

# Inhalt

<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Strömungstechnik für die Abwasserförderung in Druckleitungen und betriebswirtschaftlich richtige Wahl der Förderanlagen .....</b>	<b>5</b>
1.1 Nachblasetechnik in Abwasserdruckleitungen und ihre Grenzen .....	6
1.1.1 Erklärung der Grundlagen .....	6
1.1.2 Grenzen des Transportes bei horizontaler Lage, der Rohrleitung .....	7
1.1.3 Grenzen des Transportes bei steigender Rohrleitung .....	8
1.2 Ermittlung von Druckgrößen in teilgefüllten, geschlossenen Abwasserdruckleitungen ohne Entlüftungen der Hochpunkte ....	8
1.3 Druckluft in Abwasserdruckleitungen und dessen Folgen bei Abwasserdruckleitungen mit Entlüftungen der Hochpunkte .....	11
<b>2 Feststoff-Transport in Abwasserdruckleitungen .....</b>	<b>13</b>
2.1 Grundlagen zum hydraulischen Feststoff-Transport .....	14
2.1.1 Allgemeines zu Begriffen und Indizien .....	14
2.1.2 Rohrleitungsförderung bei Flüssigkeits-Feststoffgemischen .....	15
2.1.3 Druckverlustberechnung .....	18
2.2 Geschwindigkeiten im Feststoff-Transport .....	20
2.2.1 Begriffsklärung für die kritische Geschwindigkeit: $v_{krit}$ .....	20
2.2.2 Beispiel zur $v_{krit}$ -Ermittlung mit dem Nomogramm .....	21
2.3 Nachblaseanlagen (Druckluft-Spülanlagen) als Unterstützung des Feststoff-Transports .....	21
2.3.1 Nachblaseanlagen-Planung .....	21
<b>3 Druckstoß in Abwasserdruckleitungen, und Lösungswege zur Wahl des Fördersystems .....</b>	<b>23</b>
3.1 Wahl der Druckleitung und deren Strömungsberechnung .....	24
3.2 Grundlagen zum Druckstoß in Abwasserdruckleitungen .....	27
3.2.1 Schließzeit und Nachlaufzeit der Förderanlage .....	28
3.2.2 Ersatzmaßnahmenaufzählung .....	29
3.3 Diskussion des nachfolgend aufgetragenen Bildes 14 .....	30
3.4 Betrachtung der relevanten Massen und dem Verlauf der Druckleitung .....	31
3.5 Dämpfung des Druckstoßes und Grundsatz-Hinweise zur Planung .....	33

---

<b>4</b>	<b>Förderverfahren und einsetzbare Fördertechnik</b>	35
4.1	Hydraulisch unterstützte Abwasserförderung	37
4.1.1	Förderverfahren mit Maschinen nach dem Strömungsprinzip	38
4.1.1.1	Einkanalradpumpen	39
4.1.1.2	Mehrkanalradpumpen	41
4.1.1.3	Schraubenkanalradpumpen	41
4.1.1.4	Freistromradpumpen	42
4.1.2	Förderverfahren mit Maschinen nach dem Verdrängerprinzip	44
4.1.2.1	Exzenter-schneckenpumpen	45
4.1.2.2	Drehkolbenpumpe	46
4.1.2.3	Membran-Kolbenpumpe	47
4.1.2.4	Schlauchmembran-Kolbenpumpe	48
4.1.3	Direkte hydraulische Verfahren	50
4.1.4	Indirekte hydraulische Verfahren	51
4.2	Pneumatisch unterstützte Abwasserförderung	52
4.2.1	Pneumatische Überdruckverfahren	53
4.2.2	Pneumatische Unterdruckverfahren	55
4.3	Kombinationen von verschiedenen Fördersystemen	56
4.3.1	Kombinierte pneumatische Saug/Druckanlage	57
4.3.2	Selbstansaugende Abwasserpumpen als Strömungsma- chinen	58
4.3.3	Kombinierte Pneumatik-/Verdränger-pump-anlage	59
4.3.4	Kombiniertes hydro-vakuum-pneumatisches Ejektor-Verfahren	60
4.4	Sperrstofftrennförderanlagen	60
4.5	Gefälledruckverfahren	61
<b>5</b>	<b>Belüftungs- und Druckleitungsspül-anlagen</b>	63
5.1	Belüftungsanlagen	64
5.1.1	Einsatzgesichtspunkte	64
5.1.2	Möglichkeiten der Belüftungsanlagen	67
5.2	Bauarten	71
5.2.1	Stationäre, direkte Belüftungsanlage	72
5.2.2	Stationäre, indirekte Belüftungsanlagen	74
5.2.3	Dimensionierung	76
5.3	Druckleitungsspül-anlagen	76
5.3.1	Hintergründe zum Medium	78
5.3.2	Möglichkeiten der Druckleitungsspül-anlagen	78
5.3.3	Stationäre, direkte Druckleitungsspül-anlagen	81
5.3.4	Stationäre, indirekte Druckleitungsspül-anlagen	83
5.4	Kombinationsanlagen und Sonderbauweisen	86
5.4.1	Beherrschung Druckstoß, Biologie, Hydraulik, Wirtschaftlich- keit	86
5.4.2	Beherrschung Biologie und Hydraulik	89
5.4.3	Mobile Belüftungs- und Druckleitungsspül-anlagen	91
5.5	Hinweis zu einsetzbaren Materialien	92

