

Mobilfunknetze nach dem GSM- Standard



Eine Einführung von

Dipl.- Ing. (FH) Joachim Kolb/
Dipl.- Ing. (FH) Jürgen Wedel,
Training Center Mobilfunk Nürnberg,
DeTeMobil GmbH
Südwestpark 15
90449 Nürnberg

eMail: joachim.kolb@t-mobil.de/
juergen.wedel@t-mobil.de

Stand: 04/99

Mobilfunknetze nach dem GSM- Standard



Inhalt

- 1 Historischer Überblick
- 2 Netzstruktur
- 3 Funktionen der Netzelemente
- 4 Ankommender Verbindungsaufbau
- 5 Luftschnittstelle (Um- Schnittstelle)
- 6 Sicherheit
- 7 Leistungsmerkmale
- 8 Ausblick

1 Historischer Überblick

- Situation vor Einführung der GSM- Netze in West- Europa
 - Nicht kompatible, analoge Mobilfunknetze in den Ländern Westeuropas (NMT 450/900, TACS, C-Netz)
 - Hohe Preise für Endgeräte und Netzgebühren
 - Beschränkung auf nationales Roaming
- Einführung eines paneuropäischen Mobilfunkstandards
 - Implementierung der Groupe Special Mobil (GSM) in 82
 - Memorandum of Understanding (1987)
 - Gründung der ETSI (European Telecommunications Standards Institute).D1.

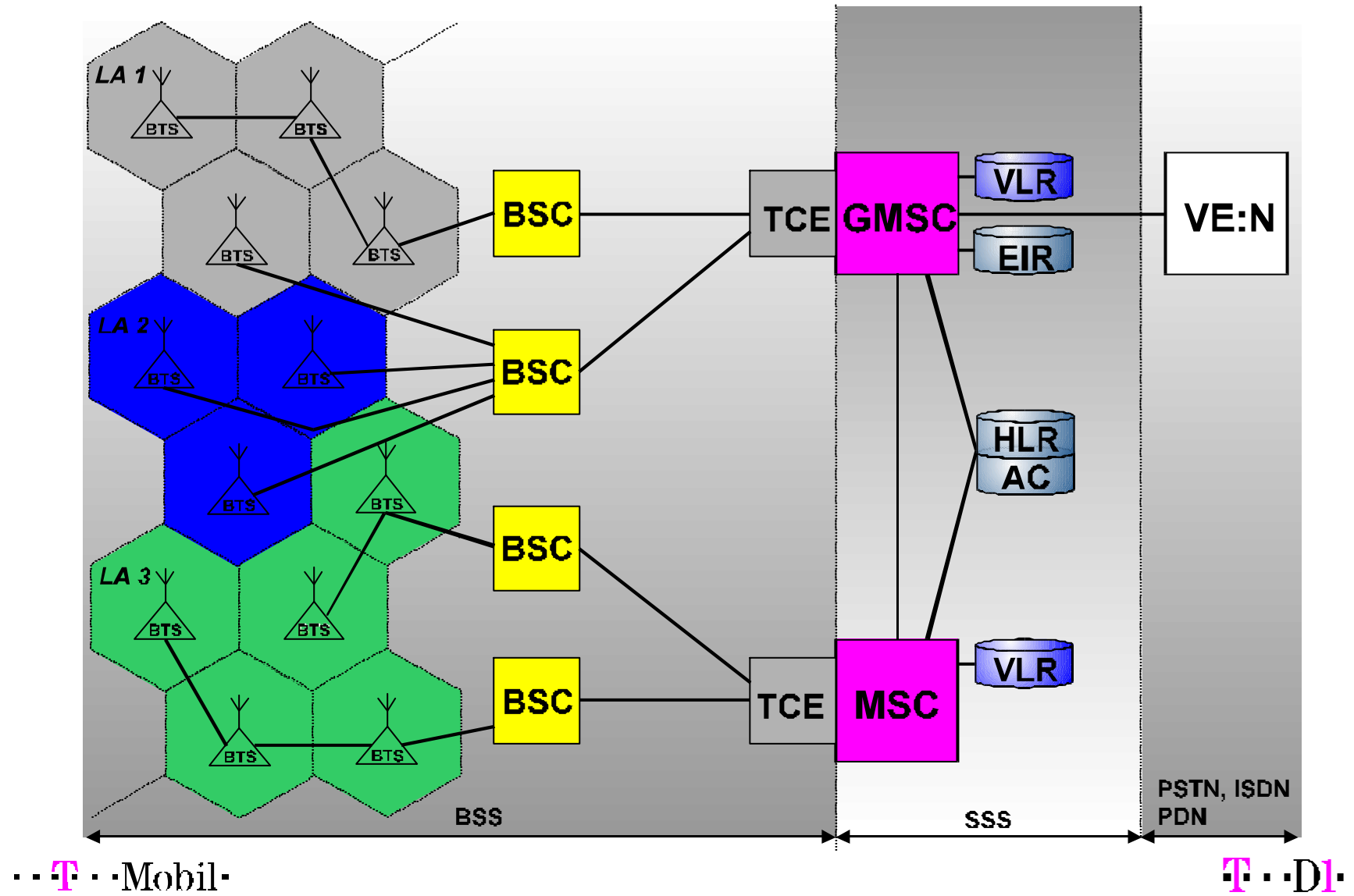
1 Historischer Überblick

- 1990
 - Abschluß der Standardisierung für GSM Phase I
- 1992
 - Kommerzieller Start des ersten GSM- Netzes (T-D1)
 - International Roaming zwischen UK und Finnland
 - Aufbau eines GSM- Netzes in Australien
- 1993
 - Neudefinition für GSM:
Global System for Mobile Communications
 - GSM 900, 1800 und 1900 (U.S.A)

