

Inhalt

Formelzeichen und Abkürzungen	10
1 Einleitung	15
1.1 Definition des Sachgebietes	15
1.2 Historische Entwicklung	16
1.3 Hydraulische Antriebe und Systeme in der Gegenwart.....	18
1.4 Hydraulische Kraft- und Energieübertragung im Vergleich ..	21
1.5 Literatur zu Kapitel 1	28
2 Grundlagen	29
2.1 Hydrostatik	29
2.1.1 Die ideale Flüssigkeit	29
2.1.2 Translatorische Bewegungen.....	30
2.1.3 Rotatorische Bewegungen	32
2.2 Hydrodynamik	36
2.2.1 Gesetz von der Erhaltung der Masse	36
2.2.2 Anwendung der Kontinuitätsgleichung	36
2.2.3 Gesetz von der Erhaltung der Energie	38
2.2.4 Anwendung der Bernoullischen Gleichung.....	40
2.3 Hydraulische Widerstände	42
2.3.1 Die Viskosität	43
2.3.2 Widerstand von Rohrleitungen bei laminarer Strömung.....	46
2.3.3 Widerstand von Spalten und Drosseln	48
2.3.4 Die Reynolds-Zahl.....	51
2.3.5 Widerstand von Blenden	53
2.3.6 Druckverluste in Hydraulikkreisläufen	55
2.4 Hydraulische Netzwerke	59

2.4.1	Hydraulische Kapazitäten.....	62
2.4.2	Hydraulische Induktivität einer kurzen Rohrleitung	67
2.4.3	Hydraulische Induktivität von Motoren	68
2.4.4	Berechnungsbeispiel für ein hydraulisches Netzwerk.....	70
2.5	Gesetz von der Erhaltung des Impulses	72
2.5.1	Anwendung des Impulssatzes auf eine stationäre Strömung.....	73
2.5.2	Anwendung des Impulssatzes auf eine instationäre Strömung	75
2.5.3	Druckverluste an Querschnittsänderungen.....	77
2.6	Die Flüssigkeitssäule als homogener Schwinger	80
2.6.1	Lösung der Wellengleichung.....	84
2.6.2	Eingangswiderstand einer Rohrleitung.....	86
2.6.3	Der Druckstoß	89
2.6.4	Reflexion einer Druckwelle.....	92
2.6.5	Rohrschalldämpfer	95
2.7	Literatur zu Kapitel 2	97
3	Druckflüssigkeiten	99
3.1	Aufgaben der Druckflüssigkeiten	99
3.2	Arten der Druckflüssigkeiten.....	100
3.2.1	Allgemeine Flüssigkeiten	100
3.2.2	Schwerentflammbare Flüssigkeiten.....	102
3.2.3	Umweltverträgliche Flüssigkeiten.....	104
3.2.4	Spezielle Flüssigkeiten	107
3.3	Eigenschaften der Druckflüssigkeiten	108
3.3.1	Viskosität.....	109
3.3.2	Stockpunkt und Pourpoint	112
3.3.3	Dichte	113
3.3.4	Kompressionsmodul	114
3.3.5	Gaslösevermögen	117
3.3.6	Luftabscheidevermögen und Schaumneigung.....	120
3.3.7	Detergieren und Dispergieren.....	121
3.3.8	Wärmekapazität und Wärmeleitung.....	121

3.3.9	Entflammbarkeit.....	122
3.3.10	Lasttragevermögen und Verschleißschutz.....	122
3.3.11	Werkstoffverhalten.....	123
3.3.12	Alterungsverhalten	123
3.3.13	Biologische Abbaubarkeit und Toxizität.....	125
3.4	Additivierung von Druckflüssigkeiten	126
3.4.1	Oxidationsinhibitoren.....	127
3.4.2	Metalldesaktivatoren	127
3.4.3	Verschleißschutz	128
3.4.4	Reibwertminderer	128
3.4.5	VI-Verbesserer	128
3.4.6	Stockpunkterniedriger	129
3.4.7	Schaumverhinderer.....	129
3.4.8	Detergentien und Dispergentien	130
3.4.9	Korrosionsinhibitoren.....	131
3.5	Kennwerte von Druckflüssigkeiten	131
3.6	Literatur zu Kapitel 3	132
4	Verschmutzung und Filtration	133
4.1	Verschmutzung hydraulischer Systeme	133
4.1.1	Molekulare Verunreinigungen.....	134
4.1.2	Flüssige Verunreinigungen.....	134
4.1.3	Feste Verunreinigungen.....	134
4.1.4	Klassifizierung von Fluidreinheiten	137
4.2	Filtrationstechnik	141
4.2.1	Wirkprinzipien der Filtration	141
4.2.2	Aufbau eines Tiefenfilters	144
4.2.3	Filterkenngrößen	146
4.2.4	Funktion und Anordnung von Filtern.....	149
4.3	Partikelmesstechnik.....	153
4.4	Literatur zu Kapitel 4	158

