

VDI-Buch

## Moderne Flugsicherung

Organisation, Verfahren, Technik

Bearbeitet von  
Heinrich Mensen

überarbeitet 2004. Buch. xxxii, 466 S. Hardcover

ISBN 978 3 540 20581 4

Format (B x L): 15,5 x 23,5 cm

Gewicht: 978 g

[Weitere Fachgebiete > Technik > Verkehrstechnologie > Raum- und Luftfahrttechnik, Luftverkehr](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

The logo for beck-shop.de features the text "beck-shop.de" in a bold, red, sans-serif font. Above the "i" in "shop" are three red dots of increasing size. Below the main text, the words "DIE FACHBUCHHANDLUNG" are written in a smaller, red, all-caps, sans-serif font.

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](http://beck-shop.de) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen Englisch/Deutsch</b> . . . . .	<b>XV</b>
<b>I Internationale Grundlagen zur Sicherung der Luftfahrt</b> .	<b>1</b>
<b>1 Einführung</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>2 Internationale Organisation der Luftfahrt</b> . . . . .	<b>5</b>
2.1 Ziele und Aufgaben der ICAO . . . . .	5
2.2 Organisation der ICAO . . . . .	6
2.3 Ausschüsse der ICAO . . . . .	6
<b>3 Organisation der Luftfahrt in Europa</b> . . . . .	<b>10</b>
3.1 Europäische Union . . . . .	10
3.2 European Civil Aviation Conference . . . . .	11
3.3 Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt . . . . .	13
3.4 Europäische Agentur für Flugsicherheit . . . . .	18
<b>II Organisation der Luftfahrt in der Bundesrepublik Deutschland</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>4 Luftverkehrsgesetzgebung der Bundesrepublik Deutschland</b> .	<b>23</b>
4.1 Rechtliche Grundlagen . . . . .	23
4.1.1 Grundgesetz . . . . .	23
4.1.2 Luftverkehrsgesetz und Verordnungen . . . . .	23
4.1.3 Luftverkehrsordnung . . . . .	26
4.1.4 Sonstige Gesetze . . . . .	28
<b>5 Luftfahrtverwaltung in der Bundesrepublik Deutschland</b> . . . .	<b>29</b>
5.1 Zum Begriff der Luftfahrtverwaltung . . . . .	29
5.2 Aufgaben der Luftfahrtverwaltung . . . . .	29
5.3 Organe der Luftfahrtverwaltung . . . . .	30
5.4 Die Luftfahrtverwaltung der Länder . . . . .	31

5.4.1	Organe der Luftfahrtverwaltung der Länder . . . . .	32
5.4.2	Durchführung der Bundesauftragsverwaltung . . . . .	32
5.5	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. . . . .	32
5.5.1	Organisation . . . . .	32
5.5.2	Aufgaben . . . . .	33
5.6	Luftfahrt-Bundesamt . . . . .	36
5.6.1	Organisation . . . . .	36
5.6.2	Aufgaben . . . . .	38
5.7	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung . . . . .	40
5.8	Flughafenkoordinator der Bundesrepublik Deutschland . . . . .	43
5.9	Deutscher Wetterdienst . . . . .	51
5.9.1	Allgemeine Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes . . . . .	52
5.9.2	Flugwetterdienst . . . . .	52
5.9.2.1	Zweck . . . . .	52
5.9.2.2	Aufgaben des Flugwetterdienstes . . . . .	53
5.9.2.3	Flugwetterbetriebsdienste . . . . .	53
5.9.3	Organisation des Deutschen Wetterdienstes . . . . .	54
5.10	Geoinformationsdienst der Bundeswehr . . . . .	55
5.11	Bundesministerium der Verteidigung . . . . .	57
<b>6</b>	<b>Das System der Flugsicherung in der Bundesrepublik Deutschland. . . . .</b>	<b>58</b>
6.1	Gesetzliche Grundlagen . . . . .	58
6.2	Integration der zivil-militärischen Flugsicherung . . . . .	59
6.3	Grundregeln im Luftverkehr. . . . .	60
6.4	Zweck und Aufgaben der Flugsicherung . . . . .	61
6.5	DFS Deutsche Flugsicherung . . . . .	62
6.6	Amt für Flugsicherung der Bundeswehr . . . . .	67
6.7	Flugsicherungsbetriebsdienste . . . . .	71
6.7.1	Grundlagen zur Durchführung der Flugsicherungsbetriebsdienste .	71
6.7.2	Flugverkehrskontrolle . . . . .	71
6.7.3	Verkehrsflussregelung . . . . .	72
6.7.4	Steuerung der Luftraumnutzung . . . . .	73
6.7.5	Fluginformationsdienst . . . . .	73
6.7.6	Flugverkehrsberatungsdienst . . . . .	76
6.7.7	Flugalarmdienst . . . . .	76
6.7.8	Flugberatungsdienst . . . . .	78
6.7.8.1	Ziviler Flugberatungsdienst . . . . .	78
6.7.8.2	Militärischer Flugberatungsdienst. . . . .	80
6.7.9	Flugfernmeldedienst . . . . .	81
6.7.10	Dokumentation von Betriebsdaten . . . . .	82
6.8	Instrumentarien der Flugsicherung . . . . .	82
6.8.1	Planung des Luftverkehrs. . . . .	82
6.8.1.1	ATC-Flugplan. . . . .	86
6.8.1.2	Kontrollstreifen der zivilen Flugsicherung. . . . .	94
6.8.1.3	Kontrollstreifen der militärischen Flugsicherung . . . . .	95

