

# Netzwerktechnik (2)

Axel Pemann

21. Oktober 2022

- 1 Vorstellung der Themen
- 2 Kommunikationsgrundlagen
  - Zur Historischen Einordnung
  - Einführung
  - Schichtenmodelle
- 3 Zusammenfassung

# Die Kursthemen

- Netzwerktechnik
  - Kommunikationsgrundlagen
  - OSI-Modell

# Aller Anfang ist schwer!

## Halten wir Rückschau... – und blicken nach vorn!

- 1961: erste Theorie über Kommunikationsnetze
- 1964: Paul Baran (RAND Corporation): Organisierte Kommunikations-Netzwerke. Dezentralisiertes Netzwerk ohne Zentralcomputer.
- 1972: Ray Tomlinson von BBN modifiziert sein EMAIL-Programm für das ARPANET. Es wird ein Volltreffer. Das Zeichen @ hat Tomlinson aus dem Zeichensatz seiner Schreibmaschine Modell Teletype 33 entnommen. Es sollte die Bedeutung "bei" ("ät") tragen.

Quelle: Michael Kaul via [1].

# Aller Anfang ist schwer!

## Halten wir Rückschau... – und blicken nach vorn!

- 1961: erste Theorie über Kommunikationsnetze
- 1964: Paul Baran (RAND Corporation): Organisierte Kommunikations-Netzwerke. Dezentralisiertes Netzwerk ohne Zentralcomputer.
- 1972: Ray Tomlinson von BBN modifiziert sein EMAIL-Programm für das ARPANET. Es wird ein Volltreffer. Das Zeichen @ hat Tomlinson aus dem Zeichensatz seiner Schreibmaschine Modell Teletype 33 entnommen. Es sollte die Bedeutung "bei" ("ät") tragen.

Quelle: Michael Kaul via [1].

# Aller Anfang ist schwer!

## Halten wir Rückschau... – und blicken nach vorn!

- 1961: erste Theorie über Kommunikationsnetze
- 1964: Paul Baran (RAND Corporation): Organisierte Kommunikations-Netzwerke. Dezentralisiertes Netzwerk ohne Zentralcomputer.
- 1972: Ray Tomlinson von BBN modifiziert sein EMAIL-Programm für das ARPANET. Es wird ein Volltreffer. Das Zeichen @ hat Tomlinson aus dem Zeichensatz seiner Schreibmaschine Modell Teletype 33 entnommen. Es sollte die Bedeutung "bei" ("ät") tragen.

Quelle: Michael Kaul via [\[1\]](#).

# Definition «Computer-Netzwerk»

## Informatik: Netzwerk

- 1) Datenkommunikationssystem, das durch Übertragung von Signalen den Datenaustausch zwischen mehreren unabhängigen Geräten ermöglicht (Rechnernetz)
- 2) Graphentheoretisches Modell zur Beschreibung von Verbindungsstrukturen

# Wichtige Gremien für Standardisierung

## Auswahl einiger Gremien, die in der Netzwerktechnik eine Rolle spielen:

- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ethernet-Spezifikation IEEE 802.3)
- ISO: International Organization for Standardization (Entwurf des OSI-Modells "Open System Interconnect")
- ANSI: American National Standards Institute (ANSI-Zeichencode, eine Erweiterung des ASCII-Codes, mit der Umstellung von 7 Bit pro Zeichen auf 8 Bit pro Zeichen)
- Unicode-Konsortium: Entwicklung und Herausgabe der erweiterungsfähigen, globalen Unicode-Zeichensätze

# Wichtige Gremien für Standardisierung

## Auswahl einiger Gremien, die in der Netzwerktechnik eine Rolle spielen:

- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ethernet-Spezifikation IEEE 802.3)
- ISO: International Organization for Standardization (Entwurf des OSI-Modells "Open System Interconnect")
- ANSI: American National Standards Institute (ANSI-Zeichencode, eine Erweiterung des ASCII-Codes, mit der Umstellung von 7 Bit pro Zeichen auf 8 Bit pro Zeichen)
- Unicode-Konsortium: Entwicklung und Herausgabe der erweiterungsfähigen, globalen Unicode-Zeichensätze

