

Gerhard Brüning Xaver Hafer Gottfried Sachs

Flugleistungen

Grundlagen, Flugzustände, Flugabschnitte

Dritte, ergänzte Auflage
Unter Mitarbeit von W. Jurzig

Mit 202 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

<u>Einführung</u>	1
<u>1 Grundlagen</u>	3
1.1 Allgemeine Hilfsmittel	3
1.1.1 Zusammenstellung von Formelgrößen	3
1.1.2 Die Norm-Atmosphäre nach DIN 5450	8
1.1.3 Umrechnungstabellen	10
1.1.4 Abkürzungen	12
1.1.5 Wichtige physikalische Konstante	12
1.1.6 Flugzeugdaten	12
1.2 Luftraum	19
1.2.1 Aufbau der Atmosphäre	19
1.2.2 Physik der Atmosphäre	23
1.2.3 Normatmosphäre	26
1.3 Flugmechanische Achsenkreuze	27
1.4 Aerodynamische Kräfte	31
1.4.1 Allgemeines	31
1.4.2 Auftrieb	32
1.4.3 Widerstand	37
1.4.4 Flugzeugpolare	42
1.4.5 Aerodynamische Definition der Gleitzahl	49
1.4.6 Einfluß der Profilwölbung	50
1.5 Antriebskräfte	52
1.5.1 Allgemeines	52
1.5.2 Luftschaubenantriebe	55
1.5.3 Strahlantriebe	60
1.5.4 Raketenantriebe	65
1.5.5 Einführung einer Leistungsgröße	66
1.6 Grundgleichungen	69
1.6.1 Allgemeines	69
1.6.2 Aufstellung der Grundgleichungen	69
1.6.3 Symmetrischer Flug (Flug in vertikaler Ebene)	73
1.6.4 Horizontaler Kurvenflug (Flug in horizontaler Ebene)	75

2 Flugzustände	76
2.1 Die allgemeine Flugzustandsgleichung	76
2.2 Gleiten	79
2.2.1 Definition und Grundbeziehungen	79
2.2.2 Gleitzahl	80
2.2.3 Geschwindigkeiten	80
2.2.4 Minimale Gleitzahl	82
2.2.5 Maximale Bahngeschwindigkeit	83
2.2.6 Minimale Sinkgeschwindigkeit	84
2.2.7 Geschwindigkeitspolaren	86
2.3 Horizontalflug	87
2.3.1 Definition und Grundbeziehungen	87
2.3.2 Die Auftriebsgleichung	89
2.3.3 Widerstandsgleichung	90
2.3.4 Einfluß der Schubcharakteristik	92
2.3.5 Maximale Flughöhen	95
2.4 Steigen	102
2.4.1 Definition und Grundbeziehungen	102
2.4.2 Steigwinkel u.r. Steiggeschwindigkeiten	105
2.4.3 Maximale Steigwinkel und Steiggeschwindigkeiten	105
2.4.4 Antriebsbedarf, Einfluß großer Steigwinkel	113
2.4.5 Wirtschaftliches Steigvermögen	117
2.4.6 Geschwindigkeitspolardiagramm	120
2.4.7 Einfluß der Höhe	122
2.5 Beschleunigen	126
2.5.1 Definition und Grundbeziehungen	126
2.5.2 Antriebsbedarf beim Beschleunigen (Verzögern)	126
2.5.3 Maximales Beschleunigungsvermögen	127
2.6 Auffangen	130
2.6.1 Definition und Grundbeziehungen	130
2.6.2 Maximales Auffangvermögen	131
2.6.3 Antriebsbedarf beim Auffangen	134
2.6.4 Auffangen mit Verzögerung in Längsrichtung	136
2.6.5 Auftriebsbegrenzung beim Auffangen	137
2.7 Kurven	137
2.7.1 Definition und Grundbeziehungen	137
2.7.2 Minimaler Kurvenradius	140
2.7.3 Maximale Wendegeschwindigkeit	146
2.7.4 Einfluß von Höhe und Machzahl	152
2.7.5 Kurvenflug mit minimalem Kraftstoffverbrauch	154
2.7.6 Kurven mit unzureichendem Schub	156

2.8 Höhen-Machzahl-Diagramme	158
2.8.1 Allgemeines	158
2.8.2 Flugbereichsgrenzen.	159
2.8.3 Flugmechanische Deutung des Flugbereichs	162
3 Flugabschnitte	171
3.1 Definition	171
3.2 Streckenflug.	173
3.2.1 Definition und Grundbeziehungen.	173
3.2.2 Festlegung der Flugzustände	175
3.2.3 Berechnung von Flugzeiten und Flugstrecken: Flugzustand I	176
3.2.4 Berechnung von Flugzeiten und Flugstrecken: Flugzustand II	197
3.2.5 Berechnung von Flugzeiten und Flugstrecken: Flugzustand III	205
3.2.6 Vergleichende Betrachtungen	210
3.2.7 Kostenoptimaler Streckenflug.	216
3.2.8 Verfahren zur praktischen Durchführung von Streckenflügen	220
3.2.9 Das Nutzlast-Reichweiten-Diagramm.	226
3.2.10 Dynamischer Streckenflug mit optimaler zyklischer Steuerung.	228
3.3 Instationärer Horizontalflug	236
3.3.1 Definition und Grundbeziehungen	236
3.3.2 Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsweg	237
3.3.3 Beschleunigungs- bzw. Verzögerungszeit	239
3.3.4 Kraftstoffverbrauch	242
3.3.5 Beschleunigungs- und Verzögerungsflug eines Verkehrsflugzeugs	244
3.4 Steigflug	246
3.4.1 Definition und Grundbeziehungen	246
3.4.2 Numerische Berechnung von Steigbahnen in der Vertikalebene . .	247
3.4.3 Näherungsverfahren (machzahlunabhängige Polare)	248
3.4.4 Steigverfahren für Unterschallflugzeuge	251
3.4.5 Steigverfahren für Überschallflugzeuge	255
3.4.6 Steigflüge mit konstanter Energiehöhe	258
3.5 Kurvenflug	261
3.5.1 Definition und Grundbeziehungen	261
3.5.2 Verzögter Kurvenflug	264
3.5.3 Kurven mit Höhenverlust (Tauchkurven)	271
3.5.4 Energiebetrachtungen	273
3.6 Start	277
3.6.1 Definitionen	277
3.6.2 Rotiergeschwindigkeit	282
3.6.3 Rollstrecke und Rollzeit	286
3.6.4 Triebwerksausfall beim Rollen	292
3.6.5 Übergangsflugstrecke	296
3.6.6 Startstrecke	303
3.6.7 Wasserrstart	305

<u>3.7 Landung</u>	313
3.7.1 Definitionen	313
3.7.2 Aufsetzstrecke	317
3.7.3 Landerollstrecke	320
3.7.4 Landestrecke	323
3.7.5 Wasserungsstrecken	324
<u>4 Aufgaben und Lösungen</u>	325
4.1 Aufgaben	325
4.2 Lösungen	339
<u>Literaturverzeichnis</u>	387
<u>Anhang</u>	398
<u>Namenverzeichnis</u>	414
<u>Sachverzeichnis</u>	417