

Inhaltsverzeichnis

1	GSM	1
1.1	Leitungsvermittelnde Datenübertragung	1
1.1.1	Klassische Leitungsvermittlung	1
1.1.2	Virtuelle Leitungsvermittlung über IP	4
1.2	Standards	5
1.3	Übertragungsgeschwindigkeiten.....	6
1.4	Das Signalisierungssystem Nr. 7	8
1.4.1	Klassischer SS-7-Protokollstack	9
1.4.2	Spezielle SS-7-Protokolle für GSM	12
1.4.3	IP-basierter SS-7-Protokollstack.....	14
1.5	Die GSM Subsysteme.....	16
1.6	Das Network Subsystem.....	16
1.6.1	Die Mobile Vermittlungsstelle (MSC).....	16
1.6.2	Das Visitor Location Register (VLR).....	21
1.6.3	Das Home Location Register (HLR)	22
1.6.4	Das Authentication Center (AC).....	28
1.6.5	Das Short Message Service Center (SMSC).....	30
1.7	Das Base Station Subsystem (BSS) und Sprachcodierung	32
1.7.1	Frequenzbereiche.....	32
1.7.2	Base Transceiver Station (BTS)	35
1.7.3	Die GSM-Luftschnittstelle.....	37
1.7.4	Der Base Station Controller (BSC).....	47
1.7.5	Die TRAU für Sprachdatenübertragung.....	53
1.7.6	Channel Coder und Interleaver in der BTS.....	58
1.7.7	Verschlüsselung und Sicherheitsaspekte	61
1.7.8	Modulation	66
1.7.9	Voice Activity Detection	66
1.8	Mobility Management und Call Control	69
1.8.1	Cell Reselection und Location Area Update.....	69

Inhaltsverzeichnis

1.8.2	Mobile Terminated Call	71
1.8.3	Handoverszenarien	75
1.9	Mobile Endgeräte.....	78
1.10	Die SIM-Karte.....	82
1.11	Das Intelligent Network Subsystem und CAMEL.....	88
1.12	Fragen und Aufgaben.....	92
2	GPRS und EDGE.....	93
2.1	Leitungsvermittelte Datenübertragung	93
2.2	Paketorientierte Datenübertragung.....	95
2.3	GPRS auf der Luftschnittstelle.....	98
2.3.1	GPRS Timeslot-Nutzung im Vergleich zu GSM.....	98
2.3.2	Gleichzeitige Nutzung einer Basisstation von GSM und GPRS	101
2.3.3	Coding Schemes.....	102
2.3.4	EDGE (EGPRS).....	104
2.3.5	Mobile Device Classes	106
2.3.6	Network Operation Mode (NOM)	107
2.3.7	GPRS-Kanalstruktur auf der Luftschnittstelle.....	110
2.4	GPRS-Zustandsmodell	113
2.5	GPRS-Netzwerkelemente.....	117
2.5.1	Die Packet Control Unit (PCU)	117
2.5.2	Der Serving GPRS Support Node (SGSN)	119
2.5.3	Der Gateway GPRS Support Node (GGSN)	122
2.6	GPRS Radio Resource Management	123
2.7	GPRS-Schnittstellen und Protokolle.....	127
2.8	GPRS Mobility und Session Management (GMM/SM).....	134
2.8.1	Mobility Management-Aufgaben	134
2.8.2	GPRS Session Management	138
2.9	Session Management aus Anwendersicht	141
2.9.1	Leitungsvermittelter Verbindungsauflbau	142
2.9.2	GPRS-Verbindungsauflbau	143
2.10	Der Multimedia Messaging Service (MMS) über GPRS	146

2.11	Weiterentwicklung von EDGE	153
2.12	Fragen und Aufgaben	154
3	UMTS und HSPA	155
3.1	Überblick, Historie und Zukunft	155
3.1.1	3GPP Release 99: Die erste Version des neuen Radionetzwerks ..	157
3.1.2	3GPP Release 4: Bearer Independent Core Network	160
3.1.3	3GPP Release 5: IP Multimedia Subsystem und HSDPA	161
3.1.4	3GPP Release 6: High Speed Uplink Packet Access (HSUPA)	164
3.1.5	3GPP Release 7: HSPA+ und CPC	164
3.1.6	3GPP Release 8: LTE, HSPA+ Verbesserungen und Femtozellen..	166
3.1.7	3GPP Release 9: Digitale Dividende und Dual Cell	167
3.1.8	3GPP Release 10: LTE Advanced	168
3.2	Wichtige neue Konzepte in UMTS Release 99	168
3.2.1	Der Radio Access Bearer (RAB)	169
3.2.2	Aufteilung in Access Stratum und Non-Access Stratum	170
3.2.3	Gemeinsames Übertragungsprotokoll für CS und PS	171
3.3	Code Division Multiple Access (CDMA)	172
3.3.1	Spreizfaktor, Chiprate und Prozessgewinn	177
3.3.2	Der OVSF-Codebaum	178
3.3.3	Scrambling in Uplink- und Downlink-Richtung	180
3.3.4	Frequenz- und Zellplanung in UMTS	183
3.3.5	Near-Far-Effekt und Zellatmung	183
3.3.6	Vorteile des UMTS-Radionetzwerkes gegenüber GSM	186
3.4	UMTS-Kanalstruktur auf der Luftschnittstelle	189
3.4.1	User Plane und Control Plane	189
3.4.2	Common und Dedicated-Kanäle	190
3.4.3	Logische, Transport- und Physikalische Kanäle	190
3.4.4	Beispiel: Netzwerksuche	196
3.4.5	Beispiel: Der erste Netzwerkzugriff	199
3.4.6	Der Uu Protokoll Stack	201
3.5	Das UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)	208

