

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	18
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	45
2.4.1	Stoffwerte von Luft	45
2.4.2	Zustandsänderungen	45
2.4.3	Feuchte Luft	46
2.5	Übungsbeispiele	49
	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- anrieben	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	138
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	156
4.7.1	Hydrostatische Antriebe	157
4.7.2	Hydrodynamische Antriebe	157
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	181
4.10	Visualisierung von Widerstand und Leitwert eines Regelventils	183
4.11	Übungen und Beispiele	185
4.11.1	Pumpen und Verdichter	185
4.11.2	Hydraulische Maschinen	186
4.11.3	Zusammenwirken von Pumpe und Anlage (Anlagenkennlinie)	186
4.11.4	Zylinder und Schwenkmotoren	187
4.11.5	Ventile und Einbauten	188
4.11.6	Wärmeverluste/Kühlerdimensionierung	190
4.11.7	Speicher	191
4.11.8	Dynamische Vorgänge	191
Literatur	192
5	Steuern, Regeln, Simulieren	195
5.1	Steuerungen	195
5.1.1	Konventioneller Aufbau logischer Schaltungen	197
5.1.2	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	198
5.1.3	Bussysteme	200
5.2	Regelungen	206
5.2.1	Pumpenregelung	206
5.2.2	Sekundärregelung	210
5.2.3	Positionierung einer hydraulischen Achse	214
5.3	Modellbildung und Simulation	215
5.4	Übungen und Beispiele	225
Literatur	226
Anhang	227
Sachverzeichnis	271