

## II. Kommunikationssysteme

### Kapitel 3: Kabelgebundene und drahtlose Netze

- 1. Kabelgebundene Netzwerke
- 2. Drahtlose Netzwerke

- Kabelgebundene Netzwerke

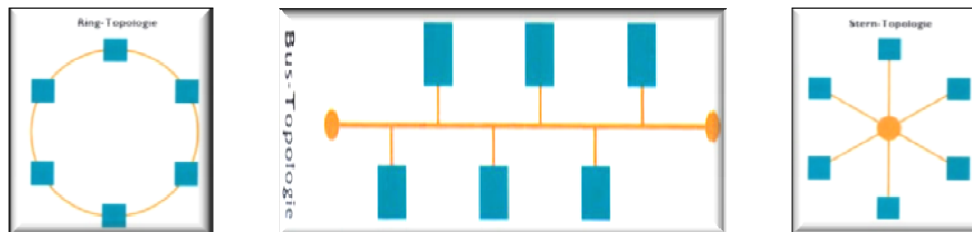
- Verwenden unterschiedliche Leiter zum Aufbau eines Netzwerkes

- o z.B. Koaxialkabel, Twisted-Pair, Glasfaser, ...



- Bedienen sich unterschiedlichen Topologien

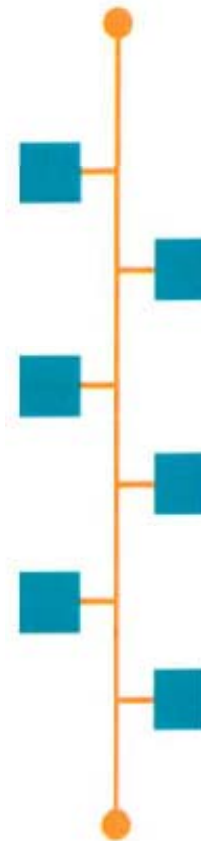
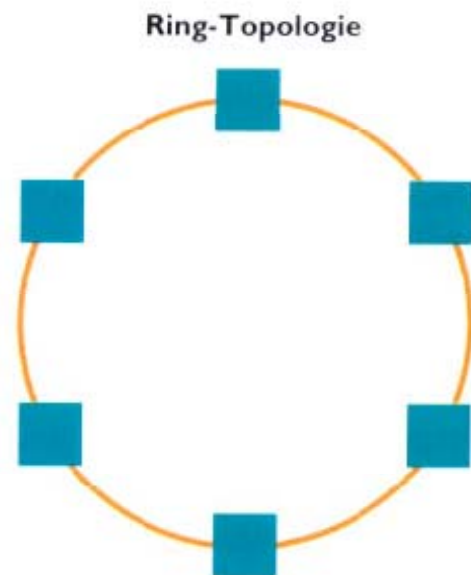
- o z.B. Ring, Bus, Stern



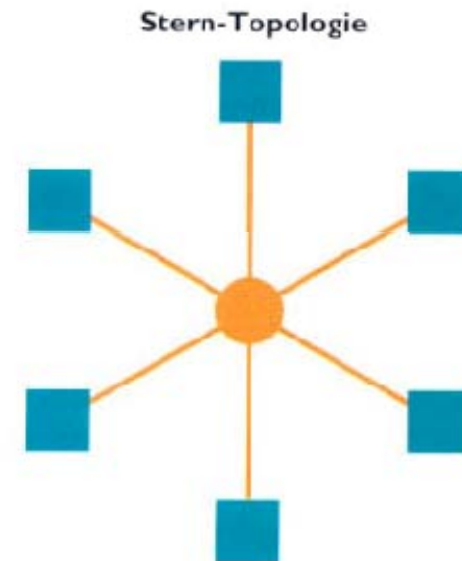
- Unterstützen unterschiedliche Übertragungsraten

- o 10 / 100 / 1000 Mbit

Quelle: Laudon, K.C., Laudon, J.P., Schoder, D. (2006)



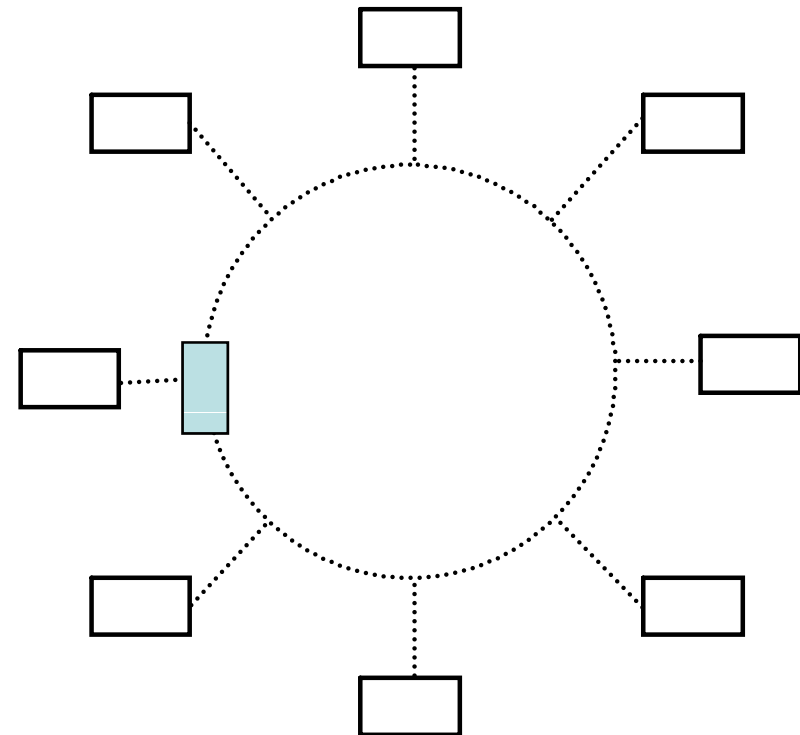
Bus-Topologie



Quelle: Laudon, K.C., Laudon, J.P., Schoder, D. (2006)

## Ring-Netzwerk

- Auf dem Ring zirkuliert ein Token.
- Nur wer im Besitz des Tokens ist, hat das Recht zu senden.
- Keine Kollisionen
- Sendende Station nimmt Token vom Ring, bis Sendevorgang abgeschlossen ist.

