

# Rechnernetze

SS 2002

Prof. Dr. W. Effelsberg

Lehrstuhl für

Praktische Informatik IV

Universität Mannheim

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-1
---	---	---------------	-----

## 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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-2
---	---	---------------	-----

## 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. Weiterverkehrsnetze 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 **smtp** 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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-5
---	---	---------------	-----

## 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 Mode. 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 Applications. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1998
8. **Partridge, C.:** Gigabit Networking. Addison Wesley, 1994
9. **Peterson, Larry L. and Davie, Bruce S.:** Computer networks – ein modernes Lehrbuch. dpunkt-Verlag, Heidelberg, 2000

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-6
---	---	---------------	-----

## 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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-7
---	---	---------------	-----

## 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

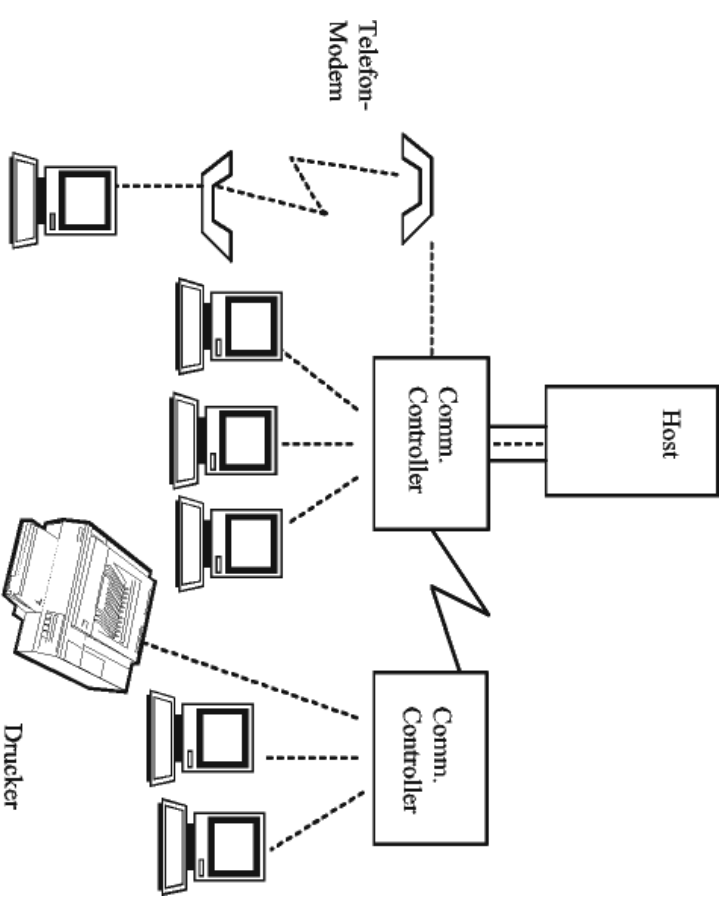
	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-8
---	---	---------------	-----

## Ziele eines Rechnernetzes

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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-9
---	---	---------------	-----

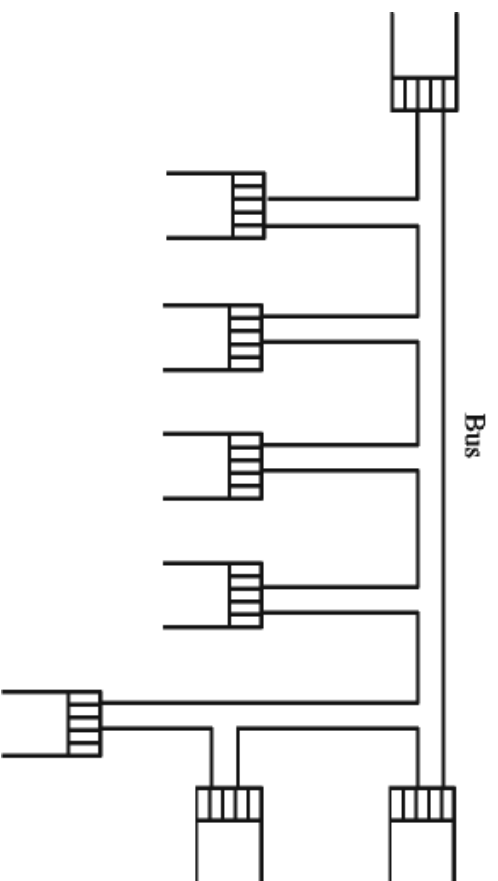
## Terminalnetz




	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-10
---	---	---------------	------