1 Historischer Überblick

- 1995
 - Weltweit 120 GSM- Netze mit 12 Millionen Teilnehmern
 - Mehr als 150 MoU- Mitglieder in 90 Ländern
- 1998
 - Über 200 GSM- Netzbetreiber in über 110 Ländern
 - International Roaming stellt weltweite Erreichbarkeit sicher
- T- D1
 - International Roaming in über 70 Ländern
 - 6 Millionen aktive Teilnehmer (April 1999)
 - Prognostiziertes Wachstum auf 11 Millionen Teilnehmer bis 2001

2 Netzstruktur

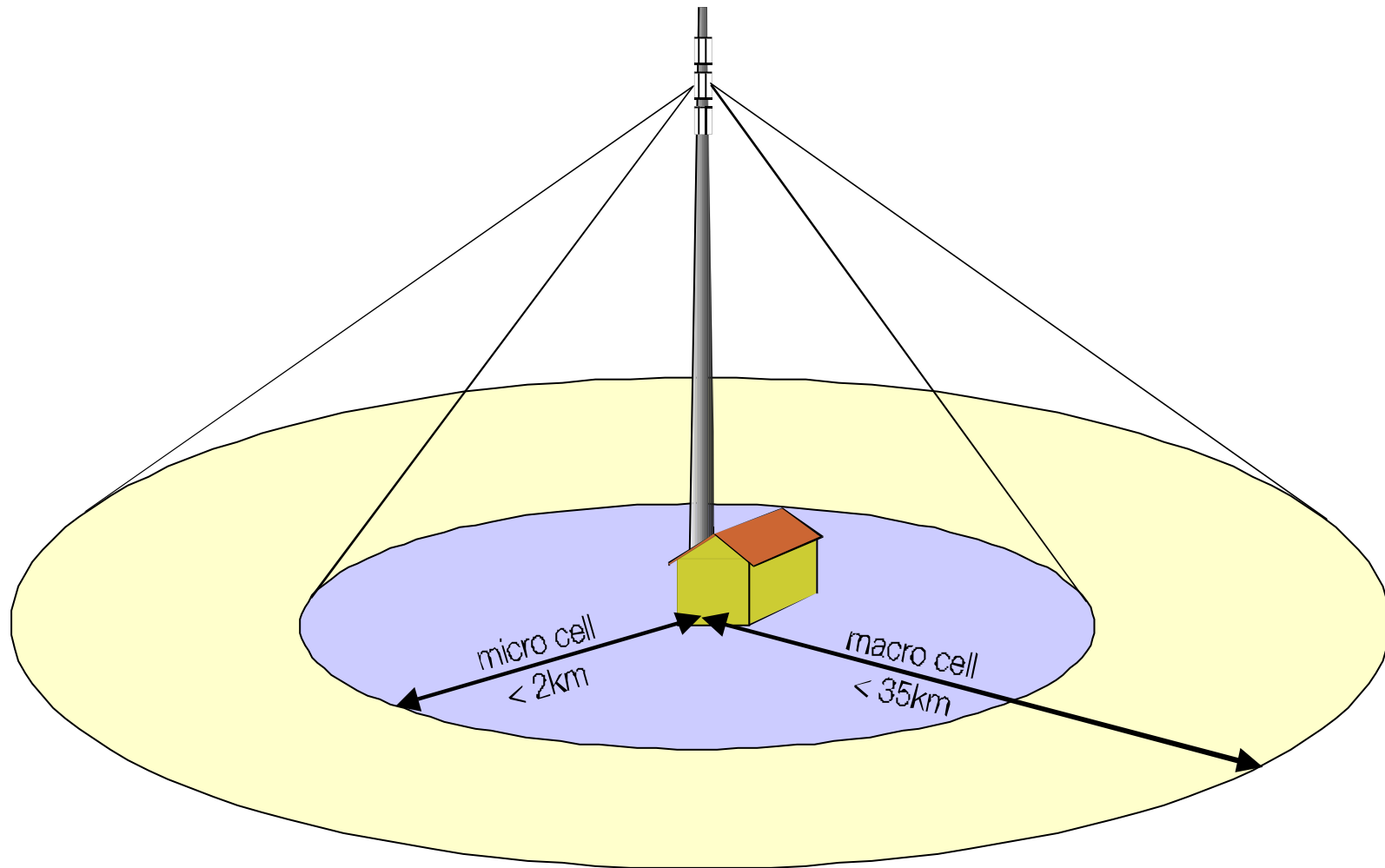


2 Netzstruktur

- Zellulare Netzstruktur
 - Wiederverwendung von Trägerfrequenzen
 - Unterschiedliche Zelltypen
 - Macro Cell
 - Micro Cell
 - Piko Cell
 - Sectorized Cell
 - Umbrella Cell
 - Extended Cell
 - Concentrical Cell
 - Bildung von Location Areas



