



IEEE 802.11

Wireless LAN

Stefan May, Christian Rieck

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

University of Applied Sciences Hamburg

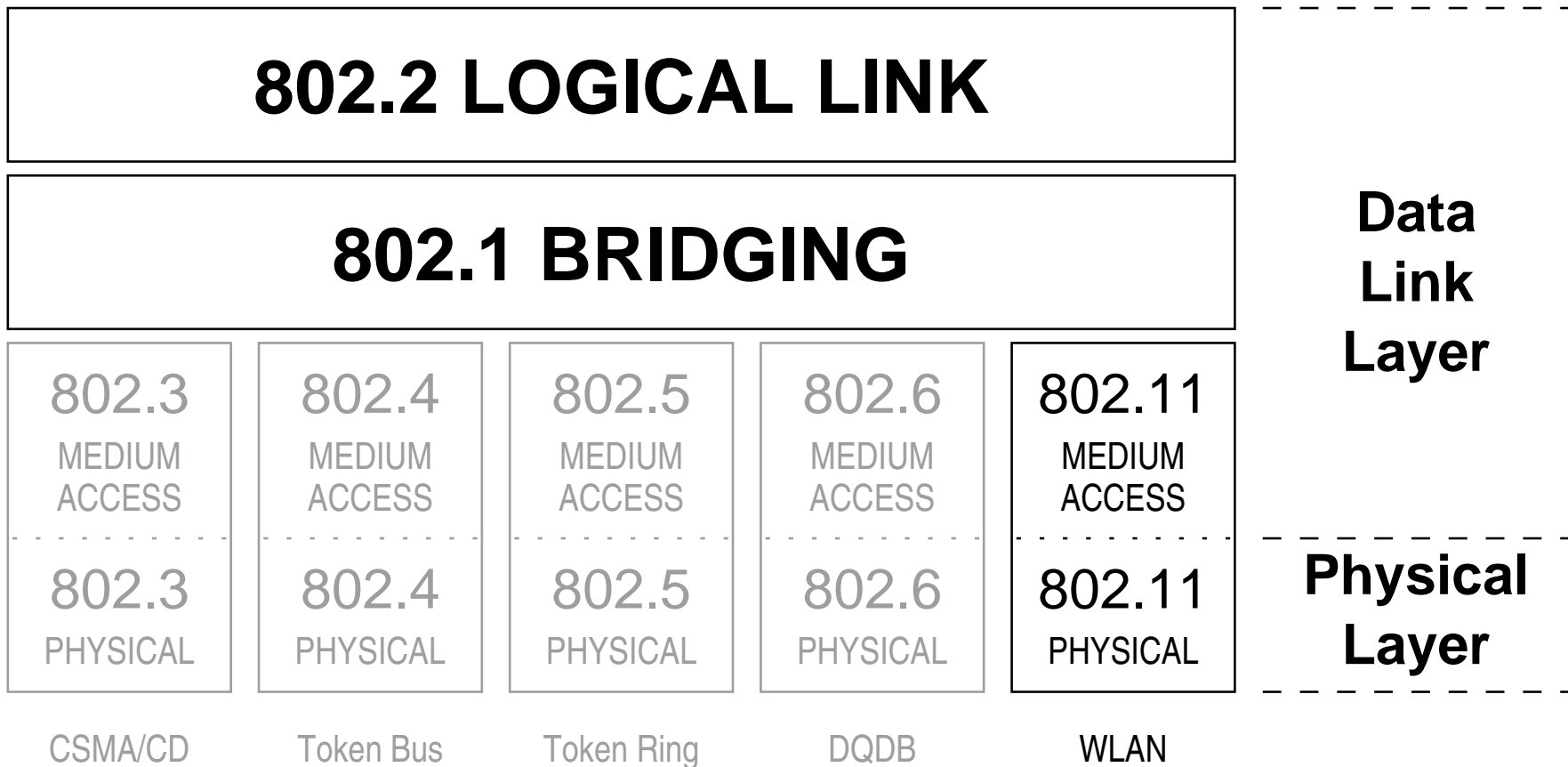
- ⑥ Überblick IEEE802.11
- ⑥ Netzwerkformen und Komponenten
- ⑥ Physical Layer
- ⑥ Medium Access Control
- ⑥ Sicherheit
- ⑥ WLAN Produkte



Überblick IEEE802.11

Überblick Standard IEEE802.11

IEEE802 Standard



Überblick Standard IEEE802.11

IEEE802.11 Standard

802.11 MEDIUM ACCESS

Data
Link
Layer

802.11

FHSS,DSSS

1 – 2 MBit

802.11

IR

1 – 2 MBit

802.11a

OFDM

6 – 54 MBit

802.11b

DSSS

5.5 – 11 MBit

802.11g

OFDM

6 – 54 MBit

802.11h

OFDM

6 – 54 MBit

Physical
Layer

Überblick Standard IEEE802.11

IEEE 802.11 Standard

- ⑥ 1997 verabschiedet
- ⑥ Datenraten 1 MBit/s und 2 MBit/s
- ⑥ Übertragungsverfahren FHSS im 2,4 GHz Band
- ⑥ Definition von Physical und MAC-Layer

IEEE 802.11b Standard

- ⑥ 1999 verabschiedet
- ⑥ Datenrate 5.5 MBit/s und 11 MBit/s
- ⑥ Übertragungsverfahren DSSS im 2,4 GHz Band

Überblick Standard IEEE802.11

IEEE 802.11a Standard

- ⑥ 1999 verabschiedet
- ⑥ Datenrate bis 54 MBit/s
- ⑥ Übertragungsverfahren OFDM im 5 GHz Band
- ⑥ in Europa nicht zugelassen

IEEE 802.11h Standard

- ⑥ lokale Anpassung des 802.11a Standard für Europa
- ⑥ erste Lösungen für das 2. Quartal 2003 vorgesehen, aber noch nicht erhältlich