## Bus und Interkonnektionsnetz (1)

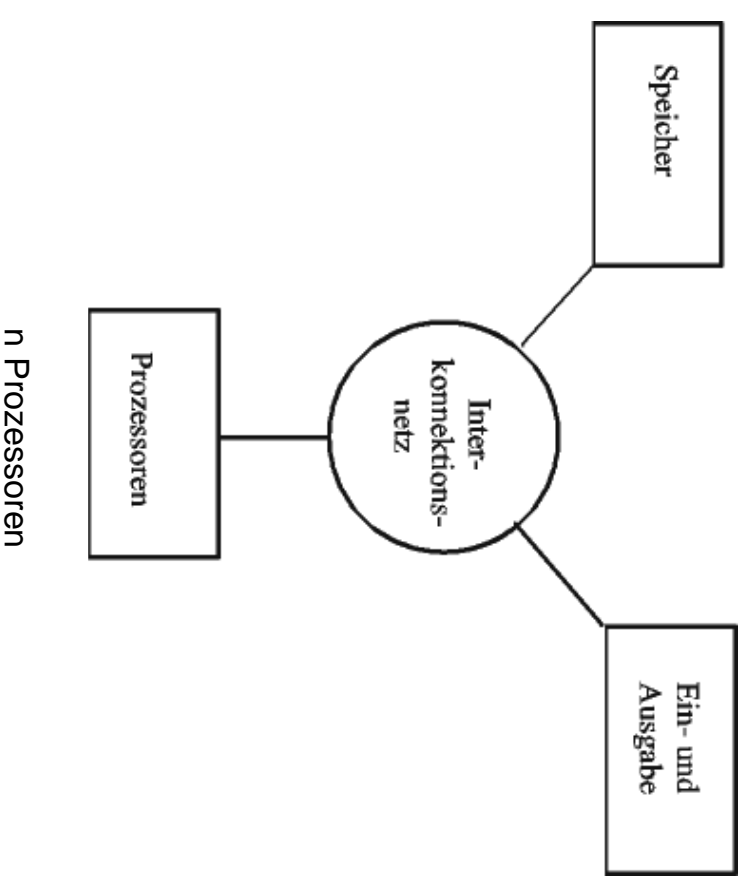
Bus in einem Rechner



	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Efratsberg	1. Einführung	1-11
---	---	---------------	------

## Bus und Interkonnektionsnetz (2)

Interkonnektionsnetz in einem Parallelrechner



	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Efratsberg	1. Einführung	1-12
---	---	---------------	------

## 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: Comité Consultatif International de Télégraphie et Téléphonique (CCITT)
- CEN/ CENELEC/ ETSI (europäisch)
- National Institute of Standards and Technology (NIST)

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-13
---	---	---------------	------

### 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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-14
---	---	---------------	------

## 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)

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-15
---	---	---------------	------

## CEN / CENELEC / ETSI

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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-16
---	---	---------------	------



## 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)

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-17
---	---	---------------	------

