

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Einleitung. Entwicklung des Flugwesens und der Fluglehre, Rekordtabelle . . . . .</b>	1
<b>I. Allgemeines über Luftkräfte. Luftwiderstand . . . . .</b>	9
1. Luftdruck . . . . .	9
Luftdruck in Meereshöhe. S. 9. — Druckabnahme mit der Höhe. S. 9. — Normalatmosphäre. S. 10. — Barometrische Höhenmessung. S. 11.	
2. Luftpumpe . . . . .	12
Luftpumpe in Meereshöhe. S. 12. — Einfluß von Druck und Temperatur. S. 12. — Zustandsgleichung für Gase. S. 13. — Die wirkliche Atmosphäre. S. 14. — Berichtigung der Steiggeschwindigkeit. S. 15. — Umrechnung auf Normalatmosphäre. S. 16.	
3. Inkompressible Strömung . . . . .	18
Druck und Geschwindigkeit im Stromfaden. S. 18. — Geschwindigkeitsmessung. S. 19. — Staudruck. S. 20. — Bernoullische Gleichung. S. 21. — Impulssatz. S. 22.	
4. Kompressible Strömung . . . . .	24
Machscher Kegel. S. 24. — Schwache Verdichtungswelle. S. 26. — Innere Wärmeenergie. S. 27. — Energiesatz und adiabatische Zustandsänderung. S. 28. — Schallgeschwindigkeit. S. 29. — Wärmeinhalt (Enthalpie). S. 30. — Energiesatz für Gasströmungen. S. 31. — Verlustfreie Gasströmung. S. 33. — Staumodus. S. 34. — Staupunktdruck und Staudruck. S. 34. — Überschalldüse (Lavaldüse). S. 35. — Gerader Verdichtungsstoß. S. 36. — Stoßverluste. S. 37. — Staudruck in Überschallströmung. S. 38. — Überschallwelle. S. 39.	
5. Luftwiderstand in Unterschallströmung . . . . .	40
Widerstand durch Wirbelbildung. S. 40. — Reibungswiderstand. S. 41. — Widerstandsbeiwert S. 42. — Reynoldssche Kennzahl. S. 44. — Zähigkeitszahl. S. 45.	
6. Luftwiderstand in Überschallströmung . . . . .	46
Wellenwiderstand. S. 46. — Kleine Ablenkung der Überschallströmung. S. 47. — Ablenkung um größere Winkel.	

S. 48. — Wellenwiderstand des dünnen Doppelkeiles. S. 49. — Wellenwiderstand der schwach angestellten Platte. S. 51. — Widerstand in schallnahen Strömungen. S. 51.	
<b>7. Widerstandsbeizahlen verschiedener Körper . . . . .</b>	<b>53</b>
Veränderlichkeit der Widerstandsbeizahlen. S. 53. — Widerstandsbeiwerte verschiedener Querschnittsformen. S. 55. — Teilwiderstände am Flugzeug. S. 56. — Oberflächenreibung. S. 57. — Schlanke Körper und Flügelprofile. S. 58. — Aerodynamischer Flugzeugwirkungsgrad. S. 59.	
<b>II. Die Tragfläche . . . . .</b>	<b>60</b>
<b>8. Luftkräfte auf die Tragfläche . . . . .</b>	<b>60</b>
Allgemeines. S. 60. — Anstellwinkel, Auftrieb und Rücktrieb. S. 62. — Gleitzahl. S. 63. — Druckverteilung über die Tiefe. S. 63. — Abwärtsbeschleunigung der Luft. S. 65. — Zirkulation. S. 66. — Auftriebs- und Widerstandsbeiwert. S. 66. — Tragflächenkennlinien. S. 67.	
