

Seminar Mobile Computing

Drahtlose lokale Netze

30.11.2004

Sven Bohnstedt (WI4199)

Agenda

- Einleitung
- drahtlose Übertragungsarten
 - Infrarot
 - Funkübertragung
- Grundlagen drahtloser Netze
- Technik
 - IEEE802.11x Standard
 - HiperLAN
- Ausblick

Einleitung

- Gründe für drahtlose lokale Netze
 - Wegfall von Kabeln
 - Höhere Flexibilität
 - Vereinfachte Planung
 - Temporäre Netzwerke
 - Nach den hohen Investitionskosten kostengünstige Anbindung

Einleitung

- Gründe gegen drahtlose lokale Netze
 - Dienstgüte (Fehlerkorrektur, Verzögerung)
 - Einschränkungen (nationaler Markt)
 - Sicherheit
 - Proprietäre Lösungen

Einleitung

- Herausforderungen in der Entwicklung
 - Weltweiter Einsatz
 - Niedrige Leistungsaufnahme
 - Lizenzfreier Betrieb
 - Robuste Übertragungstechnik
 - Einfache, spontane Zusammenarbeit

Übertragungsarten - Vergleich

Infrarot

Einsatz von IR-Dioden, diffuses Licht,
Reflektion von Wänden

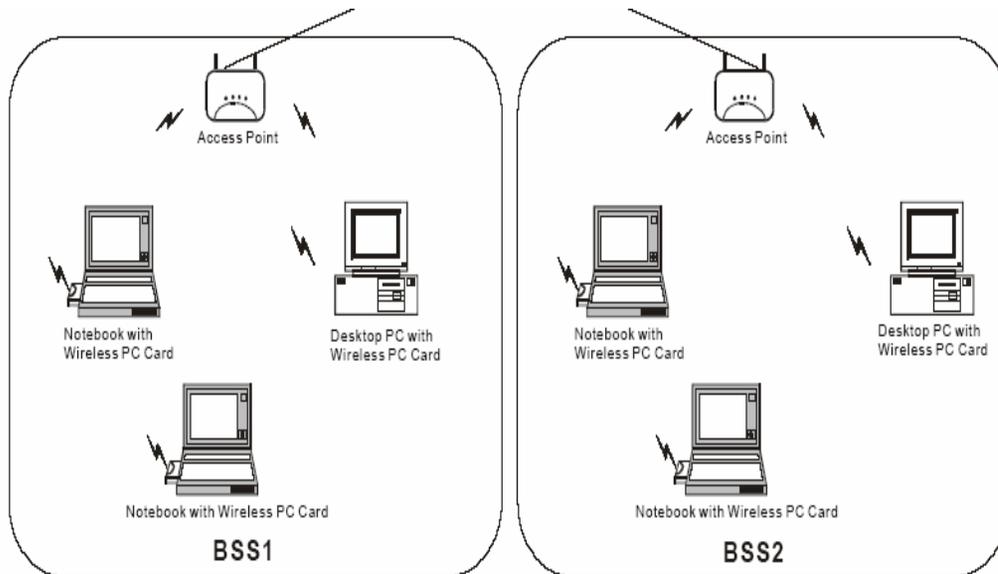
- Vorteile
 - sehr billig und einfach
 - keine Lizenzen nötig
 - einfache Abschirmung
- Nachteile
 - Interferenzen durch Sonnenlicht, Wärmequellen
 - Wird leicht abgeschattet
 - niedrige Bandbreite
- Einsatz
 - als IrDA in fast jedem Mobilgerät verfügbar

Funktechnik

Nutzung des 2,4 GHz (5 GHz) lizenzfreien
Bandes

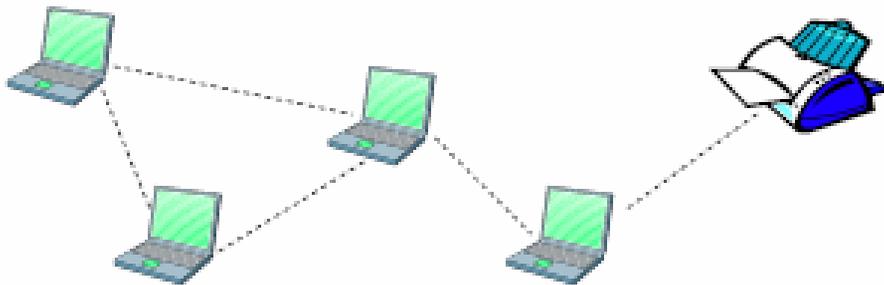
- Vorteile
 - Erfahrungen aus dem Funk- und Telefonbereich
 - Abdeckung einer größeren Fläche
- Nachteile
 - Enger Frequenzbereich verfügbar (ISM-Band)
 - schwierige Abschirmung
 - Interferenzen mit Elektrogeräten
- Einsatz
 - Notebooks etc.

