

Datenkommunikation

Teil 2.2a: Sicherungsschicht - Mediumzugriff

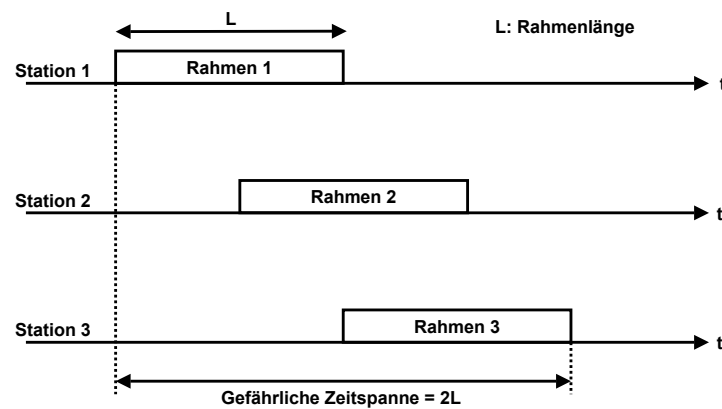
O.Univ.Prof.Dr. Harmen R. van As

Übersicht

2.2a OSI-Referenzmodell: Schicht 2a - Mediumzugriff

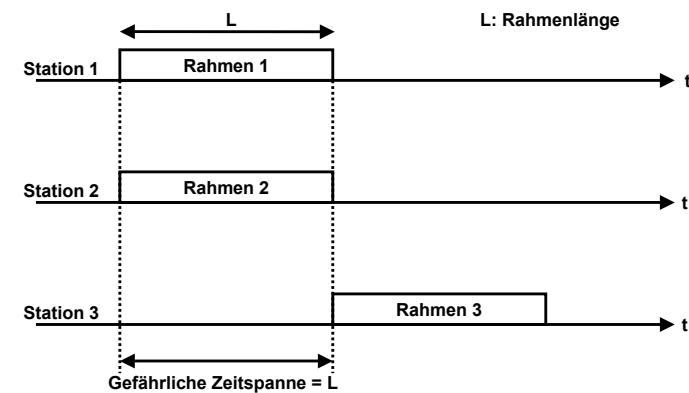
- Aufgaben und Funktionen
- ALOHA, Slotted-ALOHA, CSMA, CSMA/CD
- Token Ring, Token Bus
- FDDI (Fiber Distributed Interface)
- Lokales Funknetz IEEE 802.11

ALOHA



Max. Durchsatz 18%
Kollision: alle 3 Rahmen

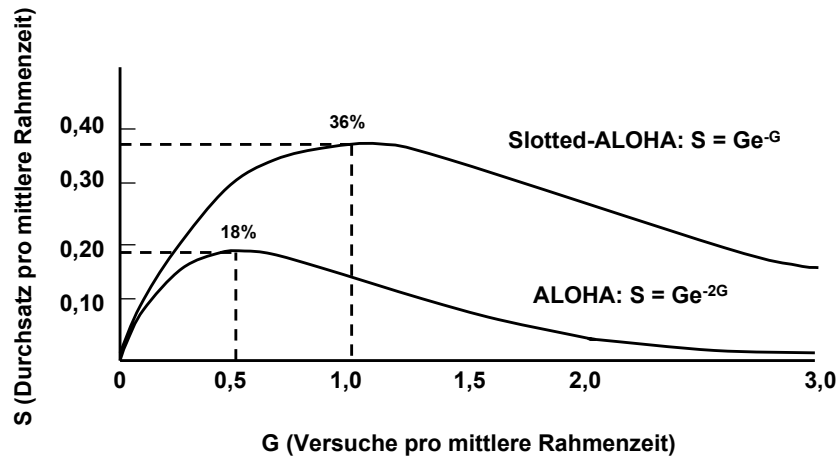
Slotted-ALOHA



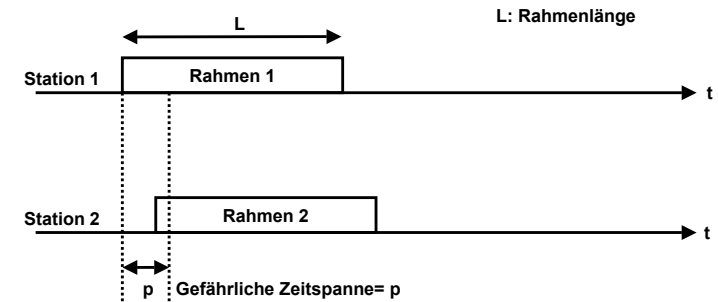
Max. Durchsatz 36%
Kollision: Rahmen 1 und 2

Anwendung: Mobilfunk (GSM, GPRS, UMTS)

Durchsatz bei ALOHA und S-ALOHA



Zufällig mit Rahmen-Kollision: CSMA

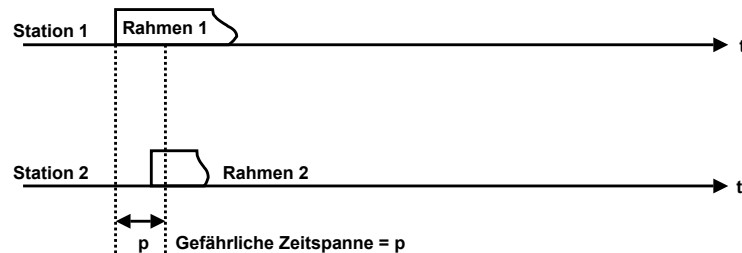


Kollision: Rahmen 1 und 2

CSMA: Carrier Sense Multiple Access

p = Signallaufzeit (propagation delay)