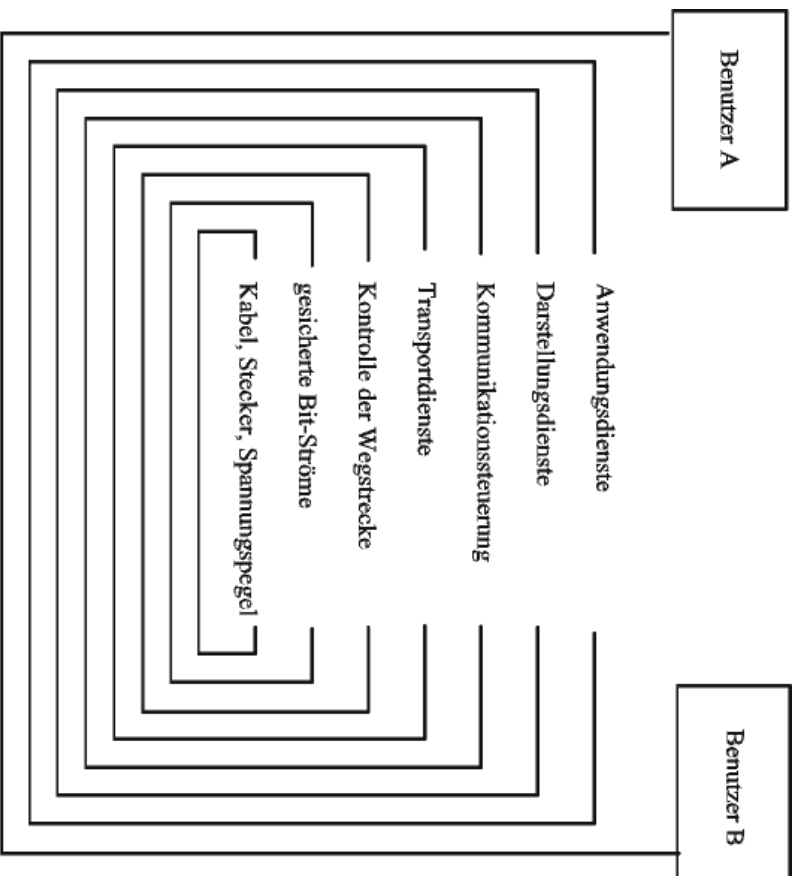
## Industriekonsortien

- 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 richtungweisende Forschungsergebnisse keinen Eingang in die defacto-Standardisierung finden.

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-18
---	---	---------------	------

## 1.3 Protokollhierarchien

### Strukturierung des Problems



	Rechnernetze	1. Einführung	1-19
	© Prof. Dr. W. Efratsberg		

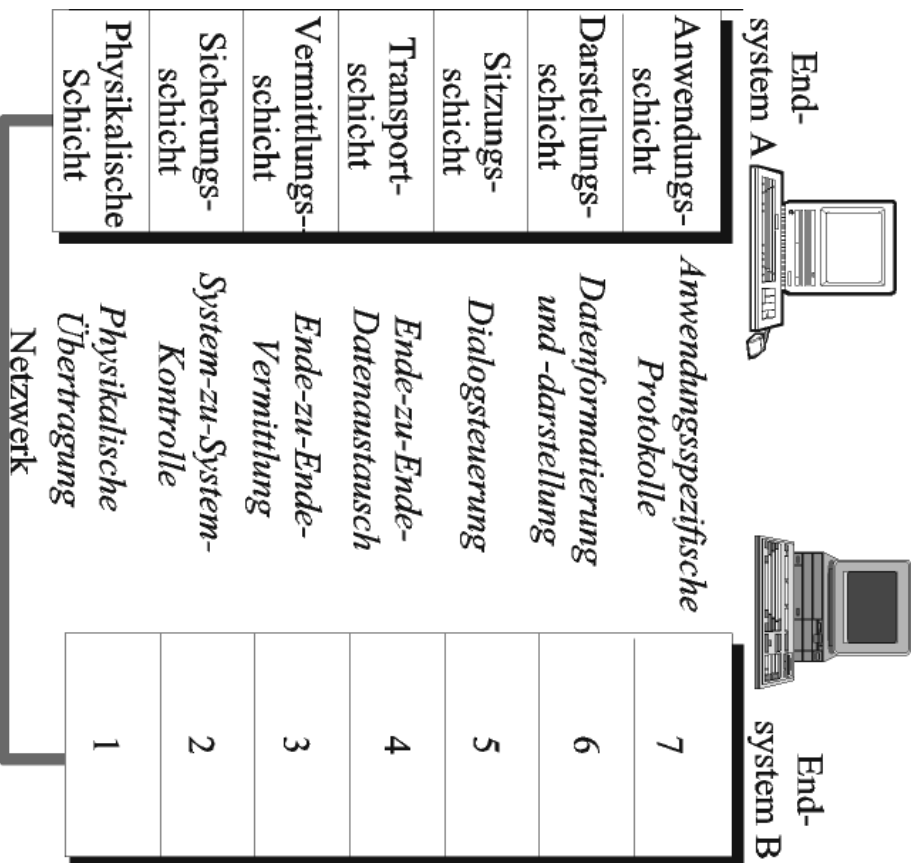
## 1.4 Das ISO-Referenzmodell für Offene Systeme

