

Drahtlose Netzwerke

Grundlagen und Einsatzfelder

Spiro Trikaliotis

**Institut für verteilte Systeme
Echtzeitsysteme und Kommunikation**

uni@trikaliotis.net

spiro@mail-ivs.cs.uni-magdeburg.de

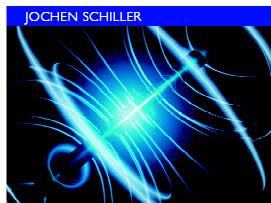
<http://www-ivs.cs.uni-magdeburg.de/EuK/>

Literatur



Nett, E., Mock, M., Gergeleit, M.:
Das drahtlose Ethernet; Addison-
Wesley, München 2001;
ISBN 3-8273-1741-X

Mobile
Communications
Second Edition



Schiller, J.: **Mobilkommunikation**,
2. Auflage, Pearson Studium, 2003,
ISBN 3-8273-7060-4



Tanenbaum, A: **Computer
Networks**, Prentice Hall,
ISBN 0-13-349945-6



Walke, B.: **Mobilfunknetze und
ihre Protokolle, Band 2**; Teubner
2000;
ISBN 3-519-16431-0



Inhalt

1. Einführung

- Anwendungen, Geschichte, Überblick

2. Bitübertragungsschicht (PHY)

3. Sicherungsschicht

4. Standards

5. Mobile Vermittlungsschicht

6. Mobile Transportschicht

7. Ad-Hoc Netzwerke

8. Mobile Anwendungsschicht



Drahtlose Netzwerke

Grundlagen und Einsatzfelder

Einführung

Wieso mobile Kommunikation?

- **Neuer Trend in der IT: Mobile Computing**
- **Zwei Aspekte der Mobilität:**
 - *Benutzermobilität:* Der Benutzer kommuniziert (drahtlos) “zu jeder Zeit, an jedem Ort, mit jedermann.”
 - *Gerätemobilität:* Ein Endgerät kann zu einer beliebigen Zeit, an einem beliebigen Ort im Netz angeschlossen werden.