Zufällig mit Kollisionserkennung: CSMA/CD

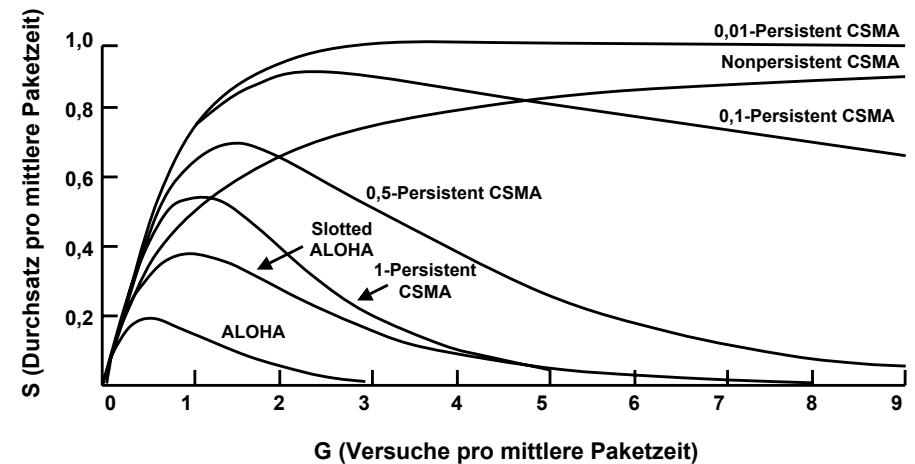


Kollision: Rahmen 1 und 2

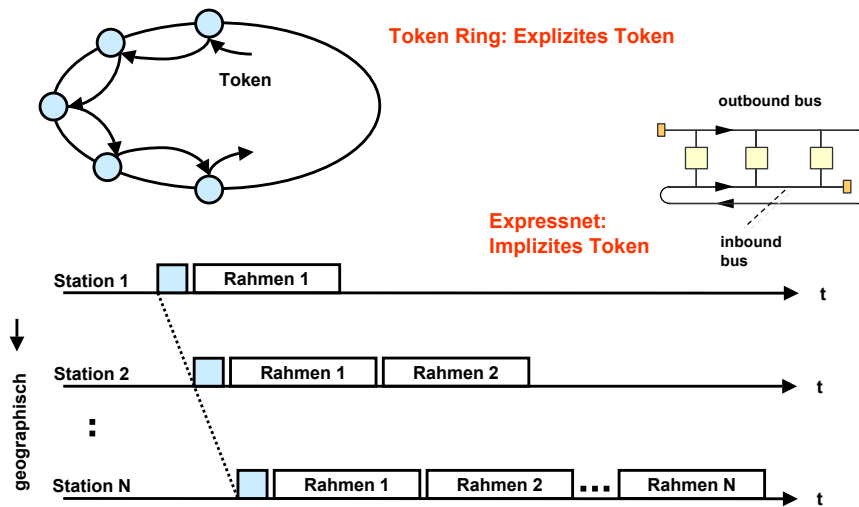
CSMA/CD: CSMA with Collision Detection

p = Signallaufzeit (propagation delay)

