

Sachverzeichnis

A

Abdrehgesetz, 117
Abrasion, 118
Absolut- und Relativströmung, 17–20
Absolutströmung, 17, 18
Abströmdreieck, 167
Absolutgeschwindigkeit, 17
Abwasser, 1, 3, 147, 148, 270, 312, 383
Affinitätsgesetz, 103, 104, 105
Ähnlichkeit, geometrische, 103
Aufwertung, 103, 105, 106
 nach Ackeret, 105
 nach Anderson, 106
 nach Karassik, 106
 nach Pantell, 106
Ausführung von Dichtspalten, 177
Aushebeschräge, 135, 284, 304
Auslegungsparameter, 122–140
Austauschleistung, 14, 15, 66, 67, 71–73, 77
Austauschströmung, 49
Austauschverluste, 66, 70–72, 107, 145, 380
Austrittsbreite, 122, 123
Austrittsgeometrie, 122–123
Austrittswinkel, 123, 126, 171
Axialkraft, 39, 200–210
 bei geschlossenem Laufrad, 211
 bei offenem Laufrad, 189
Axialkraftausgleich, 200–210

B

Berechnung von Drosseln (vereinfacht),
 232–241

BERNOULLI, 13, 14, 47, 80, 140, 233, 368,
 405
Bestpunkt, 3
 Lage, 107
Blasenlänge, 87
Blende, 233, 238
BORDA-Mundstück, 409
Brettschnitt, 219, 224–226, 229
Brustschaufeln, 190, 198, 199, 354, 355
Bypass-Regelung, 365

C

Carnot-Verlust, 50, 154
COUETTE-Strömung, 39

D

Dauerbetrieb, kavitationsabtragsfreier, 90
Dichtspalt, 41, 42, 101, 120, 168, 183, 196,
 197, 199, 201, 207, 208, 214, 215,
 216, 247–250, 255, 265, 281, 314,
 325, 333, 354–356, 358
Diffusor
 ebener, 51, 52, 53–54, 61
 gekrümmter, 164, 219
 Geometrie, 49, 51
 Gestaltung, 164–168
 konischer, 51–52, 54, 57
 pyramidenförmiger, 52, 55, 58, 61
 schaufelloser, 167, 168–169
Diffusorströmung, 48–62
Diffusorverlust, 27, 50, 65, 158, 159

Diffusorwirkungsgrad, 57–61
 Doppelkrümmer, 171, 406–408
 Doppelspirale, 8, 13, 149, 152–154, 158, 159, 176, 211, 216–218
 Drallrippe, 173–175
 Drallströmung, 141, 171, 172, 406, 408, 411, 412
 Drehzahl, spezifische, 39, 92–95
 Drehzahlregelung, 366, 383, 396
 Drossel, 232–241
 Drosselblende, 233, 234, 238
 Drosseldüse, 234, 238
 Drosselkurve, 6, 66, 74–77, 363
 Drosselregelung, 364
 Druck im Radseitenraum, 201
 Druckabbau, 40–41, 240, 259–260
 Druckabsenkung am Schaufelprofil, 80
 Druckabsenkungsenergiehöhe, spezifische, 80
 Druckfläche, 131, 220, 286, 320
 Druckhöhendifferenz am Dichtspalt, 196
 Druckrückgewinnungsfaktor, 55
 Druckstutzen, 152, 154–155
 Druckverlauf am Laufradumfang, 200–201, 211
 Druckverlusthöhe, bleibende, 235, 237–238
 Druckziffer, 24, 123
 Durchflussgleichung, 24
 Durchgang, freier, 164
 Düsenströmung, 48

E

Einlauftrumpete, 411, 413, 414
 Einschaufelrad, 269–271, 273, 275, 313
 Eintrittsdrall, 23, 35, 42–43, 46
 Eintrittsfläche, 139, 229
 effektive, 139, 230, 232
 Eintrittsgehäuse
 asymmetrisches, 174, 176
 Entwurf, 171–176
 symmetrisches, 174, 176
 Eintrittsquerschnitt bei räumlich gekrümmten Schaufeln, 229–232
 Energiebilanz, 10, 196
 Energieübertragung, 10, 17, 20, 22
 Entlastungskolben, 205, 207–208
 Entlastungsscheibe, 205, 207–208
 Entlastungsscheibenkammer, 184, 197, 255, 257, 260, 262, 330, 331, 342
 Entlastungsscheibenspalt, 247, 257, 325, 337
 Erreichbarer Wirkungsgrad, 63, 72, 95, 344