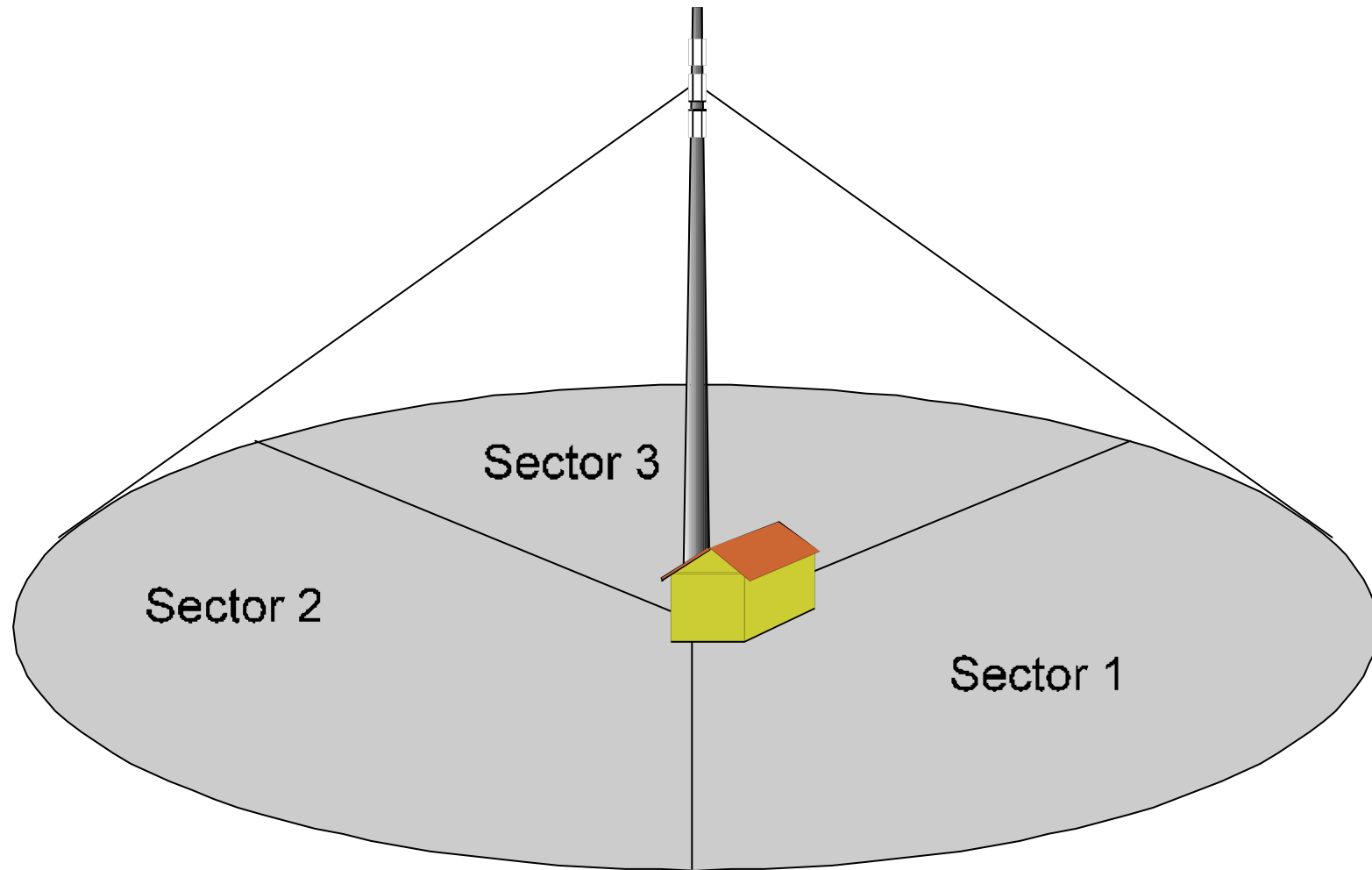
Macro und Micro Cell



...T...Mobil...

T...D1...

