

Inhaltsverzeichnis

1	Moderne Technik und Komfort, Vorsorgeprinzip und Umweltschutz – kein notwendiger Widerspruch	13
1.1	Verändertes Konsumverhalten: Die Welt wird mehr und mehr „elektronisch“	13
1.2	Feldmesstechnik stellt hohe Ansprüche an die fachliche Qualifikation	14
1.3	Baubiologische Elektrotechnik als Wirtschaftsfaktor	17
1.4	Reduktion von EMF – ein Gewinn für alle	18
2	Die Veränderung des EMF-Spektrums und ihre Folgen	21
2.1	Das natürliche EMF-Spektrum	21
2.1.1	Grundlegendes	21
2.1.2	Ausgewählte Aspekte zu Wirkungen Sonne – Erde – Gesundheit	23
2.1.2.1	Erdmagnetfeld	23
2.1.2.2	Sonnenaktivität	24
2.1.2.3	Schumannresonanzen	25
2.1.2.4	Auswirkungen der Änderungen des Erdmagnet- feldes bzw. der Schumannresonanz auf den Menschen	26
2.1.2.5	VLF-Atmospherics	29
2.1.2.6	Auswirkungen der VLF-Atmospherics auf den Menschen	29
2.2	Technische Nutzung des Frequenzspektrums	32
2.2.1	Niederfrequenz	33
2.2.2	Hochfrequenz	34
2.2.3	Anwendungen und Frequenzbereiche	36
2.3	Biologische und gesundheitliche Aspekte	36
2.3.1	Niederfrequenz	39
2.3.1.1	Magnetische Wechselfelder und Leukämie	39
2.3.1.2	Weitere Untersuchungen	41
2.3.1.3	Nationale und internationale Einschätzungen	43
2.3.2	Hochfrequenz (elektromagnetische Wellen)	45
2.3.2.1	Studien zu elektromagnetischen Wellen	45
2.3.2.2	Studien zu Mobilfunksendeanlagen	46

2.3.2.3	Studien zur gesundheitlichen Wirkung von Mobiltelefonen	48
2.4	Vorsorgeprinzip	52
2.4.1	Prävention	52
2.4.2	Grenz- und Richtwerte	54
2.5	Grundlegende Begriffe zu statistischen Untersuchungen	56
3	Physik der EM-Felder	61
3.1	Grundlagen	61
3.1.1	Feldbegriff – räumliche Darstellung von Feldern	61
3.1.2	Zeitverhalten von Feldern	63
3.1.3	EM-Feldarten und ihre Beschreibung	67
3.1.3.1	Quellenfelder	69
3.1.3.2	Wirbelfelder	71
3.1.4	Gleichfelder	74
3.1.5	Niederfrequente Wechselfelder (NF)	75
3.1.6	Hochfrequente elektromagnetische Wellen (HF)	76
3.1.6.1	Funkwellen	79
3.1.6.2	Infrarotlicht (IR) / Wärmestrahlung	79
3.1.6.3	Sichtbares Licht	80
3.1.6.4	Ultraviolettes Licht (UV)	80
3.1.6.5	Röntgenstrahlung	81
3.1.6.6	Gammastrahlung	82
3.1.7	Höhenstrahlung	83
3.1.8	Teilchenstrahlung	84
3.1.9	Zusammenfassung der Grundlagen zu EMF	84
3.2	Elektrische Wechselfelder (Niederfrequenz)	84
3.2.1	Elektrische Quellenfelder	86
3.2.2	Elektrische Wirbelfelder	86
3.2.3	Elektrische Quellenfelder und Influenz	87
3.2.4	Elektrische Feldstärke und Potential	89
3.3	Magnetische Wechselfelder (Niederfrequenz)	95
3.3.1	Magnetische Wirbelfelder	95
3.3.2	Magnetische Induktion	98
3.4	Der Kilohertz- und untere Megahertz-Bereich:	
	Netzoberschwingungen, „Dirty Power“, PLC	102
3.4.1	Netzoberschwingungen, „Dirty Power“	102
3.4.2	PLC – Powerline Communication	104

