

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung (<i>H. Ströhl, D. Will</i>)	1
2	Aufbau und Darstellung hydraulischer Anlagen (<i>D. Will</i>)	5
3	Druckflüssigkeiten (<i>D. Herschel</i>).....	13
3.1	Anforderungen.....	13
3.2	Einteilung.....	13
3.3	Eigenschaften und Kennwerte von Druckflüssigkeiten	16
3.3.1	Viskosität	16
3.3.2	Dichte und Kompressibilität	20
3.3.3	Luft und Wasser in der Druckflüssigkeit	23
3.3.4	Umweltverträglichkeit und Entsorgung.....	27
3.3.5	Technologische und ökonomische Anforderungen.....	29
3.4	Charakteristik der marktüblichen Druckflüssigkeiten	31
3.4.1	Mineralölbasische Flüssigkeiten (Mineralöle, Hydrauliköle).....	31
3.4.2	Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten.....	32
3.4.3	Biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten	34
3.4.4	Wasser	35
3.5	Einsatzkriterien und Auswahl.....	36
4	Berechnungsgrundlagen (<i>D. Will, R. Nollau</i>).....	39
4.1	Druckentstehung und -fortpflanzung	39
4.2	Kontinuitätsgesetz, Masse und Volumen.....	44
4.3	Bernoulli-Gleichung und Impulssatz	46
4.4	Strömungswiderstände.....	53
4.4.1	Druckverluste.....	54
4.4.2	Leckverluste.....	66
4.5	Hydraulische Kapazität und Induktivität	71
4.6	Verknüpfung von Grundelementen (<i>R. Nollau</i>).....	75
4.6.1	Widerstandsschaltungen zur Steuerung von Druck und Volumenstrom	75
4.6.2	Zusammenschaltung von Strömungswiderständen, Kapazitäten und Induktivitäten	81
4.7	Strömungsbedingte Kräfte an Kolben hydraulischer Ventile	85
4.8	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad und Wärmeentwicklung	90

5	Grundstrukturen hydraulischer Kreisläufe (D. Will)	95
5.1	Volumenstrom- und Druckquellen	95
5.1.1	Volumenstromquellen	95
5.1.2	Druckquellen	97
5.2.	Offener und geschlossener Kreislauf.....	98
5.2.1	Offener Kreislauf.....	99
5.2.2	Geschlossener Kreislauf	101
5.3	Parallel- und Reihenschaltung von Verbrauchern	102
5.4	Drosselkreisläufe	104
5.4.1	Drosselkreisläufe mit Druckquelle	104
5.4.2	Drosselkreisläufe mit Volumenstromquelle	106
5.5	Passive und aktive Lasten.....	107
6	Pumpen und Motoren (N. Gebhardt)	109
6.1	Einteilung	109
6.2	Kenngrößen	111
6.3	Maßnahmen zur Pulsationsminderung.....	120
6.4	Simulation von Hydromaschinen	123
6.5	Bauarten von Hydromaschinen.....	125
6.5.1	Zahnradmaschinen.....	125
6.5.2	Schraubenmaschinen	130
6.5.3	Flügelzellenmaschinen	132
6.5.4	Kolbenmaschinen	135
6.6	Stelleinheiten von Hydromaschinen	142
6.6.1	Steuereinrichtungen.....	144
6.6.2	Regeleinrichtungen.....	147
6.7	Power Packs.....	153
6.8	Prüfung von Hydromaschinen	154
7	Arbeitszylinder (N. Gebhardt)	157
7.1	Bauarten.....	157
7.1.1	Einfachwirkende Zylinder	158
7.1.2	Doppeltwirkende Zylinder.....	159
7.1.3	Schwenkmotoren	160
7.2	Berechnung von Zylindern	161
7.2.1	Hubkraft und Arbeitsgeschwindigkeit.....	162
7.2.2	Reibungskräfte und Wirkungsgrad	165
7.2.3	Knickung	168
7.2.4	Auslegung.....	170
7.3	Zusatzelemente an Zylindern.....	170
7.3.1	Dichtungen	170
7.3.2	Endlagendämpfung.....	174
7.3.3	Befestigungsmöglichkeiten der Zylinder.....	176
7.3.4	Wegmesssysteme.....	177
7.4	Überprüfung von Zylindern.....	179