Inhaltsverzeichnis

3.5.1	Node-B, Iub Interface, NBAP und FP	208
3.5.2	Der RNC, Iu, Iub und Iur-Schnittstelle, RANAP und RNSAP	210
3.5.3	Adaptive Multi Rate (AMR) für Sprachübertragung	217
3.5.4	Radio Resource Control (RRC)-Zustände	218
3.6	Mobility Management aus Sicht des Kernnetzes	225
3.7	Mobility Management aus Sicht des Radionetzwerkes	226
3.7.1	Mobility Management im Cell-DCH-Zustand	227
3.7.2	Mobility Management im Idle-Zustand	238
3.7.3	Mobility Management in anderen Zuständen	240
3.8	UMTS CS und PS-Verbindungsauflaufbau	242
3.9	High Speed Downlink Packet Access	246
3.9.1	HSDPA-Kanäle	247
3.9.2	Kleinere Delay- Zeiten und Hybrid ARQ (HARQ)	249
3.9.3	Scheduling im Node-B	252
3.9.4	Adaptive Modulation, Codierung und Geschwindigkeit	253
3.9.5	Auf- und Abbau einer HSDPA-Verbindung	256
3.9.6	HSDPA Mobility Management	258
3.10	UMTS Release 6: High Speed Uplink Packet Access (HSUPA)	260
3.10.1	E-DCH-Kanalstruktur	262
3.10.2	Der E-DCH-Protokoll Stack	266
3.10.3	E-DCH Scheduling	269
3.10.4	E-DCH Mobility	273
3.10.5	E-DCH-Endgeräte	274
3.11	Continuous Packet Connectivity	276
3.12	Fast Dormancy	277
3.13	Fragen und Aufgaben	278
4	Long Term Evolution (LTE)	279
4.1	Einleitung und Überblick	279
4.2	Netzwerk-Architektur und Schnittstellen	282
4.2.1	LTE-Endgeräte und die LTE Uu-Schnittstelle	283
4.2.2	Der eNodeB und die S1 und X2-Schnittstellen	285

4.2.3	Die Mobility Management Entity (MME)	289
4.2.4	Das Serving-Gateway	291
4.2.5	Das PDN-Gateway	292
4.2.6	Das HSS	293
4.3	Die LTE-Luftschnittstelle und das Radionetzwerk	293
4.3.1	OFDMA für die Datenübertragung im Downlink	294
4.3.2	SC-FDMA für Uplink Übertragungen	297
4.3.3	Symbole, Slots, Radio Blocks und Frames	299
4.3.4	Referenz- und Synchronisations-Signale	300
4.3.5	Das LTE-Kanalmodel in Downlink-Richtung	302
4.3.6	Downlink Management-Kanäle	303
4.3.7	System Information Messages	304
4.3.8	Das LTE-Kanalmodel in der Uplink-Richtung	305
4.3.9	Multiple Input Multiple Output Übertragungen	306
4.3.10	HARQ	308
4.3.11	PDCP – Komprimierung und Verschlüsselung	309
4.4	Scheduling	309
4.4.1	Downlink Scheduling	310
4.4.2	Uplink Scheduling	314
4.5	Grundsätzliche Prozeduren	314
4.5.1	Netzwerksuche	315
4.5.2	Attach und Aktivierung des Default Bearers	318
4.5.3	Handover Szenarien	323
4.6	Mobility Management und Leistungsoptimierung	327
4.6.1	Mobilitätsmanagement im Connected State	327
4.6.2	Mobility Management im Idle State	328
4.7	Zusammenspiel mit UMTS und GSM	330
4.7.1	Cell Reselection zwischen LTE und GSM/UMTS	331
4.7.2	Cell Change Order zwischen LTE und GSM/UMTS	332
4.7.3	Handover zwischen LTE und GSM/UMTS	334
4.8	Self-Organizing Networks	334
4.9	Fragen und Aufgaben	336

Inhaltsverzeichnis

5 Wireless LAN IEEE 802.11.....	337
5.1 Wireless LAN Überblick	337
5.2 Geschwindigkeiten und Standards	338
5.3 WLAN-Konfigurationen: Von Ad-hoc bis Wireless Bridging	341
5.3.1 Ad-hoc, BSS, ESS und Wireless Bridging	341
5.3.2 SSID und Frequenzwahl.....	345
5.4 Management-Operationen.....	348
5.5 Die MAC-Schicht.....	355
5.5.1 Zugriffssteuerung auf das Übertragungsmedium.....	356
5.5.2 Der MAC Header.....	360
5.6 Physical Layer und MAC-Erweiterungen.....	361
5.6.1 IEEE 802.11b mit bis zu 11 MBit/s.....	361
5.6.2 IEEE 802.11g mit bis zu 54 MBit/s.....	366
5.6.3 IEEE 802.11a mit bis zu 54 MBit/s.....	368
5.6.4 IEEE 802.11n mit bis zu 600 MBit/s.....	369
5.7 Wireless LAN-Sicherheit	383
5.7.1 Wired Equivalent Privacy (WEP)	384
5.7.2 WPA und WPA2 Personal Mode-Authentifizierung	385
5.7.3 WPA und WPA2 Enterprise Mode Authentifizierung	388
5.7.4 Authentifizierung mit EAP-SIM.....	390
5.7.5 Verschlüsselung mit WPA und WPA2	393
5.8 IEEE 802.11e und WMM – Quality of Service.....	395
5.9 Vergleich zwischen Wireless LAN und UMTS	403
5.10 Fragen und Aufgaben	409
Literaturverzeichnis	411
Sachwortverzeichnis.....	413