3.5 Elektromagnetische Wellen (Hochfrequenz)	106
3.5.1 Frequenzbereiche elektromagnetischer Wellen	106
3.5.2 Abstrahlung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen	107
3.5.3 Hochfrequenzdämpfung / „Abschirmung“	111
3.5.3.1 Maßstäbe für die Hochfrequenz-Schirmdämpfung	113
3.5.3.2 Wirkprinzipien der Hochfrequenzdämpfung	115
3.5.4 Antennen	117
3.5.4.1 Polarisation	117
3.5.4.2 Frequenzgang und Antennenfaktor	119
3.5.4.3 Richtcharakteristik und Antennengewinn, ERP und EIRP	119
3.5.4.4 Immissionsverlauf in der Umgebung von Antennen mit Richtwirkung	122
3.5.4.5 Antennenneigung (Downtilt)	126
3.5.4.6 Antennenarten	128
3.5.4.7 Adaptive Antennen (Smart Antennas)	135
3.5.5 Spezifische Absorptionsrate (SAR)	136
3.5.6 Modulationsverfahren	136
3.5.6.1 AM – Amplitudenmodulation	138
3.5.6.2 FM – Frequenzmodulation	142
3.5.6.3 PM – Phasenmodulation oder Winkelmodulation	143
3.5.7 Zugriffsverfahren	145
3.5.7.1 FDMA – Frequency Division Multiple Access (Frequenzmultiplex)	145
3.5.7.2 TDMA – Time Division Multiple Access (Zeitmultiplex)	146
3.5.7.3 FHMA – Frequency Hopping Multiple Access (Zeitmultiplex plus Frequenzsprungverfahren)	150
3.5.7.4 CDMA – Code Division Multiple Access (Codemultiplex)	151
3.5.7.5 TD-CDMA – Time Division-Code Division Multiple Access (Zeit- und Codemultiplex)	156
3.5.7.6 SDMA – Space Division Multiple Access (Vielfachzugriff durch Raumaufteilung)	156
3.5.7.7 OFDM(A)/COFDM(A) – Orthogonal Frequency Division Multiplexing bzw. Multiple Access/ Coded OFDM(A)	157

3.5.8	Duplexverfahren	163
3.5.8.1	FDD – Frequency Division Duplex / Frequenzduplex	163
3.5.8.2	TDD – Time Division Duplex / Zeitduplex	164
3.6	Elektrisches Gleichfeld	164
3.7	Magnetisches Gleichfeld	165
3.8	Darstellung von Feldgrößen in Dezibel (dB)	166
3.8.1	Dezibel als dimensionsloser, relativer Verhältniswert	166
3.8.2	Dezibel als absoluter Wert	168
3.8.3	Übertragungsfaktoren in Dezibel	170
4	Baubiologische Feldmesstechnik	177
4.1	Messung von Vektorfeldern	177
4.1.1	Prinzipieller Aufbau von Feldmessgeräten	178
4.1.2	Spitzenwert, Effektivwert (RMS) und Average	185
4.1.3	Spektrumanalyse	191
4.1.3.1	Darstellungsmöglichkeiten von Signalen im Zeit- und im Frequenzbereich	191
4.1.3.2	Impuls – Puls – Periodischer Puls	192
4.1.3.3	Mittler zwischen den Welten Zeit und Frequenz: Fourieranalyse und -synthese	194
4.1.3.4	Technische Realisierung der Spektrumanalyse	199
4.1.3.5	Betrachtung von Signalen exemplarischer Funkdienste	201
4.2	Elektrische Wechselfelder	204
4.2.1	Übersicht über die direkten und indirekten Messverfahren	204
4.2.2	Beschreibung der Messverfahren und Messgeräte ...	205
4.2.2.1	Potentialfreie Messung des ungestörten E-Feldes ...	205
4.2.2.2	Erdpotentialbezogene E-Feldmessung	211
4.2.2.3	Körperpotentialbezogene E-Feldmessung	213
4.2.2.4	Potentialfreie E-Feldmessung an der Körper- oberfläche	214
4.2.2.5	Körperspannungsmessung	214
4.2.2.6	Messung des Körperableitstromes	218
4.2.2.7	Messung der Körperstromdichte	218
4.2.3	Eigenschaften und Grenzen der Messverfahren	220

