

Dr. Franz-Joachim Kauffels

# Wireless LANs



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>9</b>
1.1	Vorteile drahtloser Vernetzung .....	9
1.2	Märkte und Anwendungsbereiche für drahtlose Netze .....	20
1.3	Problembereiche drahtloser Netze .....	23
1.4	Arten und Funktion drahtloser Netze .....	31
1.4.1	Übertragungsverfahren für drahtlose Netze, Übersicht .....	31
1.4.2	Drahtlose Festverbindungen .....	34
1.4.3	Wireless LANs .....	38
1.4.4	Wireless LANs nach IEEE 802.11 .....	41
1.4.5	Weitere drahtlose Systeme im lokalen Bereich .....	47
1.5	Die Weiterentwicklung zellularer Netze .....	49
1.5.1	Zellulare Dienste der 4. Generation .....	50
1.5.2	Mobile Broadband System (MBS) .....	52
1.5.3	Von i-mode zu 4G .....	53
1.5.4	HSPDA: High Speed Downlink Packet Access .....	54
1.5.5	IEEE 802.16a MMDS .....	54
1.5.6	IEEE 802.11b Standard .....	55
1.5.7	Vom IEEE 802.11 Wireless LAN zu 4G .....	57
1.5.8	Fazit für die Unternehmensnetze .....	60
<b>2</b>	<b>Drahtlose Nachrichtenübertragung</b> .....	<b>61</b>
2.1	Grundelemente drahtloser Nachrichtenübertragung .....	61
2.1.1	Einfache, passive Grundelemente .....	62
2.2	Ausflug in die Festkörperphysik .....	70
2.2.1	Energiebänder in Festkörpern .....	70
2.2.2	Halbleiter, Dioden .....	74
2.2.3	Transistoren .....	78
2.3	Wichtige nachrichtentechnische Zusammenhänge .....	91
2.3.1	Grundbegriffe .....	92
2.3.2	Ein Modell für ein Übertragungssystem .....	93
2.3.3	Zusammenhänge: Fourier-Analyse, Abtasttheorem, Impulsverformung und Bandbreite .....	97
2.3.4	Die Nyquistbedingungen .....	101
2.3.5	Bandbreite, Kanalkapazität und Ausnutzung .....	105

2.4	Modulationsverfahren und Modulatoren/Demodulatoren.....	110
2.4.1	Übersicht .....	110
2.4.2	Amplitudenmodulation AM .....	113
2.4.3	Winkelmodulation .....	122
2.4.4	PSK und QAM .....	127
2.4.5	Orthogonale Modulation, OFDM .....	132
2.4.6	Modulationsverfahren und Störfestigkeit .....	136
2.5	Transceivertechnik.....	140
2.5.1	Mischen .....	140
2.5.2	Superheterodyne-Empfänger (Superhet) .....	141
2.5.3	FM- und PM-Sender .....	143
2.5.4	Transceiver .....	143
2.6	Wellenausbreitung und Antennen .....	144
2.6.1	Wellenausbreitung .....	144
2.6.2	Antennen .....	146
2.6.3	Parabolantenne .....	156
2.7	Kanalaufteilung des Frequenzspektrums .....	157
2.8	Spread Spectrum-Technologie .....	161
2.8.1	Frequency Hopping Spread Spectrum .....	163
2.8.2	Direct Sequence Spread Spectrum .....	164
<b>3</b>	<b>Drahtlose LANs nach IEEE 802.11 .....</b>	<b>167</b>
3.1	Der Standard IEEE 802/ISO 8802, Übersicht .....	167
3.2	Der Standard IEEE 802.11, Übersicht.....	172
3.2.1	Die IEEE 802.11-Arbeitsgruppen, Übersicht .....	174
3.2.2	IEEE 802.2 Logical Link Control .....	175
3.2.3	Der IEEE 802.11b-Standard, Übersicht .....	178
3.2.4	Der IEEE 802.11a-Standard, Übersicht .....	186
3.2.5	Die Erweiterungen des Standards IEEE 802.11b .....	187
3.3	IEEE 802.2/ISO 8802.2 Logical Link Control und IEEE 802.1/ISO 8802.1 architekturelle Einbindung.....	188
3.3.1	OSI-Schichtenbildung .....	189
3.3.2	OSI-Dienst- und Protokollspezifikationen .....	191
3.3.3	Service Primitiv-Typen .....	192
3.3.4	Protokoll-Dateneinheiten .....	194
3.3.5	Das HDLC-Protokoll .....	195
3.3.6	Die LLC nach IEEE 802 .....	200