Allgemeine Strukturen - Infrastrukturnetz



- Leicht zu implementieren
- Zugriffsverfahren mit oder ohne Kollision
- Bei Steuerung durch AP Dienstgütegarantien
- Wenig Flexibilität im Aufbau

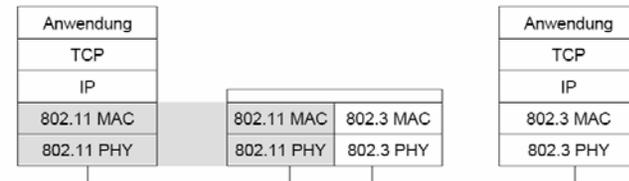
Allgemeine Strukturen - Ad-hoc-Netz



- Keinerlei Infrastruktur
- Endgeräte in einem Ad-hoc Netz können kommunizieren
- Komplexität der Geräte groß
 - Verteckte, ausgelieferte Endgeräte
 - Prioritätsmechanismen, Dienstgüte
- Gößte Flexibilität

IEEE 802.11 - Einleitung

- IEEE Institute of Electrical & Electronic Engineers
 - Mitgliedergremium
 - Legt Standards fest
- 802.11
 - Bitübertragungsschicht
 - Medienzugriffsverfahren
 - Sonst gleiche Schnittstelle wie 802.X
 - Infrarot und Funktechnologie mit Bandspreizverfahren
 - Energiesparmodus, Berücksichtigung versteckter Endgeräte
 - Weltweiter Betrieb

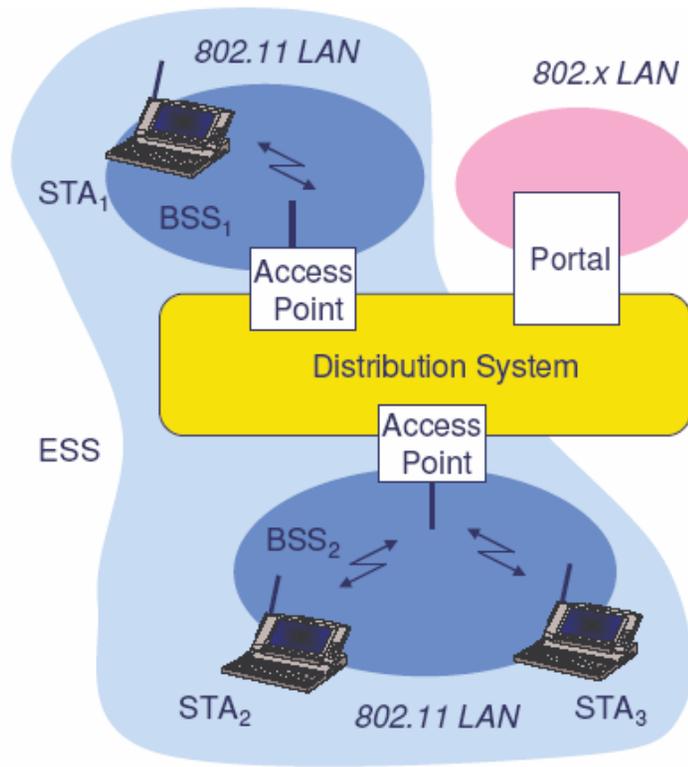


IEEE 802.11 - Einleitung

Standards

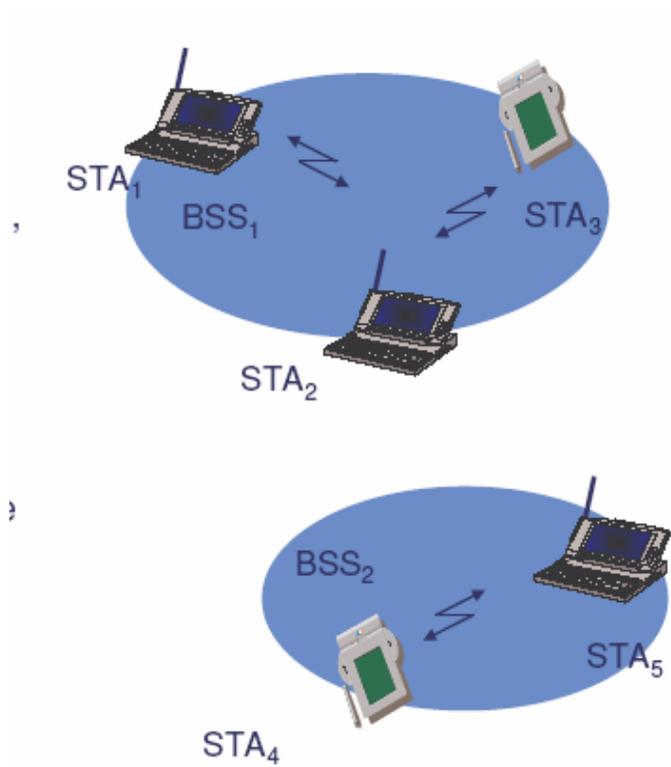
Standard	Jahr	Spektrum	Maximale Datenrate	Kompatibel mit	Nachteile	Vorteile
802.11	1997	2,4 GHz	2 Mbit/s	-	Sehr niedrige Datenrate; Interferenzen möglich	größere Ausdehnung
802.11a	1997	5,0 GHz	54 Mbit/s	-	Geringste Ausdehnung	Höhere Datenrate; Spektrum nicht so stark genutzt
802.11b	1997	2,4 GHz	11 Mbit/s	802.11	Niedrige Datenrate; Interferenzen möglich	größere Ausdehnung; weit verbreitet
802.11g	2003	2,4 GHz	54 Mbit/s	802.11 802.11b	Interferenzen möglich	Höhere Datenrate
802.11n	Geplant für 2006		>100 Mbit/s			

IEEE 802.11 - infrastrukturbasiertes Netz



- STA_i = Station (Endgerät)
- AP = Access Point
 - Roaming wird unterstützt
 - Synchronisation
- BSS = Basic Service Set
- DS = Distribution System
 - Struktur nicht festgelegt
 - Dienste sind festgelegt
- ESS = Extended Service Set