---

5.5.1	Kompressor .....	92
5.5.1.1	Kolbenkompressoren .....	92
5.5.1.2	Schraubenkompressoren .....	93
5.5.1.3	Druckluftspeicherbehälter .....	93
5.5.1.4	Rohrleitungen .....	94
5.5.1.5	Armaturen .....	95
5.6	Zusätzliche Hinweise .....	96
<b>6</b>	<b>Verfahrenstechnische Lösungen kommunaler Abwasser-pumpwerke .....</b>	<b>99</b>
6.1	Pumpwerke mit naß aufgestellten Pumpen .....	101
6.1.1	Pumpwerke mit Strömungsmaschinen, mit direkter Förderung aller Abwasserinhaltsstoffe .....	102
6.1.2	Pumpwerke mit Strömungsmaschinen, mit indirekter Förderung aller Abwasserinhaltsstoffe durch Sperrstofftrennfördertechnik ..	105
6.2	Pumpwerke mit trocken aufgestellten Pumpen .....	107
6.2.1	Pumpwerke mit Strömungsmaschinen mit direkter Förderung aller Abwasserinhaltsstoffe .....	108
6.2.2	Pumpwerke mit Strömungsmaschinen mit indirekter Förderung aller Abwasserinhaltsstoffe durch Trennapparate .....	112
6.2.2.1	Sperrstofftrennfördersystem mit innenliegenden Trennkam-mern .....	113
6.2.2.2	Sperrstofftrennfördersystem mit außenliegenden Trennkam-mern .....	116
6.2.2.3	Schachtsperrstofftrennfördersysteme .....	120
6.2.2.4	Siebkesselsystem .....	123
6.2.3	Pumpwerke mit Verdrängermaschinen, mit indirekter Förderung aller Abwasserinhaltsstoffe durch Sperrstofftrennfördertechnik ..	127
6.3	Pneumatisch unterstützte Abwasserförderung .....	127
6.3.1	Pneumatische Überdruckverfahren .....	128
6.3.1.1	Verfahrenserläuterung .....	129
6.3.1.2	Anlagenaufbau .....	130
6.3.1.2.1	Arbeitsbehälter .....	131
6.3.1.2.2	Abwasser-, Arbeits- und Steuerluftleitungen .....	134
6.3.1.2.3	Armaturen .....	136
6.3.1.2.4	Arbeitsluftkompressoren .....	137
6.3.1.2.5	Pneumatische Steuerlufteinheit .....	140
6.3.1.2.6	Schalldämmmaßnahmen .....	141
6.3.1.2.7	Schalt- und Steueranlage .....	146
6.3.1.2.8	Lüftungstechnik .....	147
6.3.1.3	Bauwerke .....	149
6.3.2	Kombinierte Pneumatische Saug-/Druckverfahren .....	153
6.3.2.1	Verfahrensbeschreibung .....	154
6.3.2.2	Anlagenaufbau .....	156
6.3.2.2.1	Arbeitsbehälter .....	157