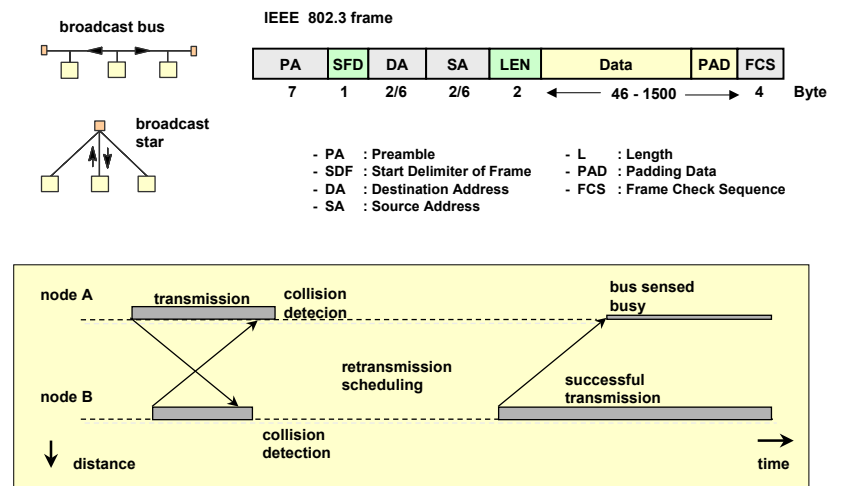
Zufallsgesteuerte Protokolle: Durchsatz



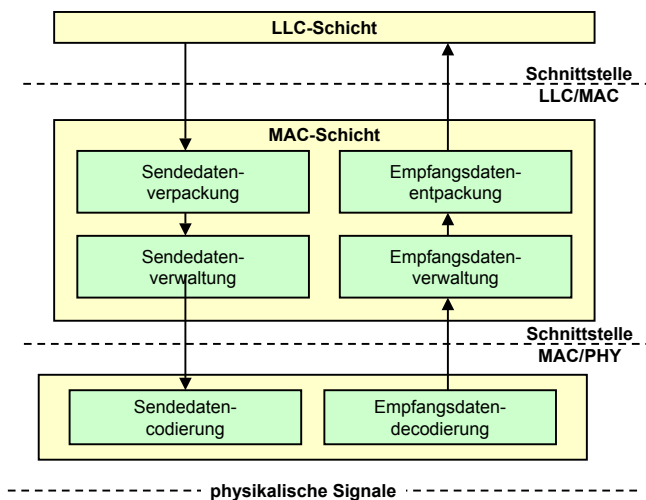
Token passing



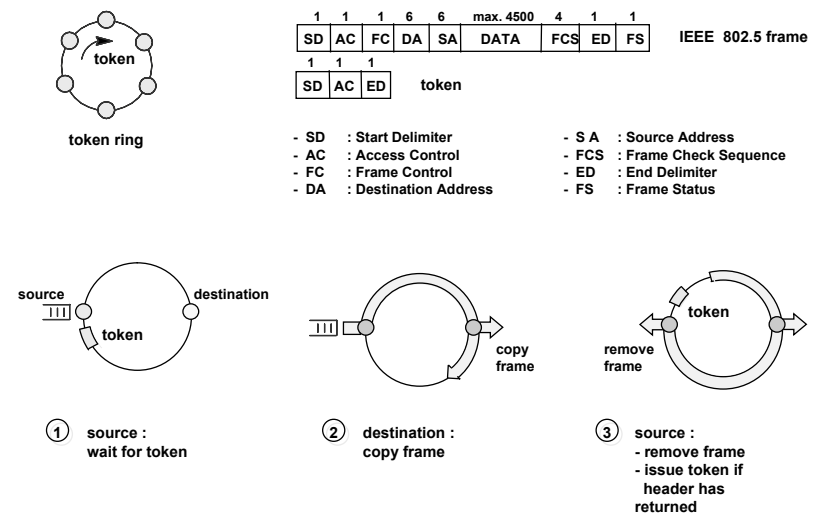
IEEE 802.3 Standard CSMA/CD



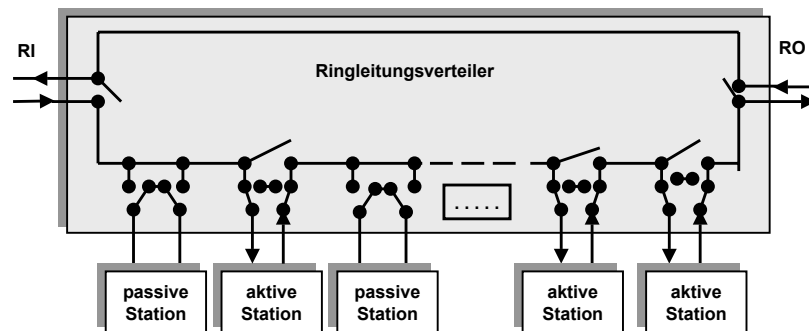
IEEE 802.3 (CSMA/CD) - Funktionen



IEEE 802.5 Standard: Token Ring

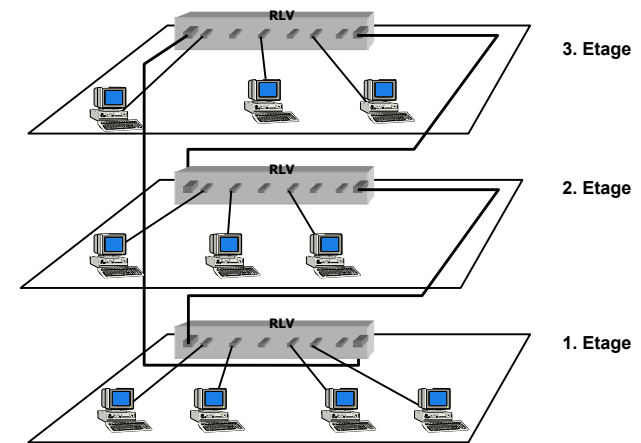


IEEE 802.5 - Anschlussstechnik



RI : Ring In
RO : Ring Out

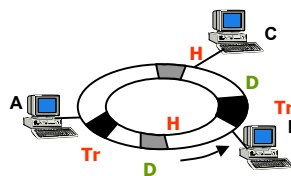
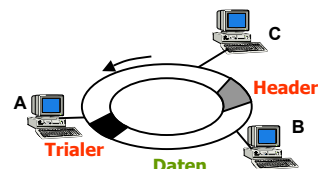
IEEE 802.5 - Gebäude-Ring



