

# Schnittstellen und Protokolle

## KURZFASSUNG

33 Seiten

## INHALT

<b>1</b>	<b>Übersicht.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
2.1	Signalisierungsprotokolle .....	3
2.2	Schnittstellen.....	3
<b>3</b>	<b>Schicht 1: Bitübertragung .....</b>	<b>7</b>
3.1	Kanalcodierung und Interleaving.....	8
3.2	Sprachcodierung für die Funkübertragung.....	9
3.3	Codierung für die Signalisierung und Datenübertragung .....	10
3.4	Durchsatz, Verzögerung und Synchronisation .....	11
3.6	Korrektur der Signallaufzeit zwischen Fest- und Mobilstationen.....	12
<b>4</b>	<b>Schicht-2: Sicherung .....</b>	<b>12</b>
4.1	Das LAPD <sub>m</sub> Protokoll.....	13
<b>5</b>	<b>Schicht 3: Signalisierung .....</b>	<b>17</b>
5.1	Verbindungsaufbau .....	19
5.2	Format und Codierung einer Schicht-3-Nachricht.....	20
5.3	Dienste der Teilschichten.....	21
<b>6</b>	<b>Zeichengabeverfahren Nr. 7 .....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Kontrollfragen .....</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Bilder und Tabellen.....</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>33</b>

1 Übersicht

Die Protokolle des GSM-Systems sind in Anlehnung an das OSI-Referenzmodell strukturiert und folgen dem ISDN-Ansatz. Signalisierungs- und Nutzinformation werden in getrennten Kanälen übertragen.

Daher werden wie im ISDN-Protokollreferenzmodell mehrere Protokollebenen unterschieden, wobei jede Ebene ihre eigenen, für die speziellen Einsatzfälle optimierten Protokolle besitzt:

- Managementebene (M-Plane, Management Plane)  
enthält Funktionen zum Schicht- und zum Ebenenmanagement und ist im GSM-Standard nur unvollständig definiert.
- Nutzinformationsebene (U-Plane, User Plane)  
sorgt für die Übermittlung der Nutzinformation auf den Nutzkanälen.
- Steuerungsebene (C-Plane, Control Plane)  
enthält die Funktionen zum Austausch der Steuerungsinformation zwischen der MS und dem Netz. Hier erfolgen z.B. die Gesprächssteuerung und die Abwicklung von ergänzenden Dienstmerkmalen sowie die Unterstützung der persönlichen Mobilität, die Durchführung von Sicherheitsfunktionen und die Bereitstellung geschützter Funkverbindungen.

Die Protokollarchitektur der C-Ebene berücksichtigt die Schnittstellen Um und Abis, die an die Signalisierungsprotokolle DSS1 (Digital Signalling System No. 1) der ISDN-Benutzer-Netz-Schnittstelle angelehnt sind, und die Schnittstellen A bis G, die eigenständige Anwendungsprotokolle im Rahmen des ZGV7 benutzen.

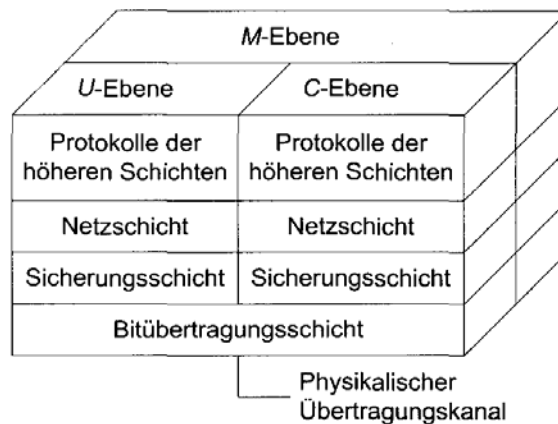


Bild 1 Konzeptionelles GSM-Protokollreferenzmodell

**Schlüsselwörter**

Funkschnittstelle U<sub>m</sub>, LAPD<sub>m</sub>, Interleaving, Paging, Authentication, Cipherng, Radio Resource Management, Mobility Management, Connection Management, Signalling Connection Control Part, Transaction Capabilities Application Part, Network Service Part, Mobile Application Part, Signalisierungsnetzverbund

2 Allgemeines

2.1 Signalisierungsprotokolle

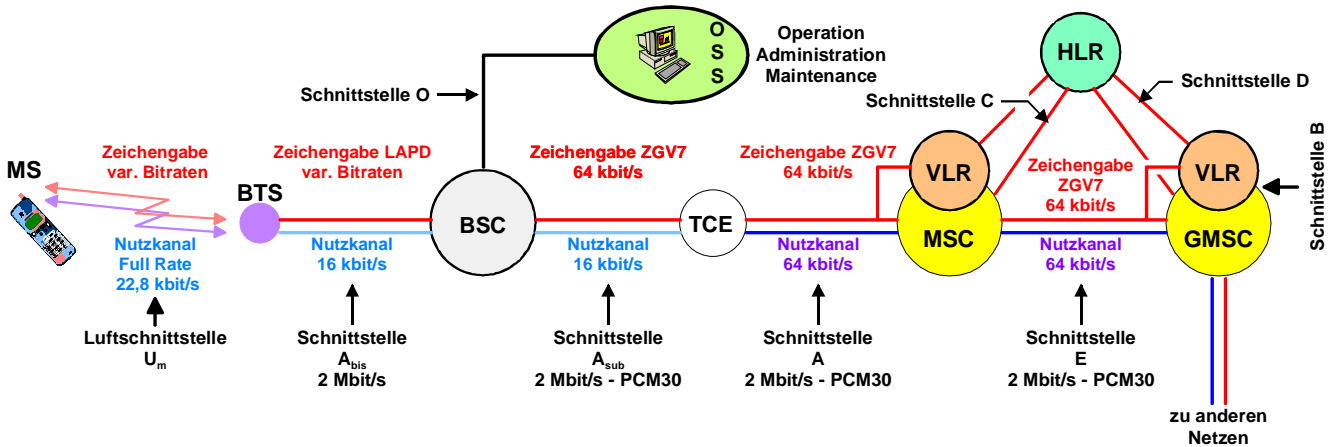


Bild 2 GSM-Schnittstellen

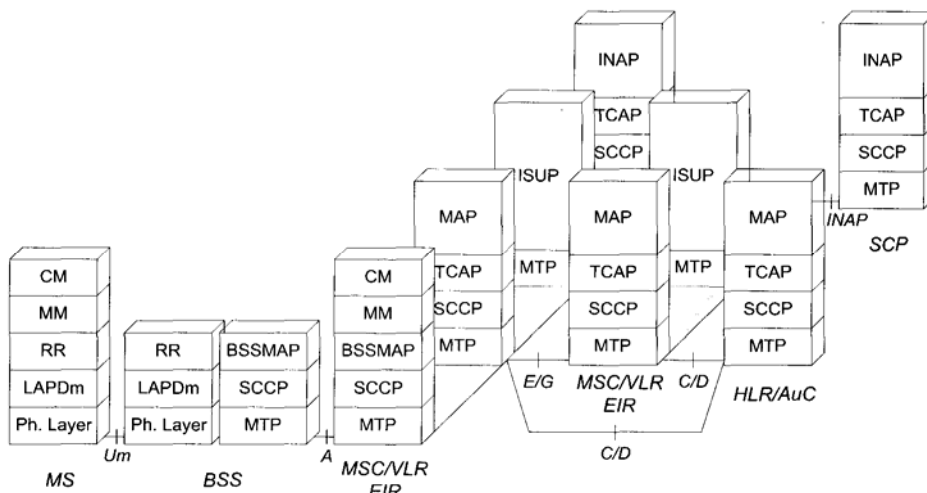


Bild 3 GSM-Signalisierungsprotokolle

2.2 Schnittstellen

Für GSM wurden folgende Schnittstellen spezifiziert:

- Um-Schnittstelle: BTS – MS
- A-Schnittstelle: MSC – TCE
- A<sub>sub</sub>-Schnittstelle: TCE – BSC
- A<sub>bis</sub>-Schnittstelle: BSC – BTS
- B-Schnittstelle: MSC – VLR des MSC
- C-Schnittstelle: MSC – HLR
- D-Schnittstelle: VLR – des MSC – HLR
- E-Schnittstelle: MSC – MSC / GMSC
- F-Schnittstelle: MSC – EIR
- G-Schnittstelle: VLR des MSC – VLR eines anderen MSC

- N-Schnittstelle: GMSC – PSTN
- O-Schnittstelle: Bedien- und Wartungszentrum – BSC, MSC, HLR

## Funkschnittstelle U<sub>m</sub>

Die Bitübertragungsschicht der Funkschnittstelle realisiert alle Funktionen der physikalischen Funkübertragung und stellt die Dienstzugangspunkte für die einzelnen logischen Kanäle bereit (Bild 4). Um den Spezifikationsprozess zu beschleunigen, wurde auf eine saubere Trennung der Schichtfunktionalitäten im Protokollmodell verzichtet. So werden z.B. der wahlfreie Netzzugriff, der Auf- und Abbau und das Weiterreichen von Funkverbindungen, der Verschlüsselungsmodus der Funkverbindungen sowie die Durchführung von Funkmessungen direkt von der Signalisierungsschicht (Radio Resource Management) gesteuert.

(1) Die Bitübertragungsschicht unterscheidet im Wesentlichen zwischen zwei Betriebsmodi der MS:

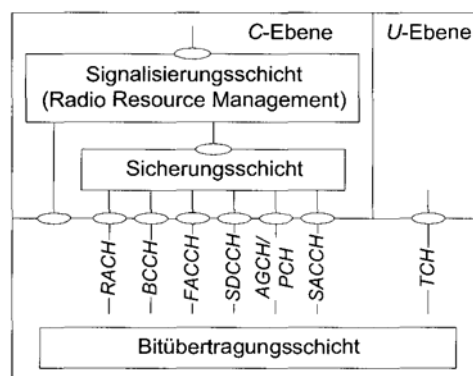


Bild 4 Dienstschnittstelle der Bitübertragungsschicht

- Idle Mode  
Im IDLE\_MODE ist die MS entweder ausgeschaltet (Unterzustand NULL), sucht entsprechend der Vorgaben der Signalisierungsschicht nach einem geeigneten BCCH/CCCH (Unterzustand SEARCHING\_BCH) oder ist auf einen BCCH/CCCH synchronisiert (Unterzustand BCH).
- Dedicated Mode  
Aus dem Zustand IDLE\_MODE/BCH kann sie auf Anweisung der Signalisierungsschicht in den DEDICATED\_MODE übergehen und auf einem geeigneten logischen Kanal eine Punkt-zu-Punkt-Funkverbindung aufbauen.

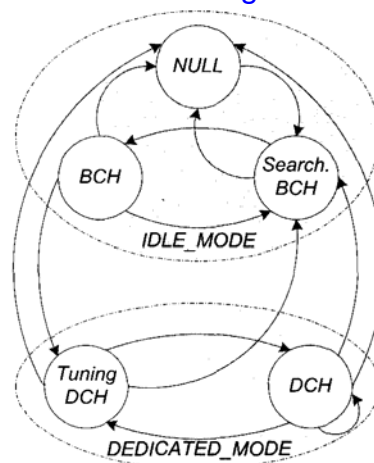


Bild 5 Zustände der Bitübertragungsschicht (MS)

Im Dedicated Mode kann die MS auf Anweisung der Signalisierungsschicht die Punkt-zu-Punkt-Kanäle wechseln bzw. wieder freigeben. Es werden entsprechend zwei Unterzustände DCH und TUNING\_DCH unterschieden.

Die Schicht- 1 -Protokolldateneinheiten auf den Signalisierungskanälen (mit Ausnahme des RACH) werden aus jeweils vier aufeinander folgenden Bursts gebildet (Physical Block). Die Schicht- 1 -Protokolldateneinheiten auf dem SACCH (**Bild 6**) tragen einen kurzen Schicht- 1 -Protokollkopf (2 Oktett), in dem kontinuierlich Signalisierungsinformation zur Anpassung des Sende-TDMA-Rahmens (Timing Advance) in der MS sowie zur Leistungssteuerung übertragen wird. Die Schicht- 1 -Protokolldateneinheiten auf FACCH, SDCCH (CBCH), BCCH, PCH und AGCH enthalten keinen Schicht- 1-Protokollkopf. Das Protokoll der Bitübertragungsschicht ist im MT und in der BTS abgeschlossen.

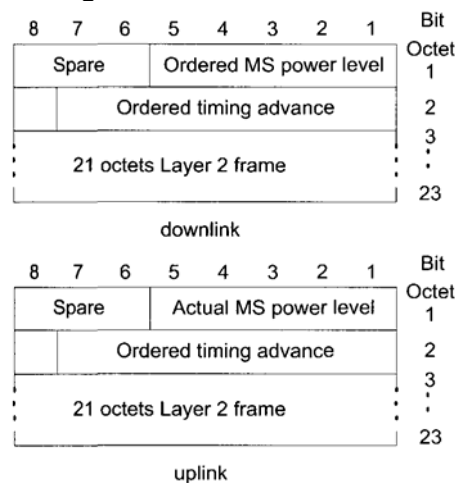


Bild 6 SACCH-Blockformate

## A<sub>bis</sub>-Schnittstelle

Die Protokolle der A<sub>bis</sub>-Schnittstelle sind an die Protokollstruktur der Benutzer-Netz-Schnittstelle im ISDN (DSS1) angelehnt.

(2) In der Bitübertragungsschicht werden Digitalverbindungen mit 64-kbit/s-Kanälen zugrunde gelegt, z.B. realisiert durch Primärmultiplexverbindungen. Es sind stern- oder ringförmige Anbindungen der BTSs an einen BSC möglich. Als Transportprotokoll wird auf der Datensicherungsschicht das LAPD-Protokoll des DSS1 benutzt (Bild 10). Mit Hilfe des DLCI (Data Link Connection Identifier) im Adressfeld der LAPD-Rahmen können die individuellen Transceiver-Links bzw. die Steuerung einer BTS adressiert werden. Ferner können je TEI (Terminal Endpoint Identifier) mehrere Informationsströme mittels SAPI unterschieden werden.