- 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	Kommunikationssteuerungsschicht
4	Transportschicht
3	Vermittlungsschicht
2	Sicherungsschicht
1	Bitübertragungsschicht

	Rechnernetze	1. Einführung	1-20
	© Prof. Dr. W. Efratsberg		

## 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

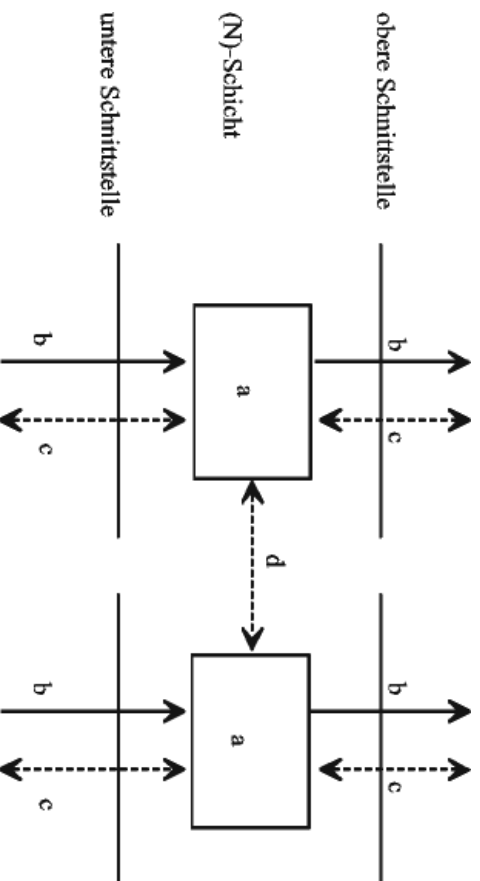
	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-23
---	---	---------------	------

## 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**.

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-24
---	---	---------------	------

## Schicht (2)

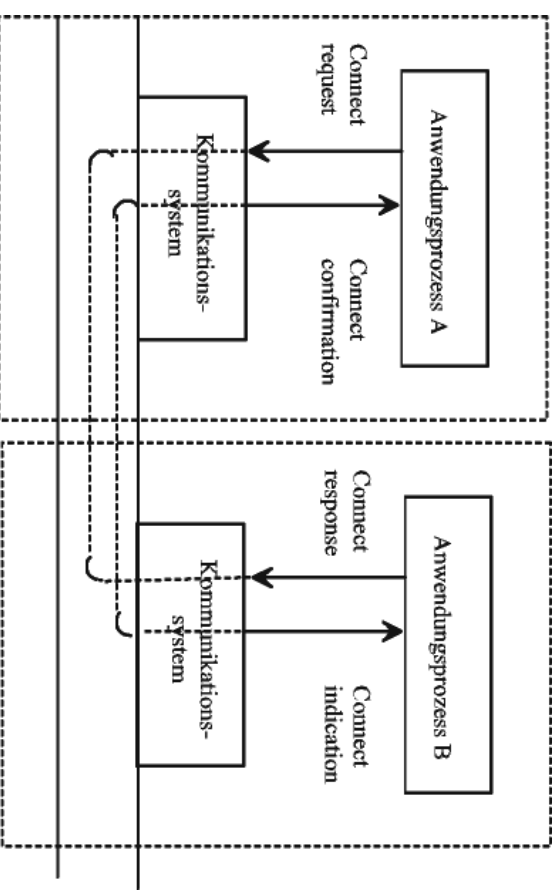


- a = gleichgestellte (N)-Instanzen (Peer Entities)
- b = Dienstleistungen (Layer Service)
- c = Dienstprimitive (Service Primitives)
- d = Protokoll unter gleichgestellten (Peer Protocol)



