

# Mobilfunk-Ortung

Marcel Böhm & Tobias Schulz

# Gliederung

- Ortung VS Positionsbestimmung
- GSM/UMTS
- Lokalisierungssysteme
- LBS
- Anwendungsfelder
- Datenschutz

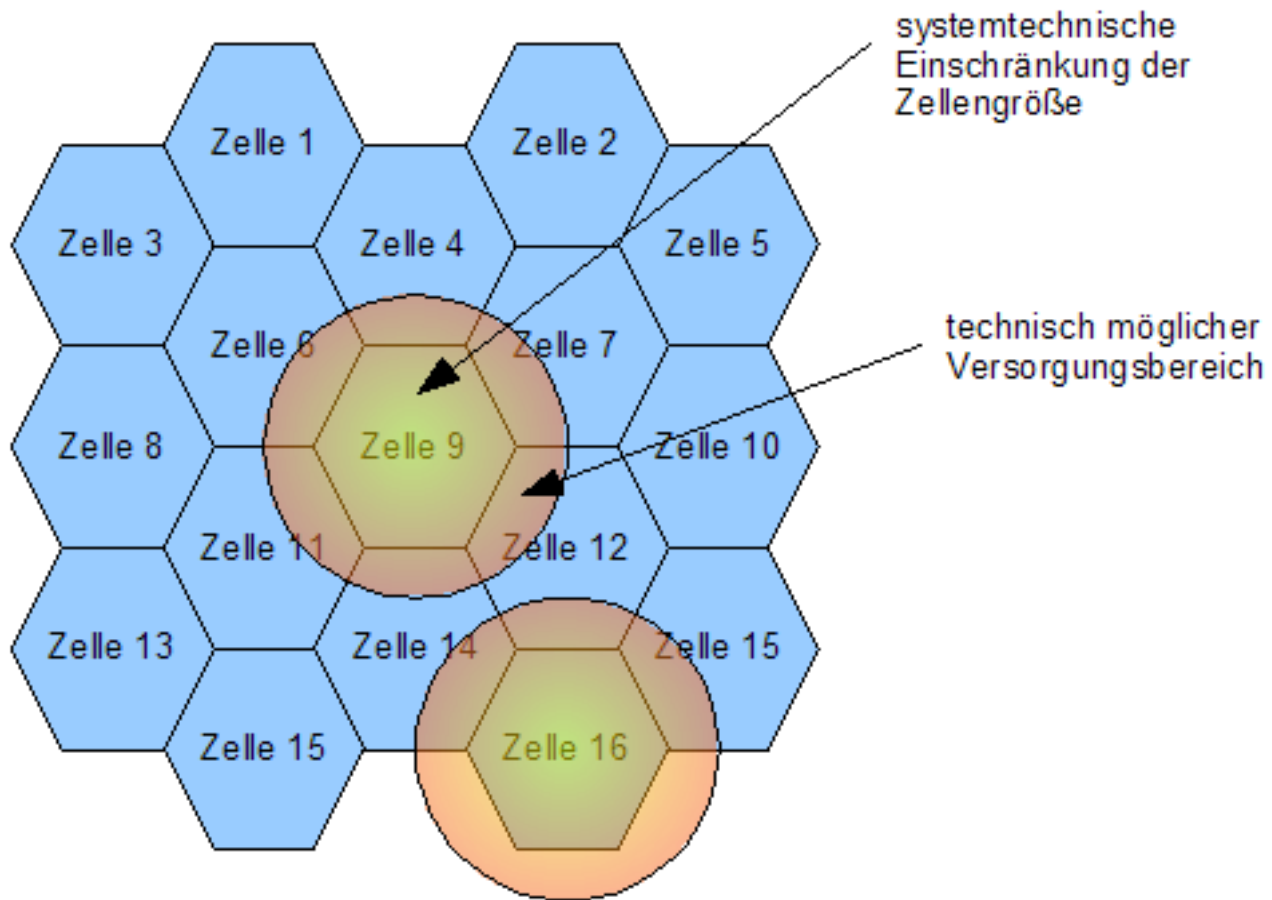
# Ortung VS Positionsbestimmung

- ▶ **Ortung**
  - Ermitteln des Standorts einer Person/Objekts
  - Person/Objekt benötigt einen Sender
  - Empfänger stellt dabei Position fest
  - Sender überträgt seine Position an den Suchenden
- ▶ **Positionsbestimmung**
  - Ist von der Ortung unabhängig
  - Keine Rückkanal

