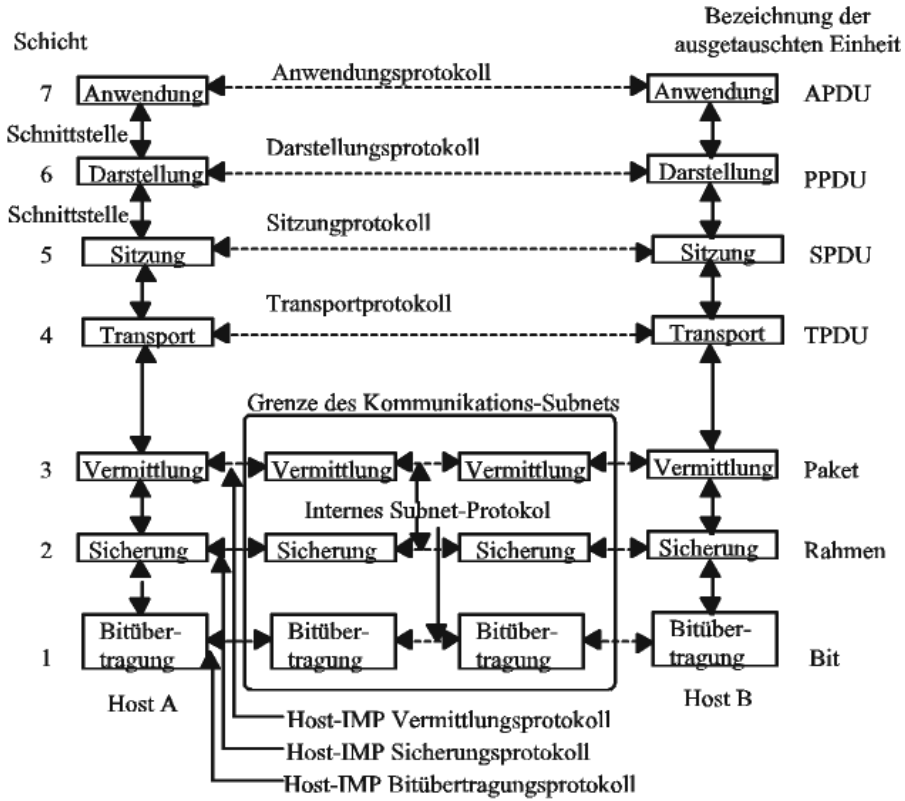
Referenzmodell und Partnerprotokolle



Vermittlungssysteme



ISO–Referenzmodell mit Zwischenknoten



Schichtenmodelle verschiedener Netzarchitekturen

Layer	ISO	Internet	SNA
7	Application	SMTP, FTP, telnet, http	End user
6	Presentation		NAU services
5	Session		Data flow control
4	Transport	TCP	Transmission control
3	Network	IP	Path control
2	Data link control	Data link control	Data link control
1	Physical	Physical	Physical