# Wichtige Gremien für Standardisierung

## Auswahl einiger Gremien, die in der Netzwerktechnik eine Rolle spielen:

- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ethernet-Spezifikation IEEE 802.3)
- ISO: International Organization for Standardization (Entwurf des OSI-Modells "Open System Interconnect")
- ANSI: American National Standards Institute (ANSI-Zeichencode, eine Erweiterung des ASCII-Codes, mit der Umstellung von 7 Bit pro Zeichen auf 8 Bit pro Zeichen)
- Unicode-Konsortium: Entwicklung und Herausgabe der erweiterungsfähigen, globalen Unicode-Zeichensätze

# Wichtige Gremien für Standardisierung

## Auswahl einiger Gremien, die in der Netzwerktechnik eine Rolle spielen:

- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ethernet-Spezifikation IEEE 802.3)
- ISO: International Organization for Standardization (Entwurf des OSI-Modells "Open System Interconnect")
- ANSI: American National Standards Institute (ANSI-Zeichencode, eine Erweiterung des ASCII-Codes, mit der Umstellung von 7 Bit pro Zeichen auf 8 Bit pro Zeichen)
- Unicode-Konsortium: Entwicklung und Herausgabe der erweiterungsfähigen, globalen Unicode-Zeichensätze

# Zur Einordnung...

## Fünf grundlegende Einordnungskriterien

- 1 Aufgaben/Rollen der teilnehmenden Maschinen (Netzwerkmodelle)
- 2 Räumliche Ausdehnung (LAN, MAN, WAN, GAN)
- 3 Kommunikationspartner (Mensch-Mensch, Mensch-Maschine, Maschine-Maschine)
- 4 Anzahl der beteiligten Empfänger (Unicast, Broadcast, Multicast, Anycast)
- 5 Kommunikationsrichtung (Simplex, Halbduplex, Duplex)

# Zur Einordnung...

## Fünf grundlegende Einordnungskriterien

- 1 Aufgaben/Rollen der teilnehmenden Maschinen (Netzwerkmodelle)
- 2 Räumliche Ausdehnung (LAN, MAN, WAN, GAN)
- 3 Kommunikationspartner (Mensch-Mensch, Mensch-Maschine, Maschine-Maschine)
- 4 Anzahl der beteiligten Empfänger (Unicast, Broadcast, Multicast, Anycast)
- 5 Kommunikationsrichtung (Simplex, Halbduplex, Duplex)

# Zur Einordnung...

## Fünf grundlegende Einordnungskriterien

- 1 Aufgaben/Rollen der teilnehmenden Maschinen (Netzwerkmodelle)
- 2 Räumliche Ausdehnung (LAN, MAN, WAN, GAN)
- 3 Kommunikationspartner (Mensch-Mensch, Mensch-Maschine, Maschine-Maschine)
- 4 Anzahl der beteiligten Empfänger (Unicast, Broadcast, Multicast, Anycast)
- 5 Kommunikationsrichtung (Simplex, Halbduplex, Duplex)

# Zur Einordnung...

## Fünf grundlegende Einordnungskriterien

- 1 Aufgaben/Rollen der teilnehmenden Maschinen (Netzwerkmodelle)
- 2 Räumliche Ausdehnung (LAN, MAN, WAN, GAN)
- 3 Kommunikationspartner (Mensch-Mensch, Mensch-Maschine, Maschine-Maschine)
- 4 Anzahl der beteiligten Empfänger (Unicast, Broadcast, Multicast, Anycast)
- 5 Kommunikationsrichtung (Simplex, Halbduplex, Duplex)

# Zur Einordnung...

## Fünf grundlegende Einordnungskriterien

- 1 Aufgaben/Rollen der teilnehmenden Maschinen (Netzwerkmodelle)
- 2 Räumliche Ausdehnung (LAN, MAN, WAN, GAN)
- 3 Kommunikationspartner (Mensch-Mensch, Mensch-Maschine, Maschine-Maschine)
- 4 Anzahl der beteiligten Empfänger (Unicast, Broadcast, Multicast, Anycast)
- 5 Kommunikationsrichtung (Simplex, Halbduplex, Duplex)

# Netzwerkmodelle

## 1. Historische Rollenverteilung zwischen teilnehmenden Maschinen

- Zentralrechner-Modell (Mainframes mit nichtintelligenten oder intelligenten Terminals)
- Client/Server-Modell (Sonderform: Peer-to-Peer)
- Client/Server-Modell mit kooperativer/kollaborativer Verarbeitung

