

Inhalt

Vorwort — V

Vorwort zur zweiten Auflage — VII

1 Einführung — 1

2 Navigatorische Grundlagen — 3

2.1 Standflächen und Standlinien — 3

2.2 Winkel, Kurse und Peilungen — 4

2.2.1 Winkel — 4

2.2.2 Kurs — 4

2.2.3 Peilung — 10

2.3 Bezugs- und Koordinatensysteme der Erde — 12

2.3.1 Geodätische Referenzsysteme — 12

2.3.2 Geographische Koordinaten — 15

2.4 Navigatorisch-/räumliche Orientierung — 17

2.4.1 Flugzeugfestes Koordinatensystem — 17

2.4.2 Erdfestes Koordinatensystem — 17

2.4.3 Flugwindfestes Koordinatensystem — 18

2.4.4 Beziehungen zwischen den Koordinatensystemen — 18

2.4.5 Transformation zwischen flugzeugfestem und erdfestem Koordinatensystem — 20

2.5 Steuerungsgrößen — 23

2.5.1 Flughöhe — 24

2.5.2 Änderung der Flughöhe — 29

2.5.3 Fluggeschwindigkeit — 29

2.6 Zeitsysteme — 33

2.6.1 Sternzeit — 33

2.6.2 Sonnenzeit — 35

2.6.3 Atomzeit — 37

2.6.4 Orts- und Zonenzeit — 38

2.7 Lufträume — 39

2.8 Leistungsbasierte Navigation — 42

2.9 Besonderheiten polarer Gebiete — 45

3 Berechnung flugtaktischer Größen — 47

3.1 Einfluss des Windes auf den Flugweg — 47

3.1.1 Graphische Bestimmung — 47

3.1.2 Rechnerische Bestimmung — 48

- 3.2 Seiten- und Längswindkomponente — 50
- 3.3 Anwendung der 1 : 60-Regel — 50
- 3.4 Kurvenradius — 51
- 3.5 Linearer Kurvenvorhalt — 51
- 3.6 Übergangsbögen — 52
- 3.7 Gleitwegkorrektur und Lage des Entscheidungspunkts — 54
- 3.8 Angezeigte Geschwindigkeit — 54
- 3.9 Nautical air miles — 55
- 3.10 Zeitrechnung und Datumssprung — 55
- 3.10.1 Rechnung mit Ortszeiten — 55
- 3.10.2 Rechnung mit Zeitzonen — 56
- 3.11 Bildflugplanung — 57
- 3.11.1 Bildmaßstab und erfasste Fläche — 57
- 3.11.2 Basisstrecke eines Bildpaares — 58
- 3.11.3 Planungselemente — 58
- 3.11.4 Genauigkeit — 60

4 Berechnung navigatorischer Größen, Schnitt von Standflächen und Standlinien — 61

- 4.1 Orte gleicher Entfernungen und Zeiten — 61
- 4.1.1 Point of safe return — 61
- 4.1.2 Equal time point — 62
- 4.2 Großkreisbogen zwischen zwei Orten — 63
- 4.2.1 Berechnung mittels Ortsvektoren — 63
- 4.2.2 Anwendungsbeispiel mit Ortsvektoren — 68
- 4.2.3 Berechnung mittels sphärischer Trigonometrie — 72
- 4.2.4 Anwendungsbeispiel mit sphärischer Trigonometrie — 74
- 4.3 Kursgleiche zwischen zwei Orten — 76
- 4.3.1 Berechnung des Kurswinkels der Loxodrome — 76
- 4.3.2 Berechnung der Bogenlänge der Loxodrome — 77
- 4.3.3 Anwendungsbeispiel — 78
- 4.4 Position aus Standflächen- und Standlinienschnitt — 78
- 4.4.1 Schnitt zweier Geraden — 79
- 4.4.2 Schnitt von Geraden und Kreis — 81
- 4.4.3 Schnitt zweier Kreise — 82

5 Luftfahrtkarten — 88

- 5.1 Anforderungen und Einteilung — 88
- 5.2 Übersicht der Kartennetzentwürfe — 89
- 5.2.1 Mathematische Beschreibung von Punkten, Kurven und Flächen — 90
- 5.2.2 Verzerrungen und deren Visualisierung — 91
- 5.2.3 Azimutalentwürfe — 93

