

1.3.6 Das Base Station Subsystem – BSS

Das Base Station Subsystem ist vergleichbar mit einer imaginären mobilen „Anschluss-Schnur“ zum Endgerät. Aufgaben sind neben der Funkverbindung auch Mobilitätsfunktionen, wie die Gesprächsweitergabe (Handover) und Weiterleitung aller Gespräche in das Vermittlungsnetzwerk NSS. Wir unterscheiden zwischen den Funkstationen, den **Basisstationen**, und deren Steuerungseinheit, dem **Base Station Controller**.

1.3.6.1 Die Base Transceiver Station – BTS

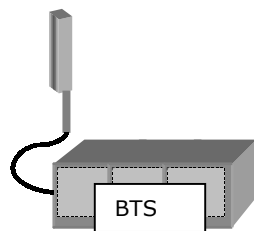


Abbildung 1-24:
Die Basisstation

Die BTS bildet eine Funkzelle unseres Mobilfunknetzes. Hier beginnt für den Teilnehmer der Kontakt mit dem Netz. Eine BTS sorgt für die Aufnahme der Gespräche über die angeschlossene Antenne und leitet alle Gesprächsdaten weiter an den angeschlossenen Base Station Controller. Je nach **Frequenzbereich (900/1800/1900 MHz)** und **Sendeleistung** (ca. 1 Watt bis 320 Watt) kann man eine Versorgungsfläche definieren.

Meist verwendet man auf dem Land grosse Zellen. Diese werden durch hohe Sendeleistungen, hohe Standorte und einen tieferen Frequenzbereich begünstigt. In Innenstädten versucht man kleine Funkzellen durch eine geringe Sendeleistung und tiefe Standorte zu erreichen.

Damit die Mobiltelefone die Basisstation finden können, sendet eine Basisstation in jeder Zelle Netzinformationen. Diese bestehen z.B. aus dem Land des Netzbetreibers, der Netzkennung, lokaler Zuordnung („Location Area“) und der Beschreibung der Nachbarzellen mit deren genauen Frequenzangaben.

Die Verbindung zwischen BTS und Mobilstation ist im Regelfall während eines Gespräches, Datenverbindung oder Kurznachricht verschlüsselt. Diese **Verschlüsselung** kann der Netzbetreiber einrichten.

Da zwischen den Zellen die Gespräche vor dem Abbruch der Verbindung weitergegeben werden müssen, ist – wie wir bereits wissen – bei der Funknetzplanung darauf zu achten, dass sich benachbarte Zellen überschneiden.

1.3.6.2 Mobilfunkrepeater - MFR

Einsatz von
MFR

Mobilfunkrepeater werden eingesetzt, falls eine Basisstation nicht genügend Reichweite besitzt oder ein Gebiet nicht im direkten Kontakt zur BTS versorgt werden kann. Dieses Bauteil ist kein GSM-Standard. Die Funktionsweise ist wie ein Zwischenverstärker. Je nach Netzbetreiber werden Mobilfunkrepeater zur **Verbesserung der Flächenversorgung** oder besseren **Abdeckung strategischer Punkte** verwendet (z.B. oftmals auch „Inhouse“).

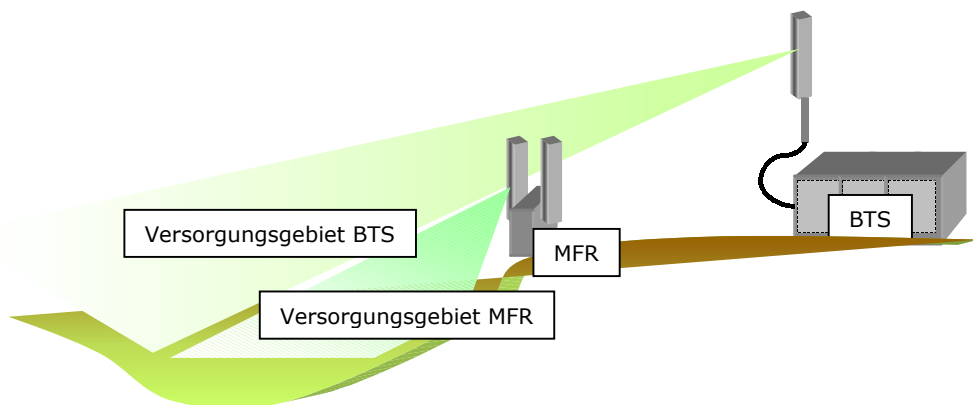


Abbildung 1-25: Beispiel eines MFR-Einsatzes

1.3.6.3 Der Base Station Controller – BSC

Die Funkzellen, die durch die BTSen aufgebaut worden sind, müssen verwaltet werden. Eine BTS hat nicht die Möglichkeit die eigenen Ressourcen, wie z.B. die Anzahl der aufgebauten Gespräche, zu steuern. Mehrere BTSen werden über Festnetzleitungen mit einer Verwaltungseinheit verbunden, dem Base Station Controller. Dieser BSC hat die Aufgabe die **Gesprächskapazitäten zu verteilen und auch Handover durchzuführen**.

