

LF09:07:Layer II: MAC-Adressen

1) MAC-Adresse [→ ZP:Sheet:2]

Anknüpfung: Paketübertragung auf Layer-II-Ebene (ARP) ausschließlich mit MAC-Adressen

MAC-Address steht für *Medium Access Control Address*. Jede MAC-Adresse

- besteht aus 6 Bytes
- wird als 6-Byte-Code hexadezimal geschrieben, byteweise getrennt durch Bindestriche oder Doppelpunkte, z.B. 48:**e7:da:06:ef:85** (→ <https://de.wikipedia.org/wiki/MAC-Adresse>)
- wird vom Hersteller fest in die Hardware einkodiert,
- besteht aus 2 Gruppen:
 - die vorderen 3 Bytes kennzeichnen den Hersteller (Vendorencode) (=Organizationally Unique Identifier)
 - die hinteren 3 Bytes sind eine vendorenspezifische Seriennummer
- sollte weltweit *unique* sein (= eindeutig, nur ein Exemplar)
- wird auf Layer I/II benutzt, um Pakete via Hub bzw. Switch von Rechner A zu B zu schicken

Byte	B6	B5	B4	B3	B2	B1
Value	0x48	0xe7	0xda	0x06	0xef	0x85
OUI-MASK	0xff	0xff	0xff	0x00	0x00	0x00
OUI	0x48	0xe7	0xda	0x00	0x00	0x00

OUI-Segment hier = 48:**E7:DA:00:00:00 - 48:E7:DA:FF:FF:FF**

vgl. dazu * Zisler: Computer-Netzwerke, 2022, S. 85f. * Schreiner: Computernetzwerke, 2014, S. 43f

ÜBUNG LF09:07:Addressing:01

- Ermitteln Sie die MAC-Adresse der Netzwerkkarte Ihres Rechners
- Ermitteln Sie den Hersteller Ihrer Netzwerkkarte
- Dokumentieren Sie Ihre Informationsquelle

Hinweis: Nutzen Sie dazu zuerst eine Shell, recherchieren Sie dann den Vendor im Internet.

1. WIN11: in Powershell cmd `ipconfig` bzw. `ipconfig /a` oder `getmac /v`
2. LNX/WSL: in bash cmd `ifconfig` oder `ip addr show`
3. Internetrecherche z.B. mit <https://www.dein-ip-check.de/tools/macfinder>

MAC-Adressen sind die Strings mit 6 Hexwerten hintereinander, getrennt durch : oder -

Lösung: Infos in obigen Angaben

Anmerkung:

- Der Vendorencode (= Organizationally Unique Identifiers (OUI)) einer MAC-Adresse wird vom IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) vergeben
- Gemäß <https://www.dein-ip-check.de/tools/macfinder?oui=48%3Ae7%3Ada%3A06%3Aef%3A85&page=1>
 - gehört die MAC-Adresse `48:e7:da:06:ef:85` der Firma *AzureWave Technology Inc.*
 - ist Teil des MAC-Segments `48:E7:DA:00:00:00` - `48:E7:DA:FF:FF:FF`
 - was als MA-L-Segment an *AzureWave Technology Inc.* vergeben worden ist

vgl.

- <https://macaddress.io/faq/what-is-a-ma-l-ma-m-ma-s-assignment>
- <https://macaddress.io/faq/what-is-an-organizationally-unique-identifier-oui>
-

Mengenabschätzung: [→ ZP:Sheet 3]

- Zahlenmäßig stünden mit 6 Bytes ~ 280 Billionen MAC-Adressen zur Verfügung

$$\begin{aligned}
 1 & 2^8 * 2^8 * 2^8 * 2^8 * 2^8 * 2^8 \\
 2 & = 2^{(8+8+8+8+8)} \\
 3 & = 2^{48} \\
 4 & = 281.474.976.710.656
 \end{aligned}$$

Kontextfrage: [→ ZP:Sheet 4]

Gibt es - analog zur IPv4-Adressenknappheit - auch eine MAC-Adressenknappheit?

- Bei einer Weltbevölkerung von 8.000.000.000 ergäbe das ~ 35184 Adressen pro Person
- Ältere Berechnungen, die auf mehr Geräte/Netzwerkkarten pro Person der Weltbevölkerung kamen, sind von einer kleineren Weltbevölkerung ausgegangen.

- Bei der Aufteilung 3 Bytes ($= 2^8 * 2^8 * 2^8 = 2^{(8+8+8)} = 2^{24} = 16\,777\,216$) pro Vendorenidentifier und Seriennummern können 16.777.216 Vendoren je 16.777.216 Netzwerkkarten etc. verkaufen
- Zu Entlastung dieser Verknappung haben manche Firmen bereits mehrere Vendorenkenner geclaimt.
- **Antwort: JA, es gibt bereits eine Verknappung**
- Die neuere Segmentierung ist MA-L, MA-M, MA-S einer Reaktion darauf:
- Die strikte Aufteilung in 2^{24} Vendoren, die je über 2^{24} Kennungen verfügen ist mittlerweile - in Analogie zu feineren IP-Netzsegmentierung mit CIDR-Notation - verfeinert. Es gibt jetzt
 - MA-L-Segmente (= MAC Address Block Large) ~ bisheriger OUI (Organizationally Unique Identifier) Aufteilung :- ($2^{24} \approx 16$ Million)
 - MA-M-Segmente (= MAC Address Block Medium) :- $2^{20} \approx 1$ Million
 - MA-S-Segmente (= MAC Address Block Small) ~ bisheriger OUI-36 :- $2^{12} \approx 4,096$

vgl.

- <https://macaddress.io/faq/what-is-a-ma-l-ma-m-ma-s-assignment>
- <https://macaddress.io/faq/what-is-an-organizationally-unique-identifier-oui>
-

Konsequenz:

- Es gibt m.W. keinen formalen Bestätigungsprozess für die Eindeutigkeit.
- MAC-Adressen können doppelt erscheinen.

Kontextfrage:

Führen doppelt vergebene MAC-Adresse in einem Netz zu Irritationen? Warum sind die doppelt vergebenen Adressen trotzdem nur ein kleines Problem:

Auflösung:

- JA: Ist in einem Layer-II-Netz eine MAC-Adresse doppelt vergeben, fühlen sich immer 2 Rechner angesprochen und antworten. (Trafficsteigerung, Kollisionen)
- VIELLEICHT: Vergleicht der Empfänger die Ziel-IP-Adresse NICHT, sondern verlässt er sich auf die MAC-Adresse und reicht die Nachricht gleich auf den LAYER-IV, reagieren u.U. zwei Systeme
- NEIN: Über die Netzzgrenzen hinaus verursachen doppelte MAC-Adressen kein Problem. Denn sie werden NIEMALS geroutet.

vgl. dazu

- Ältere Analyse: <https://www.heise.de/ratgeber/Werden-MAC-Adressen-auch-knapp-1183242.html>
- Älterer Forecast: <https://www.golem.de/news/ieee-in-25-jahren-koennten-mac-adressen-knapp-werden-1303-98213.html>
- <https://gist.github.com/aallan/b4bb86db86079509e6159810ae9bd3e4>