Überblick Standard IEEE802.11

IEEE 802.11g Standard

- ⑥ Datenrate bis 54 MBit/s
- ⑥ Übertragungsverfahren OFDM im 2,4 GHz Band
- ⑥ abwärtskompatibel zu 802.11b, läßt sich daher in bestehende 802.11b WLAN's integrieren



Netzwerkformen und Komponenten

Netzwerkformen IEEE802.11

⑥ Ad-Hoc

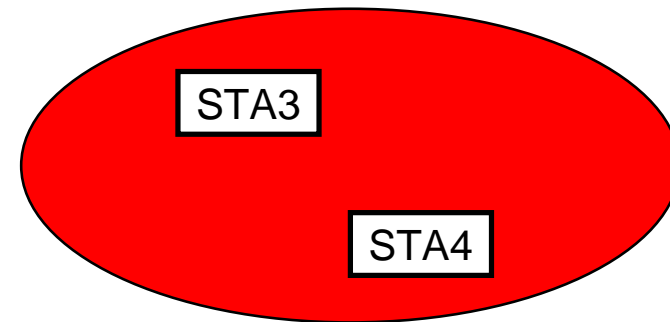
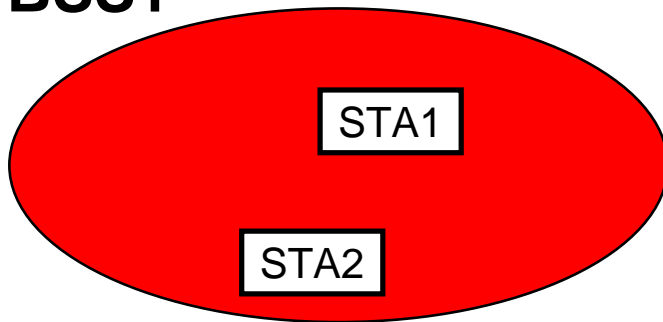
- △ mehrere Stationen bilden eine Funkzelle
- △ direkte Kommunikation zwischen den Stationen

⑥ Infrastrukturnetzwerk

- △ Kommunikation über Access Points (AP)
- △ größere Ausdehnung des WLAN bei mehreren Access Points
- △ Zugang zu drahtgebundenen Netzwerken

