

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung (D. Will, N. Gebhardt).....	1
2	Aufbau und Darstellung hydraulischer Anlagen (D. Will)	5
3	Druckflüssigkeiten (D. Herschel).....	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	32
3.4.1	Mineralölbasische Flüssigkeiten (Mineralöle, Hydrauliköle).....	32
3.4.2	Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten	33
3.4.3	Biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten	35
3.4.4	Rheologische Flüssigkeiten	36
3.4.5	Wasser	37
3.5	Einsatzkriterien und Auswahl.....	38
4	Berechnungsgrundlagen (D. Will, R. Nollau).....	41
4.1	Druckentstehung und -fortpflanzung	41
4.2	Kontinuitätsgesetz, Masse und Volumen.....	46
4.3	Bernoulli-Gleichung und Impulssatz	48
4.4	Strömungswiderstände.....	55
4.4.1	Druckverluste.....	56
4.4.2	Leckverluste.....	68
4.5	Hydraulische Kapazität und Induktivität	73
4.6	Verknüpfung von Strömungswiderständen.....	77
4.7	Strömungsbedingte Kräfte an Kolben hydraulischer Ventile	83
4.8	Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad und Wärmeentwicklung	88
4.9	Modellierung und Simulation des dynamischen Verhaltens.....	94
4.9.1	Methodik der Modellermittlung und Modellbehandlung	94
4.9.2	Modellierung und Simulation eines Antriebszustandes..	98
4.9.3	Übertragungsfunktion eines linearen Antriebsmodells...	104

5	Grundstrukturen hydraulischer Kreisläufe (D. Will)	107
5.1	Volumenstrom- und Druckquellen	107
5.1.1	Volumenstromquellen	107
5.1.2	Druckquellen	109
5.2.	Offener und geschlossener Kreislauf	110
5.2.1	Offener Kreislauf	111
5.2.2	Geschlossener Kreislauf	113
5.3	Parallel- und Reihenschaltung von Verbrauchern	114
5.4	Drosselkreisläufe	116
5.4.1	Drosselkreisläufe mit Druckquelle	116
5.4.2	Drosselkreisläufe mit Volumenstromquelle	118
5.5	Passive und aktive Lasten	119
6	Pumpen und Motoren (N. Gebhardt)	121
6.1	Einteilung	121
6.2	Kenngößen	123
6.3	Maßnahmen zur Pulsationsminderung	132
6.4	Simulation von Hydromaschinen	138
6.5	Bauarten von Hydromaschinen	141
6.5.1	Zahnradmaschinen	141
6.5.2	Schraubenmaschinen	146
6.5.3	Flügelzellenmaschinen	147
6.5.4	Kolbenmaschinen	150
6.6	Stelleinheiten von Hydromaschinen	158
6.6.1	Steuereinrichtungen	159
6.6.2	Regelrichtungen	162
6.7	Antriebseinheiten	172
6.7.1	Aggregate	172
6.7.2	Power Packs	174
6.8	Prüfung von Hydromaschinen	175
7	Arbeitszylinder (N. Gebhardt)	177
7.1	Bauarten	177
7.1.1	Einfachwirkende Zylinder	178
7.1.2	Doppeltwirkende Zylinder	179
7.1.3	Schwenkmotoren	180
7.2	Berechnung von Zylindern	181
7.2.1	Hubkraft und Arbeitsgeschwindigkeit	182
7.2.2	Reibungskräfte und Wirkungsgrad	185
7.2.3	Knickung	188
7.2.4	Auslegung	190
7.3	Zusatzelemente an Zylindern	191
7.3.1	Dichtungen	191
7.3.2	Endlagendämpfung	197
7.3.3	Befestigungsmöglichkeiten der Zylinder	199