F

Fehlanströmung, 11, 65, 82, 400
 Festkörperwirbel, 34, 42, 45, 186, 188–189
 Flachkantdiffusor, 51, 164
 Fördergrad, 17, 44, 88–89
 Führungsgeschwindigkeit, 17
 Fußpunkt, 226, 229
 Fußpunktlinie, 230–231

G

Gasgehalt, 119
 Gehäuse
 konzentrisches, 13, 51, 211, 218
 semikonzentrisches, 13, 211, 218
 Gesamtwirkungsgrad, 68, 70–73, 97
 Geschwindigkeitsdreieck, 14, 17, 18, 20, 31–32, 132–133, 388
 der Pumpenströmung, 388
 der Turbinenströmung, 387, 388–390
 Gleichrichter, 406, 407
 Grenzsichtdicke im Radseitenraum, 192
 Grundkreis, 147, 160
 Güteziffer, 115, 313, 353

H

Halboffenes Laufrad, 203
 Halbspirale, 174, 408
 Haltedruckhöhe, 78, 80
 Hauptgleichung der Strömungsmaschinen, 23
 Hochkantdiffusor, 51, 57, 61
 Hydraulischer Durchmesser, 97
 Hydrodynamische Dichtung, 241–243, 245, 352, 358
 Hydrodynamische Unwucht, 270, 271, 313

I

Implosionsenergie, 83–84, 87, 88
 Impulskraft, 20, 21, 200, 254, 340
 Impulssatz, 20, 22, 204, 341
 Inhomogenität der Strömung, 43

K

Kanalrad, 100
 Kanalwirbel, relativer, 31, 33–34
 Kaplan'sche Dreiecksmethode, 223, 224
 Kaskade, 240
 KASP-Diffusor, 404

Kavitation, 11, 79
 Kavitationsbeiwert, 81, 83
 Kavitationsregelung, 85, 368
 Kegellehren, 226–228
 Kennfeld mit Abdrehkurven, 372
 Kolbenentlastung, 183, 184, 254, 255, 265, 267–269, 332, 339, 342, 343, 345, 346
 Kontinuitätsbedingung, 13, 47–49, 80, 170, 175, 288
 Konzentrisches Gehäuse, 12, 51, 157, 158, 211, 217, 218
 Krümmerströmung, 164, 401, 402, 413
 Kupplungsleistung, 5, 68, 72, 104, 347

L

Labyrinth-Spalt, 185
 Lagerwirkung, hydrostatische, 179
 Laminaire Strömung, 39, 249, 250, 252, 253
 Laufrad, 117–140
 Austrittsgeometrie, 35–36, 122, 123
 Austrittswinkel, 122–123, 125, 126–127
 Durchmesser, 128, 130
 Eintrittsdurchmesser, 123, 128
 Eintrittsquerschnitt, 131–132, 138–140
 Eintrittswinkel, 131
 Entwurf, 117, 127, 135
 halboffenes, 203
 Korrekturen, 223
 am Laufradaustritt, 373–378
 am Laufradeintritt, 378–380
 offenes, 119–120, 136, 155, 160, 203
 Verluste, 33
 Volumenstrom, 43, 71, 131, 174–176
 Laufschaufelverstellung, 366–367, 396
 Leistung
 hydrodynamische (hydraulische), 71
 innere, 68
 Leistungsübersicht, 372
 Leitapparatvolumenstrom, 141, 294
 Leitrad, beschauftes, 160–168
 Leitradbreite, 163–164, 303
 Leitradvolumenstrom, 179
 Leitschaufel
 Gestaltung, 164–168
 Profilierung, 161–162, 164
 Verstellung, 367
 Leitvorrichtung, 12, 140–171
 Entwurf, 140–171
 Korrekturen, 292
 Lichtweite, 164, 226
 effektive, 164, 304
 Ermittlung, 226
 ideelle, 304