# Netzwerkmodelle

## 1. Historische Rollenverteilung zwischen teilnehmenden Maschinen

- Zentralrechner-Modell (Mainframes mit nichtintelligenten oder intelligenten Terminals)
- Client/Server-Modell (Sonderform: Peer-to-Peer)
- Client/Server-Modell mit kooperativer/kollaborativer Verarbeitung

# Netzwerkmodelle

## 1. Historische Rollenverteilung zwischen teilnehmenden Maschinen

- Zentralrechner-Modell (Mainframes mit nichtintelligenten oder intelligenten Terminals)
- Client/Server-Modell (Sonderform: Peer-to-Peer)
- Client/Server-Modell mit kooperativer/kollaborativer Verarbeitung

# Räumliche Ausdehnung von Netzen

## 2. Ausdehnung von Netzen in vier Grundformen

- LAN (Local Area Network:  $\leq 10$  km), Eigentümer/Betreiber!
- MAN (Metropolitan Area Network:  $\leq 100$  km )
- WAN (Wide Area Network: weltweit)
- GAN (Global Area Network: weltweit, vor allem via Satellit)

# Räumliche Ausdehnung von Netzen

## 2. Ausdehnung von Netzen in vier Grundformen

- LAN (Local Area Network:  $\leq 10$  km), Eigentümer/Betreiber!
- MAN (Metropolitan Area Network:  $\leq 100$  km )
- WAN (Wide Area Network: weltweit)
- GAN (Global Area Network: weltweit, vor allem via Satellit)

# Räumliche Ausdehnung von Netzen

## 2. Ausdehnung von Netzen in vier Grundformen

- LAN (Local Area Network:  $\leq 10$  km), Eigentümer/Betreiber!
- MAN (Metropolitan Area Network:  $\leq 100$  km )
- WAN (Wide Area Network: weltweit)
- GAN (Global Area Network: weltweit, vor allem via Satellit)

# Räumliche Ausdehnung von Netzen

## 2. Ausdehnung von Netzen in vier Grundformen

- LAN (Local Area Network:  $\leq 10$  km), Eigentümer/Betreiber!
- MAN (Metropolitan Area Network:  $\leq 100$  km )
- WAN (Wide Area Network: weltweit)
- GAN (Global Area Network: weltweit, vor allem via Satellit)

# Kommunikationspartner

## 3. Wer ist mein Gegenüber? Was kann ich von ihm erwarten?

- Mensch-Mensch (VoIP, Chat, ...)
- Mensch-Maschine (Interaktion mit Betriebssystem, Download von FTP-Server, ...)
- Maschine-Maschine (Austausch von Routinginformationen über kürzesten Weg, ...)

# Kommunikationspartner

## 3. Wer ist mein Gegenüber? Was kann ich von ihm erwarten?

- Mensch-Mensch (VoIP, Chat, ...)
- Mensch-Maschine (Interaktion mit Betriebssystem, Download von FTP-Server, ...)
- Maschine-Maschine (Austausch von Routinginformationen über kürzesten Weg, ...)

# Kommunikationspartner

## 3. Wer ist mein Gegenüber? Was kann ich von ihm erwarten?

- Mensch-Mensch (VoIP, Chat, ...)
- Mensch-Maschine (Interaktion mit Betriebssystem, Download von FTP-Server, ...)
- Maschine-Maschine (Austausch von Routinginformationen über kürzesten Weg, ...)

# Anzahl der beteiligten Empfänger

## 4. Ausgehend von einem Sender sollen wie viele Teilnehmer angesprochen werden?

- Unicast (Eindeutigkeit, ein Partner)
- Broadcast (an alle Rechner)
- Multicast (an eine Gruppe von Rechnern)
- Anycast (an irgendeinen innerhalb der Gruppe)

# Anzahl der beteiligten Empfänger

## 4. Ausgehend von einem Sender sollen wie viele Teilnehmer angesprochen werden?

- Unicast (Eindeutigkeit, ein Partner)
- Broadcast (an alle Rechner)
- Multicast (an eine Gruppe von Rechnern)
- Anycast (an irgendeinen innerhalb der Gruppe)

