

GSM **Global System for** **Mobile Communicatioi**

Vermittlung, Dienste und Protokolle
in digitalen Mobilfunknetzen

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

2., aktualisierte und erweiterte Auflage
Mit 197 Bildern und 48 Tabellen



B. G. Teubner Stuttgart • Leipzig 1999

Inhalt

Vorwort zur zweiten Auflage	V
-----------------------------	---

Vorwort	VII
---------	-----

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	26
2.4.1	Grundbegriffe	26
2.4.2	Signal-Störabstand	28
2.4.3	Clusterbildung	29
2.4.4	Verkehrsleistung und Verkehrsdimensionierung	31
3	Adressierung und Systemarchitektur	35
3.1	Übersicht	35
3.2	Adressen und Kennziffern	36
3.2.1	International Mobile Station Equipment Identity (IMEI)	38
3.2.2	International Mobile Subscriber Identity (IMSI)	39
3.2.3	Mobile Subscriber ISDN Number (MSISDN)	39
3.2.4	Mobile Station Roaming Number (MSRN)	40

3.2.5	Location Area Identity (LAI)	41
3.2.6	Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI).	42
3.2.7	Local Mobile Subscriber Identity (LMSI).	42
3.2.8	Cell Identifier (CI).	43
3.2.9	Base Transceiver Station Identity Code (BSIC).	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 - MSC.	47
3.3.3.2	Heimat- und Besucherregister - HLR und VLR.	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 (Bearer Services).	60
4.2	Telematikdienste (Teleservices).	63
4.2.1	Sprache.	64
4.2.2	Faxübertragung	64
4.2.3	Kurznachrichtendienst: Short Message Service SMS.	65
4.3	Zusatzdienste (Supplementary Services).	67
4.3.1	GSM Zusatzdienste in der Phase 1.	67
4.3.2	GSM Zusatzdienste in der Phase 2.	68
4.4	GSM Dienste in der Phase 2+.	69
5	Funkschnittstelle — Physical Layer	71
5.1	Logische Kanäle.	71
5.1.1	Klassifizierung logischer Kanäle in GSM	72
5.1.1.1	Verkehrskanäle	72
5.1.1.2	Signalisierungskanäle	73
5.1.1.3	Beispiel zum Verbindungsaufbau in GSM	75
5.1.1.4	Datenraten, Blocklängen und Blockabstände der logischen Kanäle.	76
5.1.2	Kombinationen logischer Kanäle.	77
5.2	Physikalische Kanäle.	79
5.2.1	Modulation	79
5.2.2	Vielfachzugriff, Duplexing und Übertragungsbursts.	82

5.2.3	Optionales Frequenzsprungverfahren	86
5.2.4	Zusammenfassung	87
5.3	Synchronisierung	89
5.3.1	Frequenz-und Taktsynchronisierung von Mobilstationen	89
5.3.2	Adaptive Rahmensynchronisierung	94
5.4	Abbildung von logischen Kanälen auf physikalische Kanäle	96
5.4.1	26-Rahmen Multiframe	97
5.4.1.1	51-Rahmen Multiframe	98
5.5	Radio Subsystem Link Control	101
5.5.1	Kanalmessung	102
5.5.1.1	Kanalmessung im Ruhezustand	105
5.5.1.2	Kanalmessung während einer Verbindung	106
5.5.2	Sendeleistungsregelung	109
5.5.3	Verbindungsabbruch wegen Ausfall der Funkverbindung	112
5.5.4	Zellauswahl und Stromsparbetrieb	114
5.5.4.1	Cell Selection und Cell Reselection	114
5.5.4.2	Discontinuous Reception (DRX)	116
5.6	Einschaltzenario	116
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	129
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 Luftschnittstelle 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	Prozeduren und Peer-to-Peer-Signalisierung	181
7.4.2	Schicht 2 Signalisierung	183
7.4.3	Radio Resource Management	187
7.4.4	Mobility Management	193
7.4.5	Connection Management	199
7.4.6	Strukturierte Signalisierungsprozeduren	205
7.4.7	Signalisierungsprozeduren für Zusatzdienste	208
7.4.8	Realisierung der Kurznachrichtendienste	212
7.5	Signalisierung der Schnittstellen A und Abis	213
7.6	Signalisierung der Benutzer-Schnittstelle	220
8	Roaming und Vermittlung	225
8.1	MAP-Schnittstellen	225
8.2	Location Registration und Location Update	226
8.3	Verbindungsaufbau und Verbindungsabbau	231
8.3.1	Routing: Wegesuche für Rufe zu Mobilteilnehmern	231
8.3.1.1	Einfluß der MSRN-Vergabe auf den Wegesuchablauf	232
8.3.1.2	Plazierung der Protokollinstanzen zur HLR-Abfrage	233
8.3.2	Verbindungsaufbau und korrespondierende MAP-Prozeduren	236
8.3.3	Verbindungsabbau	240
8.3.4	MAP-Prozeduren und Routing für Kurznachrichten	241
8.4	Handover	243
8.4.1	Übersicht	243
8.4.2	GSM Intra-MSC-Handover	245
8.4.3	Entscheidungsalgorithmus für den Handoverzeitpunkt	246
8.4.4	MAP und Inter-MSC-Handover	254
8.4.4.1	Basic Handover zwischen zwei MSC	254
8.4.4.2	Subsequent Handover	255
9	Datenkommunikation und Interworking	259
9.1	Referenzkonfiguration	259
9.2	Übersicht der Datenkommunikation	260