RLV : Ringleitungverteiler

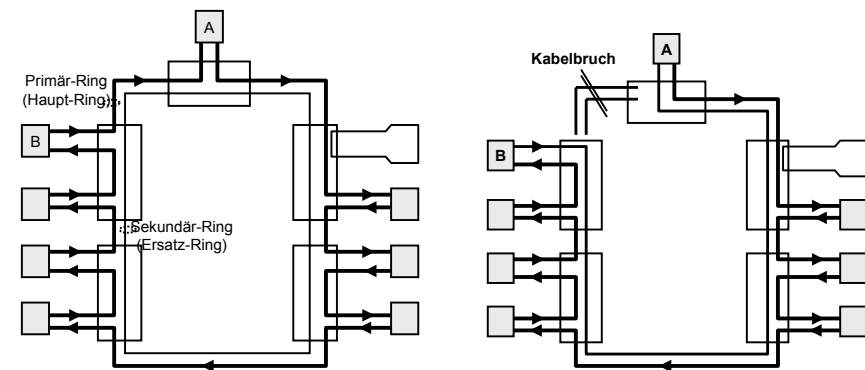
IEEE 802.5 - Tokenverfahren

Single Token-Verfahren
nur eine Nachricht auf dem Ring



Early Token-Release
mehrere Nachrichten auf dem Ring

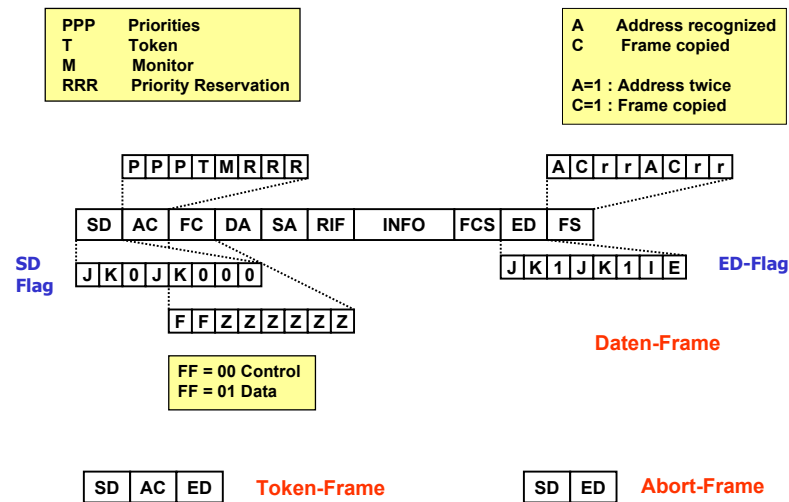
IEEE 802.5 Netztopologie



Normaler Betrieb

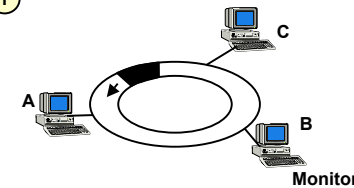
Kabelbruch

IEEE 802.5 - MAC-Frame



IEEE 802.5: Prioritätszugriff (1)

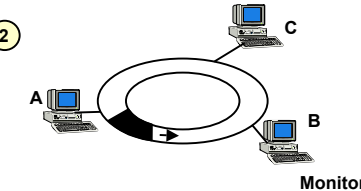
①



A sendet Daten an B

AC-Feld: PPP = 0
T = 0
M = 0
RRR = 0

②

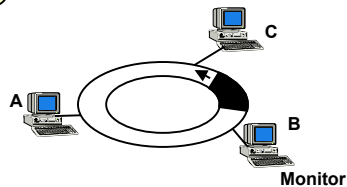


B empfängt und sendet Daten weiter an C

AC-Feld: PPP = 0
T = 0
M = 0
RRR = 0

IEEE 802.5: Prioritätszugriff (2)

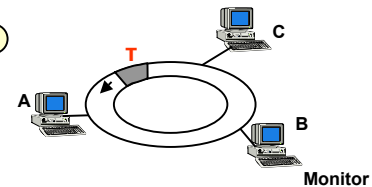
③



C empfängt, setzt M=1 und reserviert Priorität mit RRR = 3

AC-Feld: PPP = 0
T = 0
M = 1
RRR = 3

④

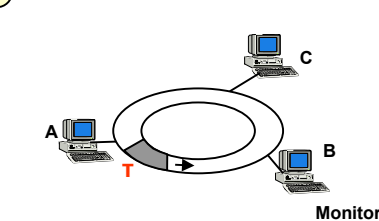


A nimmt Daten vom Ring und generiert Token mit Priorität 3

AC-Feld: PPP = 3
T = 1
M = 0
RRR = 0

IEEE 802.5: Prioritätszugriff (3)