# GSM/UMTS

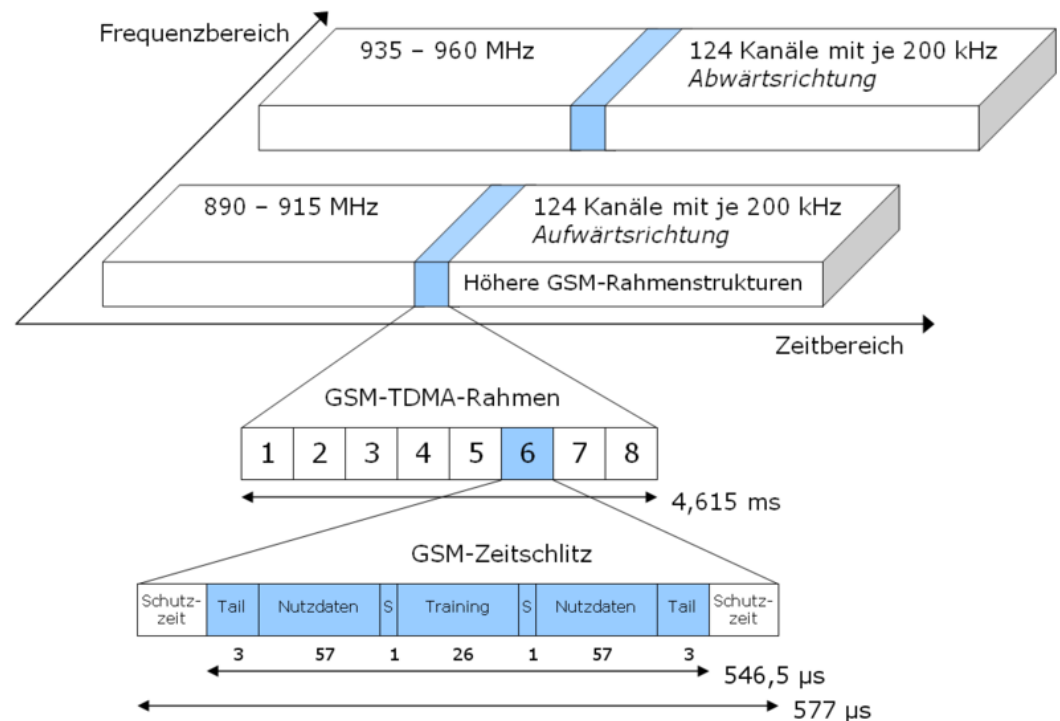
- ▶ GSM:  
Global System for Mobile Communications
  - TDMA
- ▶ UMTS:  
Universal Mobile Telecommunications System
  - TDD
  - FTD

# GSM/UMTS



# GSM

- ▶ Frequenzmultiplex
- ▶ TDMA

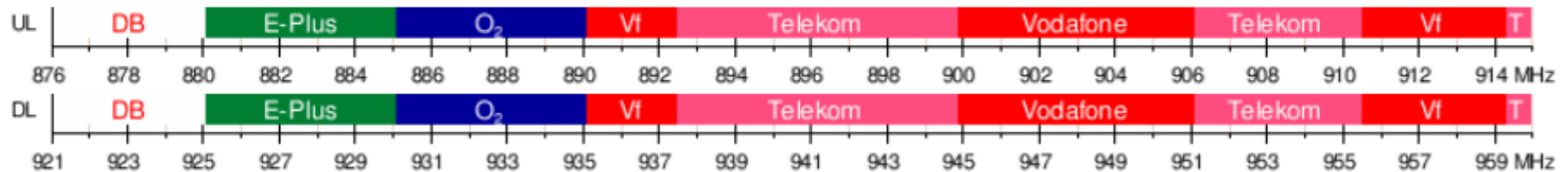


- ▶ Ca. 35 Km max.