<b>9. Querschnitt der Tragflügel . . . . .</b>	<b>69</b>
Aufbau des Profils. S. 69. — Höchstauftrieb und Kleinstwiderstand. S. 70. — Kennlinien eines Profils. S. 72. — Kennlinien für große Anstellwinkel. S. 73. — Auftriebserhöhung durch Endklappen. S. 74. — Auftriebserhöhung durch Schlitzvorflügel. S. 75. — Endklappe mit Schlitz. S. 78. — Weitere Mittel zur Auftriebserhöhung. S. 78.	
<b>10. Grundriß der Tragflügel . . . . .</b>	<b>80</b>
Seitenverhältnis. S. 80. — Flächenbelastung. S. 80. — Wirbelkette. S. 81. — Induzierte Abwärtsgeschwindigkeit. S. 83. — Induzierter Widerstand. S. 84.	
<b>11. Die Tragfläche in Überschallströmung . . . . .</b>	<b>87</b>
Die drei Verlustquellen. S. 87. — Seitenverhältnis. S. 88. — Näherungen für Auftrieb und Widerstand. S. 89. — Gleitverhältnis. S. 89. — Vergleich mit Unterschalltragflächen. S. 90. — Pfeilstellung. S. 91. — Überschallwindkanäle. S. 91. — Überschallversuchsergebnisse. S. 93. — Auftriebsschwingungen. S. 95. — Langsamflugprobleme. S. 95.	
<b>12. Der Aufbau der Tragflächen . . . . .</b>	<b>96</b>
Belastung der Tragfläche. S. 96. — Tragflügelbauweisen und Baustoffe. S. 96. — Sichere Last und Sicherheitsgrad. S. 98. — Beschleunigungslasten (Abfangen). S. 98. — Böenlasten. S. 99. — Weitere Lastzustände. S. 100. — Belastungsversuch. S. 100. — Ermüdungsfestigkeit. S. 101. — Flattern von Tragflügeln. S. 101.	

<b>13. Der Gleitflug .....</b>	<b>103</b>
Schädlicher Widerstand und Auftriebsfaktor. S. 103. — Dimensionslose Fluggeschwindigkeit. S. 104. — Gleitzahlberechnung. S. 104. — Gleitwinkel, Anstellwinkel, Fluglagenwinkel, Sinkgeschwindigkeit. S. 106.	
<b>III. Motorloser Flug .....</b>	<b>108</b>
<b>14. Fliegen aus eigener Kraft .....</b>	<b>108</b>
Erforderliche und verfügbare Muskelleistung. S. 108. — Zukunftsaussichten des Muskelfluges. S. 109. — Vergleich mit dem Vogelflug. S. 110.	
<b>15. Segelfliegen .....</b>	<b>110</b>
Statisches Segeln. S. 110. — Hangaufwind. S. 111. — Thermischer Aufwind. S. 112. — Aufwind in Leewellen. S. 113. — Reibungsaufwind. S. 113. — Dynamisches Segeln. S. 114.	
<b>16. Segelflugzeuge .....</b>	<b>115</b>
Segelflugrekorde. S. 115. — Verwendungsbereich. S. 115. — Hauptabmessungen. S. 115.	
<b>IV. Die Luftschaube .....</b>	<b>117</b>
<b>17. Die Wirkungsweise der Luftschaube .....</b>	<b>117</b>
Kräfte am Propellerelement. S. 117. — Elementwirkungsgrad. S. 119. — Blattsteigungswinkel. S. 121. — Verstellbare Blätter. S. 122.	
<b>18. Die Kennlinien von Verstellschrauben .....</b>	<b>123</b>
Schub- und Drehmomentenbeiwert. S. 123. — Aktivitätsfaktor. S. 125. — Wirkungsgrad eines Luftstrahlantriebes. S. 126. — Strahlwirkungsgrad des Propellers. S. 127. — Windkanalmeßergebnisse. S. 128. — Entwurf einer Luftschaube. S. 130. — Vergleich der Verstellschraube mit der Festblattschraube. S. 133.	
