

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	13
<b>2</b>	<b>Basiswissen</b> .....	15
2.1	Druck, Absolutdruck, Überdruck, Einheiten .....	15
2.2	Normatmosphäre, Druckluft, Druckbereiche .....	17
2.3	Thermodynamik – Grundgleichungen und Grundgesetze .....	19
2.3.1	1. Hauptsatz der Thermodynamik für geschlossene Systeme .....	19
2.3.2	1. Hauptsatz der Thermodynamik für offene Systeme .....	22
2.3.3	1. Hauptsatz der Thermodynamik für stationäre Fließprozesse .....	24
2.3.4	Zustand, Zustandsgrößen, Thermische Zustandsgleichungen .....	28
2.3.5	Kalorische Zustandsgleichungen, spezifische Wärmekapazitäten .....	30
2.3.6	Zustandsänderungen idealer Gase .....	32
2.3.6.1	Isotherme Zustandsänderung .....	32
2.3.6.2	Isobare Zustandsänderung .....	34
2.3.6.3	Isochore Zustandsänderung .....	36
2.3.6.4	Adiabate Zustandsänderung .....	38
2.3.6.5	Isentrope Zustandsänderung .....	41
2.3.6.6	Polytrope Zustandsänderung .....	42
2.3.6.7	Zusammenhang zwischen technischer Arbeit und Volumen- änderungsarbeit .....	45
2.3.6.8	Zusammenfassung: Zustandsänderungen idealer Gase .....	46
2.4	Normzustand, Normvolumen und Normvolumenstrom .....	47
2.5	Kontinuitätsgleichung .....	48
2.6	Strömungsformen .....	49
2.7	Viskosität .....	50
2.8	Druckverluste .....	51
2.9	Feuchte Luft .....	56
<b>3</b>	<b>Durchfluss durch Düsen und pneumatische Komponenten</b> .....	61
3.1	Durchfluss durch Düsen .....	61
3.2	Durchfluss durch pneumatische Komponenten .....	64
<b>4</b>	<b>Genormte Symbole</b> .....	66
<b>5</b>	<b>Grundsätzliche Struktur von Schaltplänen pneumatischer Systeme, Kenn- zeichnungen</b> .....	77
<b>6</b>	<b>Druckluftherzeugung und Druckluftaufbereitung</b> .....	84
6.1	Druckluftherzeugung .....	84
6.2	Druckluftaufbereitung .....	89

<b>7 Zylinder</b> .....	92
7.1 Einfachwirkende Zylinder .....	92
7.1.1 Kolbenstangenzylinder .....	92
7.1.2 Membran- und Rollmembranzyylinder .....	93
7.1.3 Spannmodule .....	94
7.1.4 Balgzylinder .....	95
7.1.5 Kompaktzylinder .....	96
7.1.6 Kurzhubzylinder .....	97
7.2 Doppeltwirkende Zylinder .....	98
7.2.1 Zylinder mit einseitiger Kolbenstange .....	98
7.2.2 Zylinder mit beidseitiger Kolbenstange .....	99
7.3 Knickungs- und Luftverbrauchsdiagramm .....	100
7.4 Kolbenstangenlose Zylinder .....	101
7.5 Sonderzylinder .....	103
7.6 Drehzylinder .....	104
<b>8 Schwenkmotoren</b> .....	105
8.1 Drehmomente bis 78 Nm .....	105
8.2 Drehmomente bis 260 Nm .....	108
<b>9 Druckluftmotoren</b> .....	110
9.1 Kolbenmotoren .....	110
9.2 Lamellenmotoren .....	114
<b>10 Ventile</b> .....	117
10.1 Allgemeines .....	117
10.2 Wegeventile .....	117
10.2.1 Vorbemerkungen .....	117
10.2.2 Sitzventile .....	118
10.2.3 Schieberventile .....	120
10.2.4 Betätigungseinrichtungen .....	121
10.2.5 Vorgesteuerte Wegeventile .....	123
10.3 Sperrventile .....	125
10.3.1 Allgemeines .....	125
10.3.2 Rückschlagventile .....	125
10.3.3 Entsperrbare Rückschlagventile .....	126
10.3.4 Wechselventile .....	127
10.3.5 Zweidruckventile .....	128
10.3.6 Schnellentlüftungsventile .....	129
10.3.7 Absperrventile .....	130
10.4 Druckventile .....	130
10.4.1 Allgemeines .....	130
10.4.2 Druckbegrenzungsventile .....	131
10.4.3 Druckschaltventile .....	131
10.4.4 Druckregelventile .....	131

---

10.5 Stromventile .....	133
10.5.1 Allgemeines .....	133
10.5.2 Drosselventile .....	133
10.5.3 Drosselrückschlagventile .....	134
10.6 Zeitverzögerungsventile .....	134
<b>11 Hinweise zur Entwicklung pneumatischer Systeme .....</b>	<b>136</b>
<b>12 Grundsaltungen (Auswahl) .....</b>	<b>137</b>
12.1 Schaltungen zur Ansteuerung einfachwirkender Zylinder .....	137
12.2 Schaltungen zur Ansteuerung doppeltwirkender Zylinder .....	139
12.3 Schaltungen zur Geschwindigkeitsregulierung einfachwirkender Zylinder .	141
12.4 Schaltungen zur Geschwindigkeitsregulierung doppeltwirkender Zylinder	144
12.5 Schaltungen mit Wechselventil-ODER-Funktion .....	148
12.6 Schaltungen mit Zweidruckventil-UND-Funktion .....	150
12.7 Schaltungen mit Druckschaltventil .....	151
12.8 Schaltungen mit Zeitverzögerungsventil .....	152
<b>13 Aufgaben .....</b>	<b>155</b>
<b>Quellen und weiterführende Literatur .....</b>	<b>192</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>194</b>
<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>203</b>