Funktionen der TCP/IP-Basisprotokolle

Veranstaltung vom 25.6.98 im Rahmen der Vorlesung

Einführung in die Kommunikationstechnik

SS 1998 - Veranstaltungsnummer 320131

Markus Speer

Universitätsrechenzentrum

Westfälische Wilhelms-Universität

Münster

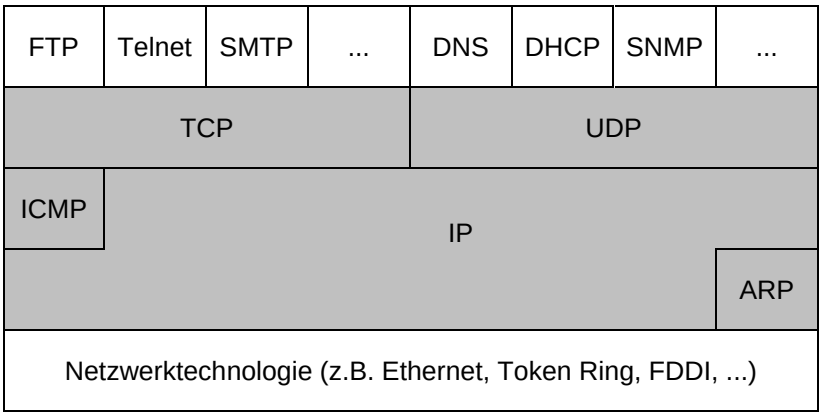
E-Mail: speer@uni-muenster.de

Tel.: (0251) 83-31614, FAX: (0251) 83-31653

Themenübersicht

- Architektur der TCP/IP-Protokollfamilie
- IP über verschiedenen Netztechnologien
- Adressierungsebenen bei der Internet-Kommunikation
- Ethernet-Frame mit TCP/IP-Protokollen
- ARP: Address Resolution Protocol
- IP: Internet Protocol
- ICMP: Internet Control Message Protocol
- TCP: Transmission Control Protocol
- UDP: User Datagram Protocol
- Ablauf eines TCP-Verbindungsaufbaus
- relevante RFCs

Architektur der TCP/IP-Protokollfamilie



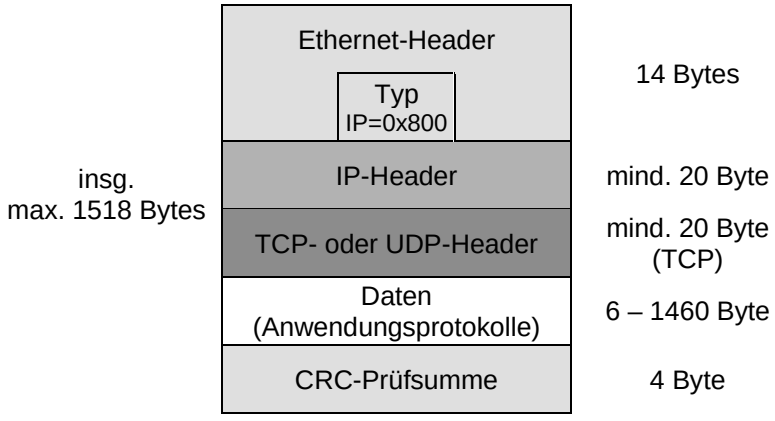
IP über verschiedenen Netztechnologien

- LAN: Ethernet, Token Ring, FDDI
- WAN: ISDN, X.25, ATM, Frame Relay, analoges Telefonnetz
- Protokolle bei Point-to-Point Verbindungen:
  - PPP: Point-to-Point Protocol
  - SLIP: Serial Line IP
- verschiedene Methoden des Framings bei Ethernet/IEEE 802.3
  - Ethernet 2 Typ-Feld
  - IEEE-SNAP (SubNet Access Protocol)
  - IEEE-LLC-SAP (Service Access Point)

Adressierungsebenen bei der Internet-Kommunikation

- Adresse der speziellen Netztechnologie (z.B. Ethernet-Adresse)
- Internet-Adresse (DNS)
- Transportprotokolladresse (vgl. Datei *protocols*)
- Port-Nummer (vgl. Datei *services*)

Ethernet-Frame mit TCP/IP-Protokollen



ARP: Address Resolution Protocol

- Einsatz im **LAN: Local Area Network** (z.B. Ethernet)
- im LAN **Shared Medium:** d.h. LAN-Adresse zur Identifikation der angeschlossenen Stationen erforderlich
- **ARP: dynamische Ermittlung der LAN-Adresse zu einer IP-Adresse über LAN-Broadcast**
- Antwort des Systems mit der nachgefragten IP-Adresse
- Wert des Ethernet-Typ-Feldes: 0x806
- lokale Verwaltung eines ARP-Caches: Löschen alter Einträge
- Proxy-ARP: Antworten auf ARP-Requests für andere Systeme