- Der Radio Signalling Link (RSL, SAPI = 0) transportiert einerseits transparente LAPDm-Rahmen der Funkschnittstelle in Form von Dienstprimitiven, die ohne Interpretation von der BTS durchgereicht werden, und andererseits nicht-transparente Nachrichten, die im BSC und der BTS terminieren und zur Steuerung von Punkt-zu-Punkt-Funkverbindungen und von Mehrpunktkanälen dienen.
- Der Operation-and-Maintenance-Link (OML, SAPI = 62) dient zur Übermittlung von betriebsrelevanten Steuerungsnachrichten.
- Der Layer-2-Management-Link (L2ML, SAPI = 63) überträgt Steuerungsnachrichten für die Verwaltung der Datensicherungsschichtverbindungen.

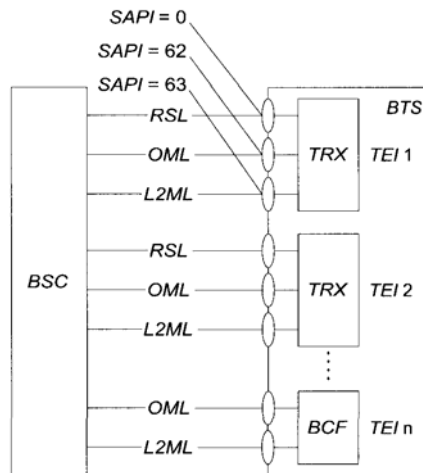


Bild 7 Logische Transportverbindungen der A<sub>bis</sub>-Schnittstelle

Alle Steuerungsfunktionen der A<sub>bis</sub>-Schnittstelle sind im BTS-Management (BTSM)-Protokoll zusammengefasst. Da das Signalisierungsprotokoll der A<sub>bis</sub>-Schnittstelle sehr stark von der gerätetechnischen Ausgestaltung von BTS und BSC abhängt, wurde für die A<sub>bis</sub>-Schnittstelle nur eine Rahmenspezifikation erstellt.

### A-Schnittstelle

Auf der A-Schnittstelle werden Protokolle des Signalisierungssystems Nr. 7 (ZGV7, Common Signalling System No 7) benutzt. Diese Protokollwahl wurde getroffen, da das ZGV7 Sicherungsmaßnahmen gegen Störungen einer Signalisierungsstrecke vorsieht.

**(3)** Auf der A-Schnittstelle wird der verbindungsbezogene und verbindungslose Netzdienst des NSP<sup>1</sup> benutzt. Dabei werden LAPDm-Verbindungen auf der Funkschnittstelle durch korrespondierende LAPD-Verbindungen auf der A<sub>bis</sub>-Schnittstelle und SCCP-Verbindungen auf der A-Schnittstelle fortgesetzt. Als anwendungsspezifische Signalisierungsprotokolle sind definiert:

- BSSAP (BSS Application Part)
  - welcher in zwei Subprotokolle unterteilt werden kann
    - DTAP (Direct Transfer Application Part)
      - transportiert Signalisierungsnachrichten (z.B. MM, CM), die vom BSS transparent durchgereicht werden
    - BSSMAP (BSS Management Application Part)
      - umfasst MS-bezogene Signalisierungsprozeduren, die Operationen im BSS ausführen, wie z.B. der Auf-/Abbau von Funkverbindungen, das Weiterreichen von Funkverbindungen und die Einleitung der Verschlüsselung, aber auch BSS-bezogene Prozeduren, wie z.B. das Sperren und Freigeben von Kanälen und die Überlaststeuerung.
- BSSOMAP (BSS Operation and Maintenance Application Part)
  - welcher dem Transport von Netzmanagementinformation zwischen einem Betriebszentrum (OMC) und den BSSs über die jeweiligen MSCs dient.

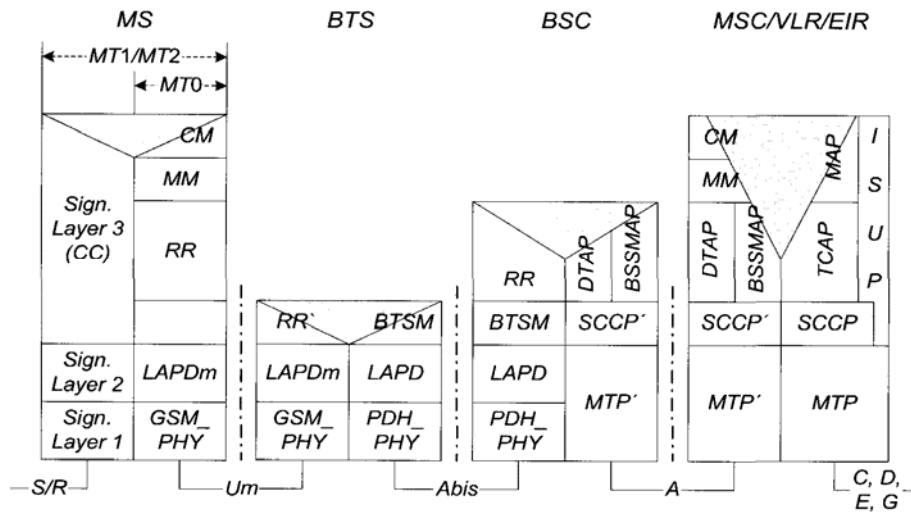
### MAP-Schnittstellen (B), C, D, E, F, G

Aus der Mobilität der Person und der Benutzerstation ergeben sich wichtige Anforderungen an das zwischen den Netzknoten des GSM-Kernnetzes (Core Network) verwendete Signalisierungssystem.

<sup>1</sup> NSP = Network Service Part - besteht aus der Kombination von MTP und SCCP und liefert einen OSI-konformen Netzdienst

In einem Netz, in dem Benutzer und/oder Benutzerstationen mobil sind, werden besondere Anforderungen an Verkehrslenkung und Rufaufbau gestellt, da die Rufnummer des gerufenen Benutzers keinerlei Information über seinen Aufenthaltsort enthält. Die Rufnummer dient zur Initiierung einer Datenbankabfrage, welche dann die zur Rufzustellung benötigte Aufenthalts- und Dienstinformation bereitstellt.

Da sich ein solcher Rufaufbau jedoch über eine Reihe von Netzen verschiedener Betreiber und mit unterschiedlichem Technologiestand erstrecken kann, wird diese Abfrage in der Regel erst im Heimatnetz des gerufenen Benutzers durchgeführt. Dies bedeutet, dass z.B. ein Ruf aus Dänemark für einen deutschen Benutzer, der sich in Schweden aufhält, zunächst nach Deutschland geführt wird, wo dann über die Datenbankabfrage festgestellt wird, dass sich der Benutzer in Schweden aufhält, und dann der entsprechende Rufaufbau fortgesetzt wird.



BSSMAP	BSS Management Appl. Part	MAP	Mobile Application Part
BTSM	BTS Management	MM	Mobility Management
CM	Connection Management	MTP	Message Transfer Part
DTAP	Direct Transfer Appl. Part	RR	Radio Resource Management
GSM_PHY	GSM-Phys. Layer Protocol	SCCP	Sign. Connection Control Part
ISUP	ISDN User Part	TCAP	Trans. Capabilities Appl. Part
LAPD	DSS1-Data Link Layer Pro.	PDH_PHY	Phy. Layer Protocol of Plesiochronous Digital Hierarchy
LAPDm	GSM-Data Link Layer Pro.		

Bild 8 Einbettung der A-Schnittstelle in die GSM-Signalisierungsarchitektur

### 3 Schicht 1: Bitübertragung

Die GSM-Schicht 1 ist mit der Bitübertragungsschicht (Physical Layer) im ISO/OSI-Referenzmodell im Wesentlichen vergleichbar. Im Unterschied zum ISO/OSI-Modell greift auch eine Instanz der Schicht 3, die Funkkanalverwaltung (Radio Ressource Management, RR), direkt auf diese unterste Schicht zu.

Durch diesen Zugriff werden Kanaluweisungen gesteuert und die Schicht 3 Informationen über den Zustand des Physical Layers und der Funkverbindung, wie Kanalmesswerte, Fehlerrate und Empfangsstärke, abgefragt. Diese Informationen werden von Schicht 3 benötigt, um die für zellulare Funknetze typischen Aufgaben wie Handover oder Roaming erfüllen zu können.

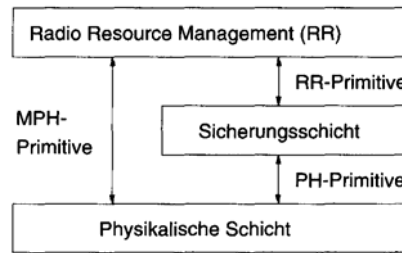


Bild 9 Schnittstellen der Schicht 1 (Physical Layer)

(4) Die Schicht 1 einer GSM-Realisierung ist für die Funkübertragung der Verkehrs- und Signalisierungsinformationen zuständig. Wesentliche Aufgaben dieser Schicht sind:

- Erstellen von Bursts, Multiplexen der Bursts in TDMA-Rahmen und Übertragung der Rahmen auf den zur Verfügung stehenden physikalischen Kanälen über dedizierte Steuer- und Verkehrskanäle,
- Suchen und Festhalten eines Rundfunkkanals (BCCH) durch die MS bzw. Erzeugen des Kanals durch die BS,
- Beurteilung der Kanalqualität bzw. Feststellung, dass ein bestimmter Kanal aktuell nicht benutzt wird
- Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturmechanismen (fehlerhafte Blöcke werden nicht an die Schicht 2 weitergeleitet),
- Synchronisation bei der Rahmenübertragung und
- Verschlüsselung des Datenstromes.

### 3.1 Kanalcodierung und Interleaving

Im GSM-System wird ein digitales 0,3 GMSK Modulationsformat benutzt. GMSK steht für Gaussian Minimum Shift Keying, wobei Minimum Shift bedeutet, dass die Phase des Trägers gegenüber der Zeit keine Diskontinuitäten aufweist. 0,3 GMSK heißt, dass das modulierte Signal durch ein Gauß-Filter läuft, bei dem das Produkt der 3 dB Bandbreite B und der Bitperiode T den Wert  $BT = 0,3$  ergibt.

Kanaltyp	Bit/Block Daten + Parität + Tail	Faltungscodiertrate	Bit/Block	Interleavingtiefe
Traffic Channels Speech TCH			456	8
Speech Class I	182 + 3 + 4	1/2	(378)	
Speech Class II	78 + 0 + 0	-	(78)	
Data 9,6 kbit/s	4 • 60 + 0 + 4	244/456	456	19
Control Channels CCH				
FACCH	184 + 40 + 4	1/2	456	8
alle anderen <sup>#)</sup>	184 + 40 + 4	1/2	456	4

<sup>#)</sup> ausgenommen RACH und SCH

Tabelle 1 Codierverfahren logischer Kanäle

Für die verschiedenen Dienste werden auf den zugehörigen Kanaltypen verschiedene Kanalcodierverfahren angewandt.



Alle Kanäle werden durch Faltungscodierung zur Fehlerkorrektur geschützt. Die Bitverschachtelung (Interleaving) dient dazu, korrelierte Bitfehler aufgrund von Büschelfehlern gleichmäßig als Einzelfehler beim Decoder des Empfängers erscheinen zu lassen. Für alle Signalisierkanäle wird der Fire Code, ein verkürzter linearer, binärer, zyklischer Blockcode, eingesetzt. Dieser Code hat ein Generatorpolynom, welches gute Fehlererkennung und/oder Fehlerkorrektur erlaubt, wenn Fehler in Gruppen auftreten (Büschelfehler). Es werden 40 Redundanzbits an die 184 Datenbits einer Schicht-2-Protokolldateneinheit angefügt. Fehlergruppen von bis zu 11 bit können damit erkannt und korrigiert werden. Wenn Schicht 1 einen fehlerhaften Block erkennt und die Fehler nicht mehr korrigieren kann, so gibt sie diesen Block nicht an Schicht 2 weiter.

### 3.2 Sprachcodierung für die Funkübertragung

Aus Gründen der für das GSM angestrebten Frequenzökonomie sollte die Übertragungsrate einen Wert von ca. 16 kbit/s nicht übersteigen. Gewählt wurde der Sprachcodec RPE-LTP. Er basiert auf der LPC-Technik (Linear Predictive Coding), kombiniert mit einer Langzeitprädiktion (Long Term Prediction, LTP) und einer Codierung des sog. Restsignals durch Pulsfolgen in regelmäßigem Zeitraster (Regular Pulse Excitation, RPE). Die Nettobitrate des Coders beträgt 13,0 kbit/s. Zusammen mit der Redundanz für den Fehlerschutz werden 22,8 kbit/s (Bruttobitrate) auf dem Funkkanal übertragen. Dabei wird die Sprache in Paketen zu je 20 ms vom Sprachcodec erzeugt.

