

1. Grundlagen der Netzwerktechnik

1.1 Versuch eines Überblicks

Begriff Netzwerk:

Als Netzwerk wird die Verbindung von Datenverarbeitungsgeräten über ein Medium zum Austausch von Daten bezeichnet. Jedes Datenverarbeitungsgerät kann dabei Sender oder Empfänger sein.

1.1.1 Einteilung der Netzwerke

- nach der räumlichen Ausdehnung
 - GAN (Global Area Network)
 - WAN (Wide Area Network)
 - MAN (Metropolitan Area Network)
 - LAN (Local Area Network)
 - PAN (Private Area Network)
 - CAN (Car Area Network)
- nach dem Netzwerkzugang
 - öffentlich, privat, geheim
- nach der verwendeten Bandbreite
 - Schmalband, Breitband
- nach den verwendeten Rechnerkonzepten
 - homogen, heterogen

1.1.2 Gründe und Zielvorstellungen beim Einsatz von Netzwerken

- Datenverbund
- Funktionsverbund
- Programmzentralisierung
- Lastverbund
- Virenschutz
- Datensicherung
- Kommunikation
- Verfügbarkeitsverbund

1.1.3 Negative Aspekte beim Einsatz von Netzwerken

- Veränderung der Arbeitswelt durch Tendenz zur Heimarbeit
- neue Techniken verlangen sehr schnelle Anpassungen (Problem: nationale Gesetzgebungen im Zeitalter globaler Netzwerke)
- Angst vor Überwachung → Identitätsdiebstahl
- Informationen als Ware → RFID
- Hacker – Unwesen
- computerbasierte Kriminalität

2. Kommunikation und Schichtenmodelle

2.1 Dienstrealisierung von Schichtenmodellen

Wenn Anwendungen, über ein Netzwerk, erfolgreich Daten austauschen sollen, benötigen sie eine Sprache deren Syntax und Semantik beiden Partnern bekannt ist.

→ Protokoll

Unter einem Protokoll versteht man in der Informatik eine Sammlung von Regeln, die den Ablauf und die Form der Interaktion zwischen zwei Partnern eines verteilten Systems bestimmt.

Normungsgremien: ISO, IEEE (802.3. ... Ethernet, 802.11. ... W-LAN)

2.2 Das OSI-Referenzmodell

→ OSI = open system interconnection

Das Referenzmodell dient als Entwurfsmodell für die Kommunikation in offenen Systemen.

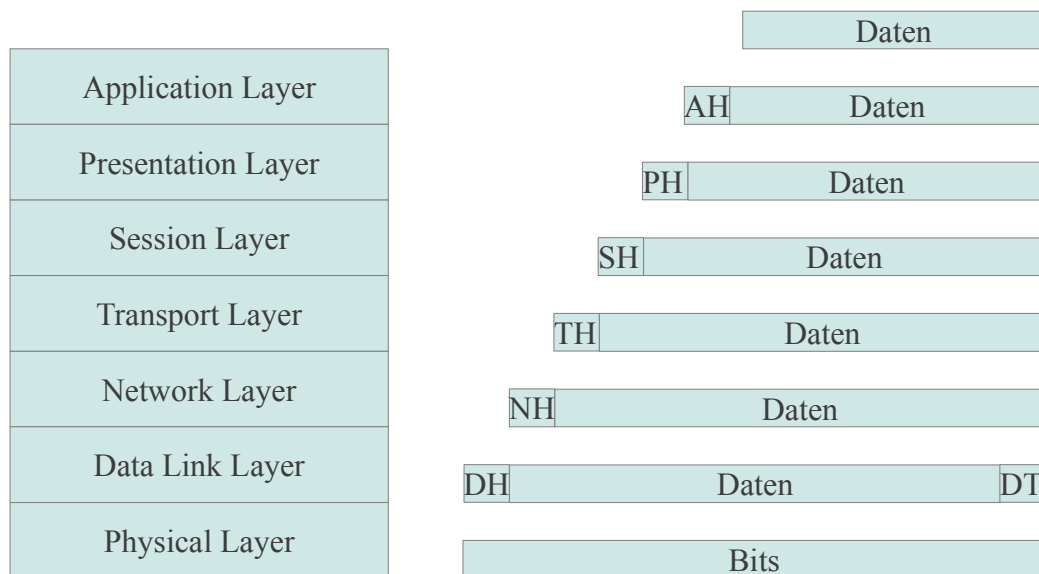
Offene Systeme sind Kommunikationssysteme mit unterschiedlicher Hard- und Software.

