
Wissensspeicher Fluidtechnik

Hydraulische und pneumatische Antriebs- und Steuerungstechnik

*Mit 287 Bildern,
54 Tabellen, 73 Tafeln*



VEB Fachbuchverlag Leipzig

Inhaltsverzeichnis

CF	1.	Charakterisierung der Fluidtechnik	13
-----------	----	--	----

Gr	2.	Grundlagen	15
	2.1.	Mathematische und physikalische Grundlagen	15
	2.1.1.	Grundgleichungen	15
	2.1.1.1.	NAVIER-STOKESSche Bewegungsgleichung	15
	2.1.1.2.	Kontinuitätsgleichung	17
	2.1.1.3.	Thermische Energiegleichung	18
	2.1.1.4.	Zustandsgleichung und Zustandsänderungsgesetze für Gase	18
	2.1.2.	Ähnlichkeitskennzahlen	21
	2.1.3.	Strömungsformen	22
	2.1.3.1.	Laminare Strömung	22
	2.1.3.2.	Turbulente Strömung	23
	2.2.	Eigenschaften von Fluiden	23
	2.2.1.	Normzustand von Fluiden	23
	2.2.2.	Kennwerte von Fluiden	25
	2.2.3.	Druckabhängigkeit von Fluiden	25
	2.2.4.	Temperaturabhängigkeit von Fluiden	30
	2.2.5.	Schallausbreitung in Fluiden	33
	2.3.	Analogiebetrachtungen	34

GG	3.	Grundelemente und Grundschaltungen	38
	3.1.	Fluidwiderstände und Widerstandsschaltungen	38
	3.1.1.	Fluidwiderstände bei laminarer Strömung	38
	3.1.2.	Fluidwiderstände bei turbulenter Strömung	41
	3.1.3.	Fluidwiderstände bei Querschnittsänderungen	42
	3.1.4.	Fluidwiderstände bei Leitungsverzweigungen	49
	3.1.5.	Kombinierte Widerstände	49
	3.1.6.	Widerstandsschaltungen	51
	3.2.	Fluidspeicher	61

3.3.	<i>Fluidleitungen</i>	63
3.4.	<i>Strahlelemente und Strahlelementeschaltungen</i>	74
3.4.1.	Allgemeines	74
3.4.2.	Turbulenzelemente	75
3.4.3.	Strahlablenkelemente	76
3.4.4.	Wandstrahlelemente	79
3.4.5.	Wirbelkammerelemente	81
3.4.6.	Gegenstrahlelemente	82
3.5.	<i>Elastische Elemente</i>	85
3.6.	<i>Schaltungen aus passiven Grundelementen</i>	88
3.6.1.	Allgemeines	88
3.6.2.	Widerstands-Speicher-Schaltungen	89
3.6.3.	Resonatoren	89

FE

4.	Funktionseinheiten	95
4.1.	<i>Aufgaben der Funktionseinheiten</i>	95
4.2.	<i>Strukturen von Funktionseinheiten</i>	95
4.2.1.	Reihenstruktur	95
4.2.2.	Parallelstruktur	96
4.2.3.	Kreisstruktur	98
4.3.	<i>Funktionseinheiten zur Signal- und Energiewandlung</i>	99
4.3.1.	Funktionseinheiten zur Informationsgewinnung	99
4.3.1.1.	Widerstandssensoren	100
4.3.1.2.	Freistrahlsensoren	100
4.3.1.3.	Strömungssstausensoren	113
4.3.1.4.	Strömungserzeugungssensoren	113
4.3.1.5.	Wirbelströmungssensoren	113
4.3.1.6.	Oszillationssensoren	114
4.3.2.	Funktionseinheiten zur Informationsverarbeitung	114
4.3.2.1.	Hydraulisch-analoge Funktionseinheiten	115
4.3.2.2.	Pneumatisch-analoge Funktionseinheiten	120
4.3.2.3.	Hydraulisch-binäre Funktionseinheiten	129
4.3.2.4.	Pneumatisch-binäre Funktionseinheiten	132
4.3.3.	Funktionseinheiten zur Informationsnutzung	139
4.3.3.1.	Hydraulische Funktionseinheiten zur Energiewandlung	140
4.3.3.2.	Pneumatische Funktionseinheiten zur Energiewandlung	144
4.3.4.	Funktionseinheiten zur Signalwandlung fluidisch – elektrisch – fluidisch	148
4.3.4.1.	Magnetische PE-, YE-, EP- und EY-Wandler	148
4.3.4.2.	Piezoelektrische PE- und EP-Wandler	152