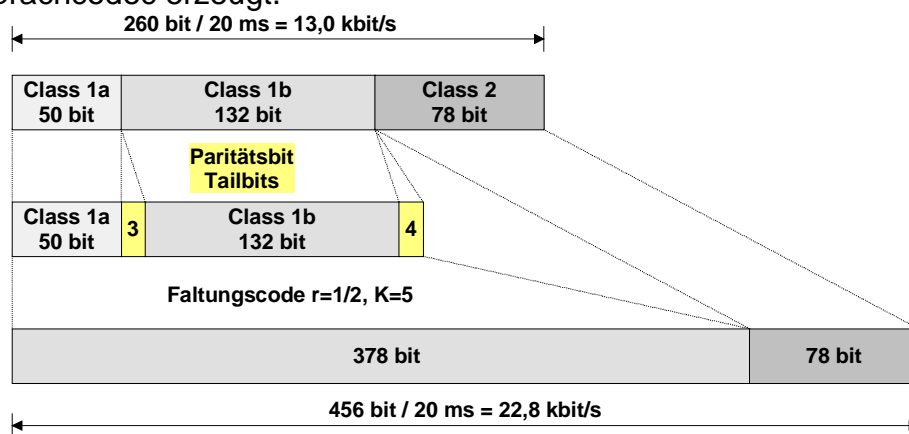


Bild 10 Kanalcodierung für Full-Rate-Sprachübertragung

(5) Unter Berücksichtigung von Kanaleigenschaften und Bitfehlerhäufigkeit der Sprachcodeparameter wurde das folgende dreistufige Kanalcodierverfahren ausgewählt, vgl. Bild 10:

- Ordnen der Bits nach Relevanz: Die Bits der Sprachcodeparameter werden in absteigender Wichtigkeit geordnet, das wichtigste Bit Nr. 1 zuerst, das unwichtigste (Nr. 260) zuletzt.
- Zyklische Prüfsumme für die wichtigsten 50 bit (Class 1): Sie werden durch drei Paritätsbits ergänzt, die durch einen zyklischen Prüfcode (Cyclic Redundancy Check, CRC) gewonnen werden. Die CRC-Bits werden nach Bit Nr. 50 eingeschoben, die folgenden Bits werden unnummeriert. Das zugehörige Generatorpolynom lautet  $G(x) = x^3 + x + 1$  und wird durch ein rückgekoppeltes Schieberegister realisiert. Diese CRC-Bits werden empfangsseitig zur Fehlererkennung benutzt und zeigen ggf. einen oder mehrere Fehler innerhalb der wichtigsten Bits an.

- Faltungscodierung der wichtigsten 185 bit (Class 1a+1b) zur Fehlerkorrektur: An die ersten 185 bit werden vier Tail-Bits (0) angehängt und diese 189 bit durch eine Faltungscodierung der Rate  $r = 1/2$  zu 378 bit umcodiert. Da sie die ersten und letzten Bits besser schützt als Bits in der Mitte der Sequenz, wird vorher eine weitere Umordnung innerhalb der wichtigsten 185 bit so vorgenommen, dass das wichtigste Bit an die erste Stelle, das zweitwichtigste an die letzte (185.) Stelle, das dritt wichtigste an die zweite usw. zu liegen kommt. Die restlichen 78 bit der Sprachcodeparameter (Class 2) werden ungeschützt übertragen, so dass pro Sprachcodierahmen insgesamt 456 bit entstehen, die mit dem Interleavingfaktor 8 übertragen werden.

Durch Interleaving (Verteilen der Daten auf mehrere Zeitschlitze eines logischen Kanals) wird erreicht, dass sich die in Büscheln auftretenden Übertragungsfehler gleichmäßiger über die empfangenen Sprachdaten verteilen, die Übertragungsfehler eher vereinzelt auftreten und damit korrigierbar werden.

Zeitschlitze mit Sprachdaten sind in zwei Teilblöcke zu je 57 bit mit je einem Steuerbit aufgeteilt, die Daten verschiedener (aufeinander folgender) Sprachcodierahmen tragen, so dass 8 sequentielle Zeitschlitze die Daten eines Sprachcodierahmens mit 20 ms Dauer enthalten und zusätzlich gleichviel Daten eines zweiten Sprachcodierahmens. Vier aufeinander folgende Zeitschlitze tragen 456 Nutzbit in 18,5 ms, nämlich das vom Sprachcodec alle 20 ms generierte Datenaufkommen. Das Steuerbit zeigt an, ob der Teilblock Nutzdaten oder Daten des schnellen zugeordneten Steuerkanals FACCH trägt.

### 3.3 Codierung für die Signalisierung und Datenübertragung

Da teilweise höhere Übertragungszeiten in Kauf genommen werden können, werden bei Datenübertragung für die Trägerdienste Verwürfelungsfaktoren bis zu 19 benutzt, siehe Bild 11 unten.

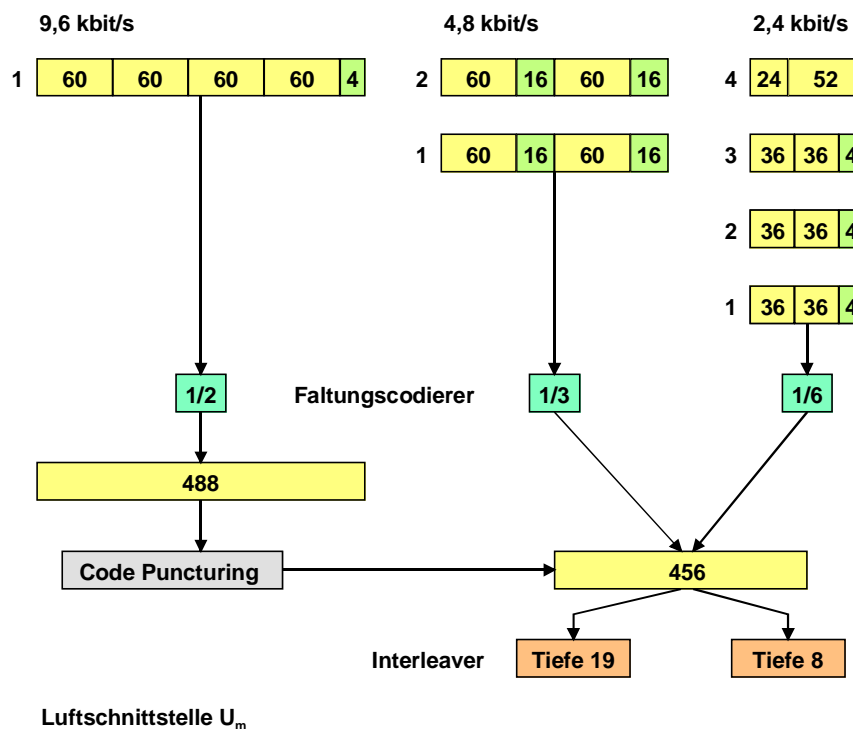


Bild 11 Vorwärtsfehlerkorrektur der Teilnehmerdaten bei den verschiedenen GSM-Trägerdiensten

### 3.4 Durchsatz, Verzögerung und Synchronisation

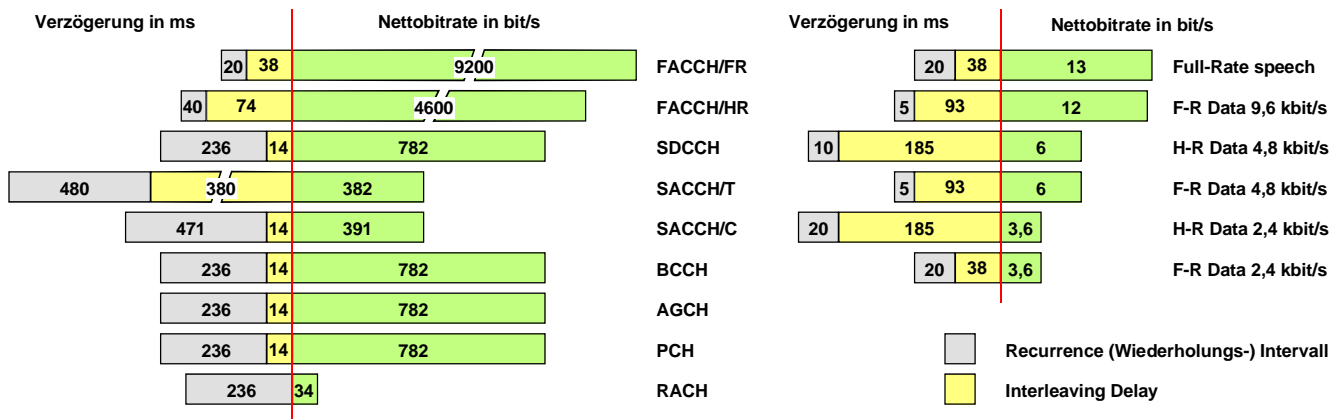


Bild 12 Durchsatz und Verzögerungsdauer der logischen Kanäle

**Bild 12** zeigt die Übertragungsraten (Durchsatz) und Verzögerungszeiten aller logischen Kanäle. Die Verzögerung (Delay) ergibt sich aus der jeweiligen periodischen Wiederholung (Recurrence Interval) des Zeitkanals plus einer, der gewählten Interleaving-Tiefe entsprechenden Zeitdauer (z.B. 14 ms bei vielen Signalisierkanälen wegen vierfachem Interleaving). Möchte eine Mobilstation über eine Feststation mit dem Netz Verbindung aufnehmen, muss sie als erstes den Organisationskanal (BCCH) detektieren. Danach wird die Zeitschlitz- und TDMA-Rahmensynchronisation hergestellt. Es wird dafür gesorgt, dass die Frequenz des Oszillators der Mobilstation auf die Trägerfrequenz des Empfangssignals nachgeführt wird.

**Erkennen des Organisationskanals (BCCH)** Der BCCH belegt auf einer festen Trägerfrequenz einen Zeitschlitz (TN=0) pro TDMA-Rahmen. Ein wichtiges Kennzeichen ist, dass auf der Frequenz, auf der der BCCH gesendet wird, durchgehend mit konstanter Leistung gesendet wird.

Im Gegensatz dazu kann auf anderen Frequenzen in jedem Zeitschlitz mit einer der Dämpfung jeder individuellen Verbindung entsprechenden Leistung gesendet werden. Insbesondere bleibt auf anderen Frequenzen der Sender in unbelegten Zeitschlitzen ausgeschaltet. Auf dem BCCH kommt das Frequenzsprungverfahren nicht zum Einsatz, da dieses durch Systeminformation, die auf dem BCCH übertragen wird, erst eingerichtet werden soll.

**(6)** Wird die Mobilstation eingeschaltet, so führt sie Messungen der durchschnittlichen Signalpegel auf allen ihr bekannten Frequenzen durch. Eine erste Vorauswahl wird durch die stärkste, mittlere Empfangsfeldstärke getroffen. Die Identifizierung des BCCH gelingt mit ausreichender Sicherheit nur, wenn der FCB und der SCB auf den entsprechenden logischen Kanälen FCH und SCH detektiert wurden, die beide auf demselben physikalischen Kanal wie der BCCH liegen. Mittels des FCB wird die Frequenz synchronisiert, der SCB wird zur Ermittlung der Zeitschlitzlage und zur TDMA-Rahmensynchronisation gebraucht.

**Zeitliche Synchronisation** Zeitliche Synchronisation bedeutet, dass die Mobilstation im richtigen Zeitpunkt den Frequenzkanal abhört, und dass sie im richtigen Moment einen Burst verschickt. Dieses Verhalten setzt voraus, dass sowohl alle logischen Kanalkombinationen aller acht physikalischen Kanäle einer Frequenz zueinander als auch Uplink und Downlink zeitlich synchronisiert sind.

Diese Synchronisation basiert auf der Rahmenhierarchie der verschiedenen Rahmentypen. Jede Mobilstation besitzt einen Satz von Zählern, die mit den Referenzzählern des BSS synchron laufen müssen. Aus diesen Zählern ergibt sich für jeden TDMA-Rahmen eine Nummer, die mit fortschreitender Zeit hoch gezählt wird. Solange ein GSM-PLMN in Betrieb ist, laufen

die Rahmennummern ständig weiter, nach einem Zyklus von 2,715.648 wiederholen sich diese Nummern.

**Erkennen der Kanalkonfiguration einer Zelle** Ist der BCCH gefunden und die Zähler der Mobilstation aktualisiert worden, liest die Mobilstation die Systeminformation, um die zur Verfügung stehende Kanalstruktur dieser Zelle zu entschlüsseln, d.h. festzustellen in welcher Kombination die Steuerkanäle im Zeitschlitz 0 des TDMA-Rahmens enthalten sind.

### 3.6 Korrektur der Signallaufzeit zwischen Fest- und Mobilstationen

Das TDMA-Verfahren erfordert, dass die Signale aller dieselbe Trägerfrequenz benutzenden Mobilstationen die Feststation sehr genau zum richtigen Zeitpunkt erreichen. Sie dürfen sich nicht überlappen. Aufgrund der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals von ca. 300.000 km/s erreicht das Synchronisations-Bezugssignal der Feststation nahe bei ihr befindliche Mobilstationen eher, als entferntere.

(7) Laut GSM-Empfehlung darf eine Zelle bis zu 35 km Radius um die Feststation haben. Die maximale Schleifenlaufzeit von der Feststation zum Zellrand und zurück beträgt für 70 km Wegstrecke 0,23 ms. Würde nur das Bezugssignal zur Synchronisation verwendet, müssten Zeitschlitze eine entsprechende Schutzzeit enthalten; 40 % des Zeitschlitzes blieben dann ungenutzt. Im GSM-System misst die Feststation die Schleifenlaufzeit und teilt der Mobilstation mit, um wie viel Bitdauern vor dem Bezugssignal sie übertragen muss. Dadurch kann die Schutzzeit jedes Slots auf 30  $\mu$ s (8,25 bit) reduziert werden.

## 4 Schicht-2: Sicherung

Im ISO/OSI-Modell ist diese Schicht für die Übertragungssicherung von Verbindungen über einzelne Teilstrecken zwischen zwei direkt verbundenen Systemen sowie die Fehlerbehandlung der Datenpakete zuständig. Die GSM-Spezifikationen orientieren sich hinsichtlich der Sicherungsschicht (Data Link Layer) an den existierenden Standards des ISDN wie z.B. ISDN/LAPD gemäß X.200/Q.920, X.25/LAPB und HDLC/ISO 3309/4335. Einzelne Anpassungen wurden vorgenommen, da beispielsweise im Unterschied zum LAPD-Protokoll (Link Access Procedure D- Channel) keine Begrenzungsflags notwendig sind. Die Synchronisation wird bereits durch die Schicht 1 gewährleistet, und da mehrere logische Steuerkanäle vorliegen, musste ein spezielles Sicherungs-Protokoll spezifiziert werden. In Analogie zum ISDN wurde dieses Protokoll als LAPDm bezeichnet. Es kommt zwischen der MS und der Feststation zum Einsatz, während zwischen BTS und BSC über die A<sub>bis</sub>-Schnittstelle das LAPD-Protokoll und zwischen der BSC und MSC über die A-Schnittstelle das aus dem ZGV7 bekannte MTP-Protokoll verwendet wird.

