

A close-up photograph of a waterfall with water cascading over rocks, creating white foam and splashing. The background is dark and out of focus.

ABWASSERHANDBUCH 1

Für kleine und mittelgroße Abwasserpumpen

be
think
innovate

GRUNDFOS 





EINLEITUNG

Dieses Abwasserhandbuch 1 richtet sich an Konstrukteure von Pumpstationen, Planer, Anwendungsingenieure, beratende Ingenieure sowie Nutzer von Pumpstationen für kleinere Abwassertransportsysteme, bei denen Abwasserpumpen mit Motoren von 0,15 - 30 kW eingesetzt werden. Empfehlungen für größere und komplexere Anlagen werden im Abwasserhandbuch 2 (Abwasserpumpen mit Motoren bis zu 520 kW) erörtert.

Entwässerungs-, Schmutzwasser- und Klärwasseranwendungen und -installationen werden separat behandelt, um die Auswahl und Installation der richtigen Pumpe sicherzustellen.

Das Handbuch deckt Folgendes ab: Anleitung für Betrieb und Installation von nassaufgestellten Installationen und Trockenschacht-Installationen; Konstruktion des Pumpen-Sammelbrunnens mit Auslegung und Einsätzen in den Nassschächten sowie Anforderungen von Betonfundamenten in Trockenschacht-Installationen für optimierten Betrieb; schließlich Empfehlungen für die Verankerung des Rohrsystems. Das richtige Verankern der Anschlussrohre ist die Voraussetzung für optimale Hydraulikbedingungen.

Darüber hinaus werden Faktoren wie Schall, Geräusche, mitgerissene Luft, Verwirbelungen und Vibrationen sowie die besonderen Überlegungen, die angestellt werden müssen, erörtert und Empfehlungen zur Vermeidung dieser Art von destruktiven Kräften unterbreitet. Die Pumpenleistungsdaten und praktischen Beispiele gelten für 50-Hz-Pumpen.

INHALT

Einleitung

3

ENTWÄSSERUNG, SCHMUTZWASSER UND KLÄRWASSER

1. Abwasser	15
1.1. Abflusssysteme	15
1.2. Entwässerung	16
1.2.1. Installation von Drainagepumpen	16
1.3. Schmutzwasser	16
1.3.1. Installation von Schmutzwasserpumpen	17
1.4. Klärwasser aus Privathaushalten	17
1.4.1. Installation von Schmutzwasserpumpen sowie von Klärwasserpumpen für Privathaushalte	17
1.5. Klärwasser	18
1.5.1. Installation von klärwasserpumpen	19
1.5.2. Pumpen von Klärwasser mit Schneidwerkpumpen	19
2. Auslegung der Pumpenanlage	19
2.1. Aufstellungsort der Abwasserpumpenanlage	19
3. Typen der Pumpenanlagen	20
3.1. Pumpen für Entwässerung und Sammelbrunnen	20
3.2. Pumpen für Schmutzwasser sowie für Abwasser aus Privathaushalten	20
3.3. Ausfall einer Schmutzwasserpumpe	21
3.4. Abwasser mit Toilettenabfällen aus dem Inneren von Gebäuden	21
3.5. Pumpen für Klärwasser und Feststoffe	22
3.6. Ausfall einer Klärwasserpumpe	22
4. Abnutzungsaspekte bei Pumpenanwendungen mit starker Beanspruchung für gemischtes Klärwasser	23
5. Vergleich der Lebenszykluskosten	24
6. Zulaufmenge	26
6.1. Kennzahlen und Diagramme	26
6.2. Berechnung der Abwasser-Fördermenge	27
6.3. Praktisches Beispiel: Berechnung der Abwasser-Fördermenge, Q_{tot}	28
6.4. Regenwasseranlagen	29
6.5. Fördermenge des Regenwasserabflusses	29
6.6. Beispiel: Berechnung der Regenwasser-Abflussrate	30

