

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	13
2. Technische Thermodynamik der Luft	15
2.1. Grundlagen	15
2.1.1. Grundbegriffe	15
2.1.2. Thermische Zustandsgleichung idealer Gase	16
2.1.3. Anwendungsbeispiele	17
2.2. Kompressionsvorgänge	19
2.2.1. Volumenänderungs- und technische Arbeit	19
2.2.2. Adiabatische und polytrope Zustandsänderung	21
2.2.3. Idealer Verdichter	23
2.2.4. Realer Verdichter	24
2.3. Arbeitsprozesse	26
2.3.1. Adiabatische und polytrope Expansion	26
2.3.2. Druckluftmotoren-Arbeitsprozeß	27
2.4. Strömen von Luft	29
2.4.1. Durchströmen von Leitungen	29
2.4.2. Ausströmen von Luft	32
2.5. Feuchtigkeit der Luft	35
3. Druckluftherzeugung	38
3.1. Verdichter	38
3.1.1. Klassifikation der Verdichter	38
3.1.2. Begriffe, Symbole, Einheiten	41
3.2. Beschreibung der wichtigsten Verdichterbauarten	43
3.2.1. Hubkolbenverdichter	43
3.2.2. Schraubenverdichter	48
3.2.3. Zellenverdichter	52
3.2.4. Kreiselverdichter	55
3.3. Auswahl der Verdichterbauart	56

3.4.	Betreiben von Verdichteranlagen	58
3.4.1.	Allgemeine Betriebsregeln	58
3.4.2.	Regelung des Förderstromes	60
3.4.3.	Wahl des Antriebsmotors	64
3.4.4.	Kühlung	65
3.4.5.	Abwärmenutzung	69
3.4.6.	Schmierung	70
3.4.6.1.	Schmieröle für Verdichtungsräume	70
3.4.6.2.	Schmieröle für Triebwerke	73
3.4.6.3.	Schmierungsarten	73
3.4.6.4.	Schmierölverbrauch	75
3.4.6.5.	Altölwirtschaft	76
3.4.6.6.	Ölkohlebildung und -beseitigung	77
3.4.7.	Ansaugfilter	77
3.4.8.	Mobile Verdichter	78
3.4.9.	Kompakt- und Container-Verdichteranlagen	80
3.5.	Messungen an Verdichtern	80
3.5.1.	Förderstrom	80
3.5.2.	Elektroenergieverbrauch	85
3.6.	Druckluftqualität	85
4.	Druckluftfortleitung	87
4.1.	Druckluftleitungen	87
4.1.1.	Rohre, Rohrformstücke und Rohrverbindungen	87
4.1.2.	Schläuche und Schlauchverbindungen	95
4.1.3.	Armaturen	96
4.1.3.1.	Absperrorgane	100
4.1.3.2.	Rückschlagventile	104
4.1.3.3.	Reduzierventile (Druckminderventile)	104
4.1.3.4.	Überströmregler	106
4.1.3.5.	Differenzdruckregler	108
4.1.3.6.	Sicherheitsventile	108
4.1.4.	Meßeinrichtungen	109
4.1.5.	Berechnung von Rohren gegen Innendruck	112
4.2.	Leitungssystem	112
4.2.1.	Rohrleitungs- bzw. Druckluft-Netzplan	113
4.2.2.	Energieverluste	113
4.2.2.1.	Druckverluste	114
4.2.2.2.	Leckverluste	116
4.2.3.	Auslegung von Druckluftnetzen	119
4.2.3.1.	Grundlagen	119
4.2.3.2.	Auslegung von Einzelleitungen	122
4.2.3.3.	Auslegung von Ringleitungen	123
4.2.3.4.	Parallelleitungen	125
4.2.3.5.	Vermaschte Netze	125

4.2.3.6.	Auslegung von Zwischenspeichern	126
4.2.4.	Installationshinweise	127
4.3.	Druckluftspeicher	129
4.3.1.	Aufbau und Kennwerte	129
4.3.2.	Bemessung des Hauptspeichervolumens	132
4.4.	Druckluftaufbereitung	133
4.4.1.	Abscheiden fester und flüssiger tröpfchenförmiger Teilchen	133
4.4.1.1.	Kraftfilter	133
4.4.1.2.	Faserfilter	135
4.4.1.3.	Druckluftfilter	138
4.4.1.4.	Siebe	139
4.4.1.5.	Abscheiderohr	139
4.4.2.	Trocknen der Druckluft	140
4.4.2.1.	Überverdichtung	140
4.4.2.2.	Kühlung	141
4.4.2.3.	Adsorptionstrocknung	141
4.4.2.4.	Vermeiden der Eisbildung	143
4.4.3.	Ölzusatz	144
4.4.3.1.	Schmierstoffe	144
4.4.3.2.	Schmierölverbrauch und Ölerauswahl	146
4.4.3.3.	Druckluft-Nebelöler	146
4.4.3.4.	Düsenöler	148
4.4.3.5.	Tropföler	149
4.4.3.6.	Wartungs- und Druckversorgereinheiten	150
4.4.3.7.	Transportverhalten des Schmieröls in den Leitungen	151
4.5.	Nachverdichtung	153
5.	Druckluftverbraucher	154
5.1.	Grundausrüstungen	154
5.1.1.	Pneumatische Arbeitszylinder	154
5.1.1.1.	Aufbau und Wirkungsweise, Standardhublängen	154
5.1.1.2.	Technische Forderungen und Bezeichnungsprinzip	159
5.1.1.3.	Berechnung der Kolbenstangenkräfte	160
5.1.1.4.	Befestigung und Einbau, Montage und Bedienung	161
5.1.2.	Druckluftmotoren	164
5.1.2.1.	Motorgrundtypen	165
5.1.2.2.	Sternmotoren	165
5.1.2.3.	Lamellenmotoren	174
5.1.2.4.	Motorenprüfstand	177
5.1.2.5.	Auswahl eines Druckluftmotors	178
5.1.2.6.	Berechnungsbeispiele	178
5.1.3.	Kolbenarbeitsmaschinen schlagender Wirkung	179
5.2.	Maschinen für Gewinnungsarbeiten	190
5.2.1.	Abbau-, Spaten- und Aufreißhämmer	190
5.2.2.	Gesteinsbohrmaschinen	194