Komponenten IEEE802.11

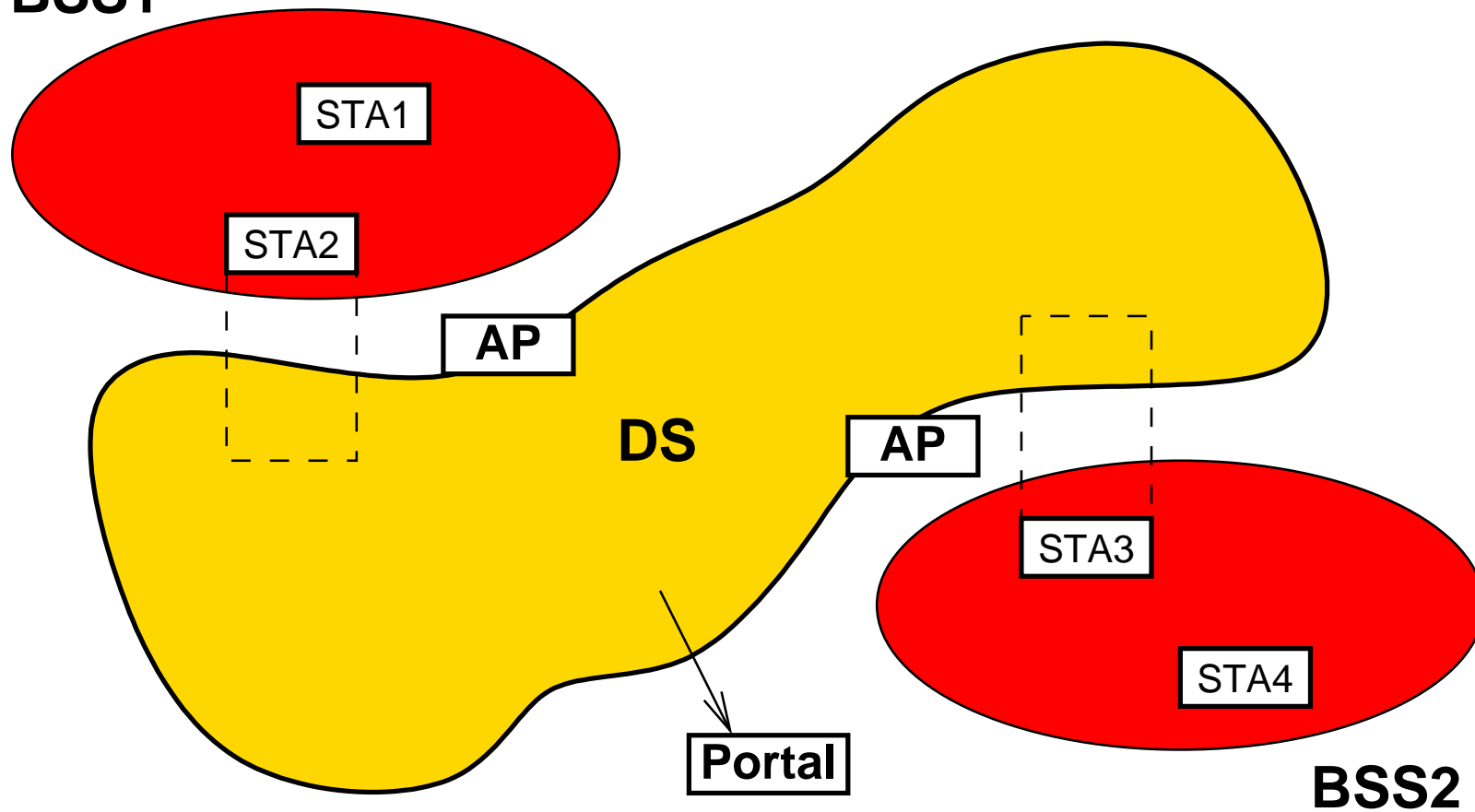
BSS1



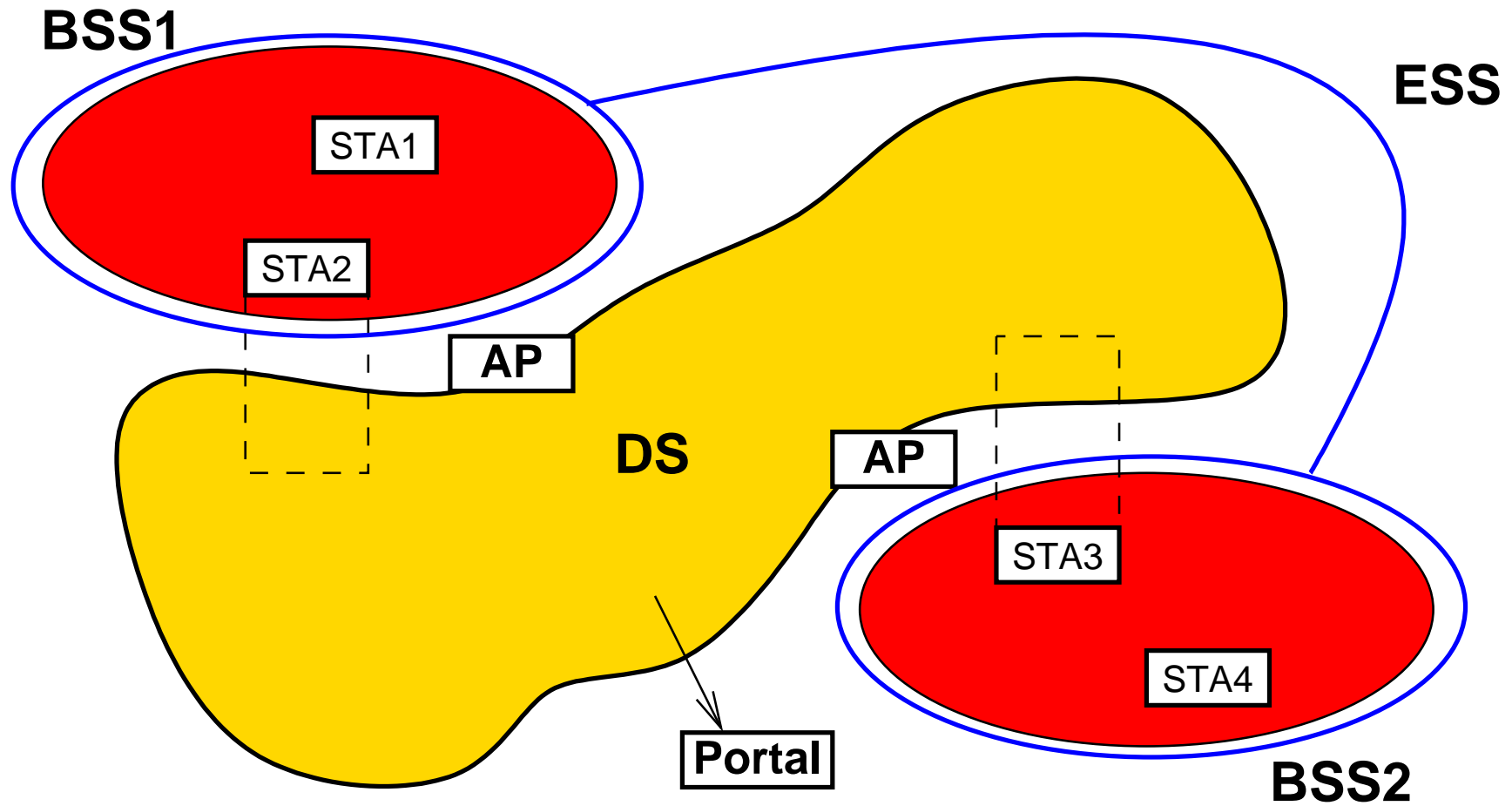
BSS2

Komponenten IEEE802.11

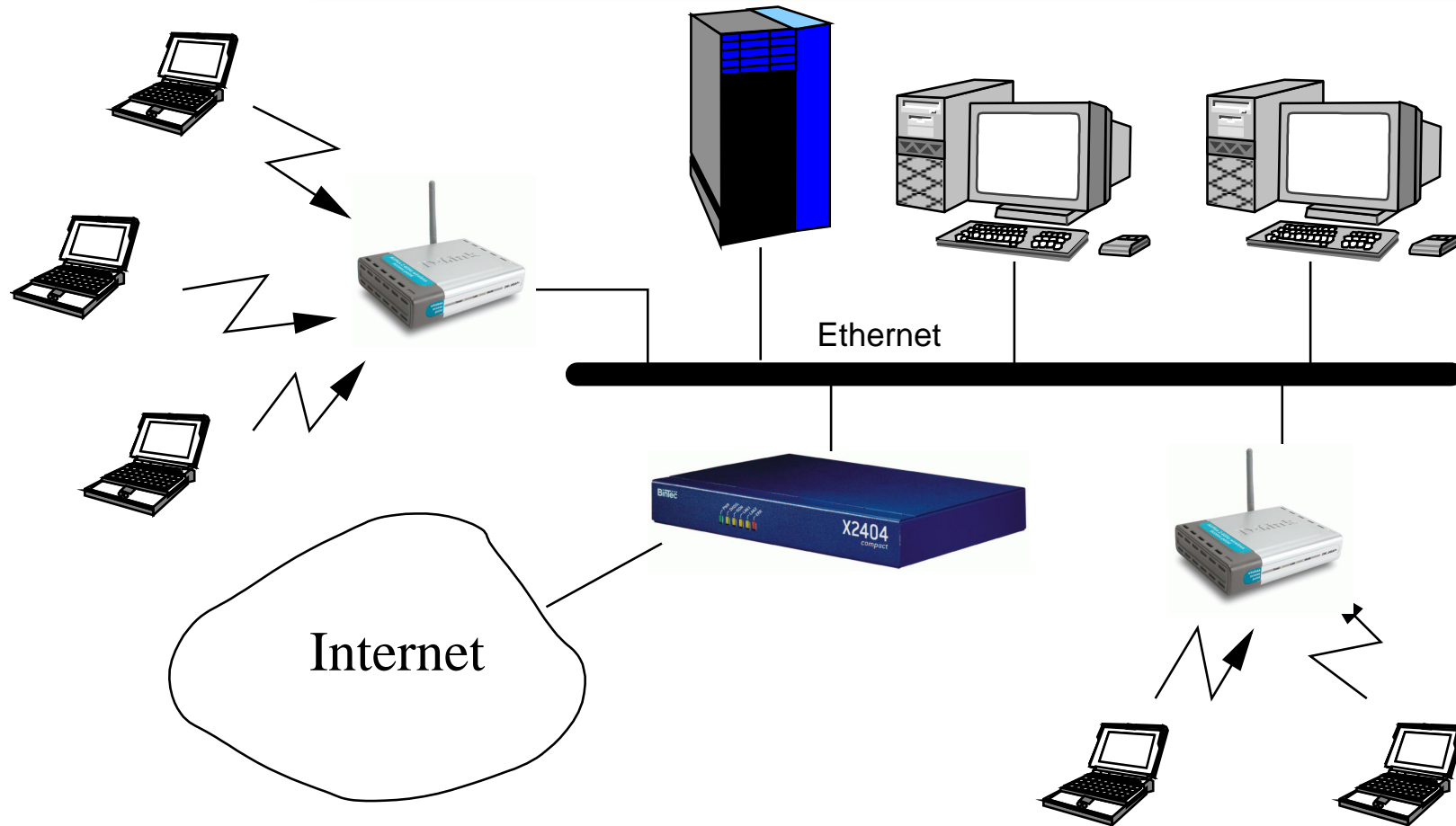
BSS1



Komponenten IEEE802.11



Beispiel Infrastrukturnetzwerk





Physical Layer

FHSS Modulationsverfahren

FHSS Frequency Hopping Spread Spectrum

- vorhandene Bandbreite 2,4 - 2,4835 GHz aufgeteilt in 79 Frequenzbänder mit je 1 MHz
- jedes der 79 Frequenzbänder stellt einen Kanal bereit
- Sender und Empfänger springen gleichzeitig zwischen den Kanälen (Hopping Sequence)
- Datenaustausch von Sender und Empfänger über die gleiche Frequenz

SYNC 80 bit	SFD 16 bit	PLW 12 bit	PSF 4 bit	Error Header Check 16 bit	PSDU
PLCP Preamble		PLCP Header			Daten

DSSS Modulationsverfahren

DSSS Direct Sequence Spread Spectrum

- ⑥ vorhandene Bandbreite 2,4 - 2,4835 GHz aufgeteilt in 13 Frequenzbänder mit Abstand 22 und 30 MHz
- ⑥ jedes der 13 Frequenzbänder stellt einen Kanal bereit
- ⑥ Sender und Empfänger belegen den selben Kanal
- ⑥ kein Kanalwechsel während der Übertragung
- ⑥ Signal für Übertragung gespreizt