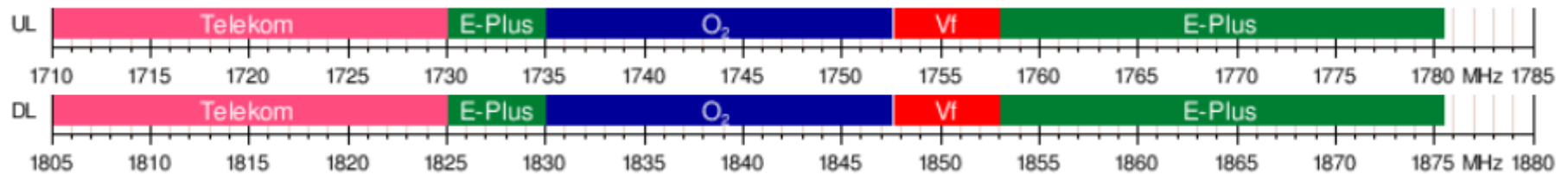
# GSM/UMTS

## ► Frequenzen von GSM in Deutschland

### R-GSM, E-GSM (GSM 900)



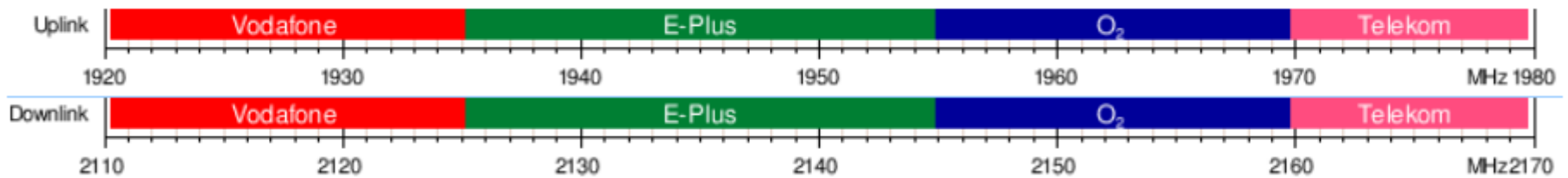
### DCS 1800 (GSM 1800)\*



\* Vf = Vodafone

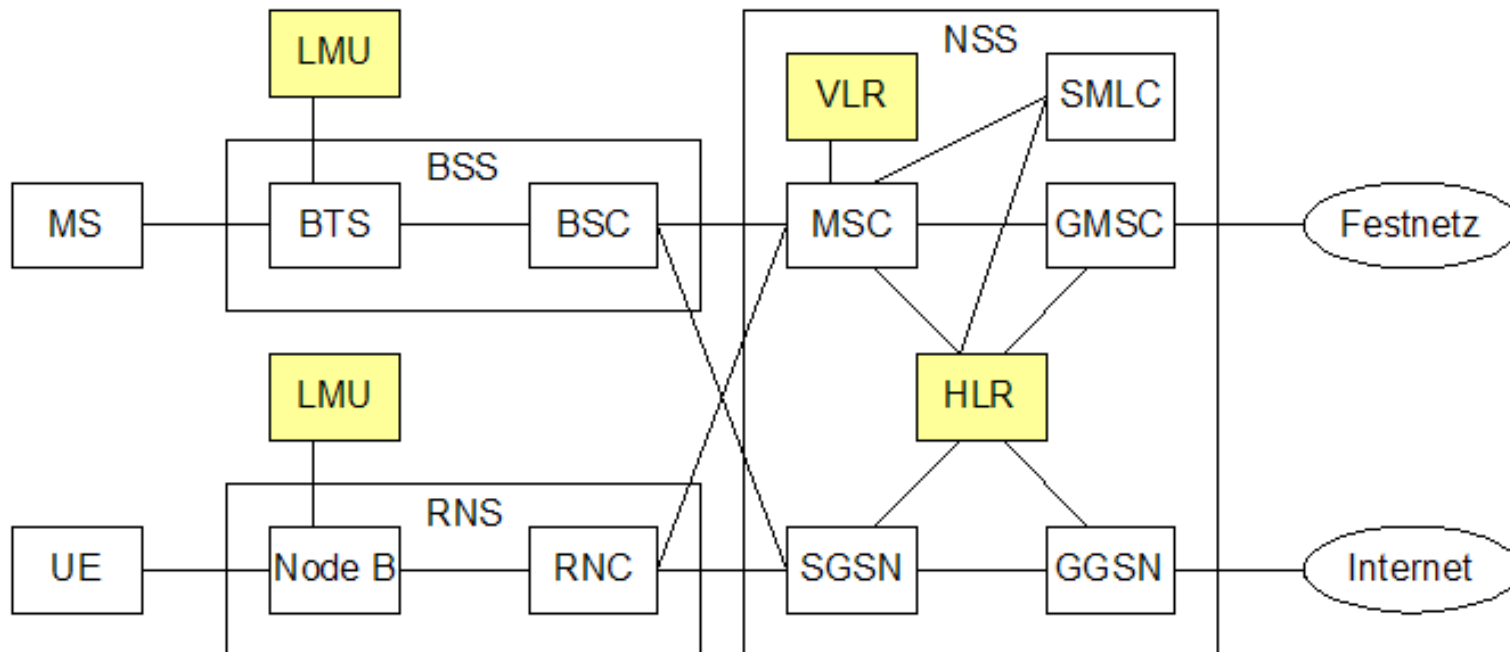
# GSM/UMTS

## ► Frequenzen von UMTS in Deutschland



# GSM/UMTS

## ► Netzstruktur



# GSM/UMTS

## ► Vergleich

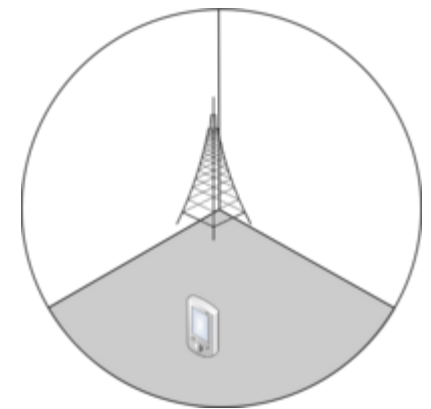
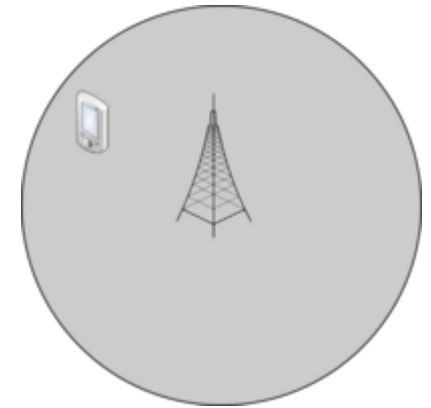
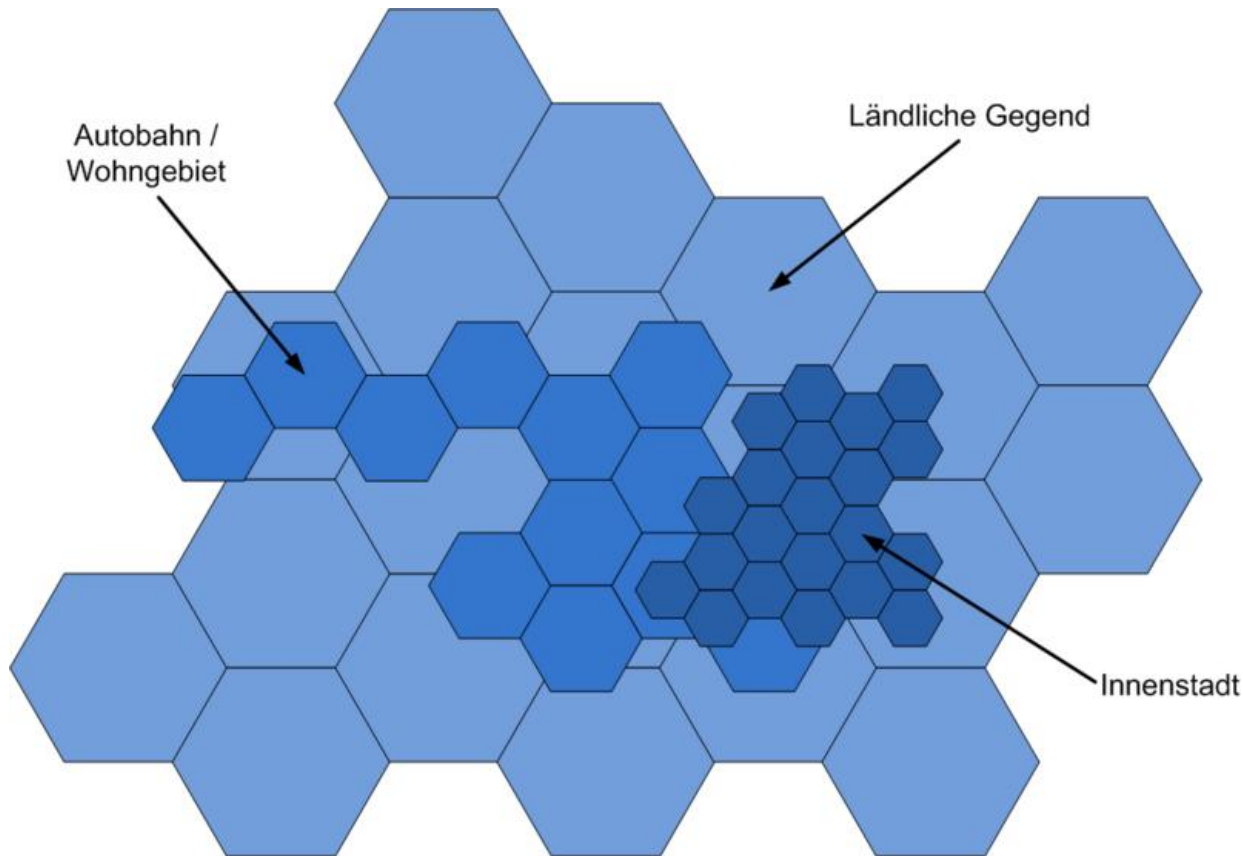
Mobilfunkstandart	Download in kBits/s	Upload in kBits/s	Ping in ms	Standart
GSM	9,6 / 14,4		500	2G
GPRS	55,6 – 64	26,8		2G
EDGE	260	110	300 – 400	2G
UMTS	384	384	170 – 200	3G
HSDPA	7.200		60 – 70	3G
HSDPA+	21.600	5.600		3G
LTE	50 – 100 Mbit/s	10 Mbit/s	15–35	(4G)