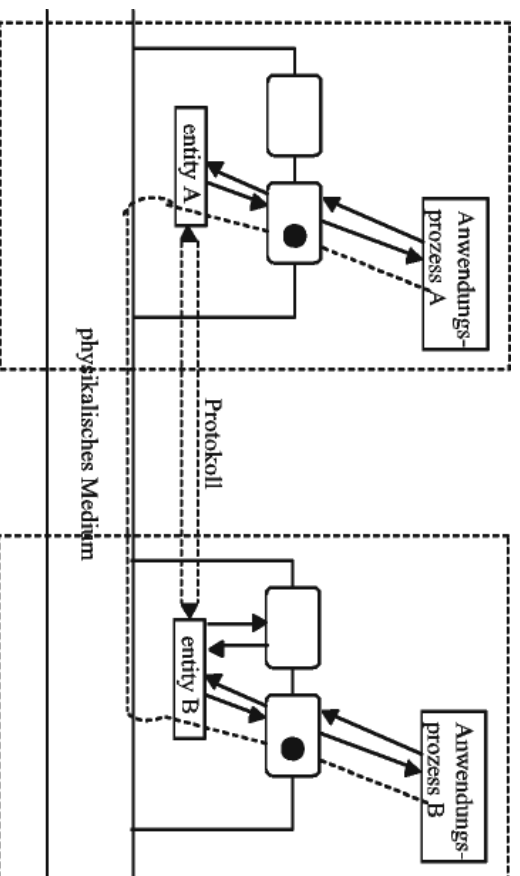
## Ereignisse zwischen Anwendungsprozess und Kommunikationssystem

Beispiel: CONNECT (Verbindungsaufbau)



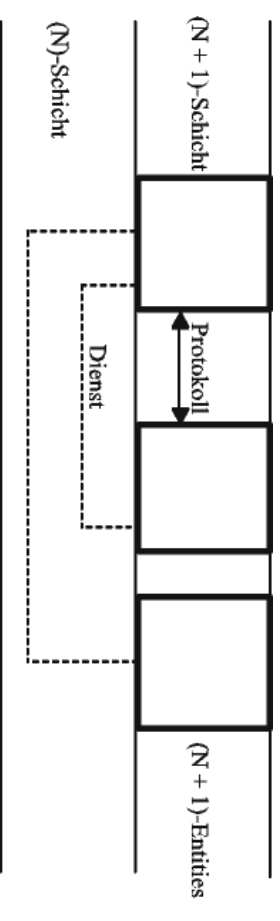
## Protokoll

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



	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Efratsberg	1. Einführung	1-27
--	---	---------------	------

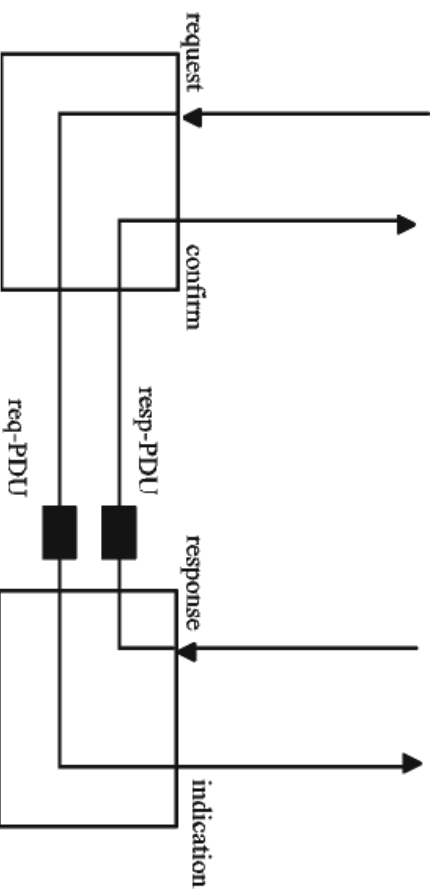
## Dienst und Protokoll



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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Efratsberg	1. Einführung	1-28
--	---	---------------	------