ARP-Header-Format

<- 32 Bits ->

Hardware		Protocol
Hardware Address Length	Protocol Address Length	Operation
Sender Hardware Address (byte 0 – 3)		
Sender HW Address (byte 4-5)		Sender IP Address (byte 0 – 1)
Sender IP Address (byte 2 – 3)		Target HW Address (byte 0 – 1)
Taret Hardware Address (byte 2 – 5)		
Target IP Address (byte 0 – 3)		

IP: Internet Protocol

- verbindungslos
- **Best Effort-Prinzip:** Übertragung von sog. **Datagrammen** ohne Transportsicherung
- 32-Bit **Internet-Adressen** (IP-Adressen)
- maximale Paketgröße: 64 kByte (65535 Bytes)
- **Fragmentierung/Reassemblierung** von Datagrammen
- **Time to Live**: endliche Lebensdauer eines Paketes

IP-Header-Format (mind. 20 Bytes)

<- 32 Bits ->

<table>
<tr><td>Vers.</td><td>IHL</td><td>Type of Service</td><td colspan="4">Total Length</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identification</td><td>0</td><td>D F</td><td>M F</td><td>Fragment Offset</td></tr>
<tr><td colspan="2">Time to Live</td><td>Protocol</td><td colspan="4">Header Checksum</td></tr>
<tr><td colspan="7">Source IP Address</td></tr>
<tr><td colspan="7">Destination IP Address</td></tr>
<tr><td colspan="5">Options</td><td colspan="2">Padding</td></tr>
</table>

veränderliche Felder

Felder des IP-Headers - 1

- **Version** (4 Bits): aktuelle Version 4
- **Internet Header Length** (**IHL**, 4 Bits): Länge des Headers in Einheiten von 32 Bits (mind. 5)
- **Type of Service**: 8 Bits zur Festlegung einer Dienstgüte
  - verschiedene Prioritäten
  - Verzögerungsrate
  - Durchsatz
  - Zuverlässigkeit
- **Total Length**: Gesamtlänge (Header + Daten) des IP-Datagramms (Fragments) in Oktetten (max. 65535)

Felder des IP-Headers - 2

- **Identification**: für Reassemblierung von Fragmenten
- **Flags** (3Bits, Bit 0 reserviert):
  - Bit 1 (**DF**): Don´t Fragment
  - Bit 2 (**MF**): More Fragments, beim letzten Fragment 0
- **Fragment Offset** (13 Bits): Position des Fragmentes im Datagramm (in Einheiten von 8 Oktetten)
- **Time to Live**:
  - Dekrementierung der Lebensdauer bei Abarbeitung durch Router
  - Verwerfen des Datagramms, falls Wert 0 (keine Endlosschleifen)

Felder des IP-Headers - 3

- **Protocol**: Transportprotokoll (UDP, TCP, ICMP, OSPF, ...)
- **Header Checksum**:
  - Neuberechnung durch jeden Router (wg. TTL, Fragmentierung)
  - keine Berücksichtigung der Daten zur Reduzierung der Verzögerung
- **Source IP Address**: Absenderadresse
- **Destination IP Address**: Empfängeradresse
- **Options**: optionale Felder (Sicherheit, Routing-Debugging, Timestamp)
- **Padding**: Fülldaten für 32 Bit-Grenze

ICMP: Internet Control Message Protocol

integraler Bestandteil von IP im IP-Datenfeld
Fehler und Diagnoseinformationen für das IP

Nachrichtentypen

- Echo Reply
- Destination Unreachable
- Source Quench
- Redirect
- Echo Request
- Time Exceeded For a Datagram
- Parameter Problem On a Datagram
- Time Stamp Request
- Time Stamp Reply
- Information Request
- Information Reply

TCP: Transmission Control Protocol

- **verbindungsorientiert:** virtuelle Verbindung (full-duplex)
- Übertragung der Daten als **Datenstrom** (d.h. keine Blockstruktur)
- Übergabe sog. **Segmente** an das IP
- **Sicherung der Übertragung**
  - Prüfsumme (Checksum)
  - Paketfolgenummer (Sequence Number)
  - Empfangsbestätigung (Acknowledgement)
  - Übertragungswiederholung (Retransmission)
- **Datenflußsteuerung:** Sliding-Window-Prinzip

TCP-Header-Format (mind. 20 Bytes)

<- 32 Bits ->

Source Port								Destination Port
Sequence Number								
Acknowledgement Number								
Data Offset	Reserved	URG	ACK	PSH	RST	SYN	FIN	Window
Checksum								Urgent Pointer
Options								Padding
Data								