Sectorized Cell

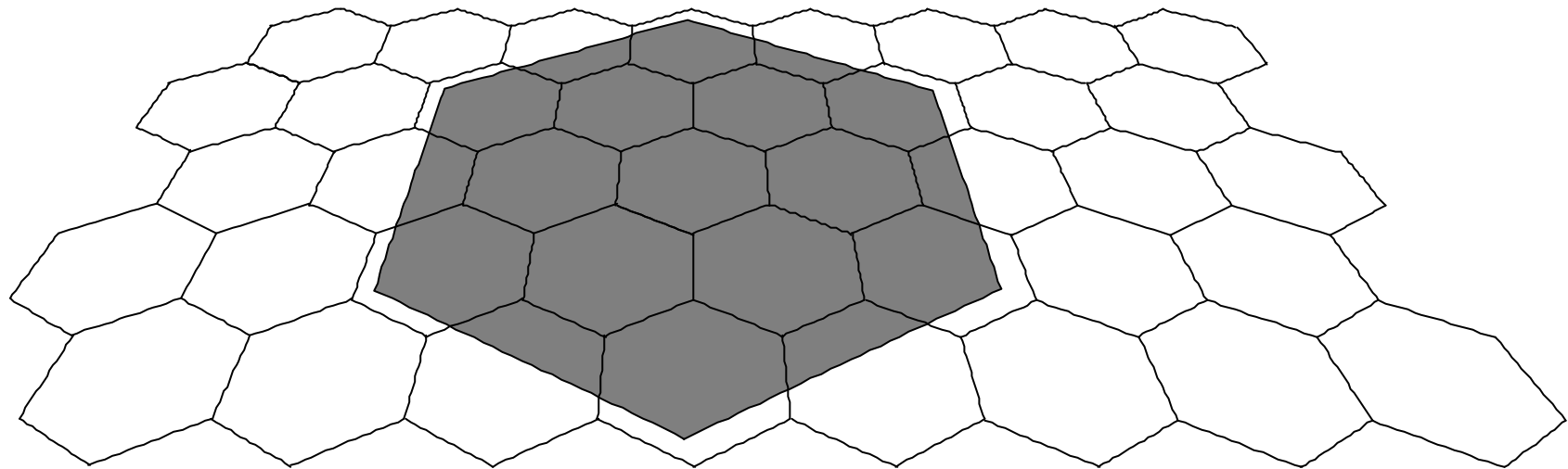


...T...Mobil

T...D1



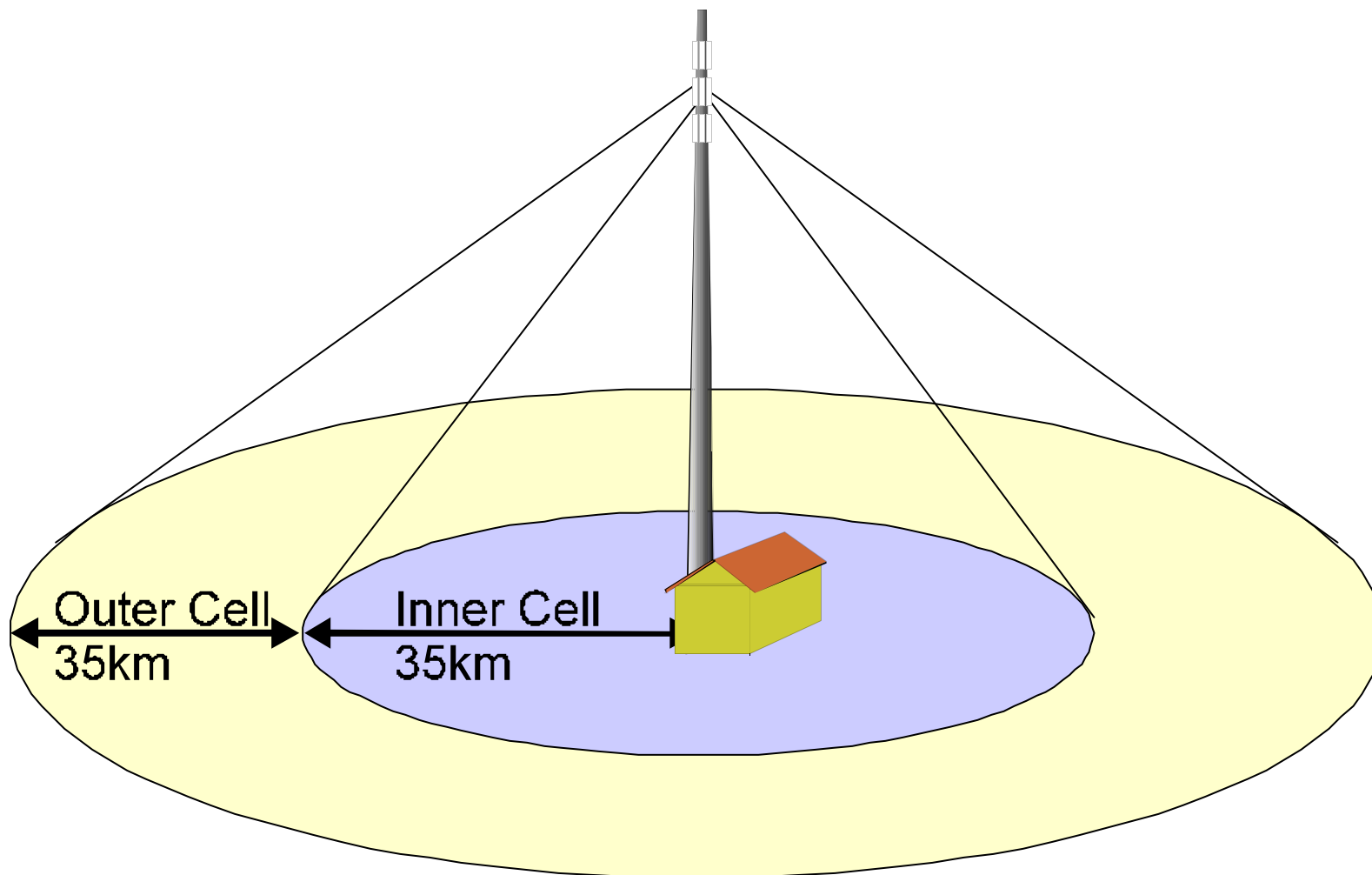
Umbrella Cell



...T...Mobil

T...D1

Extended Cell



...T...Mobil

T...D1



3 Funktionen der Netzelemente

Base Transceiver Station (BTS)

- Sende-/Empfangseinheit für eine/mehrere Zellen
- Hält die Verbindungen zu den Mobilstationen innerhalb der von ihr gesteuerten Zellen
- Verschlüsselt die auf der funkschnittstelle übertragenen Informationen (Sprache, Daten und Signalisierung)
- Technische Daten (GSM 900)
 - Frequenzbereich 890 - 915 MHz (Uplink)
 935 - 960 MHz (Downlink)
 - Trägerzahl 124 (FDMA)
 - Trägerabstand 200 kHz
 - Sendeleistung 50 W max, typ. 1- 10 W (T-D1)

3 Funktionen der Netzelemente



Base Station Controller (BSC)

- Steuert und überwacht bis zu 50 BTS'n
 - Zuweisung von Funkkanälen
 - Handover- Steuerung
 - Relaisfunktion für den Signalisierungsaustausch zwischen MS und MSC

3 Funktionen der Netzelemente



Transcoding Equipment (TCE)

- Digitale Sprachtranscodierung und Datenratenadaptierung
- Frequenzökonomische Gesichtspunkte
 - PCM 64 kbit/s auf 13 kbit/s (Fullrate)
 - PCM 64 kbit/s auf 6,5 kbit/s (Halfrate)
 - PCM 64 kbit/s auf 12,2 kbit/s (Enhanced Fullrate)

3 Funktionen der Netzelemente



Mobile Service Switching Center (MSC)

- Verbindungsaufbau (MOC, MTC und MMC)
- Signalisierungsaustausch mit den Mobilstationen ihres Bereiches
 - Erfassen und Aktualisieren der Aufenthaltsorte der Mobilteilnehmer
 - Aufbau ankommender/gehender Verbindungen
 - Handoversteuerung (Intra- MSC und Inter MSC- HO)
 - Gatewayfunktionen zu ISDN und PSTN
 - Unterstützung von GSM- Leistungsmerkmalen

3 Funktionen der Netzelemente



Home Location Register (HLR)

- Datenbank für bis zu 300000 permanent vorgehaltenen Teilnehmerdatenprofilen
 - Berechtigungsprofil für jeden Teilnehmer
 - Aktueller MSC- Aufenthaltsort (weltweit)
 - Steuert ankommende Rufe
 - die ersten beiden Ziffern der MSISDN identifizieren das HLR, in dem das Teilnehmerdatenprofil des GSM-Teilnehmers abgelegt ist.



