

X. Hafer, G. Sachs

Flugmechanik

Moderne Flugzeugentwurfs-
und Steuerungskonzepte

Dritte Auflage

Mit 161 Abbildungen

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg New York

London Paris Tokyo

Hong Kong Barcelona Budapest

Inhaltsverzeichnis

<u>Einführung</u>	1
<u>1 Entwurfsmerkmale von Flugzeugen natürlicher und künstlicher</u>	
<u>Stabilität</u>	7
1.1 Überblick	7
1.2 Leitwerksauslegung	8
1.2.1 Leitwerksauslegung bei natürlicher Stabilität	8
1.2.2 Leitwerksauslegung bei Verzicht auf natürliche Stabilität	14
1.2.3 Zusätzliche Bedingungen für die Leitwerksauslegung .	24
1.3 Getrimmter Widerstand	30
1.3.1 Allgemeines	30
1.3.2 Getrimmter Widerstand des Gesamtflugzeugs	31
1.3.3 Getrimmter Minimalwiderstand	35
1.3.4 Widerstandsoptimale Schwerpunktlage	46
1.3.5 Zuordnung von widerstandsoptimaler Schwerpunktlage und natürlicher Stabilitätsgrenze	52
1.3.6 Anpassung der widerstandsoptimalen Schwerpunktlage an den zulässigen Bereich bei künstlicher Stabilität	65
1.4 Getrimmter Maximalauftrieb	70
1.4.1 Allgemeines	70
1.4.2 Absolut größter Auftrieb	72
1.4.3 Auftriebsoptimale Schwerpunktlage	72
1.4.4 Auftriebsoptimaler Schwerpunktbereich	77
1.4.5 Zuordnung zum widerstandsoptimalen Schwerpunkt- bereich und zu den Steuergrenzen	80
1.5 Dynamik des ungeredelten, instabilen Flugzeugs	83
1.5.1 Allgemeines	83
1.5.2 Aerodynamische Beiwerte und Stabilitätsderivative ..	84
1.5.3 Bewegungsgleichungen	93
1.5.4 Eigenbewegungsformen des Flugzeugs	98
Literatur	115

<u>2 Direkte Kraftsteuerung</u>	119
2.1 Überblick	119
2.2 Direkte Auftriebssteuerung	122
2.2.1 Allgemeines	122
2.2.2 Konventionelle Bahnsteuerung mittels Höhenruder- betätigung	122
2.2.3 Möglichkeiten zur Erzeugung direkter Auftriebs- änderungen	130
2.2.4 Angriffspunkt der direkten Auftriebsänderung	133
2.2.5 Empfindlichkeit des Lastfaktors gegenüber Schwer- punktverschiebungen	139
2.2.6 Langzeit-Auftriebsbeeinflussung	143
2.2.7 Überziehcharakteristik	151
2.2.8 Automatische Anpassung des Auftriebsangriffspunkts ..	155
2.2.9 Langzeit-Flugbahnstabilität	157
2.2.10 Übergangs-Zeitverhalten	165
2.2.11 Weitere Anwendungsmöglichkeiten der direkten Auf- triebsbeeinflussung	167
2.2.12 Einfluß der Auftriebssteuerflächen auf die Stabi- lität	170
2.3 Direkte Seitenkraftsteuerung	173
2.3.1 Seitliche Bahnsteuerung	173
2.3.2 Erzielbare Kursänderungsleistung	175
2.3.3 Möglichkeiten der Seitenkrafterzeugung	182
2.3.4 Kopplungseffekte	187
2.3.5 Angriffspunkt der direkten Seitenkraft	189
2.3.6 Drei-Freiheitsgrad-Betrachtung	193
2.3.7 Weitere Anwendungsmöglichkeiten der direkten Sei- tenkraftsteuerung	198
2.3.8 Seitenwindlandung	199
2.3.9 Einfluß der Seitenkraftsteuerflächen auf die Sta- bilität	204
2.4 Direkte Widerstandssteuerung	213
Literatur	216
<u>3 Weitere Anwendungsmöglichkeiten der aktiven Steuerungstech- nologie</u>	221
3.1 Überblick	221
3.2 Künstliche Seitenstabilität	221

3.2.1 Stabilitäts- und Trimmforderungen 221

3.2.2 Flug mit hohem Anstellwinkel und Überschallbereich . 223

3.3 Automatische Manöverklappen, Variable Flügelwölbung 226

3.3.1 Flugleistungsbetrachtung 226

3.3.2 Widerstand und Auftrieb 229

3.3.3 Anwendung bei Unterschall-Verkehrsflugzeugen 232

3.4 Manöverlaststeuerung 236

3.4.1 Anwendungsmöglichkeiten 236

3.4.2 Nachteile der Lastverschiebung zur Flügelmitte 240

3.4.3 Manöverlaststeuerung für sehr große Flugzeuge 242

3.5 Böenabminderung 243

3.5.1 Anwendungsmöglichkeiten 243

3.5.2 Verringerung der Strukturbelastung 243

3.5.3 Verringerung der Pilotenbelastung 244

3.5.4 Erhöhung des Passagierkomforts 245

3.6 Aktive Flatterunterdrückung 248

Literatur 252

Anhang 257

A1 Interferenzwiderstand von Flügel und Höhenleitwerk 257

A2 Verschiebung der widerstandsoptimalen Schwerpunktlage im
) Manöverflug 261

Literatur 264

Sachverzeichnis 265