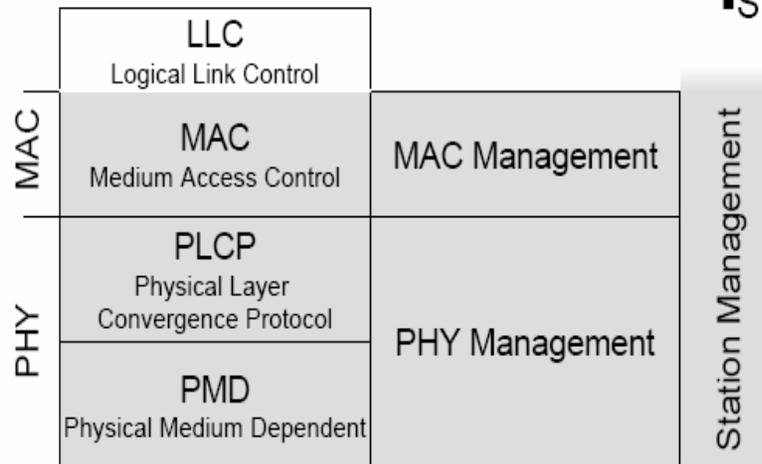
IEEE 802.11 - Ad-hoc-Netz



- IBSS = Independent Service Set
- Geräte in einem IBSS können kommunizieren
- IBSS-Trennung durch Raumabstand (Multiplex)
- IBSS-Trennung durch unterschiedliche Frequenzen
- keine bevorzugte Station

IEEE 802.11- Schichten & Funktionen

- MAC
 - Zugriffsmechanismus, Fragmentierung, Verschlüsselung
- MAC Management
 - Synchronisierung, Roaming, MIB, Power
- PLCP
 - Clear Channel Assessment Signal (Carrier Sense)
- PMD
 - Modulation, Codierung
- PHY Management
 - Kanalwahl, MIB
- Station Management
 - Koordination der Management-Funktionen



■ MIB = Management Information Base

IEEE 802.11- Bitübertragungsschicht

- 2 Funkvarianten (2,4 GHz Band) , 1 IR

- Funk
 1. FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)
 - Spreizen, entspreizen des Bandes
 - Frequenzwechsel ermöglicht Trennung der Netze
 - Min. 2,5 Frequenzwechsel/s
 - 1 MBit/s
 - Übertragung in Rahmen

 2. DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
 - Banspreizung mittels eines Codes
 - DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) für 1 MBit/s
 - DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying) für 2 MBit/s
 - Sendeleistung in Europa max. 1 Watt
 - Übertragung in Rahmen

- Infrarot
 - 850-950 nm Wellenlänge, Reichweite ca. 10m
 - Trägererkennung, Energieerkennung, Synchronisation

IEEE 802.11- Medienzugriffssteuerung (MAC)

■ Verkehrsarten

■ Asynchroner Datendienst

- Austausch von Datenpaketen auf „best effort“ Basis
- Unterstützung von Broadcast & Multicast

■ Zeitbegrenzte Dienste (optional)

- implementiert durch PCF (Point Coordination Function)

■ Zugriffsarten

■ DFWMAC-DCF CSMA/CA (Standard)

- Kollisionsvermeidung durch zufälligen „backoff“-Mechanismus
- Mindestabstand zwischen aufeinanderfolgenden Paketen
- Empfangsbestätigung durch ACK

■ DFWMAC-DCF mit RTS/CTS (optional)

- Vermeidung des Problems versteckter Endgeräte

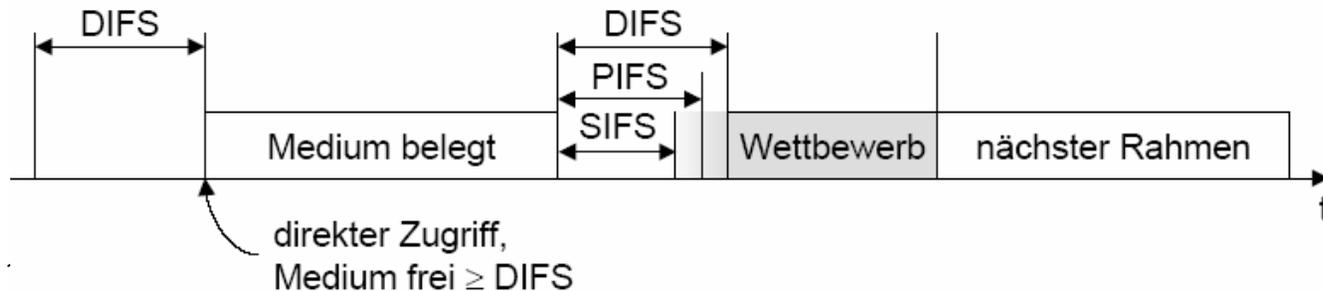
■ DFWMAC-PCF (optional)

- Polling Verfahren mit einer Liste im Access Point

DFW = Distributed Foundation Function
DCF = Distributed Coordination Function
RTS = Ready to Sent
CTS = Clear to Sent
PCF = Point Control function
CSMA = Carrier Sense Multiple Access
CA = Collision Avoidance