# Netzwerkgestützte Lok.-Systeme

- ▶ kann ohne Wissen des Nutzers ermittelt werden
- ▶ Nutzung von GSM, GPRS und UMTS

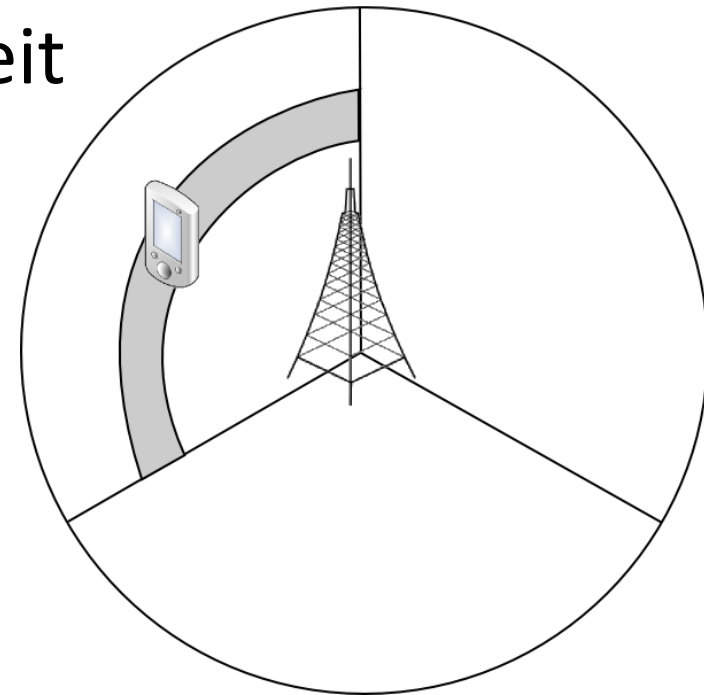


# Cell-ID



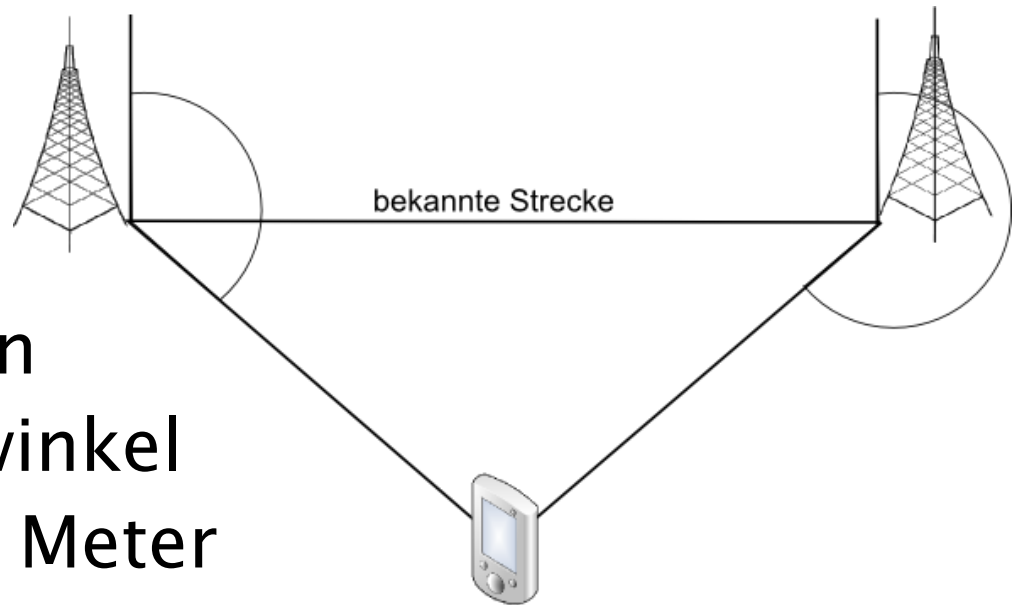
# Timing Advance

- Erweiterung des Cell-ID Verfahrens
- Ermittlung Schleifendurchlaufzeit
- → Entfernungsermittlung
- Kreisbereich Einschränkung
- Entfernung via Sektoren
- 550m Kreisbereiche (1 Sektor)