<b>19. Herstellung und Prüfung der Luftschauben .....</b>	<b>136</b>
Bauweisen der Blätter. S. 136. — Blattverstellmechanismus. S. 136. — Statische und dynamische Ausbalancierung. S. 137. — Schwingungsbeanspruchungen. S. 138. — Windkanalversuche. S. 139.	
<b>V. Das Triebwerk .....</b>	<b>140</b>
<b>20. Allgemeines über Flugzeugtriebwerke .....</b>	<b>140</b>
Thermischer Wirkungsgrad. S. 140. — Strömungstriebwerke und Kolbentriebwerke. S. 143. — Idealisiertes Strömungstriebwerk. S. 143. — Heizwert und Verbrennungstemperatur.	

S. 141. — Strahlwirkungsgrad. S. 145. — Idealisiertes Kolben- triebwerk. S. 146. — Verbundtriebwerke. S. 147. — Raketen- triebwerke. S. 148.	
<b>21. Kolbentriebwerke und ihre Kennlinien . . . . .</b>	<b>150</b>
Viertaktmotor. S. 150. — Verdichtungsgrad und Mitteldruck. S. 151. — Detonation und Oktanzahl. S. 152. — Der Diesel- motor. S. 153. — Motorenprüfstände. S. 155. — Boden- leistung. S. 156. — Dauerleistung und Kurzleistung. S. 157. — Höhenleistung. S. 158. — Brennstoffverbrauch. S. 158.	
<b>22. Aufbau der Kolbenmotoren und ihre Einzelteile . . . . .</b>	<b>161</b>
Reihen- und Sternmotoren. S. 161. — Hauptabmessungen, Leistungen und Verbrauchszyhlen einiger Flugmotoren. S. 162. — Bauarten mit Abgasturbine. S. 164. — Einzel- teile. S. 166. — Zylinder und Kolben. S. 166. — Ventile und Steuerung. S. 168. — Zündanlage. S. 169. — Kühlung. S. 170. — Schmierung. S. 170.	
<b>23. Strömungstriebwerke und ihre Kennlinien . . . . .</b>	<b>171</b>
Entwicklungstendenzen. S. 171. — Die Luftstaudüse (Lorin- antrieb). S. 172. — Argus-Schmidt-Rohr. S. 175 — Brennkam- merverluste. S. 176. — Veränderung der Betriebsbedingun- gen bei gleichen Machschen Zahlen. S. 178. — Düsentrieb- werk. S. 180. — Kompressor- und Turbinenverluste. S. 181. — Flugwindstau. S. 183. — Querschnittsgröße. S. 184. — Kenn- linien für ein Düsentriebwerk. S. 184. — Umrechnung für Höhe. S. 186. — Kennlinien für ein Turbopropellertriebwerk. S. 187.	
<b>24. Aufbau der Gasturbinentriebwerke und ihre Einzelteile . . .</b>	<b>188</b>
Einwellentriebwerke. S. 188. — Zweiwellentriebwerke. S. 189. — Kaltluftzusatz. S. 190. — Hauptabmessungen, Leistungen und Verbrauchszyhlen einiger Gasturbinen. S. 191. — Einzel- teile der Gasturbinen. S. 193. — Kompressor. S. 193. — Brenn- kammer. S. 197. — Turbine. S. 199. — Austrittsdüse. S. 201.	
<b>VI. Flugleistungen . . . . .</b>	<b>203</b>
<b>25. Waagrechtflug . . . . .</b>	<b>203</b>
Widerstand und Düsenschub. S. 203. — Widerstand und Propellerschub. S. 205. — Überschallflug mit Düsenantrieb. S. 207.	
<b>26. Steigflug . . . . .</b>	<b>208</b>
Steiggeschwindigkeit. S. 208. — Anstellwinkel beim Steigen. S. 210. — Höheneinfluß. S. 211. — Steigzeit und Gipfelhöhe. S. 212. — Tragflächengrößen- und Fluggewichtsänderungen. S. 214.	