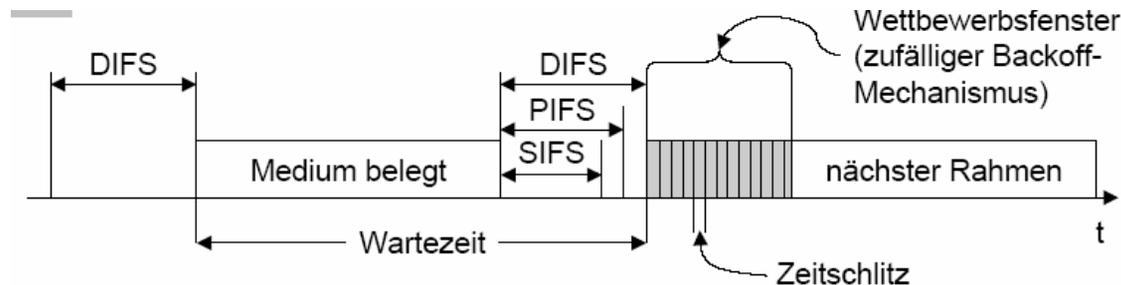
IEEE 802.11- MAC-Schicht

- Prioritäten bei Mediumzugriff
 - Werden durch Staffelung der Zugriffszeitpunkte geregelt
 - Keine garantierten Prioritäten
 - SIFS (Short Inter Frame Spacing)
 - höchste Priorität für ACK, CTS und Antwort auf Polling
 - PIFS (PCF IFS)
 - mittlere Priorität für zeitbegrenzte Dienste mittels PCF
 - DIFS (DCF IFS)
 - niedrigste Priorität, für asynchrone Dienste

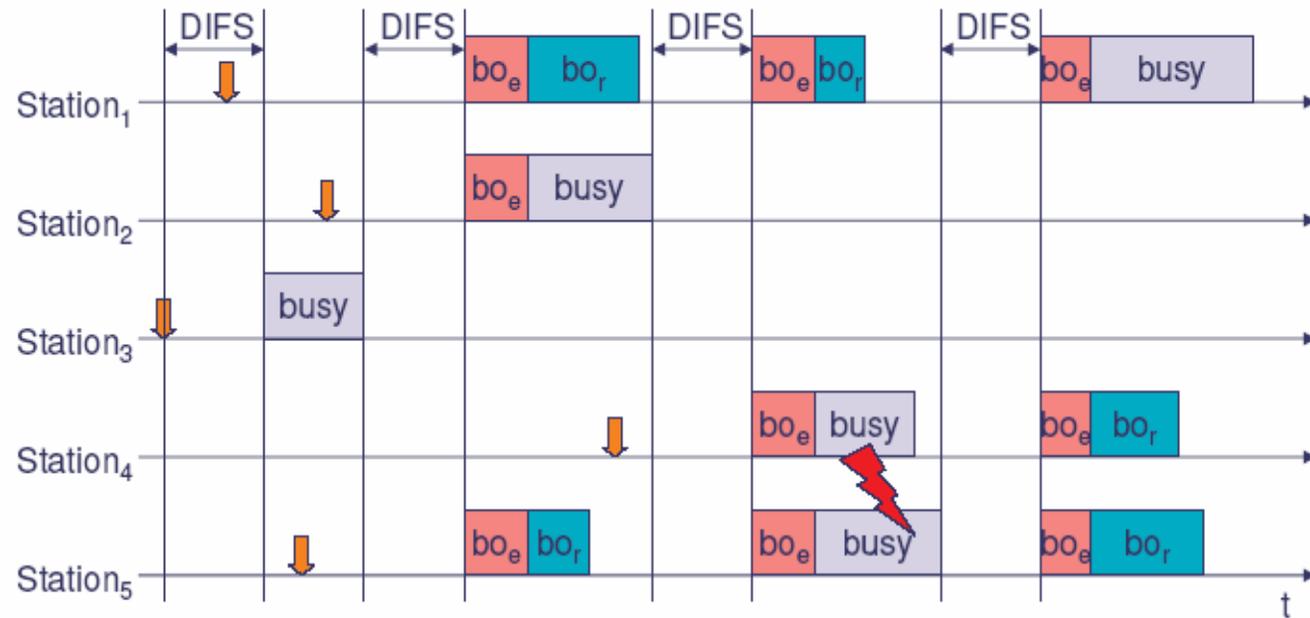


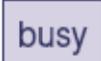
IEEE 802.11 - MAC - DFWMAC mit CSMA/CA

- Sendewillige Station hört das Medium ab (Carrier Sense basierend auf CCA)
- Wenn Medium für Dauer eines IFS frei, wird gesendet
- Wenn Medium belegt, warten auf einen freien IFS + zufällige Backoffzeit verzögert (zur Kollisionsvermeidung)
- Wird Medium von einer anderen Station belegt, bleibt Backoffzeit stehen
- Ansonsten Backoffzeit verringern nach Dauer eines Zeitschlitzes



IEEE 802.11- MAC - DFWMAC mit CSMA/CA



 busy Medium belegt (frame, ack etc.)

