

Exzerpt: Headertypen & Protokolle, kurz erläutert

1. Encapsulation

Ausgehend vom OSI Modell fügt jede Schicht den eigentlichen Nutzdaten Verwaltungsinformationen hinzu. (Steuerung, Adressierung...) Anhängig von der Positionierung werden diese Informationen als „Header“ oder „Trailer“ bezeichnet.

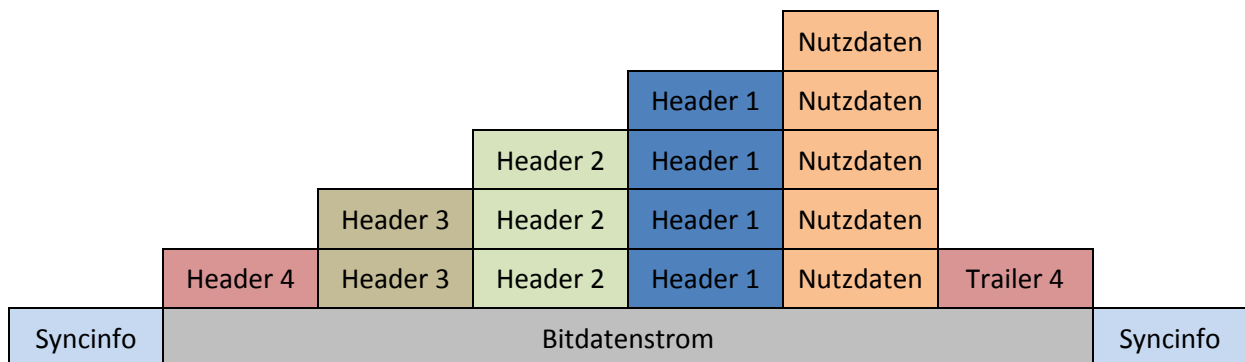


Abb. Encapsulation, Allgemein

Merke:

- Nutzdaten sind die eigentlichen Informationen, die übertragen werden sollen.
- Header und Trailer sind Zusatzinformationen, vgl. Umschlag, Adresse usw...
- Die Gesamtheit aus Header und Trailer wird als „Overhead“ bezeichnet.
- Je mehr Overhead, desto mehr Bandbreite wird benötigt.

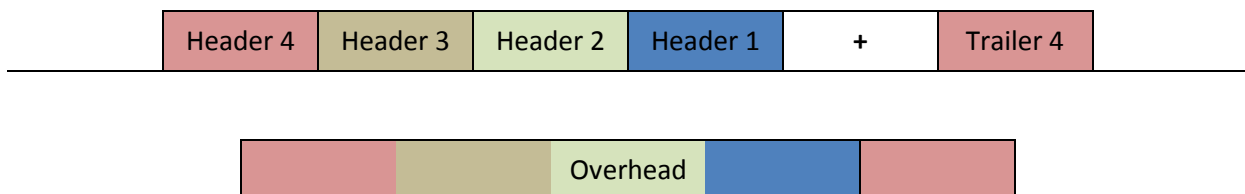
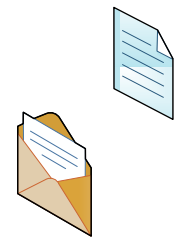


Abb. Overhead, Allgemein

2. Der Ethernet Frame

2.1 Synchronisation

Da auf der Leitung Datensignale als reiner Bitstrom laufen, werden Informationen benötigt, welche den Paketanfang und das Paketende kennzeichnen. Resultierend aus der einstigen Bustopologie mit einem gemeinsam genutzten Strang als Medium sind diese:

Tipp: Die Präambel und der SFD werden in Netzwerkmittschnitten, z.B. mit Wireshark nicht angezeigt.

- Präambel:** Signalkette zum „Einschwingen“ / Synchronisieren der Kommunikationspartner.
- Start Frame Delimiter:** SFD, kennzeichnet den Beginn des eigentlichen Ethernet Headers.
- Interframe GAP:** IFG, Zeitperiode zwischen aktuellem und nachfolgendem Frame.