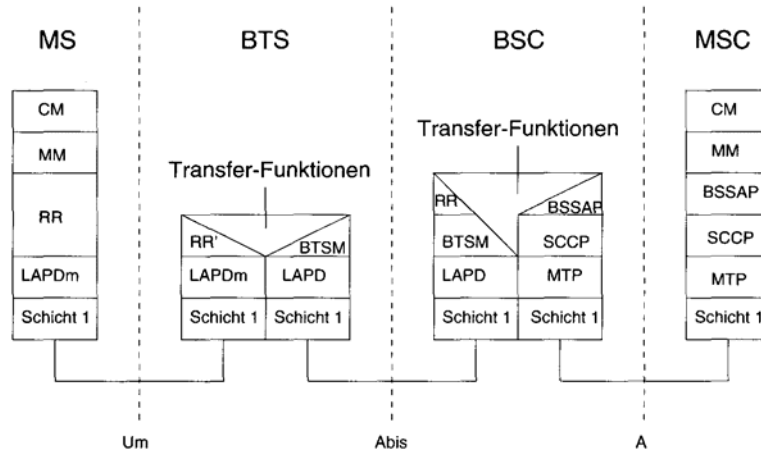


Bild 13 Architektur der Signalisierungsprotokolle

### 4.1 Das LAPD<sub>m</sub> Protokoll

Das LAPD<sub>m</sub>-Protokoll sichert die Daten der Signalisierungsprotokolle der Netzschicht und des Kurznachrichtendienstes auf dem Funkkanal. Die beteiligten Partnerinstanzen liegen in der MS sowie in der BTS (bzw. BSS). Wie die ähnlichen Namen vermuten lassen, wurde das LAPD des ISDN zur Entwicklung des LAPD<sub>m</sub> herangezogen.

#### Identifizierung der Verbindungsendpunkte

An einem Dienstzugangspunkt (SAP) stellt die Sicherungsschicht ihre Dienste der Netzschicht zur Verfügung. Innerhalb eines SAP befinden sich ein oder mehrere Verbindungsendpunkte (Connection Endpoint, CE). Zusammen bilden SAP und CE die Verbindungsendpunktbezeichnung (Data Link Connection Identifier, DLCI). Diese besteht aus:

- **Dienstzugangspunktbezeichnung:** Der Service Access Point Identifier (SAPI) ist binär codiert im Adressfeld jedes Rahmens vorhanden. Die Schicht 3 Instanz bestimmt, welcher SAPI von einer Schicht-3-Nachricht benutzt wird.
- **Kanalidentifizierung:** Innerhalb eines SAPI liegt fest, auf welchem logischen Kanal eine Nachricht versendet wird. Die zugrunde liegende Kanalstruktur mit ihrer vorhandenen zeitlichen Synchronisation liefert die Möglichkeit, die Kanalidentifizierung lokal in den Endsystemen zu verwalten. Sie wird als vertikale Steuerinformation zwischen Schicht 3 und Schicht 2 übermittelt. Dies trägt dazu bei, den Schicht-2-Protokollkopf kurz zu halten.

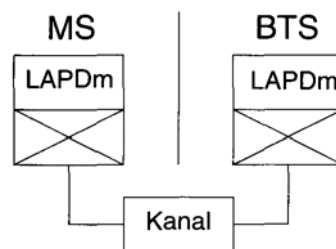
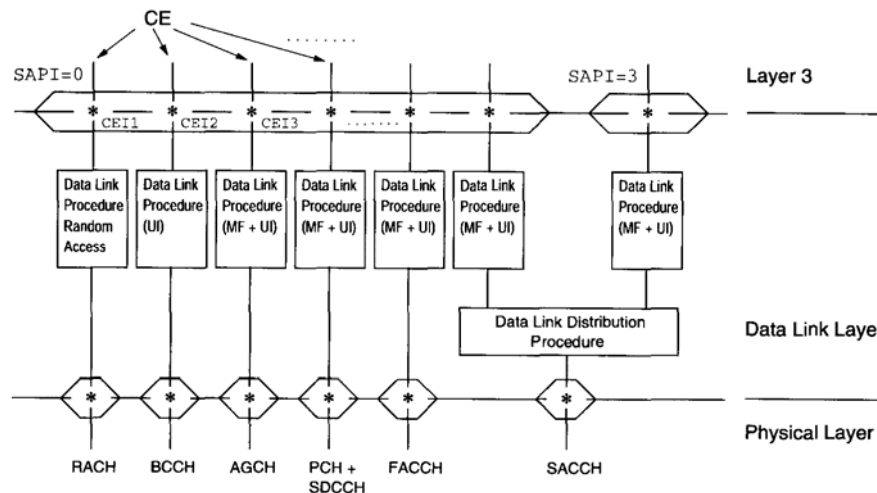


Bild 14 Lage des Signalisierungsprotokolls LAPDm



UI = Unacknowledged, CE = Connection Endpoint, CEI = Connection Endpoint Identifier, DLCI = Data Link Connection Identifier, MF = Multiple Frame, SAP = Service Access Point, SAPI= Service Access Point Identifier, DLCI=SAPI\*CEI

Bild 15 Zuordnung der Schicht-3-Nachrichten zu logischen Kanälen

- (8) In der entsprechenden GSM-Empfehlung sind bisher zwei Werte für den SAPI definiert:
- Für die Teilprotokolle Call Control (CC), Mobility Management (MM) und Radio Resource Management (RR) der Schicht 3 gilt SAPI = 0.
  - Bei Nachrichten des Short Message Service (SMS) wird ein SAPI = 3 eingesetzt. Es wird überlegt, ob für diesen Dienst in Zukunft zusätzliche SAPIs zur Verfügung gestellt werden.

Die Priorität für SAPI = 0 liegt höher als jene für SAPI = 3. Sollten in Zukunft weitere Funktionen in höheren Schichten hinzukommen, werden weitere SAPI definiert. Es sind Codiermöglichkeiten für acht SAPI-Werte vorhanden.

### Funktionen und Prozeduren

Das LAPD<sub>m</sub> dient dazu, Signalisier Nachrichten über die Luftschnittstelle zwischen zwei Schicht-3-Partnerinstanzen zu übertragen. LAPD<sub>m</sub>-Prozeduren betreffen:

- mehrere Schicht-3-Instanzen,
- mehrere Schicht-1-Instanzen,
- die Signalisierung über den Rundsendekanal (BCCH),
- die Signalisierung über den Funkrufkanal (PCH),
- die Signalisierung über den Zuweisungskanal (AGCH) und
- die Signalisierung über die dedizierten Steuerkanäle (DCCHs).

Im LAPD<sub>m</sub> gibt es keine Prozeduren, die Nachrichten des RACH verwenden. Diese Nachrichten werden ohne Einflussnahme zwischen Schicht 3 und Schicht 1 eines Teilsystems (MS oder BSS) transportiert.

### Rahmentypen

- (9) Ein Rahmen kann als Kommando- oder Antwortrahmen vorkommen.
- Ein I-Rahmen ist immer ein Kommandorahmen.
  - S-Rahmen können als Kommando- oder Antwortrahmen auftreten. SABM, DISC und UI sind Kommandorahmen, DM und UA Antwortrahmen.

Rahmentyp	Bedeutung	Einsatz
SABM	Set Async. Balanced Mode	Erster Rahmen um den bestätigten Modus zu erreichen
DISC	DISConnect	Erster Rahmen um den bestätigten Modus zu verlassen
UA	Unnumbered Ack.	Bestätigung zu den beiden oberen Rahmen
DM	Disconnect Mode	Antwort, die den Disconnect Mode anzeigt
UI	Unnumbered Information	Informationsrahmen im nicht bestätigten Betrieb
I	Information	Informationsrahmen im bestätigten Betrieb
RR	Receive Ready	Fahre mit dem Senden fort
RNR	Receive not Ready	Stoppe das Senden
REJ	REJect	Negative Bestätigung

Tabelle 2 Rahmentypen des LAPD<sub>m</sub>

Wenn eine MS mittels Zufallszugriff Kanalkapazität für eine dedizierte Verbindung anfordert, wird eine 8 bit lange Nachricht Channel Request an das Netz gesendet. 2 bzw. 5 bit sind zur Darstellung einer Zufallszahl vorgesehen. Zu diesem Zeitpunkt ist diese Zufallszahl der einzige Hinweis, durch den die Mobilstation vom BSS identifiziert werden kann. Das BSS schickt als Antwort eine Nachricht (Immediate Assignment), in der neben dem zugewiesenen dedizierten Kanal auch das Channel Request Informationselement enthalten ist. Diese Nachricht wird auf dem Punkt-zu-Mehrpunktkanal AGCH gesendet. Die Mobilstation, bei der das Nachrichtenelement Channel Request aus ihrem Zufallszugriffsburst und das Nachrichtenelement aus der Antwort des BSS gleich sind, ergreift den zugewiesenen Kanal.

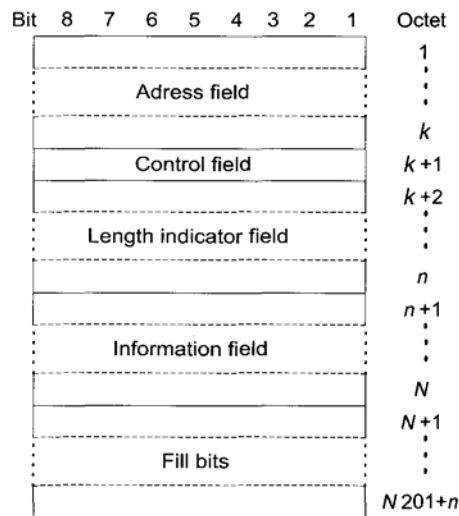


Bild 16 LAPD<sub>m</sub>-Grundrahmen

**Wechsel des dedizierten Kanals** Diese Prozedur findet ausschließlich auf den Signalisierungskanälen für SAPI = 0 statt. Ein Wechsel des dedizierten Kanals wird vom BSS oder der MSC initiiert. Gewechselt wird ein dedizierter Kanal entweder beim Handover oder während des Verbindungsaufbaus, wenn der zuerst zugewiesene, dedizierte Kanal ein SDCCH war. Im ersten Fall wird von einem TCH auf einen neuen TCH in der gleichen bzw. in einer anderen Zelle gewechselt. (Intracell/Intercell Handover). Im zweiten Fall wird von einem SDCCH auf einen TCH gewechselt.

Kommt die Aufforderung den Kanal zu wechseln vom BSS, suspendiert die Mobilstation den aktuellen dedizierten Kanal (Suspension). Die Mobilstation speichert die Positionen von Sendefenster und Empfangsfenster, welcher I-Rahmen noch nicht bestätigt wurde und welcher I-

Rahmen als nächstes verschickt werden soll. Danach richtet sie eine bestätigende Verbindung auf dem neuen dedizierten Kanal ein und fährt mit der Übertragung fort (Resumption).

### Modi der Informationsübertragung

Grundsätzlich sind zwei verschiedene Betriebsarten des LAPDm in der GSM-Empfehlung 04.05 spezifiziert. Die Kanäle für eine Punkt-zu-Punkt Verbindung, SDCCH, FACCH und SACCH, unterstützen beide Betriebsarten, die Punkt-zu-Mehrpunkt Kanäle BCCH, PCH und AGCH lassen nur den nicht bestätigenden Betrieb zu

- **Nichtbestätigender Betrieb (Unacknowledged Operation)**  
Die Schicht 3 Informationen werden in UI-Rahmen transportiert. UI-Rahmen werden nicht bestätigt. Es werden keinerlei Überwachungsmechanismen wie Timer und sequentielle Nummerierung eingesetzt. Daher findet in diesem Modus keine Flusssteuerung oder Fehlerkorrektur statt. Dieser Betriebsmodus steht allen logischen Kanälen mit Ausnahme des RACH zur Verfügung.
- **bestätigender Betrieb (Multiple Frame Operation)**  
Die Informationen der Schicht 3 werden in I-Rahmen übertragen. Der Empfang der I-Rahmen muss von der empfangenden Seite quittiert werden. Dadurch können Sequenzfehler durch erneute Übertragung des nicht bestätigten I-Rahmens (Rückwärtsfehlerkorrektur) behoben werden. Ebenso wird der Fluss der I-Rahmen kontrolliert. Wenn Fehler von Schicht 2 nicht behoben werden können, wird eine Fehlermeldung an Schicht 3 geschickt.

### Auslösen einer Schicht-2-Verbindung

Der bestätigende Betriebsmodus kann auf mehrere Arten beendet werden:

- **Normal Release:** Schicht 3 veranlasst einen geregelten Abbau der Schicht-2-Verbindung. Die bestätigende Verbindung zwischen den Partnerinstanzen wird durch den Austausch von dem DI5C-Kommandorahmen und dem UA-Antwortrahmen abgebaut.
- **Local End Release:** Es findet kein Austausch von Kommando- und Antwortrahmen statt. Dieses Auslösen wird von Schicht 3 initiiert und kontrolliert.
- **Abnormal Local End Release:** Hier findet ebenfalls kein Austausch von Kommando- oder Antwortrahmen statt. Das Kommando für diesen Verbindungsabbruch kommt von Schicht 3.

### Zeitkritische Bedingungen

Das LAPDm Sicherungsprotokoll muss auf die Zeitbedingungen, die durch die Kanalstruktur vorgegeben werden, exakt abgestimmt sein. Folgende Punkte müssen beachtet werden:

1. Berücksichtigung der Blockwiederkehrzeiten der logischen Kanäle.
2. Die zu erwartende kürzeste Antwortdauer auf einen I-Rahmen, d. h. die zeitliche Synchronisation von Up- und Downlink, muss beachtet werden.  
d.h., dass auf dem SDCCH während einer Blockwiederkehrzeit abwechselnd gesendet und empfangen werden kann – **siehe Bild 17**.
3. Timerlaufzeiten zur Rahmenüberwachung müssen z.B. auf dem FACCH so gesetzt werden, dass sie nicht zu viele Sprachdatenblöcke verdrängen.



