



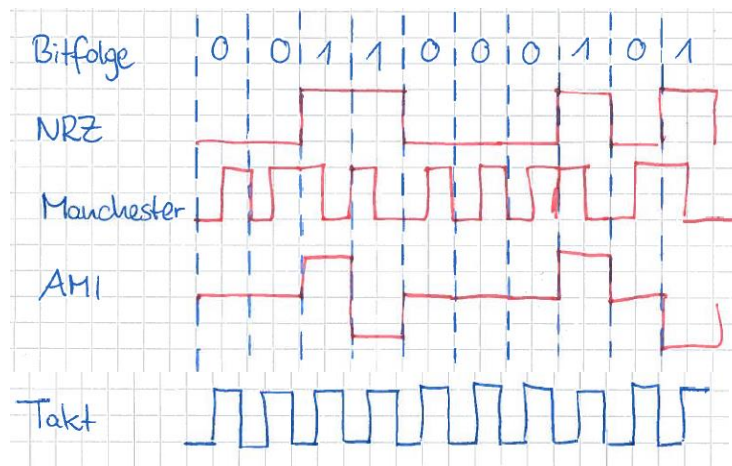
Lösung 03: Modulation, Multiplexing, Ethernet

Aufgabe 1: Digitale Modulation im Basisband - Leitungscodes

a) Erklärung nur in Stichpunkten (in Klausur darauf achten, was verlangt wird):

- **Basisband:** Es wird der Frequenzbereich von $[0; f_c]$ verwendet. Das zu übertragende Nutzsignal wird nicht in einen anderen Frequenzbereich verschoben. Bei Verschiebung in beliebige andere Frequenzbereiche $[f_{\min}; f_{\max}]$ spricht man auch vom **Bandpassbereich**.
- **Basisband:** z.B. Ethernet, USB Schnittstelle, serielle Schnittstelle.
- **Bandpassbereich:** z.B. WLAN, Bluetooth,
- Erleichtern der Taktrückgewinnung, Unterdrückung des Gleichstromanteils, effizientes Ausnutzen der Bandbreite
- Mehrere gleichzeitige Übertragungen in der Luft (auf verschiedenen Frequenzen)! Erst die Verschiebung erlaubt übrigens den Bau geeigneter Antennen.

b) Siehe Zeichnung:



c) Im Gegensatz zum NRZ-Code erlaubt der Manchester Code Taktrückgewinnung. Im Gegensatz zum NRZ Code vermeidet der AMI-Code einen Gleichstromanteil.

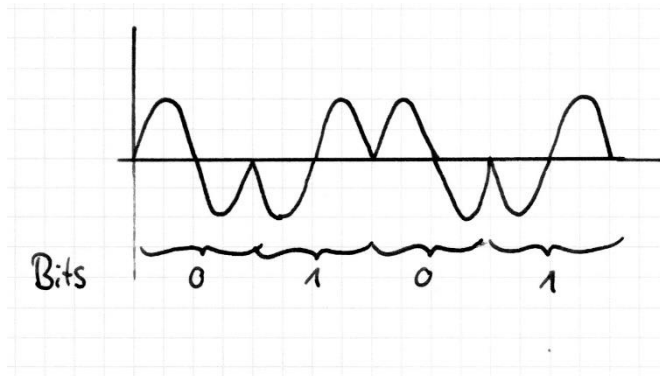
d) Nach der 4B/5B Codierung wird der NRZI Code angewendet. Sollten bei der 4B/5B Codierung lange Sequenzen von 1er herauskommen, so ist dies kein Problem. Der NRZI Code sorgt dafür, dass jede 1 zu einer Änderung des Signalzustandes führt. Problematisch wäre es, wenn bei der 4B/5B Codierung lange Sequenzen von 0er herauskommen. Man überlegt sich jedoch recht schnell, dass die maximale Sequenzlänge von 0er höchstens 3 sein kann.