Präambel 7 Byte	SFD 1 Byte	Ethernet Frame 64 – 1518 Byte	IFG ≈ 10 µs
--------------------	---------------	----------------------------------	----------------

Abb. Syncro-Infos

Präambel							SFD
Binär: 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010 10101010							10101011
Hex: AA AA AA AA AA AA AA							AB

Abb. Präambel und SFD im Detail

2.2 Der Ethernet Header Allgemein

Im Laufe der Zeit gab es unterschiedliche Varianten von Ethernet Headern. In diesem Exzerpt wird der klassische Ethernet II Header 802.3 ohne spezifische Erweiterungen zugrunde gelegt. Der Prinzipielle Aufbau des Ethernet-Frames ist nachfolgend abgebildet:

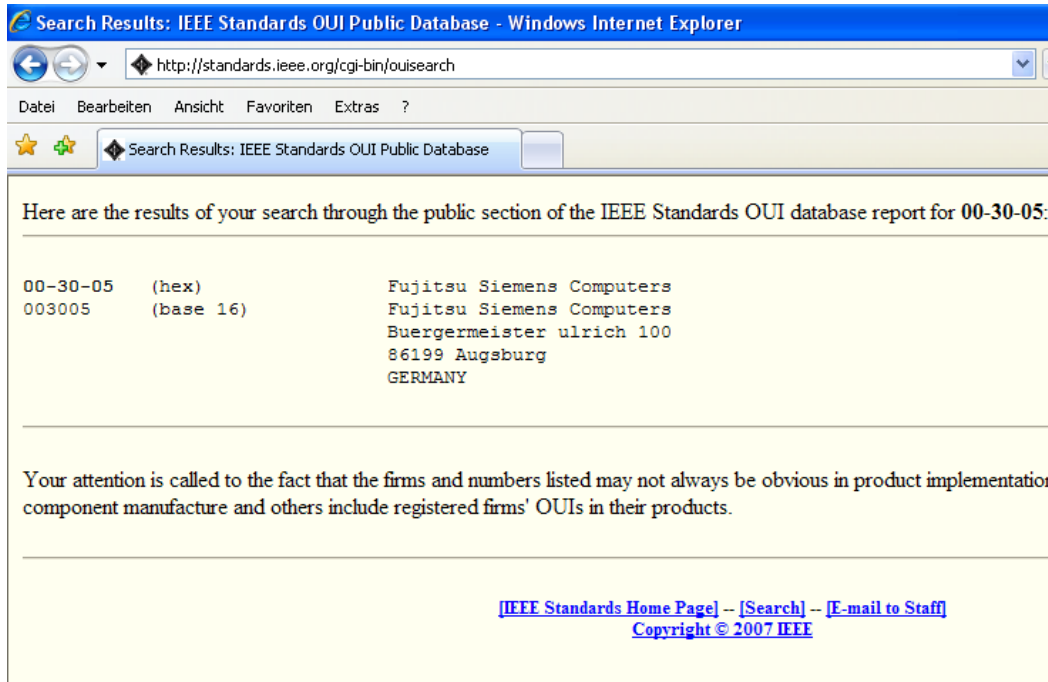
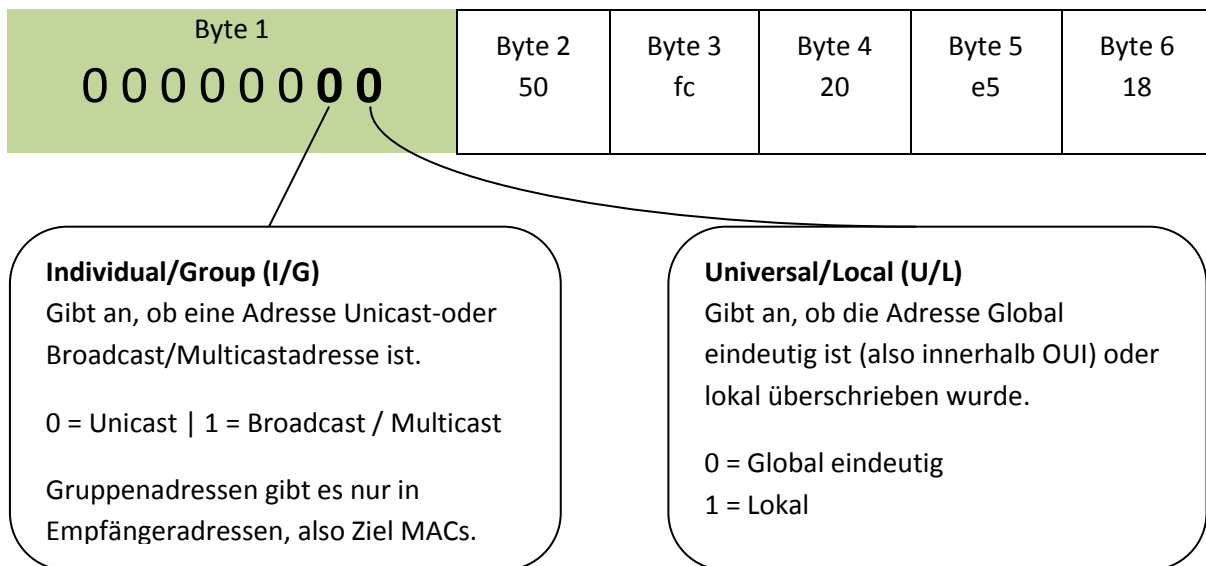