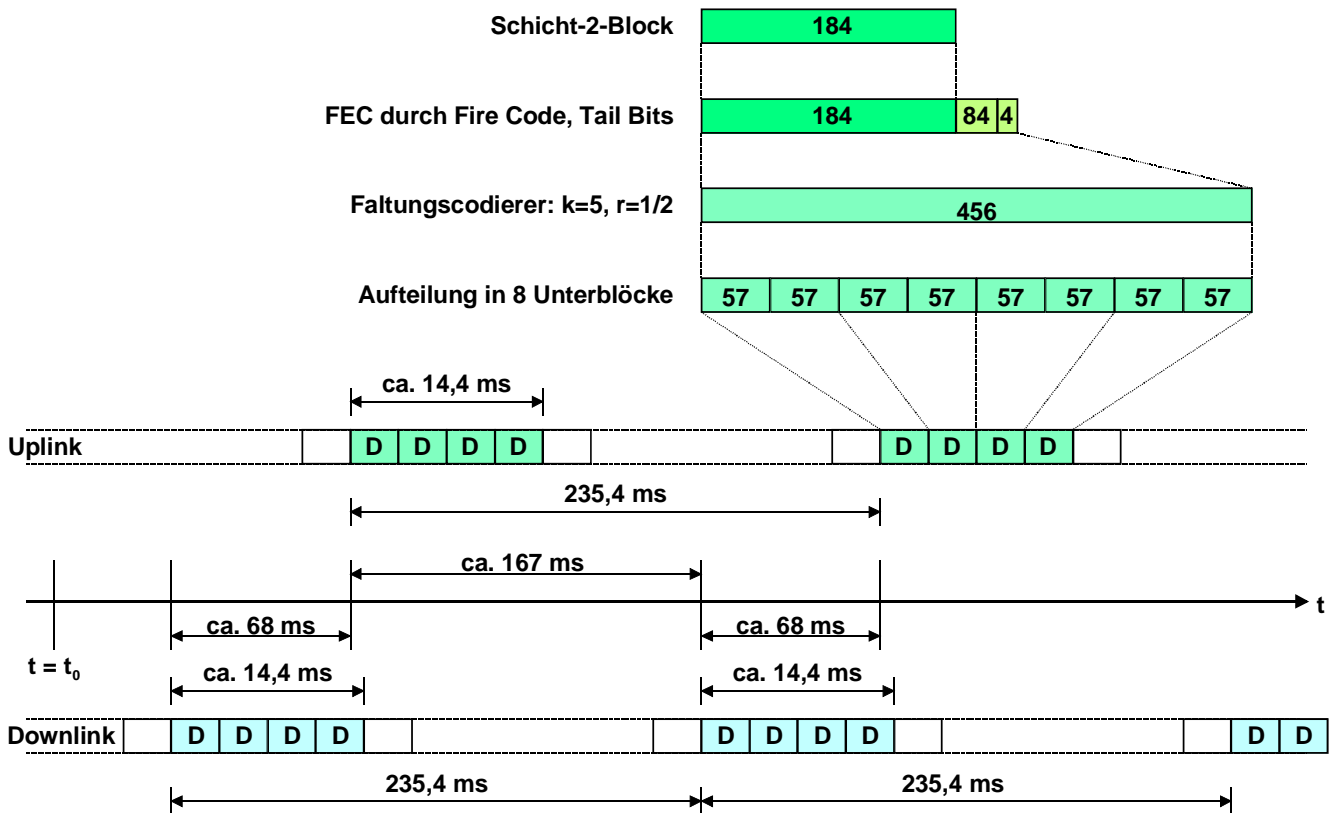


Bild 17 Zeitliche Verzahnung von Uplink und Downlink beim SDCCH

## 5 Schicht 3: Signalisierung

**Bild 18** gibt einen vollständigen Überblick über die durch die einzelnen Signalisierprotokolle betroffenen Netzelemente und die jeweilige „Reichweite“ der verschiedenen beteiligten Schichten.

Die Signalisierungsprotokolle der Schicht 3 stellen die Funktionen zur Verfügung, um Punkt-zu-Punkt Verbindungen zwischen zwei mobilen Teilnehmern eines GSM PLMN oder einem mobilen Teilnehmer und einem Teilnehmer eines anderen Netzes aufzubauen. Ist eine Verbindung aufgebaut, muss die Verbindung bei Funkkanalstörungen aufrechterhalten werden. Wünscht einer der beiden Teilnehmer das Auslösen der Verbindung, sorgt Schicht 3 für den ordnungsgemäßen Abbau der Verbindung.

**(10)** Die Schicht 3 (Signalisierungsschicht, Netzschicht) enthält ähnlich wie die Schicht 3 des DSS1 Funktionen der Netzschicht und der höheren Schichten. Sie ist hierarchisch aufgebaut und besteht aus drei Subschichten

- RR (Radio Resource Management)  
Aufbau, Unterhaltung und Abbau einer dedizierten Funkkanalverbindung
- MM (Mobility Management)  
Registrierung, Authentifizierung, Zuweisung einer neuen TMSI
- CM (Connection Management)  
Aufbau, Unterhaltung und Auslösung eines kanalvermittelten Rufes. Die CM-Teilschicht enthält drei unabhängige Instanzen
  - CC (Call Control)

- SMS (Short Message Service)  
Der SMS-Dienst erlaubt auf den Steuerkanälen SDCCH und SACCH Kurznachrichten zu übermitteln
- SS (Supplementary Services)  
Die SS-Instanz liefert rufgebundene und rufungebundene Dienste wie Rufweiterleitung und Gebührenabrechnung

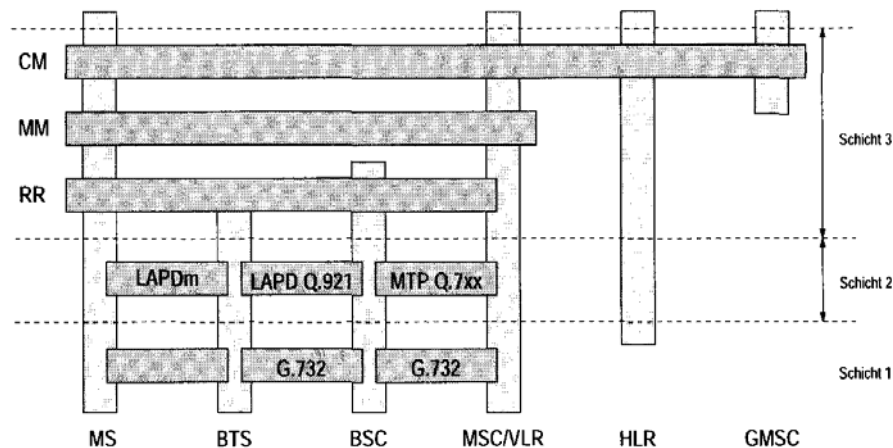


Bild 18 Netzwerkelemente und zugehörige Signalisierungsprotokolle

Die Verteilung der abzusendenden Signalisierungsnachrichten auf die unterschiedlichen logischen Kanäle erfolgt durch RR, wobei die Dienste von RR an einen Dienstzugangspunkt (RR-SAP) bereitgestellt werden. Empfangene Signalisierungsnachrichten werden aufgrund des Nachrichtentyps an die jeweils nächst höhere Subschicht weitergereicht.

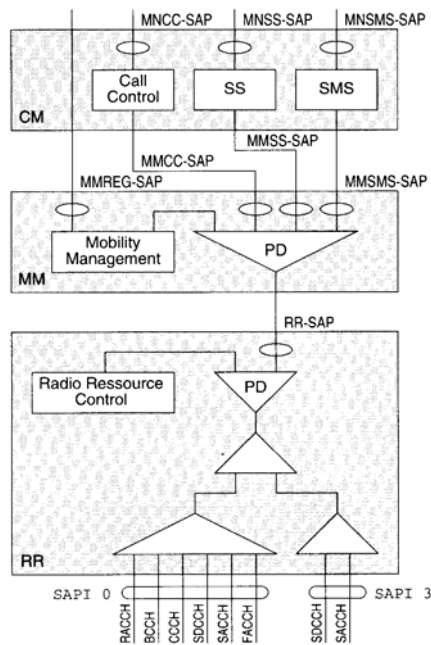


Bild 19 Routing einer Schicht-3-Nachricht

5.1 Verbindungsaufbau

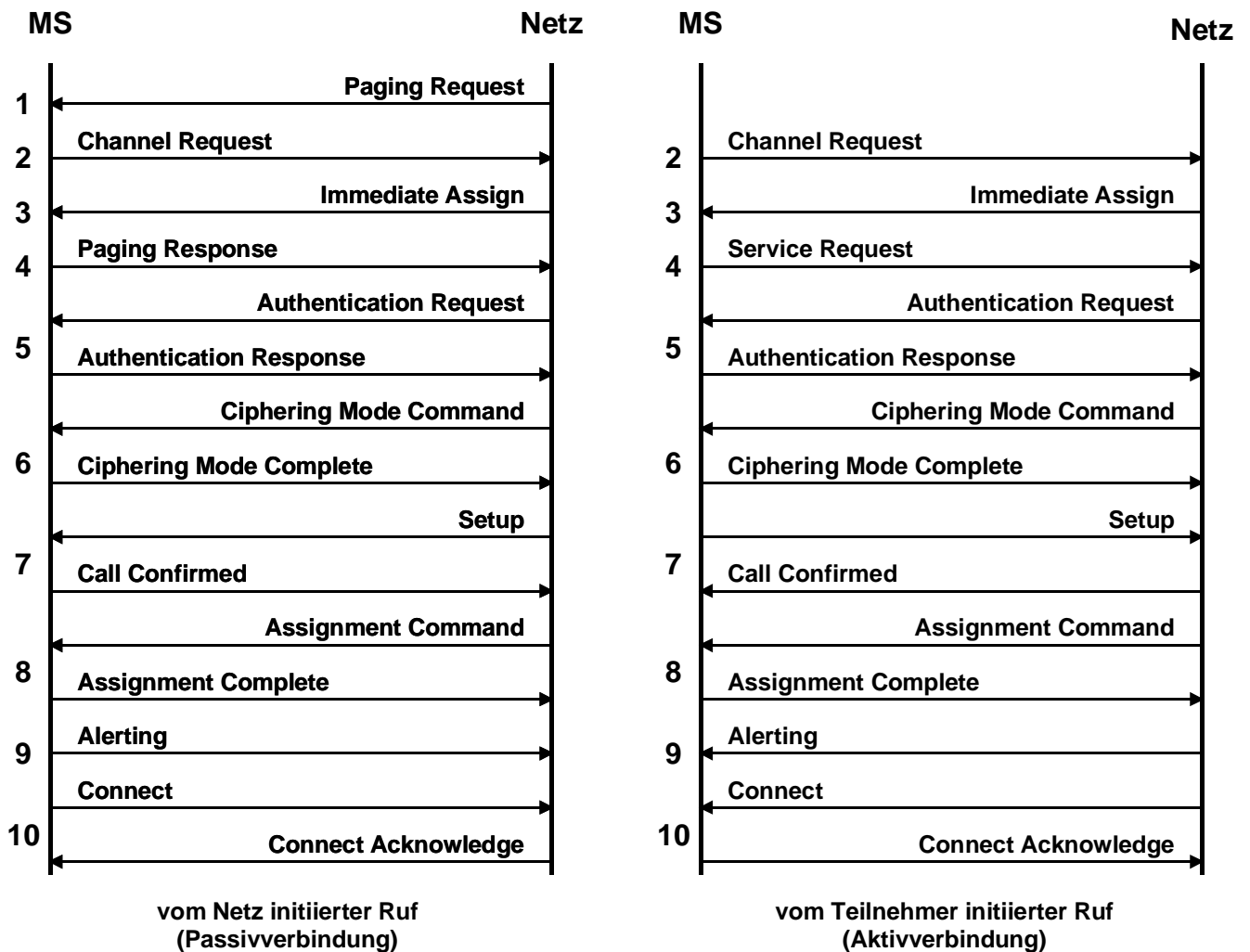


Bild 20 Nachrichtenfluss beim Verbindungsaufbau im GSM

(11) Folgende Prozeduren werden in chronologischer Abfolge durchlaufen:

1. Paging: Funkruf<sup>2</sup>
2. Access: Zufallszugriff
3. Assignment: Kanalzuweisung (SDCCH oder TCH)
4. Type of Service: Art des Dienstes
5. Authentication: Authentifizierung
6. Ciphering: Verschlüsselung
7. Verbindungsaufbau
8. Assignment: Zuweisung eines TCH (nur bei Signalisierung auf dem SDCCH)
9. Alert: Durchschalten der Verbindung, d. h. Klingeln beim gerufenen Teilnehmer
10. Connect: Antwort des gerufenen Teilnehmers, d. h. Abnehmen des Hörers

<sup>2</sup> Beim gehenden Ruf entfällt der Funkruf der Basisstation und anstelle der Paging Response-Nachricht wird eine Service Request-Nachricht mit gleichem Informationsgehalt gesendet

5.2 Format und Codierung einer Schicht-3-Nachricht

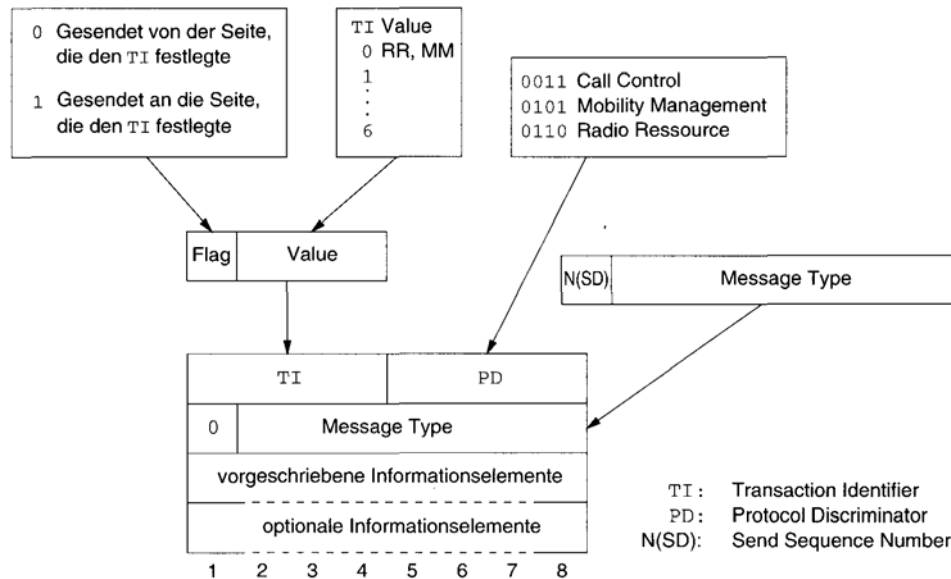


Bild 21 Aufbau einer Schicht-3-Nachricht

Eine Schicht 3 Protokolldateneinheit (PDU) besteht aus bis zu 249 Oktetten, die in einem Block zusammengefasst sind. Jede PDU besteht aus den folgenden Elementen:

**Protocol Discriminator, PD:** Der Protokolldiskriminator zeigt an, welches Teilprotokoll die Nachricht erzeugt hat. Er ist der erste Teil einer Nachricht und besetzt die ersten vier Bits im ersten Oktett. Für die SMS-Nachrichten und die nicht zu einem Ruf gehörenden SS-Nachrichten gibt es ebenfalls einen 4 bit Code.

