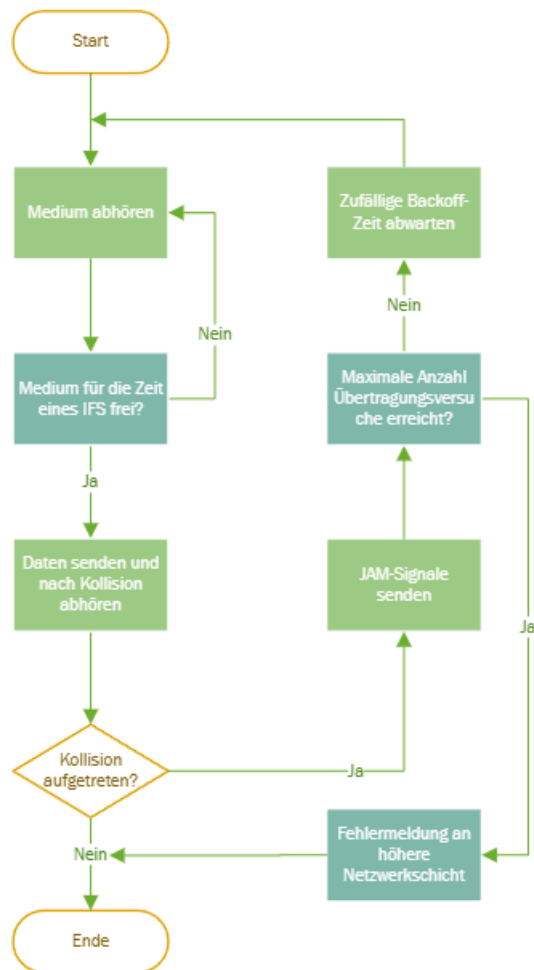


Kollisionserkennung CSMA-CD



IFS (Interframe Space):

Zeitintervall, das ein Gerät nach dem Senden eines Rahmens abwartet, bevor es den nächsten sendet.

Sorgt dafür, dass alle Teilnehmer im Netzwerk das Ende der Übertragung erkennen. Vermeidet Kollisionen durch zu frühes Senden.

IFS ist definiert als 96 Bitzeiten also, als die Zeit in der 96 Bits übertragen werden.

Beispiel: Ethernet mit 1GBit/s (1000MBit/s)

=> $1\text{GBit/s} = 10^9 \text{ Bit/s}$

=> $1/10^9 \text{ Sekunden} = 10^{-9} \text{ Sekunden} = 1\text{ns}$ für 1 Bit

=> 96 ns für 96 Bit

=> IFS bei GBit-Ethernet ist 96ns

JAM-Signal:

Spezielles Bitmuster, das bei einer Kollision im Netzwerk gesendet wird.

Informiert alle Geräte über die Kollision.

Veranlasst alle Geräte, die Übertragung zu stoppen und eine Backoff-Time zu berechnen.

Wird erkannt durch den regelmäßigen Aufbau (101010...) und die Kürze von nur 4-6 Byte (8 bit = 1 Byte) und somit kürzer, als der kleinste Ethernet-Frame

Backoff-Time:

Zufällige Wartezeit, die ein Gerät nach einer Kollision abwartet.

Verhindert, dass Geräte nach einer Kollision gleichzeitig erneut senden.

Wird mithilfe des „Binary Exponential Backoff“-Algorithmus berechnet.

Mit zunehmender Anzahl von Fehlversuchen steigt dadurch die Wahrscheinlichkeit, dass eine Station erfolgreich übertragen kann.

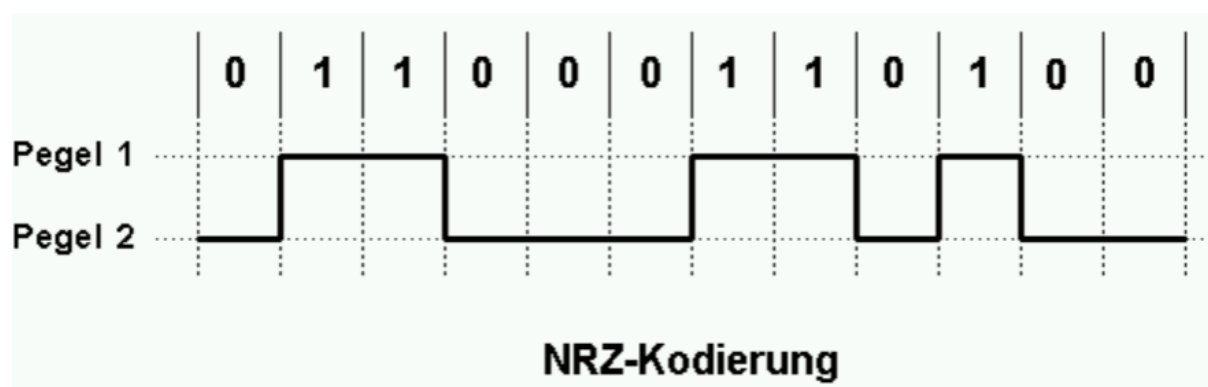
Bitrate / Baudrate

Die **Bitrate** ist die Anzahl der Bits (Binärzahl 0/1) die pro Sekunde verarbeitet werden. Sie beschreibt die Anzahl an tatsächlich nutzbaren Bits.