3 Funktionen der Netzelemente

Visitor Location Register (VLR)

- Besucherdatenbank, die jedem MSC assoziiert ist
- Temporäre Verwaltung aller Teilnehmer, die sich im Bereich dieser MSC aufhalten
 - Kennungen des jeweiligen Teilnehmers (IMSI und TMSI)
 - Aktueller Aufenthaltsort (Location Area Code)
 - Liste aller Leistungen, die der Teilnehmer in Anspruch nehmen darf
 - Triplets zur Authentifizierung des Teilnehmers und für die Verschlüsselung auf der Luftschnittstelle

3 Funktionen der Netzelemente



Authentication Center (AC)

- Stellt die für die Authentifizierung und für die Verschlüsselung erforderlichen Triplets auf Anfrage des VLRs zur Verfügung
 - Schützt das GSM- Netz vor unbefugter Benutzung
 - Schützt die Mobilteilnehmer vor mißbräuchlicher Nutzung ihres Teilnehmerdatenprofils (Cloning- Schutz)

3 Funktionen der Netzelemente



Equipment Identity Register (EIR)

- Datenbank, in der die Hardwarekennungen der Endgeräte abgelegt sind
- Jedes GSM- Endgerät hat eine eigene Hardware- ID, die nicht verändert werden kann
 - International Mobil Equipment Identity (IMEI)
 - Wird auf Anforderung des Netzes von der MS bereitgestellt
- Weiße Liste: Zugelassene Endgeräte
- Schwarze Liste: Gesperrte Endgeräte (Diebstahl)
- Zentrales Equipment Identity Register in Dublin/Irland



3 Funktionen der Netzelemente

Operations and Maintenance Center (OMC)

- Betriebs- und Wartungszentrum zum Steuern und Überwachen aller Netzelemente
- Zentralisierte Funktion
- Erfassung statistischer Daten bzgl. Netzauslastung
- Störungen in den Netzelementen lösen einen Alarm am OMC aus
- Einbringen neuer Software- Upgrades (Download)

3 Funktionen der Netzelemente



Mobile Station (MS) (1/3)

- Setzt sich funktional aus zwei Teilkomponenten zusammen:
 - Mobile Equipment (ME)
 - Subscriber Identity Module (SIM)
- Klassifizierung nach Leistungsklassen:
 - Klasse I 20W (Festebau- und Testgeräte)
 - Klasse II 8W (Portables, Festebau)
 - Klasse III 5W (Portables)
 - Klasse IV 2W (Handhelds)
 - Klasse V 0.8W (Handhelds)



3 Funktionen der Netzelemente

Mobile Station (MS) (2/3)

- Subscriber Identity Module (SIM) (1/2)
 - Assoziiert das Teilnehmerverhältnis
 - Standardisierter Aufbau der SIM
 - Standard- SIM (ISO)
 - Plug- In- SIM (Handhelds)
 - Mikrocomputer mit Speicher (Rufnummernverzeichnis)
 - Verwendung der SIM in beliebigen Endgeräten
 - Erreichbarkeit unter eigener Rufnummer
 - Telefonie auf eigene Kosten