In offenen Systemen sind verbindlich festgelegt:

- mechanische Anschlussbedingungen
→ Stecker und Anschlüsse
- elektrische Anschlussbedingungen
→ Spannungspegel
- logische Anschlussbedingungen
→ Prozedureinsprungspunkte

nicht verbindlich festgelegt:

- Architektur der verwendeten Sprache
- die verwendeten Betriebssysteme
- die verwendete Bauelementebasis



2.2.1 Physical Layer (Bitübertragungsschicht) Ebene 1

Aufgaben:

- Realisierung der physischen Bitübertragung auf einem Übertragungsmedium
- Gewährleistung der Reihenfolge der übertragenen Bits, ohne Betrachtung ihrer inhaltlichen Bedeutung oder des verwendeten Codes
- Sicherung der
 - mechanischen (Stecker, Übertragungsmedien (LWL, Kupfer, Funk))
 - elektrischen (Codearten, Spannungspegel, Signalformen)

- funktionellen (Funktion der Leitung als Daten-, Kontroll-, Taktleitung, Betriebsarten (seriell, parallel))

Voraussetzungen für den Aufbau, den Betrieb und den Abbau der physischen Verbindung

Gesichtspunkte zu Funktionen der Bitübertragungsschicht

Modulation und Demodulation

- Notwendiges Gerät: Modem (=Modulation/Demodulation)
=>Aufbringen eines Signals auf das Übertragungsmedium
- Arten:
 - Amplitudenmodulation:
 - 2 verschiedene Spannungspegel werden zur Darstellung von 0 und 1 Signal genutzt
 - Frequenzmodulation:
 - unterschiedliche Frequenzen nutzt man zur Informationsdarstellung
 - Phasenmodulation:
 - die Trägerwellen werden jeweils um x Grad versetzt, jeder Versatz überträgt 2 Bit

Multiplexing

Mehrere Übertragungen finden gleichzeitig auf einem Übertragungskanal statt.

Bedeutende Multiplexverfahren sind:

- Frequenz- Multiplexverfahren (FDM = Frequency Division Multiplexing)
Das vorhandene Frequenzspektrum wird in logische Kanäle aufgeteilt. Ein jeder Kanal wird nur von einem Benutzer allein genutzt.
- Zeit- Multiplexverfahren (TDM = Time Division Multiplexing)
Jeder Benutzer des Übertragungsmediums bekommt kurzzeitig die ganze Breite des Übertragungskanals zugeteilt. Dabei wechseln sich die Nutzer ohne ihre Kenntnis gegenseitig ab.
- Wellenlänge- Multiplexverfahren (WDM = Wavelength Division Multiplexing)
Bei den Lichtwellenleitern werden verschiedene Frequenz- Multiplexverfahren angewendet (Breitband- und Schmalband Wellenlängenmultiplex).

2.2.2 Data Link Layer (Verbindungsschicht) Ebene 2

Aufgaben:

Die wichtigste Aufgabe ist eine Sicherung gegen Bitverfälschungen durch das Erkennen und Korrigieren der Fehler aus der Bitübertragungsschicht. Dazu werden die einzelnen Bits aus der Schicht 1 zu Blöcken zusammengefasst, nummeriert und zusätzlich mit einem Prüfbit versehen.

Als Vorbereitung für die Ebene 3 erfüllt die Schicht folgende Aufgaben:

- Benachrichtigen von Diensten der Ebene 3 über aufgetretene und in Ebene 2 nicht behebbare Fehler.

