

Dr. Martin Burgmer/Andreas Ehrhrt

# **D-Netz- Mobilfunktechnik**

Herausgegeben von der Technischen Akademie  
des Kraftfahrzeuggewerbes (TAK)

Vogel Buchverlag

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>1 Technische Leistungsmerkmale von Mobiltelefonen im Global System for Mobile Communication, GSM</b> . . . . .	<b>11</b>
1.1 Einführung . . . . .	11
1.2 Grundlagen von Anforderungen an Mobiltelefone . . . . .	12
1.2.1 Nachrichtenübermittlung durch Modulation . . . . .	12
1.2.2 Ausbreitung elektromagnetischer Wellen . . . . .	22
1.2.3 Übertragungsqualität und TDMA-Verfahren . . . . .	23
1.2.4 Leistung und Leistungspegel . . . . .	27
1.3 Übersicht der Leistungsmerkmale von Mobiltelefonen . . . . .	32
1.3.1 Vorbemerkungen . . . . .	32
1.3.2 Beschreibung und Bewertungsgrundlage der einzelnen Leistungsmerkmale (Kriterienraster) . . . . .	33
1.3.3 Beispiel für eine Bewertungsmatrix . . . . .	37
<b>2 Gegenwärtiger Stand und Trends bei Mobiltelefonen</b> . . . . .	<b>39</b>
2.1 Stand und Tendenzen für alle Kategorien von D-Netz-Mobiltelefonen . . . . .	39
2.1.1 Netzhängige Merkmale . . . . .	39
2.1.2 Netzunabhängige Merkmale . . . . .	42
2.2 Derzeitiger Stand und Trends bei Handies . . . . .	44
2.2.1 Minimalausstattung: Handy mit Bordstromversorgung und Anschluß an die Außenantenne . . . . .	45
2.2.2 Standardausstattung: Handy mit Bordstromversorgung, Anschluß an die Außenantenne, Freisprecheinrichtung und Zusatzfunktionen . . . . .	46
2.2.3 Vollausstattung: Handy mit Bordstromversorgung, Anschluß an die Außenantenne, Freisprecheinrichtung, Zusatzfunktionen sowie Anschluß an einen Verstärker (Booster) . . . . .	47
2.2.4 Beispiel: Arbeitsweise und Einbau eines Handies . . . . .	49
2.3 Faxen im GSM-Netz . . . . .	51
2.3.1 Netzwerkvoraussetzungen . . . . .	52
2.3.2 Beschreibung der Fax-Gerätekomponenten und ihrer Verbindungen . . . . .	54
2.3.3 Erforderliche Tätigkeiten zum Faxen . . . . .	57
<b>3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) beim Betrieb von Mobiltelefonen</b> . . . . .	<b>65</b>
3.1 Anforderungen und Betriebswerte an D-Netz-Mobiltelefone gemäß VDA-Richtlinie . . . . .	66