Aufgaben
des BSC

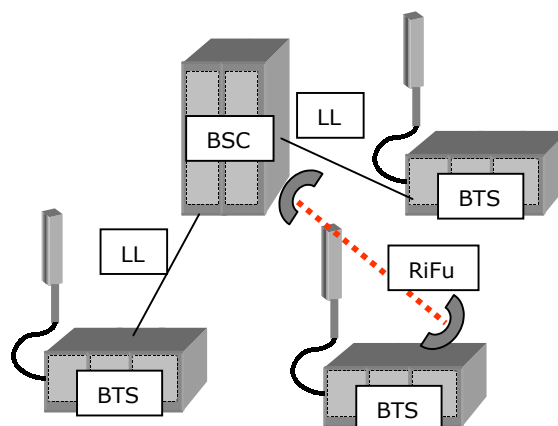


Abbildung 1-26: BTS-BSC-Verbindung

Das heisst für eine Mobilstation, die gerade ein Gespräch aufbauen möchte, dass der BSC überprüfen muss, ob gerade dort diese Zelle noch Kapazität besitzt. Möglicherweise kann der Ruf nur über eine benachbarte Zelle aufgebaut werden, die aber noch genügend nahe zur Mobilstation steht. Dies stellen wir mit einem fallenden Signalpegel beim Rufaufbau fest. Da die Ressourcen vom Netz (BSC) verteilt werden, haben wir keinen Einfluss, ob wir die augenblicklich angezeigte Zelle auch für ein Gespräch nutzen können.

Ein BSC kann mehrere BTSen versorgen. Je nach Technologie des Herstellers können das einige Dutzend bis Hundert sein. Ein BSC dient deshalb auch als Konzentrador. Die Verbindungen zwischen den Netzelementen können über **gemietete Festleitungen** (LL = leased lines), oder Richtfunkstrecken (RiFu) realisiert werden.

Für den Fall eines Handovers, welcher auch durch den BSC durchgeführt wird, muss dieser immer über die Qualität und Signalstärke der aktuellen Gespräche informiert werden. Zu diesem Zwecke werden bei aktiven Verbindungen, z.B. Gesprächen oder Kurznachrichten, Messwerte übertragen. Diese Messwerte beschreiben die Verbindung der Mobilstation mit der aktuellen Zelle sowie die Empfangsmöglichkeiten der benachbarten Stationen. Nur zu diesen gemessenen Nachbar-BTSen kann im Falle eines Handovers übergeben werden.

1.3.6.4 Der Transcoder – TC

Die wichtigste Ressource in Funksystemen ist die Frequenz. Aus diesem Grunde müssen wir hierbei eine **optimale Ausnutzung** erreichen.

Aus dem Festnetz kennen wir bereits den **Standard ISDN**, der Sprache mit einer Datenrate von **64.000 bit pro Sekunde (bps)** überträgt. Da GSM-Systeme von der Spezifikation zu ISDN kompatibel sein müssen, haben wir diese Datenrate in allen Vermittlungsstellen ebenfalls als Standard gewählt, genauer gesagt im gesamten NSS-Bereich. Brauchen wir mehr Kapazität zwischen zwei Vermittlungsstellen, so können wir mehrere „Leitungen“ parallel verlegen. So einfach ist dies im Falle einer

Funkübertragung nicht! Wir können keine gleichen Frequenzen parallel vergeben. Dies zwingt uns zu einer besseren Nutzung!

Die Vorgabe in GSM-Systemen ist die Sprachdatenrate von den im Festnetz üblichen 64.000 bps auf 13.000 bps zu verringern. Eine höhere Datenrate kann nicht gesendet werden! Wie kann dies geschehen?

Betrachten wir dazu das menschliche Sprachsystem im folgenden Bild.

