



## Medienengineering / Netzwerke

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

# Konzepte schneller Funk-LANs

Gerrit Kalkbrenner

---



---

---

---


---

---

---

---

---



## Aufgaben

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

- Informationsservices, anywhere , anytime
- mit UMTS erst aktuell auf den Weg gebracht
- im LAN bereits seit längerer Zeit existent

- Festnetz: 100 Mbit/sec
- Mobil: 11 MBit/sec

---



---

---

---


---

---

---

---

---



## Neue Standards:

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

- US-Standard IEEE 802.11a
- Europäischer Standard: HiperLAN2

---



---

---

---

---

---

---

---

---



## Bisherige Datenraten

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- IEEE 802.11: 2 Mbit/sec
- IEEE802.11b: 11 Mbit/sec

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

4

---

---

---

---

---

---

---

---



## Eigenschaften des drahtlosen Mediums

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- Ausbreitung in allen drei Dimensionen
- Werden von Gegenständen reflektiert oder gedämpft
- Unterschiedliche Auswirkungen auf verschiedene Frequenzen

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

5

---

---

---

---

---

---

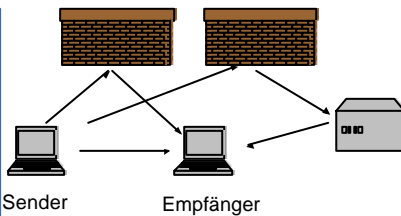
---

---



## Mehrwegausbreitung

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- Line-Of-Sight-Pfad
- Non-Line-Of Sight-Pfad

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

6

---

---

---

---

---

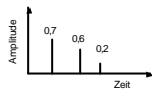
---

---

---



- Gesendetes Signal  $s(t)$
- Empfangenes Signal  $e(t)$
- $e(t)$ : Summe von zeitversetzten, gewichteten Versionen von  $s(t)$



---

---

---

---

---

---

---

---



- Bei hohen Datenraten: Überlagerung der Signale mit verzögerten Signalen
- Störung des Signals durch sich selbst
- Hohe Bandbreiten:  
Intersymbol-Interferenz als limitierender Faktor

---

---

---

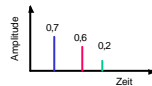
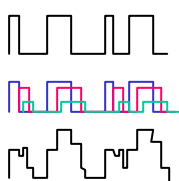
---

---

---

---

---



Identifikation der gesendeten Bit nicht möglich

---

---

---

---

---

---

---

---

## Mögliche Lösungen



- Entzerrungen
- Forward Error Correction (FEC)  
(802.11b: Chips)
- Bandspreizung  
(DSSS: Direct Sequence Spread Spread  
Spectrum)
- Multi-Carrier-Modulation (MCM)

10

---

---

---

---

---

---

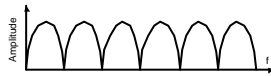
---

---

## MCM: Multi Carrier Modulation



- Anstelle eines Trägers mit hoher Bandbreite  
viele Träger mit niedriger Bandbreite



- OFDM: Orthogonal Frequency Division  
Multiplexing
- Gleichmäßige Aufteilung des Frequenzbandes  
in Subträger

11

---

---

---

---

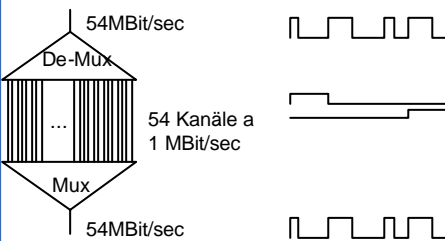
---

---

---

---

## Multiplexing /Demultiplexing



12

---

---

---

---

---

---

---

---



## USA: Ergänzung IEEE 802.11

Lehrstuhl für Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste



- 54 Mbit/sec Brutto
- 802.11 a (5 GHz-Band)
- 802.11 g (2,5 GHz-Band, ISM-Band)

Universität Potsdam  
Institut für Informatik

13

---

---

---

---

---

---

---

---



## 802.11 g

Lehrstuhl für Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste



- Nutzung der bisherigen Infrastruktur (Antennen)
- Übergang auf höhere Bandbreiten
- Störung durch andere Systeme (BT, Mikrowelle)
- Standardisierung frühestens im Sommer 2002