Die **Baudrate** ist die Anzahl der Signalwechsel pro Sekunde (Baud) bzw. wie viele Signale werden für ein Bit gesendet.

Unterschied: Bitrate misst Datenmenge, Baudrate misst Signalwechsel.

NRZ-Code (z.B. bei serieller Schnittstelle)



Beim **NRZ-Code** wird jedes Bit (1 oder 0) durch **eine feste Spannung** dargestellt, ohne dass das Signal zwischendurch auf Null zurückspringt (daher „Non-Return-to-Zero“).

Bei gleichen aufeinanderfolgenden Bits gibt es keinen Spannungswechsel.

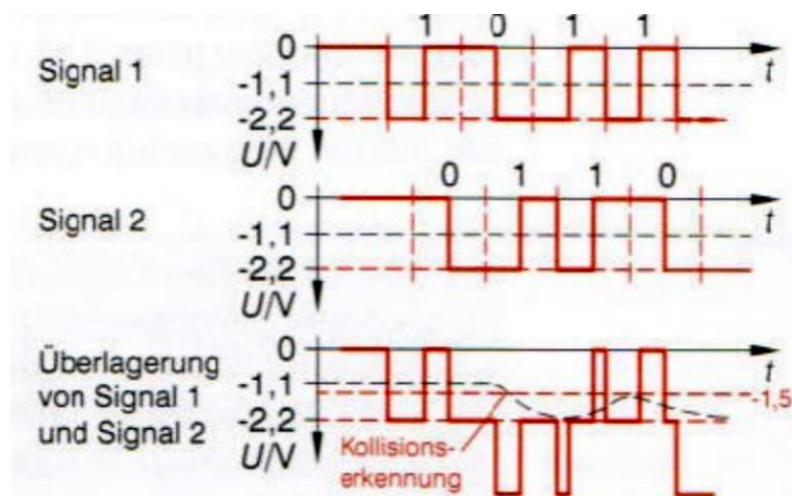
Beim NRZ ist Bitrate = Baudrate

Manchester Code (Ethernet IEEE802.3)



Ein Codierungsverfahren, das eine klare Unterscheidung zwischen "1" und "0" ermöglicht, indem jedes Bit durch eine Übergangsflanke dargestellt wird. Eine 1 wird dabei durch eine steigende Flanke und eine 0 durch eine fallende Flanke dargestellt.

Für jedes Bit werden also zwei Signale (High-Low oder Low-High) gesendet, also ist die Signallrate (Baudrate) doppelt so hoch wie die Bitrate. (Baudrate = 2 x Bitrate).
Dadurch, dass für jedes Bit High (hier 0V) und Low (hier -2,2V) gesendet wird, ergibt sich bei einer Übertragung ein erwarteter konstanter zeitlicher Mittelwert (hier -1,1V)



Bei einer Kollision überlagern sich die Signale und der Mittelwert weicht ab.

Die Station, die diese Abweichung erkennt, schickt ein JAM-Signal.