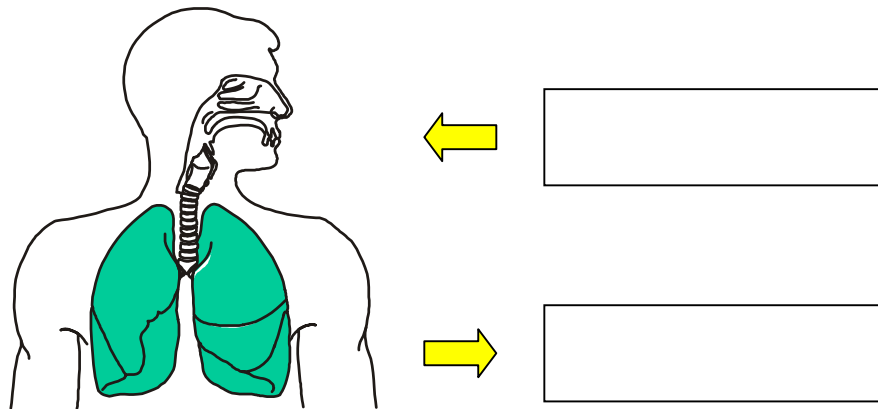


Abbildung 1-27: Das menschliche Sprachsystem

Wir sind in der Lage die Sprache durch Anspannen von Muskeln, der Lunge und der Stimmritze zu erzeugen. Somit können wir im Idealfalle (wären alle Menschen mit dem gleichen System ausgestattet) das gehörte wiedergeben. Dazu reichen und nur wenige Angaben über die „Einstellung“ des Systems, da uns unser Gehirn vorgibt: wir haben sprechen gelernt und somit die Benutzung. Aus den komplexen gehörten Sprachsignalen haben wir durch „einfaches“ Anspannen unsers Sprechapparates das gleiche Signal erzeugt.

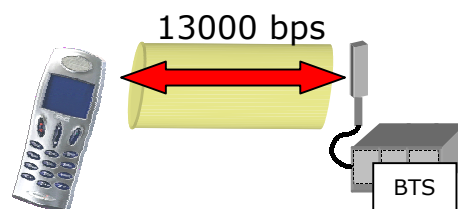


Abbildung 1-28: Beschränkung der Datenrate

Ähnlich funktioniert der **Transcoder** im GSM-System. Er kann aus einem Sprachsignal die Informationen über diesen **Standard-Sprachapparat** gewinnen und diese Einstellungen (Parameter) übertragen. Dies geschieht jetzt mit einer geringeren Geschwindigkeit, da es viel weniger Daten sind, als das

komplexe Sprachsignal. Wir verringern die Datenrate von 64.000 bps (komplexes Sprachsignal) auf 13.000 bps (Parameter für den

Transcoder). Diese 13.000 bps werden über die „Luft“ übertragen und können im Endgerät wieder durch einen gleichartigen Transcoder in ein komplexes Sprachsignal umgewandelt werden. Man nennt dies auch Full-Rate Übertragung.

Full-Rate,
Half-Rate,
Enhanced
Full-Rate

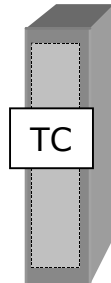


Abbildung 1-29:
Netzelement
"Transcoder"

Moderne Technologien arbeiten sogar mit der Hälfte der Datenrate innerhalb des Transcoder-Systems (Half-Rate) oder mit einer weiterentwickelten Technologie mit 13.000 bps (Enhanced Full-Rate).

Da alle Gespräche über die MSC vermittelt werden, ist bei jedem Telefonat mindestens ein Transcoder zwischengeschaltet. Bei Anrufen von Mobilgerät zu Mobilgerät sogar zwei! Dies erklärt z.B. auch die grossen Zeitverzögerung, mit der die Stimmen übertragen werden. Schliesslich müssen die Sprachdaten immer umgewandelt werden. Dies geschieht alle 20 ms.

Notizen



1.3.7 Übersicht über das BSS

Alle Komponenten des BSS mit denen des NSS sind hier zusammengestellt.