**Transaction Identifier, TI:** Der TI dient dazu, parallele Transaktionen innerhalb einer Mobilstation auseinander zu halten. Mögliche Anwendungsfälle für zwei parallele Transaktionen sind z.B., wenn ein zweiter Ruf zurückgewiesen wird (Call waiting) oder wenn ein zurückgestellter Ruf (Call on hold) ausgelöst wird. Ebenso kann ein zurückgestellter Ruf wieder abgerufen werden (Call Retrieving).

**Nachrichtentyp:** Das Element Nachrichtentyp besteht aus einem codierten Namen und einer Sequenznummer. Der codierte Name bezeichnet die Funktion der Nachricht, die Sequenznummer N wird zur Überwachung von MM- und CM-Nachrichten benutzt. MM-Nachrichten und CM-Nachrichten können dupliziert werden, wenn ein Wechsel des dedizierten Kanals vorgenommen wird und der letzte Schicht-2-Rahmen, der eine MM- oder CC-Nachricht enthält, noch nicht von der Schicht-2-Partnerinstanz bestätigt wurde, bevor die Mobilstation den alten Kanal verlassen hat.

**Informationselemente:** Innerhalb einer Nachricht gibt es

- Vorgeschriebene Informationselemente und
- optionale Informationselemente.

Vorgeschriebene Informationselemente werden immer vor optionalen Elementen übertragen. Ein optionales Informationselement muss durch einen vorangestellten Identifikator (Information Element Identifier, (IEI) gekennzeichnet werden. Variiert die Länge eines Informationselementes, so wird seine Länge durch einen Längenindikator (Length Indicator, LI) gekennzeichnet. In einem vorgeschriebenen Informationselement wird die Länge durch den PD und den Nachrichtentyp genau bestimmt.

## 5.3 Dienste der Teilschichten

### Dienste der CC-Teilschicht

**(12)** Es können parallele Rufe auf verschiedenen MM-Verbindungen verwaltet werden. Die Aufgabe einer CC-Instanz ist, der Transportschicht eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen zwei physikalischen Teilsystemen bereitzustellen. Diese Verbindung ist durch individuelle, endgerätebezogene Parameter charakterisiert. Zum Beispiel erfordert die Telefaxübertragung im GSM andere Codierungs- und Verschlüsselungsmaßnahmen als die Sprachübertragung. Solche Parameter müssen für jede Kommunikationsverbindung individuell eingestellt werden.

Der Begriff Ruf (Call) beschreibt eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung, die zwischen zwei Endgeräten kanalvermittelt Daten überträgt. Die Punkt-zu-Punkt-Verbindung wird von der CC-Teilschicht auf Veranlassung der Schicht 4 eingerichtet und von der CC-Teilschicht zur Verfügung gestellt. Die Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen den Endgeräten benutzt individuelle, endgerätebezogene Nutzdatenprotokolle (Bearer Service).

### Rufaufbau (Call Establishment)

Bevor eine CC-Verbindung aufgebaut werden kann, muss eine MM-Verbindung hergestellt sein. Alle Parameter (Setup-Nachricht), die zu Beginn eines Rufwunsches vorhanden sind, werden einer kanalvermittelten Verbindung zugeordnet. Man unterscheidet bei von der Mobilstation initiierten Rufen zwischen dem normalen Ruf (Basic Call) und dem Notruf (Emergency Call). Beim Notruf kann das Netz eine Authentifizierung und Verschlüsselung verlangen, beim normalen Ruf müssen diese Prozeduren ablaufen.

Der Verbindungsaufbau wird durch das Absenden einer gewählten Nummer initiiert. Zuerst akzeptiert der angerufene Teilnehmer die Verbindung mit Connect. Sobald die Mobilstation die Connect-Nachricht mit Connect Ack bestätigt ist der Verbindungsaufbau abgeschlossen.

### Auslösen eines Rufes (Call Clearing)

Abbau der Punkt-zu-Punkt-Verbindung.

### Änderung rufbezogener Parameter bei bestehender Verbindung

Diese Prozeduren laufen im aktiven Zustand eines Rufes ab, wie z.B.:

- Benachrichtigung des Teilnehmers (User Notification) Diese Prozedur erlaubt dem Netz, die Mobilstation von jedem den Ruf betreffenden Ereignis zu informieren. In umgekehrter Richtung kann die Mobilstation das Endgerät der anderen Verbindungsseite benachrichtigen. Ein solches Ereignis z.B. die Trennung eines Endgerätes vom Netzabschluss.
- Änderung der Parametereinstellungen eines Rufes (Call Rearrangement) Eine Änderung der Einstellungen wird nötig, wenn ein an die Mobilstation angeschlossenes Endgerät gewechselt wird.

### Dienste der MM-Teilschicht

**(13)** In der MM-Teilschicht liegen die Funktionen zur Unterstützung der Mobilität des mobilen Endgerätes. Das Netz wird informiert, wenn eine Mobilstation ein- oder ausgeschaltet wird und wenn sie den Aufenthaltsbereich verlässt. In diesen Fällen ist eine Aufenthaltsaktualisierung notwendig. Die MM-Teilschicht beinhaltet die Funktionen zur Berechtigungskontrolle des mobilen Teilnehmers (Authentifizierungsprozedur) und zur Bereitstellung eines neuen Chiffrierschlüssels. Es gibt drei Gruppen von MM-Prozeduren:

## Allgemeine MM-Prozeduren

Diese Prozeduren können immer initiiert werden, wenn eine RR-Verbindung existiert. Prozeduren, die zu dieser Gruppe gehören, sind:

- **Zuweisung einer neuen TMSI (TMSI Reallocation)** Durch die Verwendung einer TMSI anstelle der IMSI wird die Identität des mobilen Teilnehmers vertraulich behandelt. Die TMSI ist nur in dem Bereich allein ausreichend zur Identifizierung, der einem VLR zugeordnet wird. Außerhalb dieses Bereiches muss sie mit dem LAI kombiniert werden. Die Prozedur zur Zuweisung einer neuen TMSI muss beim Wechsel eines VLR-Bereiches durchgeführt werden.
- Üblicherweise erfolgt die Zuordnung einer neuen TMSI innerhalb einer anderen Prozedur, z. B. bei der Aktualisierung des Aufenthaltsortes (Location Updating), vgl. Kap. 3.7, oder beim Call Setup.
- **Authentisierung (Authentication)** Die Authentisierung dient zwei Zielen. Zum einen wird überprüft, ob die Identität der Mobilstation gültig ist. Dies kann mittels der IMSI oder, wenn vorhanden, durch die TMSI geschehen. Zum anderen wird der Mobilstation ein neuer Chiffrierschlüssel zur Verfügung gestellt, vgl. Kap. 3.13.
- **Identifizierung** Die Mobilstation wird vom Netz aufgefordert, einen der Identifizierungsparameter IMSI, TMSI oder IMEI an das Netz zu schicken.
- **Ablösung der IMSI (IMSI Detach)** Wenn das SIM-Modul aus der Mobilstation entnommen (herausgelöst) wird oder die Mobilstation ausgeschaltet wird, wird diese Prozedur benutzt. Im Netz wird die Mobilstation daraufhin als nicht erreichbar gekennzeichnet.

## Besondere MM-Prozeduren

Eine der folgenden besonderen Prozeduren kann nur dann initiiert werden, wenn keine MM-Verbindung existiert oder wenn keine andere besondere Prozedur aktiv ist. Jede allgemeine MM-Prozedur bis auf IMSI Detach darf während einer besonderen MM-Prozedur initiiert werden. Diese drei Prozeduren kann man alle der Location Updating-Prozedur in rechnen, vgl. Kap. 3.7. Ein spezielles Informationselement gibt an, welche der drei Prozeduren durchgeführt wird.

- **Aktualisieren des Aufenthaltsortes (Location Updating)** Diese Prozedur dient dazu, die Registrierung des Aufenthaltsortes einer Mobilstation zu aktualisieren und kann nur durchgeführt werden, wenn ein SIM in der Mobilstation vorhanden ist. Ein Grund zur Aktualisierung des Aufenthaltsortes besteht dann, wenn der LAI, den die Mobilstation auf dem BCCH empfängt, sich von dem gespeicherten LAI unterscheidet. Dieser Fall tritt ein, wenn die Mobilstation eine Aufenthaltsbereichsgrenze überschritten hat oder wenn sie in einem Bereich eingeschaltet wird, dessen LAI nicht im SIM gespeichert ist. Daraus folgt, dass nur die Mobilstation eine Aufenthaltsaktualisierung vornehmen kann.
- **Periodische Aktualisierung des Aufenthaltsortes (Periodic Updating)** Das periodische Aktualisieren geschieht nur dann, wenn ein entsprechender Parameter innerhalb der Systeminformation auf dem BCCH vorhanden ist.
- **Verknüpfen der IMSI (IMSI Attach)** Diese Prozedur ist das Gegenstück zur IMSI Detach Prozedur. Nach dieser Prozedur wird die Mobilstation im Netz als erreichbar gekennzeichnet.

## Prozeduren zur Verwaltung einer MM-Verbindung

Diese Prozeduren werden für den Aufbau, die Unterhaltung und den Abbau einer MM-Verbindung zwischen der Mobilstation und dem Netz benutzt. Die MM-Verbindung dient der CC-Teilschicht zum Datenaustausch. Es kann mehr als eine MM-Verbindung gleichzeitig be-

nutzt werden. Der Aufbau einer MM-Verbindung darf nur dann erfolgen, wenn keine besondere MM-Prozedur durchlaufen wird.

- Aufbau einer MM-Verbindung, initiiert von der Mobilstation. Eine MM-Verbindung darf nur aufgebaut werden, wenn vorher eine erfolgreiche Aktualisierung des Aufenthaltsortes stattgefunden hat. Eine Ausnahme bilden Notrufe.
- Aufbau einer Verbindung, initiiert vom Netz.
- Übertragung von Informationen über eine MM-Verbindung. Jede Instanz der CM-Teilschicht besitzt eine eigene MM-Verbindung. Es gibt keine Prioritäten für die Nachrichten dieser Instanzen.

### Dienste der RR-Teilschicht

Diese Teilschicht umfasst Prozeduren, welche die Verwaltung der gemeinsamen Übertragungsbetriebsmittel betreffen. Dies sind die physikalischen Kanäle und die Schicht-2-Verbindungen auf den logischen Kanälen.

### Idle Mode

Im Ruhezustand ist der Mobilstation kein dedizierter Kanal zugeordnet, sie hört die Steuerkanäle BCCH und CCCH ab. Im Teilsystem Mobilstation wird automatisch die Zelle gewechselt, wenn eine Zellgrenze überschritten wird. Die höheren Teilschichten werden von diesem Wechsel unterrichtet. Die Systeminformationen werden von der RR-Teilschicht an die höheren Teilschichten weitergegeben.

### Aufbau und Auslösung einer RR-Verbindung

Wenn eine RR-Verbindung eingerichtet ist, besteht sie aus einer aktivierten, physikalischen, bidirektionalen Punkt-zu-Punkt Verbindung mit einer dazugehörigen Schicht-2-Verbindung im bestätigenden Betrieb. Diese Schicht-2-Verbindung kennzeichnet der SAPI = 0. Eine Mobilstation kann nur eine RR-Verbindung unterhalten. Die MM-Teilschicht befiehlt den Aufbau und Abbau einer RR-Verbindung. Ein Kanal ist aktiviert, wenn er für die Datenübertragung benutzt werden kann.

### RR-Verbindung etabliert

**(14)** In diesem Betriebszustand sind der Mobilstation zwei dedizierte Kanäle zugeordnet. Einer davon ist ein SACCH, der andere entweder ein FACCH oder SDCCH. Ist eine RR-Sitzung aufgebaut, stellen die Prozeduren der RR-Teilschicht folgende Dienste zur Verfügung:

- Übertragung von Nachrichten auf allen Schicht-2-Verbindungen. Schicht-2-Verbindungen sind durch ihren Betriebsmodus und den Typ des logischen Kanals gekennzeichnet.
- Aufbau und Auslösen des bestätigenden Betriebsmodus auf Schicht-2-Verbindungen mit SAPI = 3 (SMS).
- Aufbau und Auslösen des bestätigenden Betriebsmodus auf SDCCH, FACCH oder SACCH.
- Aussetzen (Suspension) und Wiederaufnahme (Resumption) der Datenübertragung während des Wechsels des dedizierten Kanals oder Handover.
- Automatische Zellauswahl und Handover, um die RR-Sitzung zu erhalten.

