

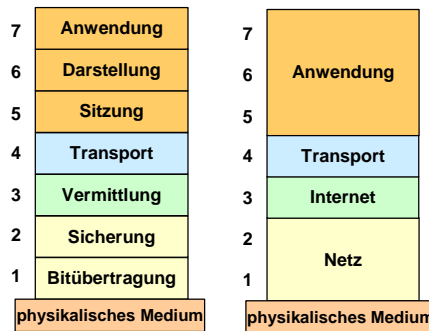
## Teil 1.0: Einleitung

- Übersicht über die Vorlesung, Ziele, Fragestellungen
- Akteure in der Telekommunikation
- Netzausdehnungen, Netzebene-Architektur, Akronyme
- OSI-Referenzmodell
- Standardisierung

### Datenkommunikation

- 1) Grundlagen
- 2) OSI-Referenzmodell
- 3) Internet-Referenzmodell
- 4) Einsatzbereiche
- 5) Anhang

### Protokoll-Schichten in Endsystemen



OSI: Open Systems Interconnection

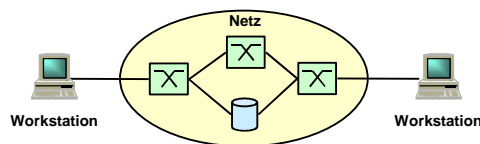
OSI Referenzmodell

Internet Referenzmodell

### Teil 1: Grundlagen

- 0) Einleitung
- 1) Überblick
- 2) Anwendungsgebiete und Anforderungen
- 3) Adressierung und Netzstrukturen
- 4) Kommunikationsmodell
- 5) Übertragung
- 6) Vermittlung
- 7) Schichtenmodelle und Protokolle

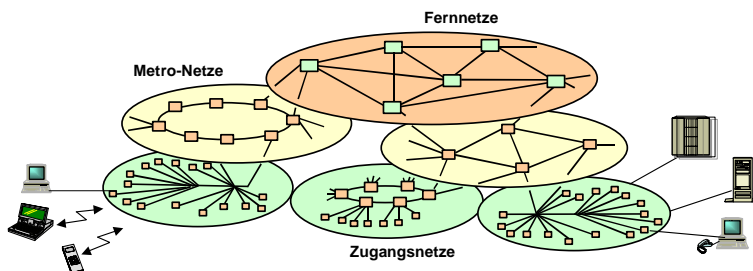
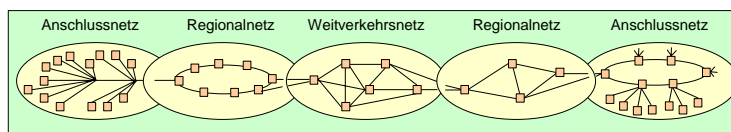
Bild: Übersicht der Vorlesung



- Grundlagen von lokalen und weltweiten Datennetzen.
- Gesamtüberblick der Datenkommunikation.
- Funktionsweise vom Internet und Intranets.
- Erkennen von Zusammenhängen und Querbeziehungen.

Bild: Übersicht über Teil 1 der Vorlesung

Bild: Ziele der Vorlesung



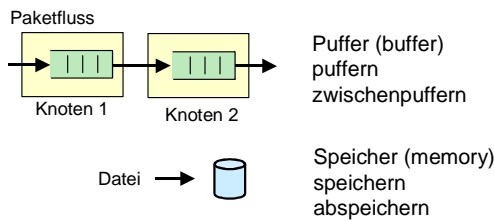
- Welche Abläufe sind bei Websurfen, Emails oder Multimedia involviert?
- Welche Netztechnologien ermöglichen die weltweite Vernetzung?
- Welche Mechanismen gewährleisten die hochqualitative Kommunikation?
- Welche Protokolle, Netzkomponenten und Übertragungssysteme sind erforderlich?

Bild: Zentrale Fragen in der Vorlesung

<b>Bitraten</b>	bit/s		
	kbit/s	kilo	$10^3$
	Mbit/s	mega	$10^6$
	Gbit/s	giga	$10^9$
	Tbit/s	tera	$10^{12}$
	Pbit/s	peta	$10^{15}$

<b>Speicher</b>	KB	Kilobyte	
	MB	Megabyte	$k = 1000$
	GB	Gigabyte	$K = 1024$
	TB	Terabyte	

1 Byte = 1 Oktett = 8 Bit



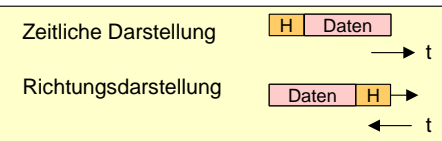
## englisch deutsch

Network	Netz
	Netzknoten
	Netzhierarchie
	Netzschnittstelle
	Netzmanagement
Circuit	Netzwerk
	Schaltungsnetzwerk
Air interface	Funkschnittstelle

In meinen Vorlesungen und Prüfungen:

**NIE: Netzwerk**

**NIE: Luftschnittstelle**

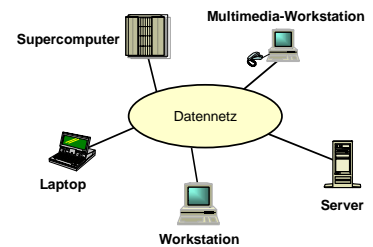


## 1.1: Überblick

Datenkommunikation im weltweiten Netz von verteilten Systemen erlaubt durch den hohen Vermaschungsgrad der Netze, die Netzressourcen flexibel auszunutzen, den Netzlast über mehrere Wege auszugleichen, und bei einem Kabelbruch oder einem Knotenausfall die Redundanz der Netzressourcen auszunutzen. Internet-Kommunikation ist distanzunabhängig. Bei jedem Webabfrage kann, teilweise fast verzögerungslos, ein anderes Kontinent angesprochen sein. Die Vorlesung soll ein Einblick hinter den Kulissen ermöglichen und Fragen, wie im Bild aufgelistet sind, beantworten.

### Ziele der Datenkommunikation

- Gemeinsame Ressourcennutzung
- Redundanz
- Lastausgleich
- Überwinden von Distanzen
- Kostenreduktion (Client/Server)



### Überblick über die globale Kommunikation

- Wie kommt eine Surf-Verbindung zu Stande
- Wie können Daten weltweit übertragen werden
- Wie sind die groben Zusammenhänge
- Welche Technologien gibt es
- Was sind die Trends
- Was treibt die Kommunikation voran

Bild: Abschnitt 1.1. – Überblick

## 1.2: Anwendungsgebiete und Anforderungen

Die schnelle Entwicklung der Technologien der Datenkommunikation werden vorangetrieben durch attraktive Dienste, die von Geschäftsbereichen und privaten Haushalten intensiv genutzt werden und so für die Akteure der Telekommunikation finanziell stimulierend wirken. Wichtige Anwendungsgebiete sind heute der Informationszugriff sowie die visuelle Kommunikation. Wesentliche Anwendungen sind im Bild aufgelistet. Jede Anwendung stellt seine speziellen Anforderungen an die Netztechnologien. Die härteste Anforderung kommt von der interaktiven Echtzeit-Kommunikation zwischen Menschen, wo die Verzögerungszeit durch das Netz enge Grenzen gesetzt werden müssen, um eine natürliche Konversation zu erlauben. Der Idealwert von 80 ms wird in Paketvermittelten Netzen bei weitem nicht erreicht.

### Informationszugriff



### Visuelle Kommunikation



### Geschäftsbereich

- Datenbanken, Informationszugriff
- Dateitransfer, Backups
- Büroanwendungen
- Echtzeitsysteme
  - Steuerung
  - Überwachung
- Multimedia-Anwendungen

### Privatbereich

- Entfernter Informationszugriff
  - on-line Dienste
  - WWW
- Persönliche Kommunikation
  - Email
  - Audio/Video-Konferenz
- Interaktive Unterhaltung
  - Spiele

Bild: Abschnitt 1.2. - Anwendungsgebiete und Anforderungen

### 1.3: Adressierung und Netzstrukturen

Hauptaufgabe von Netzen ist die Vernetzung von Endsystemen. Dabei können wir zwischen der physikalischen Netzinfrastruktur und der logischen Vernetzung auf dieser Infrastruktur unterscheiden. In lokalen Netzen sowie in Industrienetzen findet man Stern-, Bus- und Ringstrukturen, aber auch vermehrt Vermaschung. Verkabelte Zugangsnetze sind hauptsächlich stern- oder ringförmig. Dagegen sind Fernsehkabelnetze nur baumförmig. In Regionalnetzen werden gerne Ringe eingesetzt und in Fernnetz findet man vermaschte Ringstrukturen. Eine globale Netzinfrastruktur ist hierarchisch aufgebaut. Bei der globalen Vernetzung spielt auch die Adressierung eine zentrale Rolle. Hier gibt es eine Reihe von Adressier- und Nummerierungssysteme, die alle zusammen wirken müssen.

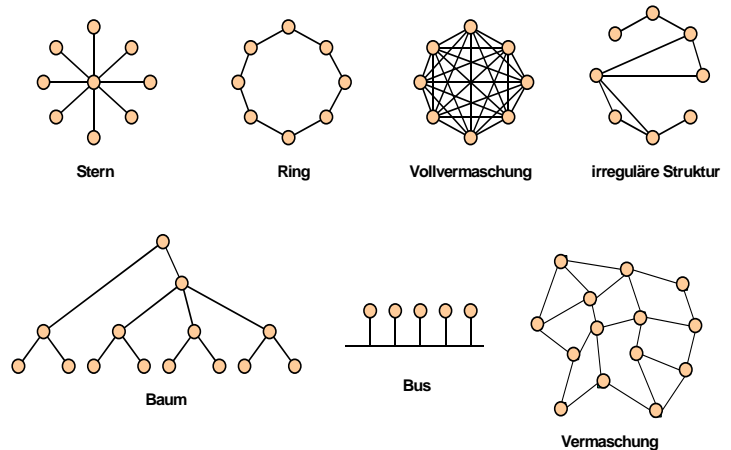


Bild: Abschnitt 1.3. - Netzstrukturen und Netztopologien

### 1.4: Kommunikationsmodell

Zur Aufteilung der Aufgaben in einer Kommunikationsverbindung wird ein Modell benötigt. Je nach Verbindungsart werden nicht alle Funktionsteile vorhanden sein. In einem Rechner werden zum Beispiel alle Daten bereits in digitaler Form erzeugt. Hauptkomponenten in der Senderichtung sind die Quellencodierung zur Digitalisierung und Datenreduktion, die Kanalcodierung zur gezielten Datenzusatz, die Leitungs- oder Basisbandcodierung zur Übertragungsanpassung und die Modulation im Falle einer Übertragung auf einem Frequenz- oder Wellenlängenträger.

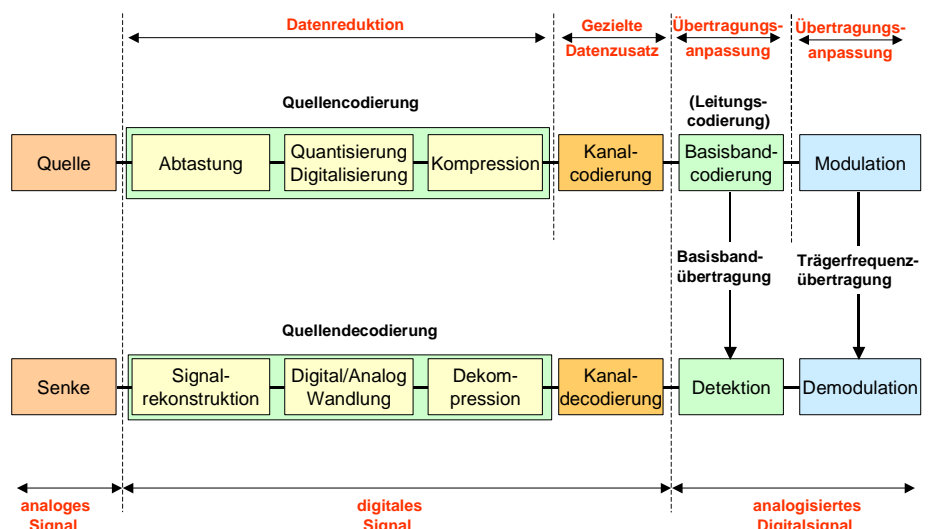
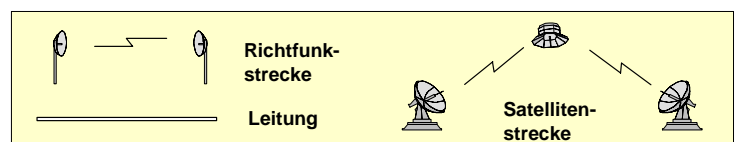


Bild: Abschnitt 1.4. - Kommunikationsmodell

Ferner kann unterscheiden zwischen ein rein-analoges Signal in analogen Endeinrichtungen, ein Digitalsignal in der Systemhardware und ein analogisiertes Digitalsignal auf der Übertragungsstrecke.