4.2.3.1	Homogenes elektrisches Feld und potentialfreie E-Feldmessung	220
4.2.3.2	Erdpotentialbezogene E-Feldmessung	222
4.2.3.3	Körperpotentialbezogene E-Feldmessung	227
4.2.3.4	Leitfähiger Körper im homogenen E-Feld: potentialfreie E-Feldmessung an der Körperoberfläche	230
4.2.3.5	Messfehler-Fallen	231
4.2.3.6	Fazit und die Fragen zu den Antworten	235
4.2.3.7	Gegenüberstellung von Körperspannungsmessung und potentialfreier E-Feldmessung oder: „Entspannt ist nicht entfeldet“	237
4.2.3.8	Abnahmemessung bei baubiologischer Elektroinstallation mit geschirmten Komponenten	240
4.2.4	Messungen bei Dreiphasensystemen/ Dreh„spannungs“-systemen	243
4.3	Magnetische Wechselfelder (Niederfrequenz)	253
4.3.1	Funktionsprinzipien von Magnetfeldmessgeräten	253
4.3.2	Direkte Messverfahren	255
4.3.2.1	Messung an einem Punkt	255
4.3.2.2	Messung der räumlichen Magnetfeldverteilung – Rastermessung	257
4.3.2.3	Bestimmung des Ortes des Magnetfeld-Verursachers	259
4.3.3	Indirekte Messverfahren	260
4.3.4	Aspekte bei der Bewertung von Magnetfeld-Immissionen	261
4.3.4.1	Zeitverhalten von niederfrequenten magnetischen Wechselfeldern	261
4.3.4.2	Gebräuchliche Beurteilungswerte	262
4.3.4.3	AVG+ und 95. Perzentil im Vergleich (SBM-2003/SBM-2008)	263
4.3.4.4	Bewertung von Immissionen auf Basis der TCO-Richtwerte	267
4.3.4.5	Bewertung von Immissionen bei maximaler Anlagenauslastung	267
4.4	Der Kilohertz- und untere Megahertz-Bereich: Netz- überschwingungen, „Dirty Power“, PLC – Powerline Communication	268

4.4.1	Spannungs- und Strommessungen	268
4.4.2	Feldmessungen	271
4.5	Elektromagnetische Wellen (Hochfrequenz)	272
4.5.1	Breitbandige Messungen	272
4.5.2	Frequenzselektive Messungen	274
4.5.3	Handhabung der Messantenne/Schwenkmethode ...	275
4.5.4	Ortsabhängigkeit der Immissionen in Innen- räumen	276
4.6	Elektrische Gleichfelder	277
4.7	Magnetische Gleichfelder	279
5	Anhang.....	283
5.1	Vorsätze für dezimale Vielfache und Teile von Einheiten	283
5.2	Frequenzaufteilung nach IEC.....	284
5.3	HF-Bänder im Mikrowellenbereich	284
5.4	Dezibel-Tabelle	286
5.5	Hochfrequenzdämpfung von exemplarischen Baustoffen und Abschirmmaterialien	287
5.6	Abkürzungsverzeichnis	290
5.7	Glossar	293
	Literaturverzeichnis	299
	Kapitel 1 und 2	299
	Kapitel 3 und 4	308
	Kapitel 5	312
	Stichwortverzeichnis	313