# Angle of Arrival

- ▶ 2 Basisstationen
- ▶ Gerichtete Antennen
- ▶ Ermittlung Einfallswinkel
- ▶ Genauigkeit ca 125 Meter
- ▶ Kaum im Einsatz

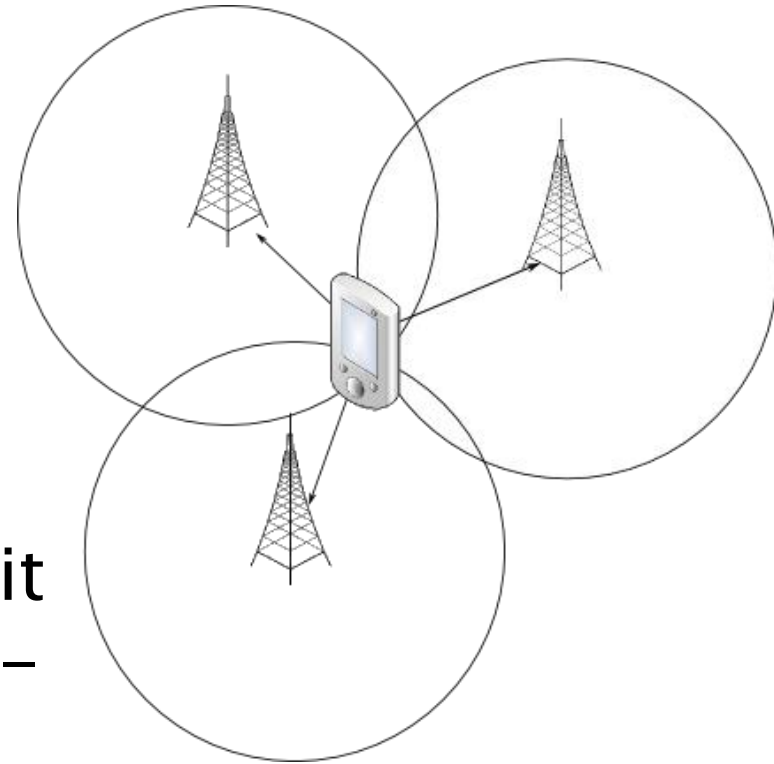


# Received Signal Strength

- ▶ Positionsermittlung der MS anhand der Empfangsleistung und der Dämpfung des Funksignals
- ▶ Empfangsleistung und Sendeleistung werden benötigt → Dämpfung
- ▶ → Errechnung der Entfernung des MS zur BTS

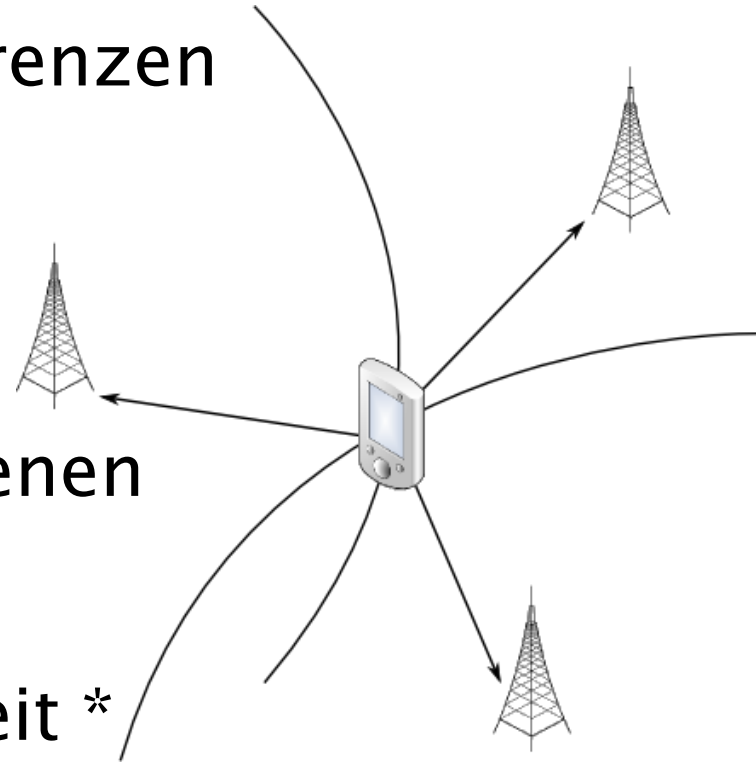
# Time of Arrival

- ▶ absolute Signallaufzeiten zwischen der MS und einer BTS
- ▶ Berechnung der Entfernung anhand der gemessenen Zeit und der Signalausbreitungsgeschwindigkeit
- ▶ mind. 3 BS für genaue Positionierung
- ▶ Dauer ca. 10 Sek. Genauigkeit ca. 125m



# Time Difference of Arrival

- verwendet die Laufzeitdifferenzen zu 3 BTS
- MS sendet an alle 3 ein Signal mit Zeitstempel
- BTS verwenden Zeitstempel zusammen mit der gemessenen Ankunftszeit
- Entfernung = Ausbreitungsgeschwindigkeit \* Zeitdifferenz
- Dauer ca. 5 Sek. – Genauigkeit ca. 50 – 150m