Lieferziffer, 125–126
 Lomakin-Effekt, 179
 Luftgehalt, 3, 120, 122

M

Materialabtrag, 80, 83–85, 87, 88, 379
 Mehrfachspirale, 44, 152–153
 Mehrstufigkeit, 2, 93–94, 390
 Meridianschnitt, 119, 128, 285
 Minderleistung, 19–20, 28–38, 285, 318, 378, 387
 Minderleistungsziffer, 36
 Minderumlenkung, 16, 30, 171, 387, 388
 Mitdrall, 23, 82, 169, 174
 Modellgesetz, 103, 105

N

Nachdrossel, 184, 255, 257, 258, 260, 264, 331, 332, 337, 343, 346
 Netto-Energiehöhe, 79
 Niveau-Regelung, 365
 $NPSH_0$, 89
 $NPSH_3$, 89
 $NPSH_{bl}$, 89
 $NPSH_{vk}$, 89
 $NPSH_x$, 85

O

Offenes Laufrad, 203

P

Papierstoffförderung, 2, 120
 Parallel- und Reihenschaltung, 369–370
 Pelton-Turbine, 384
 Potenzialwirbel, 23
 Projektkennlinie, 73
 Pumpe, rückwärtslaufende
 Leerlaufkennlinie, 395
 Leistungsabgabe, 396

R

Radformen, 117, 118, 383
 Radialkraft (Radialschub), 211–219
 bei konzentrischen und semikonzentrischen Gehäusen, 217, 218
 Richtung, 212
 Verlauf, 218
 Radialschnitt, 133, 289, 321
 Radialschubfaktor, 212

- Radseitenraum
 Breite, 149, 160
 offener, 43, 155, 160
 Querschnitt, 140
 Strömung, 38
 Rake-Winkel, 36, 135, 284–285
 Rauchgasentschwefelung, 8, 9
 Rauheit, relative, 96
 Rauheitswert, 195
 Räumlicher Doppelkrümmer, 407
 Reaktionsgrad, 25–28
 Rechteckdiffusor, 54
 Regelung durch Drehzahländerung, 395, 396
 Reibungsbeiwert, 170
 rotierender Scheiben, 194
 von Rohrströmungen, 99
 Reibungsverlust, 96
 Reibungsverluste in Dichtspalten, 247
 Relativgeschwindigkeit, 17
 Relativströmung, 17, 18, 20
 Relativsystem, 17
 Repeller, 199, 200, 242–247, 352, 353, 358, 361
 Reynolds-Zahl, 98, 104
 Rezirkulation, 12, 66
 Ringdiffusor, 15
 Ringkammer, 34
 Ringraum, konzentrischer, 174
 Rohrbündel, 239, 406, 407
 Rohrdiffusor, 48–50
 Rotating stall, 14
 Rotationsfaktor, 189, 199, 200, 246, 247, 327, 337, 358, 360
 Rückenschaufel, 204
 Rückführbeschaufelung, 169, 308
 Rückgewinnungsfaktor, 55
 Rückwirkung, 34
 Rugo-Test, 194
- S**
- Sammelentlastung, 42, 101, 123, 141, 178, 181, 183, 195, 196, 207, 208, 243, 247
 Saugfläche, 134, 220
 Schaufel
 räumlich gekrümmte, 138, 219–228
 zylindrische, 122
 Schaufelbelastung, 123, 126, 288, 291, 323
 Schaufeldurchmesser, Reduzierung, 116
 Schaufeleintrittskante, 130, 131
 Schaufeleintrittswinkel, 131, 133
 Schaufelfläche, räumlich gekrümmte, 219–228
 grafische Darstellung, 219–228
 Schaufelprofilierung, 110, 136, 137
 Schaufel-Skelettfäche, 220
 Schaufelstärke, 133
 scheinbare, 135, 289–290, 318
 Schaufelstern, 199, 244
 Schaufelteilung, 19
 Schaufelverengungsfaktor, 133
 Schaufelverluste, 64
 Schaufelversperrung, 18, 36
 Schaufelversperrungsfaktor, 19
 Schaufelzahl, 123, 125, 163
 Scheibe
 im Gehäuse, 187–200
 im unbegrenzten Raum, 186, 187
 Scheibenentlastung, 183, 184, 205, 208, 254–256, 258, 259, 264, 265, 266, 268, 269, 325, 330–332, 339, 342, 343, 346
 Scheibenreibungsverluste, 67, 185–200
 Schnellläufigkeit, 92
 Schrägabschnitt, 13
 Schrägspalt, 354, 356
 Schubumkehr, 205, 256, 259, 267, 269
 Semikonzentrisches Gehäuse, 12, 157, 158, 211, 216–218
 Sicherheitsbeiwert, 90, 91
 Spaltdichtung, 40
 Spaltdruckhöhe, 24–26, 28
 Spaltreibung, 249, 251, 340
 Spaltstrom, 41
 zentrifugal gerichteter, 40
 zentripetal gerichteter, 41
 Spaltstromeinfluss, 41, 45, 187, 198
 Spaltverlust, 43, 141, 181–185
 Spaltweite, 179
 Spiralgehäuse, 151, 155
 Spiralquerschnitt, 146, 150, 151, 158, 296
 Staudiffusor, 14, 48
 Staupunkt, 140, 143, 147, 149, 157
 Durchmesser, 140, 157
 Stoffdichte, 122
 Stoßbeiwert, 110
 Stoßfaktor, 74
 Stoßverlust, 56, 108, 110–112, 114
 Stoßverlustminimum, 112, 140
 Stromfadentheorie, 12
 eindimensionale, 12, 16
 Stromfläche, 223
 Stromlinienfeld, 222
 Strömung
 schaufelkongruente, 30
 umfangssymmetrische, 12
 vollturbulente, 14
 wohlgeordnete, 14, 45
 Strömungsberechnung, numerische, 16