SYNC 128 bit	SFD 16 bit	Signal 8 bit	Service 8 bit	Length 16 bit	CRC 16 bit	MPDU
PLCP Preamble		PLCP Header				Daten



Medium Access Control

802.11 MAC Layer

- ⑥ Funkmedium ist ein Shared-Medium
- ⑥ bei gleichzeitigem Zugriff entstehen Kollisionen
- ⑥ 802.11 MAC Layer
 - △ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance)
 - △ Fragmentierung
 - △ Frame-Wiederholung (Frame Retransmissions)
 - △ Empfangsbestätigung (Acknowledgement)

DCF - 802.11 MAC Layer

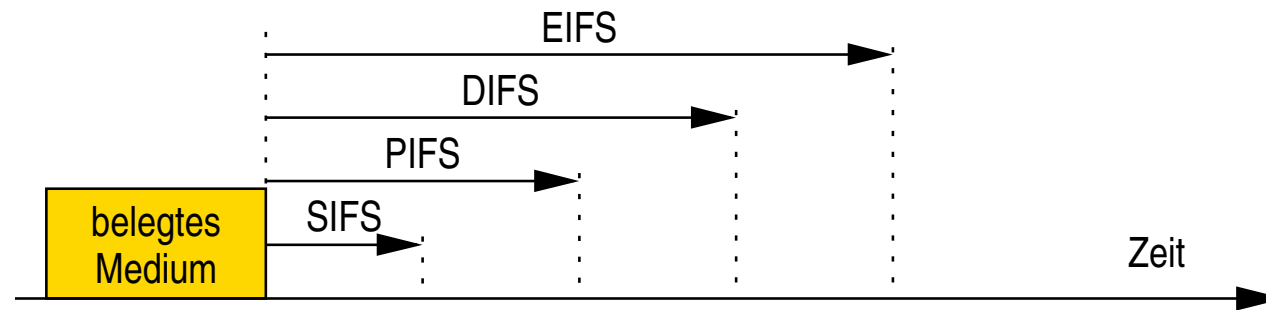
- ⑥ Zugriffsverfahren CSMA/CA
- ⑥ Ziel: Kollisionsvermeidung
- ⑥ NAV Network Allocation Vector
- ⑥ wird durch Duration/ID im Frame-Header gebildet
- ⑥ erst nach Ablauf NAV Zugriffsversuch durch andere Stationen
- ⑥ Kollisionen werden vermieden, sind aber nicht ganz ausgeschlossen

DCF - 802.11 MAC Layer

- ⑥ Erkennung von Kollisionen und Störungen durch Acknowledgement Frame
- ⑥ wird bei erfolgreichem Empfang der Daten ausgesendet
- ⑥ bei Ausbleiben der Empfangsbestätigung liegt eine Kollision oder Störung vor
- ⑥ Daten werden vom Sender nach einer Backoff Zeit erneut gesendet
- ⑥ Broadcast und Multicast Pakete werden nicht bestätigt