8	Ventile (<i>H. Ströhl, R. Nollau</i>)	181
8.1	Druckventile	182
8.1.1	Druckbegrenzungsventile	183
8.1.2	Druckreduzierventile	190
8.1.3	Druckdifferenzventile	193
8.1.4	Druckverhältnisventile	194
8.2	Stromventile	195
8.2.1	Drosselventile	195
8.2.2	Stromregelventile	199
8.2.3	Stromteilventile	202
8.3	Sperrventile	204
8.3.1	Absperrventile	204
8.3.2	Rückschlagventile	205
8.3.3	Entsperrbare Rückschlagventile	206
8.3.4	Wechselventile	209
8.4	Wegeventile	209
8.4.1	Kolbenlängsschieberventile	212
8.4.2	2-Wege-Einbauventile als gesteuerte Einzelwiderstände	220
8.5.	Elektrisch betätigte Stetigventile (<i>R. Nollau</i>)	224
8.5.1	Servoventile	224
8.5.2	Proportionalventiltechnik	235
8.5.3	Vergleich Servo- und Proportionalventile	244
8.5.4	Regelventile	244
8.6	Verkettungstechnik und Montageformen für Ventile	245
8.6.1	Rohrleitungseinbau	245
8.6.2	Mehrventilblockbauweise	246
8.6.3	Anschlussplattenverkettung	248
8.6.4	Einschraub- bzw. Einsteckverkettung	252
9	Druckflüssigkeitsspeicher (<i>D. Herschel</i>)	253
9.1	Anwendungen	253
9.2	Wirkungsprinzip	255
9.3	Bauarten	256
9.4	Auslegung von Druckflüssigkeitsspeichern	260
9.4.1	Problemstellung und Kenngrößen	260
9.4.2	Auslegungspraxis	263
9.5	Sicherheitsvorschriften	267
9.6	Einbau, Inbetriebnahme und Wartung	269
10	Zubehör (<i>D. Herschel</i>)	271
10.1	Flüssigkeitsbehälter (Tank)	271
10.2	Flüssigkeitskühler und Vorwärmer	275
10.3	Leitungen und Leitungsverbindungen	277

10.3.1	Rohrleitungen	277
10.3.2	Rohrverschraubungen	279
10.3.3	Schlauchleitungen	285
10.4	Filter	286
10.4.1	Funktion und Kenngrößen	286
10.4.2	Filterarten und Filterkonzept	289
10.4.3	Anordnung der Filter im Kreislauf	292
11	Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung (D. Herschel)	293
11.1	Montage	293
11.2	Inbetriebnahme	296
11.3	Vorbeugende Instandhaltung (Wartung)	297
12	Messtechnik in der Hydraulik (N. Gebhardt)	301
12.1	Messgrößen	302
12.1.1	Allgemeines	302
12.1.2	Druck	306
12.1.3	Temperatur	311
12.1.4	Kombisensoren	313
12.1.5	Volumenstrom	314
12.1.6	Drehzahl	321
12.1.7	Schallpegel	322
12.2	Hydraulikmessgeräte	324
12.2.1	Digitalanzeigergeräte	325
12.2.2	Hydrotester	325
12.2.3	Sensoren und Messgeräte zur Analyse des Fluids	327
12.2.4	Der PC als Messgerät	332
12.3	Software	334
13	Diagnose und Zuverlässigkeit (N. Gebhardt)	335
13.1	Allgemeine Grundlagen	335
13.2	Hydraulikdiagnose	339
13.3	Anwendung der Hydraulikdiagnose	343
14	Projektierung und Gestaltung von Kreisläufen (R. Nollau)	347
14.1	Projektierungsgrundlagen	347
14.2	Kreislaufkonzepte	349
14.3	Kreisläufe mit Druckquellen konstanten Drucksollwertes	354
14.3.1	Kreislaufstrukturen, Teilsysteme	354
14.3.2	Antriebsschaltungen	356
14.3.3	Druckquellen	368
14.3.4	Leitungssystem	375
14.3.5	Dynamisches Verhalten	376
14.4	Kreisläufe mit Load-Sensing-System	393

14.4.1	Grundstruktur des Kreislaufes	393
14.4.2	Strukturmodifikationen	395
14.4.3	Dynamisches Verhalten	398
14.5	Kreisläufe mit Volumenstromquellen	401
14.5.1	Kreislaufstrukturen, Steuerungsprinzipien	401
14.5.2	Kreislaufvarianten	401
14.5.3	Dynamisches Verhalten	412
14.6	Vergleich der Kreislaufkonzepte	417
14.6.1	Aufwand an Komponenten, Verlustleistungen	417
14.6.2	Dynamisches Verhalten	420
14.7	Der Projektierungsprozess	421
14.7.1	Zuordnung der Antriebe zu Kreislaufstrukturen	423
14.7.2	Druckniveaufestlegung	425
14.7.3	Projektierung eines Kreislaufes mit Druckquelle	425
14.7.4	Projektierung eines Kreislaufes mit Volumenstrom- quelle	431
14.7.5	Projektierung weiterer Komponenten	431
Literatur		433
Sachverzeichnis		445