

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen Englisch/Deutsch</b> . . . . .	XV
<b>I Internationale Grundlagen zur Sicherung der Luftfahrt</b> . . . . .	1
<b>1 Einführung</b> . . . . .	3
<b>2 Internationale Organisation der Luftfahrt</b> . . . . .	5
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> . . . . .	10
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> . . . . .	21
<b>4 Luftverkehrsgesetzgebung der Bundesrepublik Deutschland</b> . . . . .	23
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> . . . . .	29
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 Dependence 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	Azimet 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>