Interframe Space - 802.11 MAC Layer

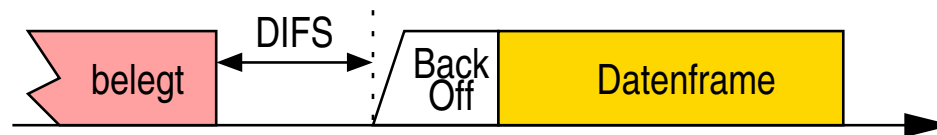
- ⑥ nach Belegung des Medium werden Mindestabstände definiert (Interframe Spaces)



- ⑥ **SIFS** Short Interframe Space
- ⑥ **PIFS** PCF Interframe Space
- ⑥ **DIFS** DCF Interframe Space
- ⑥ **EIFS** Extended Interframe Space

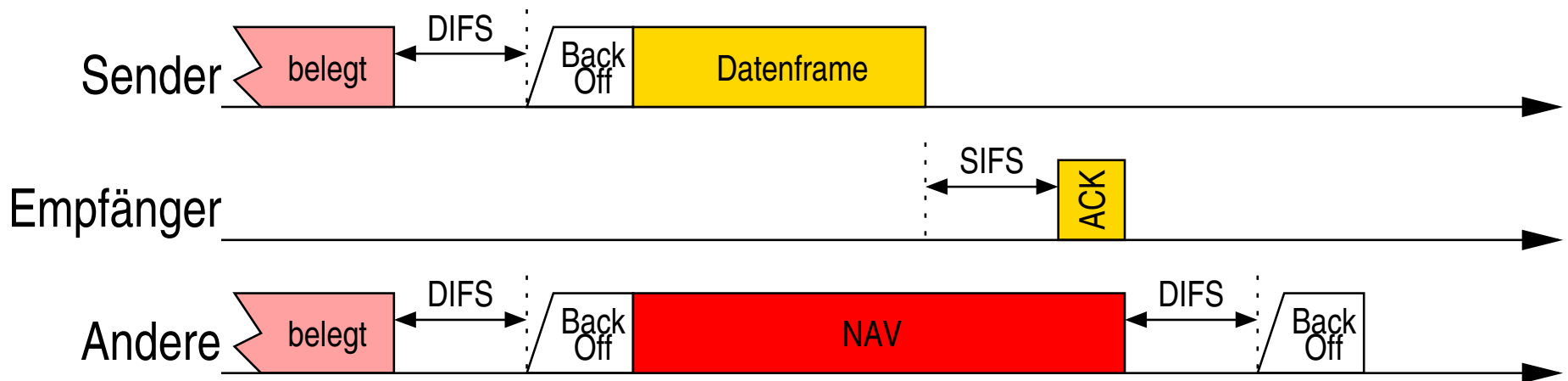
Backoff - 802.11 MAC Layer

- ⑥ Wie können Kollisionen nach DIFS vermieden werden?
- ⑥ Sendeversuch erst nach zufälliger Backoff Zeit