Präambel

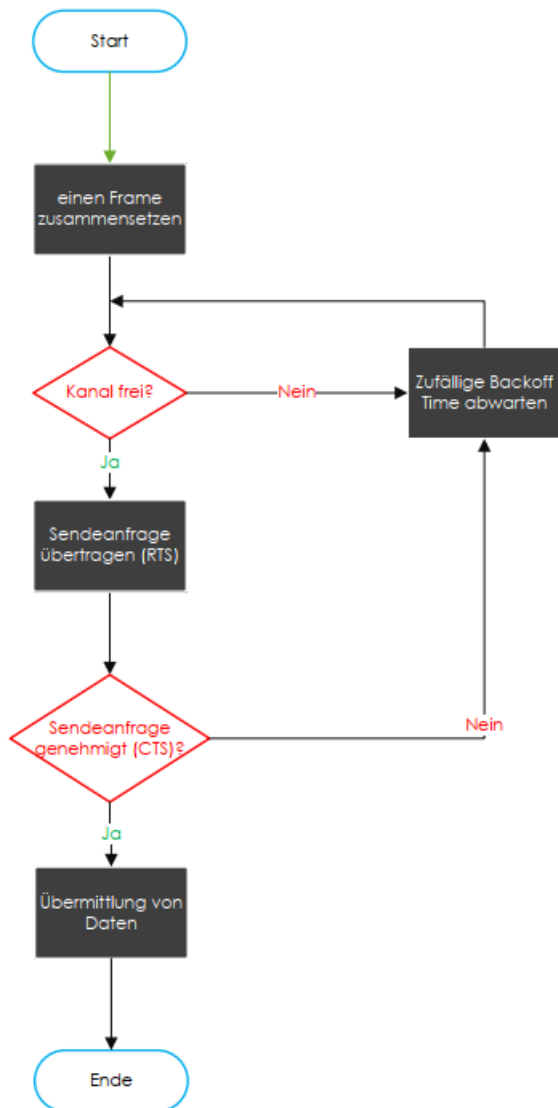
Beim Manchester-Code wird vor jedem Ethernet-Frame eine Präambel gesendet. Besteht aus 7 Bytes alternierenden Einsen und Nullen (7x 10101010), gefolgt von einem 1-Byte-Start-Frame-Delimiter (SFD) (10101011).

Sinn bzw. Vorteile der Präambel

- Sie hilft dem Empfänger, sich auf das Signal einzustellen (Die Leitung wird eingeschwungen) und durch den SFD den Anfang des Frames zu erkennen. Der Start-Frame-Delimiter (SFD) ist der Indikator dafür, dass der Ethernet-Frame nun beginnt.
- Aus dem gleichmäßigen Aufbau der Präambel kann der Empfänger den Takt (die Baudrate) erkennen.

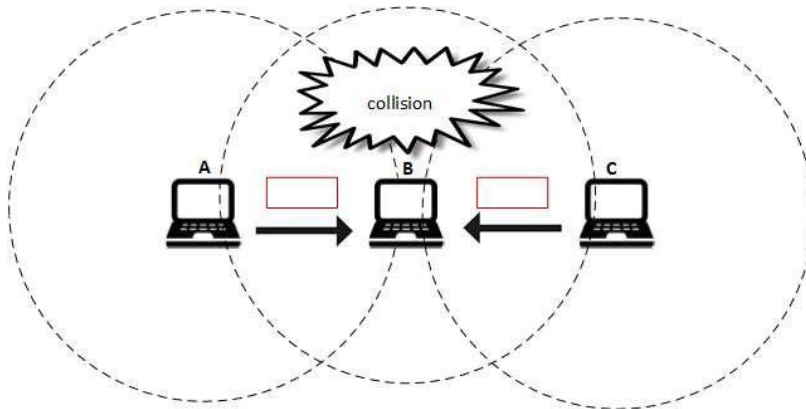
CSMA-CA

Ablauf:



Was ist das Hidden Station (auch Hidden Node) Problem?

- Das Problem tritt auf, wenn zwei Geräte einander nicht „sehen“ können, weil sie zu weit voneinander entfernt sind.
- Beide Geräte sind aber in der Reichweite eines dritten Geräts, das sie beide „sehen“ kann.
- Wenn A und C gleichzeitig versuchen, Daten an B zu senden, kommt es zu einer Kollision, weil A und C nicht wissen, dass der andere gerade sendet.



Warum ist RTS/CTS wichtig zur Vermeidung des Hidden Station Problems?

RTS/CTS ist ein Verfahren, das hilft, Kollisionen zu vermeiden.

- Das sendende Gerät fragt zuerst mit einer RTS-Nachricht (Request to Send) beim Zielgerät an, ob es senden darf.
- Das Zielgerät antwortet mit einer CTS-Nachricht (Clear to Send), wenn der Kanal frei ist.
- Andere Geräte in der Umgebung hören diese Nachrichten, erkennen aus dem CTS welche Station wie lange senden darf und warten, bis die Übertragung beendet ist → so werden Kollisionen verhindert.
- Worst Case: RTS kann kollidieren. Dadurch entsteht kein Datenverlust, sondern nur ein Zeitverlust.

Was ist das Exposed Station (auch Exposed Node) Problem?

- Dieses Problem tritt auf, wenn ein Gerät unnötig aufhört zu senden, obwohl es andere Geräte nicht stören würde.
- Zum Beispiel könnte Gerät C merken, dass ein benachbartes Gerät B gerade eine Nachricht an A sendet.
- Obwohl C seine Daten an ein anderes Gerät (z. B. Gerät "D") senden könnte, wartet es trotzdem – das macht das Netzwerk langsamer, obwohl keine Störung auftreten würde