1. Die Betrachtung des 4B/5B Codes zeigt, dass kein Codewort mehr als 2 aufeinanderfolgende 0er hat.
2. Zu Beginn (=Präfix) jedes Codewort höchstens eine 0 steht.
3. Am Ende (=Suffix) jedes Codewort höchstens 2 aufeinanderfolgende 0er stehen.

Kombiniert man 2 und 3, so kann es auch über Codewortgrenzen hinweg, maximal 3 aufeinanderfolgende 0er geben. Spätestens jedes 4. Symbol ist also eine 1 und führt zwingend zu einer Änderung des Signalzustandes.

e)

f) siehe Abbildung. Natürlich könnte man auch andersrum kodieren



Aufgabe 2: Multiplexing

- a) Es gibt *Frequency Division Multiple Access* (FDMA) und *Time Division Multiple Access* (TDM). Bei FDM senden verschiedene Nutzer in verschiedenen Frequenzbereichen. Bei TDM wird die Sendezeit auf die einzelnen Nutzer aufgeteilt.
- b) Datenrate pro Slot: $R = 156 \text{ bits} / 0,577 \text{ ms} = 270 \text{ kbit/s}$
- Es gibt sowohl für den Uplink als auch für den Downlink nun 124 Kanäle. Somit ergibt sich als gesamte Datenrate sowohl für den Downlink als auch für den Uplink:
 $R = 270 \text{ kbit/s} * 124 = 33 \text{ Mbit/s}$
 - $124 * 8 = 992$. Es sind 992 Telefonate möglich.

Aufgabe 3: Ethernet, MAC Adressen

- a) Beim Test mit dem PC des Dozenten ergab sich:
- MAC der des Gastes/Laptop: 60:57:18:67:37:57
 - MAC der VM: 08:00:27:81:A8:73

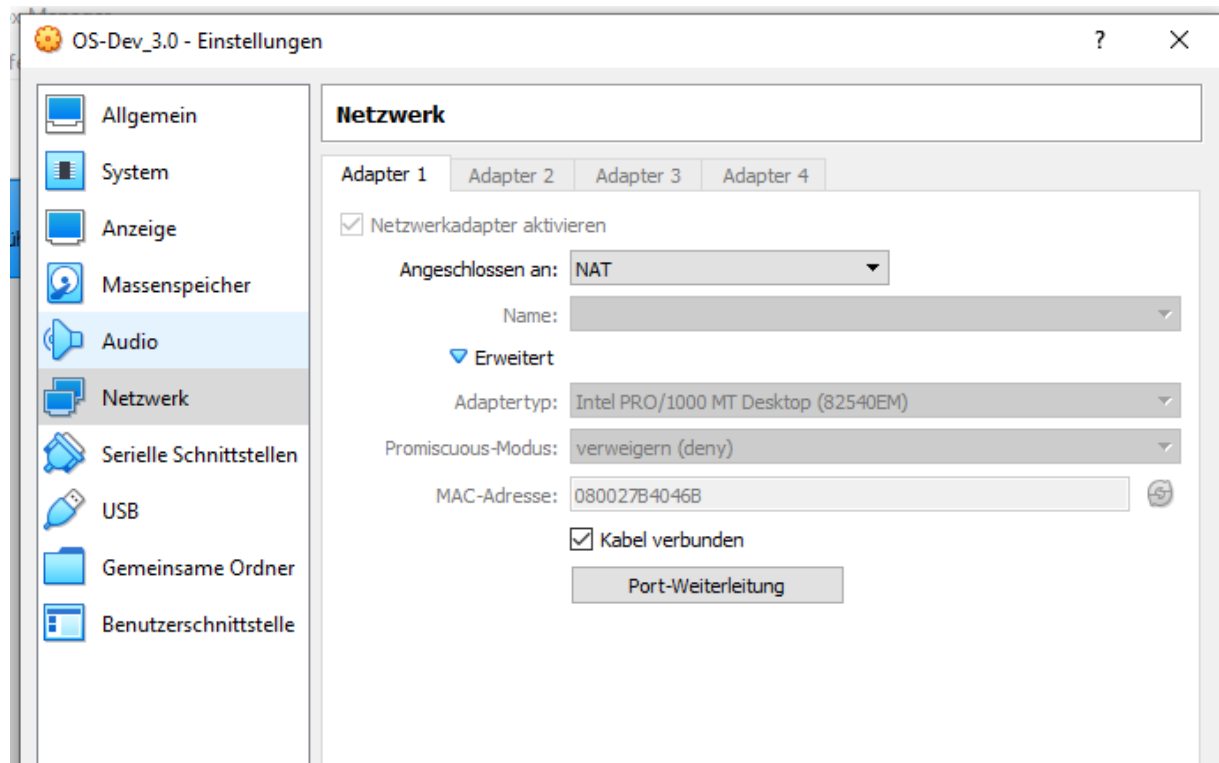
Wie kommt man an die MAC Adresse?