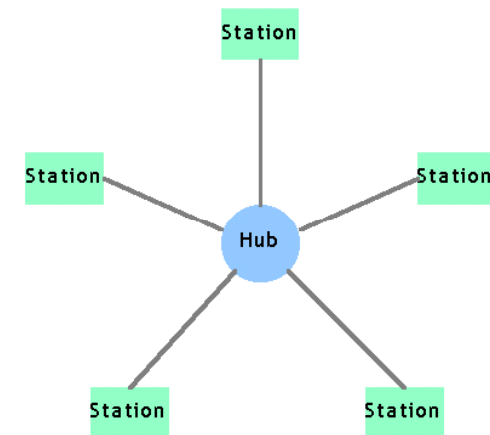


Quelle: Tanenbaum, A. (2006)

- Ethernet
  - Unter der Bezeichnung Ethernet wurde Anfang der 70er Jahre von der Firma Xerox und dann ab 1980 gemeinschaftlich von den Firmen DEC, Intel und Xerox (DIX-Gruppe) ein CSMA/CD-Verfahren implementiert, das eine Weiterentwicklung des an der Universität von Hawaii entwickelten Aloha-Konzeptes war.
  - Eigentlich ist Ethernet also die Bezeichnung für ein Produkt der Firmen Xerox, DEC und Intel, das mit der IEEE-Spezifikation 802.3 über Jahre hinweg sogar inkompatibel war.
  - 10Base5
    - o Die Variante 10Base5 wird häufig als "klassisches" Ethernet bezeichnet, weil diese Variante die erste Ethernet-Spezifikation darstellte.
    - o Topologie: Bus
    - o Übertragungsmedium: Koaxialkabel
    - o Maximale Länge eines Kabelsegments: 500 m
    - o Übertragungsrate: 10 Mbit/s

Quelle: Tanenbaum, A. (2006)

- 10Base-T
  - o Mit der Einführung dieser Ethernet-Varianten war es erstmals möglich, strukturierte Gebäudeverkabelungen auf der Basis von Kupferkabel aufzubauen. Letztlich bedeutete dies auch das Ende der Ethernet-Varianten mit Koax-Kabel
  - o Topologie: Stern
  - o Übertragungsmedium: Kupferkabel
  - o Maximale Länge eines Kabelsegments: 100 m
  - o Übertragungsrates: 10 Mbit/s



Quelle: Tanenbaum, A. (2006)

- 100Base-TX
  - o Topologie: Stern
  - o Übertragungsmedium: 2-paariges Kabel (UTP , optional STP)
  - o Übertragungsrate: 100 Mbit/s
  
- 1000Base-T
  - o Topologie: Stern
  - o Übertragungsmedium: 4-paariges, symmetrisches Kabel (UTP 100  $\Omega$  Kategorie 5 oder besser)
  - o Maximale Länge eines Kabelsegments: 100 m
  - o Bit-Übertragungsrate: 1000 Mbit/s

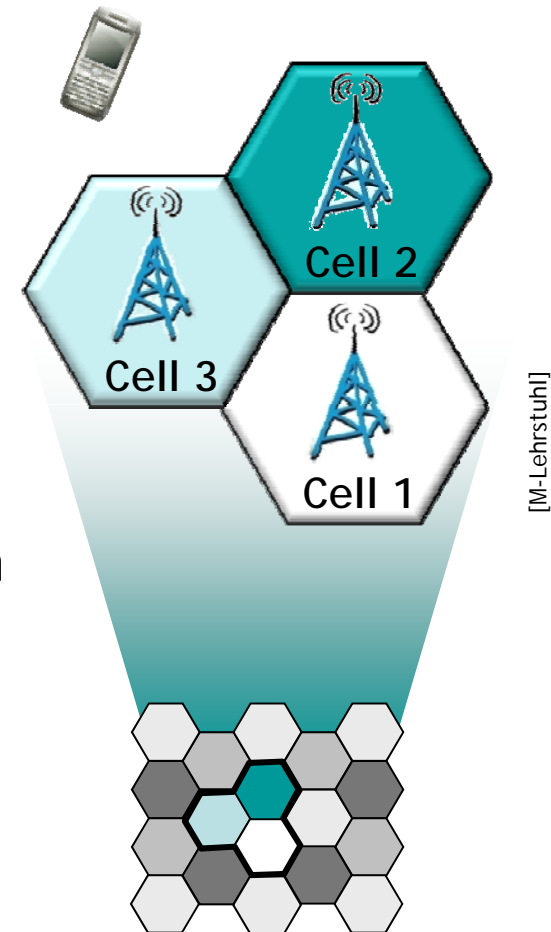
- 1. Kabelgebundene Netzwerke
- 2. Drahtlose Netzwerke

- Drahtlose Netzwerke verwenden im Gegensatz zu kabelgebundenen Netzwerken die Luft als Übertragungsschnittstelle.
  
- Im Folgenden werden fünf ausgewählte Arten drahtloser Kommunikation unterschieden:
  - GSM
  - UMTS
  - Bluetooth
  - Wireless LAN
  - WiMAX

# Cell Based Communication (CBC)

## What is a Cellular Network?

- Cellular networks are radio networks consisting of several transmitters.
- Each transmitter or base station covers a certain area → **a cell**.
- Cell radii can vary from tens of meters to several kilometres.
- The shape of a cell is influenced by the environment (buildings, etc) and usually neither hexagonal nor a perfect circle, even though this is the usual way of drawing them.



Quelle: Schiller, J. (2003)

- Cellular networks offer a number of advantages compared to alternative solutions:
  - **Higher capacity:** Cells offer the possibility to “reuse” the transmission frequencies assigned to mobile devices (e.g. by multiplexing). In order to do so, the networks need a thorough planning of the position of base stations and their frequencies.
    - More users can use the infrastructure.
  - **Reduced transmission power:** Reduced power usage for the mobile device, due to the fact that only a limited amount of transmission power is needed in a small cell, compared to a far away base station.
    - Reduced power consumption for mobile devices

Quelle: Schiller, J. (2003)

- Cellular networks offer a number of advantages over alternative solutions:
  - **Robustness:** Cellular systems are decentralised with regard to their base stations. In the case that one antenna fails, only a small area gets affected.
    - Failure of one base station does not affect the complete infrastructure.
  - **Better coverage:** Cells can be adapted to geographic conditions (mountains, buildings, etc.).
    - Better availability of the infrastructure

Quelle: Schiller, J. (2003)

- However, there are also some drawbacks of cell based communication infrastructures:
  - **Required infrastructure:** A complex and costly infrastructure is required in order to link all base stations. This includes switches, antennas, location registers, etc.
  - **Handover needed:** When changing from one cell to another, a handover mechanism is needed that allows a change of cells in real-time. These mechanisms are complex.
  - **Frequency planning:** The distribution of the frequencies being used for the base stations needs to be planned carefully, in order to minimise interferences, etc.