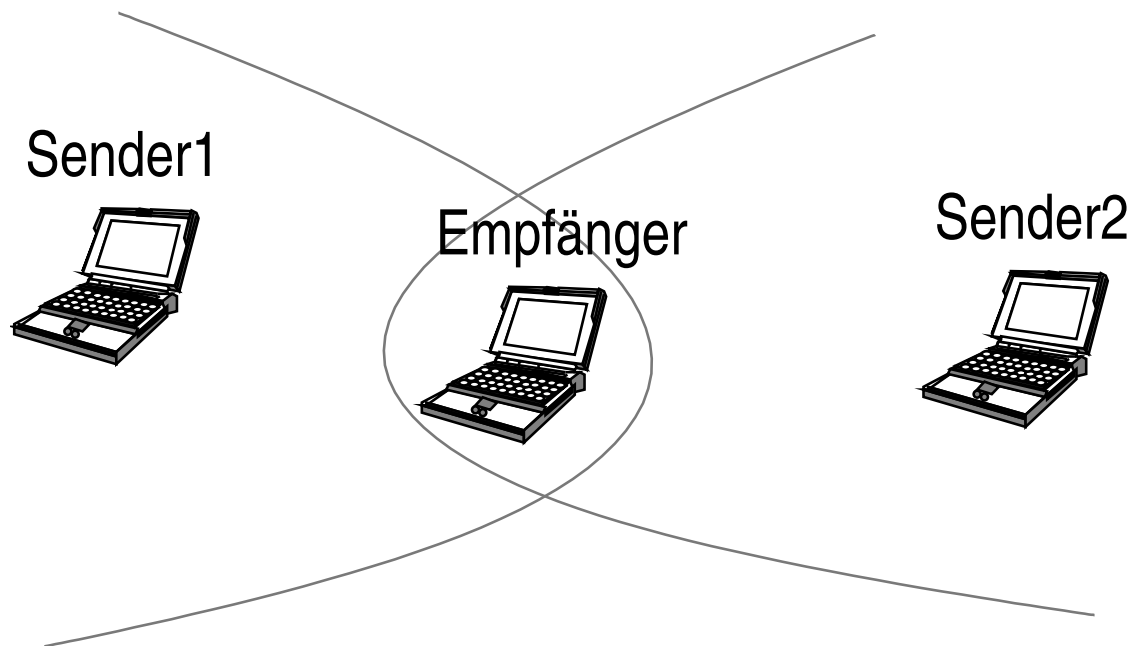
CSMA/CA - 802.11 MAC Layer

6 Übertragung eines Datenpaketes ohne Kollision



RTS/CTS - 802.11 MAC Layer

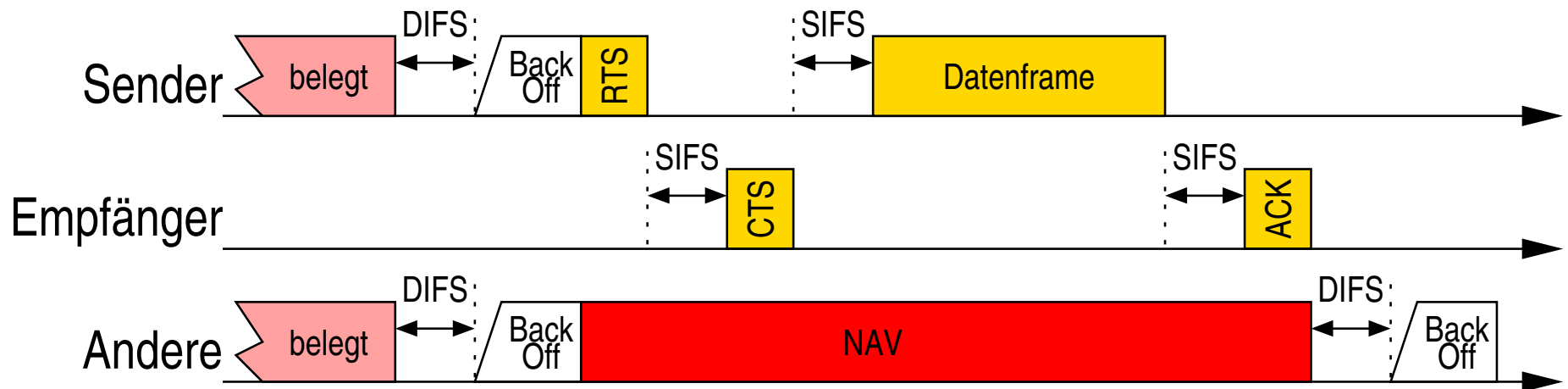
6 Hidden Station Problem



- 6 Wie können Kollisionen zwischen *Sender1* und *Sender2* vermieden werden?

RTS/CTS - 802.11 MAC Layer

- ⑥ Lösung: Medium wird explizit durch Handshake vom Empfänger freigegeben



RTS/CTS - 802.11 MAC Layer



⌚ Vorteile:

- △ Kollisionen werden vermieden
- △ Hidden Station Problem wird gelöst

⌚ Nachteile:

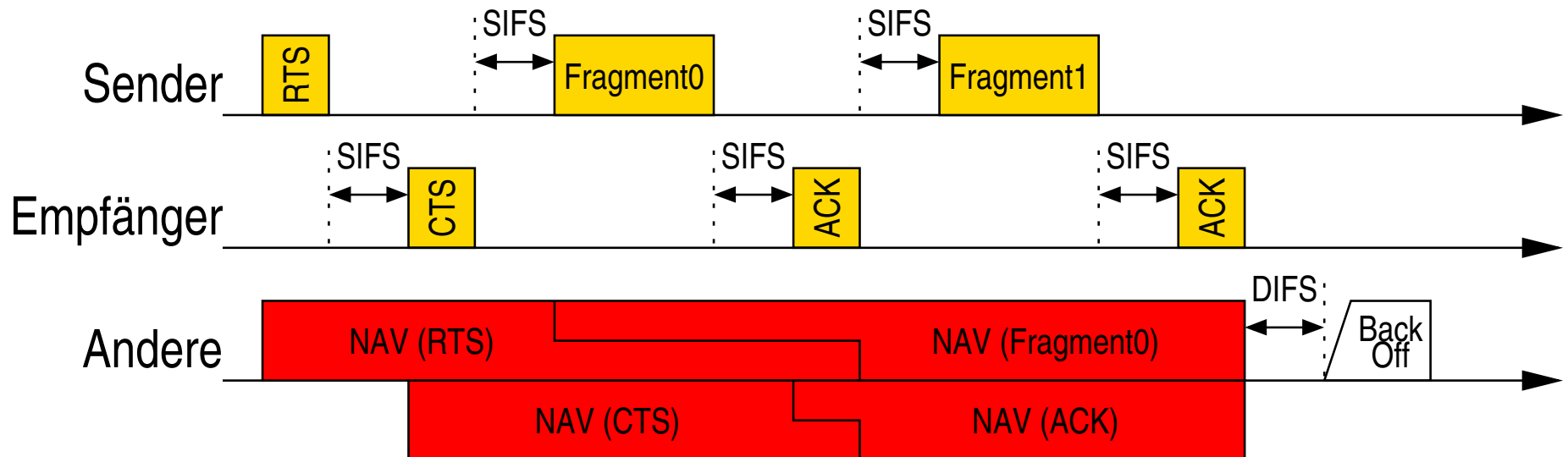
- △ höhere Latenz, geringere Bandbreite
- △ RTS Frames können trotzdem kollidieren
- △ nicht möglich bei Broadcast und Multicast

⌚ Verwendung:

- △ bei asymmetrischen Ausbreitungsbedingungen
- △ bei großen Frames
- △ bei vielen Kollisionen

Fragmentierung - 802.11 MAC Layer

- Wie können große Datenpakete übertragen werden?
- Lösung: Fragmentierung



Fragmentierung - 802.11 MAC Layer

⑥ Vorteile:

- △ robustere Übertragung
- △ Übertragung größerer Nachrichten

⑥ Nachteile:

- △ höhere Latenz, geringere Bandbreite
- △ nicht möglich bei Broadcast und Multicast

⑥ Verwendung:

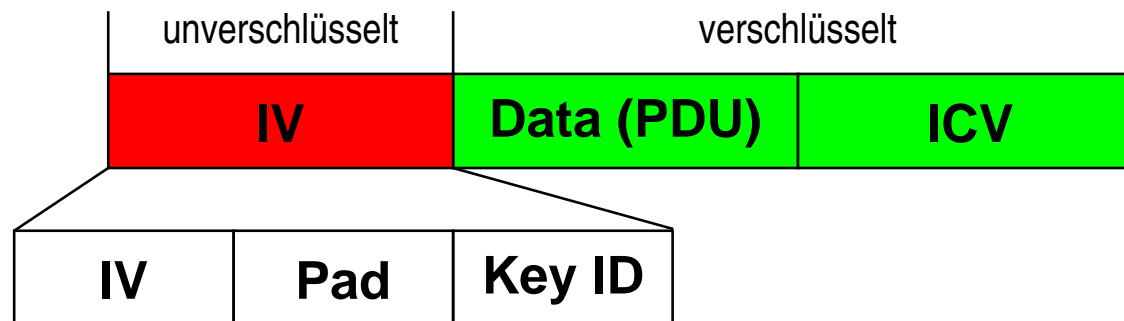
- △ bei hohen Fehlerraten
- △ stark gestörte Umgebungen



Sicherheit

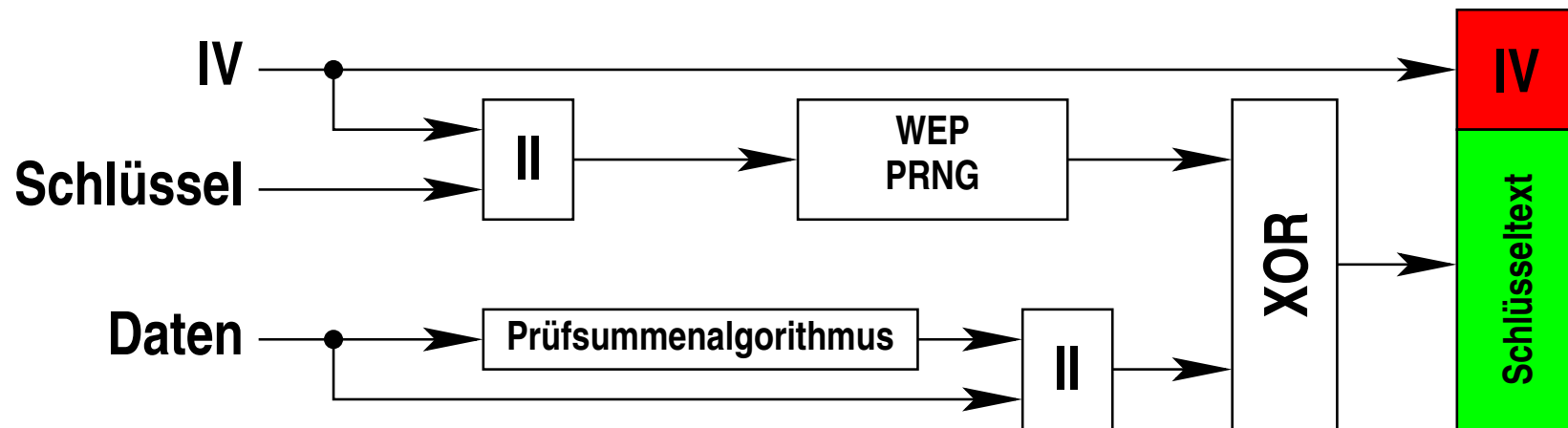
Sicherheit im WLAN

- ⑥ WEP stellt die Grundlage von Sicherheit im WLAN dar
- ⑥ Verschlüsselung der Daten mittels RC4
- ⑥ Schlüssellänge 40 Bit (WEP40) oder 104 Bit (WEP128)
- ⑥ WEP40 im IEEE802.11 Standard integriert
- ⑥ WEP128 von den Herstellern eingeführt



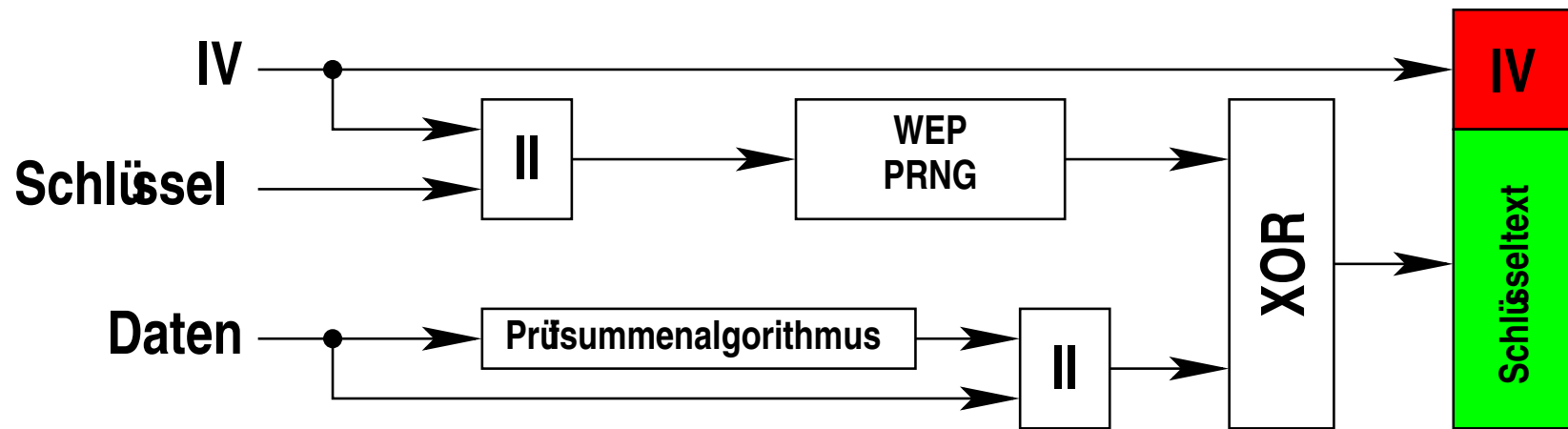
Sicherheit im WLAN

6 Verschlüsselungsalgorithmus



Sicherheit im WLAN

6 Verschlüsselungsalgorithmus



6 Schwachpunkte:

- △ 24 Bit langer IV wird im Klartext übertragen
- △ maximal 4 statische Schlüssel