6.8.1.4	Flugdurchführungsplan . . . . .	100
6.8.1.5	Beladungs- und Schwerpunktplan . . . . .	102
6.8.2	Organisation des Luftverkehrs . . . . .	103
6.8.3	Kontrolle des Luftverkehrs . . . . .	105
6.8.3.1	Organisation der Flugverkehrskontrolle . . . . .	106
6.8.3.2	Bedingungen der Flugverkehrskontrolle . . . . .	107
6.8.3.3	Kontrollbelastung und Kontrollkapazität . . . . .	110
6.8.3.4	Methoden zur Ermittlung von Flugsicherungskapazitätsprofilen . .	110
6.8.4	Effizienz der Flugverkehrskontrolle . . . . .	114
<b>7</b>	<b>Struktur und Organisation des Luftraumes . . . . .</b>	<b>116</b>
7.1	Luftraumstruktur der Bundesrepublik Deutschland . . . . .	117
7.1.1	Flugflächensystem . . . . .	119
7.1.2	Fluginformationsgebiete . . . . .	121
7.1.3	Kontrollbezirke . . . . .	124
7.1.4	ATS-Routensystem . . . . .	126
7.1.5	RNAV-Routen und -Gebiete . . . . .	130
7.1.6	Nahverkehrsbereiche . . . . .	132
7.1.7	Kontrollzonen . . . . .	133
7.1.8	Luftsperrgebiete und Flugbeschränkungsgebiete . . . . .	133
7.2	Luftraumklassifizierung nach ICAO . . . . .	137
7.3	Luftraumkategorisierung mit der Kennzeichnung „HX“ . . . . .	140
7.4	Das geodätische Bezugssystem WGS 84 . . . . .	145
7.5	Regeln im Luftverkehr . . . . .	148
7.5.1	Sicherheitsmindesthöhen . . . . .	149
7.5.2	Vermeidung von Kollisionen . . . . .	151
7.5.3	Ausweichregeln . . . . .	151
7.5.4	Signale und Zeichen . . . . .	153
7.5.5	Signale für den Flugplatzverkehr . . . . .	154
7.5.6	Sichtflugregeln in den Lufträumen mit der Klassifizierung B bis G .	160
7.5.7	Instrumentenflugregeln . . . . .	161
7.6	Flugsicherungsverfahren . . . . .	161
7.6.1	Staffelungsverfahren . . . . .	161
7.6.1.1	Startende und landende Luftfahrzeuge . . . . .	162
7.6.1.2	Konventionelle Staffelung im Streckenflug . . . . .	167
7.6.1.3	Radarstaffelung . . . . .	173
7.6.2	Sichtanflugverfahren . . . . .	177
7.6.3	Instrumentenanflugverfahren . . . . .	177
7.6.4	Platzrundenanflüge . . . . .	184
7.6.5	Warteverfahren . . . . .	184
7.6.6	Präzisionsanflugverfahren . . . . .	187
7.6.7	Nichtpräzisionsanflugverfahren . . . . .	192
7.6.8	Lärmmindernde Anflugverfahren . . . . .	192
7.6.9	Start- und Abflugverfahren . . . . .	198
7.6.10	Lärmmindernde Start- und Abflugverfahren . . . . .	203
7.6.11	Reiseflugverfahren . . . . .	206