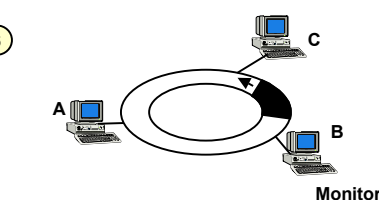
⑤



B hat nur Daten mit Priorität 0 und lässt Token = 3 durch

AC-Feld: PPP = 3
T = 1
M = 0
RRR = 0

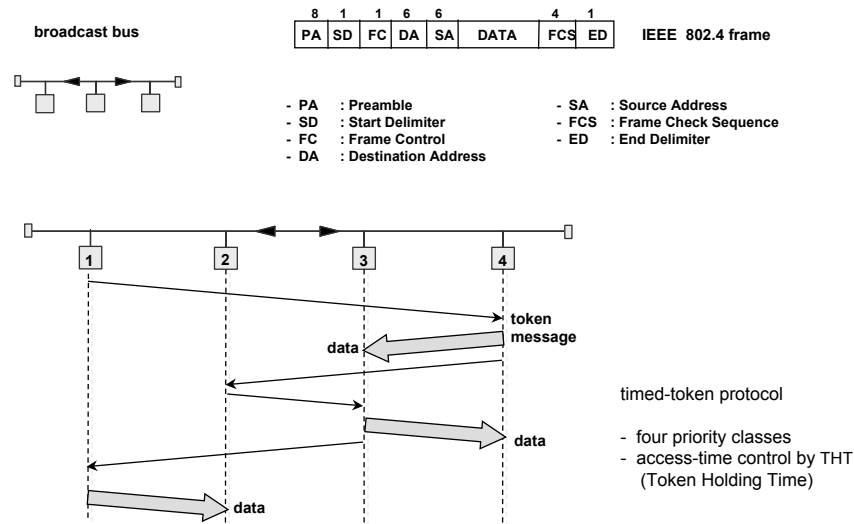
⑥



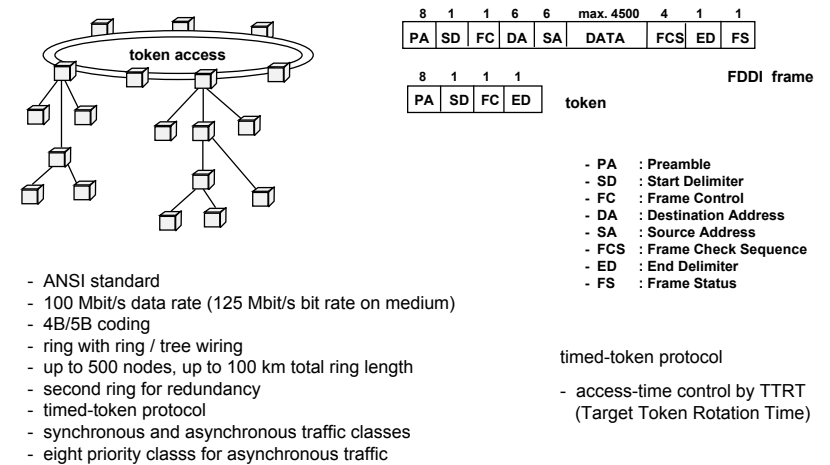
C sendet Daten mit Priorität = 3

AC-Feld: PPP = 3
T = 0
M = 0
RRR = 0

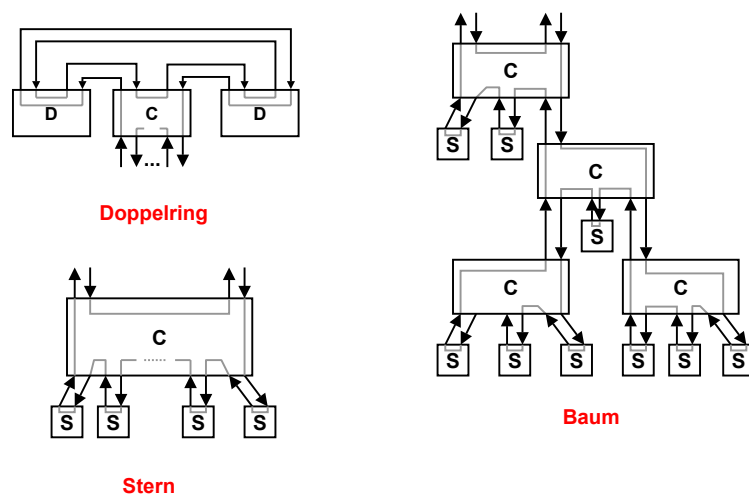
IEEE 802.4 Standard: Token Bus



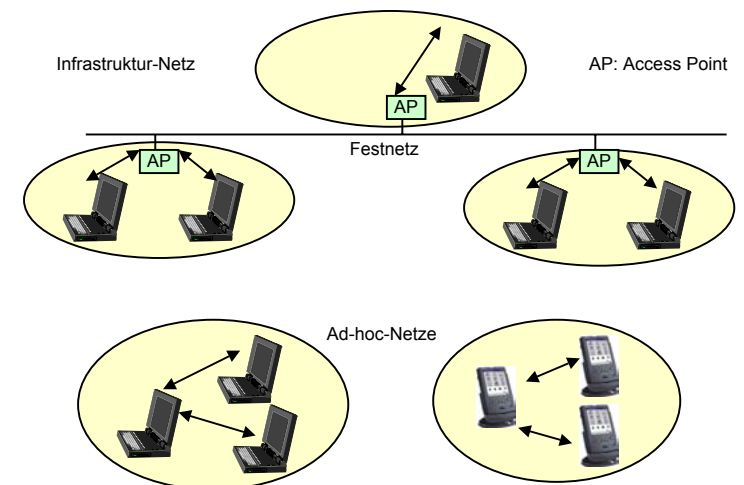
Fiber Distributed Data Interface (FDDI)