Die Schicht ist unterteilt in 2 Subschichten:

- Schicht 2a: Media Access Control → MAC
- Schicht 2b: Logic Link Control → LLC

Durch die Subschicht 2a werden die notwendigen Abläufe beim Zugriff auf das gemeinsam genutzte Übertragungsmedium gesteuert. Auf dieser Subschicht sind die IEEE Standards 802.3/ 4/ 5 und FDDI sowie ATM angeordnet. Die Subschicht 2b bietet für alle höheren Schichten eine Schnittstelle für den Abbau einer logischen Verbindung.

Funktionen:

- Aktivierung und Deaktivierung der eigenen Sicherungsmaßnahmen
- Aufnahme der aus Schicht 3 übernommenen Benutzerdaten und einpassen in den Datenrahmen der Schicht 2
- Übertragungssicherung
- Durchführung der Bitflusskontrolle

Bekannte Schicht-2-Transportprotokolle:

- IEEE 802.3 CSMA / CD
- IEEE 802.4 Token Bus
- IEEE 802.5 Token Ring
- FDDI Fiber Distributed Data Interface
- PPP Point-to-Point Protocol
- BCP Bridging Control Protocol

2.2.3 Network Layer (Vermittlungsschicht) Ebene 3

Aufgaben:

Ausführung sämtlicher vermittlungstechnischer Funktionen, dazu gehören:

- Identifikation der Netzknoten mittels Netzwerkadresse zur Herstellung einer virtuellen Verbindung zu beliebigen Endsystemen.
- Protokollumsetzung bei Verbindung über mehrere Netze mit unterschiedlichen Adressierungsdaten.
Ist es notwendig ein Protokoll öfters in ein anderes zu übersetzen, entstehen eventuell Paketgrößen, die das Maximum der Paketgröße überschreiten. In dieser Situation wird durch Network Layer eine Fragmentierung angewendet.
- Paket- Leitweglenkung (Routing) von der Quelle zum Ziel
statisch: mittels Routingtabelle, bei nur seltenen Änderungen
dynamisch: zu Beginn jeder Verbindung aktualisierte Wegbeschreibung, die während der Verbindung je nach Auslastung verändert werden kann

Routing-Tabellen:

Im Idealfall enthält eine Routingtabelle für jeden Zielrechner im Netz Angaben zur nächsten Station. → universelles Routing

Optimierungsmöglichkeiten:

- Default Routing
- Default Hop

Routing-Strategien:

- Hot Potato

Prinzip: heiße Kartoffel

Ein Router versucht die angekommene Nachricht so schnell wie möglich weiter zuleiten, überträgt die Nachricht auf dem Weg mit der aktuell kürzesten Warteschlange.

- Steuerung des Paketflusses mittels Flußkontrolle
Wenn eine große Anzahl von Datenpaketen im Netz unterwegs sind, kann es zu Engpässen kommen: Die Vermittlungsschicht überwacht die gesamte Verbindung vom Sender zum Empfänger auf Übertragungsfehler
- Abrechnungsfunktion für Paketübertragung
Die Provider im WAN ermitteln ihre Leitungskosten auf der Grundlage von Paketen, Verbindungsdauer oder Tarifzonen.

Funktionen:

- Kopplung der Vermittlung zwischen Endsystemen, auch unterschiedliche Netze, in denen diese Vermittlungen liegen: die Qualität des Datenpfades wird durch die Qualität des niedrigsten Teilnetzes bestimmt.
- Das typische Gerät dieser Ebene ist ein Router: er verbindet Netzwerke mit unterschiedlichen Netzwerktopologien miteinander.
- Der dienstbenutzenden Schicht 4 wird die Unabhängigkeit von Vermittlung und Wegwahl gewährleistet.