# Endgerätbasierte Verfahren

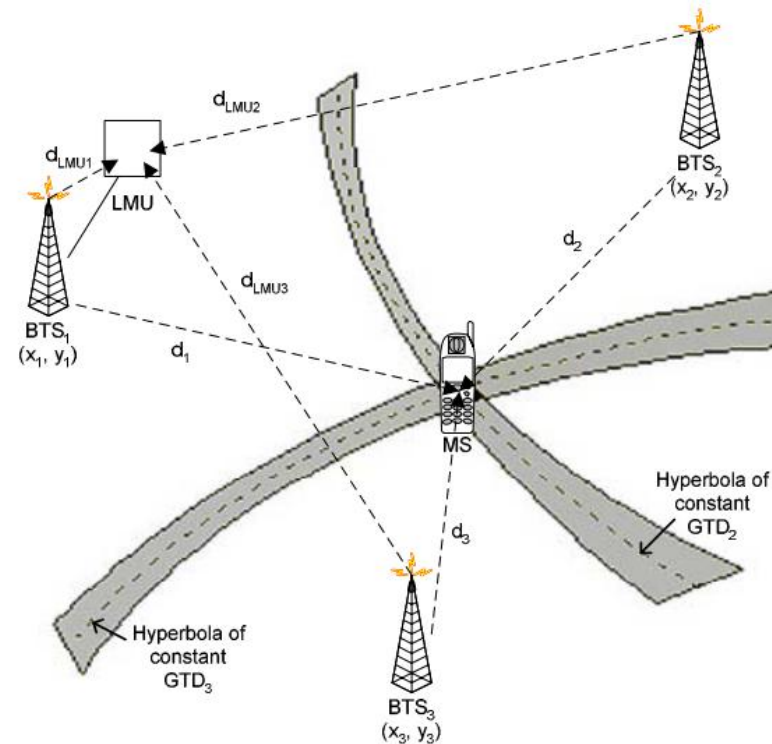
- ▶ Relevanten Daten zur Positionsbestimmung durch den MT
- ▶ Deutlich genauer im Vergleich zu netzwerkbasierter Verfahren
- ▶ Änderungen an Endgeräten/ neue Endgeräte
- ▶ → Kostenintensiv

# Enhanced Observed Time Difference

- ▶ Basiert auf TDoA
- ▶ Wurde durch 3GPP spezifiziert
- ▶ MS empfängt zeitgleich mind. 3 BTS Signale
- ▶ Synchronisation im GSM Netzwerk via LMUs
- ▶ Verhältnis LMU:BTS
  - Ländlich 1:4 – 60m Genauigkeit
  - Städtisch 1:5 – 200m Genauigkeit

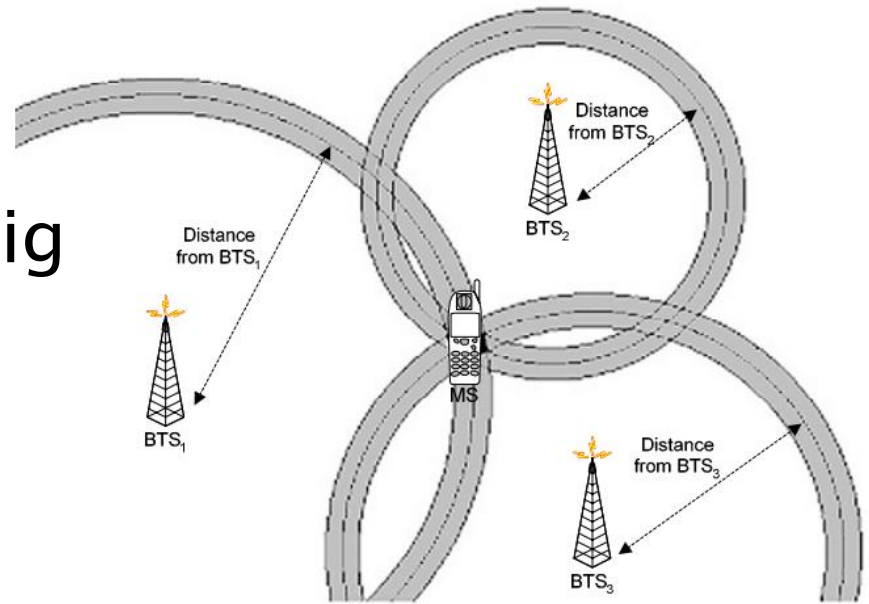
# Enhanced Observed Time Difference

- ▶ Hyperbolische Methode
- ▶ 3 verschiedenen Zeitspannen
- ▶ Observed Time Difference
- ▶ Real Time Difference
- ▶ Geometric Time Difference
- ▶ → Hyperbel



# Enhanced Observed Time Difference

- ▶ Zellulare Methode
- ▶ Liefert als Ergebnis einen Radius  $r$
- ▶ Observed Time at MS
- ▶ Observed time at LMU
- ▶ Softwareanpassung nötig