## Dienstergebnisse und Protokolldateneinheiten



## Arten von Dienstprimitiven

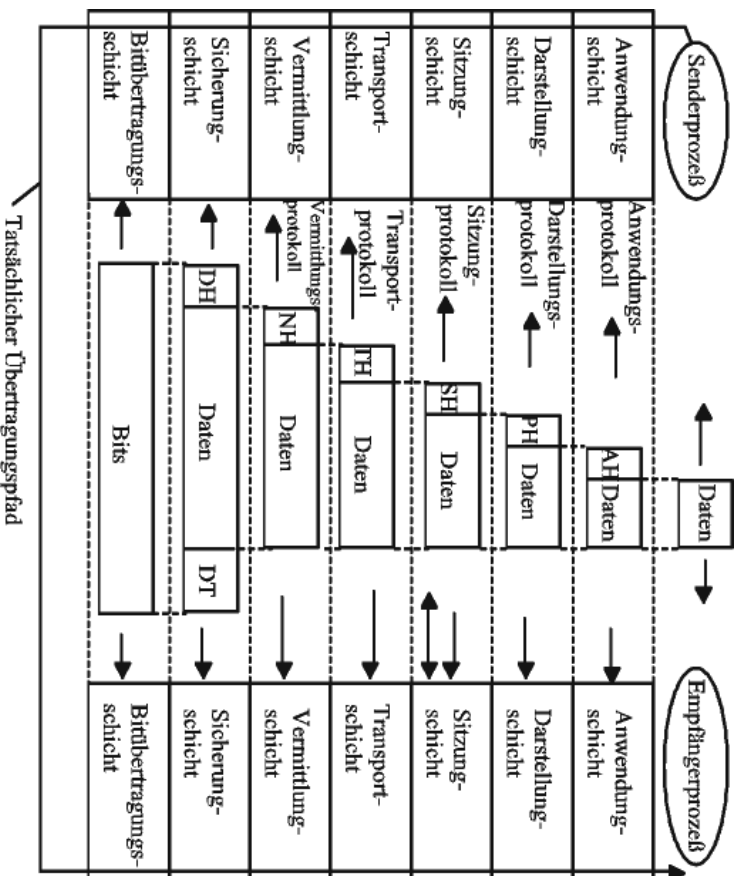
- Anforderung (Request)
  - Anfordern einer Dienstleistung durch den Benutzer
- Anzeige (Indication)
  - Dem Benutzer anzeigen, dass vom entfernten Benutzer ein Dienst angefordert wurde oder dass ein Ereignis in der Schicht selbst aufgetreten ist
- Antwort (Response)
  - Quittieren einer voran gegangenen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

	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-29
--	---	---------------	------

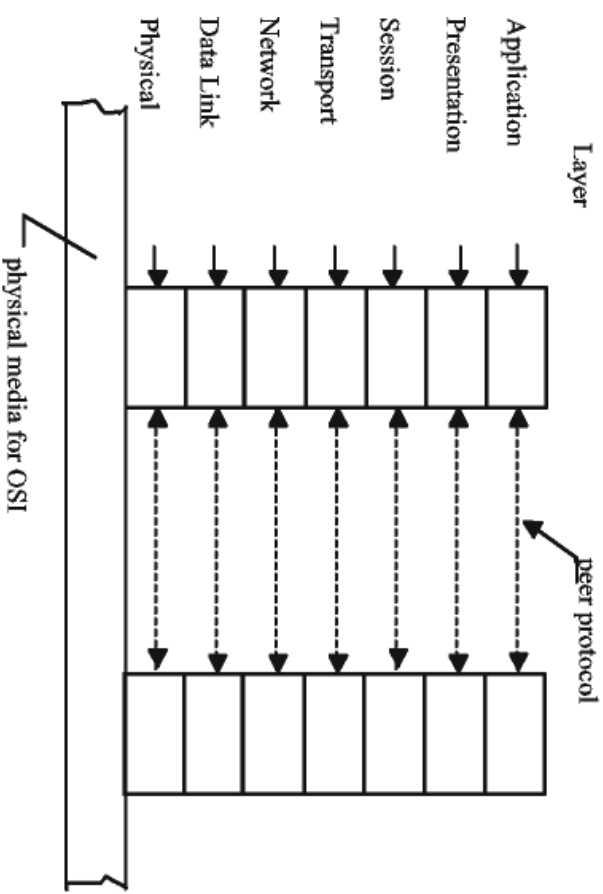
	Rechnernetze © Prof. Dr. W. Effelsberg	1. Einführung	1-30
--	---	---------------	------