### 1.5: Übertragung

Hauptthemen bei der Übertragung sind die Beschreibung der diversen Übertragungsmedien, die Angabe der Übertragungsarten, die Vorstellung der Multiplex- und Duplexverfahren auf Leitungen und im Funk sowie die Taktrückgewinnung am Empfänger.



- Übertragungsmedien: Kupferkabel, Koaxialkabel und Glasfaser  
Richtfunkstrecke und Satellitenstrecke
- Übertragungsbetrieb: parallel, seriell, simplex, duplex
- Übertragungsmultiplex: Raum, Frequenz, Wellenlänge, Zeit, Code, Paket
- Synchronisation: Bit, Byte, Übertragungsrahmen

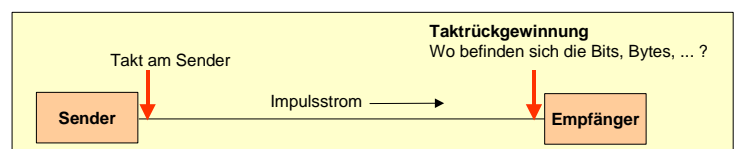


Bild: Abschnitt 1.5. - Übertragung

### 1.6: Vermittlung

Bei der Vermittlung geht in erster Linie um die Gegenüberstellung von Leitungs- und Paketvermittlung und die dazu benötigten synchronen und asynchronen Koppelnetze. Dabei betrachtet man die Raum-, Zeit, und Wellenlängenvermittlung sowie deren Kombinationen. Ferner wird die allgemeine Struktur von Vermittlungsstellen und Router vorgestellt.

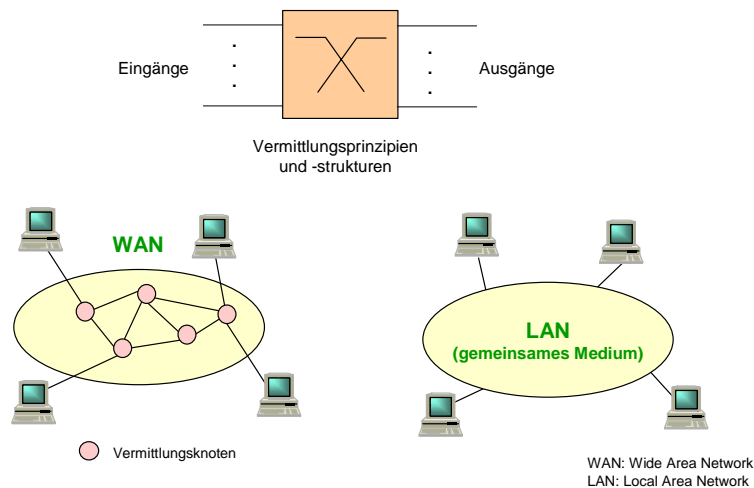


Bild: Abschnitt 1.6. - Vermittlung

### 1.7: Schichtenmodelle und Protokolle

Neben dem siebenschichtigen OSI-Referenzmodell muss man weitere Referenzmodelle (Protokollstapel, protocol stack) betrachten. So hat das Internet-Modell nur vier Schichten, das LAN-Modell eine weitere Unterteilung der beiden ersten Schichten und so gibt es ein paar Referenzmodelle mehr. Wesentlich ist aber das Schichtungskonzept. Ferner sind in modernen Protokolldefinitionen Referenzmodellerweiterungen zu betrachten. Dabei sind erstens zwei Zusatzprotokollstapel eingeführt und betrachtet so Signalisierung (Kontrolle), Benutzer und Netzmanagement. Zweitens verwendet man den Begriff Stratum, wo die Bitübertragungsschicht ersetzt wird durch die Protokollstruktur der verwendeten Technologie, z.B. Internetprotokoll – ATM – SDH – Optik bewirkt einen dreimaligen Ersatz.

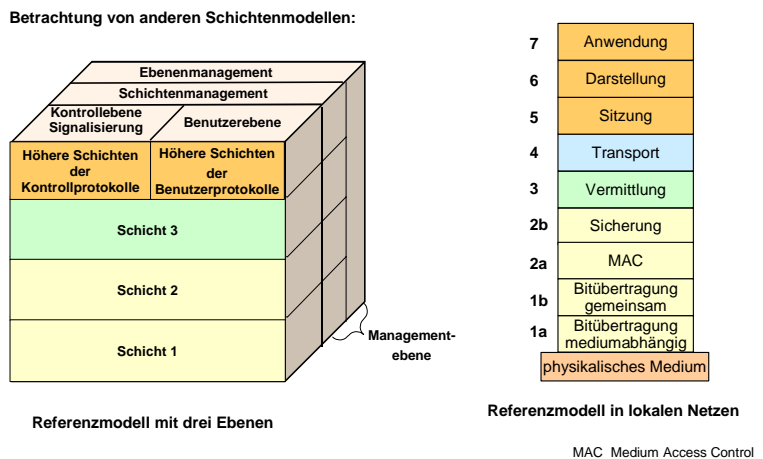


Bild: Abschnitt 1.7. - Schichtenmodelle und Protokolle

Die **Akteure** im Netz-Lebenszyklus sind Personen oder Institutionen, die in einer oder in mehreren Phasen beteiligt sind. Die verschiedenen Akteure haben unterschiedliche Aufgaben und müssen unterschiedliche Qualifikationen besitzen.

Der **Anwender** (user) eines Rechnernetzes ist die wirkliche Ursache für die Realisierung und den Betrieb solcher Netze. Somit kommt den Bedürfnissen des Anwenders die höchste Priorität zu. Technische Eigenschaften und Besonderheiten sind nur von Bedeutung, wenn sie zum Anwendernutzen beitragen.

Informationsanbieter (content provider)	ORF, Wien on-line, .....
Dienstanbieter (service provider)	Chello, Netway, Telekom Austria, UTA, .....
Netzanbieter (network provider) <i>Keine eigenen Leitungen</i>	Cybertron, Citykom, EUNet, RSL KOM, .....
Netzbetreiber (carrier, network operator)	Chello, Connect Austria, Datakom, European Telecom, Global One, Hutchison, MCI, Mobilkom, Telefonica, Telekom Austria, T-Mobile, UTA, Wireless & Cables (tele.ring), .....
Netzgerätehersteller (network manufacturer)	Alcatel, Ascom, Austria Telecommunication, Cisco, Datentechnik, Ericsson, Frequentis, Intel, Kapsch, Lucent Technologies, Motorola, Nokia, Nortel, Siemens, .....
Software Häuser (network manufacturer)	Digital Equipment, EDV, IBM, Microsoft, Oracle, SAP, Siemens, SUN, Unisys, .....

Bild: Akteure in Telekommunikation

Ein **Netzplaner** ist für die Planung eines neuen oder die Migration eines bestehenden Netzes zuständig. Der Netzinstallateur führt primär Installationen durch, muss aber zur Inbetriebnahme und Fehlersuche manchmal den Netztechniker oder Netzingenieur zuziehen.

Ein **Provider** ist allgemein ein Lieferant bzw. Dienstanbieter. Bei Netzen wird zwischen Network Provider (Netzanbieter) und Service Provider (Dienstanbieter) unterschieden. Ein Netzanbieter stellt Netzdienste (auch als Transportdienste bezeichnet) zur Verfügung, deren Eigenschaften höchstens bis zur OSI-Schicht 3 vorgegeben sind. Im Gegensatz dazu werden Kommunikationsdienste (auch als Telematikdienste bezeichnet) vom Provider bis zur OSI-Schicht 7 spezifiziert. Das Endgerät muss sich an die jeweiligen Vorgaben des Providers halten.

**Content Provider** stellen (Informations-)Inhalte zu Verfügung. Dazu bereiten sie Informationen so auf, dass die Darstellung dem World Wide Web angemessen ist. Im Tätigkeitsgebiet des Content Providers gibt es eine Anzahl verschiedenartiger Akteure:

- **WebDesigner** setzen Papierdokumente in ansprechende elektronische Dokumente um.
- **Autoren bzw. Dozenten** bereiten Lehrinhalte für Teleteaching und Telelearning auf.
- **Web Master** aktualisieren Webseiten (Einfügen neuer Inhalte und Fehlerbeseitigung).
- **Post Master** betreiben Mail Server.
- **Informationsmanager** erstellen und betreiben Kataloge und Suchmaschinen.
- **Portalbetreiber** bieten Webseiten mit einem breiten Informations-, Dienstleistungs- und Warenangebot aus einem bestimmten Themenbereich an.

Ein **Service Provider** bietet Dienste an, die bis zur Schicht 7 des OSI-Modells oder darüber hinaus reichen.

- Ein **ISP (Internet Service Provider)** betreibt ein Netz, das mit dem Internet verbunden ist. Die Größe des Netzes kann von lokal bis global reichen. Die Zugangspunkte des Netzes werden als PoP (Point of Presence) bezeichnet, sie sollen möglichst nah beim Nutzer ein, damit zwischen Nutzer und PoP eine Zugangsleitung mit Ortstarif ausreichend ist. Der ISP betreibt im Allgemeinen verschiedene Server (DNS-Server, E-Mail Server, WWW-Server, ...). ISPs sind mit mehreren anderen ISPs verbunden, um den Datenverkehr ohne lange Umwege weiterleiten zu können. Verbindungen zu zentralen Austauschpunkten sind ebenfalls vorteilhaft. Viele ISPs bieten weitere Leistungen an.
- **Content Hosting** ist eine Dienstleistung eines Providers, der seinem Kunden Server zur Verfügung stellt, auf denen der Kunde seine Inhalte anbieten kann. Er erspart dem Kunden den Betrieb eines eigenen Servers und eine Standleitung vom Server zum ISP.
- **Server Housing** bedeutet dass der Server im Besitz des Kunden ist, aber physisch befindet sich der Server jedoch beim Provider, der auch für dessen Betrieb verantwortlich ist.

Ein **Netzanbieter** (Reseller, Wiederverkäufer) ist ein Provider, der Netzdienste anbietet, ohne selbst ein Netzbetreiber zu sein. Dazu kauft er bei einem Netzbetreiber Übertragungskapazität in großen Mengen ein und verkauft sie an seine Kunden weiter.

**Netzbetreiber** (carrier) betreiben Netze, die sie der Allgemeinheit zur Nutzung anbieten. Damit handelt es sich um öffentliche Netze. Private Netze (corporate networks) werden von Firmen oder Institutionen nur für die eigene Nutzung betrieben. Corporate Networks sind jedoch (außerhalb des LAN-Bereichs) auf Leitungen angewiesen, die von öffentlichen Netzbetreibern gemietet werden. Aus der Sicht des Netzmanagements ist die Firma/Institution aber als Netzbetreiber zu verstehen. Ein Corporate Network kann auch auf dem Wege des Outsourcing durch einen Dienstanbieter für eine auftraggebende Firma realisiert und betrieben werden.

**Access Provider** ermöglichen den Zugang zu einem Netz, das dann als Backbone- oder Kernnetz zu verstehen ist. Der Access Provider selbst stellt also ein Zugangsnetz zur Verfügung. Dieses kann dem Access Provider selber oder einem anderen Netzbetreiber gehören.

Ferner gibt es **Gerätehersteller** und **Software-Häuser**, die die entsprechenden Produkten entwickeln, herstellen und verkaufen.

Beide nachfolgende Bilder zeigen die Standorte der Festnetzbetreiber und Internet Service Provider.