Quelle: Schiller, J. (2003)

- Abbreviation for **G**lobal **S**ystem for **M**obile Communications (GSM)



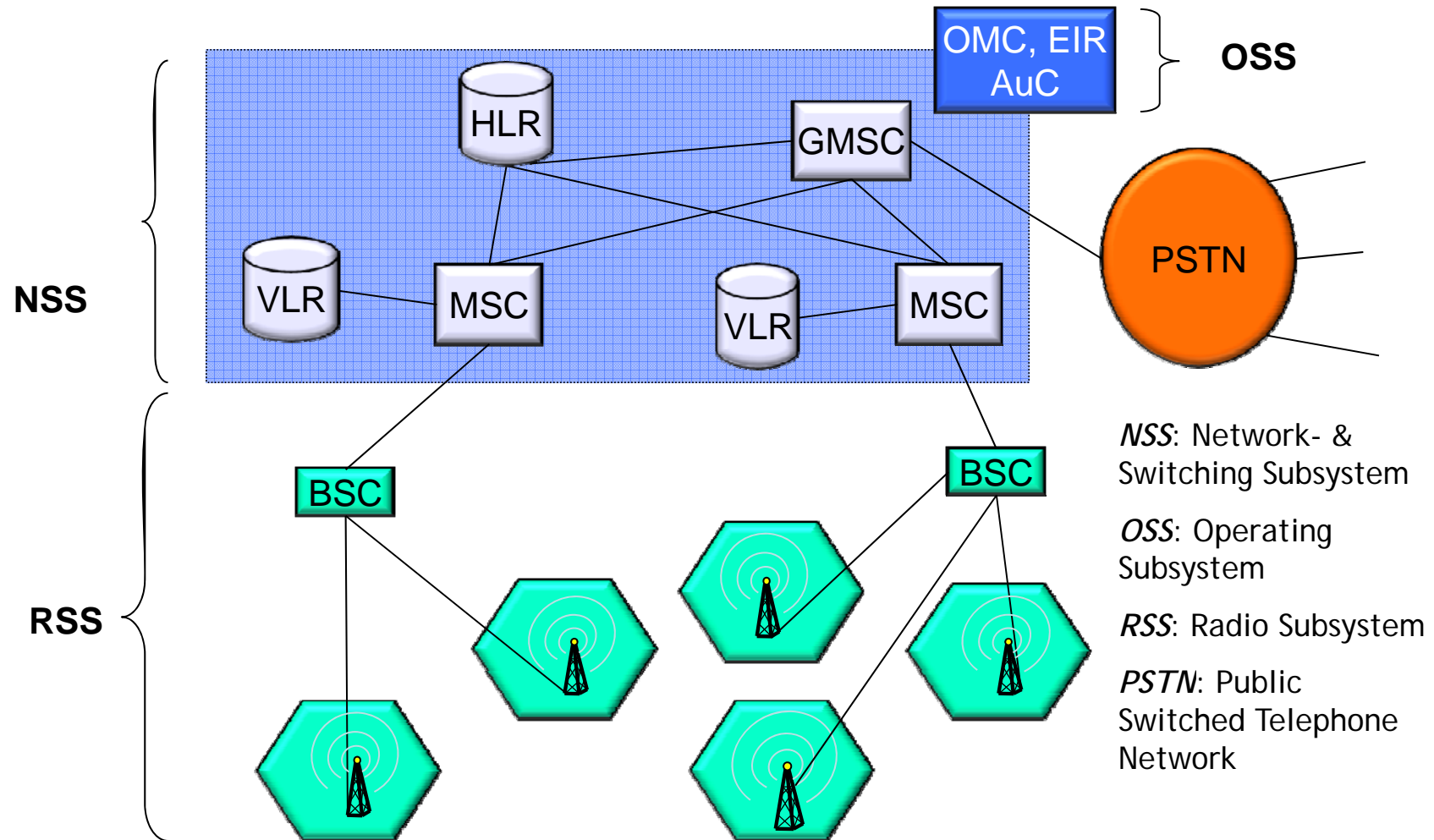
- Originally 1982 driven by "*Groupe Spéciale Mobile*" in order to create a cross national standard contrary to national analogue standards

- European standard by *ETSI* (European Telecommunications Standardisation Institute)



- Worldwide adoption of the standard in more than *212 countries and territories* (most successful mobile radio system up to now)
- Thus, worldwide roaming among different mobile network operators became possible.

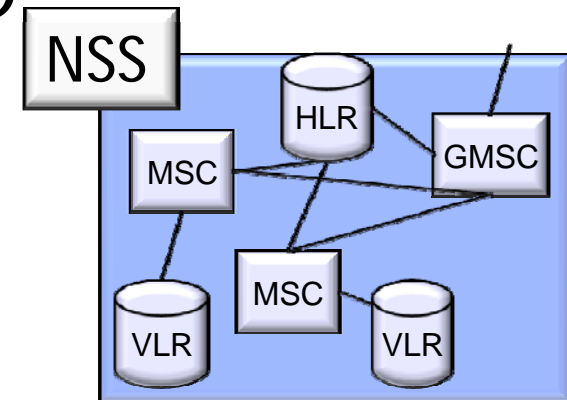
- GSM-Services
  - Carrier services
    - Services to transfer signals over the GSM network
    - The focus of GSM standardization was on voice services
  - Telecommunications services
    - Telecommunication services (mainly voice) support the mobile communications among users
    - Telecommunication services play a central role in the GSM standard
  - Supplementary services
    - GSM provides a number of supplementary services (specific to network operators), such as caller ID, call redirect, closed user groups (e.g. company-internal network or GSM-R), Teleconference (up to 7 participants).