4.3.4.3.	Thermische PE- und EP-Wandler	153
4.3.4.4.	Piezoresistive PE- und PY-Wandler	153
4.4.	<i>Funktionseinheiten zur Signalübertragung</i>	156

Ge

5.	Geräte	158
5.1.	<i>Geräte zur Informationsgewinnung</i>	159
5.1.1.	Pneumatische Meßumformer	159
5.1.2.	Pneumatische Meßumsetzer	161
5.2.	<i>Geräte zur Informationsverarbeitung</i>	164
5.2.1.	Geräte zur analogen Informationsverarbeitung	164
5.2.1.1.	Recheneinrichtungen	164
5.2.1.2.	Regeleinrichtungen	165
5.2.2.	Geräte zur binären Informationsverarbeitung	169
5.2.3.	Hydraulische Ventile als Geräte zur Informationsverarbeitung ...	171
5.2.3.1.	Hydraulische Wegeventile	171
5.2.3.2.	Hydraulische Sperrventile	175
5.2.3.3.	Hydraulische Stromventile	178
5.2.3.4.	Hydraulische Druckregelventile	186
5.2.4.	Pneumatische Ventile als Geräte zur Informationsverarbeitung ..	187
5.2.4.1.	Pneumatische Wegeventile	190
5.2.4.2.	Pneumatische Sperrventile	193
5.2.4.3.	Pneumatische Drosselventile (Stromventile)	196
5.2.4.4.	Pneumatische Druckminder- und Druckbegrenzungsventile	197
5.3.	<i>Geräte zur Informationsnutzung/Stelleinrichtungen</i>	199
5.3.1.	Übersicht	199
5.3.2.	Hydraulische Stelleinrichtungen	199
5.3.2.1.	Hydraulische Rotationsmotoren	199
5.3.2.2.	Hydraulische Schwenkmotoren	204
5.3.2.3.	Hydraulische Linearmotoren (Arbeitszylinder)	208
5.3.3.	Pneumatische Stelleinrichtungen	210
5.3.3.1.	Pneumatische Rotationsmotoren	210
5.3.3.2.	Pneumatische Schwenkmotoren	215
5.3.3.3.	Pneumatische Linearmotoren (Arbeitszylinder)	215
5.3.3.4.	Membranstellantriebe	215
5.3.3.5.	Zubehör für Membranstellantriebe	221
5.3.3.6.	Ausnutzung des Arbeitsvermögens der Druckluft	225
5.3.4.	Pneumatisch-hydraulische Antriebe	228
5.3.5.	Stoffstrom-Stellglieder	231
5.3.5.1.	Allgemeines, Durchflußverhalten	231
5.3.5.2.	Stellventile	234
5.3.5.3.	Stellklappen, Kugelventile, Absperrschieber	239
5.4.	<i>Geräte zur Informationsein- und -ausgabe</i>	241
5.4.1.	Geräte zur Ein- und Ausgabe analoger Signale	241