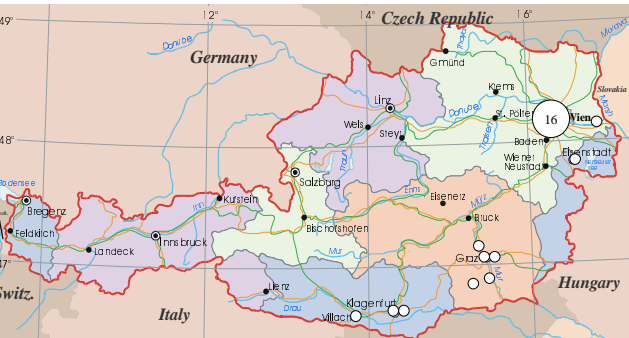


Bild: Festnetzbetreiber in Österreich

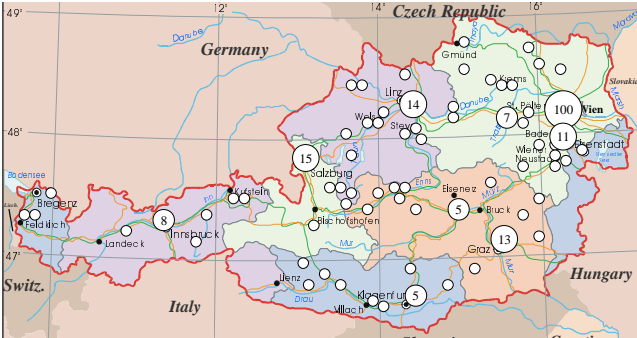


Bild: Internet Service Provider in Österreich

Internet verkehr zwischen ISPs wird über Internet Exchange Knoten ausgetauscht. Die Standorte in Europa sind im nachfolgenden Bild dargestellt.

In Österreich wird diese Funktion vom Rechenzentrum der Universität Wien übernommen. Hier werden alle österreichischen ISPs unter sich und mit dem Ausland verbunden. VIX (Vienna Internet eXchange) verbindet auch das ACONET (Academic Computer Network) mit anderen akademischen Netzen und dem weltweitem Internet. Zur Überwachung und Abrechnung werden die Datenvolumen in den diversen Richtungen gemessen und gespeichert.

Die Paneuropäische Netze TEN-34 (Backbone-Leitungen mit 34 Mbit/s) und TEN-155 (Backbone-Leitungen mit 155 Mbit/s) bilden die europäische akademische Netzinfrastruktur. Über die nationalen akademischen Netzen sowie interkontinentale Verbindungen mit den akademischen Infrastrukturen dort sind alle Universitäten und Forschungseinrichtungen weltweit mit gute Durchsatzraten erreichbar.



Bild: Internet Exchange Knoten in Europa

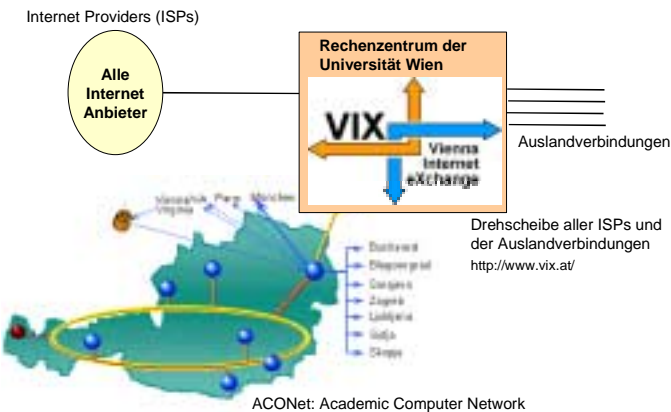


Bild: Internet Exchange Knoten in Österreich

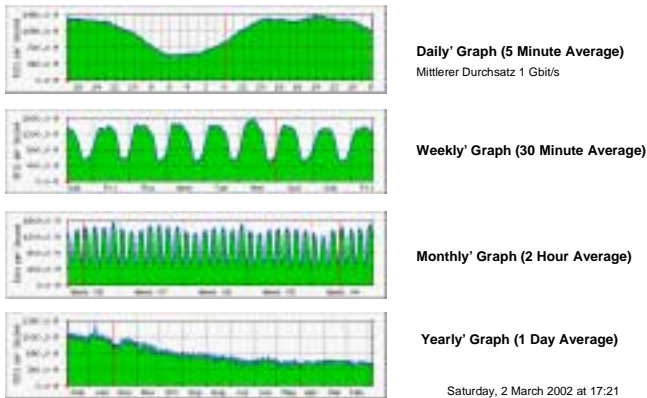


Bild: Verkehrsmessungen im VIX

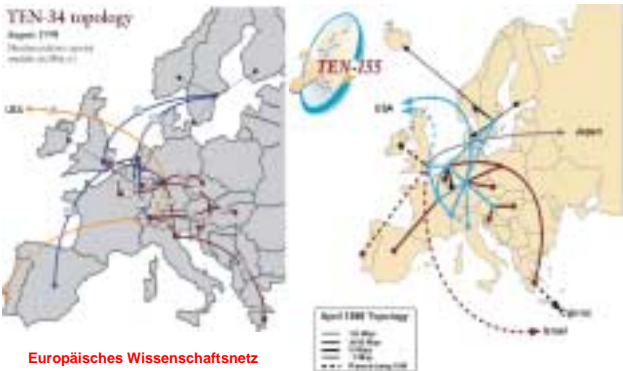


Bild: Trans European Networks (TEN-34/155)



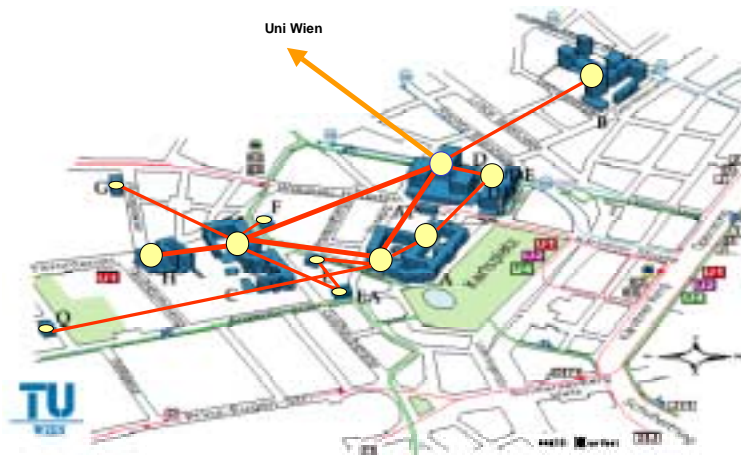


Bild: Backbone-Netz der TU

Das Backbone-Netz der TU-Wien basiert auf ein ATM-Netz, worüber sowohl die Telefonie als auch die Datenkommunikation abgewickelt wird. In den Gebäuden sind die Instituts- netze und die Netze anderer Abteilungen der TU über eine strukturierte Verkabelung am Backbone angeschlossen. Diese Netze basieren auf der Ethernet Technologie mit 10/100 Mbit/s Rechneranschlüssen und bis zu 1 Gbit/s Verbindungen zwischen Hubs, Switches und Routern.

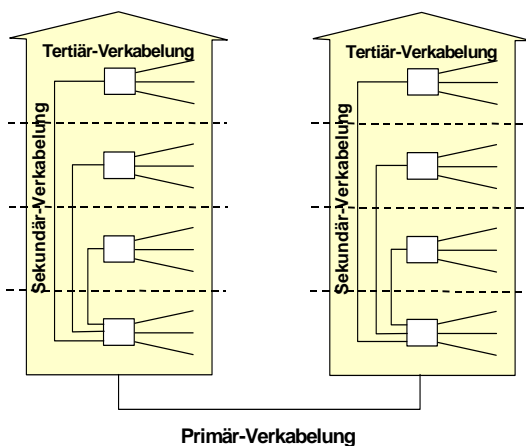


Bild: Strukturierte Gebäudeverkabelung



In heutigen Ethernet-basierten Netzen findet man Ethernet mit 10 und Fast-Ethernet mit 100 Mbit/s zwischen Endsystemen und Hubs und Switches. Die Switches werden wiederum mit Fast-Ethernet oder Gigabit-Ethernet (GbE) mit einer Bitrate von 1 Gbit/s verbunden. Auch 10 Gigabit-Ethernet (10GbE) mit einer Bitrate von 10 Gbit/s wird bereits eingesetzt. All diese Systeme haben ihre eigene Verkabelungsanforderungen. Eine strukturierte Verkabelung mit einer Primär-Verkabelung zwischen Gebäuden und Standorten, eine Sekundär-Verkabelung zwischen den Etagen und eine Tertiär-Verkabelung pro Stockwerk versucht man den Kommunikationsinfrastruktur möglichst flexible und zukunftssicher zu gestalten. Zur Auswahl stehen eine Vielzahl von abgeschirmten und nicht-abgeschirmten elektrischen Kabeltypen sowie verschiedenen Glasfaser- und Lasertypen.

Rechnerdistanz	Ausdehnung	Beispiel
0.1 m	Rechnerplatine	Mikroprozessor
1 m	System	Multicomputer
10 m	Raum	Massenspeichernetz: SAN (Storage Area Network)
100 m	Gebäude	Lokales Netz: LAN (Local Area Network)
1 km	Campus	
10 km	Stadt	Regionalnetz: MAN (Metropolitan Area Network)
100 km	Land	Weitverkehrsnetz: WAN (Wide Area Network)
1000 km	Kontinent	Globales Netz: GAN (Global Area Network)
10.000 km	Welt	

Bild: Ausdehnung von Kommunikationsnetzen

#### Einteilung nach geographischer Netzausdehnung:

- Verbindungsnetz zwischen Mikrorechnern oder Chips auf einer Platine (Ausdehnung in Bereich von 10-30 cm).
- Verbindungsnetz in einem Multi-Rechnersystem innerhalb eines gleichen Systems (Ausdehnung ein paar Meter).
- **PAN** (Personal Area Network) oder Piconetz: Die Ausdehnung beträgt wenige Meter und entspricht der Arbeitsumgebung einer Person an ihrem Arbeitsplatz. Die primäre Anwendung ist die Kommunikation zwischen Bestandteilen eines Rechnerarbeitsplatzes (Rechner, Laptop, Maus, Scanner, Drucker, Speicher, Netzanschluss).

- **SAN** (Storage Area Network- bzw. System oder Server Area Network): Die Ausdehnung beschränkt sich auf einen Raum (Rechenzentrum). Es wird zur Vernetzung der Komponenten eines großen Rechnersystems eingesetzt. Insbesondere werden Massenspeicher untereinander und mit anderen Netzen (LAN, WAN) vernetzt. Beispiele für SANs sind die Hochgeschwindigkeitsverbindungssysteme FCS (Fiber Channel System) und HIPPI (High Performance Parallel Interface).
- **LAN** (Local Area Network): Die Ausdehnung liegt zwischen 10 m und einigen km. Hauptzweck ist die Kommunikation innerhalb von Arbeitsgruppen und Abteilungen.

- **MAN** (Metropolitan Area Network): Die Ausdehnung liegt im Bereich einer Großstadt (bis ca. 100 km). Anwendungen sind die Vernetzung sehr leistungsfähiger Rechner oder Netzknoten im Regionalbereich
- **WAN** (Wide Area Network): Die Ausdehnung ist größer als bei MANs, dabei sind potenziell sehr viele Teilnehmer angeschlossen.
- **GAN** (Global Area Network): Das Netz besitzt eine weltweite Ausdehnung und bietet potenziell universelle Erreichbarkeit.

Netze jeglicher Ausdehnung sind kontinuierlich Änderungen und Erweiterungen unterworfen.  
Die Phasen des Netz-Lebenszyklus sind:

- **Planungsphase:** ist von grundlegender Bedeutung für den Nutzen, der aus Netzanwendungen entsteht. Die spätere Beseitigung von Planungsmängeln und -fehlern ist aufwändig und langwierig.
- **Realisierungsphase:** ist auf Basis einer guten Planung eher unproblematisch.
- **Nutzungsphase:** ist die wichtigste und längste Phase des Netz-Lebenszyklus. Für sie ist ein angemessenes, gut funktionierendes **Netz- bzw. Systemmanagement** unerlässlich.
- **Migrationsphase:** mit der Zeit ändern sich die Anforderungen an ein Netz, so dass sogar ein gut geplantes Netz hin und wieder an die aktuelle Situation angepasst werden muss. Dies geschieht in der Migrationsphase. Die erforderlichen Verfahren und Maßnahmen sind weitgehend dieselben wie in der Planungsphase.

Die Architektur der Kommunikationsnetze lässt sich grob nach zwei Gesichtspunkten einteilen: geographisch in Anschlussnetze, Regionalnetze und Weitverkehrsnetze sowie funktionell als geschichtetes Modell in die zwei Hauptbereiche Transport und Netzintelligenz. Der Mobil- und Satellitenkommunikation kommt in allen geographischen Netzteilen eine bedeutende Rolle zu und die geschichtete Netzstruktur im Transportnetz ist weiter unterteilt.