6 Zeichengabeverfahren Nr. 7

Architektur des ZGV7

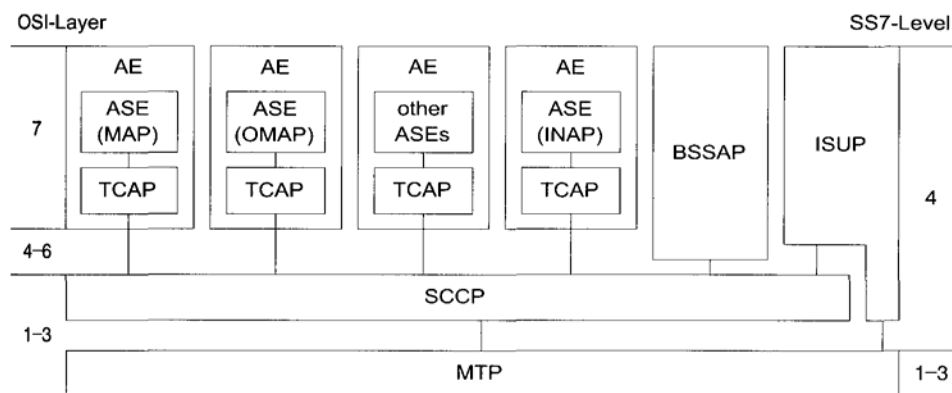


Bild 22 Architektur des Zeichengabeverfahrens Nr. 7

Das ZGV7 hat eine modulare Protokollstruktur (Bild 12) und ist in seinen Bestandteilen von ITU-T und ETSI standardisiert. Es umfasst einerseits spezifische Anwendungen wie z.B. Anwendungsinstanzen für zellulare Mobilkommunikationsnetze (MAP, Mobile Application Part), für Intelligente Netze (INAP, Intelligent Network Application Protocol) sowie ein Protokoll für die Steuerung von ISDN-Diensten (ISUP, ISDN User Part). Andererseits bietet es allgemeine Protokolle wie z.B. MTP (Message Transfer Part, SCCP (Signalling Connection Control Part) und TCAP (Transaction Capabilities Application Part), die gemeinsam für unterschiedliche Anwendungen verwendet werden können. Die Kombination aus MTP und SCCP wird als NSP (Network Service Part) bezeichnet und liefert einen OSI-konformen Netzdienst.

Protokollschichten des ZGV7

Aufgrund der angeführten Anforderungen nach Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit in einer Realzeit-Umgebung erscheint es konsequent, dass der MAP auf dem ITU-T-Zeichengabeverfahren ZGV7 aufgesetzt wurde, obwohl das ZGV7 nicht gemäß dem OSI-Schichtenmodell entwickelt wurde und dadurch vom ITU-T abweicht. (Bild 22).

Der **MTP (Message Transfer Part)** realisiert eine abschnittsweise gesicherte, verbindungslose Nachrichtenübermittlung zwischen zwei Netzknoten innerhalb eines Signalisierungsnetzes. Der auf dem MTP aufbauende SCCP (Signalling Connection Control Part) erlaubt eine globale Adressierung von Netzknoten und bietet damit seinem Benutzer einen der OSI-Vermittlungsschicht entsprechenden Dienst an.

Der **TCAP (Transaction Capabilities Part)** in der Anwendungsschicht ermöglicht die transaktionsorientierte Übermittlung von Anwendungsnachrichten zwischen den im Signalisierungsnetz verteilten Anwendungsprozessen in MSCs, VLRs und HLRs, wie z.B. Datenbankabfragen. Er enthält Funktionalitäten, die bei OSI von den allgemeinen Anwendungsdienstelementen bereitgestellt werden. Ferner wird vom TCAP auch die explizite Auswahl eines Anwendungskontextes realisiert.

Der **MAP (Mobile Application Part)** der Anwendungsschicht setzt sich modular aus mehreren dienstspezifischen Anwendungsdienstelementen zusammen, wie z.B. Location Management, Handover Management, Supplementary Services und Short Message Services.

TCAP und MAP bilden im OSI-Verständnis zusammen eine Application Entity.



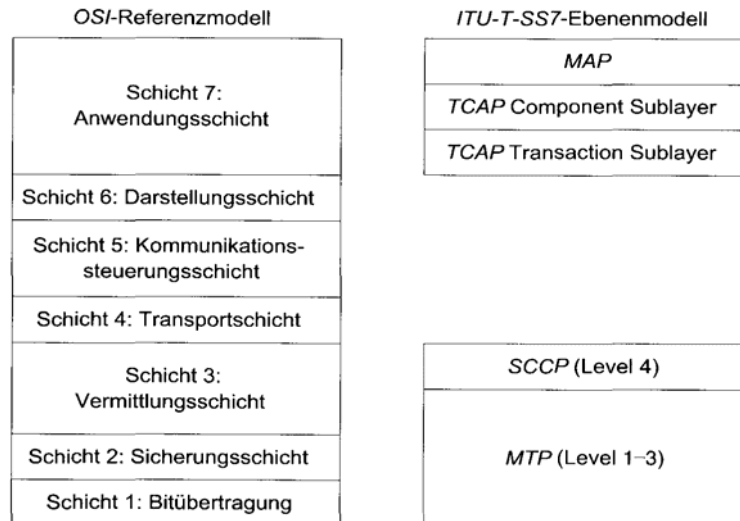


Bild 23 Protokollschichten des ZGV7

Im Fall des GSM-Systems führen die Netzknoten im Allgemeinen koordinierte Mehrfachinteraktionen mit anderen Netzknoten aus. Für jede dieser Interaktionsbeziehungen enthält die AE ein ASO. Ein ASO besteht z.B. aus einer Steuerungsfunktion (SACF, Single Association Control Function), welche die Koordination der verschiedenen Anwendungselemente übernimmt. Weiter enthält das ASO das dienstunabhängige Anwendungselement TCAP, das für den Auf- und Abbau einer Anwendungsbeziehung und für die Ausführung entfernter Operationen sorgt. Die dienstspezifischen Funktionen werden von den restlichen Anwendungsdienstelementen übernommen, die z.B. das MAP-Protokoll bilden. Jedes MAP\_ASE unterstützt eine oder mehrere Operationen, wobei die Operationen durch ASN.1-Makros beschrieben werden. Eine ASE fasst dabei funktional zusammengehörige Operationen zusammen. Eine Verkettung von Interaktionsbeziehungen muss vom Anwendungsprozess koordiniert werden, d.h., der MAP definiert nur Einzelanwendungsbeziehungen zwischen Partner-ASOs und stellt darüber hinaus keine Koordinierungsfunktionen für Mehrfachinteraktionen zur Verfügung (MACF, Multiple Association Control Function). Beim Aufruf einer Anwendungsfunktion muss aus allen Möglichkeiten, die das Anwendungsprotokoll mit seinen verschiedenen ASEs bildet, die gewünschte ausgesucht und spezifiziert werden. Dies erfolgt durch Angabe des Anwendungszusammenhangs (AC, Application Context). Der AC kann zu Beginn oder während des Dialogs zwischen zwei Anwendungsinstanzen ausgetauscht werden. Dadurch ist es dem Empfänger möglich, aus der Menge aller ASEs auszuwählen.

**Transaction Capabilities Application Part TCAP**

**(15)** Der ZGV7-Transaktions-Anwenderteil (TCAP, Transaction Capabilities Application Part) erlaubt den Aufbau strukturierter Dialoge mit einer Partner-Instanz. Im Gegensatz zu diesen basiert er jedoch auf einem verbindungslosen Netzwerkdienst, wie er vom SCCP Klasse 0/1 zur Verfügung gestellt wird. Der TCAP kann konzeptionell in drei Dienstelemente unterteilt werden:

- **CHA** (Component Handling) definiert die Ausführung entfernter Operationen und wurde in starker Anlehnung an ROSE definiert.
- **THA** (Transaction Handling) ermöglicht den Austausch von Daten über virtuelle Verbindungen (Transaktionen) zwischen zwei Partner-Instanzen.
- **DHA** (Dialogue Handling) koordiniert CHA und THA und ermöglicht es z.B., mehrere CHA PDUs in einer THA-Nachricht zu versenden.

Die Dienstelemente CHA und DHA bilden die Komponentensubschicht der TC, während THA auch als Transaktionssubschicht bezeichnet wird. Eine Komponente der Komponentensubschicht besteht aus dem Aufruf (Invoke) einer entfernten Operation oder aus der Antwort auf einen solchen Aufruf, wobei zwischen der Antwort auf einen erfolgreichen Aufruf (Result) und einen nicht erfolgreichen Aufruf (Error) unterschieden wird. Im TCAP gibt es dabei vier Klassen von Operationen:

- Klasse 1 gibt sowohl ein Ergebnis (Result) wie einen Fehler (Error) an die aufrufende entfernte Instanz zurück,
- Klasse 2 meldet nur Fehler zurück,
- Klasse 3 meldet nur ein Ergebnis zurück, und
- Klasse 4 gibt weder Ergebnis noch Fehler zurück.

Eine Operation kann den Aufruf einer weiteren entfernten Operation, bei einer dritten wie bei der ursprünglich aufrufenden Instanz, erforderlich machen. Welche Operationen innerhalb eines Dialoges aufrufbar sind, wird vom Benutzerprozess bzw. den Steuerungsfunktionen in der Anwendungsinstanz festgelegt. Zur Realisierung der vier Operationsklassen stellt der TCAP folgende Komponenten bereit:

- Invoke stellt den Aufruf einer entfernten Operation dar,
- Return Result Last ist die Rückgabe des Ergebnisses bzw. des letzten Teilergebnisses,
- Return Result Not Last ist die Rückgabe eines (nicht abschließenden) Teilergebnisses,
- Return Error meldet einen bei der Ausführung der entfernten Operation aufgetretenen Fehler zurück,
- Reject ist die Rückweisung des Aufrufs einer entfernten Operation (z.B. Operation unbekannt).

Der TCAP gemäß ITU-T White Book (1992) enthält zwei für den Mobilanwenderteil wesentliche Erweiterungen gegenüber der Blue-Book-Version (1988), den Application Context sowie die User Information. Der Application Context wird vom Mobilanwenderteil benutzt, um

- einzelne Anwendungsteile zu adressieren, z.B. die Short-Message-Funktionen, die Supplementary-Services-Funktionen etc.,
- Versionen des Mobilanwenderteils aushandeln zu können, wobei die Version stets auf den Anwendungsteil bezogen ist (d.h., verschiedene Anwendungsteile können verschiedene Versionsstände haben, um so eine möglichst vielfältige Evolution der Netze zu ermöglichen).

Die User Information erlaubt es darüber hinaus, in der Dialogue Portion TCAP-Benutzerinformation auszutauschen, die nicht standardisiert ist. Damit trägt man dem wachsenden Bedürfnis der Netzbetreiber Rechnung, netzspezifische Informationen austauschen zu können.

### Mobile Application Part MAP

**(16)** Im MAP (Mobile Application Part) wurde die vereinfachte Sichtweise des MAP-Anwenders (MAP Service User) und MAP-Dienstbringers (MAP Service Provider) eingeführt. Der MAP Service Provider kann als die Summe aus SACF, TCAP\_ASO und MAP\_ASEs aufgefasst werden. Der MAP Service User umfasst den Anwendungsprozess und MACF. Die Kommunikation zwischen MAP Service User und Provider erfolgt durch MAP-Dienstprimitive.

Die Dienste der MAP Service Provider teilen sich auf in allgemeine Dienste, die zur Dialogsteuerung verwendet werden, sowie die MAP-anwenderspezifischen Dienste, die jeweils nur von einem oder mehreren MAP-Anwendern benutzt werden. Folgende allgemeine Dienste stehen allen MAP-Anwendern zur Verfügung:

- MAP\_OPEN zur Eröffnung eines Dialoges,
- MAP\_CLOSE zum Schließen eines Dialoges,
- MAP\_DELIMITER zur Steuerung, welche Dienstprimitive in einer Nachricht versandt werden können,
- MAP\_U-ABORT zum Abbruch des Dialoges durch den MAP-Anwender,
- MAP\_P-ABORT zur Anzeige eines Dialogabbruchs durch den MAP Service Provider bzw. die unterliegenden Schichten,
- MAP\_NOTICE zur Information des MAP-Anwenders über Dialogprobleme, die nicht direkt zum Abbruch des Dialoges führen.

Bestätigte Dienste bestehen aus vier Dienst-primiven (Request, Indication, Response und Confirmation), während unbestätigte Dienste nur aus Request und Indication bestehen. Zusätzlich gibt es die vom MAP Service Provider initiierten Dienste, die nur aus einer Indication bestehen. Alle Dienstprimitive besitzen eine Reihe von Parametern, die verbindlich (mandatory), Anwender-bestimmt (user Option), Provider-bestimmt (service provider Option) oder Kontext-bestimmt (conditional) sein können. Request und Response werden vom MAP Service Provider der sendenden Seite auf MAP-PDUs abgebildet, während auf der empfangenden Seite die PDUs auf Indication bzw. Confirmation abgebildet werden (Bild 23).

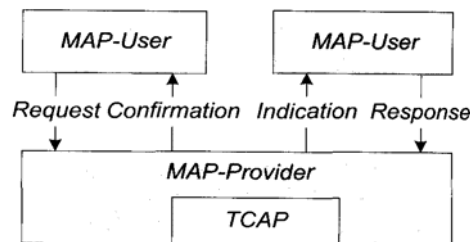


Bild 24 MAP (Mobile Application Part)

Der MAP sieht eine Reihe von MAP-Anwendern vor, die jeweils aus einer Menge funktional zusammenhängender Prozeduren gebildet werden, wie z.B.:

- Location Management
- Location Updating
- Location Cancellation
- IMSI-Detach
- Handover
- Subscriber Data Management
- Subscriber Identification
- Call Handling
- MS Terminating Calls
- MS Originating Calls
- Supplementary Services
- Interrogation
- Short Message Service
- Mobile Originated Short Message Transfer
- Short Message Alert
- Short Message Delivery Status Report

## Signalisierungsnetzverbund

**(17)** MAP-Nachrichten werden im ZGV7 Signalisierungsnetz übertragen. Die Knoten dieses Signalisierungsnetzes werden als SPs (Signalling Points) bezeichnet und können im Falle des GSM-Vermittlungsnetzes MSCs (VLRs) und HLRs sein. Jeder SP besitzt als Adresse einen SPC (Signalling Point Code), wobei ein Netzknoten auch mehr als einen SPC haben kann, wenn er als Übergang (Gateway) zwischen zwei oder mehr Netzen fungiert. Über eine Netzkennung (NI, Network Indicator) können in einem Netzknoten bis zu zwei nationale und bis zu zwei internationale Signalisierungsnetze unterschieden werden. Bei den SPs kann weiter zwischen Signalisierungsendpunkten (SEP, Signalling End Point) als Ursprung und Ziel von Signalisierungsnachrichten und Signalisierungstransferpunkten (STP, Signalling Transfer Point), die Signalisierungsnachrichten ohne Verarbeitung weiterleiten, unterschieden werden. Auf der Ebene des MTP werden Signalisierungsnachrichten mit Hilfe von SPC-Routingtabellen und in Abhängigkeit vom Ziel-SPC (DCP, Destination Point Code) geroutet. Der SCCP erweitert die Adressierungsmöglichkeiten für Signalisierungsnachrichten.