FDDI: Netztopologien

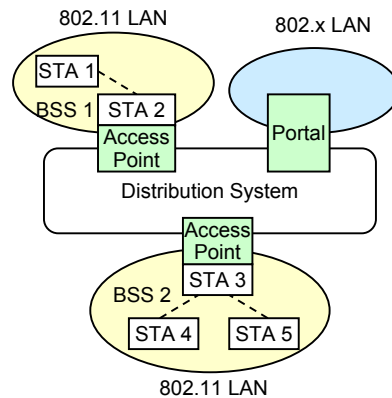


IEEE 802.11 Wireless LAN Architektur



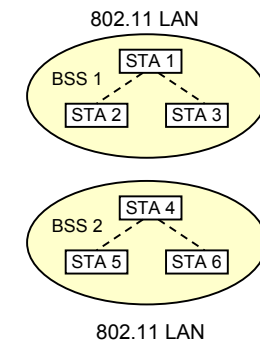
IEEE 802.11-Infrastrukturnetze

- Station (STA)
 - Rechner mit Zugriffsfunktion auf drahtloses Medium und Funkkontakt zum Access Point
- Basic Service Set (BSS)
 - Gruppe von Stationen, welche dieselbe Funkfrequenz nutzen
- Access Point (AP)
 - Station, die in Funk-LAN und das verbindende Festnetz (Distribution System) integriert ist
- Portal
 - Übergang in anderes Festnetz

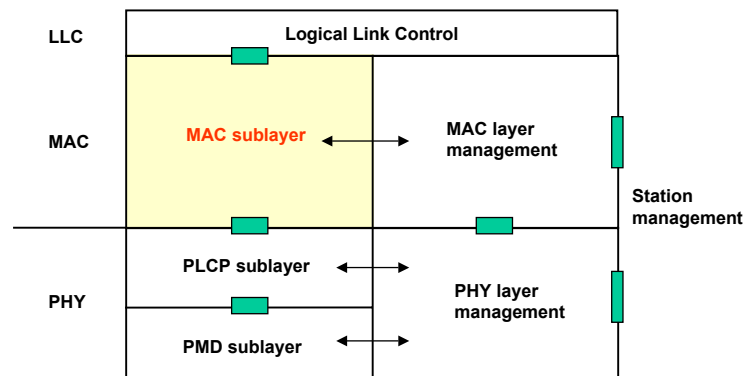


IEEE 802.11 Ad-hoc-Netze

- direkte Kommunikation mit begrenzter Reichweite
- Station (STA)
 - Rechner mit Zugriffsfunktion auf das drahtlose Medium
- Basic Service Set (BSS)
 - Gruppe von Stationen, welche die selbe Funkfrequenz nutzen

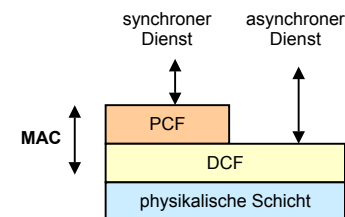


IEEE 802.11 Protokollstruktur



PLCP: Physical layer – common part
PMD: Physical layer – medium dependent

802.11-Zugriffsverfahren



- Distributed Coordination Function (DCF)
 - asynchroner Datenverkehr mit einer auf die Stationen verteilten Zugriffsfunktion
 - CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
 - MAC-Schicht-Quittierung für alle nicht-Broadcast-Rahmen mit eventueller Übertragungswiederholung
- Point Coordination Function (PCF)
 - synchroner Datenverkehr unter der Kontrolle des Access Point
 - Stationen senden nur nach Polling durch PCF
 - Aufbau einer Polling-Liste
 - optionaler Modus

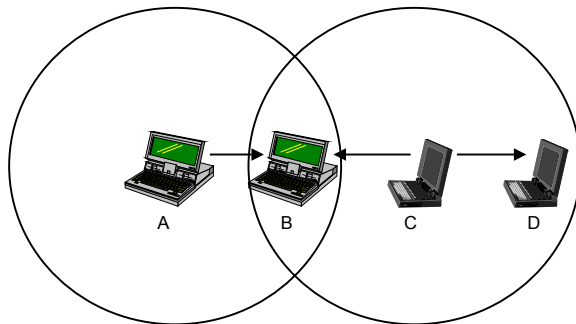
IEEE 802.11 Wireless LANs

- CSMA/CA (CA = Collision Avoidance)
 - Medium wird abgehört.
 - Wenn das Medium frei wird, wird nicht sofort, sondern nach einer Verzögerungszeit gesendet (Random Backoff).
- Probleme in drahtlosen LANs
 1. Hidden Node Problem
 2. Empfänger kann sich ausserhalb des Funkbereichs befinden
- Lösungen
 1. Ready To Send (RTS) / Clear To Send (CTS)
 2. Quittierung