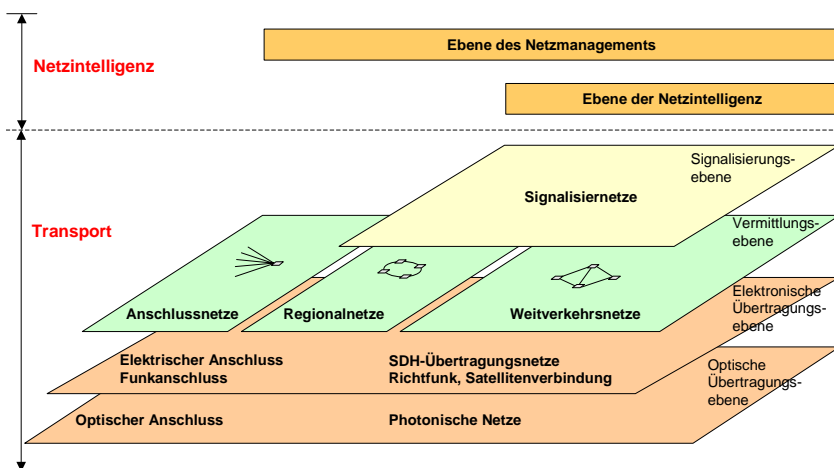


Bild: Ebene-Architektur von Kommunikationsnetzen

Ähnlich wie im OSI-Referenzmodell für die Protokollschichtung (layering) wird die Netzarchitektur in Ebenen (planes) eingeteilt. Im Mittelpunkt steht die Vermittlungsebene. Hier sind die Netzkomponenten aller Vermittlungstechnologien zu finden. Es gibt drei hierarchische Netzbereiche: die Anschlussnetze (Zugangsnetze, access networks), die Regionalnetze (metropolitan area networks, MANs) und die Weitverkehrsnetze (Fernnetze, wide area networks, WANs). Zwischen allen Netzkomponenten muss übertragen werden. Alle Übertragungseinrichtungen und -medien kann man entweder in einen elektrischen oder einen optischen Übertragungsebene einteilen.

Im Netzanschlussbereich wird über elektrische Leiter, Funk oder Glasfaser übertragen. Im Weitverkehrsnetz ist die Übertragung, mit Ausnahme von Richtfunk- und Satellitenstrecken, nur optisch über Glasfaser. Allerdings braucht jede optische Übertragung auch elektronische Endausrüstungen. Deshalb ist die elektrische Übertragungsebene immer mit dem optischen Übertragungsebene verknüpft. Wichtige elektrische Endausrüstungen speziell im Fernbereich sind die sogenannten SDH-Übertragungssysteme (SDH steht für Synchronous Digital Hierarchy). Sie bilden ein autonomes und flexibles Übertragungsnetz mit schneller Rekonfigurierbarkeit bei Ausfall von Knoten und Glasfaserkabeln. Die standardisierten Übertragungsbitraten sind 155 Mbit/s, 622 Mbit/s, 2.5 Gbit/s, 10 Gbit/s und 40 Gbit/s. Netzknoten kommunizieren über ein ausfallsicheres, eigenständiges Netz. Dies ist das Signalisierungsnetz Nummer 7 (SS7, Signalling System Number 7). Über diese Signalisierungsebene laufen auch alle Kommunikationsabläufe zur Netzintelligenzebene sowie zur Netzmanagementebene.

Die Ebenen können allgemein in zwei Bereiche eingeteilt werden: Transport und Netzintelligenz. Der Transport besteht aus allen Aufgaben, die für Vermittlung und Ende-zu-Ende Verbindungen notwendig sind. Sie werden maßgebend durch die Vermittlungstechnologien und die Kommunikationsprotokollen in den Endsystemen geprägt.

Die **Netzintelligenz** wird durch den Begriff und Realisierung der sogenannten Intelligente Netze verkörpert. Intelligente Netzen bestehen aus einem virtuellen Netz von Service Control Points (SCP) mit Datenbanken. Die Kommunikation zwischen den Service Control Points zu den Vermittlungsknoten geschieht über das Signalisierungsnetz SS7, ein robustes, eigenständiges, paketvermittelndes Netz.



Die verteilte Netzintelligenz erlaubt es:

- durch ein hierarchisches Zustandsdatenbanksystem die Netzressourcen optimal auszunutzen,
- neue Dienste flexibel und rasch einzuführen,
- kostenfreie oder kostenlimitierte Nummer (800er Bereich) und Marktorientierte Nummern (900er Bereich) zu betreiben,
- flächengreifende Dienste anzubieten, z. B. Erreichbarkeit aller Firmenstandorte unter der gleichen Vorwahlnummer,
- Mobilität in Mobilnetzen durchzuführen.

Das **Netzmanagement** erlaubt es, alle Netzeinrichtungen, bis zu jedem Kleinkomponenten, zentral zu überwachen und steuern. Die Bereiche OAMP (Operation, Administration, Maintenance and Provisioning) bilden die Basis für

- den optimalen Netzbetrieb,
- die Verwaltung der System- und Teilnehmereinrichtungen sowie die Verwaltung der Kundendienste,
- den effektiven Netunterhalt,
- das Einrichten von speziellen Netzkonfiguration und Diensten wie zum Beispiel für Firmennetze.

## Abkürzungen, Akronyme

In der Datenkommunikation gibt es zahllose Abkürzungen, die in Spezifikationen, Fachliteratur und -gesprächen, Produktbeschreibungen und sogar in der Werbung verwendet werden. Und bei jeder standardisierten Technologie gibt es mehr davon! Diese Kurzbezeichnungen muss man deshalb müheelos einordnen können. Das Bild zeigt eine Reihe von Abkürzungen, die alle in der Vorlesung vorkommen, auf den verschiedenen Netzebenen abgebildet

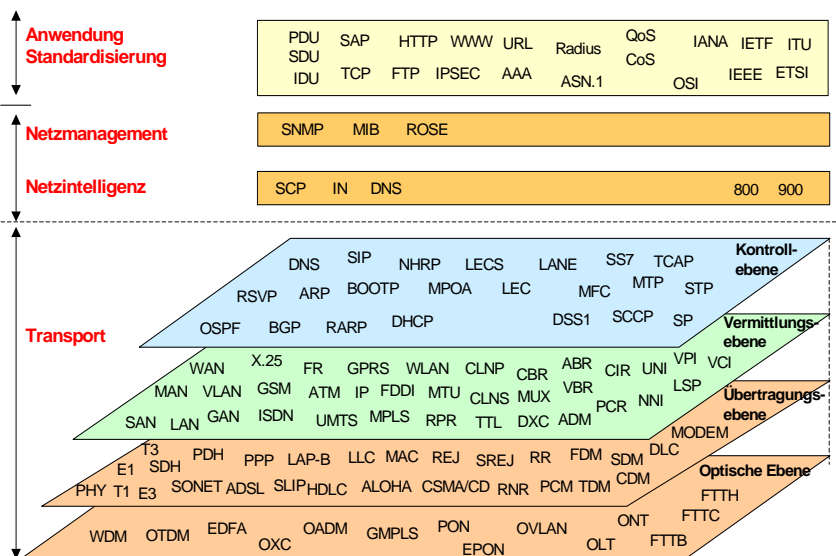


Bild: Zahlreiche Akronyme

## Das OSI-Referenzmodell

Die ISO (International Standardisation Organisation) hat ab 1977 das ISO/OSI-Modell der Kommunikation in offenen Systemen entwickelt. OSI steht für Open Systems Interconnection. Ziel war es, die komplexe Aufgabe der Kommunikation zwischen verschiedenartigen Endsystemen in weniger komplexe Teilaufgaben zu zerlegen, die den einzelnen Schichten des Modells zugeordnet sind. Insgesamt sind 7 Schichten vorhanden. Die unterste Schicht 1 repräsentiert die physikalische Netzanbindung, also die Übertragungstechnik. Die Schichten 2-6 befassen sich mit zunehmend allgemeineren Funktionen der Kommunikation. Schicht 7 ist die Anwendungsschicht als Schnittstelle zwischen Kommunikations- und Anwendungssystem. Die Schichten 1-4 werden zusammen als Transportsystem, die Schichten 5-7 als Anwendungssystem bezeichnet. Dies hat aber nichts mit der eigentlichen Anwendungssoftware (Anwenderprogramm bzw. Anwendungsprozess) zu tun, die im ISO/OSI-Modell nicht betrachtet wird.

**Schichtenmodelle** spielen in der Kommunikationstechnik und allgemein in der Informatik an verschiedenen Stellen eine wichtige Rolle.

Sie basieren auf den folgenden Überlegungen:

**Teilung und Beherrschung der Aufgaben:** Ein komplexes System wird zerlegt, um es für Synthese und Analyse besser beherrschbar zu machen.

**Unabhängigkeit der Schichten:** Eine Schicht nutzt nur die Schnittstellenspezifikation zur unmittelbar darunter liegenden Schicht. Das bedeutet, der innere Aufbau der Schichten ist unwichtig, solange ihr Verhalten an der Schnittstelle gleich bleibt. Damit kann eine Schicht ausgetauscht oder ihr innerer Aufbau (Hard- oder Software) verändert werden, ohne dass das Gesamtsystem beeinflusst wird. Somit können Schichten modular (baukastenartig) kombiniert werden.

**Abschirmung tiefer liegender Schichten:** Eine Schicht sieht nur das Verhalten der unmittelbar darunter liegenden Schicht, nicht aber das der anderen Schichten. Damit wird die wahrgenommene Komplexität des Systems reduziert (Kapselung oder Geheimnisprinzip).

**Standardisierung:** Die Definition einzelner Schichten erleichtert die Standardisierung. Eine Schicht kann wesentlich schneller und leichter standardisiert werden als ein komplexes Gesamtsystem.

Offene (Kommunikations-)Systeme bestehen aus (Hard- und Software-) Komponenten verschiedener Hersteller und sind bezüglich ihrer Anzahl und ihrer Ausdehnung nicht begrenzt. Die Offenheit wird durch eine Reihe von offenen, d.h. frei zugänglichen und nutzbaren Standards für den Informationsaustausch gewährleistet. Offene Teilsysteme können mit anderen offenen Teilsystemen, die dieselben Standards verwenden, problemlos kommunizieren. Anwenderprogramme oder Anwenderprozesse kommunizieren miteinander über logische Verbindungen, die alle das physikalische Übertragungsmedium, das Netz, benutzen.

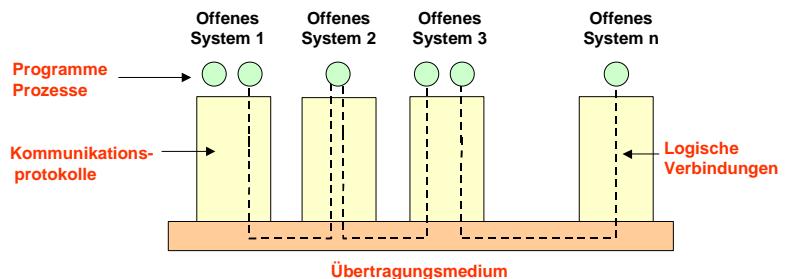


Bild: OSI: Open Systems Interconnection

Das Basisreferenzmodell ist ein allgemeines Architektur-Modell für die Kommunikation zwischen Systemen auf der Basis digital codierter Daten (einschließlich Text, Sprache und Bild). Das Referenzmodell definiert, welche Funktionen in welchem Zusammenhang in einer Kommunikation auftreten und stellt damit den Rahmen für die Erarbeitung von Normen auf, die nötig sind, um das Normungsziel - Offene Kommunikationssysteme (OSI: Open Systems Interconnection) - zu erreichen.

Es beruht auf drei Konzepten:

- Strukturierung.
- Dienste.
- Protokolle.