Universität Potsdam  
Institut für Informatik

14

---

---

---

---

---

---

---

---



## 802.11 a (5 GHz-Band)

Lehrstuhl für Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste



- Weltweit uneinheitliche Frequenzen
- USA: 300 MHz Bandbreite in 3 Unterbändern (je 100 MHz)
- Unterband 1:  
5,15-5,25 GHz mit 4 Kanälen  
Sendeleistung max. 40 mW  
je Kanal: 52 Subträger (48 Kanäle für Daten)

Universität Potsdam  
Institut für Informatik

15

---

---

---

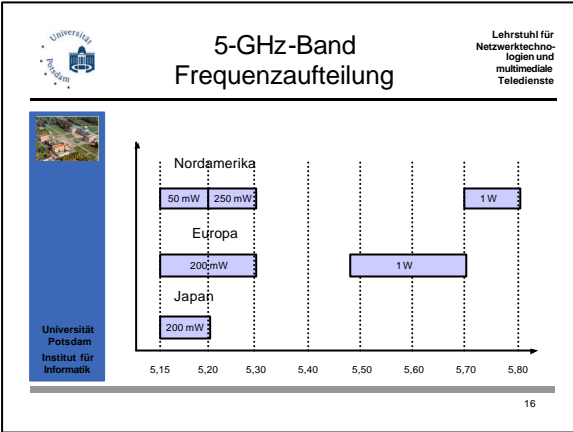
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Universität Potsdam

## Anpassung der Modulation und Codierung

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste

Mögliche Modulationen (125 KHz/Kanal)

- BPSK, Binary Phase Shift Keying (2 Zustände)
- QPSK, Quad Phase Shift Keying (4 Zustände)
- QAM, Quadratur Amplituden Modulation (16 oder 64 Zustände)

Fehlerkorrektur

- 1/2: 2 Bit senden, 1 Datenbit Last
- 3/4: 4 Bit senden, 3 Datenbit Last

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Universität Potsdam

## Modulation für 48 Subträger

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste

Mbit/sec	Modulation	Bit/Sub-carrier	Bit/OFDM Symbol	Kodier-rate	Datenbit/OFDM Symbol
6	BPSK	1	48	1/2	24
9	BPSK	1	48	3/4	36
12	QPSK	2	96	1/2	48
18	QPSK	2	96	3/4	72
24	16-QAM	4	192	1/2	96
36	16-QAM	4	192	3/4	144
48	64-QAM	6	288	2/3	192
54	64-QAM	6	288	3/4	216

(125 KHz/Kanal)

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## IP-Durchsatz

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- Overhead durch Mac-Layer
- 54 MBit/sec entspricht 32 MBit/sec für IP
- Abnahme um 10 Mbit/sec pro 30 Meter

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

19

---

---

---

---

---

---

---

---



## QoS in 802.11a

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- CSMA-CD, Asynchroner Mechanismus
- PCF, Point Coordination Function
- Anmeldung und Zuweisung von Bandbreiten
- Vertrag auf Arbeitsgruppe 802.11e

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

20

---

---

---

---

---

---

---

---



## UMTS-Nachfolger für Hot-Spots

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- UMTS gerade erst in Japan eingeführt
- Datenraten überwiegend  $< 2$  Mbit
- nicht kostengünstig
- nicht flächendeckend
- Investitionen rechnen sich nicht
- Diskussionen um UMTS-Nachfolgesysteme
- Hierarchische Netzwerke

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

21

---

---

---

---

---

---

---

---



## Verschiedene Standards

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- Vermeidung verschiedener Endgeräte

### **Softradio**

- HF-Endstufe, Modulation komplett gesteuert durch Software
- Mobile Code: Laden der jeweiligen Protokoll-Software beim Provider

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

22

---

---

---

---

---

---

---

---



## Literatur

Lehrstuhl für  
Netzwerktechno-  
logien und  
multimediale  
Teledienste



- A.L. Intini, Orthogonal Frequency Division Multiplexing for Wireless Networks, University of California in Santa Barbara
- Anne Wiesler, Parametergesteuertes Software -Radio für Mobilfunksysteme
- Proxim, 802.11a: a very High Speed, Highly Scalable Wireless LAN Standard, White Paper
- 5 GHz WLAN: [www.acticom.de](http://www.acticom.de)

Universität  
Potsdam  
Institut für  
Informatik

23

---

---

---

---

---

---

---

---