

| | |
|---|------------|
| Inhalt | VII |
| 2.4 Francis-Turbinen | 56 |
| 2.4.1 Allgemeine Übersicht | 56 |
| 2.4.2 Zusammenhang zwischen Radform und Schnellläufigkeit | 59 |
| 2.4.3 Laufradberechnung | 61 |
| 2.4.4 Betriebsverhalten | 64 |
| 2.5 Kaplan-Turbinen | 66 |
| 2.5.1 Bauformen | 66 |
| 2.5.2 Laufradberechnung | 71 |
| 3 Dampfturbinen und Dampfkraftanlagen | 77 |
| 3.1 Einleitung | 77 |
| 3.2 Der Dampfkraftprozess | 81 |
| 3.2.1 Der einfache Clausius-Rankine-Prozess | 81 |
| 3.2.2 Speisewasservorwärmung | 83 |
| 3.2.3 Zwischenüberhitzung | 86 |
| 3.2.4 Der wirkliche Prozess | 88 |
| 3.2.5 Der Sattdampfprozess | 91 |
| 3.3 Übersicht über Turbinenbauarten | 93 |
| 3.3.1 Kammerturbinen und Trommelturbinen | 93 |
| 3.3.2 Kraftwerksturbinen | 95 |
| 3.3.3 Industrieturbinen | 98 |
| 3.3.4 Schiffsturbinen | 102 |
| 3.3.5 Kleinturbinen | 104 |
| 3.4 Theorie der Einzelstufe | 106 |
| 3.4.1 Einleitung | 106 |
| 3.4.2 Eindimensionale Stufentheorie | 107 |
| 3.4.3 Kenngrößen von Turbinenstufen | 110 |
| 3.4.4 Curtis-Stufen | 115 |
| 3.4.5 Das radiale Gleichgewicht der Strömung | 120 |
| 3.4.6 Nassdampfstufen | 124 |
| 3.4.7 Gitterwirkungsgrade | 126 |
| 3.4.8 Weitere Stufenverluste | 130 |
| 3.5 Auslegung mehrstufiger Turbinen | 138 |
| 3.5.1 Rückgewinn | 138 |
| 3.5.2 Stufeneinteilung | 141 |
| 3.5.3 Verluste und Wirkungsgrade | 145 |
| 3.5.4 Labyrinthdichtungen | 147 |
| 3.5.5 Axialschub und Schubausgleich | 151 |
| 3.5.6 Betrieb | 154 |
| 4 Gasturbinen | 161 |
| 4.1 Einleitung | 161 |
| 4.2 Kreisprozesse | 162 |
| 4.2.1 Idealprozesse | 162 |
| 4.2.2 Offener und geschlossener Prozess | 167 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.2.3 | Verbrennung und Verbrennungsgas | 168 |
| 4.2.4 | Reale Prozesse | 171 |
| 4.2.5 | Kombinierte Gas-Dampf-Prozesse | 176 |
| 4.3 | Baugruppen | 181 |
| 4.3.1 | Turbinen | 181 |
| 4.3.2 | Verdichter | 184 |
| 4.3.3 | Brennkammern | 185 |
| 4.4 | Anwendungen | 186 |
| 4.4.1 | Elektrische Energieerzeugung | 186 |
| 4.4.2 | Pumpen- und Verdichterantrieb | 187 |
| 4.4.3 | Abgasturbolader | 187 |
| 4.4.4 | Fahrzeugturbinen | 189 |
| 4.4.5 | Schiffsantriebe | 189 |
| 4.4.6 | Flugzeugtriebwerke | 190 |
| 5 | Kreiselpumpen | 193 |
| 5.1 | Einleitung | 193 |
| 5.2 | Bauformen | 194 |
| 5.2.1 | Schnellläufigkeit und Laufradform | 194 |
| 5.2.2 | Mehrstufige und mehrflutige Pumpen | 195 |
| 5.2.3 | Weitere Konstruktionsformen | 198 |
| 5.3 | Berechnung radialer und halbaxialer Laufräder | 201 |
| 5.3.1 | Meridianform | 201 |
| 5.3.2 | Geschwindigkeitsdreiecke | 204 |
| 5.3.3 | Relativer Kanalwirbel | 206 |
| 5.3.4 | Minderleistung | 207 |
| 5.3.5 | Festlegen des Schaufelverlaufs | 210 |
| 5.3.6 | Doppelt gekrümmte Laufschaufeln | 213 |
| 5.4 | Berechnung weiterer Einzelteile | 217 |
| 5.4.1 | Radiale Leitapparate | 217 |
| 5.4.2 | Spiralgehäuse | 219 |
| 5.4.3 | Axiale Schaufelgitter | 222 |
| 5.4.4 | Axialschub und Schubausgleich | 226 |
| 5.5 | Betriebsverhalten | 230 |
| 5.5.1 | Theoretisch berechnete Kennlinie | 230 |
| 5.5.2 | Das tatsächliche Verhalten der Pumpe | 234 |
| 5.5.3 | Haltedruckhöhe und Kavitation | 236 |
| 5.5.4 | Zusammenarbeit von Pumpe und Rohrleitung | 240 |
| 5.5.5 | Änderung des Betriebspunktes | 242 |
| 5.5.6 | Verhalten der Pumpe außerhalb des normalen Betriebspunktes | 246 |
| 5.5.7 | Pumpspeicherkraftwerke, Pumpenturbinen | 249 |

| | |
|---|-----|
| 6 Ventilatoren und Verdichter | 253 |
| 6.1 Einleitung | 253 |
| 6.2 Ventilatoren | 254 |
| 6.2.1 Radialventilatoren | 254 |
| 6.2.2 Axialventilatoren | 259 |
| 6.2.3 Querstromventilatoren | 263 |
| 6.3 Verdichter | 264 |
| 6.3.1 Zwischenkühlung | 264 |
| 6.3.2 Bauformen von Verdichtern | 267 |
| 6.3.3 Wellendichtungen | 271 |
| 6.3.4 Elementare Theorie der Verdichterstufe | 272 |
| 6.3.5 Kennlinien | 277 |
| 7 Hydrodynamische Kupplungen und Wandler | 281 |
| 7.1 Einleitung | 281 |
| 7.2 Föttinger-Kupplungen | 282 |
| 7.2.1 Funktionsweise und Kennlinien | 282 |
| 7.2.2 Zusammenarbeit mit der Antriebsmaschine | 284 |
| 7.2.3 Maßnahmen zur Beeinflussung der Kennlinie | 285 |
| 7.2.4 Kupplungen mit veränderlicher Füllung | 286 |
| 7.3 Föttinger-Drehmomentwandler | 288 |
| 7.3.1 Aufbau und Wirkungsweise | 288 |
| 7.3.2 Kennlinien | 290 |
| 7.3.3 Stellwandler | 292 |
| 7.3.4 Hydrodynamische Getriebe | 296 |
| 8 Windräder und Propeller | 301 |
| 8.1 Einleitung | 301 |
| 8.2 Windräder | 301 |
| 8.2.1 Vorbemerkung | 301 |
| 8.2.2 Windradtheorie | 303 |
| 8.2.3 Bauformen | 306 |
| 8.3 Propeller | 311 |
| 8.3.1 Strahltheorie des Propellers | 311 |
| 8.3.2 Schraubenpropeller | 312 |
| 8.3.3 Voith-Schneider-Propeller | 314 |
| 9 Anhang | 315 |
| Literaturverzeichnis | 322 |
| Sachverzeichnis | 324 |