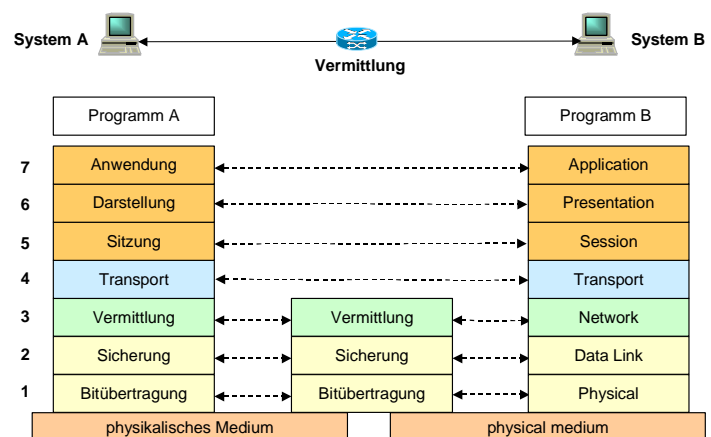


Bild: OSI-Referenzmodell

Die sieben Schichten des OSI-Modells haben grob die folgenden Aufgaben:

**Schicht 1, Bitübertragungsschicht** (physical layer) definiert die mechanische und elektrische Eigenschaften sowie die Funktionen und Abläufe der Bitübertragung.

**Schicht 2, Sicherungsschicht** (data link layer) stellt sicher, dass auf einer Punkt-zu-Punkt-Übertragungsstrecke trotz gelegentlicher Störungen ein fehlerfreier Bitstrom übertragen wird.

**Schicht 3, Vermittlungsschicht** (auch Netzschicht, network layer) bewirkt die **Adressierung** des Zielsystems und die Wegesuche durch mehrere **Transitsysteme** (Zwischensysteme) hindurch. Sie ermöglicht somit das **Internetworking** (Vernetzung von Netzen). Schichten 1-3 stellen zusammen eine Verbindung zwischen Endsystemen (Ende-zu-Ende) her.

**Schicht 4, Transportschicht** (transport layer) stellt sicher, dass Folgen von Datenpaketen fehlerfrei, vollständig und in der richtigen Reihenfolge vom Sender zum Empfänger gelangen. Sie bildet Netzadressen auf logische Namen ab, um die richtige Anwenderprogramme auf beiden Seiten finden zu können.

**Schicht 5, Sitzungsschicht** (auch Kommunikationssteuerungsschicht, session layer) ermöglicht die Auf- und Abbau von Kommunikationsbeziehungen (Sitzungen, sessions) sowie deren Wiederherstellung nach Störungen im Transportsystem.

**Schicht 6, Darstellungsschicht** (presentation layer) vereinbart die verwendeten Datenformate bzw. Datencodierungen und Datenkomprimierungen sowie Umwandlungen zwischen verschiedenen Darstellungen.

**Schicht 7, Anwendungsschicht** (application layer) stellt der Anwendungssoftware Kommunikationsdienste zur Verfügung. Aus Sicht des Anwenders ist dies die wichtigste Schicht. Sie ist am leichtesten durch Betrachtung der einzelnen Dienste zu verstehen.

## Strukturierungskonzept

Das Referenzmodell beschreibt die Kommunikation zwischen Systemen, die über Übertragungsstrecken untereinander verbunden sind. Es unterscheidet drei Grundelemente:

- Verarbeitungsinstanzen,
- Systeme,
- Übertragungsstrecken.

**Verarbeitungsinstanzen** sind logische Einheiten, zwischen denen Kommunikation letztlich stattfindet. Der Begriff der Verarbeitungsinstanz stellt eine Abstraktion dar, hinter der real zum Beispiel ein menschlicher Benutzer an einer Benutzerstation stehen kann, oder auch ein Programm, das auf einem Rechner ausgeführt wird.

**Systeme** sind entweder Endsysteme, welche Verarbeitungsinstanzen enthalten, oder Transitsysteme, die Verbindungen zwischen Endsystemen herstellen, falls diese nicht direkt miteinander verbunden sind. Der Begriff des Systems stellt eine Abstraktion dar, hinter der real beispielsweise ein oder mehrere Verarbeitungsrechner mit Software, Peripheriegeräten, Benutzerstationen, Übertragungsmitteln oder auch Vermittlungsknoten stehen können.

**Übertragungsstrecken** verbinden Systeme untereinander.

## Das Prinzip der Schichtung (Layering)

Die Verarbeitungsinstanzen stützen sich in ihrer Kommunikation auf eine Hierarchie von Kommunikationsdiensten, die aus der funktionalen Zerlegung der in jeder Kommunikation auftretenden allgemeinen Komponenten hervorgeht. Ein in der Hierarchie höherer Kommunikationsdienst umfasst dabei alle in der Hierarchie niedrigeren Kommunikationsdienste.

Auf diese Weise entstehen Funktionsschichten. Sie erstrecken sich ebenso wie die Kommunikationsdienste über Systemgrenzen hinweg. Was eine derartige Funktionsschicht zu leisten hat, ist durch die sie unmittelbar eingrenzenden Kommunikationsdienste als Differenz zwischen dem jeweils höheren und niederen Kommunikationsdienst bestimmt. Die Kommunikationsdienstleistung, die in einer Schicht zu dem sie begrenzenden niederen Kommunikationsdienst addiert werden muss, um den sie begrenzenden höheren Kommunikationsdienst zu erfüllen, muss nun wieder in einem durch ein Schichtenprotokoll geregeltes Zusammenspiel zwischen Instanzen erbracht werden, die verschiedenen Systemen, aber derselben Schicht angehören. Auf diese Weise entsteht aus der Hierarchie von Kommunikationsdiensten eine Hierarchie von Instanzen und Protokollen. Die Bilder zeigen die diversen Betrachtungsweisen zur Einteilungsmöglichkeiten der Schichten.

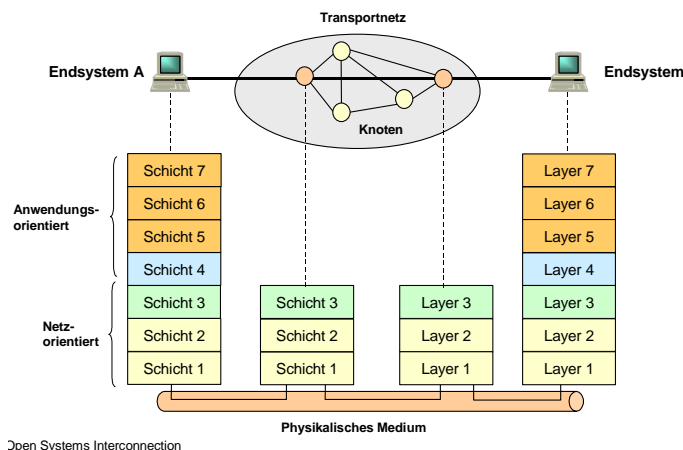


Bild: Netzweites OSI-Referenzmodell

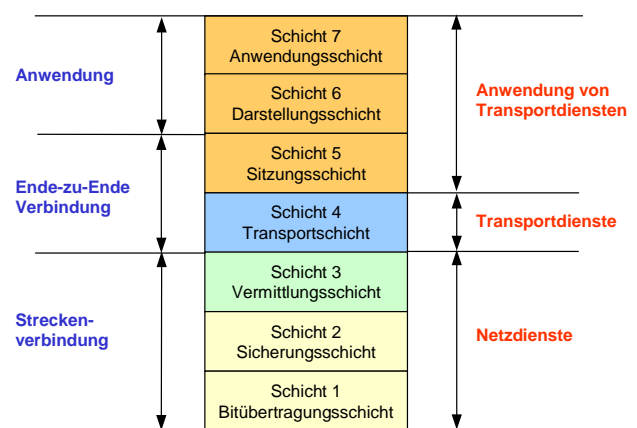


Bild: Schichten im OSI-Referenzmodell

Für den Protokollablauf zwischen gleichnamigen Schichten sind Zusatzinformationen notwendig. Dazu werden vor der Dateneinheit der jeweiligen Schicht Header-Information (H7, H6, H5, ...) mitübertragen. Die Daten eines Programms werden auf der Anwenderschicht mit Header H7 ergänzt. H7 mit Daten gelten nun als Daten (payload) für Schicht 6, die diese Daten mit seinem Header ergänzt, usw. Auf Schicht 2 gibt es zusätzlich ein Trailer (T2), der mindestens eine Prüfsumme (Frame Check Sequence, FCS oder Cyclic Redundancy Check, CRC) zur Überprüfung der Richtigkeit der Übertragung enthält.

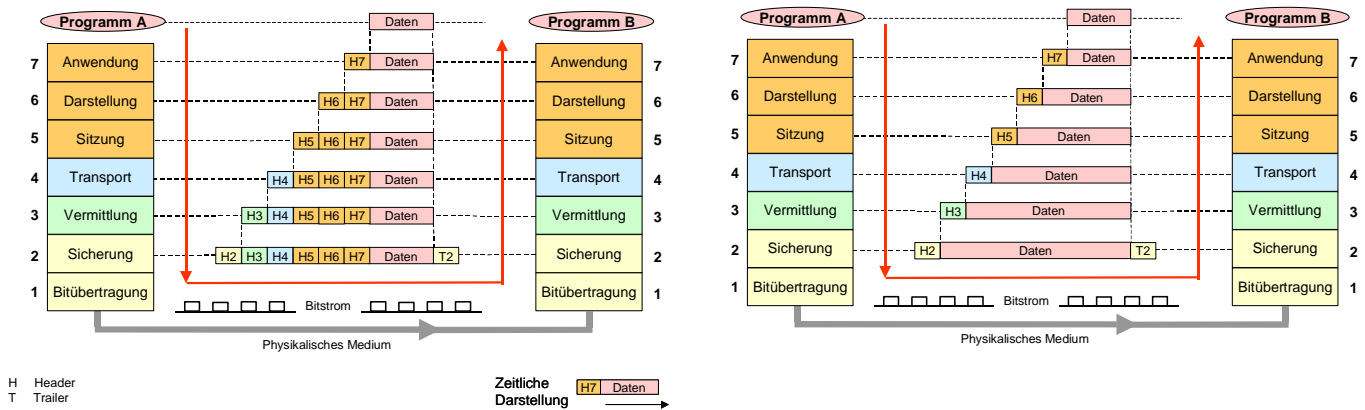


Bild: Daten und Zusatzinformation in Endsystemen A und B

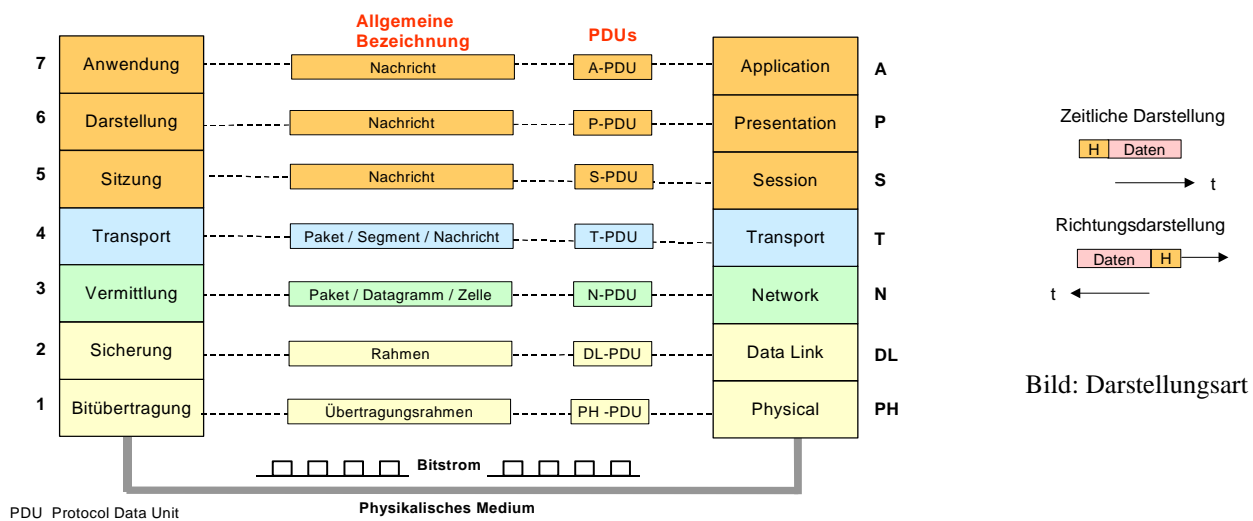


Bild: Darstellungsart

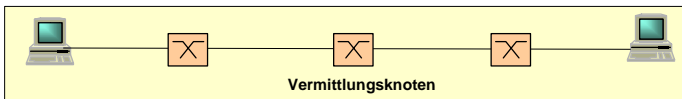
Bild: Übermittlungs- und Übertragungseinheiten

Je nach Protokollschicht werden die Dateneinheiten (Data Unit, DU) verschieden bezeichnet. Allgemein werden Protocol Data Units (PDU) zwischen gleichen Protokollschichten der beiden Endsystemen ausgetauscht, zum Beispiel T-PDU auf der Transport Schicht. Wie im Bild zu sehen ist, werden ferner folgende Bezeichnungen für die Dateneinheiten der Schichten verwendet:

- **Daten (data):** E-Mail, File, Bild, Audiostrom, Videostrom.
- **Nachricht (message):** Dateneinheit der Ende-zu-Ende Kommunikation.
- **Segment (segment):** Segmentierter Nachrichtenteil der Ende-zu-Ende Kommunikation.
- **Paket (packet):** Vermittelte Dateneinheit durch das Netz über einer logischen Verbindung.
- **Datagramm (datagram):** Vermittelte Dateneinheit ohne logische Verbindung.
- **Zelle (cell):** Vermittelte Dateneinheit mit fester Länge über einer logischen Verbindung.
- **Rahmen (frame):** Dateneinheit der Schicht-2.
- **Übertragungsrahmen (transmission frame)** Übertragungsstruktur auf Schicht 1.

