

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
	Literatur	5
2	Fluide und Fluideigenschaften	7
2.1	Physikalisch-chemische Eigenschaften der Druckflüssigkeiten	7
2.1.1	Dichte	8
2.1.2	Viskosität	10
2.1.3	Luftaufnahmevermögen	17
2.1.4	Wassergehalt	19
2.1.5	Flammpunkt/Brennpunkt	19
2.1.6	Aschegehalt, Verkokungsrückstand	19
2.1.7	Stockpunkt/Pour Point	20
2.1.8	Alterung	20
2.2	Druckflüssigkeitsarten	20
2.2.1	Additivierung	21
2.2.2	Synthetische Schmierstoffe	25
2.2.3	Klassifikation/Normung	28
2.3	Biologisch abbaubare Hydraulikflüssigkeiten	35
2.3.1	Problemfelder: Verlustschmierungen und technische Havarien ..	35
2.3.2	Betriebstechnisches Umfeld: Juristische Bewertung	36
2.3.3	Was sind umweltverträgliche Schmierstoffe?	36
2.3.4	Erfahrungen/Stand der Technik	41
2.4	Druckluft	46
2.4.1	Stoffwerte von Luft	46
2.4.2	Zustandsänderungen	46
2.4.3	Feuchte Luft	48
2.5	Übungsbeispiele	50
	Literatur	51

3	Grundlagen der Fluidmechanik	55
3.1	Kontinuitätsgleichung	55
3.2	Leistung/Energie/Satz von Bernoulli	56
3.3	Druckverluste (Strömungsverluste R)	59
3.3.1	Strömungsverluste in geraden Rohrleitungen	60
3.3.2	Strömungsverluste an Einbauten und Ventilen	62
3.3.3	Reihen- und Parallelschaltung von Ventilen und Einbauten	64
3.4	Trägheitswirkung (Induktivität L)	65
3.4.1	Beschleunigung des Fluids	66
3.4.2	Induktivität L einer Rohrleitung	66
3.4.3	Berücksichtigung der Trägheit von mitbewegten Bauteilen	67
3.4.4	Berücksichtigung der Trägheit bei rotatorischen Hydraulik- antrieben	68
3.5	Kompressibilität (Kapazität C)	69
3.5.1	Kapazität C	69
3.5.2	Hydraulische Kapazität einer Rohrleitung	70
3.6	Kraftwirkungen strömender Flüssigkeiten/Impulssatz	71
3.7	Leckverluste/Volumenstrom durch Drosselung Q	72
3.7.1	Leckströmungen infolge von Druckdifferenzen im parallelen Spalt	73
3.7.2	Leckstrom im Ringspalt	75
3.7.3	Leckströmungen in röhrenförmigen Strömungskanälen	75
3.7.4	Ausfluss an Drosselstellen (Pneumatik)	75
3.8	Schallgeschwindigkeit (Druckwellengeschwindigkeit)	78
3.9	Simulationsbeispiel	79
3.10	Übungen und Beispiele	80
	Literatur	84
4	Komponenten und Bauteile	85
4.1	Grundprinzip, Leistungsübertragung und Energiewandlung	85
4.2	Statische Anlagenkennlinie	90
4.3	Schaltzeichen (DIN ISO 1219)	91
4.4	Verdrängermaschinen	92
4.4.1	Pumpen	92
4.4.2	Hubkolbenverdichter	105
4.5	Ventile	110
4.5.1	Hydraulikventile	110
4.5.2	Pneumatikventile	139
4.6	Linear- und Schwenkmotoren (Aktoren)	144
4.6.1	Hydromotoren	144
4.6.2	Pneumatikzylinder	155
4.7	Hydrostatische Antriebe/hydrodyn. Getriebe und Wandler	157
4.7.1	Hydrostatische Antriebe	157

4.7.2	Hydrodynamische Antriebe	158
4.8	Zubehör	164
4.8.1	Rohre, Schläuche	164
4.8.2	Speicher	166
4.8.3	Tank	173
4.8.4	Filter	175
4.8.5	Kühler	176
4.8.6	Schalldämpfer (Pneumatik)	177
4.9	Simulationsbeispiel	182
4.10	Visualisierung von Widerstand und Leitwert eines Regelventils	183
4.11	Simulationsbeispiel Einspritzsystem	185
4.11.1	Problemstellung	185
4.11.2	Problemanalyse	186
4.11.3	Simulationsrechnung in SCILAB	188
4.11.4	Ergebnisse der Simulationsrechnung und Parameterstudien	190
4.11.5	Zusammenfassung/Bewertung	192
4.12	Optimierung und Energieeffizienz	192
4.12.1	Kreativmethoden	192
4.12.2	Nutzwertanalyse	193
4.12.3	Drehzahlvariable Pumpen versus Schwenkpumpen	194
4.13	Drucklufteffizienz	197
4.13.1	Energetische Verluste	198
4.13.2	Betriebswirtschaftliche Bewertung	199
4.13.3	Emissionsbewertung	199
4.13.4	Optimierungspotentiale im praktischen Betrieb	199
4.13.5	Zusammenfassung/Bewertung	202
4.14	Übungen und Beispiele	203
4.14.1	Pumpen und Verdichter	203
4.14.2	Hydraulische Maschinen	203
4.14.3	Zusammenwirken von Pumpe und Anlage (Anlagenkennlinie)	204
4.14.4	Zylinder und Schwenkmotoren	205
4.14.5	Ventile und Einbauten	206
4.14.6	Wärmeverluste/Kühlerdimensionierung	208
4.14.7	Speicher	208
4.14.8	Dynamische Vorgänge	208
	Literatur	209
5	Steuern, Regeln, Simulieren	211
5.1	Steuerungen	211
5.1.1	Konventioneller Aufbau logischer Schaltungen	213
5.1.2	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	214
5.1.3	Bussysteme	216

5.2	Regelungen	222
5.2.1	Pumpenregelung	222
5.2.2	Sekundärregelung	226
5.2.3	Positionierung einer hydraulischen Achse	229
5.3	Modellbildung und Simulation	231
5.4	Übungen und Beispiele	242
	Literatur	243
	Anhang	245
	Sachverzeichnis	291