Zusätzlich zum SPC kann hier auch eine allgemeine Adresse in Form eines GT (Global Title) benutzt werden. Der SCCP enthält Umwertungstabellen, die einen GT in einen DPC übersetzen können. Diese Funktionen des SCCP wird insbesondere für den netzüberschreitenden Transport von MAP-Signalisierungsnachrichten benutzt. Als GT können prozedurabhängig z.B. MSISDN, IMSI oder MSC/HLR/EIR-Nummer benutzt werden.

Bild 16 zeigt die Verknüpfung verschiedener nationaler und internationaler Signalisierungsnetze. Diese Netze sind über Gateways miteinander verbunden, wobei jedoch durch den NI-Wechsel eine Entkoppelung stattfindet und Signalisierungsnachrichten an den Netzgrenzen in jedem Fall auf Zulässigkeit überprüft werden. Die SPCs können in jedem Netz eigenständig vergeben werden.

## Routing von MAP-Nachrichten

**Bild 25** zeigt ein Beispiel, bei dem ein VLR in einem fremden Aufenthaltsnetz eine Signalisierungsnachricht an ein HLR im Heimatnetz sendet. An den Netzgrenzen sind SPC-Umsetzungen erforderlich. Das Ursprungs-VLR benutzt als Adressinformation für das Ziel-HLR die IMSI des mobilen Benutzers. Die IMSI wird zunächst in einen GT übersetzt, wobei der MCC in den CC und der MCN in den NDC entsprechend dem ISDN-Format übersetzt wird. Die MSIN wird unverändert angehängt. Der SCCP übersetzt den GT zunächst in den SPC der GMSC am Zwischennetz. Dort erfolgt eine Übersetzung des GT in den SPC des Übergangsknotens zum internationalen Signalisierungsnetz. Dieser übersetzt den GT in den SPC der GMSC des Zielnetzes, und dort erfolgt die Ableitung des SPC des Ziel-HLR aus der MSIN und die Zustellung der MAP-Nachricht im Ziel-HLR. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass außerhalb des Heimatnetzes lediglich auf der Grundlage von MCC und MDC geroutet zu werden braucht und die Umwertetabellen des SCCP entsprechend klein gehalten werden können.

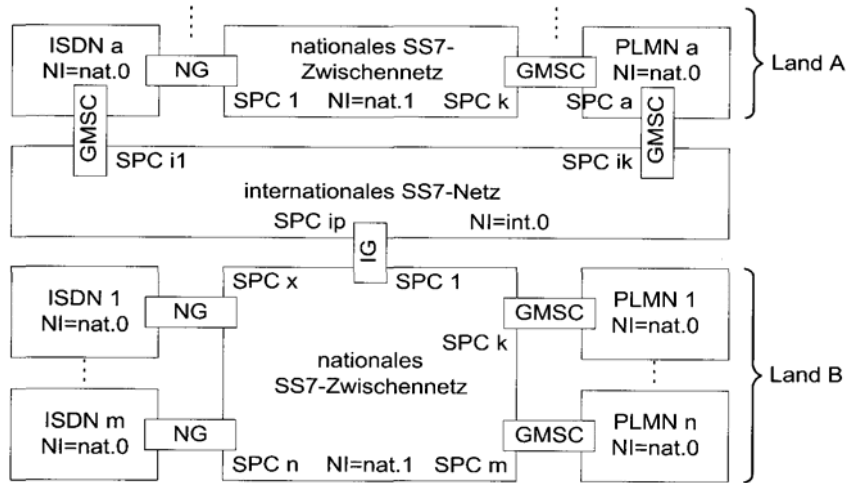


Bild 25 ZGV7 Signalisierungsnetzverbund

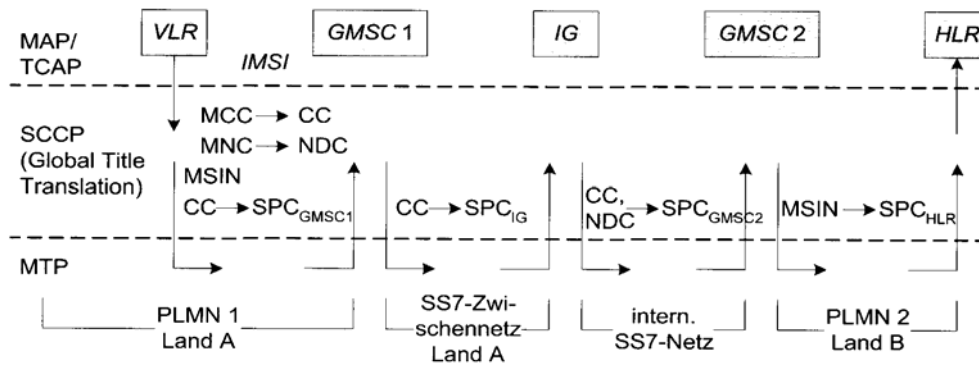


Bild 26 Routing einer MAP-Nachricht

## 7 Kontrollfragen

1. Welche Betriebszustände und Unterzustände der MS kann man unterscheiden?
2. Welche Verbindungsarten (SAPI) können auf der A<sub>bis</sub>-Schnittstelle unterschieden werden?
3. Welche anwenderspezifischen Signalisierungsprotokolle der A-Schnittstelle kennen Sie und wofür werden diese verwendet?
4. Nennen Sie die wesentliche Aufgaben der Schicht 1.
5. Beschreiben Sie das dreistufige Kanalkodierverfahren für Sprache.
6. Wie erkennt die MS den Organisationskanal BCCH?
7. Wie erfolgt die Korrektur der Signallaufzeit zwischen Fest- und Mobilstation?
8. Welche SAPIs kennen Sie und wofür werden Sie verwendet?
9. Welche Schicht-2-Rahmen kennen Sie und wofür werden sie eingesetzt?
10. Welche Teilschichten hat die Schicht 3 und was ist ihr Aufgabe?
11. Nennen Sie die Abfolge der Prozeduren für den Verbindungsaufbau in chronologischer Reihenfolge.
12. Nennen Sie die Dienste der CC Teilschicht.
13. Nennen Sie zwei wichtige Dienste der MM Teilschicht.
14. Nennen Sie die Dienste der RR Teilschicht.
15. Beschreiben Sie die Aufgaben des Transaction Capabilities Application Part TCAP.
16. Beschreiben Sie die Aufgaben des Mobile Application Part MAP.
17. Beschreiben Sie die Funktion/Struktur des Signalisierungsnetzverbundes.

**8 Bilder und Tabellen**

Bild 1 Konzeptionelles GSM-Protokollreferenzmodell ..... 2

Bild 2 GSM-Schnittstellen ..... 3

Bild 3 GSM-Signalisierungsprotokolle ..... 3

Bild 4 Dienstschnittstelle der Bitübertragungsschicht ..... 4

Bild 5 Zustände der Bitübertragungsschicht (MS) ..... 4

Bild 6 SACCH-Blockformate ..... 5

Bild 7 Logische Transportverbindungen der A<sub>bis</sub>-Schnittstelle ..... 6

Bild 8 Einbettung der A-Schnittstelle in die GSM-Signalisierungsarchitektur ..... 7

Bild 9 Schnittstellen der Schicht 1 (Physical Layer) ..... 8

Bild 10 Kanalcodierung für Full-Rate-Sprachübertragung ..... 9

Bild 11 Vorwärtsfehlerkorrektur der Teilnehmerdaten bei den verschiedenen GSM-Trägerdiensten ..... 10

Bild 12 Durchsatz und Verzögerungsdauer der logischen Kanäle ..... 11

Bild 13 Architektur der Signalisierungsprotokolle ..... 13

Bild 14 Lage des Signalisierungsprotokolls LAPD<sub>m</sub> ..... 13

Bild 15 Zuordnung der Schicht-3-Nachrichten zu logischen Kanälen ..... 14

Bild 16 LAPD<sub>m</sub>-Grundrahmen ..... 15

Bild 17 Zeitliche Verzahnung von Uplink und Downlink beim SDCCH ..... 17

Bild 18 Netzelemente und zugehörige Signalisierungsprotokolle ..... 18

Bild 19 Routing einer Schicht-3-Nachricht ..... 18

Bild 20 Nachrichtenfluss beim Verbindungsaufbau im GSM ..... 19

Bild 21 Aufbau einer Schicht-3-Nachricht ..... 20

Bild 22 Architektur des Zeichengabeverfahrens Nr. 7 ..... 24

Bild 23 Protokollschichten des ZGV7 ..... 25

Bild 24 MAP (Mobile Application Part) ..... 27

Bild 25 ZGV7 Signalisierungsnetzverbund ..... 29

Bild 26 Routing einer MAP-Nachricht ..... 29

Tabelle 1 Codierverfahren logischer Kanäle ..... 8

Tabelle 2 Rahmentypen des LAPD<sub>m</sub> ..... 15

**9 Abkürzungen**

- AC.....Authentication Center
- ACCH.....Associated Control Channels
- AMPS.....American (Advanced) Mobile Phone System
- ARFCN .....Kanalnummer, absolute radio frequency channel number,
- AuC.....Authentification Center
- BACCS .....Billing and Customer Care Systems
- BCH .....Broadcast Channel
- BSC .....Base Station Controller
- BSS .....Base Station System
- BTS.....Base Transeiver Station
- CCCH .....Common Control Channels

CDM.....	Code Division Multiplexing, Codemultiplex
CDMA .....	Code Division Multiplex Access
CEPT .....	Conference Européenne des Administrations des Postes et Telecommunications, Europäische Konferenz für das Post- und Fernmeldewesen
DCCH .....	Dedicated Control Channels
DCS .....	Digital Communication System
DECT .....	Digital Enhanced Cordless Telephone
EI .....	Equipment Identity
EIR.....	Equipment Identity (Identification) Register
ETSI.....	European Telecommunications Institute
FDM.....	Frequency Division Multiplexing, Frequenzmultiplex
FDMA.....	Frequency Division Multiple Access
GPRS.....	General Packed Radio Services
GSM .....	Global System for Mobile Communication
HLR .....	Home Location Register
HON.....	Handover Number
HPMLN .....	Home Public Land Mobile Network
HSCSD .....	High-Speed Circuit-Switched Data
IMEI .....	International Mobile Equipment Identity
IMSI .....	International Mobile Station (Subscriber) Identity
ISDN .....	Integrated Services Digital Network
ISO .....	International Standards Organization
ITU .....	International Telecommunications Union
IVPN .....	International VPN
Kc .....	cipher key
LAC.....	Location Area Code
LAI .....	Location Area Identity
LEO .....	Low Earth Orbit
LMSI .....	Local Mobile Subscriber Identity
MCC.....	Mobile Country Code
MNC.....	Mobile National Code
MOC .....	Mobile Originating Call
MoU .....	Memorandum of Understanding
MS .....	Mobile Station
MSC.....	Mobile Services Switching Center
MSISDN.....	Mobile Station International ISDN Number
MSRN .....	Mobile Station Roaming Number
MTC.....	Mobile Terminating Call
OMC .....	Operation and Maintenance Center
OMS .....	Operation and Maintenance Subsystem
OSI .....	Open Systems Interconnection
OSS .....	Operation & Maintenance Subsystem
PCN .....	Personal Communications Network
PCS .....	Personal Communications System
PHS .....	Personal Hand-phone System
PIN.....	Personal Identification Number
PLMN.....	Public Land Mobile Network
PSDN.....	Public Switched Data Network
PSTN .....	Public Switched Telephone Network
PUK .....	Personal unblocking Key
RAND.....	Random Number, Zufallszahl



RFC .....	Radio Frequency Channel
RSS .....	Radio Subsystem
SDM.....	Space Division Multiplexing, Raummultiplex
SIM .....	Subscriber Identity Module
SRES.....	signed response
SSS .....	Switching Subsystem
TA .....	Timing Advance
TACS.....	Total Access Communications System
TCDMA.....	Time CDMA
TDM.....	Time Division Multiplexing, Zeitmultiplex
TDMA.....	Time Division Multiple Access
TMN.....	Telecommunication Management Network
TMSI.....	Temporary Mobile Station Identity
TRAU.....	Transcoding and Rate Adaption Unit
UMTS.....	Universal Mobile Telecommunication System
UTRA.....	UMTS Terrestrial Radio Access
VAS .....	Value added Service
VLR.....	Visitor Location Register
VPMLN .....	Visited Public Land Mobile Network
VPN .....	Virtual Private Network
WAP .....	Wireless Application Protocoll
WCDMA.....	Wideband CDMA

## **10      Literatur**

- [1] Ulrich Freyer, Nachrichtenübertragungstechnik, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, 1994, ISBN 3-446-17724-8
- [2] Taschenbuch der Telekommunikation 1999, Fachbuchverlag Leipzig
- [3] Bernhard Walke, Mobilfunknetze und ihre Protokolle, Band 1, Teubner Verlag, 1998, ISBN 3-519-06430-8
- [4] Siegmund Redl, GSM Technik und Messpraxis; Netzeigenschaften, 2. Auflage, Franzis Verlag, 1995, ISBN 3-7723-4852-1

### **Links:**

[www.umtslink.at](http://www.umtslink.at)