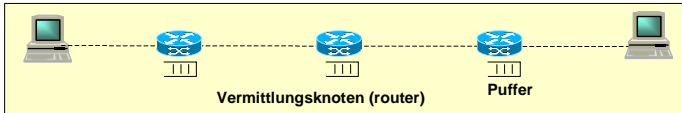
Die Darstellung der Dateneinheiten ist entweder zeitlich oder richtungsorientiert. Bei der zeitlichen Darstellung kommt zuerst der Header und danach die Daten, weil dies der zeitlichen Reihenfolge der übertragenen Bits entspricht. Bei der Richtungs-darstellung möchte man den Flussrichtung der Dateneinheit im Vordergrund stellen. Die Zeitachse ist dann in umgekehrter Richtung.

### Leitungsvermittlung (physikalische Verbindung)



- Vermittelte physikalische Verbindung zwischen den Endsystemen
- Isochrone Übermittlung (keine Verzögerungsschwankungen)
- Konstante Ende-zu-Ende Verzögerung
- Keine Daten von anderen Benutzern

### Paketvermittlung (logische Verbindung)



- Vermittelte logische Verbindung zwischen den Endsystemen
- Synchrone Übermittlung (Echtzeitanwendung, minimale Verzögerungsschwankungen)
- Asynchrone Übermittlung (Datenanwendung, größere Verzögerungsschwankungen)
- Variable Ende-zu-Ende Verzögerung
- Physikalische Verbindung wird mit anderen Benutzern geteilt

Bild: Physikalische und logische Verbindung

Viele logische Verbindungen teilen sich die Netzressourcen (physikalische Leitungen sowie Puffer und Rechenleistung in den Netzknoten) und somit kommt es zu Stausituationen, die Verzögerungsschwankungen hervorrufen. Bei Echtzeitverbindungen (Telefonie, Videokonferenz) werden die Ende-zu-Ende Verzögerungsschwankungen durch geeignete Maßnahmen minimiert und begrenzt. Dies kann beispielsweise erreicht werden durch Prioritäten, Ressourcenreservierung und einen Puffer zur Ausgleich der Verzögerungsschwankungen im empfangenden Endsystem. Durch trotzdem verbleibende Verzögerungsschwankungen spricht man hier nicht von einer isochronen Übermittlung, sondern eine synchronen Übermittlung. Der Kommunikation bei allen anderen Anwendungen ist ein wesentlich größerer Verzögerungsschwankungsbereich unterworfen. Die Übermittlung wird als asynchron bezeichnet.

## Funktionalitäten der sieben OSI-Schichten

### Schicht 1: Bitübertragungsschicht (Ph: Physical)

Diese Schicht bewirkt eine ungesicherte Übertragung von Bits zwischen benachbarten Netzelementen (Netzknoten, Endgeräte, Rechner). Die einzelnen Aufgaben sind im Bild aufgeführt. Zu beachten ist, dass ein Übertragungsabschnitt zuerst physikalisch aktiviert werden muss, bevor die bitserielle Übertragung von Schicht-1 Datenblöcken stattfinden kann. Auf der Schicht 1 werden also die bitübertragungstechnischen Eigenschaften einer Übertragungsstrecke beschrieben, beispielsweise die Eigenschaften des Übertragungsmediums, das verwendete Übertragungsverfahren sowie Bauform und Belegung der Steckverbindungen zwischen Endgerät oder Arbeitsplatzrechner des Benutzers und dem Netz. Dies kann je nach Übertragungsverfahren ein Modern, ein ISDN-Adapter oder ein sonstiger Netzadapter sein. Die aktivierte physikalische Verbindung läuft über eine elektrische Leitung, eine Glasfaser oder eine Funkverbindung.



#### Ziel:

Ungesicherte Übertragung einzelner Bits zwischen benachbarten Netzknoten

#### Aufgaben:

- |                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Mechanisch:</b> | Definition der Steckverbindung, Pinbelegung   |
| <b>Elektrisch:</b> | Definition der Codierung, Signale, ....   |
| <b>Funktional:</b> | Festlegung der einzelnen Funktionen<br>z.B. die Bedeutung der möglichen Spannungspegel an einzelnen Pins  |
| <b>Prozedural:</b> | Beschreibung der Abläufe<br>- Aktivierung und Deaktivierung von physikalischen Verbindungen<br>- bitserielle abschnittsweise Übertragung von Schicht-1 Datenblöcken |

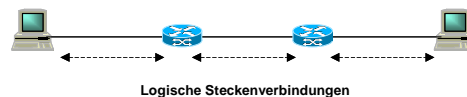
Bild: Schicht 1: Bitübertragungsschicht



## Schicht 2: Sicherungsschicht

### (DL: Data Link)

Die Sicherungsschicht macht die ungesicherten Übertragungen zu gesicherten Systemverbindungen. Dazu wird zuerst eine logische Schicht-2 Verbindung zwischen den benachbarten Netzknoten aufgebaut. Allgemein gilt, dass abgesehen von Schicht 1, wo eine physikalische Verbindung bestehen muss, auf allen anderen Schichten jeweils logische Verbindungen aufgebaut sind. Die logischen Verbindungen der Schichten 2 und 3 sind abschnittsweise, also von Netzsystem zu Netzsystem. Die logischen Verbindungen ab Schicht 4 hinauf sind Ende-zu-Ende. Allgemein sind die ersten zwei Aufgaben jeder Schicht, die Auf- und Abbau der logischen Verbindung und der Austausch von Datenblöcken. Zu beachten ist, dass je nach Schicht die Datenblöcke verschieden bezeichnet werden.



**Ziel:**  
Gesicherte Übertragung der in einem Rahmen (frame) zusammengefassten Bits zwischen benachbarten Netzelementen

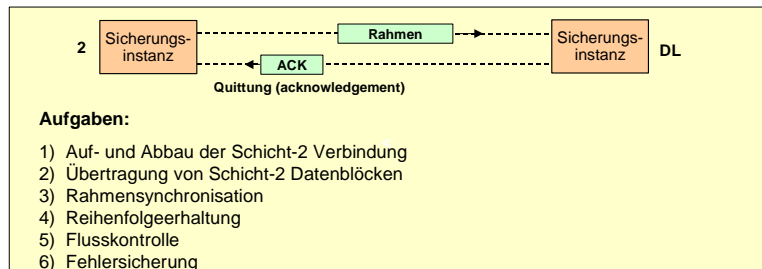
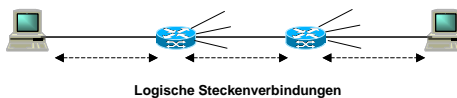


Bild: Schicht 2: Sicherungsschicht

## Schicht 3: Vermittlungsschicht

### (N: Network)

Durch Wegelenkung (Leitungsvermittlung) bzw. Routing (Paketvermittlung) verknüpft die Vermittlungsschicht gesicherte logische Punkt-zu-Punkt Verbindungen zu Endsystemverbindungen (von Endsystem zu Endsystem). Die Endsysteme werden dadurch direkt oder abschnittsweise über Transitsystemen miteinander verbunden. Zu den Aufgaben der Vermittlungsschicht gehören auch die Abwicklung der Paketflüsse durch Flusskontrolle sowie Überlastabwehr in Falle von Stausituationen. Eine Fehlersicherung kann fehlende Pakete (beispielsweise durch einen Pufferüberlauf) oder eine Verletzung der Paketreihfolge auffangen. Zu dieser Schicht gehört auch die Signalisierung sowie die Nummerierung und Adressierung.



**Ziel:**  
Vermittlung (routing) von Paketen durch das Netz

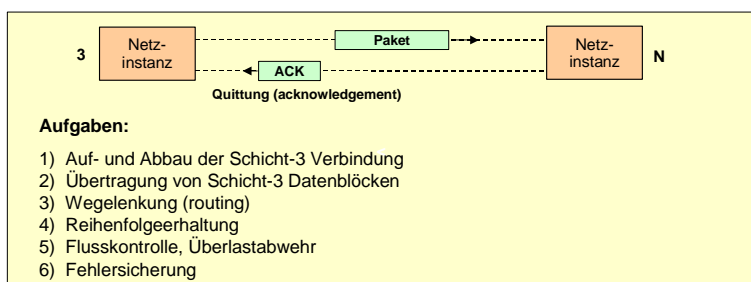


Bild: Schicht 3: Vermittlungsschicht

## Schicht 4: Transportschicht

### (T: Transport)

Die Transportschicht erweitert Endsystemverbindungen zu Verbindungen von Transportanwendungen. Unter einer Transportanwendung ist eine Zuordnung zwischen einer Anwendungsinstanz, einer Darstellungsinstanz und einer Sitzungsinstanz zu verstehen. Die Transportschichtverbindung ist, wie alle Schichtverbindungen darüber, eine logische Ende-zu-Ende Verbindung. Sie ermöglicht ähnliche Aufgaben wie sie auch die Schichten 2 und 3 abschnittsweise durchführen können, nämlich Reihenfolgeerhaltung, Flusskontrolle und Fehlersicherung.



**Ziel:**  
Gesteuerte Übermittlung von Nachrichten zwischen Endsystemen

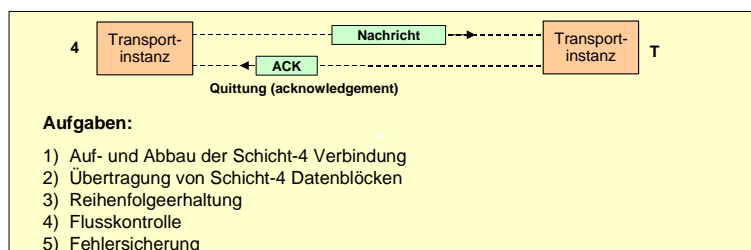


Bild: Schicht 4: Transportschicht

## Schicht 5: Sitzungsschicht

(S: Session)

Die Kommunikationssteuerungsschicht oder Sitzungsschicht stellt Protokollelemente zur Verfügung, die zur Eröffnung einer Kommunikationsbeziehung (Sitzung), ihrer geordneten Durchführung und Beendigung notwendig sind. Diese Protokollelemente dienen zur Dialogmanagement, zur Synchronisation mehrerer Datenflüsse und zur Feststellung von Übereinstimmungen zwischen den beiden Sitzungsinstanzen. Die Sitzungsschicht ist auf dieser Weise in der Lage, z. B. beim Wegfall der Transportverbindung einen Datenaustausch in der Mobilfunk, die Anwendung darüber zu informieren und die Transportverbindung wieder kontrolliert aufzusetzen.