5.2.4	Zylinderentwürfe — 95
5.2.5	Kegelentwürfe — 96
5.3	In der Navigation standardisierte Kartenentwürfe — 99
5.3.1	Navigationskarten für polare Regionen — 99
5.3.2	Mercator-Entwurf — 109
5.3.3	Lambert'scher Schnittkegelentwurf — 111
5.4	Grundlagen für die Karten — 114
5.4.1	Raumbezogene Daten und Informationen — 114
5.4.2	Modellierung des Reliefs — 115
5.4.3	Aeronautische Daten — 118
5.5	Modellbildung, Generalisierung und Signaturen — 119
5.5.1	Punktbezogene Kartenobjekte — 121
5.5.2	Linienbezogene Kartenobjekte — 122
5.5.3	Flächenbezogene Kartenobjekte — 124
5.6	Praktischer Gebrauch und Interpretation der Karten — 125
5.6.1	Navigation im Sichtflug — 125
5.6.2	Interpretation von Karten für den Instrumentenflug — 128
5.7	Electronic Flight Bag — 145
6	Integrierte Navigationssysteme in der Luftfahrt — 149
6.1	Überblick der Architektur — 149
6.2	Methodik zur Bestimmung der verwendeten Positionsdaten — 155
6.2.1	MIX IRS-Position — 155
6.2.2	GPS-Position — 156
6.2.3	RADIO-Position — 156
6.2.4	Bias — 157
7	Verfügbare Flugnavigationssysteme — 158
7.1	Systeme der Funknavigation — 158
7.1.1	Ungerichtetes Funkfeuer und automatischer Funkpeiler — 159
7.1.2	Gerichtetes Funkfeuer — 164
7.1.3	Funk-Entfernungsmessanlage — 168
7.1.4	Instrumentenlandesystem — 172
7.2	Luftdaten und Trägheitsnavigation — 181
7.2.1	Luftdaten — 181
7.2.2	Trägheitsnavigation — 181
7.3	Satellitennavigation — 194
7.3.1	Globale Satellitennavigationssysteme im Überblick — 195
7.3.2	Weltraumsegment — 201
7.3.3	Kontrollsegment — 204
7.3.4	Struktur und Auswertung der GPS-Satellitensignale — 205

7.3.5	Fehlercharakteristik, Genauigkeit und Integritätssicherung bei GPS — 211
7.3.6	Differentielles GNSS — 217
8	Leistungsbasierte Navigation in den Nahverkehrsbereichen — 227
8.1	Konzept der leistungsbasierten Navigation — 227
8.2	Instrumentenabflugverfahren — 230
8.3	Instrumentenanflüge — 235
8.3.1	Anflüge mithilfe des ILS — 235
8.3.2	Anflüge nach RNP/RNAV — 243
8.3.3	Anflüge auf der Basis von SBAS — 250
8.3.4	Anflüge auf der Basis von GBAS — 254
9	Führung mithilfe der Ortungssysteme der Flugsicherung — 258
9.1	Führung mithilfe des Rundsicht radar — 261
9.2	Führung mithilfe des Präzisions-Anflug radar — 265
A	Das Ellipsoidmodell der Erde — 268
A.1	Koordinaten und Parameter des Rotationsellipsoids — 268
A.2	WGS84-Koordinaten — 270
A.3	Berechnung der Meridianbogenlänge — 270
A.4	Berechnung der Parallelkreisbogenlänge — 272
A.5	Tangentenvektoren und Gaußsche Fundamentalgrößen — 272
A.6	Die geodätische Linie — 272
B	Fehlerklassen und Genauigkeitsmaße — 278
B.1	Klassifizierung von Fehlern — 278
B.2	Angabe der Genauigkeit — 279
B.2.1	Eindimensionale Genauigkeitsmaße — 279
B.2.2	Zwei- und dreidimensionale Genauigkeitsmaße — 282
	Abkürzungsverzeichnis — 284
	Symbolverzeichnis — 289
	Literatur — 293
	Stichwortverzeichnis — 296