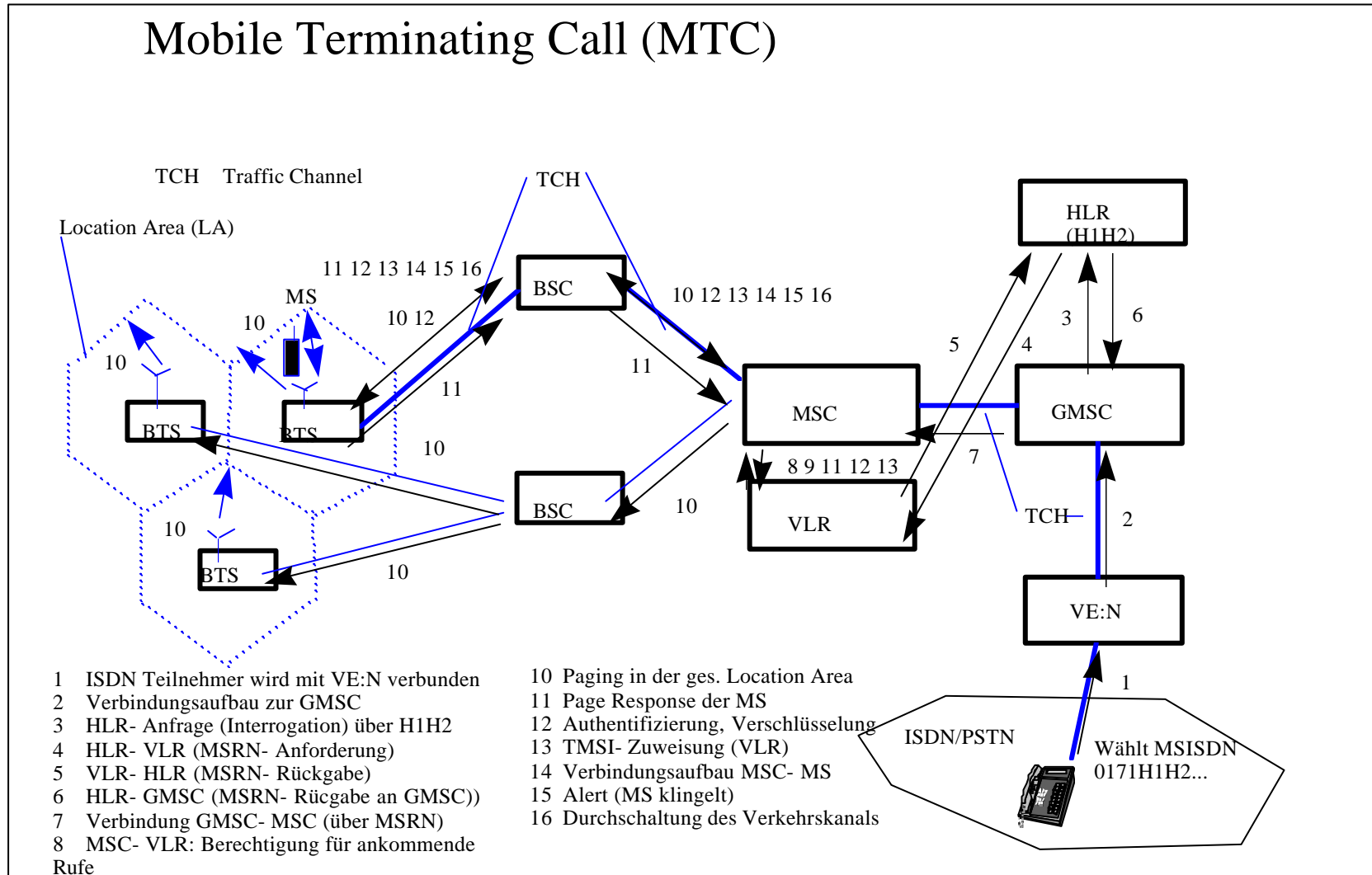
3 Funktionen der Netzelemente



Mobile Station (MS) (3/3)

- Subscriber Identity Module (SIM) (2/2)
 - PIN- Prüfung
 - PUK- Entsperrung
 - Unterstützung der MS bei der Authentifizierung
 - Berechnung der Verschlüsselungsparameter
 - Temporäre Speicherung netzbezogener Informationen
 - PLMN- Selektor (bevorzugte Netze)
 - SMS- Speicher

4 Ankommender Verbindungsaufbau



5 Luftschnittstelle (Um- Schnittstelle)



Um- Interface GSM 900 (1/2)

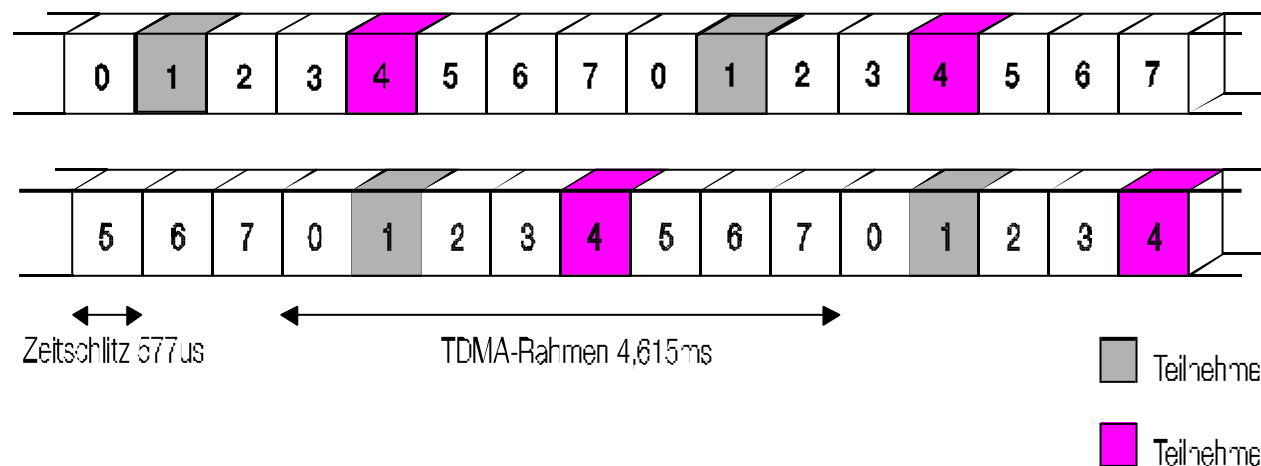
- Bezeichnung in Analogie zum Uk0- Interface des ISDN- Systems
- Frequency Division Multiplex Access (FDMA)
 - Uplink: 890,2 MHz bis 914,8 MHz
 - Downlink: 935,2 MHz bis 959,8 MHz
 - Trägerfrequenzabstand 200 kHz (Up- und Downlink)
 - 124 Trägerfrequenzpaare für GSM 900
 - Duplexabstand 45 MHz
- Modulationsverfahren: Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK)

5 Luftschnittstelle (Um- Schnittstelle)



Um- Interface GSM 900 (2/2)