**Ziel:**  
Management von Ende-zu-Ende Verbindungen

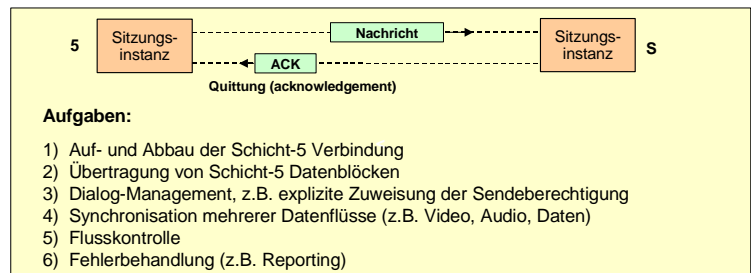


Bild: Schicht 5: Sitzungsschicht



**Ziel:**  
Darstellungsanpassungen von Ende-zu-Ende Verbindungen

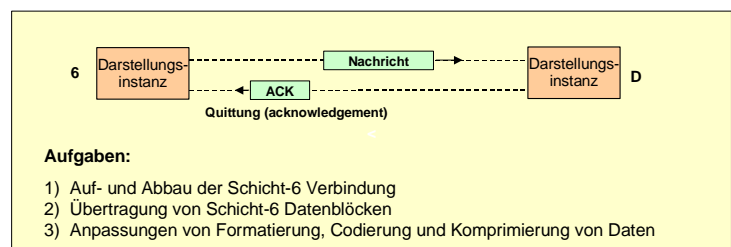


Bild: Schicht 6: Darstellungsschicht

## Schicht 7: Anwendungsschicht

(A: Application, Anwendung)

In der Anwendungs- oder Verarbeitungsschicht als der höchsten Schicht des Referenzmodells manifestiert sich die Funktion der Informationsverarbeitung in einer Kommunikation. Die kommunizierende Anwendungsinstanzen bilden die verteilte Anwendungen. Die Anwendungsprotokolle, die ihre Zusammenarbeit regeln, sind deshalb anwendungsspezifisch. Die Aufgaben sind grob wie folgt einzuteilen: 1) Identifizierung und Authentisierung der Partner, 2) Verfügbarkeitsüberprüfung, 3) Feststellung der Verantwortlichkeit für die Fehlerbehebung sowie die Feststellung einer Syntaxeinschränkung, 4) Aushandlung der Ressourcen und Dienstqualität, und 5) Synchronisation der Anwendungen.



**Ziel:**  
Einigungsprozess zwischen Kommunikationspartnern

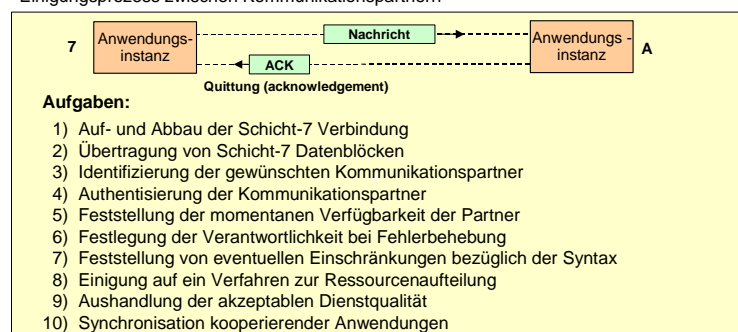


Bild: Schicht 7: Anwendungsschicht

#### Schicht 1

- 1) Mechanisch
- 2) Elektrisch
- 3) Funktional
- 4) Prozedural

#### Schicht 2

- 1) Auf- und Abbau der Schicht-2 Verbindung
- 2) Übertragung von Schicht-2 Datenblöcken
- 3) Rahmensynchronisation
- 4) Reihenfolgeerhaltung
- 5) Flusskontrolle
- 6) Fehlersicherung

#### Schicht 3

- 1) Auf- und Abbau der Schicht-3 Verbindung
- 2) Übertragung von Schicht-3 Datenblöcken
- 3) Wegelenkung (routing)
- 4) Reihenfolgeerhaltung
- 5) Flusskontrolle, Überlastabwehr
- 6) Fehlersicherung

#### Schicht 4

- 1) Auf- und Abbau der Schicht-4 Verbindung
- 2) Übertragung von Schicht-4 Datenblöcken
- 3) Reihenfolgeerhaltung
- 4) Flusskontrolle
- 5) Fehlersicherung

#### Schicht 5

- 1) Auf- und Abbau der Schicht-5 Verbindung
- 2) Übertragung von Schicht-5 Datenblöcken
- 3) Dialog-Management
- 4) Synchronisation mehrerer Datenflüsse
- 5) Flusskontrolle
- 6) Fehlerbehandlung

#### Schicht 6

- 1) Auf- und Abbau der Schicht-6 Verbindung
- 2) Übertragung von Schicht-6 Datenblöcken
- 3) Anpassungen von Formatierung, Codierung und Komprimierung von Daten

#### Schicht 7

- 1) Auf- und Abbau der Schicht-7 Verbindung
- 2) Übertragung von Schicht-7 Datenblöcken
- 3) Identifizierung der gewünschten Kommunikationspartner
- 4) Authentisierung der Kommunikationspartner
- 5) Feststellung der momentanen Verfügbarkeit der Partner
- 6) Festlegung der Verantwortlichkeit bei Fehlerbehebung
- 7) Feststellung von eventuellen Einschränkungen bezüglich der Syntax
- 8) Einigung auf ein Verfahren zur Ressourcenaufteilung
- 9) Aushandlung der akzeptablen Dienstqualität
- 10) Synchronisation kooperierender Anwendungen

Bild: Aufgaben der sieben OSI-Schichten

## Normen und Standards

**Normen und Standards** sind für die Kommunikation in ausgedehnten Netzen von zentraler Bedeutung. Einerseits müssen unterschiedliche Endgeräte mit dem Netz sowie untereinander problemlos kommunizieren können, andererseits sollen Netze verschiedener Betreiber ebenfalls ohne wesentliche Anpassungen miteinander verbunden werden können.

**Normen** werden von **staatlich anerkannten Gremien** entwickelt. Sie sollen einen breiten Konsens darstellen, weshalb ihre Erarbeitung sehr viel Zeit benötigt. Deshalb können Normen, gemessen an der raschen Entwicklung der Datennetze und des Internet, bei ihrer Verabschiedung schon veraltet sein oder nicht mehr den neuesten Stand der Technik repräsentieren.

**Standards** werden hingegen von Zusammenschlüssen (**Konsortien** etc.) aus Institutionen und Firmen entwickelt und publiziert. Damit ist die **Aktualität** meistens sichergestellt. Jedoch werden besonders wichtige Themenbereiche oft von mehreren, konkurrierenden Zusammenschlüssen bearbeitet, was dem potentiellen Anwender die Festlegung auf einen Standard erschwert.

Normen wie Standards leben davon, dass Hersteller grundsätzlich vergleichbarer Produkte sich an die Vorgaben halten. Dies wird als **Konformität** zur Norm/zum Standard bezeichnet. Die Konformität der Produkte soll zu deren **Interoperabilität** (die Fähigkeit zur problemlosen, uneingeschränkten Zusammenarbeit) führen. In der Praxis ergibt sich aus Konformität leider nicht immer die Interoperabilität. Kommunikationsprodukte sind häufig komplex, d. h. sie bestehen aus vielen Teilen (Hard- und Software-Blöcken), die in ihrem Zusammenwirken zu sehr unterschiedlichen Verhaltensweisen führen. Die Normen und Standards sind entsprechend umfangreich.

Dies führt zu zwei **Problemen**, die meistens für eine mangelnde Interoperabilität verantwortlich sind:

- Der Umfang der Norm/des Standards führt dazu, dass oft **nur ein Teil der Vorgaben** in einem Produkt **realisiert** wird. Wenn nun zwei Hersteller zwei verschiedene Untermengen (subsets) an Vorgaben realisieren, ist die Interoperabilität zumindest eingeschränkt.
- Der Umfang einer Norm/eines Standards führt zusammen mit den bekannten Problemen, einen Sachverhalt sprachlich eindeutig und vollständig zu formulieren, zu **Interpretationsspielräumen**. Falls verschiedene Entwickler zu verschiedenen Interpretationen kommen, ist die Interoperabilität ebenfalls gefährdet.

**Normungsgremien** sind globale, regionale (Europa, Nordamerika, Asien, ...) oder nationale Gremien. Für eine globale Kommunikation wie auch zur Verhinderung von Handelshemmnissen ist es sinnvoll, Normen Top-Down einzuführen. D. h., dass zuerst globale Normen publiziert werden, die dann unverändert als regionale und nationale Normen übernommen werden. Im Bereich der Kommunikationstechnik sind die folgenden Normungsgremien von besonderer Bedeutung:

**ISO (International Standardization Organization)**: eine 1946 gegründete Untereinrichtung der UNESCO. Sie ist für die globale Normung in vielen Gebieten zuständig.

- **International Organization for Standardization (ISO)**  
Dachverband der nationalen Standardisierungsbehörden ([www.iso.ch](http://www.iso.ch))
- **International Telecommunication Union (ITU)**  
internationale Vereinigung der Telekommunikationsgesellschaften ([www.itu.int](http://www.itu.int))  
Bereiche
  - ITU-T (Telecommunication)
  - ITU-R (Radiocommunication)
- **European Telecommunication Standards Institute (ETSI)**  
europaweite Harmonisierung der nationalen telekommunikationsnormen ([www.etsi.org](http://www.etsi.org))
- **Internet Society ([www.isoc.org](http://www.isoc.org))**  
Dachorganisation verschiedener Internet Organisationen  
Bereiche
  - Internet Engineering Task Force ([www.ietf.org](http://www.ietf.org))
  - Internet Architecture Board ([www.iab.org](http://www.iab.org))
  - Internet Research Task Force
  - World Wide Web Consortium ([www.w3c.org](http://www.w3c.org))
  - Internet Assigned Numbers Authority ([www.iana.org](http://www.iana.org))
- **IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers**  
weltweit größte Berufsvereinigung ([www.ieee.org](http://www.ieee.org))

Bild: Internationale Standardisierungsorganisationen

ITU Telecommunications Sector				
Director of the Telecommunications Standardization Bureau				
<b>SG 2</b>	<b>SG 3</b>	<b>SG 4</b>	<b>SG 5</b>	<b>SG 6</b>
Network Operation	Tarif and Accounting Principles	Network Maintenance	Protection against Electromagnetic Environment Effects	Outside Plant
<b>SG 7</b>	<b>SG 8</b>	<b>SG 9</b>	<b>SG 10</b>	<b>SG 11</b>
Data Networks and open Systems Communication	Service Definition and Terminals for Telematic Services	Television and Sound Transmission	Languages for Telecommunication Applications	Switching and Signalling
<b>SG 12</b>	<b>SG 13</b>	<b>SG 14</b>	<b>SG 15</b>	<b>SG 16</b>
End-to-end Transmission Performance of Networks and Terminals	Global Network Aspects	Modems and Transmission Systems for Data, Telegraph and Telematic Services	Transmission Systems and Equipment	Multimedia Services and Systems

Bild: Organisation von ITU-T

<b>A</b>	Organization of the work of ITU-T
<b>B</b>	Means of expression: definitions, symbols, classification
<b>C</b>	General telecommunication statistics
<b>D</b>	General tariff principles
<b>E</b>	<b>Overall network operation, telephone service, service operation and human factors</b>
<b>F</b>	Non-telephone telecommunication services
<b>G</b>	<b>Transmission systems and media, digital systems and networks</b>
<b>H</b>	<b>Audiovisual and multimedia systems</b>
<b>I</b>	<b>Integrated services digital network</b>
<b>J</b>	Transmission of television, sound programme and other multimedia signals
<b>K</b>	<b>Protection against interference</b>
<b>L</b>	Construction, installation and protection of cables and other elements of outside plant
<b>M</b>	<b>TMN and network maintenance: intern. transmission systems, telephone circuits, telegraphy, fax</b>
<b>N</b>	Maintenance: international sound programme and television transmission circuits
<b>O</b>	Specifications of measuring equipment
<b>P</b>	Telephone transmission quality, telephone installations, local line networks
<b>Q</b>	<b>Switching and signalling</b>
<b>R</b>	Telegraph transmission
<b>S</b>	Telegraph services terminal equipment
<b>T</b>	Terminals for telematic services
<b>U</b>	Telegraph switching
<b>V</b>	<b>Data communication over the telephone network</b>
<b>X</b>	<b>Data networks and open system communication</b>
<b>Y</b>	Global information infrastructure and internet protocol aspects
<b>Z</b>	Languages and general software aspects for telecommunication systems

Bild: ITU-T Empfehlungen (Recommendations)

Das einzige offizielle weltweite internationale Gremium, das sich mit technischen Aspekten der Telekommunikation beschäftigt, ist die International Telecommunication Union (ITU, Internationale Fernmeldeunion) mit Sitz in Genf. Sie wurde im Jahre 1865 in Paris gegründet und ist heute eine Unterorganisation der UNO mit derzeit 190 Mitgliedsländern. Hauptmitglieder sind die Regierungen dieser Mitgliedsländer, einzelne Organisationen aus den Bereichen Netzbetreiber, Industrie, Wissenschaft, sowie regionale und internationale Organisationen können ebenfalls Mitglied sein - derzeit sind es ca. 370 jedoch mit geringeren Rechten.