# Anzahl der beteiligten Empfänger

## 4. Ausgehend von einem Sender sollen wie viele Teilnehmer angesprochen werden?

- Unicast (Eindeutigkeit, ein Partner)
- Broadcast (an alle Rechner)
- Multicast (an eine Gruppe von Rechnern)
- Anycast (an irgendeinen innerhalb der Gruppe)

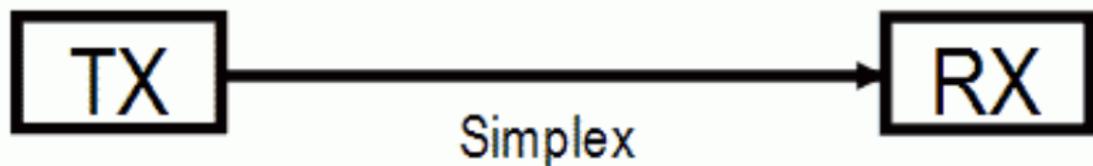
# Anzahl der beteiligten Empfänger

## 4. Ausgehend von einem Sender sollen wie viele Teilnehmer angesprochen werden?

- Unicast (Eindeutigkeit, ein Partner)
- Broadcast (an alle Rechner)
- Multicast (an eine Gruppe von Rechnern)
- Anycast (an irgendeinen innerhalb der Gruppe)

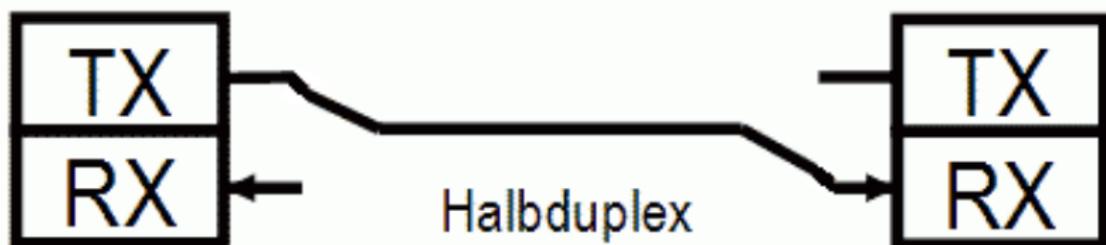
# Kommunikationsrichtung: Simplex

## 5.1 Nur in eine Richtung



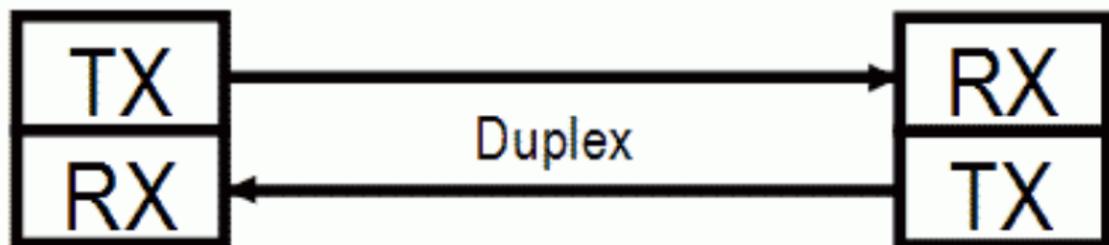
# Kommunikationsrichtung: Halbduplex

## 5.2 In beide Richtungen abwechselnd



# Kommunikationsrichtung: (Voll-)Duplex

## 5.2 In beide Richtungen gleichzeitig



# Zusammenfassung Kommunikationsgrundlagen

- Ohne Standardisierungsgremien keine Kommunikation!
- Netzwerkmodelle stufen die Rechner bezüglich ihrer Stellung und Rolle ein
- Netzwerke lassen sich kategorisieren:
  - bezüglich ihrer Ausdehnung
  - bezüglich ihrer Kommunikationspartner
  - bezüglich der Anzahl der Empfänger (z.B. Broadcast) und
  - bezüglich der Kommunikationsrichtung