7.6.12	Not- und Sonderverfahren . . . . .	208
7.6.13	Militärische Verfahren. . . . .	210
7.6.13.1	Platzrunden und Rollstrecken. . . . .	230
7.6.13.2	Standardplatzrunde . . . . .	231
7.6.13.3	Hubschrauberplatzrunde an Flugplätzen . . . . .	233
7.6.13.4	Hubschrauberplatzrunde an Hubschrauberlandeplätzen . . . . .	234
7.7	Flugsicherungsgebühren . . . . .	235
7.7.1	Streckenflüge . . . . .	235
7.7.2	An- und Abflüge. . . . .	239
<b>8</b>	<b>Flugplätze . . . . .</b>	<b>241</b>
8.1	Einführung in die Flugplatzterminologie . . . . .	241
8.2	Rechtliche Rahmenbedingungen nach dem deutschen Luftverkehrsgesetz . . . . .	243
8.3	Aufgaben und Funktionen von Flugplätzen . . . . .	243
8.3.1	Aufgaben und Funktionen zivil genutzter Flugplätze . . . . .	243
8.3.2	Aufgaben und Funktionen militärisch/zivil genutzter Flugplätze . .	245
<b>III</b>	<b>Technische Hilfsmittel und Infrastruktur zur Kommuni- kation, Navigation und Überwachung des Luftverkehrs .</b>	<b>249</b>
<b>9</b>	<b>Einführung . . . . .</b>	<b>251</b>
<b>10</b>	<b>Kommunikationssysteme. . . . .</b>	<b>253</b>
10.1	Internationale und nationale Vorschriften . . . . .	253
10.2	Telekommunikationseinrichtungen der Flugsicherung . . . . .	254
10.2.1	Operationelle Sprachkommunikation . . . . .	255
10.2.1.1	Fernsprechen . . . . .	255
10.2.1.2	Funksprechen . . . . .	256
10.2.1.3	Gegensprechen . . . . .	258
10.2.1.4	Sprachvermittlungssysteme . . . . .	258
10.2.2	Administrative Sprachkommunikation . . . . .	260
10.2.3	Datenkommunikation . . . . .	260
10.2.3.1	Packet Switched Network . . . . .	261
10.2.3.2	Value Added Network . . . . .	261
10.2.3.3	Radar Data Network . . . . .	262
10.2.3.4	Aeronautical Fixed Telecommunication Network . . . . .	263
10.2.3.5	Common ICAO Data Interchange Network . . . . .	263
10.2.3.6	Lokale Netze . . . . .	263
10.2.4	Videokonferenzen. . . . .	264
<b>11</b>	<b>Navigationssysteme . . . . .</b>	<b>265</b>
11.1	Grundlagen. . . . .	265
11.1.1	Sendarten . . . . .	265