---

6.3.2.2.2	Abwasser-, Arbeits- und Steuerluftleitungen .....	158
6.3.2.2.3	Arbeitsluftkompressoren für den Saug- und Druckhub .....	161
6.3.2.2.4	Pneumatische Steuerlufteinheit .....	162
6.3.2.2.5	Schalldämmmaßnahmen .....	163
6.3.2.2.6	Schalt- und Steueranlage .....	164
6.3.2.2.7	Lüftungstechnik .....	165
6.3.2.3	Bauwerke .....	167
6.4	Vakuumpneumatische Anlagen .....	170
6.4.1	Verfahrensbeschreibung .....	171
6.4.2	Anlagenaufbau .....	173
6.4.3	Einsatz und Planung .....	174
6.4.4	Verknüpfung mit anderen Pumpwerksverfahren .....	174
6.5	Sondertechniken und Speziallösungen .....	175
6.5.1	Kombinationsanlage Pneumatik – Verdrängeranlage .....	176
6.5.2	Kombinationsanlage Hebwerk – Verdränger – Druckleitungs-spül anlage .....	177
6.5.3	Kombinationsanlage Hebwerk – Pneumatikanlage .....	180
6.5.4	Kombinationsanlage Kreiselpumpe, trocken aufgestellt – Druck-leitungsspül anlage .....	182
6.5.5	Gefälledruckleitung mit Druckleitungsspül anlage und gezielter Abflußregelungsmöglichkeit .....	185
6.6	Abschließendes .....	189
7	<b>Schalt-, Steuer- und Automatisierungstechnik .....</b>	191
7.1	Bestandteile .....	192
7.1.1	Einspeiseteil .....	193
7.1.2	Lastteil .....	193
7.1.3	Steuerteil .....	194
7.2	Konventionelle Steuerung .....	194
7.3	Mikroprozessorsteuerung .....	194
7.3.1	Kompakt-SPS .....	196
7.3.2	Modular-SPS .....	197
7.4	Das SPS Programm .....	200
7.5	Sonderbauarten der SPS .....	201
7.6	Niveausteuerungen .....	201
7.6.1	Schwimmerschalternniveausteuerung .....	202
7.6.2	Kapazitive Messungen .....	203
7.6.3	Pneumatische Niveausteuerungen .....	204
7.6.3.1	Offene Pneumatikniveausteuerung .....	204
7.6.3.2	Geschlossene Pneumatikniveausteuerung .....	206
7.6.4	Ultraschallniveausteuerung .....	206
7.6.5	Konductive Niveausteuerung .....	207
7.6.6	Hydrostatische Niveausteuerung .....	208
7.7	Mengenmessung .....	209
7.7.1	Magnetisch-induktive Durchflußmessung .....	209

---

7.7.2	Hubzählungen .....	213
7.7.3	Mengenregulierung .....	214
7.8	Druck(grenzwert)-messungen .....	215
7.9	Bedien- und Visualisierungseinheiten .....	215
7.10	Signalisierung, Fernwirkung, Fernwartung .....	216
7.10.1	Örtliche Signalisierung .....	217
7.10.2	Telefongestützte Signalisierung .....	217
7.10.3	Fernüberwachungs- und steuersysteme .....	217
7.10.3.1	Fernwirksysteme .....	218
7.10.3.2	Fernwartungssysteme .....	219
<b>8</b>	<b>Materialeinsatz .....</b>	<b>221</b>
8.1	Materialgüte/Oberflächenbehandlung .....	222
8.1.1	Korrosionsbeständigkeit .....	222
8.1.1.1	Edelstahlteile .....	223
8.1.1.2	Aluminiumteile .....	223
8.1.1.3	Kunststoffteile .....	223
8.1.1.4	Gußteile .....	223
8.1.1.5	Normalstahlteile .....	224
8.1.1.5.1	Stahlteile, unverzinkt, über Abwasser .....	224
8.1.1.5.2	Stahlteile, unverzinkt, im Abwasser .....	225
8.1.1.5.3	Stahlteile, feuerverzinkt, über Abwasser .....	225
8.1.1.5.4	Stahlteile, feuerverzinkt, im Abwasser .....	225
8.1.2	Kohäsionsbeständigkeit .....	226
8.2	Armaturen .....	226
8.2.1	Schieber .....	226
8.2.2	Ventile .....	227
8.2.3	Absperklappen .....	228
8.2.4	Kugelhähne .....	228
8.2.5	Regelarmaturen .....	228
8.2.6	Rückschlagarmaturen .....	229
8.2.6.1	Rückschlagklappen .....	229
8.2.6.2	Rückschlagkugelventile .....	231
8.3	Hilfs- und Fremdenergieantriebe .....	231
8.3.1	Pneumatische Kolbenantriebe .....	231
8.3.2	Motorantriebe .....	232
8.4	Be- und Entlüftungsventile .....	232
8.5	Sicherheitsventile .....	235
8.6	Druckstoßdämpfende Armaturen .....	235
<b>9</b>	<b>Bautechnik .....</b>	<b>237</b>
9.1	Aufgaben und Grundanforderungen an den Bauwerkskörper ....	238
9.2	Dimensionierungshinweise .....	238
9.3	Materialeinsatz .....	239
9.3.1	Bedingungen zum Einbringen des Betons .....	240