Bekannte Schicht-3-Transportprotokolle

- IPX Internet Paket Exchange (Novell), verbindungslos
- IP Internet Protokoll
Datenpakete werden von einem Sender über mehrere Netze hinweg zu einem Empfänger transportiert, paketerorientiert, verbindungslos

Adressenauflösung mit dem Address Resolution Protocol (ARP)

Praktischer Ansatz:

- Für das Versenden von Daten vom Rechner A zum Rechner B sind neben der logischen Adresse auch die physische Adresse des Zielrechners notwendig.

Die Rolle von ARP:

- im Bereich des IPv4 Protokolls übernimmt ARP die Adressenauflösung
- im Bereich des IPv6 wird diese Funktion durch das Neighbourhood-discovery Protokoll übernommen
- die Adressauflösung erfolgt transparent
- der Vorteil dieses Verfahrens ist ein einheitliches Format der auszutauschenden Nachrichten

Schematischer Ablauf des Verfahrens:

Durch den sendenden Rechner wird an alle Rechner im Netz ein Paket zur Adressenabfrage geschickt

Sender Logische Adresse	Sender Physikalische Adresse	Empfänger Logische Adresse	???
----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	-----

Erkennt ein Rechner seine logische Adresse:

- ergänzt er das Datenpaket um seine physische Adresse
- merkt sich die Adressdaten des Senders
- schickt das Paket an den Sender zurück

Sender Logische Adresse	Sender Physikalische Adresse	Empfänger Logische Adresse	Empfänger Physikalische Adresse
----------------------------	---------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

ARP-Cache:

- Die Adressinformationen werden für ungefähr 300 Sekunden nach dem letzten Kontakt gespeichert.
- Ist die Zeitdauer verstrichen ohne das ein Kontakt statt fand, werden die Verbindungsinformationen gelöscht.

Funktionsweise des Internet-Protokolls

Das Internet Protokoll hat die Aufgabe Datenpakete zu adressieren und in einem verbindungslosen, paketerorientierten Netzwerk an eine Zieladresse zu übermitteln. Die Datenpakete bewegen sich auf unterschiedlichen Wegen durch das Netz, dadurch unterscheidet sich auch die Reihenfolge des Eintreffens an der Zielstation. Das Protokoll verfügt über keine Flusskontrolle und keine Fehlerkontrolle, die Übertragung ist insgesamt unzuverlässig.

2.2.4 Transport Layer (Transportschicht) Ebene 4

2.2.4.1 Vergleich von TCP und UDP

Vom praktisch größerer Bedeutung sind die beiden Protokolle TCP und UDP.