7.3.4	Wegmesssysteme.....	200
7.4	Überprüfung von Zylindern.....	202
8	Ventile (H. Ströhl, R. Nollau, N. Gebhardt)	207
8.1	Druckventile	208
8.1.1	Druckbegrenzungsventile	209
8.1.2	Druckreduzierventile	222
8.1.3	Druckdifferenzventile.....	228
8.1.4	Druckverhältnisventile.....	228
8.2	Stromventile.....	230
8.2.1	Drosselventile	231
8.2.2	Stromregelventile.....	234
8.2.3	Stromteilventile	239
8.3	Sperrventile.....	241
8.3.1	Absperrventile	241
8.3.2	Rückschlagventile.....	242
8.3.3	Entsperrbare Rückschlagventile	243
8.3.4	Wechselventile.....	246
8.4	Wegeventile	247
8.4.1	Kolbenlängsschieberventile	249
8.4.2	Drehschieberventile	258
8.4.3	Zwei-Wege-Einbauventile als gesteuerte Einzelwiderstände.....	260
8.5.	Elektrisch betätigte Stetigventile	263
8.5.1	Servoventile	264
8.5.2	Proportionalventiltechnik	275
8.5.3	Vergleich Servo- und Proportionalventile	284
8.5.4	Regelventile	284
8.6	Verkettungstechnik und Montageformen für Ventile	285
8.6.1	Rohrleitungseinbau	285
8.6.2	Mehrventilblockbauweise.....	286
8.6.3	Anschlussplattenverkettung.....	288
8.6.4	Einschraub- bzw. Einsteckverkettung.....	292
9	Druckflüssigkeitsspeicher (D. Herschel)	293
9.1	Anwendungen.....	293
9.2	Wirkungsprinzip	295
9.3	Bauarten.....	296
9.4	Auslegung von Druckflüssigkeitsspeichern.....	300
9.4.1	Problemstellung und Kenngrößen	300
9.4.2	Auslegungspraxis.....	303
9.5	Sicherheitsvorschriften	307
9.6	Einbau, Inbetriebnahme und Wartung	309
10	Zubehör (D. Herschel).....	311

10.1	Flüssigkeitsbehälter (Tank)	311
10.2	Flüssigkeitskühler und Vorwärmer.....	316
10.3	Leitungen und Leitungsverbindungen	317
10.3.1	Rohrleitungen	317
10.3.2	Rohrverschraubungen.....	319
10.3.3	Schlauchleitungen.....	326
10.4	Filter	327
10.4.1	Funktion und Kenngrößen.....	327
10.4.2	Filterarten und Filterkonzept	331
10.4.3	Anordnung der Filter im Kreislauf.....	333
11	Montage, Inbetriebnahme und Instandhaltung (D. Herschel)	335
11.1	Montage.....	335
11.2	Inbetriebnahme	338
11.3	Vorbeugende Instandhaltung (Wartung)	339
12	Messtechnik in der Hydraulik (N. Gebhardt)	343
12.1	Messgrößen.....	344
12.1.1	Allgemeines.....	345
12.1.2	Druck.....	350
12.1.3	Temperatur	358
12.1.4	Kombisensoren	361
12.1.5	Volumenstrom.....	362
12.1.6	Drehzahl	372
12.1.7	Schallpegel	373
12.2	Hydraulikmessgeräte	376
12.2.1	Digitalanzeigergeräte	376
12.2.2	Hydrotester	377
12.2.3	Sensoren und Messgeräte zur Analyse des Fluids	379
12.2.4	Der PC als Messgerät	388
12.3	Software.....	391
13	Diagnose und Zuverlässigkeit (N. Gebhardt).....	393
13.1	Allgemeine Grundlagen.....	393
13.2	Hydraulikdiagnose.....	397
13.3	Anwendung der Hydraulikdiagnose	401
14	Projektierung und Gestaltung von Kreisläufen (R. Nollau)	405
14.1	Projektierungsgrundlagen.....	405
14.2	Kreislaufkonzepte.....	407
14.3	Kreisläufe mit Druckquellen konstanten Drucksollwertes	412
14.3.1	Kreislaufstrukturen, Teilsysteme.....	412
14.3.2	Antriebsschaltungen	414
14.3.3	Druckquellen	426

14.3.4	Leitungssystem	433
14.3.5	Dynamisches Verhalten	434
14.4	Kreisläufe mit Load-Sensing-System	451
14.4.1	Grundstruktur des Kreislaufes	451
14.4.2	Strukturmodifikationen	453
14.4.3	Dynamisches Verhalten	456
14.5	Kreisläufe mit Volumenstromquellen	459
14.5.1	Kreislaufstrukturen, Steuerungsprinzipien	459
14.5.2	Kreislaufvarianten	459
14.5.3	Dynamisches Verhalten	470
14.6	Vergleich der Kreislaufkonzepte	475
14.6.1	Aufwand an Komponenten, Verlustleistungen	475
14.6.2	Dynamisches Verhalten	478
14.7	Der Projektierungsprozess	479
14.7.1	Zuordnung der Antriebe zu Kreislaufstrukturen	481
14.7.2	Druckniveaufestlegung	483
14.7.3	Projektierung eines Kreislaufes mit Druckquelle	483
14.7.4	Projektierung eines Kreislaufes mit Volumenstrom- quelle	489
14.7.5	Projektierung weiterer Komponenten	489
Literatur		491
Sachverzeichnis		505