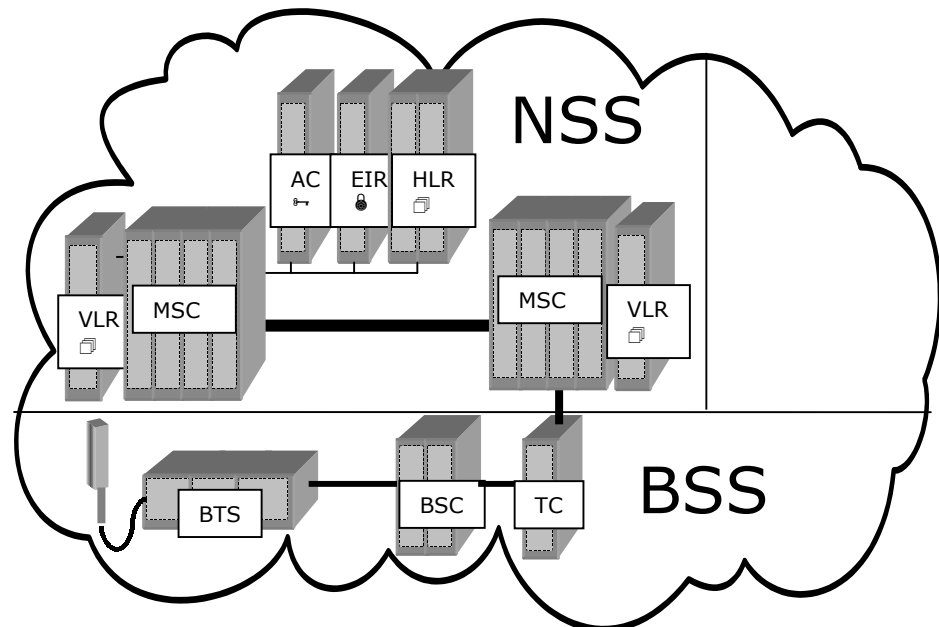


Abbildung 1-30: Das BSS mit Komponenten und NSS-Kopplung

Die Aufgaben des BSS sind

- ▶ Verwaltung der Frequenzen
- ▶ Verschlüsselung der Daten
- ▶ Steuerung von Handover
- ▶ Aussendung in Netzinformationen
- ▶ Reduzierung der Sprachdaten von 64.000 bps auf 13.000 bps
- ▶ Auswertung von Messungen der Mobilstationen

Notizen



1.3.8 Das Operation & Maintenance Subsystem - OMC

Neben den „produktiven“ Subsystemen BSS und NSS muss ein GSM-Netz immer überwacht werden. Treten Fehler auf, müssen diese schnell gefunden und mit geeigneten Mitteln behoben werden.

In lokalen oder zentralen Zentren arbeiten Experten der Netzüberwachung Tag und Nacht. Die Aufgaben sind vielfältig, die durch das Operation and Maintenance Subsystem durchgeführt werden:

Lokales und
Zentrales
Management

- ▶ Alarm-Management
- ▶ Konfigurations-Management
- ▶ Performance-Management

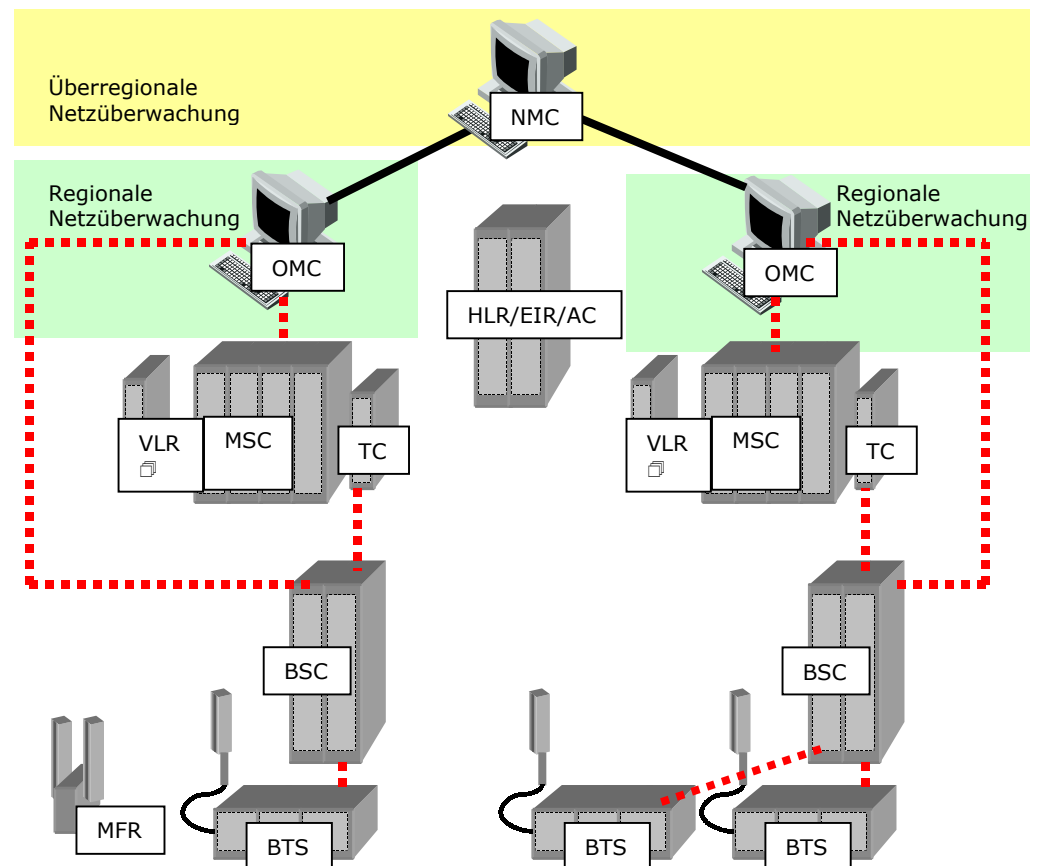


Abbildung 1-31: Anbindung des Netzmanagementsystems

Das Netzmanagementsystem ist an alle Netzelemente ausser Basisstation, Transcoder und Mobilfunkrepeater direkt angeschlossen. Diese werden über den BSC zugegriffen. Da der Mobilfunkrepeater kein GSM Netzelement ist, besitzt er ein eigenes Überwachungssystem. Elemente wie Richtfunksysteme haben ebenfalls ein eigenes Überwachungssystem.

Welche Schwierigkeiten können sich in der Praxis daraus ergeben? Können Sie sich Lösungen vorstellen?

Notizen

1.3.9 Sondersysteme

Neben den bisher aufgeführten GSM-Netzelemente gibt es eine Reihe von Erweiterungen, die neue Dienste ermöglichen.

1.3.9.1 Das Short Message Service Centre - SMSC

Sprachanrufe werden direkt von einem Teilnehmer zu Gesprächspartner durchgestellt. Ist dieser nicht erreichbar, so wird eine entsprechende Netzansage durch die Vermittlungsstelle eingespielt oder zum Anrufbeantworter verbunden.

Senden wir jedoch eine Kurznachricht (SMS oder SM = Short Message), haben wir keine Möglichkeit zu prüfen, ob der Empfänger gerade erreichbar ist. Wir benötigen zu korrekten Auslieferungen einen Zwischenspeicher, der die Aussendung solange vornimmt, bis die Nachricht ausgeliefert wurde. Diesen Zwischenspeicher stellt die SMSC dar. Die folgende **Übung** soll den Weg einer Kurznachricht zeigen.

Zwischen-
speicher

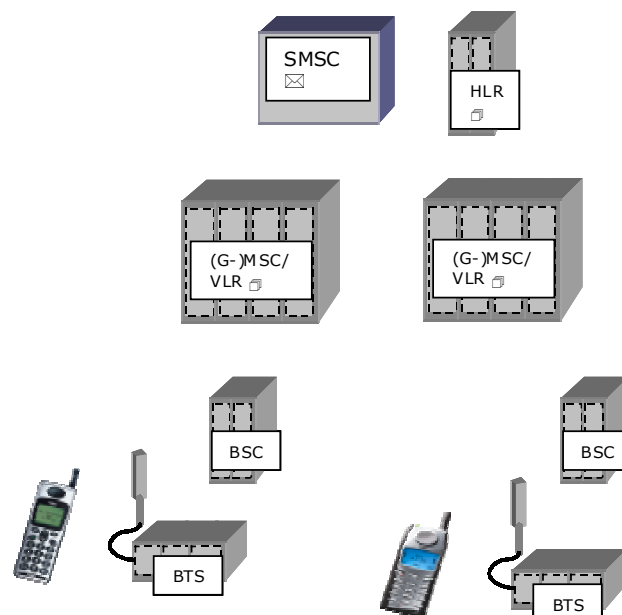


Abbildung 1-32: Übung:
Auslieferung einer
Kurznachricht



Da wir bei der Aussendung der SMS diesen Zwischenspeicher angeben müssen, ist die Hinterlegung dieser **Kurznachrichten-Zentrale** notwendig. Dies geschieht im Mobiltelefon.

Kurznachrichten sind innerhalb des GSM-Systems auf 160 Zeichen begrenzt. Werden längere Nachrichten übertragen, sind diese innerhalb des GSM-Netzes immer als 160-Zeichen-Pakete zu transportieren und innerhalb der Endgeräte zu der „überlangen“ Kurznachricht zusammenzusetzen. Die Abrechnung der Nachricht geschieht auf der 160 Zeichen-Basis. NOKIA-Endgeräte z.B. unterstützen Kurznachrichten mit 458 Zeichen, was 3 Standard-Kurznachrichten entspricht und abgerechnet wird.