Quelle: Schiller, J. (2003)

- **Network & Switching Subsystem (NSS)**

- Connects radio network with conventional networks
- Locates subscribers and monitors change of location

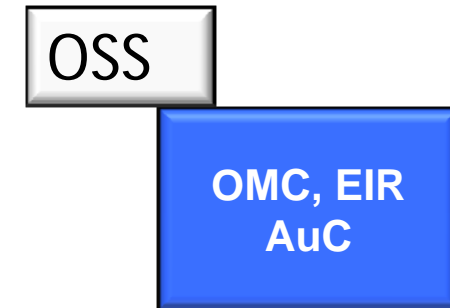


- **Components:**

- **Mobile Switching Centre (MSC):** Switching centre for initiation, termination and handover of connections
- **Home Location Register (HLR):** Central data base with subscribers' data (telephone numbers, keys, locations)
- **Visitor Location Register (VLR):** Data base assigned to every MSC with subscribers' data (HLR fraction copy) of active subscribers in the MSC's range
- **Gateway Mobile Switching Center (GMSC):** Terminates the PSTN (Public Switched Telephone Network) signaling and traffic formats and converts this to protocols employed in mobile networks

- **Operation Subsystem (OSS)**

- Supervises operation and maintenance of the whole GSM network



- **Components:**

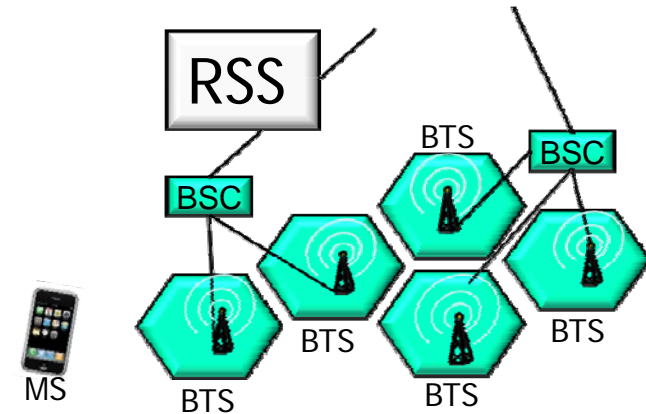
- **Operation and Maintenance Centre (OMC):** Supervises each network component and creates status reports
- **Authentication Centre (AuC):** protects identity of participants & data transmission, administrates keys
- **Equipment Identity Register (EIR):** data base with identification list for devices, e.g. stolen terminals (whitelist, greylis, blacklist)

- **Radio Subsystem (RSS)**

- System consisting of radio
- Specific components

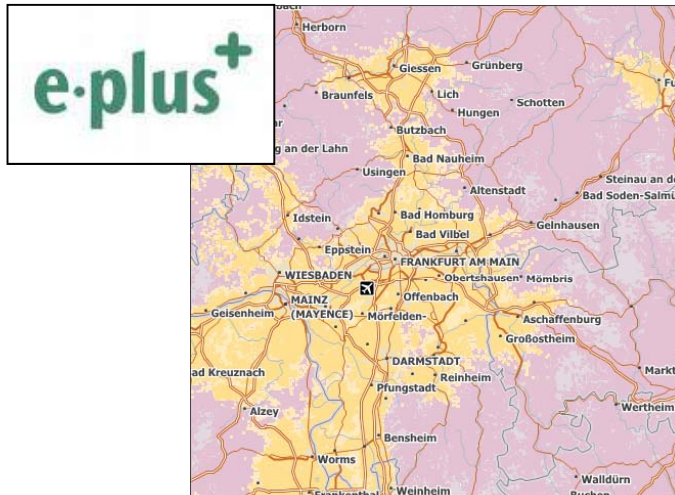
- **Components:**

- **Mobile Station (MS):** System of mobile terminal & SIM
- **Base Transceiver Station (BTS):** Radio facility for signal transfer. A BTS serves one GSM cell (~100m to ~30km radius).
- **Base Station Controller (BSC):** Administrates affiliated BTS and supervises e.g. frequency allocation and connection handover between cells.

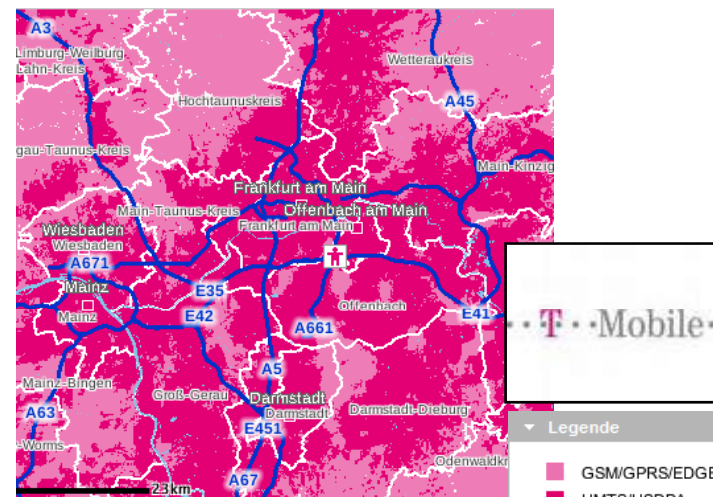
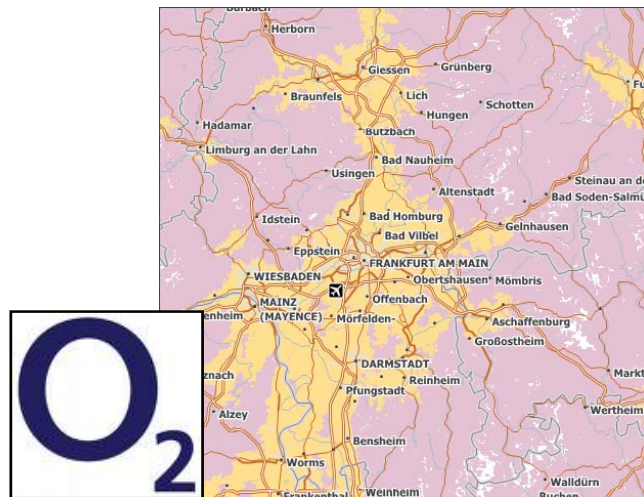


- Universal Mobile Telecommunications System (UMTS):
  - **Status of 2G-Networks:** Different standards in some different continents avoid worldwide roaming
  - **Demand for 3G-Networks:** Globally uniform standard
- ➔ Voting of regional & national regulation offices (e.g. ETSI, ARIB, ANSI) via the International Telecommunication Union (ITU)