 bo_e verstrichene Backoff-Zeit

 Paketankunft am MAC-SAP

 bo_r verbleibende Backoff-Zeit

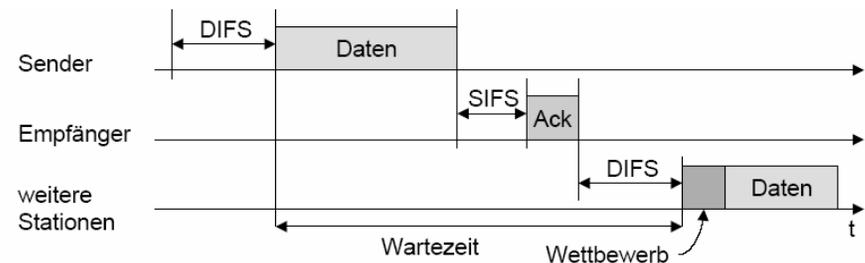
IEEE 802.11- MAC - DFWMAC mit CSMA/CA

■ Senden von Unicast-Paketen

- Daten können nach Abwarten von DIFS gesendet werden

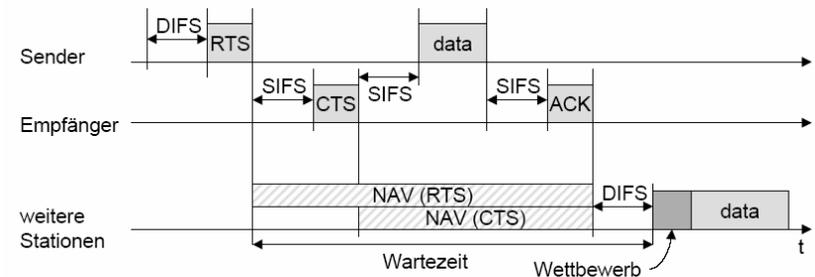
- Empfänger antwortet sofort (nach SIFS)

- Im Fehlerfall Wiederholung



IEEE 802.11- MAC - DFWMAC mit RTS/CTS

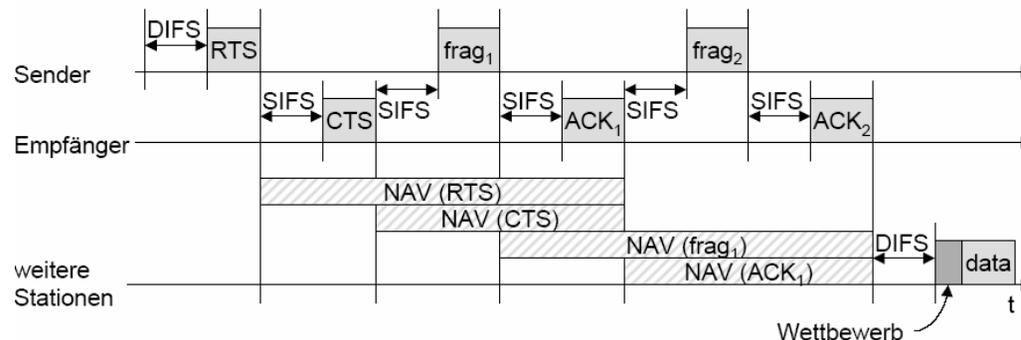
- Problem: versteckte Endgeräte
 - RTS mit Belegungsdauer als Parameter kann nach Abwarten von DIFS gesendet werden
 - Bestätigung durch CTS nach SIFS durch Empfänger
 - Sofortiges Senden der Daten möglich, Bestätigung mit ACK
 - Andere Stationen speichern die Belegungsdauer, die im RTS und CTS ausgesendet wurden
 - exklusive Belegung wird auch virtuelle Reservierung genannt



NAT = Net Allocation Vector

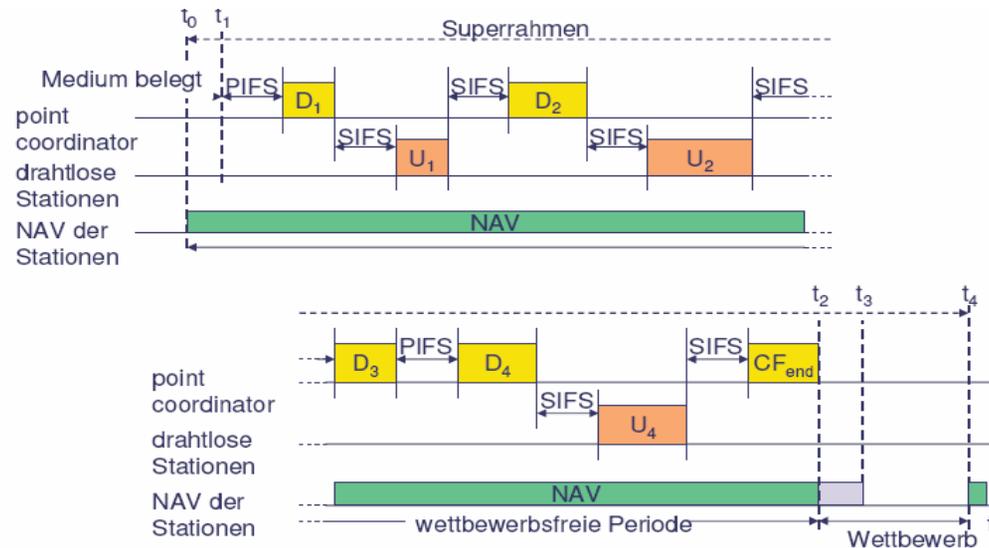
IEEE 802.11- MAC - DFWMAC mit RTS/CTS

- Wegen hoher Übertragungsfehlerrate Verwendung kürzerer Rahmen
- Lösung: transparente Fragmentierung der Rahmen
- Wie DFWMAC mit RTS/CTS, aber in den Fragmentpaketen ist eine weitere Belegungsdauer des Mediums implementiert



IEEE 802.11- MAC - DFWMAC mit Polling

- Vorherige Verfahren bieten keine Garantie für minimale Bandbreite
- PCF (Point Coordination Function) erfordert einen Zugangspunkt, der Medienzugriff steuert -> kein Ad-hoc-Netz
- Abfrage der Stationen hintereinander (polling)
- Wettbewerbsfreie Phase und Wettbewerbsphase
- Diese Phasen umfasst ein Superrahmen
- Nachteil ist der große Overhead (bis zu 100%)