---

9.3.2	Schalung .....	241
9.3.3	Fugen .....	241
9.3.4	Ausschalen und Nachbehandlung .....	242
9.3.5	Fertigbetonbauteile .....	242
9.4	Sanierungsmaßnahmen .....	243
9.5	Wasserhaltung .....	244
9.6	Gründung .....	244
9.7	Baugruben .....	245
9.8	Standsicherheitsnachweis .....	246
9.9	Mögliche Bauschutzmaßnahmen .....	247
9.10	Hochbauteile .....	248
9.11	Allgemeine Hinweise .....	249
9.11.1	Fundamente im Pumpwerk .....	249
9.11.2	Montageöffnungen und -vorrichtungen .....	250
9.11.3	Zugänge, Treppen .....	250
9.11.4	Zufahrten zu Pumpwerken .....	251
9.12	Sonderformen aus Kunststoff .....	251
9.13	Baukörper aus Polymerbeton .....	251
9.14	Sicherheit gegen unberechtigtes Betreten von PW .....	252
<b>10</b>	<b>Wirtschaftlichkeit von Abwasserpumpwerken .....</b>	<b>253</b>
10.1	Nutzungsdauer von Abwasserpumpwerken und deren Hauptbaueinheiten .....	254
10.2	Vergleichswerte .....	256
10.2.1	Investkosten .....	256
10.2.2	Betriebskosten .....	256
10.3	Hinweise für die Einschätzung der Betriebskosten .....	257
10.4	Abschließende Betrachtung .....	257
<b>11</b>	<b>Pumpwerksentwicklung .....</b>	<b>259</b>
11.1	Grundsatzuntersuchungen .....	260
11.2	Suche eines geeigneten Förderverfahrens .....	262
11.3	Standortprüfung .....	264
11.4	Suche von notwendigen Zusatzsystemen .....	264
11.4.1	Fördereinrichtung .....	265
11.4.2	Druckleitung .....	265
11.4.3	Zusatzeinrichtung .....	265
11.5	Steuerungseinrichtung .....	266
11.6	Baubedingungen .....	266
11.7	Wirtschaftlichkeit .....	267
11.8	Pumpwerksnetzsysteme .....	268
11.9	Berechnungs- und Dimensionierungsmethoden .....	270
11.10	Abschließendes .....	273

---

<b>12</b>	<b>Rechtsgrundlagen</b>	275
12.1	Rechtsgrundlagen .....	276
12.2	Regelwerke .....	278
12.2.1	ATV-Regelwerk .....	278
12.2.2	DIN-Regelwerk .....	279
12.2.3	CEN-Regelwerk .....	279
12.2.4	Andere Regelwerke .....	280
12.3	Auswahl einiger ergänzender Regeln und Vorschriften .....	280
12.4	Praxisanwendung .....	283
12.5	Hygienehinweise .....	283
<b>13</b>	<b>Abwasseranlagen in Wohnbebauung</b>	285
13.1	Was ist zu tun? .....	286
13.2	Lageeinordnung .....	286
13.3	Technische Möglichkeiten .....	287
13.3.1	Lärmminimierung .....	287
13.3.2	Geruchsminimierung .....	287
13.4	Bautechnische Möglichkeiten .....	289
13.4.1	Lärmminimierung .....	289
13.4.2	Geruchsminimierung .....	290
13.5	Äußere Gestaltung der Pumpwerke .....	290
13.6	Sicherheitsvorkehrungen .....	290
13.7	Abschließendes .....	291
	<b>Definitionen</b> .....	293
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	302