<b>27. Reichweite .....</b>	<b>216</b>
Aufgabenstellung. S. 216. — Propellerflugzeug. S. 217. — Flughöhe und Reichweite. S. 218. — Windeinfluß. S. 220. — Brennstoffvorrat und Reichweite. S. 221. — Düsenflugzeug. S. 222. — Fluggeschwindigkeit und Reichweite. S. 223.	
<b>28. Messung der Flugleistungen .....</b>	<b>225</b>
Messung der relativen Fluggeschwindigkeit. S. 225. — Messung der Steiggeschwindigkeit und Umrechnung auf Normalatmosphäre. S. 227. — Fluggeschwindigkeit bei Wind. S. 230. — Stoppdreieck. S. 231.	
<b>VII. Steuerung und Stabilität .....</b>	<b>233</b>
<b>29. Flossen, Ruder, Steuerungen .....</b>	<b>233</b>
Übersicht der Achsenrichtungen. S. 233. — Querruder. S. 234. — Höhenruder. S. 235. — Seitenruder. S. 236. — Begriff der Stabilität. S. 237. — Steuerbetätigungsorgane. S. 238. — Steuerkräfte. S. 241. — Größte Handkräfte. S. 242. — Servosteuerungen. S. 243. — Künstliche Steuerkrafterzeugung. S. 246.	
<b>30. Wirkung der Ruder .....</b>	<b>247</b>
Kräfte bei Ruderausschlag. S. 247. — Bemessung des Höhenruders. S. 248. — Trägheitsmoment. S. 249. — Bemessung des Seitenruders. S. 250. — Kurvenflug. S. 252. — Einleitung in die Kurve. S. 254. — Kurven im Wind. S. 255.	
<b>31. Längs- und Querstabilität .....</b>	<b>255</b>
Momentengleichgewicht. S. 255. — Schwerpunkt. S. 256. — Längsmomentenbeiwert. S. 257. — Maß für Längsstabilität. — S. 259. — Stabilität und Knüppelstellung. S. 260. — Momente um Längsachse. S. 261. — V-Stellung. S. 262. — Stabilisierung im überzogenen Fluge. S. 264.	
<b>32. Automatische Flugzeugsteuerung .....</b>	<b>266</b>
Dynamische Stabilität. S. 266. — Zwecke der automatischen Steuerung. S. 268. — Hauptbestandteile der automatischen Steuerung. S. 270. — Flugeigenschaftsmessungen. S. 273.	
<b>VIII. Abflug und Landung .....</b>	<b>274</b>
<b>33. Hilfsmittel für Abflug und Landung .....</b>	<b>274</b>
Allgemeines. S. 274. — Fahrgestell mit Sporn. S. 275. — Fahrgestell mit Bugrad. S. 276. — Zweiradfahrwerk. S. 277. — Raddrücke. S. 278. — Wasserflugzeug und Flugboot. S. 279.	

<b>34. Der Abflugvorgang .....</b>	<b>281</b>
Kräfte beim Anlauf. S. 281. — Anlaufzeit und Anlaufweg. S. 283. — Windeinfluß auf den Abflugvorgang. S. 284. — Methoden zur Verringerung der Anlaufstrecke. S. 284. — Abflug vom Wasser. S. 287.	
<b>35. Der Landevorgang .....</b>	<b>288</b>
Landetechnik. S. 288. — Landestoß. S. 290. — Wasserlandung. S. 293. — Methoden zur Verringerung der Auslaufstrecke. S. 293.	
<b>IX. Das Drehflügelflugzeug .....</b>	<b>296</b>
<b>36. Allgemeines über Schraubenflugzeuge .....</b>	<b>296</b>
Der Tragschrauber. S. 296. — Der Hubschrauber mit mechanischem Schraubenantrieb. S. 300. — Der Hubschrauber mit Reaktionsschraubenantrieb. S. 303. — Kombinationshubschrauber. S. 306. — Verwandlungshubschrauber. S. 308.	