5.2.2.1.	Bohrhämmer	195
5.2.2.2.	Überflurhämmer	199
5.2.2.3.	Unterflurhämmer	201
5.2.2.4.	Handdreh- und Schlagbohrmaschinen	204
5.2.3.	Schlaghämmer	205
5.2.4.	Bohrstützen	205
5.2.5.	Bohrsäulen	208
5.2.6.	Bohrlafetten	210
5.2.7.	Bohrwagen	215
5.2.7.1.	Bohrwagen für das schlagende Bohren	215
5.2.7.2.	Bohrwagen für das spangebende Bohren (Drehbohrwagen)	222
5.2.8.	Spezielle Bohrmaschinenträger	223
5.2.9.	Sprengstoffladegeräte und -fahrzeuge	224
5.2.9.1.	Patronenladegerät	224
5.2.9.2.	ANO-Sprengstoffladegerät	226
5.2.9.3.	ANO-Sprengstoffladefahrzeug	227
5.3.	Lademaschinen	229
5.3.1.	Wurfschaufellader	229
5.3.2.	Bunkerlader	232
5.3.3.	Hubgreifer	234
5.3.4.	Schrapperhaspel	235
5.4.	Fördermittel	236
5.4.1.	Aufbruchbühnen und Fahrkörbe	236
5.4.2.	Zughaspel	240
5.4.3.	Druckluft-Lokomotiven	243
5.4.4.	Schüttelrutsche	243
5.5.	Pneumatische Förderung	244
5.5.1.	Förderung von Flüssigkeiten	245
5.5.1.1.	Mammutpumpe (Airlifanlage)	245
5.5.1.2.	Vakuumpumpenanlagen	247
5.5.2.	Förderung fester Stoffe	248
5.5.2.1.	ANO-Sprengstoff-Förderanlage	249
5.5.2.2.	Betonspritzmaschinen	249
5.5.2.3.	Blasversatzmaschinen	252
5.6.	Mechanismen	253
5.6.1.	Bunker- und Rollenverschlüsse	253
5.6.2.	Weichenantriebe (Weichenstellvorrichtungen)	255
5.7.	Handgeführte Druckluft-Werkzeugmaschinen	256
5.7.1.	Druckluft-Hämmer	256
5.7.2.	Druckluft-Stampfer	258
5.7.3.	Druckluft-Sägen	258
5.7.4.	Druckluft-Blechscheren	259
5.7.5.	Druckluft-Schleifmaschinen	261
5.7.6.	Druckluft-Bohrmaschinen	262
5.7.7.	Hinweise zur Pflege und Wartung	263
5.8.	Maschinen und Ausrüstungen für spezielle Einsatzfälle	264

5.8.1.	Wasserjäger (Turbopumpe)	264
5.8.2.	Durchörterungshämmer und Rohrvortriebsmaschinen	264
5.8.3.	Bohrlocherweiterer	266
5.8.4.	Önebelschmierung	267
5.8.5.	Bunkerschießanlage	269
5.8.6.	Staubfilterabreinigung	269
5.8.7.	Druckluftlampe	270
5.8.8.	Druckluft-Strahlgebläse	270
5.8.9.	Luftfilmgleiter-Transporttechnik	273
5.8.10.	Kraftkissen	274
5.9.	Ausrüstungen für Rettungszwecke und zur Brandbekämpfung	274
5.9.1.	Atemschutzgeräte	275
5.9.2.	Schaumlöschausrüstungen	276
5.10.	Bohrlochspülung	278
5.10.1.	Ausrüstungen	279
5.10.2.	Berechnung der Spülluftmenge	280
5.10.3.	Besonderheiten der Luft-Wasser-Spülung	283
5.10.4.	Besonderheiten der Schaumspülung	284
6.	Wirtschaftlichkeit der Drucklufttechnik	285
6.1.	Kosten der Druckluftherzeugung	285
6.2.	Kosten der Druck- und Undichtigkeitsverluste	292
6.3.	Optimierung des Rohrleitungsdurchmessers	292
6.4.	Optimierung der Verdichteranzahl	294
7.	Gesundheits-, Arbeits-, Brand- und Havarieschutz (GABH)	296
7.1.	Verdichteranlagen	296
7.2.	Druckbehälter	299
7.3.	Befahren von Behältern und engen Räumen	301
7.4.	Spezifische Gefährdungen und Maßnahmen zu deren Beseitigung	302
7.5.	Arbeitshygienische Forderungen und Maßnahmen zur Einhaltung	302
7.5.1.	Lärm	302
7.5.1.1.	Kenngrößen des Schalls und Bewertung	303
7.5.1.2.	Schallausbreitung	304
7.5.1.3.	Lärmschutzmaßnahmen	305
7.5.2.	Vibrationen	312
7.5.2.1.	Kenngrößen und Bewertung	313
7.5.2.2.	Vibrationsbekämpfung	313
7.5.3.	Ölaerosole	315

7.6. Hinweise auf technische Regeln	315
Literatur- und Quellenverzeichnis	317
Herstellerverzeichnis	321
Sachwörterverzeichnis	333