CF = Contention Free

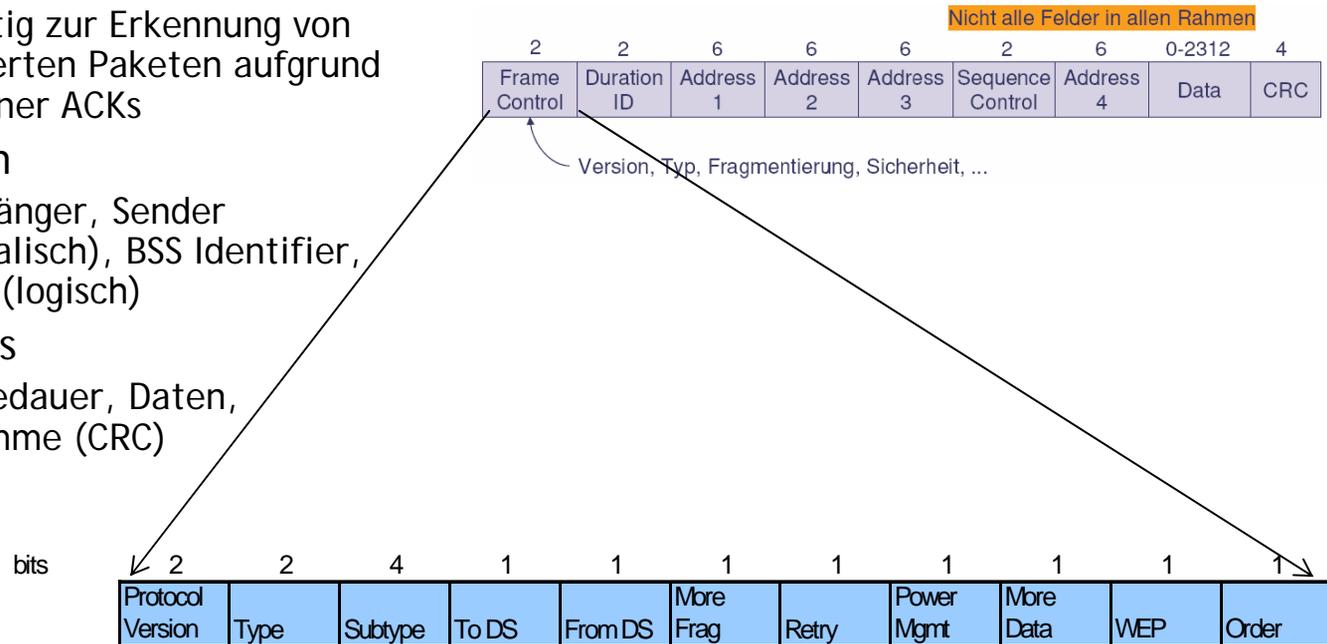
IEEE 802.11- MAC-Rahmen

- Typen
 - Steuerrahmen, Management Rahmen, Datenrahmen

- Sequenznummern
 - Wichtig zur Erkennung von duplizierten Paketen aufgrund verlorener ACKs

- Adressen
 - Empfänger, Sender (physikalisch), BSS Identifier, Sender (logisch)

- Sonstiges
 - Sendedauer, Daten, Prüfsumme (CRC)



IEEE 802.11- MAC-Rahmen

- Rahmenübertragung zwischen

- drahtlosen Stationen
- drahtlosen Stationen und Zugangspunkten
- Zugangspunkten über das DS

- Bits

- 0 0 -> Ad-hoc-Netzwerk
logische Adresse = physikalische Adresse (MAC)
- 0 1 -> Infrastrukturnetzwerk, vom Zugangspunkt
DA = logische, physikalische Adresse, SA = logische Adresse
- 1 0 -> Infrastrukturnetzwerk, zum Zugangspunkt
umgekehrt zu 0 1
- 1 1 -> Infrastrukturnetzwerk, im DS
RA = Receiver Address -> MAC vom AP
TA = Transmitter Address -> MAC vom AP

Paketart	to DS	from DS	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 3	Adresse 4
Ad-hoc Netzwerk	0	0	DA	SA	BSSID	-
Infrastruktur-Netzwerk, vom AP	0	1	DA	BSSID	SA	-
Infrastruktur-Netzwerk, zum AP	1	0	BSSID	SA	DA	-
Infrastruktur-Netzwerk, im DS	1	1	RA	TA	DA	SA

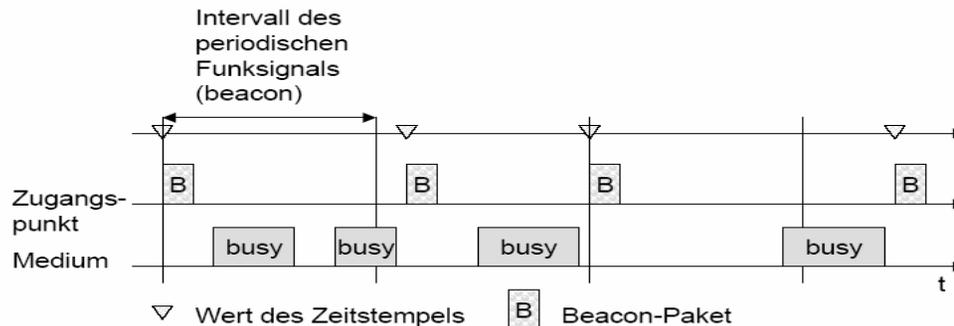
IEEE 802.11 – MAC Verwaltung

- Synchronisation
 - Finden eines LANs, versuchen im LAN zu bleiben
 - Timer für FHSS, PCF
- Power Management
 - Schlafmodus ohne Daten zu verpassen
 - Periodisches schlafen, Rahmenpufferung
- Assoziation/Reassoziaton
 - Eingliederung in ein LAN
 - Roaming
 - Scanning (aktive Suche nach einem Netz)
- MIB - Management Information Base
 - Verwalten, schreiben und lesen