Abb.
Treffer
einer Such-
anfrage in
der IEEE
Datenbank
nach OUIs

Das erste Byte:

Das erste Byte der MAC-Adresse verdient eine genaue Betrachtung. Die zwei niederwertigsten Bits des ersten Bytes halten bestimmte Funktionen inne:



Eine Broadcastadresse lautet grundsätzlich:

FF-FF-FF-FF-FF-FF

Die ersten 3 Bytes einer Multicastadresse lauten grundsätzlich:

01-00-5E-\$\$-\$\$-\$\$

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
5	2.999671	10.255.255.253	224.0.0.2	HSRP	Hello (state Active)


```

Frame 5 (62 bytes on wire, 62 bytes captured)
Ethernet II, Src: All-HSRP-routers_00 (00:00:0c:07:ac:00), Dst: 01:00:5e:00:00:02 (01:00:5e:00:00:02)
  Destination: 01:00:5e:00:00:02 (01:00:5e:00:00:02)
    Address: 01:00:5e:00:00:02 (01:00:5e:00:00:02)
      ... ..1 ... .. = IG bit: Group address (multicast/broadcast)
      ... ..0 ... .. = LG bit: Globally unique address (factory default)
    Source: All-HSRP-routers_00 (00:00:0c:07:ac:00)
      Address: All-HSRP-routers_00 (00:00:0c:07:ac:00)
        ... ..0 ... .. = IG bit: Individual address (unicast)
        ... ..0 ... .. = LG bit: Globally unique address (factory default)
    Type: IP (0x0800)
  Internet Protocol, Src: 10.255.255.253 (10.255.255.253), Dst: 224.0.0.2 (224.0.0.2)
  User Datagram Protocol, Src Port: 1985 (1985), Dst Port: 1985 (1985)
  Cisco Hot Standby Router Protocol
  
```

Abb. Beispiel eines gesetzten Gruppenbits bei einer Multicasterfrage

Anmerkung:

Neben der Bestellung eines **Organisation Unique Identifier Adressblocks (OUI)** mit 16 Mio. Adressen können auch so genannte **Individuelle Adressblöcke** geordert werden, die 4096 Adressen umfassen. Hierfür verwaltet die IEEE eigene OUIs. Die Preise bewegen sich im Rahmen von:

\$ 1600.- für einen OUI Block mit > 16 Mio. Adressen.

\$ 550.- für einen Individual **Adressblock (IAB)** mit 4096 Adressen.

Wer Wert auf Anonymität legt, und nicht in den öffentlichen Verzeichnissen der IEEE gefunden werden möchte, bezahlt zusätzlich \$ 2000.- „Privacy Fee“ + jährlich die gleiche Summe Erneuerung und für den IAB \$ 1000.- + die gleiche Summe jährlich - für das „Nicht-auffindbar-sein“.

(Stand: 10/2007)

Bei der MAC Adressvergabe wird die Vertraulichkeit gut bezahlt.

2.4 Das Typenfeld

Das Typenfeld (Ethertype) kennzeichnet das nächste Protokoll, welches innerhalb des Ethernet Frames transportiert wird. Das 16 Bit lange Feld wird als Hexadezimalzahl dargestellt. Aus historischen Gründen (Framegröße) beginnen die Typenbezeichnungen erst bei 0x0600.

- Bsp: 0x0800 IP4
- 0x0806 ARP
- 0x809b AppleTalk

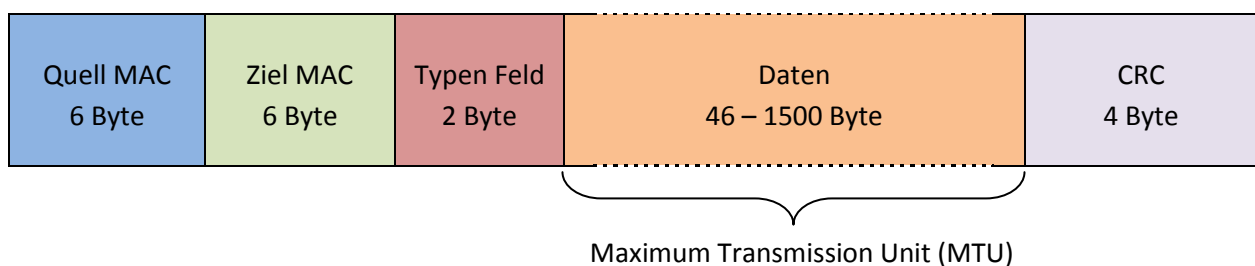
Eine vollständige Liste finden Sie unter:
<http://standards.ieee.org/regauth/ethertype/eth.txt>