9.3	Dienstauswahl beim Netzübergang	264
9.4	Bitratenadaption	265
9.5	Asynchrone Datendienste	268
9.5.1	Transparente Übertragung im Mobilnetz	268
9.5.2	Nicht-transparente Datenübertragung	273
9.5.3	PAD-Zugänge zu öffentlichen Paketdatennetzen	276
9.5.3.1	Asynchrone Verbindung zum PSPDN-PAD	276
9.5.3.2	Dedizierter PAD-Zugang im GSM	277
9.6	Synchrone Datendienste	278
9.6.1	Übersicht	278
9.6.2	Synchrone Paketdatennetz-Zugänge nach X.25	279
9.6.2.1	Basic Packet Mode	280
9.6.2.2	Dedicated Packet Mode	280
9.7	Telematikdienste: Fax	281
10	Aspekte des Netzbetriebs	285
10.1	Ziele des GSM-Netzmanagements	285
10.2	Telecommunication Management Network TMN	288
10.3	TMN-Realisierung in GSM-Netzen	291
11	Der Paketdatendienst GPRS	297
11.1	GPRS Systemarchitektur	298
11.2	Dienste	301
11.2.1	Trägerdienste und Zusatzdienste	301
11.2.2	Dienstgüte	302
11.2.3	Simultane Benutzung von paket- und durchschaltetermittlungten Diensten	304
11.3	Session Management und Mobility Management	304
11.3.1	Ein- und Ausbuchen	304
11.3.2	Session Management	305
11.3.3	Verkehrslenkung (Routing)	306
11.3.4	Location Management	307
11.4	Luftschnittstelle	310
11.4.1	Logische Kanäle in GPRS	310
11.4.2	Abbildung der logischen Paketdatenkanäle auf physikalische Kanäle	314
11.4.3	Radio Resource Management	315
11.5	GPRS Protokollarchitektur	316
11.5.1	Transmission Plane	316
11.5.1.1	GPRS Backbone: SGSN - GGSN	317
11.5.1.2	Subnetwork Dependent Convergence Protocol SMDCP	317

11.5.1.3	Schnittstelle MS - BSS.	317
11.5.1.4	Schnittstelle BSS - SGSN.	318
11.5.2	Signalling Plane.	319
11.6	Kanalcodierung in GPRS.	320
12	GSM - wie geht es weiter?.	323
12.1	Globalisierung	323
12.2	GSM Dienste in der Phase 2+.	324
12.2.1	Telekommunikationsdienste	325
12.2.2	Zusatzdienste (Supplementary Services).	327
12.3	Dienstplattformen.	328
12.3.1	CAMEL - GSM und Intelligente Netze.	329
12.3.2	Terminalseitige Dienstplattformen	332
12.4	Erweiterte Sprachdienste (ASCI).	333
12.4.1	Voice Broadcast Service (VBS).	334
12.4.1.1	Systemkonzept und Group Call Register.	335
12.4.1.2	Verbindungsaufbau und logische Kanäle.	336
12.4.2	Voice Group Call Service (VGCS).	337
12.4.2.1	Logische Kanäle.	338
12.4.3	Enhanced Multi-Level Precedence and Preemption (eMLPP).	338
12.5	GSM - Wegbereiter für UMTS.	340
	Literatur.	345
	Anhang A: GSM-Standards.	349
	Anhang B: GSM-Adressen.	355
	Anhang C: Akronyme.	357
	Index.	365