

Heinrich Mensen

# Moderne Flugsicherung

Organisation, Verfahren, Technik

Mit einem Geleitwort von Henrich Eckhardt

2., neubearbeitete Auflage mit 235 Abbildungen

**Springer-Verlag**

Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo  
Hong Kong Barcelona Budapest

# Inhaltsverzeichnis

## Abkürzungen

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gesetzliche Grundlagen zur Sicherung des Luftverkehrs</b>	<b>3</b>
2.1	Internationale Vereinbarungen, Abkommen und Organisationen	3
2.1.1	Internationale Vereinbarungen	3
2.1.2	Abkommen und Kooperationsformen	5
2.1.3	Organisationen	5
2.1.3.1	International Civil Aviation Organization	5
2.1.3.2	EUROCONTROL	13
2.2	Nationale Gesetzgebung, Behörden und Institutionen	21
2.2.1	Nationale Gesetzgebung	21
2.2.2	Bundesdeutsche Behörden	21
2.2.2.1	Bundesminister für Verkehr	23
2.2.2.2	Luftfahrt-Bundesamt	24
2.2.2.3	Bundesanstalt für Flugsicherung	27
2.2.2.4	Deutscher Wetterdienst	28
<b>3</b>	<b>Das System Flugsicherung</b>	<b>32</b>
3.1	Systembegriff	32
3.2	Flugsicherungsphilosophie	35
3.3	Zielsystem	36
3.3.1	Zielbegriff	36
3.3.2	Zielrahmen	37

3.3.3	Zielprogramm	41
3.4	Objektsystem	43
3.4.1	Umfeldbedingungen	43
3.4.2	Betriebsbedingungen	46
<b>4</b>	<b>Struktur und Organisation des Luftraumes</b>	<b>47</b>
4.1	Begriffsabgrenzung	47
4.2	Internationale Aspekte	47
4.3	Nationale Luftraumstruktur	48
4.3.1	Rechtsgrundlagen	48
4.3.2	Globalstruktur	49
4.3.3	Flugflächensystem	51
4.3.4	Fluginformationsgebiete	52
4.3.5	Kontrollbezirke	54
4.3.6	Routensystem	59
4.3.7	Nahverkehrsbereiche	59
4.3.8	Kontrollzonen	64
4.3.9	Lufträume besonderer Nutzung	65
4.3.9.1	CVFR-Gebiete	65
4.3.9.2	Militärische Lufträume	67
4.3.9.3	De-Confliction Zone	70
4.3.9.4	Sperrgebiete	70
4.3.9.5	Neue Luftraumklassifizierung der ICAO	70
4.3.10	Flugplätze	73
<b>5</b>	<b>Flugsicherungsstrategien</b>	<b>75</b>
5.1	Strategiebegriff	75
5.2	Zeitliche Strategien	75
5.3	Räumliche Strategien	76
5.4	Betriebliche Strategien	76
5.4.1	Regeln	78
5.4.1.1	Grundregeln im Luftverkehr	78
5.4.1.2	Sicherheitsmindesthöhen	78
5.4.1.3	Vermeidung von Kollisionen	80
5.4.1.4	Ausweichregeln	80
5.4.1.5	Signale und Zeichen	82
5.4.1.6	Signale für den Flugplatzverkehr	83

5.4.1.7	Sichtflugregeln	88
5.4.1.8	Instrumentenflugregeln	91
5.4.2	Verfahren	91
5.4.2.1	Staffelungsverfahren	91
5.4.2.1.1	Startende und landende Luftfahrzeuge	92
5.4.2.1.2	Konventionelle Staffelung	95
5.4.2.1.3	Radarstaffelung	99
5.4.2.2	Sichtanflugverfahren	102
5.4.2.3	Instrumentenanflugverfahren	102
5.4.2.3.1	Kriterien	102
5.4.2.3.2	Instrumentenanflugverfahrens-Segmente	104
5.4.2.3.3	Präzisionsanflugverfahren	106
5.4.2.3.4	Fehlanflugverfahren	112
5.4.2.3.5	Nichtpräzisionsanflugverfahren	113
5.4.2.3.6	Platzrundenanflüge	115
5.4.2.3.7	Lärm mindernde Anflugverfahren	116
5.4.2.4	Abflugverfahren	120
5.4.2.4.1	Standardabflugverfahren	120
5.4.2.4.2	Lärm mindernde Abflugverfahren	122
5.4.2.5	Warteverfahren	126
5.4.2.6	Reiseflugverfahren	129
5.4.2.7	Not- und Sonderverfahren	130
5.4.2.8	Militärische Verfahren	132
5.4.3	Dienste	134
5.4.3.1	Betriebsdienste	134
5.4.3.2	Technische Dienste	140
5.4.3.3	Verwaltungsdienste	141
5.4.3.4	Sonderdienste	141
5.4.3.5	Flugsicherungsgebühren	149
<b>6</b>	<b>Instrumentarien der Flugsicherung</b>	<b>154</b>
6.1	Planung des Luftverkehrs	154
6.1.1	Begriff und Ziele der Luftverkehrsplanung	154
6.1.2	Flugplan	155
6.1.2.1	Begriff, Zweck und Arten des Flugplans	155
6.1.2.2	Notwendigkeit der Aufgabe eines Flugplanes	156
6.1.2.3	Aufgabe und Annahme eines Flugplanes	156
6.1.2.4	Inhalt und Form eines Flugplanes	157
6.1.3	Flugdurchführungsplan	162