3.1.1	Vorbemerkungen. . . . .	66
3.1.2	Anforderungen an Leitungen. . . . .	66
3.1.3	Mechanische und klimatische Anforderungen. . . . .	70
3.1.4	Werkstoffanforderungen. . . . .	72
3.1.5	Festigkeit gegen Störgrößen. . . . .	73
3.1.6	Anforderungen an die Funkentstörung (Eigenentstörung). . . . .	74
3.2	Thermische und athermische Wirkungen von Mobiltelefonen auf den Menschen . . . . .	77
3.2.1	Elektromagnetische Emissionen in Funknetzen. . . . .	77
3.2.2	Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. . . . .	79
3.2.3	Immissionsmessungen und Grenzwerte. . . . .	80
3.2.4	Biologische Wirkungen elektromagnetischer Felder. . . . .	81
3.2.5	Wirkungen zwischen Mensch und Antenne beim Betrieb von Handies . . . . .	86
3.2.6	Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Menschen mit Körperimplantaten. . . . .	87
3.3	Derzeit gültige Grenzwerte beim Betrieb von Mobiltelefonen. . . . .	88
3.4	Gesetzliche Rahmenbedingungen. . . . .	89
	Antennentechnik . . . . .	91
4.1	Anforderungen an Mobilfunkantennen. . . . .	91
4.2	Wirkprinzip und Kenngrößen von Mobilfunkantennen. . . . .	93
4.2.1	Dipol - Wirkprinzip der Wellenausbreitung. . . . .	93
4.2.2	Grundlagen der Antennenkennwerte. . . . .	95
4.2.3	Antennencharakteristiken. . . . .	99
4.3	Komponenten des Antennenstranges. . . . .	102
4.3.1	Antennenstrahler. . . . .	103
4.3.2	Antennenfuß. . . . .	104
4.3.3	Antennenkabel mit Verbindungselementen. . . . .	105
4.3.4	Antennenweiche. . . . .	108
4.3.5	Antennenverstärker. . . . .	109
4.4	Ausführungsformen von D-Netz-Antennen, Vor- und Nachteile der Antennentypen. . . . .	110
4.4.1	Kotflügelantennen. . . . .	111
4.4.2	Dachantennen. . . . .	114
4.4.3	Scheibenklebeantennen. . . . .	118
4.4.4	Fensterklemmantennen. . . . .	121
4.4.5	Magnetfußantennen/On-Steel-Antennen. . . . .	123
4.5	Bewertung der Antennenmontageorte unter dem Gesichtspunkt der elektro- magnetischen Verträglichkeit. . . . .	126
4.6	Neigung von Antennen. . . . .	128
4.7	Geräuscherzeugung durch Antennen. . . . .	128
4.8	Einbau einer Mobilfunkantenne. . . . .	130
4.8.1	Richtlinien für das Verlegen des Antennenstranges und der Weiche im Kraftfahrzeug. . . . .	130
4.8.2	Kriterien für die Auswahl des Montageortes. . . . .	130
4.9	Fehlermessungen an Antennensträngen. . . . .	132
4.9.1	Einfache Fehlermessung. . . . .	133
4.9.2	Optimieren und Einmessen des Antennenstranges. . . . .	135
	Festnetzplanung und -Verwaltung im GSM-Netz. . . . .	143
5.1	Festnetzplanung. . . . .	143

5.1.1	Merkmale konventioneller und zellularer Mobilfunknetze. . . . .	.144
5.1.2	Anforderungen an ein Netzwerk. . . . .	.147
5.1.3	Geometrische Clustermethode. . . . .	.149
5.1.4	Analytische Methode unter Berücksichtigung der Gebietstopographie . . .	.153
5.2	Festnetzverwaltung. . . . .	.154
5.2.1	Verbindungen der GSM-Festnetzkomponenten und Netzwerkflexibilität	159
6	Sprachcodierung im GSM-Netz . . . . .	.165
6.1	Schwierigkeiten bei der analogen Sprachübertragung. . . . .	.165
6.2	Digitale Sprachübertragung . . . . .	.166
6.2.1	Vorteile digitaler Übertragung und Anforderungen an einen digitalen Übertragungsstandard. . . . .	.166
6.2.2	Grundlagen digitaler Signalübertragung, Abbildung numerischer Informationen. . . . .	.167
6.2.3	Irrelevanz und Redundanz bei der digitalen Signalübertragung. . . . .	.168
6.3	GSM-Sprachcodec. . . . .	.168
6.3.1	Digitalisierung des analogen Mikrofonsignals. . . . .	.169
6.3.2	Sprachcodierer (Encoder). . . . .	.170
6.3.3	Kanalcodierer (Kanalencoder). . . . .	.173
6.3.4	Kanaldecodierer (Kanaldecoder). . . . .	.176
6.3.5	Sprachdecodierer (Decoder). . . . .	.177
6.3.6	Rückwandlung in ein analoges Lautsprechersignal. . . . .	.178
	Glossar. . . . .	.179
	Quellenverzeichnis. . . . .	.187
	Stichwortverzeichnis. . . . .	.189