➤ **Drahtlos vs. Mobil**



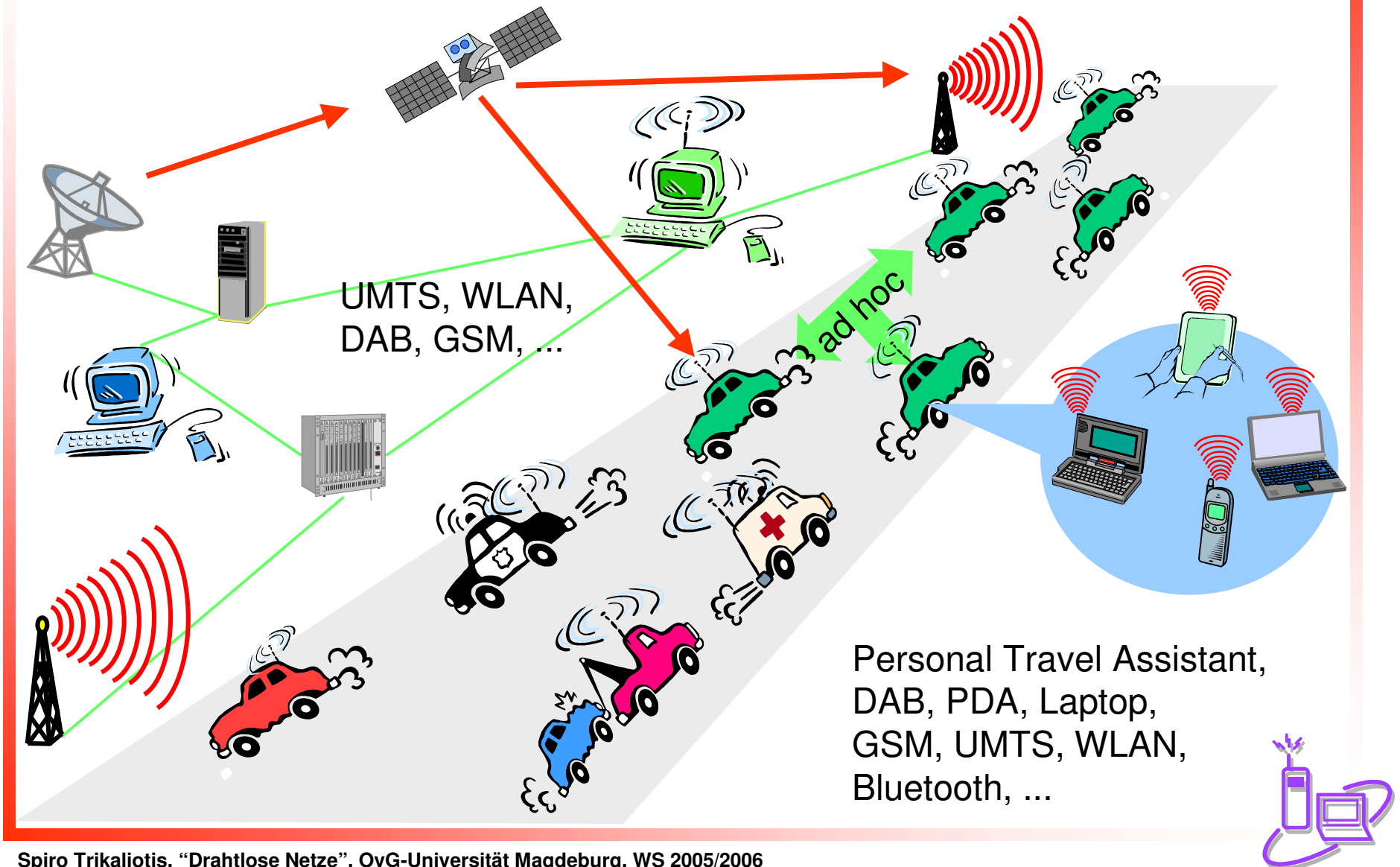
Beispiele



stationäre Arbeitsplatzrechner
Notebook im Hotel
WLANs in nicht verkabelten
Gebäuden
Personal Digital Assistant (PDA)



Anwendung: Straßenverkehr



Unterschiede zu Festnetzen

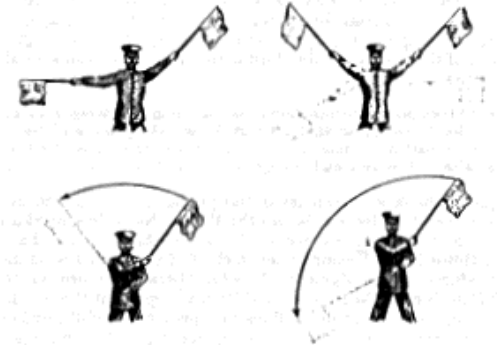
- **Höhere Fehlerraten durch Interferenzen**
 - Einstrahlung von z.B. Elektromotoren, Blitzschlag
- **Restriktivere Regulierungen der Frequenzbereiche**
 - Frequenzen müssen koordiniert werden, die sinnvoll nutzbaren Frequenzen sind schon fast alle vergeben
- **Niedrigere Übertragungsraten**
 - lokal einige Mbit/s, regional derzeit z.B. 9,6kbit/s mit GSM
- **Höhere Verzögerungen, größere Schwankungen**
 - Verbindungsaufbauzeiten via GSM im Sekundenbereich, auch sonst einige hundert Millisekunden
- **Geringere Sicherheit gegenüber Abhören, aktive Attacken**
 - Luftschnittstelle ist für jeden einfach zugänglich, Basisstationen können vorgetäuscht werden
- **Stets geteiltes Medium**
- **sichere Zugriffsverfahren wichtig**



Erfindungen und Entdeckungen

➤ Kommunikation mit (Licht-)Wellen

- Flaggen („Semaphore“), Zeiger
- 150 v.Chr. Rauchsignale zur Kommunikatio
- 1794, Optischer Telegraph, Claude Chappe



➤ Funk

- 1831 Faraday demonstriert elektromagnetische Induktion
- 1864 Maxwell: Theorie der elektromagnetischen Felder, Wellengleichungen
- 1886 H. Hertz demonstriert experimentell den Wellencharakter der elektrischen Übertragung durch den Raum