IEEE 802.11 - MAC Verwaltung

Synchronisation - Infrastrukturnetz

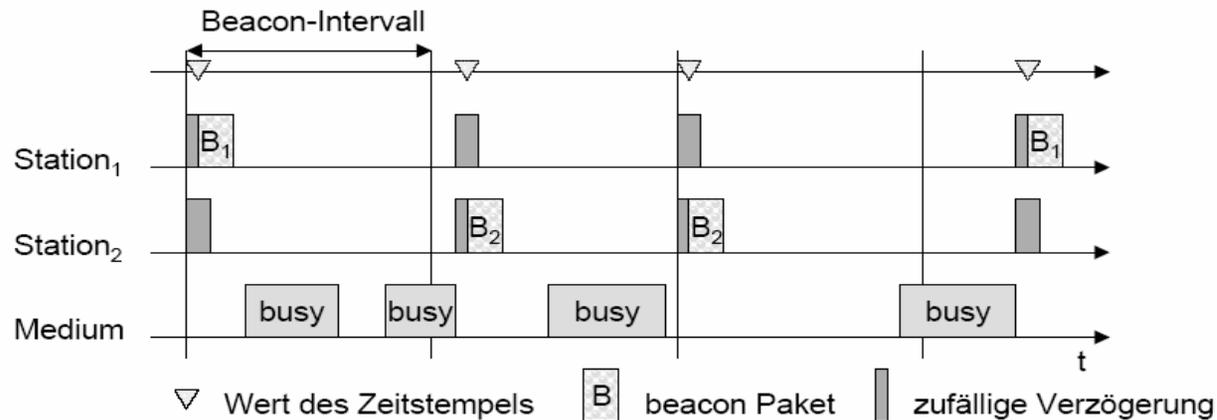
- Aussenden eines periodischen Leuchtfeuers (beacon [Funklicht])
 - Beacon enthält einen Zeitstempel zum Justieren der internen Uhr
- Versuch des Sendens des (quasi) periodischen Signals durch AP
- Wenn Medium belegt erneuter Versuch
- Vorgabe immer den geplanten Zeitpunkt einhalten (target beacon transmission time)



IEEE 802.11 - MAC Verwaltung

Synchronisation - Ad-hoc-Netz

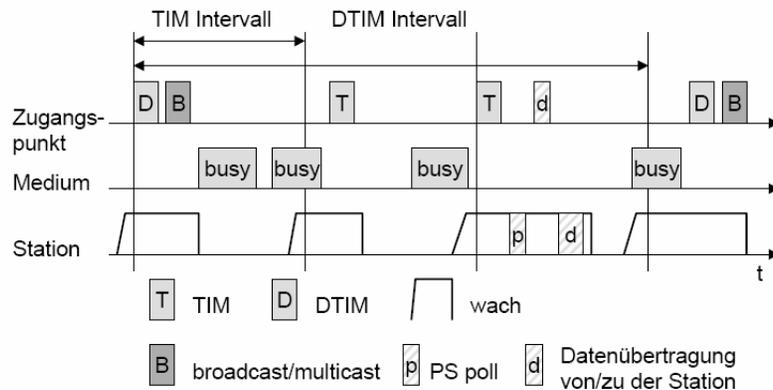
- kein Punkt kann den Takt zentral vorgeben
- jede Station ist für die Verwaltung der Synchronisationsuhr zuständig
- jede Station versendet Beacon mit Back-off-Mechanismus
- bei Empfang eines Beacon-Rahmen Abbruch des eigenen Versuchs bis Ablauf des Beacon-Intervalls



IEEE 802.11 - MAC Verwaltung

Leistungssteuerung - Infrastrukturnetz

- Ausschalten der Sende/Empfangeinheit, wenn nicht benötigt
- Zustände schlafend (sleep) und wach (awake)
- Timing Synchronisation Function (TSF)
 - TSF läßt alle Stationen zur gleichen Zeit aufwachen

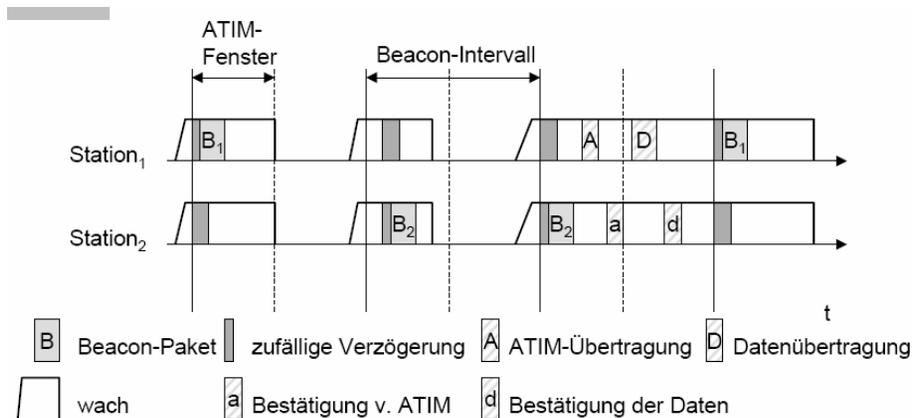


- Daten werden am AP zwischengespeichert
- TIM (Traffic Indication Map)
 - Liste von Unicast-Empfängern, sendet AP
 - wird mit Beacon gesendet
- Delivery Traffic Indication Map
 - Liste von Broadcast-/Multicast-Empfängern
 - vielfache des Beacon
- PS = Power Saving Poll -> Station antwortet, wenn Daten vorliegen und bleibt wach