Data currently only available for 3G

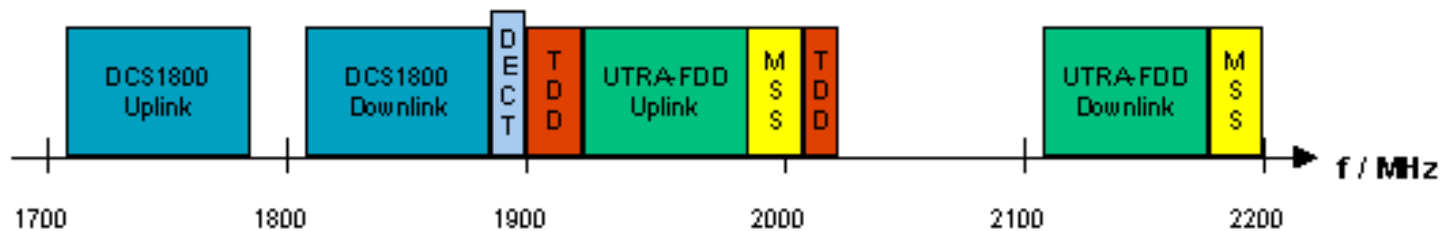


Coverage quality (high/variable):  
 3G 2100 + GSM  
 GSM 900/1800

Quelle: GSM Association (2009)  
[http://www.gsmworld.com/roaming/gsminfo/cou\\_de.shtml](http://www.gsmworld.com/roaming/gsminfo/cou_de.shtml)

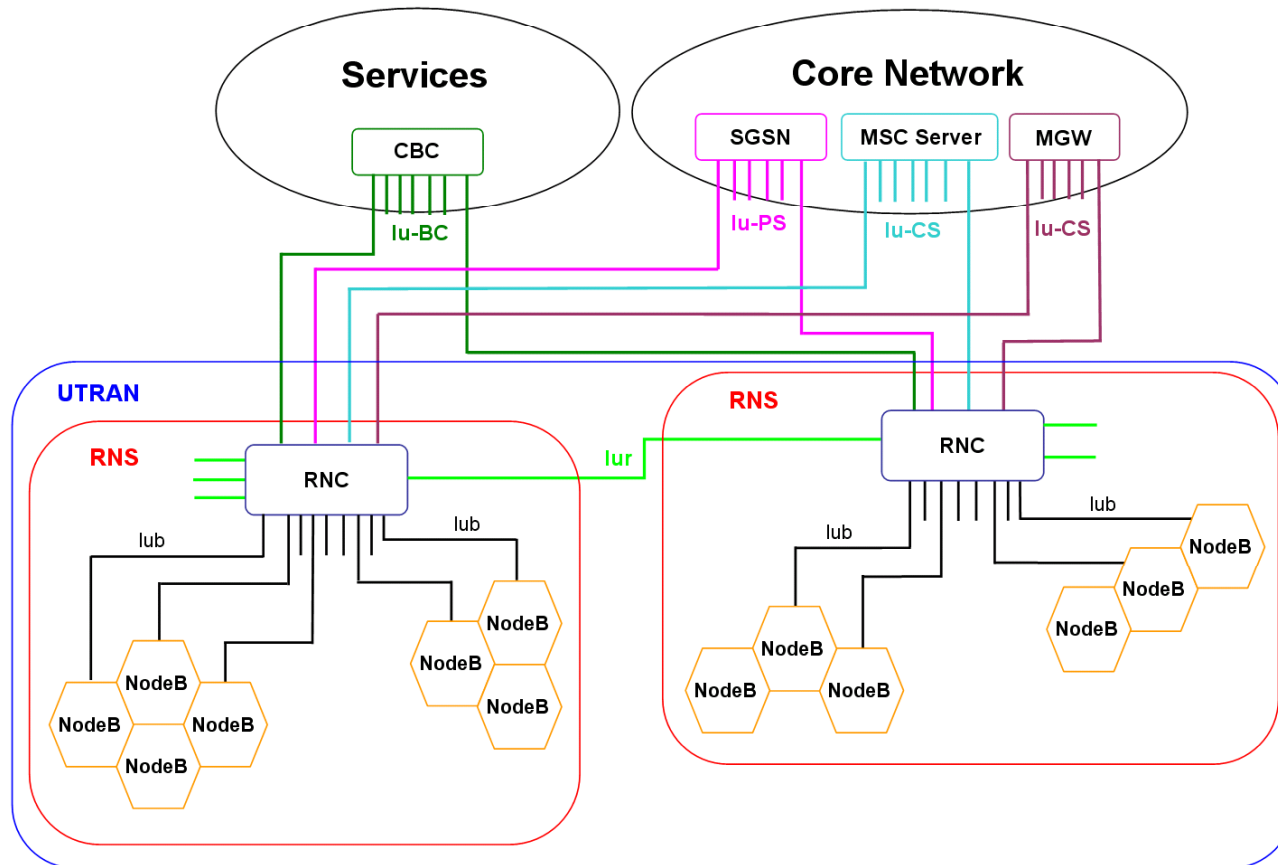
Quelle: T-Mobile (2009)  
<http://www.t-mobile.de/funkversorgung/inland>

- **Common approach:**  
Worldwide reservation of frequencies in the 2GHz range
- **Problem of competing targets:**
  - Existing national networks and installed network technique shall preferably be transferred into the new standard.
  - ➔ The specification of 3G-Networks, introduced by the ITU, leaves room for national, partly incompatible implementations.
- UMTS (UTRA-FDD/TDD) frequency allocation in Europe:



© 2001 UMTSlink.at

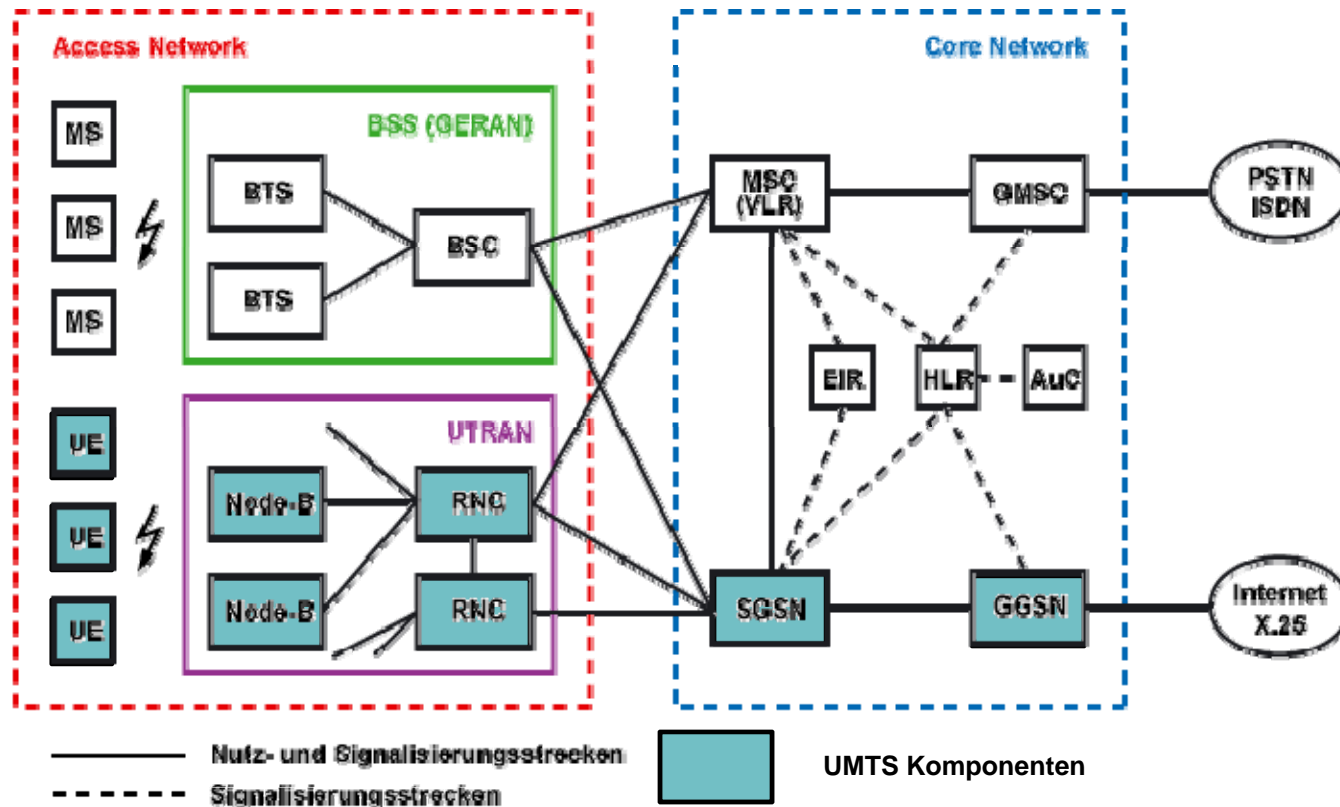
Quelle: UMTS06




- **UTRAN** – UMTS Terrestrial Radio Access Network
- **RNS** – Radio Network Subsystem
- **RNC** – Radio Network Controller
- **Node B** – UMTS base stations



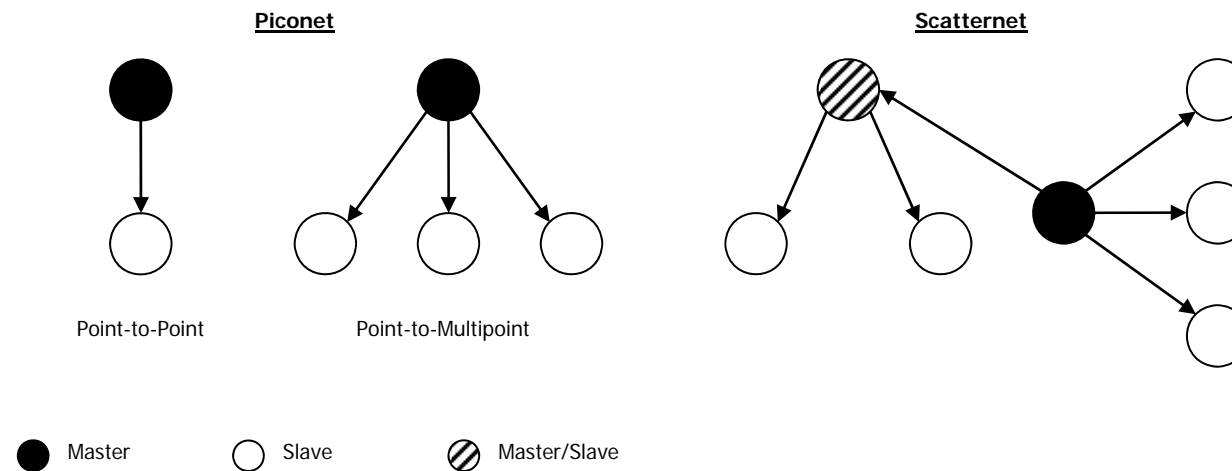
## UMTS integrated in GSM Architecture



- **SGSN** - Serving GPRS Support Node
- **GGSN** - Gateway GPRS Support Node
- **UE** - User Equipment

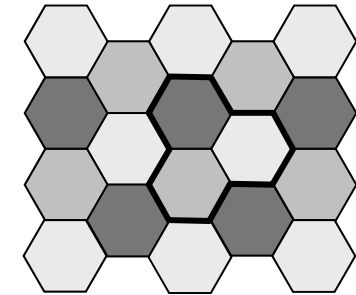
- Bluetooth ist ein Funkstandard für kleine Ad-hoc-Netzwerke 
  - Es lassen sich Geräte wie beispielsweise Laptops, Handys, Drucker, Headsets oder PDAs miteinander verbinden.
  - Üblicherweise beträgt die Reichweite bis zu 10 Metern.
  - Die technischen Spezifikationen zu Bluetooth wurden von der Bluetooth Special Interest Group (BSI) erarbeitet.
  - Die Erkenntnisse sind in den IEEE 802.15-Standard aufgenommen worden.

- Bluetooth-Funknetze können in verschiedenen Variationen gebildet werden



- Ein Piconet ist die Verbindung eines Endgerätes mit einem (Point-to-Point) oder mehreren (Point-to-Multipoint) weiteren Endgeräten.
- Ein Scatternet ist eine Verknüpfung mehrerer Piconetze.

- Die Basis eines Wireless LANs ist die Funkzelle (zellenbasierte Architektur).
- Wireless LANs können als Erweiterung bestehender kabelgebundener Netzwerke verwendet werden.
- Eine Funkzelle deckt einen bestimmten Radius ab, indem das Funknetzwerk von PCs oder Notebooks verwendet werden kann.