7. Entwässerung von Gebäuden und Strukturen	31
7.1. Voruntersuchungen	31
7.2. Klassifizierung der Zustände von Erdboden und Grundwasser	31
8. Drainagewasser-Fördermenge	34
8.1. Beispiel: Berechnung der Drainagewasser-Fördermenge	34
9. Berechnen der Förderleistung	35
10. Nennzulauf in Kombisystemen	35
11. Nennzulauf in getrennten Anlagen	36
12. Pumpen und Leistung	38
12.1. Pumpen für leichte Beanspruchung	38
12.1.1. Unilift KP	38
12.1.2. Unilift AP	38
12.1.3. DP10, EF30, SL1.50 und SLV.65	38
12.1.4. DP10	38
12.1.5. EF30	39
12.1.6. SL1.50 und SE1.50	39
12.1.7. SLV.65 und SEV.65	39
12.1.8. SEG.40 und SEG.50	39
12.2. Pumpen für mittlere Beanspruchung	40
12.2.1. SL1.80 ...100 und SE1.80 ...100	40
12.2.2. SLV.80 ...100 und SEV.80 ...100	40
12.2.3. SL1.75 ...160 und SE1.75 ...160	40
12.2.4. SLV.80 und SEV.80	40
12.3. Multilift-Hebeanlagen	41
12.3.1. MULTILIFT MSS, M UND MOG MIT EINER PUMPE	41
12.3.2. MULTILIFT MC, MLD UND MDG MIT ZWEI PUMPEN	41
12.3.3. Multilift MD1- und MDV Duplex-Aggregate MIT ZWEI PUMPEN	41
12.4. Pumpen für starke Beanspruchung	42

AUSLEGUNG VON PUMPEN

1. Berechnung von Leistungsvermögen sowie Anzahl der Pumpen und Betriebsweise	44
1.2. Kleine Pumpenanlagen	44
1.3. Variation der Zulaufmenge	44

2. Abflusssysteme	45
3. Wechselbetrieb und Parallelbetrieb	46
3.1. Wechselbetrieb	46
3.2. Parallelbetrieb	47
3.3. Betrieb mit einer Pumpe	47
4. Haltbarkeit der Pumpe	48
5. Abrasive Medien	49
5.1. Sandgehalt	49
5.2. Form der Sandkörner	49
5.3. Werkstoff der Pumpe	49
5.4. Art des Laufrads	50
5.5. Förderhöhe	50
6. Korrodierende Medien	51

AUSLEGUNG UND INSTALLATION

1. Auslegung und Installation von Pumpen	54
2. Geschwindigkeit in Druckleitungen	56
3. Bestimmung von Anlagencharakteristika	57
3.1. Geodätische Höhe/statische Förderhöhe, H_{geo}	57
3.2. Verluste in Ventilen und Anschlussstücken, $H_{\text{V,A}}$	58
3.3. Lineare Reibungsverluste in Druckleitung, $H_{\text{V,R}}$	59
3.4. Dynamische Gesamtförderhöhe H_{tot}	60
4. Pumpenauswahl und Pumpencharakteristika	62
4.1. Pumpen bei Einzelbetrieb	63
4.2. Pumpen im Parallelbetrieb	64

PUMPEN UND PUMPENSCHÄCHTE

1. Medientemperatur	66
2. SE-Pumpen mit Kühlanlage	67
3. S-Pumpen mit oder ohne Kühlmantel	67
3.1. Externe Kühlung	67

4. SmartTrim	68
4.1. Dichtspalt	68
5. Sammelbrunnen der Pumpe	70
5.1. Bemessen des Pumpenschachtes	70
5.2. Zulaufmenge	70
5.3. Förderleistung	70
6. Einschalthäufigkeit und Nutzvolumen des Sammelbrunnens	71
6.1. Beispiel	71
7. Pumping Station Creator	72
6.2. Pit diameter	72
6.3. Abstand zwischen Ein- und Ausschaltniveau	72
8. Einsätze	73
9. Abstand zwischen Pumpenzulauf und Boden des Sammelbrunnens	73
9.1. Auslegung des Pumpstationszulaufs	73
10. Bildung einer Schwebeschicht in Abwasserpumpstationen	74
11. Schwefelwasserstoff (H₂S) im Sammelbrunnen der Pumpe	74

