

GSM

Global System for

Mobile Communication

**Vermittlung, Dienste und Protokolle
in digitalen Mobilfunknetzen**

Von Professor Dr.-Ing. Jörg Eberspächer
und Dipl.-Ing. Hans-Jörg Vögel
Technische Universität München

Mit 177 Bildern und 41 Tabellen



B. G. Teubner Stuttgart 1997

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Digital, mobil, global: Die Evolution der Netze	1
1.2	Klassifikation von Mobilkommunikationssystemen	2
1.3	Zur Geschichte von GSM	5
2	Mobilfunkkanal und Zellularprinzip	9
2.1	Charakteristika des Mobilfunkkanals	9
2.2	Richtungstrennung und Duplexübertragung	13
2.3	Vielfachzugriffsverfahren	15
2.3.1	Frequenzvielfachzugriff FDMA	16
2.3.2	Zeitvielfachzugriff TDMA	17
2.3.3	Codevielfachzugriff CDMA	20
2.3.4	Raumvielfachzugriff SDMA	22
2.4	Zellulartechnik	27
2.4.1	Grundbegriffe	27
2.4.2	Signal-Störabstand	28
2.4.3	Clusterbildung	29
2.4.4	Verkehrsleistung und Verkehrsdimensionierung	32
3	Adressierung und Systemarchitektur	35
3.1	Übersicht	35
3.2	Adressen und Kennziffern	36
3.2.1	International Mobile Station Equipment Identity	38
3.2.2	International Mobile Subscriber Identity	39
3.2.3	Mobile Subscriber ISDN Number	39
3.2.4	Mobile Station Roaming Number	40
3.2.5	Location Area Identity	41
3.2.6	Temporary Mobile Subscriber Identity	42
3.2.7	Local Mobile Subscriber Identity	42
3.2.8	Cell Identifier	43
3.2.9	Base Transceiver Station Identity Code	43

3.2.10	Identifizierung von MSC und Location Register	43
3.3	Systemarchitektur	43
3.3.1	Mobilstation	44
3.3.2	Funknetz – BSS	45
3.3.3	Mobilvermittlungsnetz – SMSS	46
3.3.3.1	Mobilvermittlungszentrum	47
3.3.3.2	Heimat- und Besucherregister	47
3.3.4	Betrieb und Wartung – OMSS	48
3.3.4.1	Netzüberwachung und Wartung	48
3.3.4.2	Benutzerauthentifizierung und Gerätereistratur	49
3.4	Teilnehmerdaten im GSM	50
3.5	PLMN-Konfigurationen und Schnittstellen	52
4	Dienste	59
4.1	Trägerdienste	60
4.2	Telematikdienste	63
4.3	Zusatzdienste (Supplementary Services)	66
5	Funkschnittstelle – Physical Layer	71
5.1	Logische Kanäle	71
5.2	Physikalische Kanäle	78
5.2.1	Modulation	78
5.2.2	Vielfachzugriff, Duplexing und Übertragungsbursts	81
5.2.3	Optionales Frequenzsprungverfahren	85
5.2.4	Zusammenfassung	87
5.3	Synchronisierung	87
5.3.1	Frequenz- und Taktsynchronisierung von Mobilstationen	88
5.3.2	Adaptive Rahmensynchronisierung	92
5.4	Abbildung von logischen Kanälen auf physikalische Kanäle	94
5.5	Radio Subsystem Link Control	100
5.5.1	Kanalmessung	102
5.5.1.1	Kanalmessung im Ruhezustand	104
5.5.1.2	Kanalmessung während einer Verbindung	105
5.5.2	Sendeleistungsregelung	108
5.5.3	Verbindungsabbruch wegen Ausfall der Funkverbindung	111
5.5.4	Zellauswahl und Stromsparbetrieb	113
5.5.4.1	Cell Selection und Cell Reselection	113
5.5.4.2	Discontinuous Reception (DRX)	115
5.6	Einschaltsszenario	115