<b>37. Der vertikale Flug .....</b>	<b>310</b>
Strahltheorie der Hubschraube. S. 310. — Profilverluste. S. 313. — Blattspitzenverluste. S. 315. — Schwebeflugkennlinien. S. 315. — Optimale Hubschraubenabmessungen. S. 317. — Der vertikale Aufstieg. S. 319. — Der vertikale Abstieg. S. 320. — Einfluß der Bodennähe. S. 322.	
<b>38. Der Vorwärtsflug .....</b>	<b>323</b>
Induzierte Verluste im Vorwärtsflug. S. 323. — Profilverluste im Vorwärtsflug. S. 325. — Rotorkennlinien. S. 328. — Vortriebswirkungsgrad des Rotors. S. 329. — Einfluß von Starrflügel. S. 332. — Einfluß von Propeller. S. 333. — Hubschrauberflugleistungen. S. 334.	
<b>39. Blattbewegungen .....</b>	<b>336</b>
Kegelwinkel. S. 336. — Blattschlagbewegung. S. 338. — Blattschwenkbewegung. S. 340. — Simultane Blattverstellung. S. 341. — Zyklische Blattverstellung. S. 344.	
<b>40. Hubschraubersteuerung, Stabilität, Schwingungen .....</b>	<b>346</b>
Steuerung der Hubschrauber. S. 346. — Stabilität der Hubschrauber. S. 348. — Hubschrauberschwingungen. S. 350. — Mechanische Instabilität. S. 353. — Ermüdungsfestigkeit der Hubschrauber. S. 354.	
<b>X. Kursbestimmung und Flugbeförderung .....</b>	<b>355</b>
<b>41. Einfluß des Windes auf Kurs und Flugdauer .....</b>	<b>355</b>
Gerade Flugbahn. S. 355. — Geschlossene Flugbahn. S. 356. — Rascheste Flugbahn bei gleichmäßigem Wind. S. 357. — Rascheste Flugbahn bei ungleichmäßigem Wind. S. 358.	

	Inhaltsverzeichnis	XI
<b>42. Funknavigation . . . . .</b>	<b>361</b>	
Übersicht der Navigationsmethoden. S. 361. — Funkpeilung.		
S. 364. — Das Decca-System. S. 365. — Das Loran-System.		
S. 366. — Radar als Navigationshilfe. S. 367.		
<b>43. Die direkten Kosten der Flugbeförderung . . . . .</b>	<b>369</b>	
Wirtschaftlichkeit des Flugtransportes. S. 369. — Zuladung.		
S. 371. — Nutzlast. S. 373. — Beförderungskosten je Tonnen-		
kilometer. S. 375. — Zahlenbeispiele (Propellerflugzeug,		
Hubschrauber, Düsenflugzeug). S. 377. — Andere Wirt-		
schaftszwecke des Flugzeuges. S. 380.		
<b>44. Einige neuere Flugzeugmuster . . . . .</b>	<b>382</b>	
Flugzeugbauarten. S. 382. — Reise. S. 383. — Verkehr.		
S. 385. — Militärischer Transport. S. 389. — Langstrecken-		
bomber. S. 390. — Hubschrauber. S. 391. — Bemerkungen		
zu Zahlentafel 4. S. 393.		
<b>Zusammenstellung der wichtigsten Bezeichnungen . . . . .</b>	<b>396</b>	
<b>Namen- und Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>399</b>	
<b>Zahlentafeln</b>		
1. Luftwiderstand verschiedener Querschnittsformen . . . . .	54	
2. Hauptabmessungen, Leistungen und Verbrauchszahlen eini-		
ger Flugmotoren . . . . .	165	
3. Hauptabmessungen, Leistungen und Verbrauchszahlen eini-		
ger Flugzeuggastturbinen . . . . .	191	
4. Abmessungen einiger neuzeitlicher Flugzeuge . . . . .	394	
5. Temperatur, Druck, Dichte, Schallgeschwindigkeit und		
Zähigkeit der Luft in der Normalatmosphäre . . . . .	395	