6.1.4	Beladungs- und Schwerpunktplan	162
6.2	Organisation des Luftverkehrs	165
6.2.1	Begriff und Ziele der Luftverkehrsorganisation	165
6.2.2	Flugplankoordination	167
6.2.3	Lufttraumnutzungszentrale	170
6.2.4	Flugsicherungsgesamtkonzept	176
6.2.5	Europäische Luftverkehrsorganisation	176
6.3	Kontrolle des Luftverkehrs	179
6.3.1	Begriff und Ziele der Flugverkehrskontrolle	179
6.3.2	Organisation der Flugverkehrskontrolle	180
6.3.3	Bedingungen der Flugverkehrskontrolle	181
6.3.3.1	Begriffliche Abgrenzung	181
6.3.3.2	Einflüsse auf die Flugverkehrskontrolle	181
6.3.4	Kontrollbelastung und Kontrollkapazität	183
6.3.5	Methoden zur Ermittlung von Flugsicherungskapazitätsprofilen	184
6.3.6	Anlagentechnik	189
6.3.7	Effizienz der Flugverkehrskontrolle	192
<b>7</b>	<b>Technische Hilfsmittel zur Lenkung und Leitung des Luftverkehrs</b>	<b>195</b>
7.1	Navigationsanlagentechnik	195
7.1.1	Grundlagen	195
7.1.1.1	Sendearten	195
7.1.1.2	Frequenzbereiche	199
7.1.2	Nah- und Mittelbereichsnavigation	199
7.1.2.1	Ungerichtetes Funkfeuer/Automatische Funkpeilanlage	199
7.1.2.2	UKW-Drehfunkfeuer	207
7.1.2.3	Funkentfernungsmeßanlage	213
7.1.2.4	Kombinierte Systeme	218
7.1.3	Weitbereichsnavigation	219
7.1.3.1	LORAN-Systeme	219
7.1.3.2	OMEGA-System	224
7.1.3.3	NAVSTAR/GPS	229
7.1.4	Bordautonome Navigationsanlagen	234
7.1.4.1	Trägheitsnavigationsanlage	234
7.1.4.2	Doppler-Radar	238
7.1.5	Flächennavigation	242
7.1.6	Funktechnische Landehilfen	244
7.1.6.1	Instrumentenlandesystem	244
7.1.6.2	Mikrowellenlandesystem	254

7.1.7	Vergleichende Betrachtung der Navigationsanlagen	264
7.2	Ortungsanlagentechnik	268
7.2.1	Grundlagen	268
7.2.1.1	Funkortung	268
7.2.1.2	Ausbreitungsverhalten von Funkwellen	269
7.2.1.3	Radargleichung	270
7.2.1.4	Frequenzabhängigkeit	270
7.2.1.5	Auflösungsvermögen	271
7.2.2	Primärradar	272
7.2.3	Anwendungsformen des Primärradars	275
7.2.3.1	Mittelbereichs-Rundsichtradar	275
7.2.3.2	Flughafen-Rundsichtradar	277
7.2.3.3	Rollfeld-Überwachungsradar	277
7.2.3.4	Präzisions-Anflugradar	277
7.2.3.5	Primärradar-Anlagentechnik und Leistungsdaten	279
7.2.4	Sekundärradar	279
7.2.5	Peiler	286
7.3	Radardatenaufbereitung	287
7.4	Flugsicherungsbetriebssysteme	291
7.4.1	MADAP	291
7.4.2	KARLDAP	298
7.4.3	DERD-MC	303
7.5	Datenübertragungs- und -vermittlungssysteme	308
7.5.1	Fester Flugfernmeldedienst	308
7.5.1.1	Internationale Struktur	308
7.5.1.2	Nationale Struktur	310
7.5.1.3	Elektromechanische Speichervermittlungsanlage A300	313
7.5.2	Datenübertragungs- und -verteilsystem	314
7.5.3	DÜV/A300-Koppelrechner	317
7.5.4	Datenkommunikationssystem	319
7.6	Datenverarbeitungs- und -anzeigesysteme	322
7.6.1	Zentraler Kontrollstreifendruck	322
7.6.1.1	Systemfunktion	322
7.6.1.2	Systemaufbau	323
7.6.1.3	Kontrollstreifen	325
7.6.1.4	Systementwicklung	327
7.6.2	Flugspuraufzeichnungs- und -darstellungssystem	328
7.6.2.1	Aufgabenstellung	328
7.6.2.2	Betriebliche Anforderungen	328
7.6.2.3	Systemkonzept	329
7.6.3	Wetterdaten- und Informationsanzeigesystem	331

7.7	Fernmeldeanlagentechnik	332
7.7.1	Grundlagen	332
7.7.1.1	Begriffsbestimmungen	332
7.7.1.2	Internationale und nationale Vorschriften	333
7.7.2	Sprechfunkturanlagentechnik	334
7.7.3	Fernsprechanlagentechnik	335
7.7.4	Fernschreibanlagentechnik	336
7.8	Optische Anlagentechnik	336
7.8.1	Gleitwinkelbefeuerung	337
7.8.2	Anflugbefeuerung	341
7.8.3	Befeuerung der Flugbetriebsflächen	342
7.8.4	Hindernisbefeuerung	348
7.8.5	Markierung von Flugbetriebsflächen	349
7.8.6	Hindernismarkierung	353
7.8.7	Rollführungs- und Andocksysteme	353
<b>Ausblick</b>		357
<b>Literatur</b>		358
<b>Sachregister</b>		363