Strömungsmaschine, Hauptgleichung, 23
 Strömungszustand, 18
 Stufendichtung, 247, 268, 301
 Stufendiffusor, 404
 Stufengehäusedichtung, 346
 Stufenschritt, 168
 Stufenzahl, 102, 183
 Stützkraft, 214
 Stützwirkung, 214–216

T

Teilbeaufschlagung, 384
 Teilvolumenströme, 152
 theoretische Förderhöhe, 20–24
 Topfbauweise, 9
 Turbinenkennlinie, 387, 390, 392
 von Pumpen, 390–395
 Turbulente Strömung, 2, 192

U

Umfangsgefälle, 201
 Umfangssymmetrie, 44
 Umführungsverlust, 2

V

Venturidüse, 234, 235, 368–369
 Verdrängerpumpe, 6, 7
 Verlust, 56, 67, 111, 125, 177
 hydrodynamischer (hydraulischer),
 103–104
 mechanischer, 77, 109
 nicht-hydrodynamischer, 67
 Versatzwinkel, 135, 175
 Versperrungsfaktor, 31
 Verstopfung, 118, 119
 Verzögerungsverhältnis, 127
 Volumenstrom
 des Spiralgehäuses, 179
 stoßfreien Eintritts, 116
 stoßfreier, 111, 285
 Vordrall, 169
 Vordrallregelung, 366
 Vordrossel, 184, 208, 254–259, 263, 265, 268,
 325, 331, 336, 337, 342

W

Wandschubspannung, 186
 Wasserkennlinie, 120
 Wellenleistung, 71
 Wirbeldüse, 241
 Wirbelquelle, 140
 Wirkdruckhöhe, 237
 Wirkungsgrad, 63, 64, 68, 69, 114, 123
 Aufwertung, 103–107
 erreichbarer, 63, 95–102
 hydrodynamischer (hydraulischer), 98, 100
 innerer, 101
 mechanischer, 74
 volumetrischer, 68
 Wulst, 175

Z

Zirkularprojektion, 221, 231, 232
 Zungenprofilierung, 295
 Zungenstärke, 147
 Zuschärfungswinkel, 284, 317