

---

## Data Link Layer (Schicht 2) im OSI-Modell

---

### Sinn des Data Link Layers (Sicherungsschicht):

Der **Data Link Layer (Sicherungsschicht, Layer 2)** ist verantwortlich für die fehlerfreie Übertragung von Datenrahmen (Frames) innerhalb eines lokalen Netzwerks (LAN). Er stellt die Verbindung zwischen der **physikalischen Schicht (Layer 1)** und der **Netzwerkschicht (Layer 3)** her.

### Wichtige Aufgaben des Data Link Layers:

- **Physische Adressierung:** Verwendung von **MAC-Adressen**, um Daten an das richtige Gerät im Netzwerk zu senden.
- **Fehlererkennung und -korrektur:** Mechanismen wie Prüfsummen (CRC) helfen, Übertragungsfehler zu erkennen.
- **Zugriffssteuerung:** Bestimmt, wie Geräte auf das Netzwerkmedium zugreifen (z. B. Ethernet-CSMA/CD oder WLAN-CSMA/CA).
- **Datenflusskontrolle:** Stellt sicher, dass Sender und Empfänger synchron arbeiten.

### Unterteilung des Data Link Layers:

Der Data Link Layer besteht aus **zwei Teilschichten**:

1. **Logical Link Control (LLC) – Logische Verbindungskontrolle**
2. **Media Access Control (MAC) – Medienzugriffskontrolle**

#### 1. LLC (Logical Link Control):

- Zuständig für die **Verwaltung der Kommunikation zwischen Geräten** über Layer 2.
- Bestimmt, welches Protokoll auf der Netzwerkschicht (Layer 3) verwendet wird (z. B. IP, IPX).
- Ermöglicht die **Fehlererkennung und -korrektur**.
- Standardisiert durch IEEE 802.2.

#### 2. MAC (Media Access Control):

- **Regelt den Zugriff auf das physische Übertragungsmedium.**
- Definiert **MAC-Adressen** als eindeutige Hardware-Adressen zur Identifikation von Geräten.
- Implementiert Zugriffsmechanismen wie:
  - **CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)** – Ethernet
  - **CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)** – WLAN
- Standardisiert durch verschiedene IEEE 802.x-Protokolle (z. B. **802.3 für Ethernet, 802.11 für WLAN**).

### Sinn von LLC und MAC:

<b>LLC</b>	<b>LLC sorgt für eine stabile und fehlerfreie Datenübertragung</b> zwischen den Geräten und stellt sicher, dass das richtige Netzwerkprotokoll verwendet wird.
<b>MAC</b>	<b>MAC bestimmt, wie Geräte auf das Medium zugreifen</b> und stellt sicher, dass Daten an das richtige Zielgerät weitergeleitet werden.

Zusammen bilden LLC und MAC die Grundlage für eine zuverlässige Datenübertragung auf **Schicht 2 des OSI-Modells**, indem sie sowohl die **logische Verbindung** als auch den **physikalischen Medienzugriff** steuern.

### MAC-Adresse

Die MAC-Adresse (Hardware-Adresse) dient als eindeutiger Identifikator des Geräts in einem Rechnernetz. Sie besteht aus 48 Bit (sechs Bytes) und wird in der Regel in hexadezimaler Schreibweise angegeben.

Die ersten 24 Bits (auch OUI – Organizationally Unique Identifier genannt) kodieren den Hersteller und können in einer OUI-Datenbank im Internet nachgeschlagen werden. Die verbleibenden 24 Bits werden vom jeweiligen Hersteller für jede Schnittstelle individuell festgelegt.

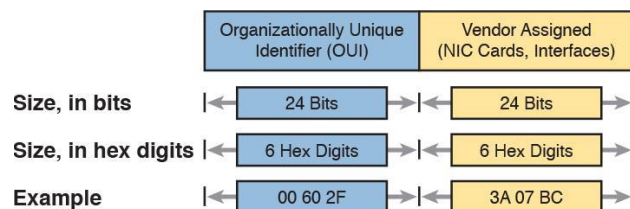


Abbildung 1: Vereinfachter Aufbau einer MAC-Adresse

### Übliche Schreibweisen

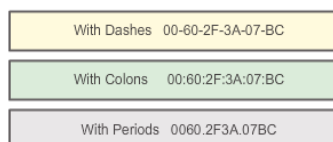


Abbildung 2 : Übliche Schreibweisen

### Spezielle MAC-Adresse

Die MAC-Adresse, bei der alle 48 Bits auf 1 gesetzt sind (ff-ff-ff-ff-ff-ff, oder FF-FF-FF-FF-FF-FF), wird als Broadcast-Adresse verwendet, d.h. sie ist stellvertretend für alle Geräte im Netz.

