

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Terminologie	1
1.3 Gestalt und geographische Koordinaten der Erde	1
2 Ausbreitung von Funkwellen	4
2.1 Einleitung	4
2.2 Bodenwellenausbreitung (B)	6
2.2.1 Feldbeschreibung	6
2.3 Raumwellenausbreitung	9
2.3.1 Feldbeschreibung	9
2.3.2 Struktur und Eigenschaften der Ionosphäre	12
2.3.3 Kritische Frequenz und Grenzfrequenz	13
2.4 Überlagerung von Boden- und Raumwellen (B+R)	15
2.5 Troposphärische Wellenausbreitung	16
2.5.1 Aufbau der Troposphäre	16
2.5.2 Optische Sichtweite	16
2.5.3 Brechungseffekte	17
2.5.4 Troposphärische Streuung	18
2.5.5 Absorption (Dämpfung)	18
2.5.6 Polarisation	19
3 Funkpeilung	20
3.1 Einleitung	20
3.2 Drehrahmenpeiler	20
3.2.1 Bodenwellenpeilung	21
3.2.2 Raumwellenpeilung	23
3.2.3 Ferritrahmen	24
3.3 Dreh-Adcock-Peiler	24
3.3.1 Adcock-Prinzip	24
3.3.2 Koaxial- und koplanar-Doppelrahmen	29
3.4 Goniometerpeiler	30
3.4.1 Prinzip	30
3.4.2 Goniometerpeiler mit Kreuzrahmen	31
3.4.3 Goniometerpeiler mit 4fach-Adcock	31
3.5 Watson-Watt-Peiler	32
3.5.1 Watson-Watt-Prinzip	33
3.5.2 Watson-Watt-Peiler mit Kreuzrahmen	33
3.5.3 Watson-Watt-Peiler mit 4fach-Adcock	36
3.5.4 Tangentenpeilsysteme	39
3.5.5 Untersuchung von Peilellipsen	40

3.5.6	Modifizierte Watson-Watt-Peiler	44
3.5.7	Komponentenauflösung von Gleichkanalsendern	45
3.5.8	VHF/UHF-Adcock-Anlagen	46
3.5.9	Anwendungen	47
3.6	Interferometerpeiler	47
3.7	Doppler-Peiler	49
3.8	Peilen mit Richtantennen	52
3.9	Mehrwellenpeilung	52
3.10	Ortung mit Funkpeilern	53
3.10.1	Fehlerbetrachtung des gemessenen Azimuts	53
3.10.2	Ortung mit einem Funkpeiler	56
3.10.3	Ortung mit zwei Funkpeilern	56
3.10.4	Ortung mit n Funkpeilern	58
4	Radar	60
4.1	Radarprinzip	60
4.2	Grundlegende Radarverfahren	61
4.2.1	Impulsradar	61
4.2.2	CW-Radar	63
4.2.3	FM/CW-Radar	65
4.2.4	Sekundärradar	67
4.3	Antennen	67
4.4	Radargleichung	69
4.4.1	Allgemeine Herleitung	69
4.4.2	Radarrückstrahlfläche σ_R	72
4.4.3	Gesamtverluste L_{ges}	74
4.5	Radar mit Impulskompression L_{ges}	75
4.6	Ausgewählte Themen der Radaranwendungen	75
4.6.1	Radarrundsichtanlagen der Luftfahrt	76
4.6.2	Seitensichtradar	79
4.6.3	Radar in der Schifffahrt	81
4.6.4	Radar im Straßen- und Schienenverkehr	81
4.6.5	Laser-Radar	83
5	Doppler-Navigator	84
5.1	Einleitung	84
5.2	Bestimmung der Grundgeschwindigkeit	84
5.3	Bestimmung der Abdriftung vom Kurs	85
5.4	Systeme mit drei und mehr Strahlern	86
6	Drehfunkfeuer der Luftfahrt	87
6.1	Einleitung	87
6.2	UKW-Drehfunkfeuer	87
6.3	Doppler-UKW-Drehfunkfeuer	90
6.4	Entfernungsmeßsystem DME	92
6.5	TACAN (Tactical Air Navigation)	92

7	Ungerichtetes Funkfeuer der Luftfahrt	93
7.1	Einleitung.....	93
7.2	NDB-Sendeantennen	93
7.3	Radiokompaß.....	94
8	Funkhilfe der Luftfahrt für den Landeanflug	95
8.1	Einleitung.....	95
8.2	ILS	95
8.2.1	Allgemeines	95
8.2.2	Landekurssender	96
8.2.3	Gleitwegsender	96
8.2.4	Bordempfänger	96
8.3	MLS	97
8.3.1	Allgemeines	97
8.3.2	Prinzip der Winkelbestimmung im Azimut- und Elevationsbereich	97
8.3.3	Vergleich von MLS und ILS	98
9	Hyperbelortungssysteme	99
9.1	Einleitung.....	99
9.2	DECCA	100
9.3	OMEGA	102
9.4	LORAN	104
9.4.1	Systemvarianten	104
9.4.2	LORAN-A	104
9.4.3	LORAN-C	106
9.4.4	LORAN-D	107
10	CONSOL-Funkfeuer	109
10.1	Einleitung.....	109
10.2	Prinzip	109
10.3	Peilung	110
10.4	Ausblick	110
11	Satellitengestützte Funkortung	111
11.1	Einleitung.....	111
11.2	Satellitenbahnen	111
11.3	TRANSIT	112
11.4	GPS	114

Anhang	117
A.1 Trägheitsnavigation	117
A.2 Kenngrößen elektromagnetischer Stoffsysteme	118
A.2.1 Klassifizierung von Stoffsystemen	118
A.2.2 Stoffkonstantenbeschreibung	119
A.2.3 Ebene Welle in einem unbegrenzten verlustbehafteten Medium	120
A.3 Kritische Frequenz, Grenzfrequenz und Dämpfungskonstante einer Ionosphärenschicht	122
A.3.1 Ionosphäre als Plasma	122
A.3.2 Erste Maxwellsche Gleichung für ein Plasma	122
A.3.3 Kritische Frequenz einer Ionosphärenschicht	124
A.3.4 Grenzfrequenz einer Ionosphärenschicht	125
A.3.5 Dämpfungskonstante einer Ionosphärenschicht	126
A.4 Ausbreitung von VLF-Wellen in Seewasser	126
A.4.1 Dielektrisches Verhalten	126
A.4.2 Grenzschicht <i>Luft / Seewasser</i>	128
A.4.3 Empfang in Seewasser	129
A.5 Näherungsformel zur Berechnung des Richtfaktors und des Gewinns einer Antenne	130
A.5.1 Grundbegriffe	130
A.5.2 Richtfaktorberechnung	131
A.5.3 Näherungsformel	132
A.6 Rahmenantenne	132
A.6.1 Zusammenfassung der EM-Feldbeziehungen aus Kapitel 2 mit Ergänzungen	132
A.6.2 Magnetischer Fluß durch einen dreidimensionalen Rahmen	134
A.6.3 Spannungsgleichungen	135
A.6.4 Diskussion zu Kapitel 3	136
A.7 Radarfrequenzbänder	137
A.8 Höhenmessung in der Luftfahrt	137
A.8.1 Höhenangaben	137
A.8.2 Barometrische Höhenmessung	138
A.8.3 Funkhöhenmessung	138
A.9 Relative Geschwindigkeit des Flugzeugs gegenüber der Luft	139
Literaturverzeichnis	141
Sachwortverzeichnis	148