# Zusammenfassung Kommunikationsgrundlagen

- Ohne Standardisierungsgremien keine Kommunikation!
- Netzwerkmodelle stufen die Rechner bezüglich ihrer Stellung und Rolle ein
- Netzwerke lassen sich kategorisieren:
  - bezüglich ihrer Ausdehnung
  - bezüglich ihrer Kommunikationspartner
  - bezüglich der Anzahl der Empfänger (z.B. Broadcast) und
  - bezüglich der Kommunikationsrichtung

# Zusammenfassung Kommunikationsgrundlagen

- Ohne Standardisierungsgremien keine Kommunikation!
- Netzwerkmodelle stufen die Rechner bezüglich ihrer Stellung und Rolle ein
- Netzwerke lassen sich kategorisieren:
  - bezüglich ihrer Ausdehnung
  - bezüglich ihrer Kommunikationspartner
  - bezüglich der Anzahl der Empfänger (z.B. Broadcast) und
  - bezüglich der Kommunikationsrichtung

# Zusammenfassung Kommunikationsgrundlagen

- Ohne Standardisierungsgremien keine Kommunikation!
- Netzwerkmodelle stufen die Rechner bezüglich ihrer Stellung und Rolle ein
- Netzwerke lassen sich kategorisieren:
  - bezüglich ihrer Ausdehnung
  - bezüglich ihrer Kommunikationspartner
  - bezüglich der Anzahl der Empfänger (z.B. Broadcast) und
  - bezüglich der Kommunikationsrichtung

# Zusammenfassung Kommunikationsgrundlagen

- Ohne Standardisierungsgremien keine Kommunikation!
- Netzwerkmodelle stufen die Rechner bezüglich ihrer Stellung und Rolle ein
- Netzwerke lassen sich kategorisieren:
  - bezüglich ihrer Ausdehnung
  - bezüglich ihrer Kommunikationspartner
  - bezüglich der Anzahl der Empfänger (z.B. Broadcast) und
  - bezüglich der Kommunikationsrichtung

# Zusammenfassung Kommunikationsgrundlagen

- Ohne Standardisierungsgremien keine Kommunikation!
- Netzwerkmodelle stufen die Rechner bezüglich ihrer Stellung und Rolle ein
- Netzwerke lassen sich kategorisieren:
  - bezüglich ihrer Ausdehnung
  - bezüglich ihrer Kommunikationspartner
  - bezüglich der Anzahl der Empfänger (z.B. Broadcast) und
  - bezüglich der Kommunikationsrichtung

# Wozu Schichtenmodelle?

Gründe, komplexe Vorgänge in Einzelteile zu zerlegen und zu abstrahieren:

**Interoperabilität und Transparenz** Hersteller profitieren von einer besseren Kompatibilität und Interoperabilität der verschiedenen Netztechnologien.

**Entwicklung** Hard- und Softwareentwickler brauchen nur die Schnittstellen zu benachbarten Schichten kennen, nicht die gesamte Funktionalität.

**Administration, Troubleshooting** Denkmodelle erleichtern ganz allgemein die Aufgabenstellungen, insbesondere die Fehlersuche.

**Lehren und Lernen** Und natürlich ist die Zerlegung in Teilfunktionen fürs Grundverständnis sehr hilfreich.

Zu Kommunikationsebenen allgemein und zur Analogie

Chef/Sekretariat siehe [2]

# Wozu Schichtenmodelle?

Gründe, komplexe Vorgänge in Einzelteile zu zerlegen und zu abstrahieren:

**Interoperabilität und Transparenz** Hersteller profitieren von einer besseren Kompatibilität und Interoperabilität der verschiedenen Netztechnologien.

**Entwicklung** Hard- und Softwareentwickler brauchen nur die Schnittstellen zu benachbarten Schichten kennen, nicht die gesamte Funktionalität.

**Administration, Troubleshooting** Denkmodelle erleichtern ganz allgemein die Aufgabenstellungen, insbesondere die Fehlersuche.

**Lehren und Lernen** Und natürlich ist die Zerlegung in Teilfunktionen fürs Grundverständnis sehr hilfreich.

Zu Kommunikationsebenen allgemein und zur Analogie Chef/Sekretariat siehe [2]

# Wozu Schichtenmodelle?

Gründe, komplexe Vorgänge in Einzelteile zu zerlegen und zu abstrahieren:

**Interoperabilität und Transparenz** Hersteller profitieren von einer besseren Kompatibilität und Interoperabilität der verschiedenen Netztechnologien.