### ITU-T (International Telecommunications Union, Telecommunications Standardization Sector):

Eine Unterorganisation der UN, die für die weltweite Standardisierung im Bereich öffentlicher Kommunikationsnetze zuständig ist. Bis 1992 trug die ITU-T den Namen **CCITT** (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique). Es gibt 16 viele Arbeitsgruppen (study groups), wobei die Resultate der SG 11, 13, 15 und 16 für die Themen der Vorlesung von besondere Interesse sind.

Die ITU-T publiziert Empfehlungen (de-facto Normen), die eine Basis für die globale Telekommunikation bilden. Sie sind in Serien thematisch gegliedert. Speziell interessant für die Themen der Vorlesung sind die Empfehlungen E, G, H, I, K, M, Q, U und V.

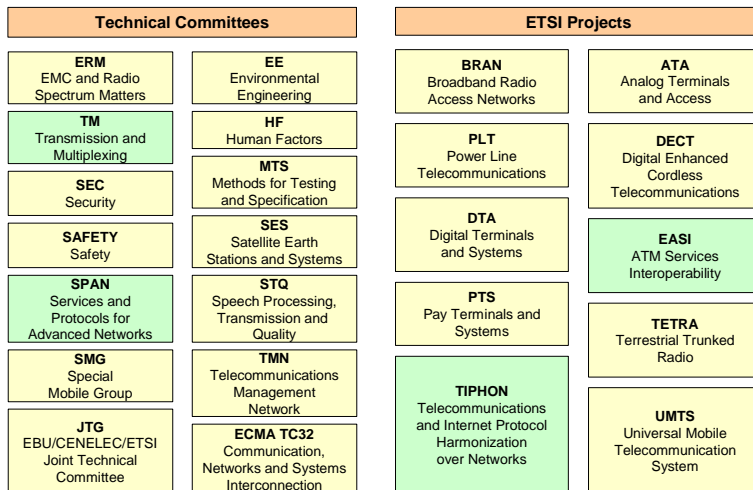


Bild: ETSI Technische Komitees und Projekte

**ETSI (European Telecommunications Standards Institute):** Standardisierungsgremium, das auf Initiative der EU 1988 gegründet wurde. Dadurch wurde der Einfluss der nationalen Gremien geschwächt, die Position der Hersteller gestärkt und der Standardisierungsprozess beschleunigt. ETSI publiziert ETS (European Telecommunication Standard), die als nicht-zwingende Empfehlungen gelten, sofern sie nicht von der EU oder nationalen Normungsgremien als Normen übernommen werden. I-ETS (Interim ETS) sind provisorische, also noch nicht ausgereifte Standards. ETR (European Technical Report) können Vorläufer von ETS sein. TBR (Technical Bases for Regulation) dokumentieren Untersuchungen, die sich mit technischen Aspekten der Deregulierung befassen.

Im Internet-Bereich ist die Standardisierung und die Vorgehensweise gänzlich verschieden zur bekannten Standardisierung in der Telekommunikation.

**ISOC (Internet Society):** wurde 1992 als internationale Organisation zur Förderung des Internet gegründet. Sie ist organisatorisch dem IAB übergeordnet. Es ist aus einem Direktor und 18 Board Members zusammengesetzt

**IETF (Internet Engineering Task Force):** Diese Organisation bearbeitet kurz- und mittelfristige technische Probleme des Internet. Sie besteht aus acht Bereichen (areas) mit jeweils einigen Arbeitsgruppen.

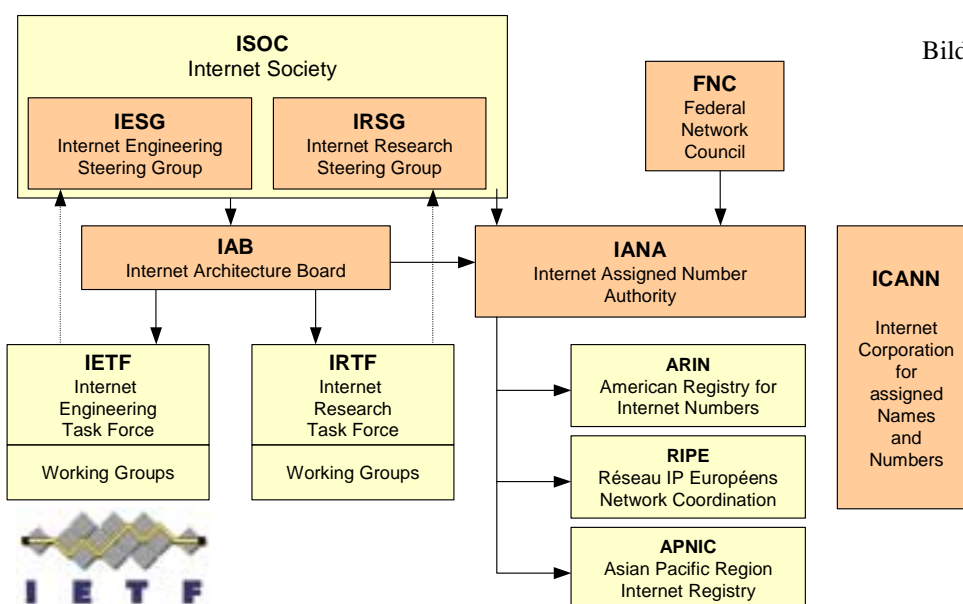
**IRTF (Internet Research Task Force):** koordiniert Forschungsaktivitäten zum Internet. Sie ist jedoch weit weniger bedeutsam als die IETF, in der de facto die meisten Forschungsaufgaben bearbeitet werden.

**IAB (Internet Architecture Board):** steuert die Arbeiten von IETF und IRTF. Es besteht aus einem 20-Köpfiges Gremium, das für die generelle Architektur des Internet verantwortlich ist und 1989 aus dem Internet Activities Board hervorging.

**ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers):** vergibt Adressen und legt die Bedeutung von Konstanten fest, die in Protokollen vorkommen (Beispiel: Portnummern). **IANA (Internet Assigned Numbers Authority)** war bis 1998 für diese Aufgaben zuständig.

Die Organisationen **ARIN**, **RIPE** und **APNIC** vergeben Adressen auf geographischer Basis.

Bild: Organisation der Internet-Standardisierung





Außerhalb dieser Organisation aber in enger Kooperation ist das WWW Consortium (W3C), das sich um Aspekte des World Wide Web kümmert.

Die technische Sacharbeit wird in der Internet Engineering Task Force (IETF) geleistet. Sie wurde 1986 als Forum für die technische Koordination unter den Beteiligten an den entsprechenden Forschungsprojekten gegründet. Innerhalb der IETF gibt es derzeit 127 Arbeitsgruppen. Die Areas werden jeweils von einem Area Director geleitet, diese sind Mitglieder der IESG. Es gibt acht Themenbereiche (Areas):

1	Applications Area	28 Arbeitsgruppen	Weiterentwicklung bestehender Protokolle für Dienste wie ftp, World Wide Web (http), Verzeichnisdienste usw. sowie Definition von neuen Protokollen (Internet-Fax, Drucken übers Internet, ...).
2	General Area	1 Arbeitsgruppe	Organisation der Internet-Standards.
3	Internet Area	15 Arbeitsgruppen	Neue Möglichkeiten des Transports von IP.
4	Operations and Management Area	23 Arbeitsgruppen	Weiterentwicklung des Management-Protokolls (SNMP), Spezifikation der unterschiedlichen Management Information Bases (MIB).
5	Routing Area	17 Arbeitsgruppen	Weiterentwicklung der Routing-Protokolle.
6	Security Area	15 Arbeitsgruppen	Verschlüsselung, Authentication, Datenschutz, Firewall.
7	Transport Area	24 Arbeitsgruppen	alle Arten des Transports von Information über IP, z. B. Audio und Video, Protokolle für Real-time Transport und für Qualitätserweiterung von IP sowie Multimedia-Aspekte und Gateways.
8	User Services Area	4 Arbeitsgruppen	nicht-technisch, Benutzung des Netzes, Hinweise und Regeln.

Die Mitglieder der Arbeitsgruppen erarbeiten Dokumente und kommunizieren meist per E-Mail miteinander. Zusätzlich werden jährlich drei Treffen mit Gegenwärtig ca. 2000 Teilnehmern veranstaltet Entscheidungen basieren auf den Prinzipien "rough consensus" (die Interessierten müssen sich einig sein, es findet kein formaler Abstimmungsprozess statt) und "running code" (eine Implementierung als lauffähige Software bzw. als Gerät ist notwendig).

Die IETF produziert zwei Typen von Dokumenten:

- Internet Drafts sind Arbeitspapiere, die über einen Zeitraum von 6 Monaten gespeichert werden. Sie haben keinen offiziellen Status, führen aber bei genügend Interesse zu einer Diskussion und können dann RFCs werden. Internet Drafts werden sehr dynamisch erzeugt und auch wieder verworfen. Sie können in zwei Kategorien eingeteilt werden: solche, die einen offiziellen Status haben, also ein anerkanntes Arbeitsgebiet umfassen, und solche, die eine Einzelperson eingebracht hat, um ein neues Thema anzustoßen.
- Request for Comments (RFC) sind die offiziellen Dokumente, sie werden permanent gespeichert. RFCs können wiederum in die folgenden Kategorien eingeteilt werden:
  - **Internet standard:** ein ausgereifter, gültiger Standard.
  - **Draft standard:** ein überprüfter Entwurf mit zwei unabhängigen realisierten Implementierungen.
  - **Proposed standard:** ein Vorschlag, der bereits überprüft wurde.
  - **Experimental:** ein Konzept, das versuchsweise eingesetzt wird, aber nicht als Standard vorgeschlagen wird.
  - **Historic:** ein veraltetes Konzept, das nicht mehr eingesetzt werden soll.

Jedes Protokoll wird mit einem Status versehen, der seine Anwendung bestimmt.

- **Required** verlangt eine Implementierung in allen Systemen, die TCP/IP benutzen,
- **Recommended** (der Einsatz wird empfohlen),
- **Elective** (kann wahlweise eingesetzt werden),
- **Limited use** (nicht zur allgemeinen Anwendung),
- **Not recommended** (nicht einsetzen).

Die RFCs werden einfach laufend durchnummeriert. Alle Dokumente sind für jedermann frei zugänglich auf Web- und FTP-Servern gespeichert.

#### IEEE 802.x Standards seit 1980

802.1	LAN/MAN Management
802.1d	Transparent / Source Routing, Transparent Bridging
802.2	Logical Link Control (LLC)
802.3	CSMA/CD (Ethernet)
802.4	Token Bus
802.5	Token Ring
802.6	Distributed Queue Dual Bus (DQDB)
802.7	Broadband LANs
802.8	Multimode Fiber Optic Media
802.9	Integrated Services LAN (ISLAN)
802.10	Interoperable LAN/ MAN Security (SILS)
802.11	Wireless LAN
802.12	Demand Priority LAN (100VG-AnyLAN)
802.13	n/ a
802.14	Hybrid Fiber Coax (HFC) networks
802.15	Wireless Personal Area Network (WPAN)
802.16	Broadband Wireless Access
802.17	Resilient Packet Ring (RPR)

Bild: IEEE 802.x Standards

#### IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers):

Ein weltweiter Ingenieursverband, der insbesondere bei der Standardisierung von LANs eine zentrale Rolle spielt.

In der Vorlesung behandelte Standards sind:

802.1d

802.2

802.3

802.4

802.5

802.11

Standards, die heute alle zwei Monate tagen sind:

802.3

802.11

802.15

802.16

802.17

Die rasche technische Entwicklung hat auch zu einer Vielzahl von Gruppierungen geführt (als **Konsortien, Allianzen, Foren** etc. bezeichnet), die eng umgrenzte Sachgebiete bearbeiten und zugehörige Standards publizieren und versuchen, diese durchzusetzen. Beispiele sind:

Für ATM: ATM-Forum, <http://www.atmforum.com/>

Für Frame Relay: Frame Relay Forum, <http://www.frforum.com/>

Für xDSL: ADSL Forum, <http://www.adsl.com/>

Für drahtlose LANs: Wireless LAN Alliance, <http://www.wlana.com/>

Für Mobilfunknetze: Third Generation Partnership Project, <http://www.3gpp.org/>