### Herstellercodes von MAC-Adressen (Auswahl)

00-50-8B-xx-xx-xx	Compaq
00-07-E9-xx-xx-xx	Intel
00-60-2F-xx-xx-xx	Cisco
00-15-F2-xx-xx-xx	Asus

## Ethernet-Frame

Mit Hilfe von Ethernet Frames können Daten zwischen den einzelnen Geräten im lokalen Netz ausgetauscht werden.

### Aufbau eines Ethernet-Frames:

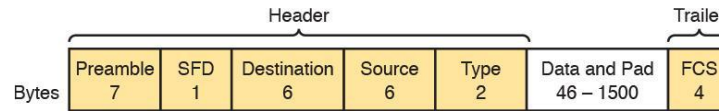


Abbildung 3: Aufbau eines Ethernet Frames

### Präambel

Die Präambel dient der Synchronisation von Sender und Empfänger. Der Datenrahmen „kündigt“ sich durch die Präambel an. Schließlich könnte es sich bei dem empfangenen Signal auch um ein Signalrauschen oder eine Störung handeln. Damit der Empfänger aber weiß, dass nun ein Ethernet-Frame samt Daten kommt, kündigt die Präambel diesen mit einem vordefinierten Code an. Sie besteht aus einer sieben Byte langen, alternierenden Bitfolge „101010...1010“.

### Start of Frame (SOF) / Start Frame Delimiter (SFD) / Starterkennung

Auf die Präambel folgt der Start of Frame. Schließlich ist nach der Präambel klar, dass ein Ethernet-Frame vorliegt und nun muss noch mitgeteilt werden, wann der Ethernet-Frame beginnt. Dies bewerkstelligt die Starterkennung.

### Empfänger- und Absenderadresse

Die Empfänger und Absenderadresse sind MAC-Adressen mit der bekannten Größe von jeweils 6 Bytes (48 Bit).

### Typ

Das Typ-Feld gibt Auskunft über den Typ Daten, welche im Feld *Data* transportiert werden.

Beispiele:

Typ	Protokoll
0x800	IPv4
0x86DD	IPv6
0x806	ARP

### Nutzdaten

Hier stehen die eigentlichen Nutzdaten, welche transportiert werden sollen (46 bis 1500 Bytes).

### FCS (Frame Check Sequence)

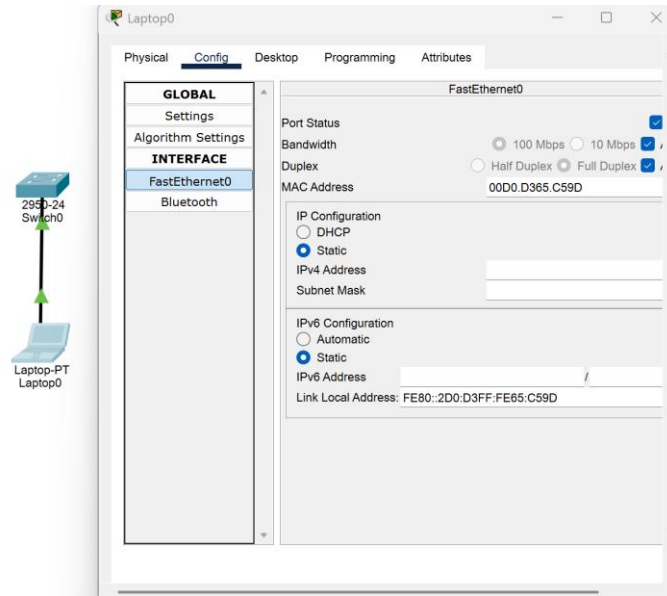
Die Frame Check Sequence (FCS), schließt den Ethernet-Frame ab. Im FCS befindet sich eine 32 Bit große Prüfsumme, die über die Felder *Destination*, bis *Data* berechnet wird. Die FCS wird beim Sender berechnet und an den Frame angehängt. Der Empfänger führt nach dem Empfang die gleiche Berechnung aus. Stimmt die empfangene nicht mit der selbst berechneten Prüfsumme überein, geht der Empfänger von einer fehlerhaften Übertragung aus, und der Datenblock wird verworfen.

Weitere Infos: <https://www.youtube.com/watch?v=50syIpijFgPY&t=122s>

## Praktische Übung

Lade dir die Datei **AB05.pkt** auf Moodle herunter.

Suche nach der MAC-Adresse des Laptops.



Unter dem Menu **Desktop** gibt es mehrere Programme, die man verwenden kann. Wähle den **Command Prompt** aus und versuche die MAC-Adresse des Laptops herauszufinden.

Gib dem PC eine Bemerkung mit der MAC-Adresse an.