**Entwicklung** Hard- und Softwareentwickler brauchen nur die Schnittstellen zu benachbarten Schichten kennen, nicht die gesamte Funktionalität.

**Administration, Troubleshooting** Denkmodelle erleichtern ganz allgemein die Aufgabenstellungen, insbesondere die Fehlersuche.

**Lehren und Lernen** Und natürlich ist die Zerlegung in Teilfunktionen fürs Grundverständnis sehr hilfreich.

Zu Kommunikationsebenen allgemein und zur Analogie Chef/Sekretariat siehe [2]

# Wozu Schichtenmodelle?

Gründe, komplexe Vorgänge in Einzelteile zu zerlegen und zu abstrahieren:

**Interoperabilität und Transparenz** Hersteller profitieren von einer besseren Kompatibilität und Interoperabilität der verschiedenen Netztechnologien.

**Entwicklung** Hard- und Softwareentwickler brauchen nur die Schnittstellen zu benachbarten Schichten kennen, nicht die gesamte Funktionalität.

**Administration, Troubleshooting** Denkmodelle erleichtern ganz allgemein die Aufgabenstellungen, insbesondere die Fehlersuche.

**Lehren und Lernen** Und natürlich ist die Zerlegung in Teilfunktionen fürs Grundverständnis sehr hilfreich.

Zu Kommunikationsebenen allgemein und zur Analogie Chef/Sekretariat siehe [2]

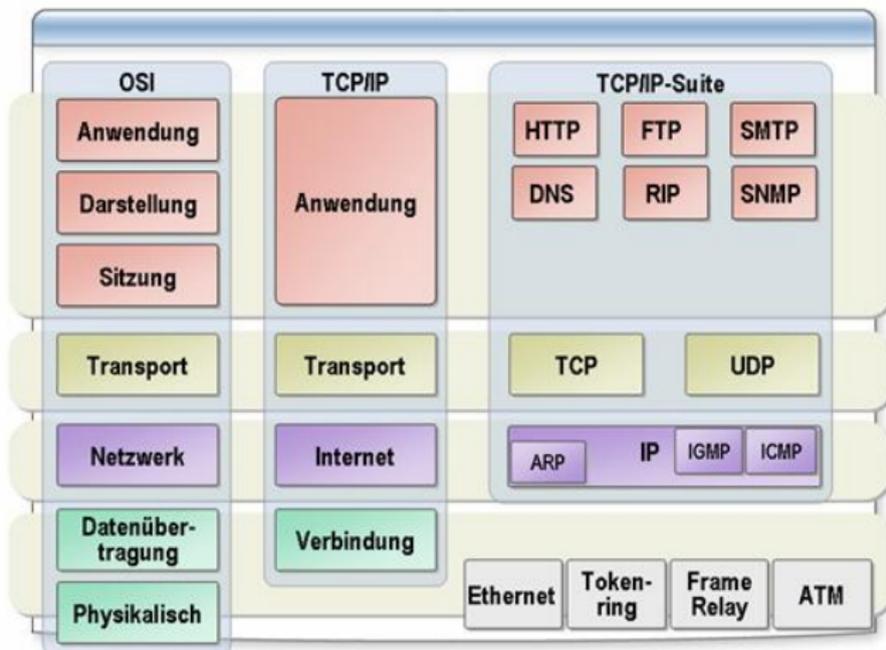
# OSI- und TCP/IP-Modell

## OSI, TCP/IP und Kommunikation

7	Anwendung	Anwendung	Ende zu Ende (Multihop)
6	Darstellung	--	
5	Sitzung	--	
4	Transport	Transport	Punkt zu Punkt
3	Netzwerk	Internet	
2	Sicherung	Host an Netz	
1	Bitübertragung		