## Beispiel

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

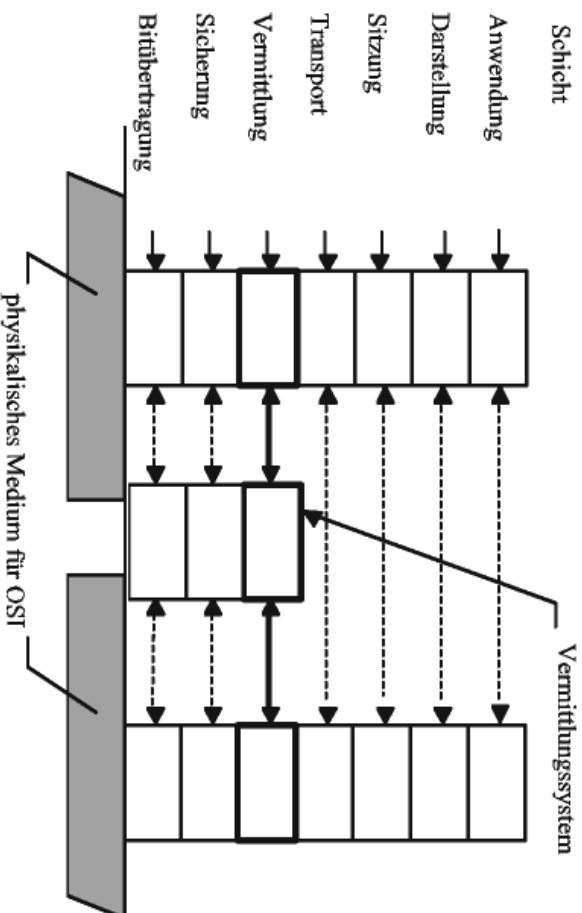


## Referenzmodell und Partnerprotokolle

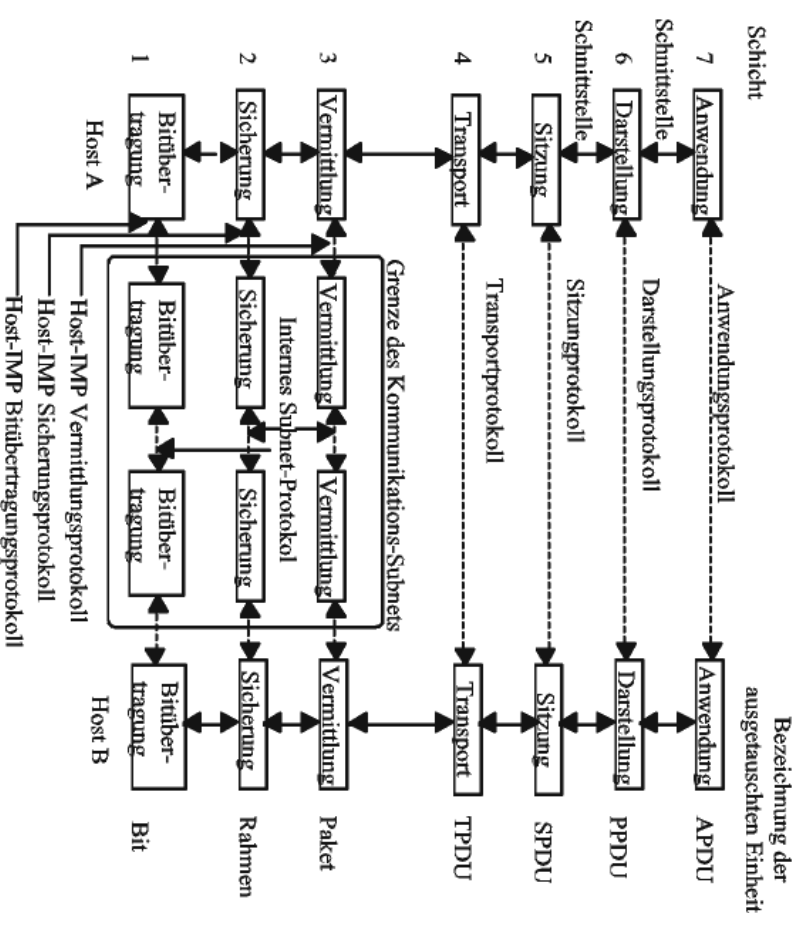




## Vermittlungssysteme



## 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		Transmission control
3	Network	TCP	Path control
2	Data link control		
1	Physical	Physical	Physical