<b>4</b>	<b>Der Standard IEEE 802.11 im Detail</b> .....	<b>207</b>
4.1	IEEE 802.11b Medium Access Control .....	207
4.1.1	Zugriffsverfahren .....	207
4.1.2	Eintritt in ein Netz .....	220
4.1.3	Authentifizierung und Geheimhaltung .....	221
4.1.4	Die MAC Frame-Struktur .....	224
4.1.5	Gemischtes .....	236
4.2	IEEE 802.11b Physical Layer .....	236
4.2.1	Architektur und generelle Arbeitsweise .....	237
4.2.2	Die Frequency Hopping Spread Spectrum Physical Layer .....	241
4.2.3	DSSS Physical Layer .....	246
4.2.4	Infrarot-PHY .....	250
4.3	IEEE 802.11b Erweiterungen für höhere Geschwindigkeiten im 2,4-GHz-Band .....	253
4.3.1	Modifikationen in der Medium Access Control .....	253
4.3.2	High Rate DSSS Physical Layer .....	255
4.4	IEEE 802.11a Wireless Physical Layer Spezifikationen für die Hochgeschwindigkeitsübertragung im 5-GHz-Band .....	267
4.4.1	Generelle Vorbemerkungen und Parameter .....	267
4.4.2	Die OFDM PLCP-Teilschicht .....	268
4.4.3	Die OFDM PMD-Teilschicht .....	284
<b>5</b>	<b>Planungsaspekte</b> .....	<b>287</b>
5.1	Der Entwurfsprozess .....	287
5.2	Einzelheiten zur Planung .....	301
5.2.1	Tests im Vorfeld .....	301
5.2.2	Antennenpositionierung .....	305
5.3	Das Distribution System .....	307
5.3.1	Grundgedanken .....	309
5.3.2	LAN-Topologien und Übertragungsmedien .....	310
5.3.3	Das Ethernet-Universum .....	311
5.3.4	LAN-Switching .....	315
5.3.5	Neue Entwicklungen .....	317
5.3.6	Gigabit Ethernet .....	319
<b>6</b>	<b>Sicherheitsprobleme und -Lösungen bei drahtlosen Netzen</b> .....	<b>329</b>
6.1	Bedrohungen für WLANs .....	330
6.1.1	Bedrohungen durch Störungen des Gesamtverkehrs .....	331

6.I.2	Bedrohungen durch Anpeilen	332
6.I.3	Bedrohungen durch Erkundung	333
6.I.4	Bedrohungen durch den WEP-Algorithmus	334
6.I.5	Zwischenfazit	335
6.2	Risiken vernetzter Informationsverarbeitung	336
6.3	Spezielle Schwachstellen interner Netze	338
6.4	ID-Systeme	344
6.5	Schutz von Objekten in verteilten Umgebungen	345
6.5.1	Schutz von Objekten (allgemein)	346
6.5.2	Objekte in vernetzten und verteilten Systemen	351
6.6	Schwachstellen der Informationssicherheit in Netzen und Absicherungsmaßnahmen bis zur Schicht 5	355
6.6.1	Einflüsse auf die Informationssicherheit	356
6.6.2	Schwachstellen in der Schicht 0, Medium	356
6.6.3	Schwachstellen der Bitübertragungsschicht	358
6.6.4	Schwachstellen in der Sicherungsschicht, Schicht 2	360
6.6.5	Schwachstellen in der Vermittlungsschicht, Schicht 3	360
6.6.6	Sicherung der Information auf der Transportschicht	361
6.6.7	Sicherung der Information auf der Kommunikations-Steuerungsschicht	362
6.7	Sicherung der Information auf der Datendarstellungsschicht	362
6.8	Probleme der Anwendungsschicht	364
6.9	Die Sicherheitspolitik	366
6.10	Firewall-Systeme	368
6.10.1	Grundlegende Konstruktionsprinzipien	369
6.10.2	Beispiel: Raptor Systems Eagle	373
6.10.3	Planung und Implementierung	375
6.10.4	Zwischenfazit	380
6.11	Sicherheitsstandards im Internet-Umfeld	381
6.11.1	Verschlüsselungsverfahren	383
6.12	Protokolle für die Übertragung vertraulicher Daten	388
6.12.1	S-HTTP: Secure Hyper Text Transfer Protocol	389
6.12.2	SSL (Secure Sockets Layer)	390
6.12.3	SET: Neue Wege zur Schaffung von Vertrauen	391
<b>A</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>395</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>409</b>