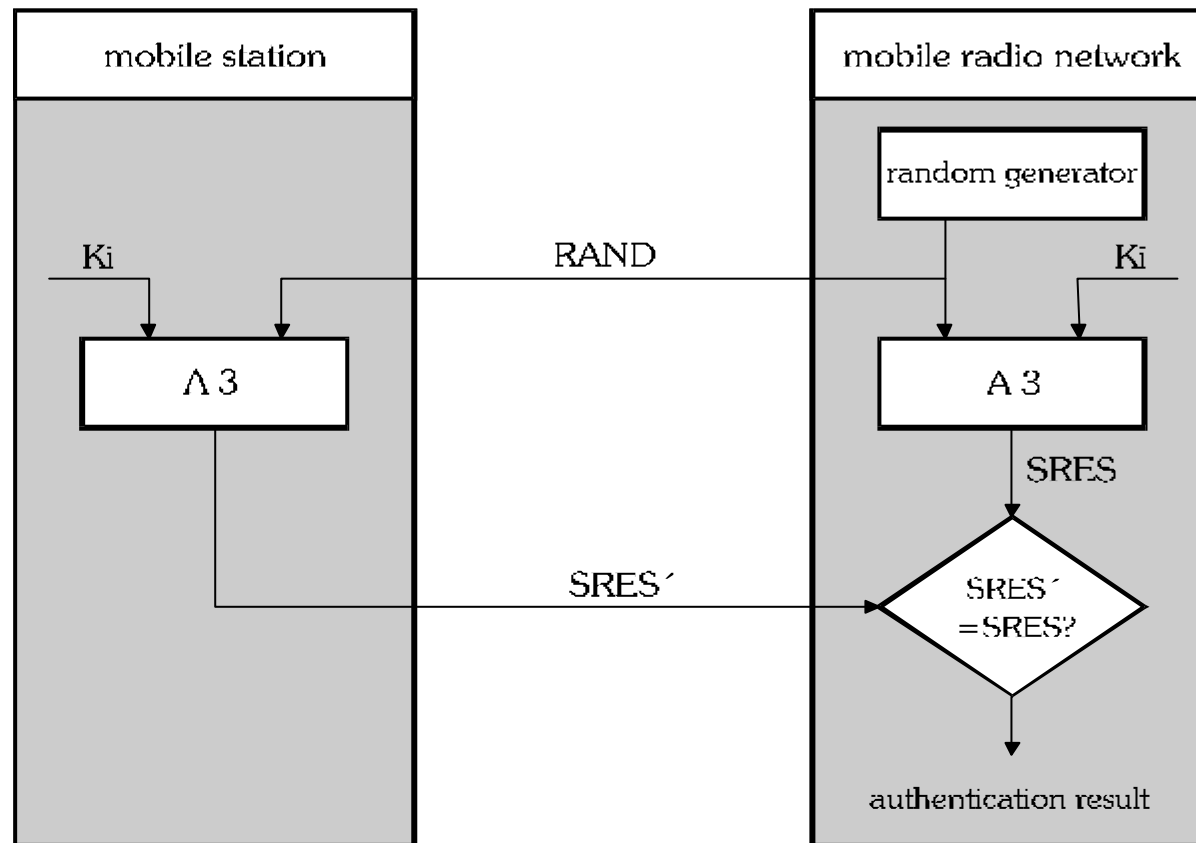
- Time Division Multiplex Access (TDMA)
 - 8 Zeitschlitz auf einem Träger aufmoduliert
 - Zeitschlitz: Physikalischer Kanal des GSM- Systems
 - TDMA- Rahmen:



6 Sicherheit



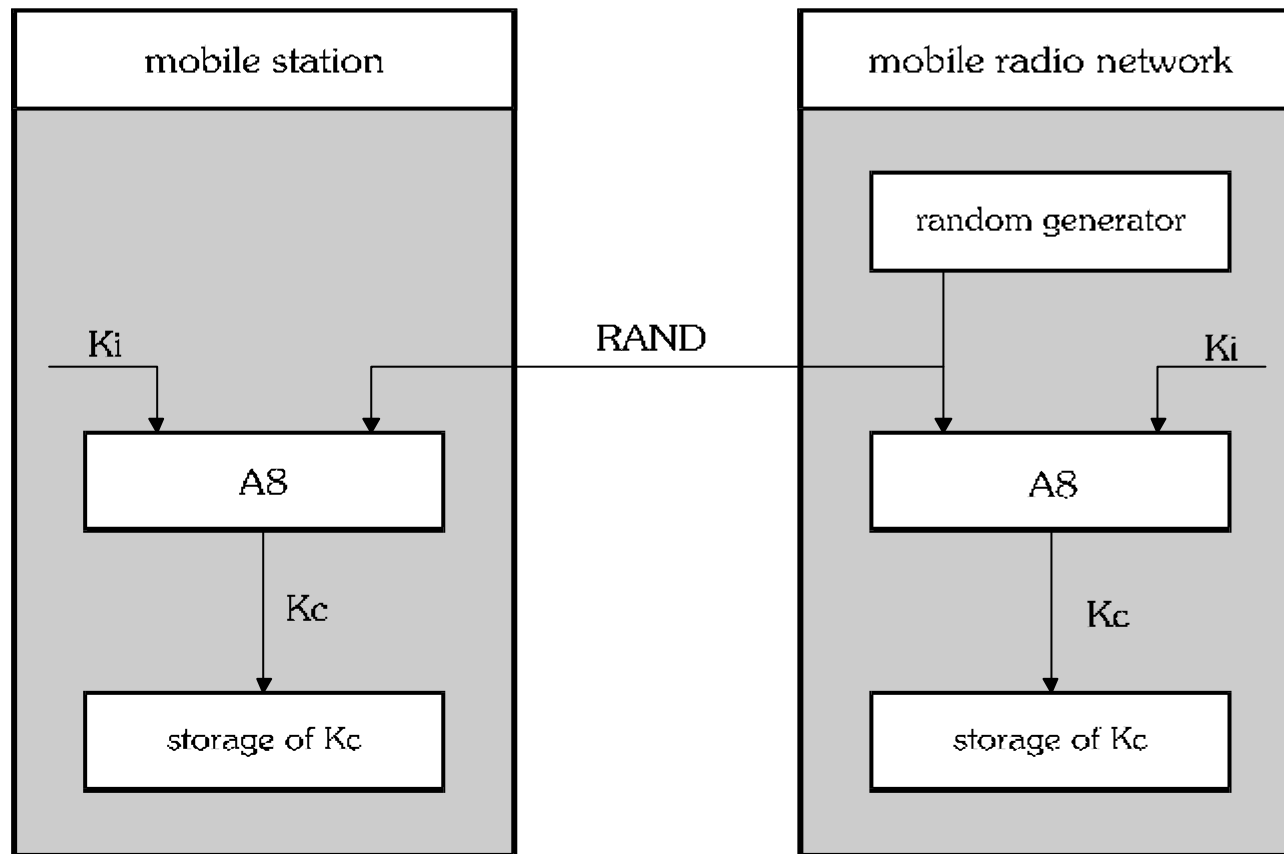
Authentifizierung



6 Sicherheit



Verschlüsselung



...T...Mobil

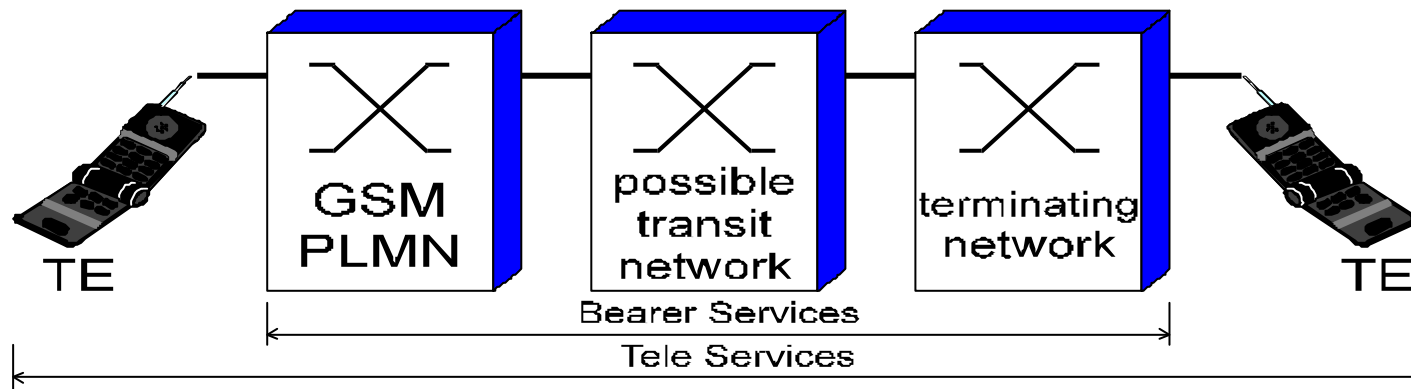
T...D1

7 Leistungsmerkmale



Telecommunications Services

- Tele Services (TS)
- Bearer Services (BS)
- Supplementary Services (SS)





7 Leistungsmerkmale

Tele Services (TS)

- Sprachübertragung
 - Telefonie (TS11): MOC und MTC (FR und HR)
 - Notrufe (TS 12)
- Short Message Service (SMS)
 - SMS ankommend (TS 21)
 - SMS gehend (TS 22)
 - SMS Cell Broadcast (TS 23)
- FAX- Übertragung
 - Alternierend Sprache/FAX Gruppe 3 (TS 61)
 - Automatisch FAX Gruppe 3 (TS 62)

7 Leistungsmerkmale



Bearer Services (BS)

- Asynchrone Datenübertragung
 - Uneingeschränkt digital oder 3.1 kHz
 - Transparent und Nicht Transparent
 - Geschwindigkeiten von 300 bit/s bis max. 9.6 kbits/s
- Synchrone Datenübertragung
 - Uneingeschränkt digital oder 3.1 kHz
 - Transparent und Nicht Transparent
 - Geschwindigkeiten von 1.2 kbit/s bis max. 9.6 kbit/s

7 Leistungsmerkmale



Supplementary Services (SS) (1/2)

- Identifikation der Rufnummer
 - Calling Line Identification Presentation (CLIP)
 - Calling Line Identification Restriction (CLIR)
 - Connected Line Identification Presentation (CoLP)
 - Connected Line Identification Restriction (CoLR)
- Rufweiterleitung
 - Call Forwarding Unconditional (CFU)
 - Call Forwarding on MS Busy (CFB)
 - Call Forwarding on No Reply (CFNRy)
 - Call Forwarding on MS Not Reachable (CFNRc)

7 Leistungsmerkmale



Supplementary Services (SS) (2/2)

- Call Completion
 - Call Wait (CW)
 - Call Hold (CH)
 - Completion of Calls to Busy Subscribers (CCBS)
- Multi Party Call (MPTY)
- Advice of Charge (AoC)
- Call Restriction
 - Sperre für alle abgehenden nat./int. Gespräche
 - Sperre für alle ankommenden nat./int. Gespräche

8 Ausblick



Weiterentwicklung des GSM Standards

- GSM- Netze der Phase II
 - Eingeschränkte digitale Bandbreite (max. 9.6 kbit/s)
 - Optimiert für Sprachübertragung
 - Keine direkte TCP/IP- Unterstützung
- GSM- Netze der Phase II+
 - Kanalbündelung mit:
 - General Packet Radio Service (GPRS)
 - High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)
 - Digitale Übertragungsraten zwischen 50 und 100 kbit/s
 - GPRS- Einführung 03/2000 (T-D1)

8 Ausblick



Mobilfunksysteme der 3. Generation

- Konkurrierende Systeme auf Basis der CDMA- Technik (Code Division Multiplex Access)
 - Amerikanisches IS-95 (Firma Qualcomm San Diego)
 - Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) der ETSI
 - Patentrechtliche Auseinandersetzungen
- Digitale Bitraten bis 2 Mbit/s
- Konvergenz von Sprach- und Datenübertragung
- Direkte Unterstützung des IP- Protokolls
- Problem: Attraktives Dienstangebot

Empfehlenswerte weiterführende Literatur zum Handy-Vortrag

Mobilfunk und intelligente Netze.
Grundlagen und Realisierung mobiler Kommunikation
Jacek Biala
Vieweg, Wiesbaden; ISBN: 3528143024
Preis: DM 138,00 DM (amazon.de)

Mobilfunknetze und ihre Protokolle (2-bändig)
Bernhard Walke
Teubner, Stgt.; ISBN: 3519061821
Preis: DM 169,00 (amazon.de)

GSM- Signalisierung verstehen und praktisch anwenden. Grundlagen,
Meßtechnik, Meßbeispiele
Gunnar Heine
Franzis, Feldkirchen; ISBN: 3772357733
Preis: DM 178,00 (amazon.de)