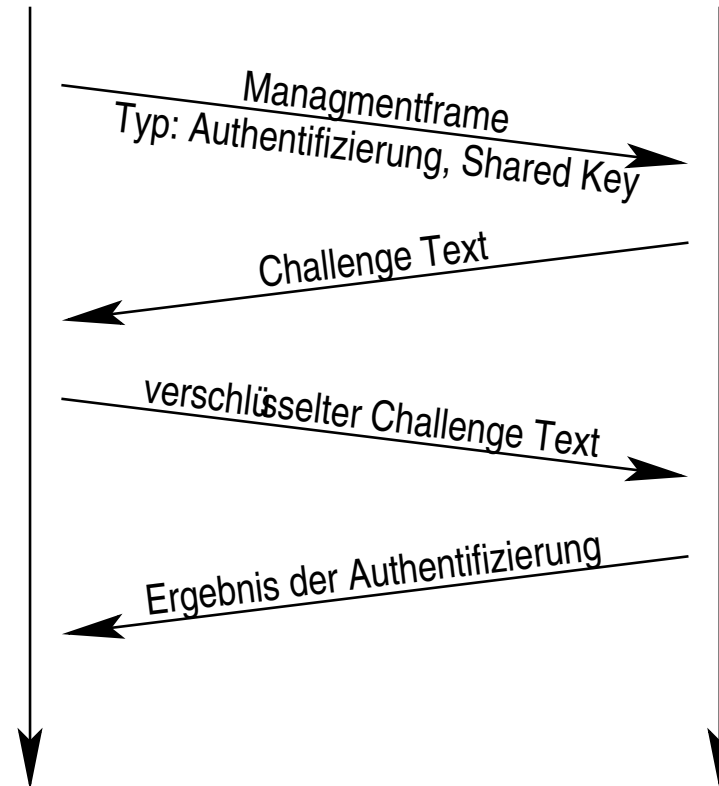
Sicherheit im WLAN



- ⑥ **Open System Authentication** = keine Authentifizierung
- ⑥ **Shared Key Authentication** = siehe Variante mit Schlüssel
(nutzt das Challenge Response Verfahren)

Sicherheit im WLAN

Challenge Response Verfahren zur Authentifizierung



Sicherheit im WLAN

Weitere Verfahren zu Authentifizierung:

- ⑥ ACL (Access Control Lists)
 - △ Anmeldung auf bestimmte MAC Adressen beschränkt
 - △ problematische Verwaltung, da die MAC Adressen manuell eingetragen und ständig aktualisiert werden müssen
- ⑥ SSID als weiteren Schlüssel



WLAN Produkte

WLAN Produkte

- ⑥ WLAN Netzwerkkarten
- ⑥ Geräte für Infrastruktur (Access Points, Router usw.)
- ⑥ Antennen

WLAN Netzwerkkarten

- 6 verschiedene Bauformen (PCMCIA, CompactFlash, USB, PCI...)



Geräte für Infrastruktur

- ⑥ Access Points
 - △ Erweiterung der Reichweite
 - △ fast immer gleichzeitig Bridge-Funktion zu drahtgebundenen Netzen

- ⑥ Router mit integrierten APs
 - △ Router als Zusatzfunktion zum normalen Access Point
 - △ Ausführungen als DSL oder ISDN
 - △ Bauformen mit integrierten Hubs oder Switches

Antennen

- ⑥ dienen der Signalbündelung und Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses
- ⑥ "Verbesserung" wird als Antennengewinn bezeichnet
- ⑥ Antennengewinn wird in der relativen Einheit dBi angegeben
- ⑥ Bezugspunkt ist ein Isotroper Strahler (1 dBi)
- ⑥ 6 dBi = doppelte Strahlungsdichte gegenüber dem Isotropen Strahler

Antennenformen

- ⑥ Dipol
 - △ Gewinn 1,5dbi
 - △ Rundstrahler

Antennenformen

- ⑥ Dipol
- ⑥ Vertical Collinear
 - △ Gewinn 5-11dbi
 - △ Rundstrahler mit vertikale Richtwirkung
 - △ gut geeignet für APs in Gebäuden

Antennenformen

- ⑥ Dipol
- ⑥ Vertical Collinear
- ⑥ Yagi
 - △ Gewinn: 10-35dbi
 - △ starke Richtwirkung
 - △ zur Überbrückung großer Reichweiten

Antennenformen

- ⑥ Dipol
- ⑥ Vertical Collinear
- ⑥ Yagi
- ⑥ Waveguide
 - △ Gewinn: 10-14dbi
 - △ starke Richtwirkung
 - △ zur Überbrückung großer Reichweiten

Antennenformen

- ⑥ Dipol
- ⑥ Vertical Collinear
- ⑥ Yagi
- ⑥ Waveguide
- ⑥ Quad
 - △ Gewinn: 10dbi
 - △ kugelförmige Ausbreitungscharakteristik
 - △ gut geeignet als Feed für Parabolantennen

Antennenformen

- ⑥ Dipol
- ⑥ Vertical Collinear
- ⑥ Yagi
- ⑥ Waveguide
- ⑥ Quad
- ⑥ Helix
 - △ Gewinn: 10-21dbi
 - △ starke Richtwirkung
 - △ zur Überbrückung großer Reichweiten

Antennenformen

- ⑥ Dipol
- ⑥ Vertical Collinear
- ⑥ Yagi
- ⑥ Waveguide
- ⑥ Quad
- ⑥ Helix
- ⑥ R. Dean Straw: *ARRL Antenna Book*

Quellen

- ⑥ Jörg Rech: *"Ethernet Technologien und Protokolle für die Computervernetzung"*, Heise Verlag, 1. Auflage 2002
- ⑥ http://www.artem.de/cgi-bin/presse/presseinfos.py?spr_id=1&prss_id=2660 (28.10.2003)
- ⑥ R. Dean Straw: *ARRL Antenna Book*, 20th Bk&Cr
- ⑥ <http://www.myteron.de/wavehan/> (29.10.2003)