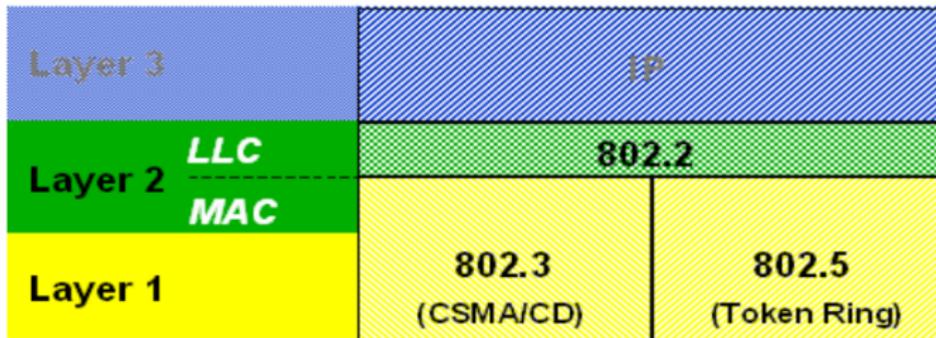
# TCP/IP-Suite

Die klassische Protokollfamilie; ARP findet sich in Schicht 3, ist aber nach unten hin angesiedelt. [3]:



# Aufspaltung von Schicht 2 für Ethernet

## IEEE-Standards, MAC und LLC



**MAC**    **Medium Access Control**  
**LLC**    **Logical Link Control**

# Zusammenfassung Schichtenmodelle

- Schichtenmodelle verringern die Komplexität durch Abstraktion
- Eine Schicht baut auf eine andere auf, die Stapelung wird mittels der Protokollheader realisiert (Kapselung)
- Transportorientierte Schichten verhalten sich transparent, in der TCP/IP-Suite sind das z.B. IP und TCP
- Anwendungsorientierte Schichten sind sehr unterschiedlich ausgestattet, in der TCP/IP-Suite finden wir hier z.B. FTP, SMTP und HTTP
- Schicht 2 des OSI-Modells wird bezüglich Medienzugriff und Datentransport unterteilt

# Zusammenfassung Schichtenmodelle

- Schichtenmodelle verringern die Komplexität durch Abstraktion
- Eine Schicht baut auf eine andere auf, die Stapelung wird mittels der Protokollheader realisiert (Kapselung)
- Transportorientierte Schichten verhalten sich transparent, in der TCP/IP-Suite sind das z.B. IP und TCP
- Anwendungsorientierte Schichten sind sehr unterschiedlich ausgestattet, in der TCP/IP-Suite finden wir hier z.B. FTP, SMTP und HTTP
- Schicht 2 des OSI-Modells wird bezüglich Medienzugriff und Datentransport unterteilt

# Zusammenfassung Schichtenmodelle

- Schichtenmodelle verringern die Komplexität durch Abstraktion
- Eine Schicht baut auf eine andere auf, die Stapelung wird mittels der Protokollheader realisiert (Kapselung)
- Transportorientierte Schichten verhalten sich transparent, in der TCP/IP-Suite sind das z.B. IP und TCP
- Anwendungsorientierte Schichten sind sehr unterschiedlich ausgestattet, in der TCP/IP-Suite finden wir hier z.B. FTP, SMTP und HTTP
- Schicht 2 des OSI-Modells wird bezüglich Medienzugriff und Datentransport unterteilt

# Zusammenfassung Schichtenmodelle

- Schichtenmodelle verringern die Komplexität durch Abstraktion
- Eine Schicht baut auf eine andere auf, die Stapelung wird mittels der Protokollheader realisiert (Kapselung)
- Transportorientierte Schichten verhalten sich transparent, in der TCP/IP-Suite sind das z.B. IP und TCP
- Anwendungsorientierte Schichten sind sehr unterschiedlich ausgestattet, in der TCP/IP-Suite finden wir hier z.B. FTP, SMTP und HTTP
- Schicht 2 des OSI-Modells wird bezüglich Medienzugriff und Datentransport unterteilt

# Zusammenfassung Schichtenmodelle

- Schichtenmodelle verringern die Komplexität durch Abstraktion
- Eine Schicht baut auf eine andere auf, die Stapelung wird mittels der Protokollheader realisiert (Kapselung)
- Transportorientierte Schichten verhalten sich transparent, in der TCP/IP-Suite sind das z.B. IP und TCP
- Anwendungsorientierte Schichten sind sehr unterschiedlich ausgestattet, in der TCP/IP-Suite finden wir hier z.B. FTP, SMTP und HTTP
- Schicht 2 des OSI-Modells wird bezüglich Medienzugriff und Datentransport unterteilt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Netzwerktechnik (2)

Axel Pemmann

21. Oktober 2022

*Ende*