5.4.1.1.	Eingabe von Hand	241
5.4.1.2.	Eingabe durch Programmgeber	242
5.4.1.3.	Anzeige- und Registriergeräte	242
5.4.2.	Geräte zur Ein- und Ausgabe binärer Signale	243
5.4.2.1.	Eingabe von Hand	243
5.4.2.2.	Eingabe durch Programmgeber	243
5.4.2.3.	Binäre Anzeiger	245
5.5.	<i>Verstärker, Wandler</i>	246
5.5.1.	Pneumatische Verstärker	246
5.5.2.	Elektrisch/fluidische Signalwandler	247
5.5.2.1.	Elektrohydraulische Servoventile	248
5.5.2.2.	Elektrohydraulische Proportionalventile	249
5.5.2.3.	Pneumatisch/elektrische Umformer	251
5.5.2.4.	Pneumatisch/elektrische Umsetzer	251
5.5.2.5.	Elektrisch/pneumatische Umformer	253
5.5.2.6.	Elektrisch/pneumatische Umsetzer	253
5.6.	<i>Geräte zur Fluidenergieerzeugung</i>	254
5.6.1.	Pumpen	254
5.6.1.1.	Anforderungen, Einteilung und Ausführungsformen	254
5.6.1.2.	Charakteristische Eigenschaften von Pumpen	254
5.6.1.3.	Einrichtungen zum Verstellen des Verdrängungsvolumens	257
5.6.2.	Verdichter	258
5.6.2.1.	Bauarten, Kenngrößen, Merkmale	258
5.6.2.2.	Förderstromregelung	259
5.6.2.3.	Antriebsarten	263
5.7.	<i>Zubehör</i>	264
5.7.1.	Mittel der Verkettungstechnik	264
5.7.2.	Druckflüssigkeitsspeicher	267
5.8.	<i>Druckluftwerkzeuge</i>	269
5.8.1.	Druckluftwerkzeuge mit schlagender Energieübertragung	270
5.8.2.	Handgeführte Bohr-, Reib-, Gewindeschneid-, Fräs- und Schleif- maschinen	270
5.8.3.	Druckluftschrauber	271

FI

6.	Fluidenergieerzeugung, -aufbereitung und -fortleitung	272
6.1.	<i>Fluidenergieerzeugung</i>	272
6.1.1.	Druckflüssigkeitsstrom-Erzeugung/Pumpenschaltungen	272
6.1.1.1.	Pumpen mit konstantem Verdrängungsvolumen (Konstantpumpen)	273
6.1.1.2.	Pumpen mit veränderbarem Verdrängungsvolumen	273
6.1.1.3.	Pumpen mit Stromventilen im Ablauf	273

6.1.1.4.	Druckquellen in Verbindung mit Strom- bzw. Servoventilen	275
6.1.2.	Drucklufterzeugung	280
6.1.2.1.	Verdichtungsarbeit, Energieumwandlung, Arbeitsvermögen der Druckluft	280
6.1.2.2.	Druck- und Luftstrombedarf	282
6.1.2.3.	Anordnung der Verdichteranlagen	283
6.1.2.4.	Auswahl der Verdichteranlagen	283
6.1.2.5.	Speicherung der Energie der Druckluft	286
6.1.2.6.	Verdichterstation	287
6.2.	<i>Fluidaufbereitung</i>	289
6.2.1.	Allgemeines	289
6.2.2.	Anforderungen an die Qualität des Fluids	290
6.2.3.	Art, Anordnung und Aufgaben von Fluidaufbereitungsgeräten	293
6.2.4.	Geräte und Möglichkeiten der Fluidaufbereitung	296
6.2.4.1.	Filter	296
6.2.4.2.	Wärmeübertrager	304
6.2.4.3.	Trockner	304
6.2.4.4.	Schmierung von Pneumatikgeräten	308
6.2.4.5.	Pneumatikschalldämpfer	313
6.2.4.6.	Flüssigkeitsbehälter	314
6.3.	<i>Leitungen und Leitungsverbindungen</i>	316
6.3.1.	Rohre und Schläuche	316
6.3.2.	Leitungsbefestigungs- und Verbindungselemente	318
6.3.3.	Druckluftnetz	321