# Vergleich Lokalisierungsverfahren

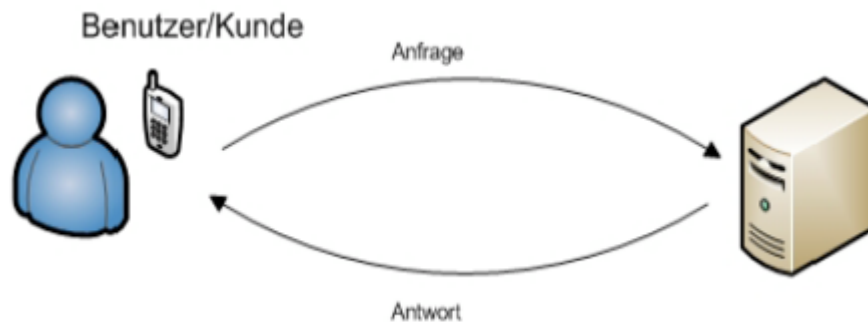
Verfahren	Kosten	Verfügbarkeit	Genauigkeit	Geschwindigkeit
Cell ID	–	99 %	1–20 Km	2 – 5 s
Time Advance	–	k.A.	550 m	k.A.
Angle of Arrival	BTS HW	99 %	125 m	k.A.
Received Signal Strength	–	99 %	150 m	k.A.
Time of Arrival	BTS HW (,LMU)	99 %	125 m	10 s
Time Difference of Arrival	BTS HW	99 %	50 – 150 m	k.A.
GPS	Sat., Bodenst., Empfänger	100 %	10 – 15 m	18 – 35 s
A-GPS	–“–, Netzw.	100 %	10 – 15 m	1 – 5 s
Enhanced Observed Time Difference	LMU, Software-anpas. MS	99 %	60 – 200 m	k.A.

# LBS

- ▶ Location Based Services
  - Standortbezogene Dienstleistungen
- ▶ Komponenten
  - Mobile Endgeräte (Client)
  - Positionsbestimmung
  - Datenübertragung
  - Datenbanken mit Bezug auf Geokoordinaten (Server)

# LBS Push

- ▶ Push-Dienste (reaktiv)
  - Nutzer ruft aktiv einen Dienst auf und eine Ortung wird angestoßen
    - Routenplanung, Pannendienst, POI



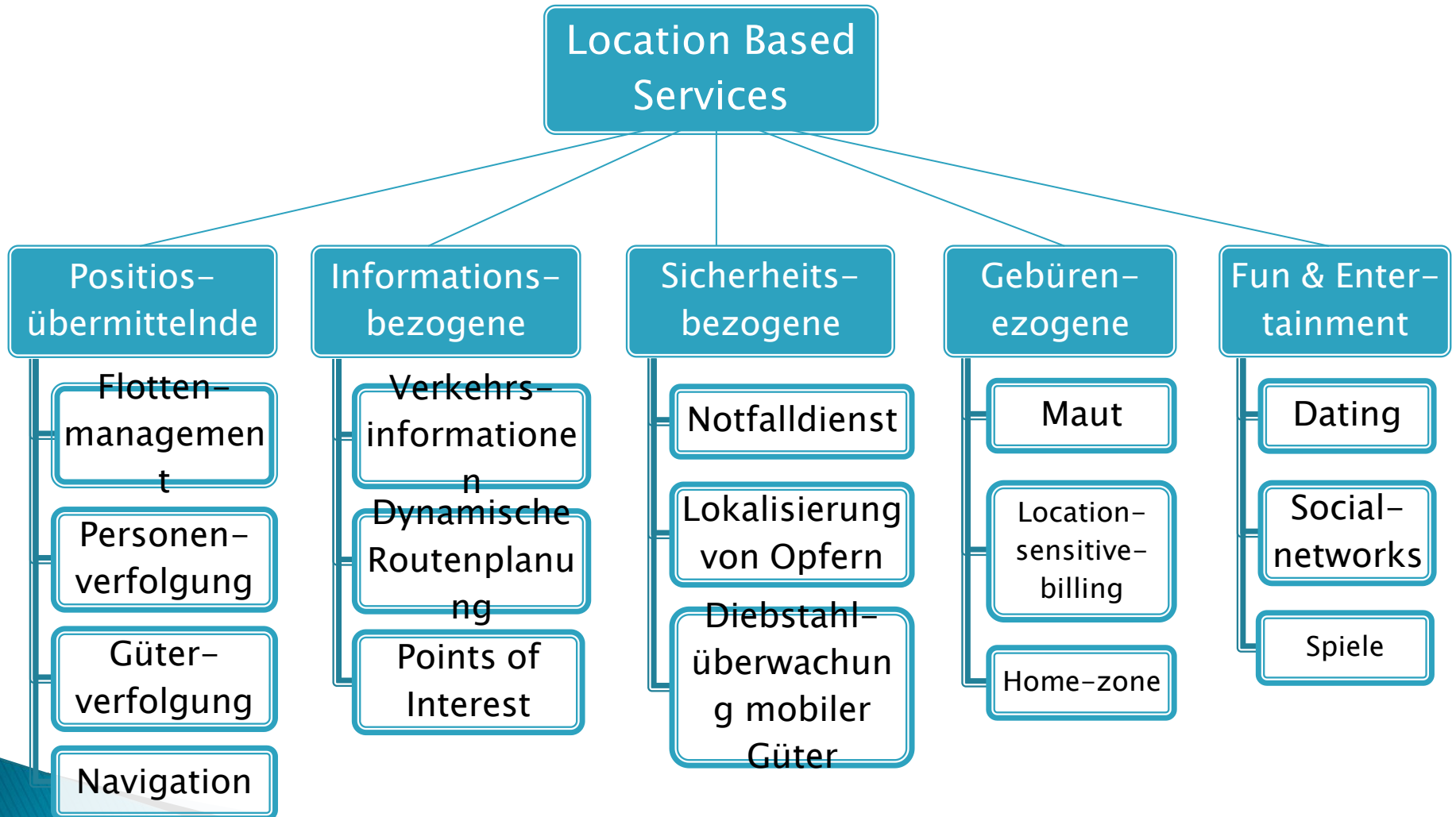
[http://winfwiki.wi-fom.de/images/f/f3/LBS\\_reaktiv2.png](http://winfwiki.wi-fom.de/images/f/f3/LBS_reaktiv2.png)