- Die Bandbreite eines WLANs hängt ab von:
  - verwendetem Standard
  - der Entfernung zwischen Client und Access Point
  - der Beschaffenheit und Anzahl von Wänden

Bandwidth	Outside	Inside (Office)	Inside (House)
11 Mbps	~ 160 m	~ 50 m	< 20 m or max. 1 wall
5.5 Mbps	~ 270 m	~ 70 m	< 30 m or max. 2 walls
2 Mbps	~ 400 m	~ 90 m	< 40 m or max. 3 walls
1 Mbps	~ 550 m	~ 115 m	< 50 m or max. 4 walls

Quelle: Radmacher, M. (2004)

- Die Bandbreite eines WLANs hängt ab von:
  - verwendetem Standard
  - der Entfernung zwischen Client und Access Point
  - der Beschaffenheit und Anzahl von Wänden

Standard	Datenrate Standard (Brutto)	Proprietär	Datenrate Standard (Netto)
IEEE 802.11	2 Mbit/s maximal		≈ 0,9 Mbit/s
IEEE 802.11a	54 Mbit/s maximal	108 Mbit/s	≈21 Mbit/s
IEEE 802.11b	11 Mbit/s maximal	22 Mbit/s und 44 Mbit/s	≈4,5 Mbit/s
IEEE 802.11g/g+	54 Mbit/s, 108 Mbit/s	125 Mbit/s	≈20 Mbit/s
IEEE 802.11h	54 Mbit/s		≈21 Mbit/s
IEEE 802.11n	600 Mbit/s maximal (MIMO-Technik*)		≈110Mbit/s

\*MIMO (Multiple Input Multiple Output) Nutzung mehrerer Send- und Empfangsantennen

- WLAN ist gemäß dem Standard IEEE 802.11 spezifiziert:

Standard	Beschreibung
802.11	Protocol for transmission methods for wireless networks, (1997) for 2 MBit/s at 2,4 GHz
802.11a	Wireless LAN up to 54 MBit/s at 5 GHz
802.11b	Wireless LAN up to 11 MBit/s at 2,4 GHz
802.11f	Withdrawn
802.11g	Wireless LAN up to 54 MBit/s at 2,4 GHz
802.11i	Extended security features: AES, 802.1x, TKIP, CCMP
802.11n	Wireless LAN up to 108 Mbit/s and 320 MBit/s, September 2009 ratifiziert
802.11r	Fast Roaming/Fast BSS Transition

## ■ Komponenten (802.11)

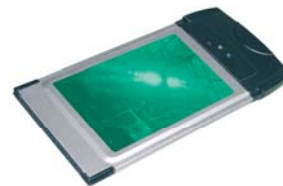
### • Access Point (AP)

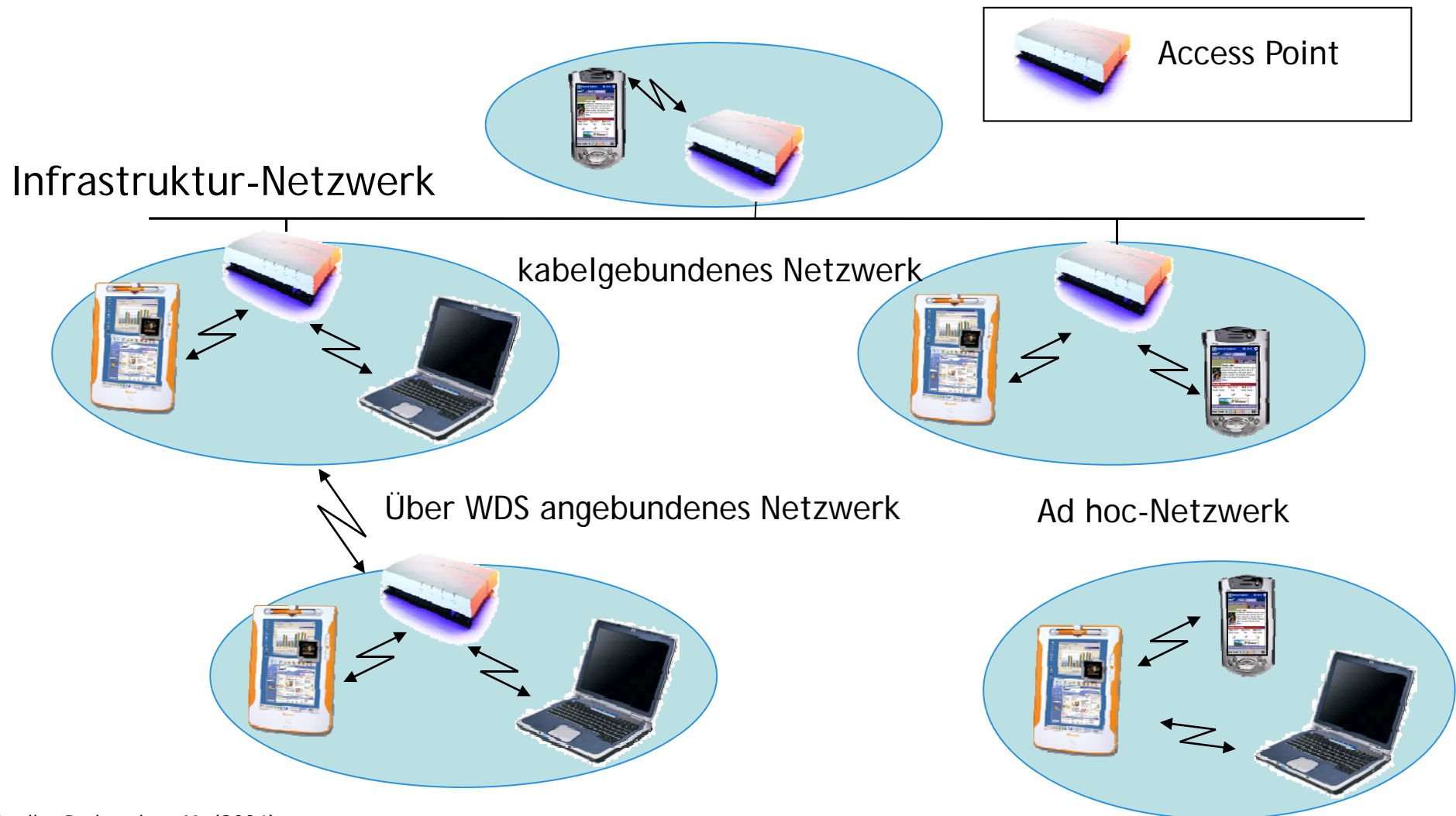
- o Sende- und Empfangseinheit
- o Ermöglicht die Verbindung mehrerer Stationen
- o Mittels WDS (Wireless Distribution System) kann ein Funknetzwerk aus mehreren Access Points eine größere Netzabdeckung erreichen, ohne eine Verkabelung aller Basisstationen.