Berechnung der Backoff-Zeit

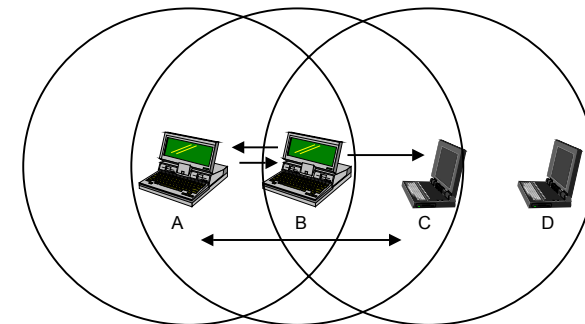
- Backoff-Zeit = $\text{Int} [CW * R] * \text{Slotzeit}$
 - CW (contention window, z.B. $CW_{\min} = 31$) wird bei jedem erfolglosem Versuch verdoppelt bis CW_{\max} (z.B. = 255) erreicht ist
 - R: Zufallszahl zwischen 0 und 1
 - Slotzeit
 - = Verzögerung zum Anschalten des Senders
 - + Signallaufzeit
 - + Verzögerung um belegtes Medium zu erkennen
- Dekrementieren des Backoff-Timers bei freiem Medium

Hidden Node Problem



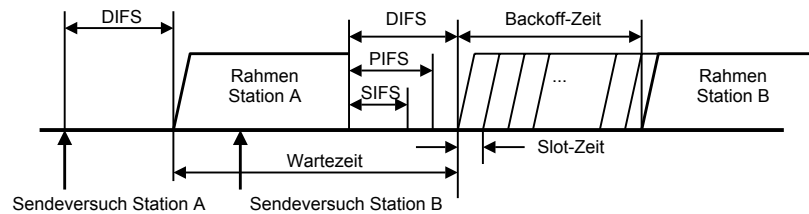
- A sendet an B und C sendet an D
- Problem: Empfang bei B wird durch C gestört (C erkennt nicht, dass A gesendet hat !)

Ready / Clear To Send



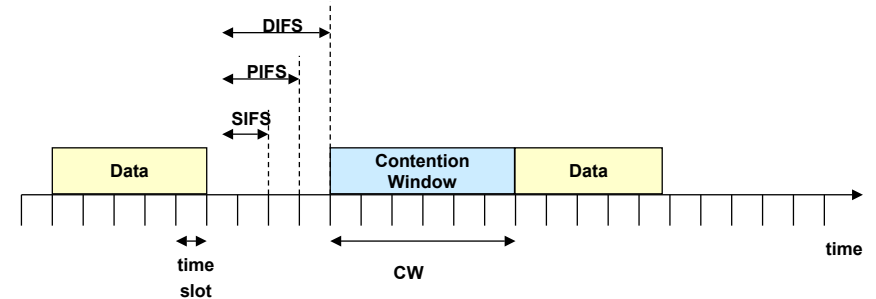
1. Ready To Send (RTS) durch A
2. Clear To Send (CTS) durch B, C erkennt folgende Übertragung
3. A sendet Daten
4. B quittiert

IEEE 802.11: CSMA/CA-Verfahren



- sendebereite Station hört Medium ab
- Senden bei freiem Medium der Dauer eines Inter-Frame Space (IFS)
- Verzögerung um IFS + eine zufällige Backoff-Zeit bei belegtem Medium
⇒ Kollisionsvermeidung
- Wird das Medium während der Backoff-Zeit von einer anderen Station belegt, bleibt der Backoff-Timer so lange stehen.
- Prioritätsklassen durch unterschiedlich lange IFS
 1. short IFS (SIFS): CTS, ACK, poll response
 2. PCF IFS: poll
 3. DCF IFS (DIFS): RTS, Daten

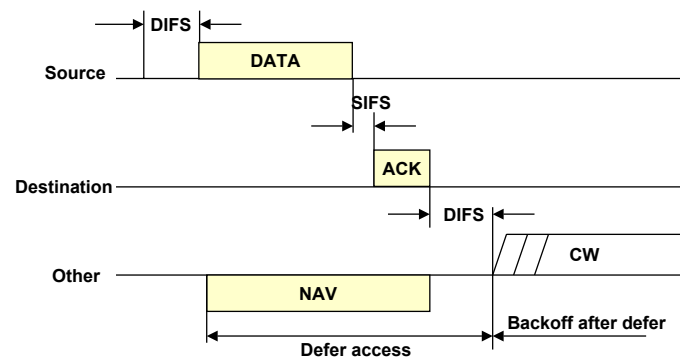
CSMA/CA access mechanism



DIFS : DCF interframe space
PIFS : PCF interframe space
SIFS : Small interframe space

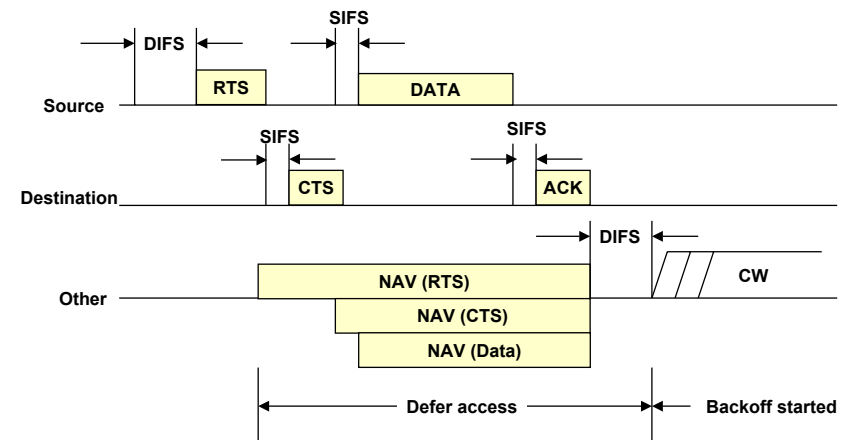
DCF : Distributed coordination function
PCF : Point coordination function