TCP

verbindungsorientiert

komplexe Struktur

viele Veränderungen seit Einführung des Protokolls

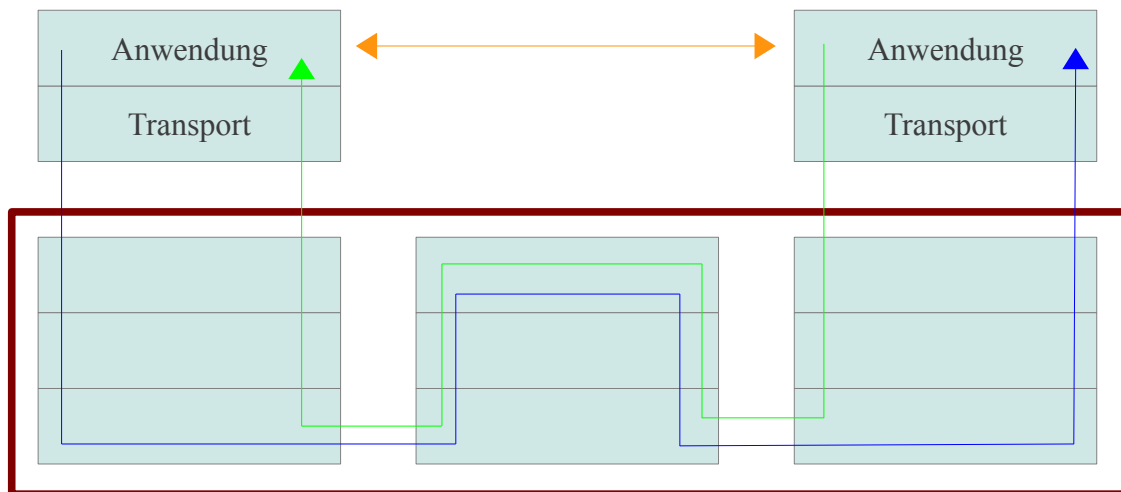
UDP

verbindungslos

sehr einfach aufgebaut

wenige Veränderungen seit Einführung des Protokolls

- beide Protokolle stellen nur eine virtuelle Verbindung dar, das heißt sie täuschen softwareseitig eine reale End-zu-End Verbindung vor
- beide Protokolle arbeiten nur auf der Anwendungsebene beim Sender bzw. beim Empfänger, auf den Zwischensystemen sind sie nicht installiert und auch nicht notwendig
- von beiden Protokollen werden die Informationen als Datagramme im IP Protokollrahmen transportiert



2.2.4.2 Zuverlässiger Verbindungsauf- und abbau beim TCP

Vor dem Übertragen von Nutzdaten stellt TCP sicher, dass zwischen den beiden Anwendungen, die Daten austauschen wollen, eine sichere Verbindung besteht.

Verbindungsaufbau: (=3-Wege-Handshake-Verfahren)

- Der Initiator (Teilnehmer A) der Verbindung sendet ein spezielles TCP-Paket (=SYN-Paket), es enthält eine Sequenznummer a, das Synchronisationsbit ist auf 1 gesetzt.
- Der Empfänger (Teilnehmer B) dieses Paketes (=SYN-ACK-Paket) bestätigt den Empfang, er schickt seine eigene Sequenznummer a zurück, das Synchronisationsbit bleibt auf 1 gesetzt.
- Der Initiator (Teilnehmer A) bestätigt den Erhalt der Synchronisationsantwort und sendet (=ACK-Paket) die Sequenznummer b. Das Synchronisationsbit wird auf 0 gesetzt, da die Synchronisation beendet ist.

Verbindungsabbau: (=4-Wege-Handshake-Verfahren)

- Der Sender (Teilnehmer A) schickt ein spezielles Ende-Segment (FIN) mit einer Endesequenznummer x und das FIN-Bit ist auf 1 gesetzt.
- Der Empfänger (Teilnehmer B) bestätigt das empfangene Ende-Segment. Die beteiligten Anwendungen werden über den bevorstehenden Verbindungsabbau informiert. (Für die Verbindung werden keine weiteren Daten mehr entgegen genommen.)

- Die Anwendungen bauen die Verbindung, durch das Verschicken eines eigenen FIN-Segments mit der Sequenznummer Y, ab. Zugleich erfolgt die Bestätigung der zuletzt erfangenen Sequenznummer.
- Der Sender (Teilnehmer A) bestätigt den Empfang der empfangenen Sequenznummer Y.

Retransmission: (=Neuübertragung)

Dies ist ein Mechanismus zur erneuten Übertragung von verloren gegangenen Datenpaketen. Eine erfolgreiche Datenübertragung wird durch eine Quittung bestätigt. (=Acknowledgement)

Wird eine vorher definierte zeitliche Obergrenze für das Quittungssignal überschritten, gilt das Paket als verloren und wird erneut übertragen.

Die Zeitspanne vom Versenden des Datenpaketes bis zum Erhalt des Quittungssignals wird gemessen. → Round-Trip-Time

Diese gemessenen Zeiten sind die basis für eine Anpassung der Übertragungsgeschwindigkeit
→ Smoothed Round-Trip-Time nach Algorithmus des gleitenden Mittelwerts

2.2.4.3 Ausgewählte Aspekte des UDP

Während beim TCP zwei Anwendungen miteinander kommunizieren, stellt das UDP nur zwei Kommunikationsparts bereit.

Dieses sehr einfache Protokoll wird für simple Frage-Antwort-Kommunikationen benutzt.

Portmultiplexing: Das Protokoll nimmt Daten von Anwendungen über deren Ports entgegen sie werden als Datagramme weitergeleitet.