Geschichtliche Entwicklung I

- **1896 Guglielmo Marconi**
 - erste Demonstration der drahtlosen Telegraphie (digital!)
 - Langwellenübertragung, hohe Sendeleistungen benötigt (> 200kW)
- **1907 Kommerzielle Transatlantik-Verbindungen**
 - sehr große Basisstationen (30 100m hohe Antennenmasten)
- **1915 Drahtlose Sprachübertragung New York - San Francisco**
- **1920 Entdeckung der Kurzwelle durch Marconi**
 - Reflexion an der Ionosphäre
 - kleinere Sender und Empfänger, ermöglicht durch die Erfindung der Vakuumröhre (1906, Lee DeForest und Robert von Lieben)
- **1926 Zugtelefon auf der Strecke Hamburg - Berlin**
 - Drähte parallel zur Bahntrasse



Geschichtliche Entwicklung II

- **1933 Frequenzmodulation (E. H. Armstrong)**
- **1958 A-Netz in Deutschland**
 - analog, 160MHz, Verbindungsaufbau nur von der Mobilstation, kein Handover, 80% Flächendeckung, 1971 11000 Teilnehmer
- **1972 B-Netz in Deutschland**
 - analog, 160MHz, Verbindungsaufbau auch aus dem Festnetz heraus (aber Aufenthaltsort der Mobilstation muss bekannt sein)
 - ebenso in A, NL und LUX, 1979 13000 Teilnehmer in D
- **1982 Start der GSM-Spezifikation**
 - Ziel: paneuropäisches digitales Mobilfunknetz mit Roaming
- **1983 Start des amerikanischen AMPS (Advanced Mobile Phone System, analog)**
- **1984 CT-1 Standard (Europa) für schnurlose Telefone**



Geschichtliche Entwicklung III

- **1986 C-Netz in Deutschland**
 - analoge Sprachübertragung, 450MHz, Handover möglich, digitale Signalisierung, automatische Lokalisierung der Mobilstation
 - bis 2000 im Einsatz, Dienste: FAX, Modem, Datex-P, e-mail, 98% Flächendeckung
- **1991 Spezifikation des DECT-Standards**
 - Digital European Cordless Telephone (heute: Digital Enhanced Cordless Telecommunications)
 - 1880-1900MHz, ~100-500m Reichweite, 120 Duplexkanäle, 1,2Mbit/s Datenübertragung, Sprachverschlüsselung, Authentifizierung, mehrere 10000 Nutzer/km², Nutzung in 40 Ländern
- **1992 Start von GSM**
 - in D als D1 und D2, voll digital, 900MHz, 124 Trägerfrequenzen, automatische Lokalisierung, Handover, zellular, Roaming in Europa - nun auch weltweit, Dienste: Daten mit 9,6 kbit/s, FAX, Sprache, ...



Geschichtliche Entwicklung IV

- **1994 E-Netz in Deutschland**
 - GSM mit 1800MHz, kleinere Zellen, derzeit 11 Länder
- **1996 HiPeRLAN (High Performance Radio LAN)**
 - ETSI, Standardisierung von Typ 1: 5,15 - 5,30GHz, 23,5Mbit/s
 - Vorschläge für Typen 2 und 3 (beide 5GHz) und 4 (17GHz) als drahtlose ATM-Erweiterungen (bis 155Mbit/s)
- **1997 Wireless LAN - IEEE802.11**
 - IEEE-Standard, 2,4 - 2,5GHz und Infrarot, 2Mbit/s
 - viele proprietäre Produkte schon früher
- **1998 Spezifikation von GSM-Nachfolgern**
 - UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) als europäischer Vorschlag für IMT-2000
- **1998 Iridium**
 - 66 Satelliten (+6 Reserve), 1,6GHz zum Mobiltelefon