2.5 Daten

Maximum Transmission Unit:

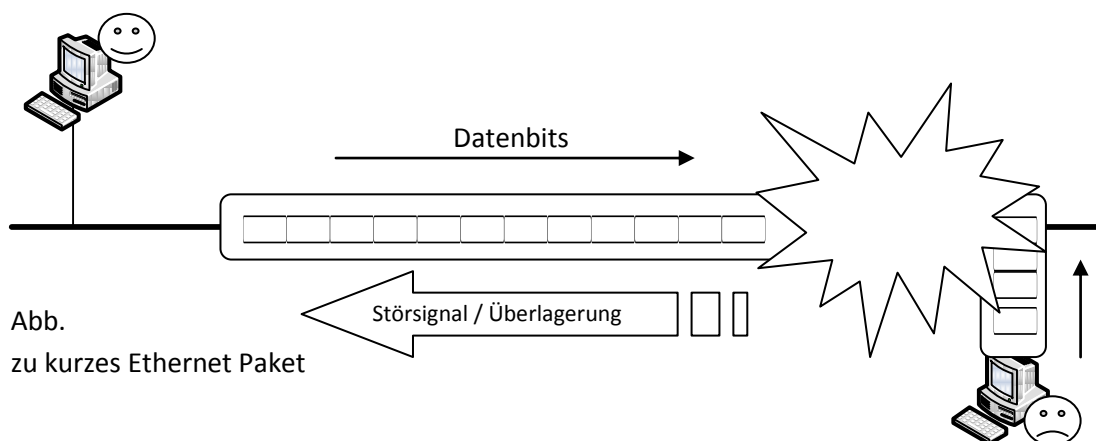
Ein Ethernetpaket kann maximal 1518 Byte lang sein. Da für den Header 18 Bit wegfallen, beträgt die Nutzlast also 1500 Bytes. Die Präambel und der SFD werden nicht berücksichtigt. Diese Nutzlast wird auch als MTU (Maximum Transmission Unit) bezeichnet.

Wird der Ethernet-Header erweitert, schrumpft also die MTU. Dies ist beispielsweise bei PPPoE (DSL) der Fall. Hier wird der 8 Byte lange PPPoE-Header zusätzlich in den Ethernet-Header hinzugefügt und verringert somit die Nutzlastgröße auf 1492 Byte.



2.6 Padding:

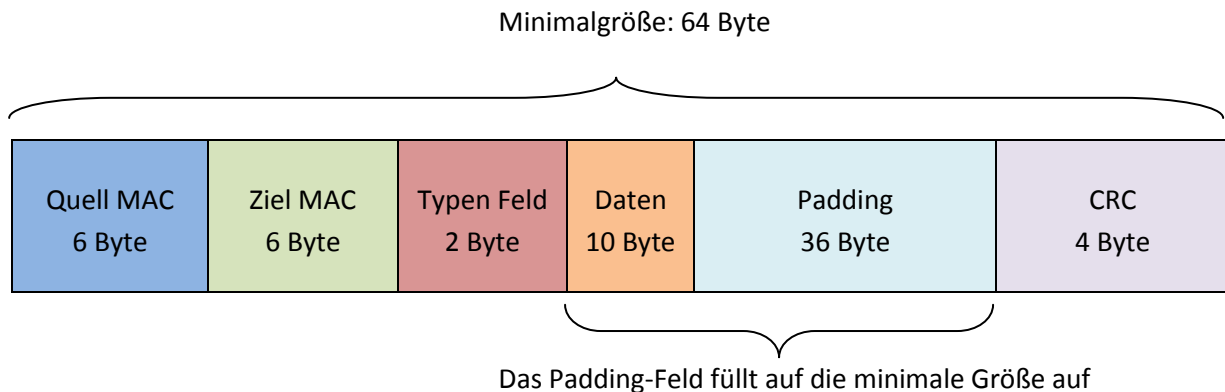
Der IEEE 802 Standard beschreibt die Mindestlänge eines Ethernet-Frames auf 64 Byte. Diese Zahl ist nicht willkürlich sondern resultiert aus dem klassischen Zugriffsverfahren CSMA/CD auf einen Strang als gemeinsam genutztes Medium.