Felder des TCP-Headers - 1

- **Source Port**: Portnummer der absendenden Anwendung
- **Destination Port**: Portnummer der empfangenden Anwendung
- **Sequence Number**: Position des ersten Oktetts (d.h. keine Paketnummer!) im Datenstrom
- **Acknowledge Number**: Empfangsbestätigung für alle vorangegangenen Oktette (nur gültig, falls ACK-Flag gesetzt)
- **Data Offset** (4 Bits): Länge des Headers in Einheiten von 32 Bits (mind. 5)
- **Reserved**: reserviert für zukünftige Nutzung (muß Null sein)

Felder des TCP-Headers - 2

- **Flags**:
  - **URG**: Urgent Pointer ist gültig.
  - **ACK**: Acknowledgement Number ist gültig.
  - **PSH** (push): sofortige Weiterleitung des Segments an die Anwendungsschicht
  - **RST** (reset): Verbindungsabbruch
  - **SYN** (synchronize): Verbindungsaufbau, Synchronisierung der verwendeten Sequence Numbers
  - **FIN**: Verbindungsabbau

Felder des TCP-Headers - 3

- **Window**: Anzahl der Oktetts, die der Empfänger - beginnend mit der Acknoledgement Number - bereit zu empfangen ist
- **Ckecksum**: Prüfsumme über Header und Daten und einen sog. **Pseudoheader** zum Schutz gegen fehlgeleitete Segmente (Source IP Address, Destination IP Address, Transport Protocol und TCP Length)
- **Urgent Pointer**: Zeiger auf Ende von dringlichen Daten (Offset des ersten Oktetts hinter den dringlichen Daten, Offset bezogen auf die Sequence Number)
- **Options**: MSS (Maximum Segment Size) bei Verbindungsaufbau
- **Padding**: Fülldaten für 32 Bit-Grenze

UDP: User Datagram Protocol

- **verbindungslos**
- **keine Transportsicherung**
- Datenzustellung nach dem **Best Effort-Prinzip**
- für Anwendungen mit einfachem Frage-/Antwortcharakter (z.B. Name Service)

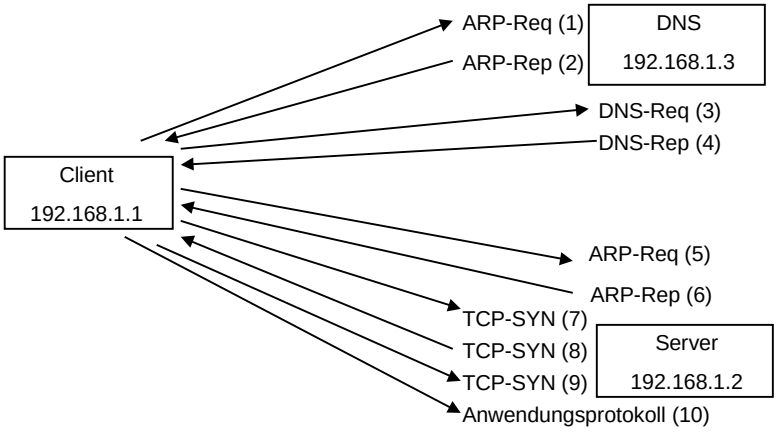
UDP-Header-Format

<- 32 Bits ->

Source Port	Destination Port
Length	Checksum
Data	

Ablauf eines TCP-Verbindungsaufbaus

Absender, Client: pc1.firma.de
Empfänger, Server: www.firma.de
Domain Name Server: 192.168.1.3



relevante RFCs: IP, UDP, TCP

Protokoll	RFC	Titel
IP, STD0005	RFC0791	Internet Protocol
	RFC0950	Internet Standard Subnetting Procedure
	RFC0919	Broadcasting Internet Datagrams
	RFC0922	Broadcasting Internet Datagrams in the Presence of Subnets
	RFC0792	Internet Control Message Protocol
	RFC1112	Host Extensions for IP Multicasting
UDP, STD0006	RFC0768	User Datagram Protocol
TCP, STD0007	RFC0793	Transmission Control Protocol

relevante RFCs: spezielle Netztechniken

Protokolle	RFC	Titel
IP, ARP, FDDI STD0036	RFC1390	Transmission of IP and ARP over FDDI Networks
ARP, Ethernet STD0037	RFC0826	Ethernet Address Resolution Protocol
IP, Ethernet STD0041	RFC0894	Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet Networks
IP, IEEE 802 STD0043	RFC1042	Standard for the Transmission of IP Datagrams over IEEE 802 Networks
PPP STD0051	RFC1661	The Point-to-Point Protocol (PPP)
	RFC1662	PPP in HDLC-like Framing