### • Endgeräte

WLAN-fähige Endgeräte ermöglichen den Aufbau einer WLAN-Verbindung zum Beispiel mit einem Access Point (Notebook mit WLAN-Karte) aber auch untereinander (Peer-to-Peer)





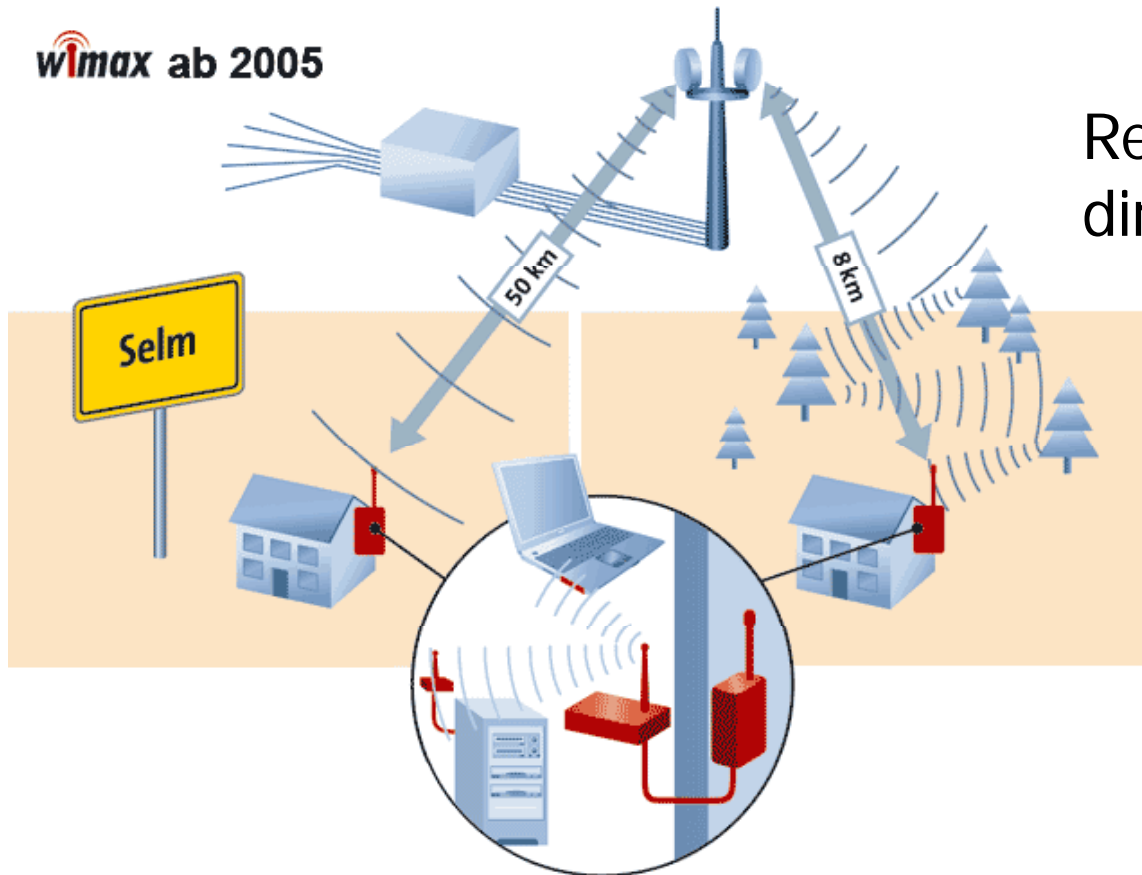
Quelle: Radmacher, M. (2004)

- Die Funktechnologie WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) basiert auf dem von der IEEE Anfang Dezember 2001 spezifizierten Standard 802.16.
- Durch diesen Standard wird die Luftschnittstelle von stationären, kabellosen Breitbandzugängen spezifiziert, wobei eine Übertragung von Daten-, Video- sowie Sprachdiensten ermöglicht wird.
- Die Reichweite heutiger WiMAX-Systeme erreicht bis zu 50 Kilometer bei einer Bandbreite von bis zu 70 Mbit/s .

Quelle: Lessing, M (2005)

- Anwendungsgebiete:
  - Ernstzunehmende Alternative, um künftig eine kabellose Überbrückung der „letzten Meile“ zwischen dem Telekommunikationsanbieter und dem Endkunden zu ermöglichen.
  - Hierbei soll sich jedoch WiMAX nicht nur als ein Konkurrenzprodukt zu den bisherigen existenten Breitbandzugängen etablieren, sondern zudem auch eine schnelle Internetanbindung in bis heute nicht mit einer breitbandigen Festnetzinfrastruktur erschlossenen Gebiete garantieren.

WiMAX ab 2005



Reichweite bis zu 50 Km bei direkter Sichtverbindung.

Weltweit erstes durch den Kunden selbst zu installierende WiMAX-Endgerät



Quelle: Lessing, M (2005)

- GSM Association (2006) [www.gsmworld.com](http://www.gsmworld.com), abgerufen 2006-10-13
- Laudon, K.C., Laudon, J.P., Schoder, D. (2006) „Wirtschaftsinformatik – Eine Einführung“
- Lessing, M. (2005) „Der Markt für Breitbandzugänge in Deutschland – WiMAX und sein Potenzial in Bezug auf etablierte Technologien“
- Radmacher, M. (2004) „Sicherheits- und Schwachstellenanalyse entlang des WLAN-Protokollstacks“
- Schiller, J. (2003) „Mobilkommunikation“
- Tanenbaum, A.S. (2006) „Computernetzwerke“
- Wiegleb, M. (2005) „Bedarfsorientierter Einsatz von mobiler Kommunikationstechnologie in der Energiewirtschaft“