Da eine sendende Station Kollisionen Störungen nur während des Sendevorgangs feststellen kann, muss die entstehende Überlagerung noch während des Sendevorgangs empfangen werden. Ist das Paket zu kurz, stuft der Sender die Übertragung als erfolgreich ein, obwohl Kollisionen stattfanden

und die Übertragung missglückt ist. Umgekehrt betrachtet hängt die maximale Ausdehnung eines Netzwerkstrangs von der minimalen Framegröße und der Signalgeschwindigkeit ab.

Da durch die restlichen Headerdaten schon 18 Byte vorhanden sind (SMAC, EMAC, Headertype & FCS) müssen also noch weitere 46 Byte „aufgefüllt werden. Falls der Header kleiner als 46 Byte ist, wird über das Padding Feld die Minimalgröße erreicht.



2.7 Cyclic Redundancy Check

Das letzte Ethernet-Feld ist der CRC Prüfung vorbehalten. Die Prüfsumme wird vor dem Versand des Datenpakets berechnet und in das vorgesehene CRC-Feld geschrieben. Der Empfänger führt die Gegenprüfung wie unten beschrieben durch. Ergibt sich kein Rest, wird die Übertragung im Rahmen dieser Prüfung als integer betrachtet. Wichtig: Sowohl Sender, als auch Empfänger nutzen das gleiche Generatorpolynom. Einige gängige Generatorpolynome finden Sie weiter unten.

Vorgang:

- Nachricht (m) die verschlüsselt werden soll
- Auswahl des Generatorpolynoms (g), der den Divisor darstellt
- Erweiterung des Dateninputs (m) mit Nullen um den Wert ($g-1$), ergibt den Dividend (d)
- Division Modulo 2 durchführen (d/m)
- Der Quotient wird nicht benötigt, sondern der Rest (r) wird an m angehängt und bildet die Prüfsumme (p)
- Der Empfänger dividiert nun (p/g), bleibt kein Rest, war die Übertragung in Ordnung

Beispiel mit Gegenrechnung:

Es soll die Dezimalzahl „1440“ (m) übertragen werden. Als Generatorpolynom (g) wählen beide Kommunikationspartner den CRC-16 Wert des CCITT ($x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$). Gegeben sind also die Werte:

$$m = 1440 = 10101111000$$

$$g = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 = 10001000000100001$$

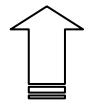
Nun erweitern wir m mit $g-1$ Nullen = $1010111100000000000000000000 = d$

Jetzt dividieren wir d durch g modulo 2, also, $(d:g) \bmod 2 = r$ (Achtung, keine echte Division, sondern mod2)

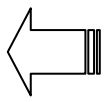
Berechnung der Prüfsumme:

$$1010111100000000000000000000 : 10001000000100001 = 10100101010$$

```
10001000000100001
-----
01001110001000010
00000000000000000
-----
10011100010000100
10001000000100001
-----
00101000101001010
00000000000000000
-----
01010001010010100
00000000000000000
-----
10100010100101000
10001000000100001
-----
01010101000010010
00000000000000000
-----
10101010000100100
10001000000100001
-----
01000100000001010
00000000000000000
-----
10001000000010100
10001000000100001
-----
00000000001101010
00000000000000000
-----
00000000001101010
```



Der Quotient wird nicht benötigt!



Der Rest ist die Prüfsumme!

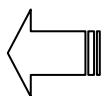
Einige Beispielpolynome:

- CRC-4 (CCITT) $x^4 + x + 1$
- CRC-16 (CCITT) $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
- CRC-32 (IEEE) $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

Nun hängen wir die Prüfsumme p an unsere Nachricht m an: 10101111000000000001101010
Der Empfänger dividiert nun die Nachricht mit der angehängten Prüfsumme erneut durch das Generatorpolynom. Ist das Ergebnis $rm/g = 0$, war die Übertragung in Ordnung. Bei einer fehlerhaften Übertragung bleibt ein Rest. Probieren Sie's aus!

Gegenrechnung:

```
10101111000000000001101010 : 10001000000100001
10001000000100001
-----
01001110001000010
0000000000000000
-----
10011100010000100
10001000000100001
-----
00101000101001010
0000000000000000
-----
01010001010010101
0000000000000000
-----
10100010100101011
10001000000100001
-----
01010101000010100
0000000000000000
-----
10101010000101001
10001000000100001
-----
01000100000010000
0000000000000000
-----
10001000000100001
10001000000100001
-----
00000000000000000
00000000000000000
-----
00000000000000000
```



Kein Rest, Übertragung i.O.