An

7.	Anwendungen	324
7.1.	<i>Anwendung der Hydraulik</i>	324
7.1.1.	Projektierung von Kreisläufen für bestimmte Arbeitsaufgaben	324
7.1.2.	Grundsaltungen	325
7.1.3.	Beispiele hydraulischer Schaltungen für bestimmte Arbeitsaufgaben	329
7.1.3.1.	Schaltungen zur Volumenstrombeeinflussung	329
7.1.3.2.	Schaltungen zur Druckbeeinflussung	333
7.1.3.3.	Schaltungen zur Leistungsbegrenzung	335
7.1.3.4.	Eilgangschaltungen	337
7.1.3.5.	Folgeschaltungen	338
7.1.3.6.	Positionier- und Sperrschaltungen	338
7.1.3.7.	Gleichlaufschaltungen	341
7.1.3.8.	Schaltungen von Druckflüssigkeitsspeichern	342
7.1.3.9.	Oszillatorschaltungen	344
7.1.3.10.	Hydrostatische Getriebe	344
7.2.	<i>Anwendung der Pneumatik</i>	346
7.2.1.	Analoge Steuerungen	346

7.2.2.	Einsatzbedingungen, Geräteauswahl für analoge Steuerungen	349
7.2.3.	Binäre Steuerungen im Druckbereich von 0 bis 140 kPa	349
7.2.3.1.	Kriterien zur Auswahl eines Gerätesystems	349
7.2.3.2.	Einsatzvorbereitung	351
7.2.3.3.	Steuerungsstrukturen, funktioneller Entwurf	353
7.2.3.4.	Funktioneller Entwurf (Beispiel)	353
7.2.3.5.	Zum technischen Entwurf	359
7.2.4.	Binäre Steuerungen im Druckbereich von 0,2 bis 1,0 MPa	359
7.2.4.1.	Grundsaltungen	359
7.2.4.2.	Steuerung von Bewegungsfolgen pneumatischer Linearmotoren . .	360
7.2.4.3.	Steuerung der Geschwindigkeit pneumatischer Linearmotoren . .	365
7.2.4.4.	Steuerung der Position pneumatischer und pneumatisch-hydraulischer Linearmotoren	366
7.2.4.5.	Zeitverzögerungsschaltungen	368
7.2.4.6.	Luftsparende Schaltungen für Linearmotoren	368
7.2.4.7.	Endlagenbremsung für pneumatische Linearmotoren	369
7.2.4.8.	Schaltungen für Spannaufgaben	370
7.2.5.	Bewegungsverhalten pneumatischer Linearmotoren	370
7.2.5.1.	Bestimmung der Zeitabschnitte für gleichbleibende Belastung entlang dem Hub	372
7.2.5.2.	Geschwindigkeitsverhalten bei gleichbleibender Belastung entlang dem Hub	375
7.2.5.3.	Bestimmung der Zeitabschnitte und des Geschwindigkeitsverhaltens für veränderliche Belastung entlang dem Hub	377
7.2.5.4.	Abschätzung der Gefahr der inneren Vereisung	378
7.2.6.	Möglichkeiten der Energieeinsparung	378
7.3.	<i>Montage, Inbetriebnahme und Wartung</i>	380
7.3.1.	Hydraulik	380
7.3.2.	Pneumatik	382
7.3.2.1.	Prüfung analoger Geräte	382
7.3.2.2.	Prüfung binärer Geräte	385
7.3.2.3.	Fehlersuche in binären Steuerungen	386
7.3.2.4.	Zur Inbetriebnahme binärer Steuerungen	388

Lv

Literaturverzeichnis	389
--------------------------------	-----

Sv

Sachwortverzeichnis	410
-------------------------------	-----

St

Standardverzeichnis	416
-------------------------------	-----