Mehr über Kurznachrichten erfahren Sie im Kapitel „Dienste“.

1.3.9.2 Das Voice Mail Service Centre – VMSC

Im Festnetz können wir in Abwesenheit einen Anrufbeantworter Gespräche aufzeichnen lassen. Diesen Anrufbeantworter schliessen wir an unseren Hausanschluss an. Dies ist im Mobilfunknetz nicht möglich, da wir nicht immer mit dem Netz verbunden sind (Mobilgerät ausgeschaltet, nicht versorgtes Gebiet, etc.). **Der Anrufbeantworter muss demnach im Netz integriert sein**, damit in jedem Falle die Aufzeichnung erfolgen kann. Das Netzelement des Anrufbeantworters heisst **Voice Mail (oder Messaging) Service System – VMSC**. Neben Sprache können auch FAX-Mitteilungen aufgezeichnet werden.

Das VMSC wird an eine Vermittlungsstelle angeschlossen. Mit modernen Technologien können mehrerer Millionen Kunden pro System verwaltet werden. Entsprechende Leistung muss die MSC zur Vermittlung der Gespräche bereitstellen. Die Benachrichtigung der Kunden über eingegangene Nachrichten geschieht über den Kurznachrichtendienst. Moderne VMSC-Systeme haben meist integrierte SMSC-Subsysteme, nur für die Benachrichtigung.

Länge von
Kurznach-
richten

Probelektion GSM

Anbindung
der VMSC im
Netz

Folgende Übung zeigt den Weg der Sprachmitteilung und den Abruf.

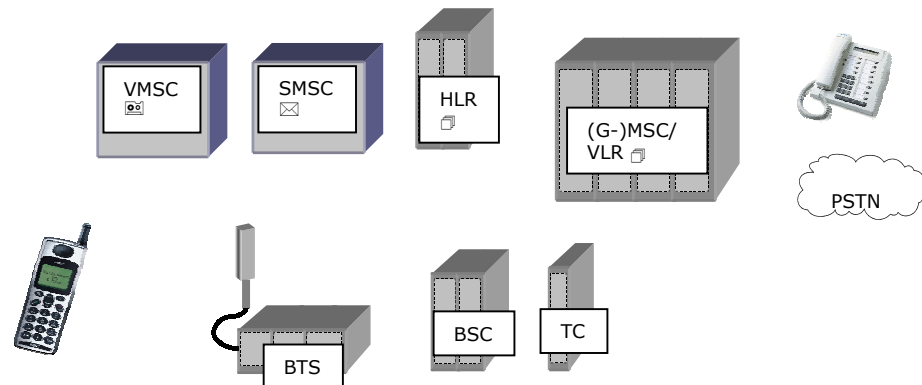


Abbildung 1-33: Aufzeichnung einer Sprachnachricht

1.3.10 Mobilitätsprinzipien und Gesprächsaufbauten

1.3.10.1 Location Update

Ein Mobilfunknetz muss immer wissen, wo sich ein Teilnehmer befindet. Wir haben das als Roamingfähigkeit kennen gelernt. Wie genau ist jedoch diese Information? Wann muss sich ein Teilnehmer melden?

Betrachten wir die Zellen eines Netzes. Wir wissen, dass sich Zellen überlappen müssen, um einen Handover durchzuführen. Ein Mobilgerät ist demnach im Idealfalle (z.B. Stadt) von mehreren Zellen gleichzeitig zum empfangen. Da wir jedoch die Zellen durch unterschiedliche Frequenzen getrennt haben, empfängt die Mobilstation nur die Informationen der Zelle, deren Frequenz eingestellt ist. Prinzipiell kann diese Frequenz geändert werden (z.B. wenn der Empfang schlechter wird) und eine neue Funkzelle versorgt die Mobilstation. Wenn alle diese Änderungen von allen Teilnehmern jederzeit dem Netz gemeldet werden sollen, dann wäre die Last sehr hoch und die Akkukapazität der Mobilstationen durch das laufende Senden sehr schnell erschöpft. Aus diesem Grunde werden mehrere Zellen zu einem Verbund, der **Location Area**, zusammengefasst. Innerhalb dieses Bereiches kann sich das Mobilgerät aufhalten, ohne dass das Netz eine Information erhalten muss.

Eine Location Area wird von der MSC verwaltet. Alle Kunden in diesem MSC-Bereich haben die temporären Daten in dem zugehörigen VLR. Dieses kennt die genaue Location Area der Teilnehmer.

