

UMTS – Ein Kurs

Universal Mobile Telecommunications System



Von Univ.-Professor Dr.-Ing. Bernhard Walke
Dipl.-Ing. Marc Peter Althoff
Dipl.-Ing. Peter Seidenberg

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Mit 197 Bildern und 117 Aufgaben



J. Schlembach Fachverlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
1 Digitale Nachrichtenübertragung	1
1.1 Digitale Modulation	1
1.2 QPSK-Modulation	1
1.3 Spektraleigenschaften modulierter Signale	4
1.4 Gestörte Übertragung	8
2 Zellulare Mobilfunknetze	13
2.1 Mobilfunksysteme der ersten Generation	13
2.2 Das zellulare Konzept	14
2.3 Frequenzwiederholung und Clusterbildung	16
2.4 Ausbreitungsdämpfung	17
2.5 Interferenzen und Gleichkanalstörung	17
2.6 System-Begrenzungen	20
2.7 Handover und Location Update	25
3 Standardisierung und Spektrum	27
3.1 Von 2G nach 3G	27
3.2 Die IMT-2000 Familie	33
3.3 Standardisierung von UMTS	37
3.4 Zeitplan für die Einführung von UMTS	42
3.5 Release 99, Release 4 und Release 5	44

3.6	Frequenzspektrum für UMTS	47
3.7	Aufgaben	50
4	UMTS Systemarchitektur	51
4.1	Die grundlegende Systemarchitektur	52
4.2	Funktionale Einheiten in UMTS	53
4.3	Vermittlungsarten	55
4.4	Architektur der Zugangsebene	59
4.4.1	Mobile Services Switching Center (MSC)	60
4.4.2	Home Location Register (HLR)	62
4.4.3	Visitor Location Register (VLR)	62
4.4.4	Serving GPRS Support Node (SGSN)	62
4.4.5	Gateway GPRS Support Node (GGSN)	62
4.4.6	GPRS Register (GR)	63
4.4.7	Radio Network Controller (RNC)	63
4.4.8	Der Node B	67
4.4.9	User Equipment (UE)	68
4.5	Handover in UMTS	70
4.5.1	Die Rolle des RNC beim Handover	72
4.5.2	Handover-Typen in UMTS	74
4.6	Location Management	77
4.7	Leitungs- und paketvermittelte Verbindungen	81
4.8	Protokolle im Festnetz	84
4.9	Protokolle an der Iu-Schnittstelle	85
4.9.1	RANAP	86
4.9.2	RNSAP	88
4.9.3	Protokollstapel für kanalvermittelte Dienste	89
4.9.4	Protokollstapel für paketvermittelte Dienste	91

4.10	Reine IP-Core-Network Architektur	93
4.10.1	Das Session Initiation Protocol (SIP)	94
4.10.2	IP-Core-Network Pro und Contra	97
4.11	Aufgaben	100
5	Der Protokollstapel an der Funkschnittstelle	101
5.1	Das ISO/OSI Referenzmodell	101
5.2	Der UTRA Protokollstapel	105
5.3	Physikalische Schicht	106
5.4	MAC-Schicht	108
5.5	RLC-Schicht	108
5.6	BMC-Schicht	111
5.7	PDCP-Schicht	112
5.8	RRC-Schicht	113
5.9	Transportkanäle	115
5.10	Transportformate	115
5.11	Logische Kanäle	121
5.12	Aufgaben	122
6	Datenübertragung an der UMTS Funkschnittstelle	125
6.1	Die UTRA Funkschnittstelle	125
6.2	Duplexverfahren	126
6.3	Das Frequenzduplex Verfahren	127
6.4	Das Zeitduplex Verfahren	129
6.5	Vielfachzugriffsverfahren	130
6.6	Direct Sequence CDMA	133
6.7	Spektraleigenschaften von CDMA-Signalen	136
6.8	Empfang von CDMA-Signalen	137
6.9	Der Spreizgewinn	139

6.10	Ein CDMA-Übertragungssystem	141
6.11	Spreizcodes	143
6.12	Orthogonale Spreizcodes in UMTS	145
6.13	Modulation in UMTS	148
6.14	CDMA-Empfänger	149
6.15	Der Nah-Fern-Effekt	151
6.16	Aufgaben	154
7	Die physikalische Schicht an der Funkschnittstelle	157
7.1	Die physikalische Schicht im UTRA Protokollstapel	157
7.2	Abbildung von Transportkanälen auf physikalische Kanäle	159
7.3	Vielfachzugriff in UMTS	160
	7.3.1 Vielfachzugriff im FDD-Modus	160
	7.3.2 Vielfachzugriff im TDD-Modus	162
7.4	Leistungsregelung	165
	7.4.1 Leistungsregelung im FDD-Modus	165
	7.4.2 Leistungsregelung im TDD-Modus	167
7.5	Kanalcodierung, Multiplexen und Verschachteln	169
	7.5.1 TDD-Modus und FDD Uplink	169
	7.5.2 FDD Downlink	172
	7.5.3 Zusammenfassung	174
7.6	Abbildung des 12,2 kbit/s Sprach-Transportkanals	174
7.7	Aufgaben	177
8	Physikalische Kanäle an der Funkschnittstelle	179
8.1	Physikalische Kanäle im UTRA Protokollstapel	179
8.2	Physikalische Kanäle im FDD Modus	180
	8.2.1 Dedizierte Übertragung im FDD Uplink	184
	8.2.2 Dedizierte Übertragung im FDD Downlink	186

8.2.3	Der Compressed Mode	191
8.2.4	Der physikalische Zufallszugriffskanal	192
8.3	Physikalische Kanäle im TDD Modus	195
8.4	Abbildung von Transportkanälen auf physikalische Kanäle	202
8.5	Aufgaben	207
9	Zellulare CDMA-Netze	209
9.1	Interferenzen	209
9.2	Die Zellatmung	210
9.3	Verkehrskapazität in zellularen CDMA-Netzen	213
9.4	Soft-Handover	218
9.5	Aufgaben	222
10	Dienstarchitekturen und Dienste in UMTS	225
10.1	Virtual Home Environment (VHE)	225
10.2	MExE	232
10.3	SIM Application Toolkit (SAT)	233
10.4	Open Service Architecture (OSA)	234
10.5	Dienste und mobile Anwendungen	236
10.6	Der Sprachdienst in UMTS	242
10.7	Aufgaben	243
11	Mobilfunksysteme der nächsten Generation	245
11.1	Schnurlose, drahtlose und Mobilfunk-Systeme	246
11.2	Asymmetrisches Verkehrsaufkommen im Mobilfunk	252
11.3	Spektrumsfragen	253
11.4	Mobilfunk- und Fernsehfrequenzen	256
11.5	Elektromagnetische Verträglichkeit	262
11.6	Verkehrskapazität von UMTS	264

11.7	Entwicklungen bei W-LANs	267
11.8	W-LANs in integrierten Funknetzen	273
11.9	Das Drahtlose Media System	276
11.10	Multi-Hop und Ad-Hoc Kommunikation	284
11.11	Schlussbemerkung	289
A. Lösungen der Übungsaufgaben		291
A.1	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 3	291
A.2	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 4	293
A.3	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 5	296
A.4	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 6	299
A.5	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 7	302
A.6	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 8	305
A.7	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 9	306
A.8	Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 10	309
B. Der UMTS-Standard, Release 99		311
C. Abkürzungen		321
Literaturverzeichnis		327
Index		331