11.1.2	Frequenzbereiche . . . . .	269
11.2	Nah- und Mittelbereichsnavigation . . . . .	270
11.2.1	Ungerichtetes Funkfeuer/Automatische Funkpeilanlage. . . . .	270
11.2.2	UKW-Drehfunkfeuer . . . . .	276
11.2.3	Funk-Entfernungsmessanlage . . . . .	282
11.2.4	Kombinierte Systeme . . . . .	286
11.3	Weitbereichsnavigation . . . . .	287
11.3.1	LORAN-System. . . . .	288
11.3.2	OMEGA-System . . . . .	291
11.3.3	Satellitennavigationssysteme . . . . .	295
11.3.3.1	Grundprinzipien der Satellitennavigation . . . . .	295
11.3.3.2	Aufbau und Struktur des Global Positioning System . . . . .	297
11.3.3.3	Aufbau und Struktur des Global Orbiting Navigation Satellite System . . . . .	300
11.3.3.4	Overlay-Servicekonzepte . . . . .	301
11.3.3.5	Galileo-Satellitensystem . . . . .	302
11.3.4	Bordautonome Navigationsanlagen . . . . .	303
11.3.4.1	Trägheitsnavigationsanlage . . . . .	303
11.3.4.2	Doppler-Radar . . . . .	306
11.3.5	Landesysteme . . . . .	309
11.3.5.1	Instrumentenlandesystem . . . . .	309
11.3.5.2	Mikrowellenlandesystem . . . . .	320
11.3.5.3	Radargestütztes Landesystem . . . . .	328
11.3.5.4	Satellitengestütztes Landesystem . . . . .	331
11.3.6	Vergleichende Betrachtung der Navigationssysteme . . . . .	332
<b>12</b>	<b>Überwachungssysteme . . . . .</b>	<b>335</b>
12.1	Grundlagen . . . . .	335
12.1.1	Funkortung . . . . .	335
12.1.2	Ausbreitungsverhalten von Funkwellen . . . . .	336
12.1.3	Radargleichung . . . . .	337
12.1.4	Frequenzabhängigkeit. . . . .	338
12.1.5	Auflösungsvermögen . . . . .	339
12.2	Primärradar . . . . .	340
12.2.1	Funktionsprinzip . . . . .	340
12.2.2	Anlagentechnik . . . . .	340
12.2.3	Informationsdarstellung . . . . .	342
12.3	Sekundärradar . . . . .	344
12.3.1	Funktionsprinzip . . . . .	344
12.3.2	Anlagentechnik-Interrogator . . . . .	345
12.3.3	Informationserzeugung . . . . .	347
12.3.4	Anwendungsformen . . . . .	351
12.3.4.1	Monopuls-Sekundärradar . . . . .	352
12.3.4.2	Mode-S-Sekundärradar. . . . .	353
12.4	Radardatenaufbereitung . . . . .	357
12.5	Anwendungsformen des Radars. . . . .	360

12.5.1	Mittelbereichs-Rundsicht-Radar . . . . .	360
12.5.2	Flughafen-Rundsicht-Radar . . . . .	364
12.5.3	Rollfeld-Überwachungs-Radar . . . . .	364
12.5.4	Präzisions-Anflug-Radar . . . . .	364
12.6	Peiler . . . . .	365
12.6.1	Funktionsprinzip . . . . .	366
12.6.2	Anlagentechnik . . . . .	366
12.6.3	Informationserzeugung . . . . .	366
12.6.4	Anwendung von Peilern. . . . .	367
12.7	Automatic Dependance Surveillance. . . . .	368
12.8	Multilaterationsverfahren. . . . .	370
12.9	E-scan-Antennen. . . . .	372
12.10	Kollisionswarnsystem ACAS/TCAS. . . . .	372
12.10.1	Historische Entwicklung . . . . .	372
12.10.2	Funktionsprinzip . . . . .	375
12.10.3	Systemkomponenten . . . . .	376
12.10.4	TCAS-Informationen. . . . .	377
12.10.5	TCAS-Symbolik . . . . .	377
12.10.6	Anzeigen im Cockpit. . . . .	379
12.10.7	Collision Avoidance Model . . . . .	383
12.10.8	Bordseitige TCAS-Algorithmen . . . . .	384
12.10.9	Internationale Regularien. . . . .	388
12.10.10	Operationeller Nutzen . . . . .	389
<b>13</b>	<b>Flugsicherungsbetriebssysteme . . . . .</b>	<b>390</b>
13.1	Maastricht Automated Data Processing and Control System . . . . .	390
13.1.1	Aufgabe und Kontrollbereich . . . . .	390
13.1.2	Systemkomponenten und -aufbau . . . . .	391
13.1.3	Systemfunktionen . . . . .	396
13.1.3.1	Radarstationen und Datenübertragung. . . . .	396
13.1.3.2	Zielverfolgung . . . . .	397
13.1.3.3	Multiradarüberdeckung . . . . .	397
13.1.3.4	Flugziel-Flugplandaten-Korrelation . . . . .	398
13.1.3.5	Konfliktwarnung. . . . .	398
13.1.3.6	Flugplandatenverarbeitung . . . . .	399
13.1.3.7	Flugplaneingabe . . . . .	399
13.1.3.8	Flugplanaktivierung . . . . .	399
13.1.3.9	Kontrollstreifendruck . . . . .	399
13.1.3.10	SSR-Code-Verwaltung . . . . .	400
13.1.3.11	Informationsdarstellung . . . . .	400
13.1.3.12	Koordination mit externen Kontrollzentralen . . . . .	400
13.2	Karlsruhe Automated Data Processing and Display System . . . . .	401
13.2.1	Aufgabe und Kontrollbereich . . . . .	401
13.2.2	Systemkomponenten und -aufbau . . . . .	402
13.2.3	Systemfunktionen . . . . .	404
13.2.3.1	Radarstationen und Datenübertragung. . . . .	404
13.2.3.2	Zielverfolgung . . . . .	404