6	Codierung, Authentifizierung und Chiffrierung	119
6.1	Quellencodierung und Sprachbearbeitung	119
6.2	Kanalcodierung	125
6.2.1	Übersicht	125
6.2.2	Äußerer Fehlerschutz: Blockcodierung	128
6.2.2.1	Blockcodierung für Sprach-Verkehrskanäle	128
6.2.2.2	Blockcodierung für Daten-Verkehrskanäle	131
6.2.2.3	Blockcodierung für Signalisierungskanäle	131
6.2.3	Innerer Fehlerschutz: Faltungscodierung	133
6.2.4	Interleaving	137
6.2.5	Abbildung auf die Burst-Ebene	144
6.3	Sicherheitsrelevante Netzfunktionen und Chiffrierung	146
6.3.1	Schutz der Teilnehmeridentität	146
6.3.2	Verifizierung der Teilnehmeridentität	147
6.3.3	Generierung von Sicherheitsdaten	148
6.3.4	Verschlüsselung von Signalisierungs- und Nutzdaten	151
7	Protokollarchitekturen	155
7.1	Ebenen der Protokollarchitektur	155
7.2	Protokollarchitektur der Nutzdatenebene	157
7.2.1	Sprachübertragung	158
7.2.2	Transparente Datenübertragung	162
7.2.3	Nicht-transparente Datenübertragung	163
7.3	Protokollarchitektur der Signalisierungsebene	167
7.3.1	Übersicht Signalisierungsarchitektur	167
7.3.2	Nutzdatentransport in der Signalisierungsebene	177
7.4	Signalisierung der Benutzer-Schnittstelle (Um)	179
7.4.1	Schicht 1 der Schnittstelle MS-BTS	179
7.4.1.1	Dienste der Schicht 1	180
7.4.1.2	Schicht 1: Prozeduren und Peer-to-Peer-Signalisierung ..	181
7.4.2	Schicht 2 Signalisierung	183
7.4.3	Radio Resource Management	188
7.4.4	Mobility Management	194
7.4.5	Connection Management	200
7.4.6	Strukturierte Signalisierungsprozeduren	206
7.4.7	Signalisierungsprozeduren für Zusatzdienste	208
7.4.8	Realisierung der Kurznachrichtendienste	212
7.5	Signalisierung der Schnittstellen A und Abis	214
7.6	Signalisierung der Benutzer-Schnittstelle	221
8	Roaming und Vermittlung	227
8.1	MAP-Schnittstellen	227

8.2	Location Registration und Location Update	228
8.3	Verbindungsaufbau und Verbindungsabbau	233
8.3.1	Routing: Wegesuche für Rufe zu Mobilteilnehmern	233
8.3.1.1	Einfluß der MSRN-Vergabe auf den Wegesuchablauf	234
8.3.1.2	Plazierung der Protokollinstanzen zur HLR-Abfrage	235
8.3.2	Verbindungsaufbau und korrespondierende MAP-Prozeduren	238
8.3.3	Verbindungsabbau	242
8.3.4	MAP-Prozeduren und Routing für Kurznachrichten	243
8.4	Handover	245
8.4.1	Übersicht	245
8.4.2	GSM Intra-MSC-Handover	247
8.4.3	Entscheidungsalgorithmus für den Handoverzeitpunkt ..	248
8.4.4	MAP und Inter-MSC-Handover	256
8.4.4.1	Basic Handover zwischen zwei MSC	256
8.4.4.2	Subsequent Handover	258
9	Datenkommunikation und Interworking	261
9.1	Referenzkonfiguration	261
9.2	Übersicht der Datenkommunikation	262
9.3	Dienstauswahl beim Netzübergang	266
9.4	Bitratenadaption	267
9.5	Asynchrone Datendienste	270
9.5.1	Transparente Übertragung im Mobilnetz	270
9.5.2	Nicht-transparente Datenübertragung	275
9.5.3	PAD-Zugänge zu öffentlichen Paketdatennetzen	278
9.5.3.1	Asynchrone Verbindung zum PSPDN-PAD	278
9.5.3.2	Dedizierter PAD-Zugang im GSM	279
9.6	Synchrone Datendienste	280
9.6.1	Übersicht	280
9.6.2	Synchrone Paketdatennetz-Zugänge nach X.25	281
9.6.2.1	Basic Packet Mode	282
9.6.2.2	Dedicated Packet Mode	282
9.7	Telematikdienste: Fax	283
10	Aspekte des Netzbetriebs	287
10.1	Ziele des GSM-Netzmanagements	287
10.2	Telecommunication Management Network TMN	290
10.3	TMN-Realisierung in GSM-Netzen	293
11	GSM – wie geht es weiter?	299
11.1	Globalisierung	299

Inhaltsverzeichnis	XI
11.2 GSM Dienste in der Phase 2+	299
11.2.1 Telekommunikationsdienste	300
11.2.2 Zusatzdienste	304
11.3 GSM und Intelligente Netze	305
Literatur	309
Anhang A: GSM-Standards	313
Anhang B: GSM-Adressen	317
Anhang C: Akronyme	319
Index	325