IEEE 802.11: Medium Access Control



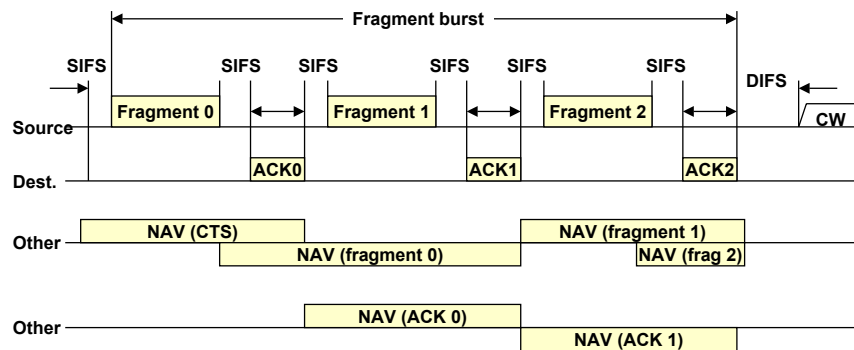
CW : Collision window
NAV : Network allocation vector
SIFS : Short interframe space
DIFS : DCF interframe space

IEEE 802.11: Medium Access Control



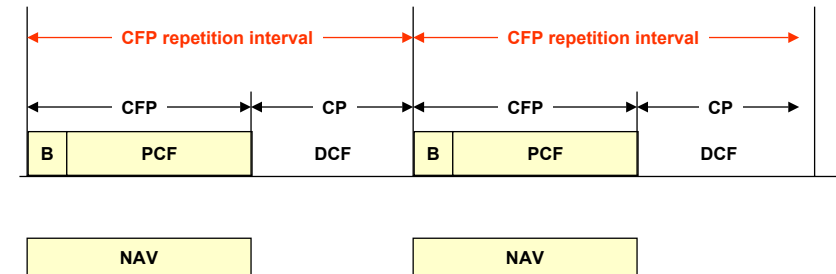
RTS : Request to transmit
CTS : Confirmation to transmit
CW : Collision window
NAV : Network allocation vector
SIFS : Short interframe space
DIFS : DCF interframe space

IEEE 802.11: Medium Access Control



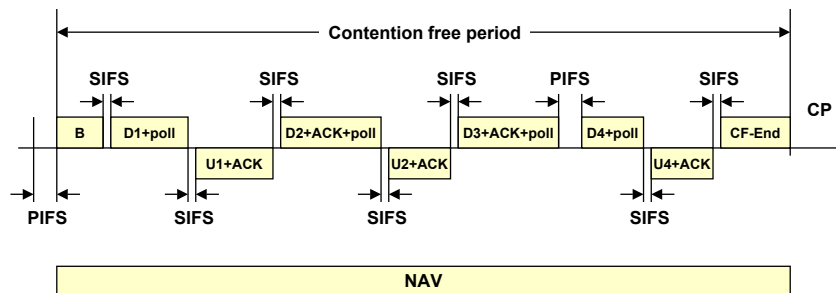
RTS : Request to transmit CW : Collision window SIFS : Short interframe space
CTS : Confirmation to transmit NAV : Network allocation vector DIFS : DCF interframe space

IEEE 802.11: Medium Access Control



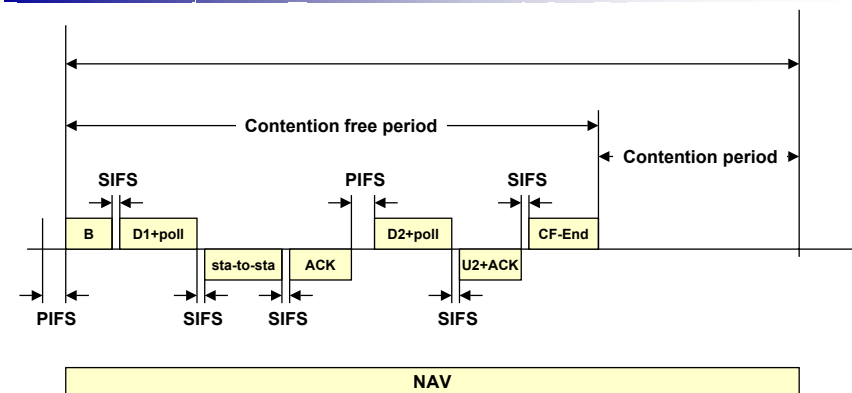
B : Beacon
CFP : Collision free period DCF : Distributed coordination function
CP : Collision period PCF : Point coordination function
NAV : Network allocation vector

IEEE 802.11: Medium Access Control



B : Beacon
PIFS : PCP interframe space
SIFS : Small interframe space
NAV : Network allocation vector

IEEE 802.11: Medium Access Control



B : Beacon
PIFS : PCP interframe space
SIFS : Small interframe space
NAV : Network allocation vector