# LBS Pull

- ▶ Pull-Dienste (proaktiv)
  - Permanente Ortung im Hintergrund
  - Nutzer wird automatisch mit Standortbezogenen Informationen versorgt
    - Werbung, Hinweise, Warnungen



# LBS Klassifizierung (nach Inhalt)



# LBS + AR

- ▶ LBS in Verbindung mit Augmented Reality und Social Networks



# LBS Tracking

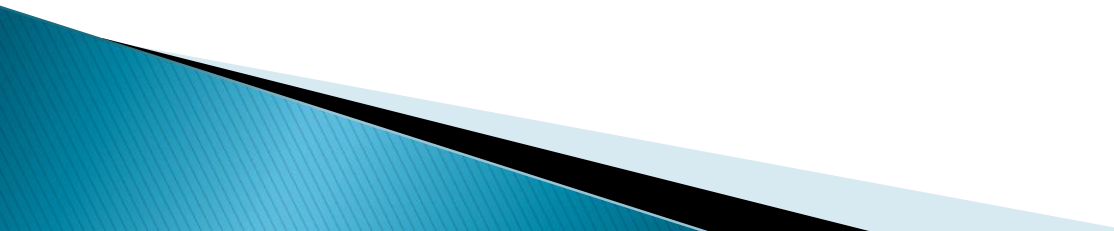
- ▶ Senior Track



- ▶ PKW Tracking



# LBS Rechtlich

- ▶ **Ausdrückliche Zustimmung des Nutzers erforderlich**
  - ▶ **Datenschutz technisch sehr bedenklich**
  - ▶ **Möglicher missbrauch von Bewegungsprofilen**
- 

# Datenschutz

- ▶ Temporary Mobile Subscriber Identity
- ▶ 4-Byte langes Pseudonym
- ▶ Unverkettbarkeit von Teilnehmeraktionen durch 3.
- ▶ Wird anstelle der IMSI übertragen
- ▶ Ständiger Wechsel der TMSI
  - Während jeder Verbindung
- ▶ Erschwert Erstellung eines Bewegungsprofils

# Quellen

- ▶ [http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/Verfahren\\_der\\_Geo-Lokalisierung\\_f%C3%BCr\\_Location\\_Based\\_E-Business\\_im\\_Vergleich](http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/Verfahren_der_Geo-Lokalisierung_f%C3%BCr_Location_Based_E-Business_im_Vergleich)
- ▶ [http://zogg-jm.ch/Dateien/Update\\_Zogg\\_Deutsche\\_Version\\_Jan\\_09\\_Version\\_Z4x.pdf](http://zogg-jm.ch/Dateien/Update_Zogg_Deutsche_Version_Jan_09_Version_Z4x.pdf)
- ▶ [ftp://ftp.geoinfo.tuwien.ac.at/staudinger/staudinger\\_haselgruebler\\_agit2002.pdf](ftp://ftp.geoinfo.tuwien.ac.at/staudinger/staudinger_haselgruebler_agit2002.pdf)
- ▶ [http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/44\\_series/44.035/44035-900.zip](http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/44_series/44.035/44035-900.zip)
- ▶ <http://www.ks.uni-freiburg.de/download/studienarbeit/WS05/03-06-GSMposition-Loeser/03-06-positions-systemGSM-FLoeser.pdf>
- ▶ <https://ritdml.rit.edu/bitstream/handle/1850/3671/GLissaiThesis11-2006.pdf>
- ▶ [http://student.grm.hia.no/master/ikt02/ikt6400/g17/report/report\\_eotd.pdf](http://student.grm.hia.no/master/ikt02/ikt6400/g17/report/report_eotd.pdf)
- ▶ <http://knol.google.com/k/christian-eickhoff/gsm-umts-lokalisierung/2pa0bzbk3e4lp/1>
- ▶ [http://www.zdnet.de/i/mb/navigation/2009/04/wlan\\_ortung.jpg](http://www.zdnet.de/i/mb/navigation/2009/04/wlan_ortung.jpg)

# Quellen

- ▶ [http://www.ks.uni-freiburg.de/download/papers/lbsSS07/PositionGSMandUTMS/Frank%20Gutmann\\_Position%20Determination%20in%20GSM%20and%20UTMS%20Networks.pdf](http://www.ks.uni-freiburg.de/download/papers/lbsSS07/PositionGSMandUTMS/Frank%20Gutmann_Position%20Determination%20in%20GSM%20and%20UTMS%20Networks.pdf)
- ▶ [http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/Verfahren\\_der\\_Geo-Lokalisierung\\_f%C3%BCr\\_Location\\_Based\\_E-Business\\_im\\_Vergleich](http://winfwiki.wi-fom.de/index.php/Verfahren_der_Geo-Lokalisierung_f%C3%BCr_Location_Based_E-Business_im_Vergleich)
- ▶ [http://de.wikipedia.org/wiki/Global\\_System\\_for\\_Mobile\\_Communications](http://de.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications)
- ▶ [http://de.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Mobile\\_Telecommunications\\_System](http://de.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System)
- ▶ <http://blog.vodafone.de/tag/augmented-reality/>
- ▶ <http://www.online-artikel.de/article/senior-track-schnell-gefunden-werden-43862-1.html>
- ▶ <http://www.alzheimerforum.de/2/13/2/Senior-Track.html>
- ▶ <http://pic.tradeage.com/fahrzeug-auto-gps-tracker-fernbedienung-thinpax-tk103-b-1161275.jpeg>