IEEE 802.11 - MAC Verwaltung

Leistungssteuerung - Ad-hoc-Netz

- Ausschalten der Sende/Empfangseinheit, wenn nicht benötigt
- Zustände schlafend (sleep) und wach (awake)
- Timing Synchronisation Function (TSF)
 - TSF läßt alle Stationen zur gleichen Zeit aufwachen



- keine Zwischenspeicherung der Daten an einem zentralen Punkt
- ATIM - Ad-hoc Traffic Indication Map
- alle Stationen versuchen Liste mit Rahmen in gemeinsamer Wachperiode zu verteilen (ATIM)
- gepufferte Daten werden übertragen, wenn durch entsprechende ATIM der Empfänger adressiert wurde.
- für große Netze keine Abschätzung der Kollisionen, wenn viele Stationen im ATIM Fenster ATIM senden wollen

IEEE 802.11 - MAC Verwaltung

Roaming

- Keine oder schlechte Verbindung?
 - Scanning
 - Abtasten der Umgebung nach neuem BSS
 - Aktiv: Senden einer Probe in das Medium auf jedem Kanal
 - Passiv: hineinhören in das Medium, um Beacon-Rahmen zu erfassen
 - Reassociation Request
 - Station sendet Anfrage an AP(s)
 - Reassociation Response
 - bei Erfolg, Station wird neuem BSS zugeordnet
 - ansonsten weiteres Scanning
 - AP akzeptiert neuen Reassociation Request
 - Anzeigen der neuen Station an das Distribution System
 - DS aktualisiert neuen Datenbestand
 - Alter AP kann vom DS informiert werden

802.11 – 802.11b – 802.11a

■ 802.11b

- 802.11b setzt prinzipiell auf der gleichen MAC Schicht wie 802.11 auf
- gleiches 2,4 Ghz Band, höhere Datenrate (11 Mbit/s)
- Neue Mechanismen in der Bitübertragungsschicht
 - Aber: Implementierung 802.11 ist vorhanden
 - Andere PLCP Rahmen für höhere Datenraten
- Heutiger Standard

■ 802.11a

- Ebenfalls kompatible MAC-Schicht
- im 5 GHz Band
- Übertragungsraten bis 54 Mbit/s (brutto)
- geänderte Bitübertragungsschicht
- Aufteilung auf Unterträger, die um eine Frequenz verteilt sind
- HiperLAN2 verwendet gleiche Bitübertragung

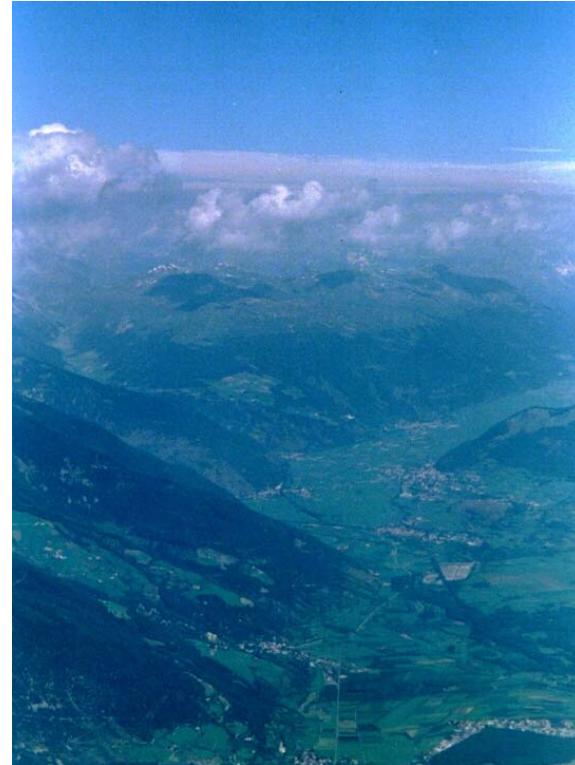
■ Weitere Entwicklungen und Standards unter:
<http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>

HiperLAN

- Definiert durch ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
- Arbeitet im 5 Ghz Band
- Verwendet gleiche Modulation wie 802.11
- MAC-Ebene arbeitet mit TDMA (time division multiple access)
- Hervorragende Dienstgüte
- DES Verschlüsselung
 - Wesentlich bessere Verschlüsselung als bei der WEP (Wired Equivalent Privacy) Verschlüsselung der 802.11 Protokolle
- Ergänzung durch 2 weitere Bestandteile
 - HiperACCESS für Entfernungen bis zu 5 km mit bis zu 27 Mbit/s
 - HiperLINK für Entfernungen bis 150m mit 155 Mbit/s
- HiperLAN1 floppte und von HiperLAN2 existieren nur Prototypen Zukunft ???????

Ausblick

- Zukunft wird wohl weiterhin bei den 802.11 Protokollen liegen
- Erhöhung der Bandbreite bei Verbesserung der Dienstgüte
- Verbesserung in der Verschlüsselung
- Verbesserung in der Leistungsaufnahme



Fragen