13.2.3.3	Multiradarüberdeckung . . . . .	404
13.2.3.4	Flugziel-Flugplandaten-Korrelation . . . . .	404
13.2.3.5	Konfliktwarnung . . . . .	405
13.2.3.6	Flugplandatenverarbeitung . . . . .	405
13.2.3.7	Flugplaneingabe . . . . .	405
13.2.3.8	Flugplanaktivierung . . . . .	405
13.2.3.9	Kontrollstreifendruck . . . . .	405
13.2.3.10	SSR-Code-Verwaltung . . . . .	405
13.2.3.11	Informationsdarstellung . . . . .	405
13.2.3.12	Koordination mit externen Kontrollzentralen . . . . .	406
13.3	Flugsicherungsbetriebssystem P1 . . . . .	406
13.3.1	Systembeschreibung . . . . .	406
13.3.2	Multiradar-Tracking . . . . .	409
13.3.3	Datenmanagement . . . . .	410
13.3.4	Systemüberwachung und Kontrolle . . . . .	412
13.4	CNS/ATM-Technologien der Zukunft . . . . .	415
13.5	Verordnung über die Flugsicherungsausrüstung der Luftfahrzeuge	419
13.5.1	Geltungsbereich . . . . .	419
13.5.2	Beschaffenheit und Betriebstüchtigkeit der Flugsicherungs- ausrüstung . . . . .	420
13.5.3	Flugsicherungsausrüstung für Flüge nach Instrumentenregeln . . .	420
13.5.4	Flugsicherungsausrüstung für Flüge nach Sichtflugregeln . . . . .	421
13.5.5	Pflichten des Führers, Eigentümers und Halters eines Luftfahrzeuges . . . . .	423
<b>14</b>	<b>Verkehrsleittechnik auf Flugplätzen . . . . .</b>	<b>424</b>
14.1	Optoelektrische Verkehrsleittechnik . . . . .	424
14.1.1	Gleitwinkelbefeuerung . . . . .	424
14.1.2	Anflugbefeuerung . . . . .	429
14.1.3	Befeuerung der Flugbetriebsflächen . . . . .	430
14.2	Optische Verkehrsleittechnik . . . . .	436
14.2.1	Markierung von Flugbetriebsflächen . . . . .	436
14.2.2	Hindernismarkierung . . . . .	440
14.3	Hindernisbefeuerung . . . . .	441
14.4	Rollführungs- und Andocksysteme . . . . .	443
14.4.1	Azimut Guidance for Nose-In Stands . . . . .	443
14.4.2	Parallax Aircraft Parking Aid . . . . .	443
14.4.3	Burroughs Optical Lense Docking System . . . . .	446
14.5	Verkehrskoordinations- und Verkehrssteuerungssysteme auf Flugplätzen . . . . .	447
<b>15</b>	<b>Ausblick . . . . .</b>	<b>451</b>
	<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>453</b>
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>457</b>