Handover

Location
Area

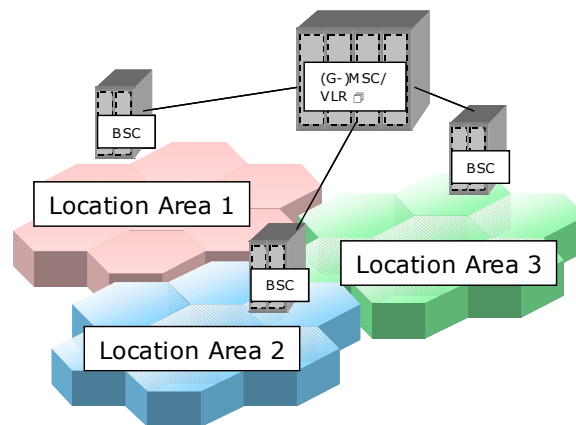


Abbildung 1-34: Die Location Area

Innerhalb einer Location Area

- ▶ kann sich eine Mobilstation frei bewegen und muss sich nicht im Netz bei Zellwechsel erneut melden
- ▶ wird bei einem ankommenden Ruf über alle Teilnehmer gesucht

Eine Location Area (LA) umfasst

- ▶ mindestens eine Zelle
- ▶ maximal alle Zellen einer MSC. Es dürfen nicht zwei MSC-Bereiche zu einer LA gehören!

Die Kennzeichnung erfolgt mit dem Location Area Code (LAC). Dieser ist weltweit einzigartig und enthält das Land, den Netzbetreiber und eine Identität der LA. Dieser Code wird von allen Basisstationen gesendet. Somit kann die Mobilstation immer feststellen, in welcher LA es sich befindet.

Das Location Update wird demnach nur durchgeführt, wenn die Grenzen einer Location Area überschritten werden. Diese Aktion nennt sich auch „**generisches Location Update**“.

Neben dem Location Update bei Zellwechsel gibt es noch zwei weitere Arten:

Generisches
Location
Update

1.3.10.4 Übung: Ankommender Anruf aus dem Festnetz

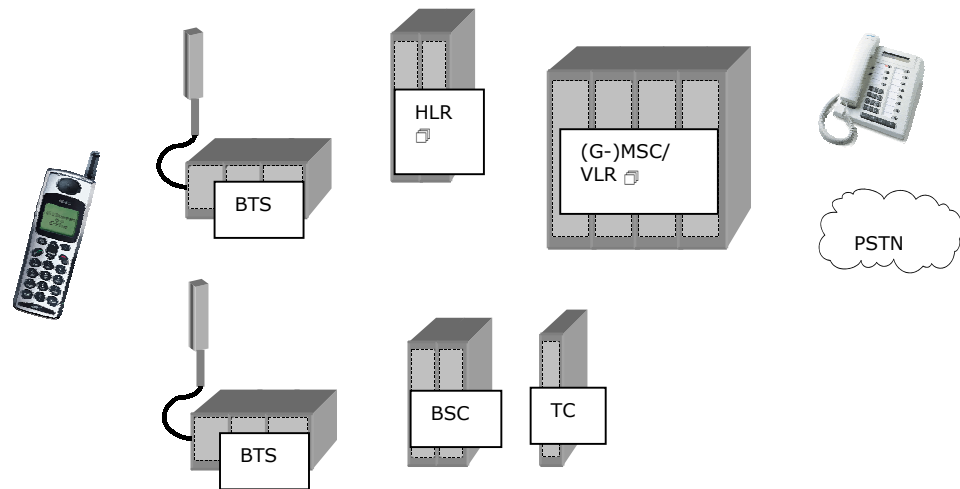


Abbildung 1-36: Phasen eines Rufaufbaus

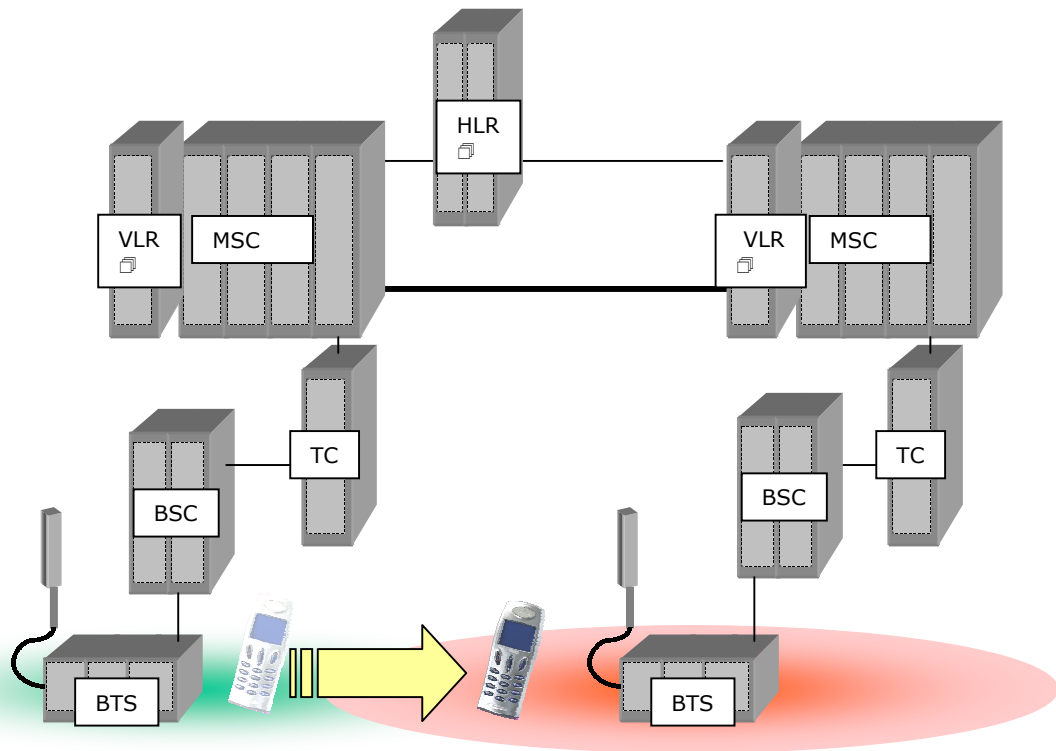
Welche Schritte sind nötig, um den Anruf zur Mobilstation durchzustellen?

Bitte markieren Sie mit Pfeilen die Phasen des Rufaufbaus für den MTC (Mobile Terminating Call) und beschreiben Sie die Aktion:

1. Ankommender Anruf aus dem Festnetz
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

1.3.10.5 Übung: Location Update

Probelektion GSM



In der obigen Zeichnung wird das Mobilgerät in der linken Zelle ausgeschaltet und in der rechten Zelle wieder eingeschaltet (z.B. nach einem Flug). Welche Art von Location Update ist dies?

Bitte zeichnen Sie die Aktionen ein, die im Netz zum erfolgreichen Einbuchen in der neuen Zelle führen. Ausgang ist der Zeitpunkt des Ausschaltens der Mobilstation in der linken Zelle.

1. Das Mobilgerät meldet sich beim linken VLR ab
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

1.3.10.6 Fragen

Mehrere Antworten können richtig sein.

1. Wie heissen die 3 GSM-Untersysteme (Subsystems)

Antwort 

2. Welche Netzelemente enthalten Teilnehmerdaten?

- a) HLR
- b) MSC
- c) VLR
- d) SIM

3. Mit welcher Kennung (Nummer) wird eine SIM in GSM-Netzen weltweit gesucht?

- a) MSISDN
- b) IMSI
- c) Location Area
- d) SIM-Nummer

4. Welche Daten sind auf der SIM

- a) IMSI
- b) Telefonnummer (MSISDN)
- c) PIN
- d) PUK

5. Welchem Netzelement ist das VLR zugeordnet?

- a) HLR
- b) MSC
- c) BTS
- d) BSC

6. In welchem Netzelement werden die Kundendaten zentral hinterlegt und durch den Kundenservice geändert?

- a) VLR
- b) BTS
- c) SIM
- d) HLR

7. Das Location Update ist Aufgabe von

- a) BTS
- b) BSC
- c) Mobilstation
- d) MSC

8. Der Transcoder

- a) reduziert die Sprachdatenrate von 64.000 bps auf 20.000 bps
- b) wird meist am Standort des BSC aufgebaut
- c) muss für die Sprachübertragung immer aktiviert sein
- d) ist nicht nötig, nur optional

9. Kurznachrichten

- a) sind max. 160 Zeichen lang
- b) werden direkt zum Empfänger gesendet
- c) können nur innerhalb des gleichen Mobilfunknetzes gesendet werden
- d) können auch ohne Eingabe einer Kurznachrichtenzentralnummer gesendet werden

10. Was kennzeichnet eine Location Area (LA)?

- a) eine LA ist immer genau eine Zelle
- b) innerhalb einer LA muss das Mobilgerät kein Location Update machen
- c) eine LA kann mehrere Zellen umfassen, maximal einen MSC-Bereich
- d) eine LA ist immer ein BSC-Bereich