5	Pumpen und Motoren	159
5.1	Definition	159
5.2	Hydropumpen	160
5.3	Hydromotoren	161
5.4	Bauarten hydraulischer Verdrängereinheiten	163
5.4.1	Axialkolbenmaschinen	163
5.4.2	Radialkolbenmaschinen	173
5.4.3	Zahnradmaschinen	177
5.4.4	Schraubenspindelpumpen	185
5.4.5	Flügelzellenmaschinen	187
5.5	Hydraulische Linearmotoren	193
5.5.1	Einfachwirkender Zylinder	193
5.5.2	Doppeltwirkender Zylinder	194
5.5.3	Teleskopzylinder	196
5.5.4	Endlagendämpfung	197
5.5.5	Druckübersetzer	198
5.6	Schwenkantriebe	199
5.7	Strömungsmaschinen	201
5.8	Eigenschaften und Betrieb von Verdrängereinheiten	204
5.8.1	Kompressionsverluste von Pumpen	204
5.8.2	Förderverhalten und Pulsation	206
5.8.3	Wirkungsgrade	220
5.9	Literatur zu Kapitel 5	227
6	Ventile	229
6.1	Bauarten	230
6.1.1	Längsschieberventile	230
6.1.2	Drehschieberventile	233
6.1.3	Sitzventile	234
6.2	Verstellung	236

6.3	Betätigung	238
6.3.1	Mechanisch.....	238
6.3.2	Elektrisch.....	239
6.3.3	Hydraulisch.....	246
6.4	Sperrventile	248
6.5	Wegeventile.....	251
6.5.1	Schaltventile.....	254
6.5.2	2-Wege-Einbauventile.....	255
6.5.3	Proportional-, Regel- und Servoventile.....	259
6.6	Druckventile.....	263
6.6.1	Druckbegrenzungsventile.....	264
6.6.2	Druckschaltventile.....	271
6.6.3	Druckminderventile.....	272
6.7	Stromventile	273
6.7.1	Stromregelventile	273
6.7.2	Stromteilerventile.....	281
6.8	Kräfte am Längsschieberventil	283
6.8.1	Strömungskraft	283
6.8.2	Radial- und Axialkräfte.....	289
6.9	Baugrößen, Einbau und Verkettung.....	291
6.10	Literatur zu Kapitel 6	292
7	Dichtungen	293
7.1	Einteilung der Dichtungen	293
7.2	Statische Dichtungen.....	294
7.3	Dynamische Dichtungen	295
7.3.1	Translatorische Dichtungen.....	296
7.3.2	Rotationsdichtungen.....	298
7.4	Dichtsysteme	299
7.5	Reibung und Verschleiß.....	300

7.6	Dichtungsmaterialien	303
7.7	Literatur zu Kapitel 7	306
8	Weitere Komponenten	307
8.1	Behälter	307
8.1.1	Behältergröße	308
8.1.2	Konstruktive Gestaltung	309
8.2	Wärmetauscher	310
8.3	Verbindungselemente	312
8.3.1	Rohr- und Schlauchleitungen	312
8.3.2	Anschlussarmaturen	315
8.3.3	Anschlussplatten, Anschlussblöcke und Verkettungen	316
8.4	Hydrospeicher	317
8.4.1	Bauarten	317
8.4.2	Sicherheitsbestimmungen	319
8.4.3	Kenngößen für die Speicherauslegung	321
8.4.4	Zustandsänderungen des Speichergases	322
8.4.5	Nutzungsgrad	324
8.4.6	Dynamik von Hydrospeichern	326
8.4.7	Anwendungen von Hydrospeichern	328
8.5	Sensoren und Messgeräte	330
8.5.1	Füllstandssensoren	330
8.5.2	Drucksensoren	331
8.5.3	Volumenstromsensoren	333
8.5.4	Wegsensoren	335
8.5.5	Temperatursensoren	338
8.5.6	Ölzustandssensoren	339
8.6	Literatur zu Kapitel 8	340
9	Schaltungen	343
9.1	Steuerungen	343

9.1.1	Widerstandssteuerung	345
9.1.2	Verdrängersteuerung	347
9.2	Hydrostatische Getriebe	350
9.2.1	Verschaltung	352
9.2.2	Räumliche Anordnung	354
9.2.3	Verstellung	354
9.2.4	Leistungsverzweigung	356
9.2.5	Leistungsfluss	358
9.2.6	Wirkungsgrade und Kennlinienfelder	364
9.3	Regelung	370
9.3.1	Lageregelung	370
9.3.2	Druckregelung	371
9.3.3	Stromregelungen	374
9.3.4	Drehzahlregelung	376
9.3.5	Leistungsregelung	377
9.4	Schaltungsbeispiele	380
9.4.1	Schaltungen zur Geschwindigkeitssteuerung	381
9.4.2	Schaltungen mit Stromventilen	384
9.4.3	Pressensteuerung	388
9.4.4	Gleichlaufsteuerung	388
9.4.5	Speicherladeschaltung	391
9.5	Literatur zu Kapitel 9	392
10	Anhang	393
10.1	Umrechnungsfaktoren	393
10.2	Abkürzungen von US-Maßeinheiten	393
10.3	Schaltsymbole nach DIN ISO 1219	394
10.4	Stichwortverzeichnis	398