

**LF09:07:Layer II: MAC-Adressen****1) MAC-Adresse [→ ZP:Sheet:2]**

Anknüpfung: Paket**übertragung** 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

1	$2^8 * 2^8 * 2^8 * 2^8 * 2^8 * 2^8$
2	$= 2^{(8+8+8+8+8+8)}$
3	$= 2^{48}$
4	$= 281.474.976.710.656$

### 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 ( $= 2^8 * 2^8 * 2^8 = 2^{(8+8+8)} = 2^{24} = 16777216$ ) pro Vendoridentifizier 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**-Segemente (= MAC Address Block Large) ~ bisheriger OUI (Organizationally Unique Identifier) Aufteilung :- ( $2^{24} \approx 16$  Million)
  - **MA-M**-Segemente (= MAC Address Block Medium) :-  $2^{20} \approx 1$  Million
  - **MA-S**-Segemente (= 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. (Traffiksteigerung, 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 Netzgrenzen 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>