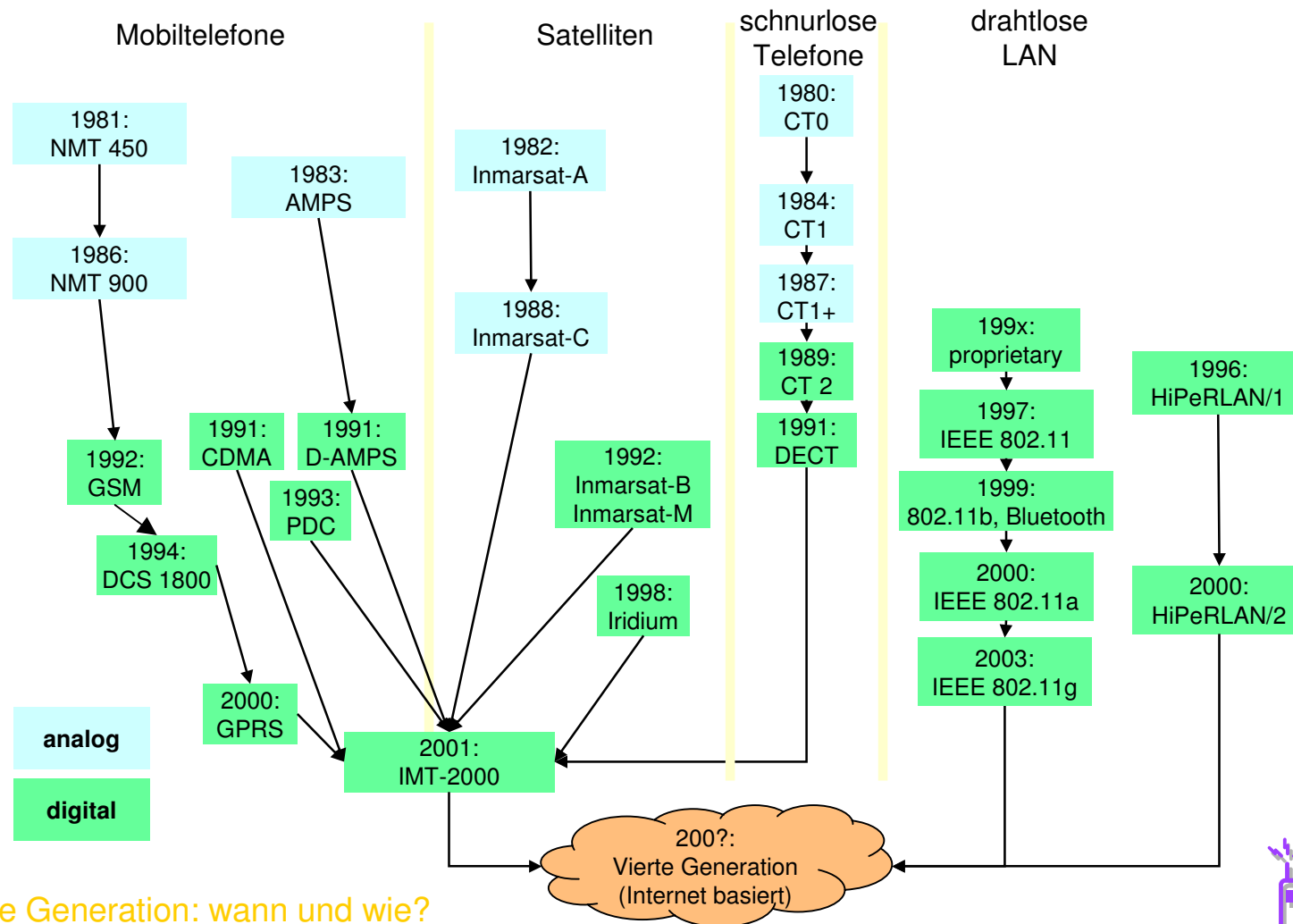


Geschichtliche Entwicklung V

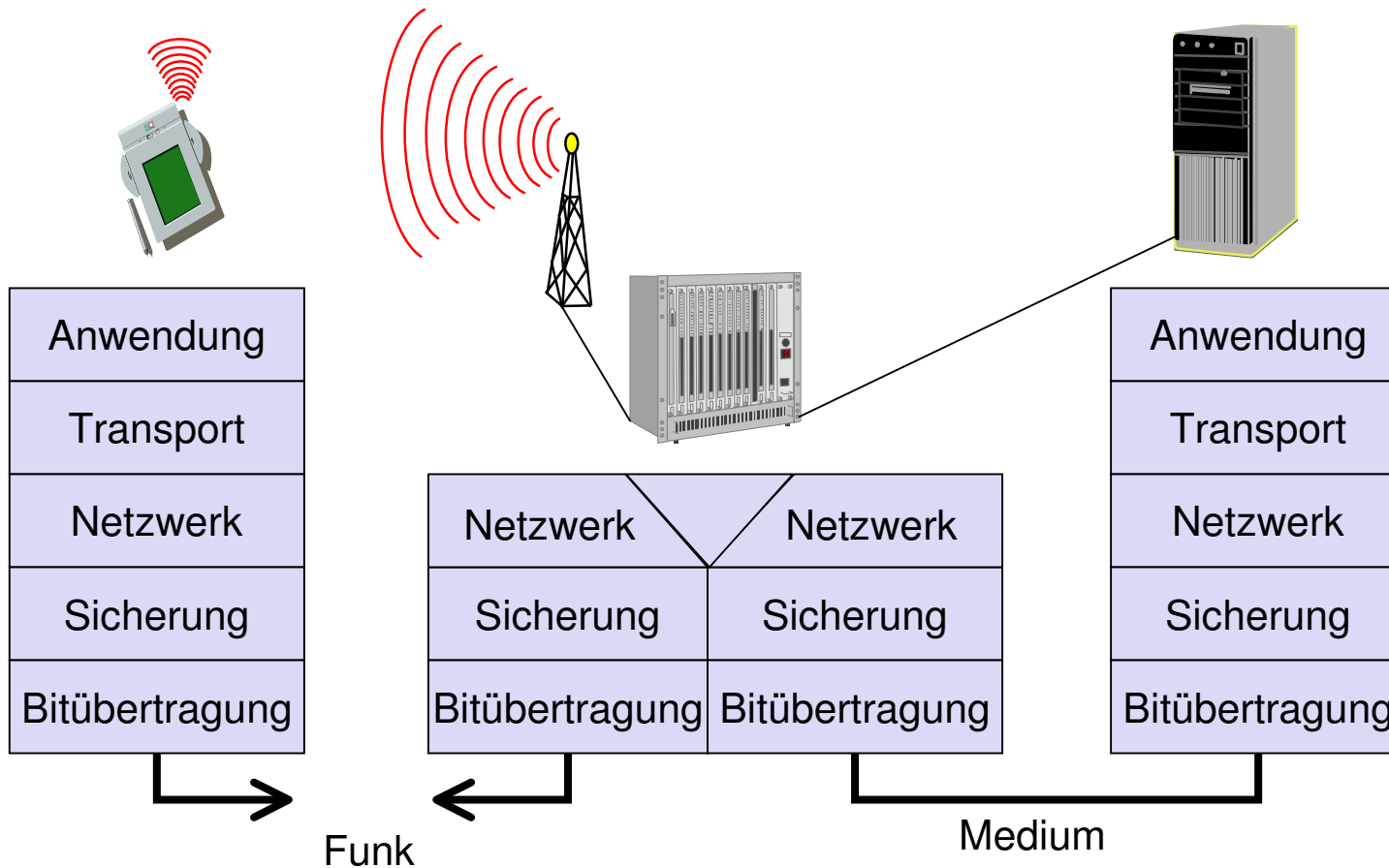
- **1999 Weitere drahtlose LANs**
 - IEEE-Standard 802.11b, 2,4 - 2,5GHz, 11Mbit/s
 - Bluetooth für PANs, 2,4GHz, < 1Mbit/s
- **1999 Entscheidung über IMT-2000**
 - Mehrere „Familienmitglieder“: UMTS, cdma2000, DECT, ...
- **2000 GSM mit höheren Übertragungsraten**
 - HSCSD bietet bis zu 57,6kbit/s
 - Erste GPRS-Installationen mit bis zu 115,2kbit/s
- **2000 UMTS-Versteigerungen/-Schönheitswettbewerbe**
 - Höhenflug und erste Ernüchterung (über 50 Mrd. € für 6 Lizenzen bezahlt)
- **2001 Start von 3G-Systemen**
 - cdma2000 in Korea (nicht so ganz 3G am Anfang), UMTS-Tests in Europa, Foma (beinahe UMTS) in Japan



Entwicklung des Mobilfunks



Vereinfachtes Referenzmodell



Mobilkommunikation im Referenzmodell

Anwendungsschicht

- Dienstlokation
- Multimedia
- Adaption

Transportschicht

- Staukontrolle, Flusskontrolle
- Dienstqualität

Netzwerkschicht

- Adressierung, Wegewahl, Endgerätelokalisierung
- Handover

Sicherungsschicht

- Authentifizierung
- Medienzugriff
- Multiplexing
- Medienzugangskontrolle
- Verschlüsselung

Bitübertragungsschicht

- Modulation
- Interferenzen
- Dämpfung
- Frequenzen