- Windows: `ipconfig /all` oder Gerätemanager
- Linux: `ip link show` oder `ifconfig` oder ...
- Auch innerhalb von VirtualBox kann man in den Netzwerkeinstellungen die MAC Adresse sehen.

Drahtlos-LAN-Adapter WLAN:

```
Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: dhcp.fh-rosenheim.de
Beschreibung. . . . . : Intel(R) Dual Band Wireless-AC 7265
Physische Adresse . . . . . : 60-57-18-67-37-57
DHCP aktiviert. . . . . : Ja
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
```

```
android@android:~$ ip link show
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN mode DEFAULT group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP mode DEFAULT group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:81:a8:73 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```



- b) Das Präfix einer MAC Adresse (die ersten x Bits) gibt Aufschluss über den Hersteller der Netzwerkkarte. Jeder Hersteller bekommt einen bestimmten Präfix zugewiesen. Im konkreten Fall handelt es sich bei dem WLAN Adapter der Firma Intel.

- c) Unter Linux geht das Ändern auf 08:00:27:DA:9D:E3 recht einfach mit folgenden Befehlen:
- ```
ip link set dev <interface-name> down
ip link set dev <interface-name> address 08:00:27:DA:9D:E3
```
- Nach einem Neustart sollte die ursprüngliche MAC Adresse wieder vorhanden sein.

Unter Windows ist es nicht immer möglich die MAC Adresse zu ändern. Vor allem bei WLAN Netzwerkkarten gibt es Schwierigkeiten. Der Standardweg zum Ändern wäre über die Systemsteuerung, siehe Screenshot.

- d) Der Screenshot zeigt eine mögliche Ausgabe<sup>1</sup>. Man erkennt, dass der Netzwerkadapter sowohl Halbduplex- (Hub) als auch Vollduplex (Switch) Betriebsmodi unterstützt. Ferner sind verschiedene Übertragungsraten möglich. Das alles wird automatisch ausgehandelt: Autonegotiation:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Autonegotiation>

---

<sup>1</sup> Hier wurde nicht die Betriebssystem-VM verwendet. Das Ergebnis sollte jedoch ähnlich aussehen.

```
android@android:~$ ethtool enp0s3
Settings for enp0s3:
 Supported ports: [TP]
 Supported link modes: 10baseT/Half 10baseT/Full
 100baseT/Half 100baseT/Full
 1000baseT/Full
 Supported pause frame use: No
 Supports auto-negotiation: Yes
 Supported FEC modes: Not reported
 Advertised link modes: 10baseT/Half 10baseT/Full
 100baseT/Half 100baseT/Full
 1000baseT/Full
 Advertised pause frame use: No
 Advertised auto-negotiation: Yes
 Advertised FEC modes: Not reported
 Speed: 1000Mb/s
 Duplex: Full
 Port: Twisted Pair
 PHYAD: 0
 Transceiver: internal
 Auto-negotiation: on
 MDI-X: off (auto)
Cannot get wake-on-lan settings: Operation not permitted
 Current message level: 0x00000007 (7)
 drv probe link
 Link detected: yes
```