TAUCHBARE TROCKENSCHACHTPUMPEN

1. Allgemein	76
2. Vorteile der Installation	77
3. Vorteile der Anlage	77
4. Installation von tauchbaren Trockenschacht-Klärwasserpumpen	78
4.1. Fundament	78
5. Ausrichtung gefertigter Standfüße	79
6. Rohrführung	80
6.1. Saugleitung	80
7. Zulauf-Glockenmündung	81
7.1. Glockendurchmesser	81
7.2. Ausschaltniveaus	81
7.3. Einschaltniveaus	81
7.4. Allgemeine Regeln	81
8. Internes Rohrsystem	82

9. Ventile	83
10. Druckprüfungen des Rohrsystems	83
12. Bedeutung des Betriebspunktes und Probleme mit davon abweichenden Pumpen	83
11. Druckspitzen und Druckschwankungen	83
13. Vibrationen	84
13.1. Anregungsfrequenzen	84
13.2. MINIMIEREN von Vibrationen	84
13.3. Empfehlungen	84
13.4. Störungen	84
14. Installation	86
14.1. Rohrhalterungen	86
14.2. Wandstärke der Rohre	86
15. Isolierung von der Struktur	87
15.1. Abstände der Verankerungen	87
16. Fazit	88
17. Rohrwerkstoffe	88
18. Auswahl der Ventile	88
18.1. Ventile für Abwasseranwendungen	88
18.2. Schlüsselkriterien für die Ventilauswahl	88

SCHNEIDWERKPUMPEN UND DRUCKANLAGEN

1. Allgemein	90
2. Betriebsbereich	90
2.1. Druckleitung mit kleinem Durchmesser	90
2.2. Druckschwankungen	90
3. Einsatzorte für Druckentwässerungssysteme	91
3.1. Vorteile	91
3.2. Weitere Vorteile von Druckentwässerungssystemen:	91
4. Nachteile	92
5. Pumpstation mit Schneidwerkpumpe	93
6. Schneidwerkpumpen	94
6.1. SEG-Konstruktionsmerkmale	94
6.2. Zusätzliche Merkmale von SEG AUTOADAPT	94

7. Konstruktion und Auslegung eines Druckentwässerungssystems	96
7.1. Konstruktionsvoraussetzungen	96
7.2. Druckleitungen	96
7.3. Mindestgeschwindigkeit	96
7.4. Maximale Verweilzeit	96
8. Notsituationen	97
9. Stromversorgung	97
10. Ventile	97
11. Konstruktion von Druckentwässerungssystemen	98
11.1. Berechnung des Anlagennetzwerks	98
11.2. Simulation des Anlagennetzwerks	98
12. Betrieb und Wartung	102

VORGEFERTIGTE PUMPSTATIONEN

1. Allgemein	104
2. Technische Daten:	104
3. Programm an Standardpumpstationen:	105
4. Einzigartige Schachtkonstruktion für weniger Schlamm und Geruchsprobleme	106
5. Typ der Abwasseranlage	107
5.1. Freispiegelkanalanlagen	107
5.2. Druckentwässerungssysteme	107
5.3. Ein druckbeaufschlagtes System ist notwendig, wenn	107
6. Installation.	108
6.1. Installation kleiner Pumpstationen mit einem Hauptabschnitt von 400 - 1000 mm	108
6.2. AUFSCHWIMMSchutz	109
6.3. Fundamentschicht	109
6.4. Bettungsschicht	109
6.5. Verfüllung	109
6.6. Abstand zur Abdeckung	109
7. Große Pumpstationen	110
7.1. Technische Daten	110

8. Installation großer Pumpstationen	111
8.1 Fundamentschicht	111
8.2 Fundamentplatte	111
8.3 Installieren der Pumpstation	112
8.4 Verfüllung	113
8.5 Installieren der Ventilkammer	114
8.6 Verbinden der Rohre	114
8.7 Pumping Station Creator	114

MULTILIFT-HEBEANLAGEN

1. Allgemein	116
2. Beschreibung	117
3. Allgemeine Informationen zum Betrieb	117
4. Auslegung	119
5. Typische Anwendungen	119
6. Multilift MSS	120
6.1 Anwendungen	120
6.2 Technische Daten für Multilift MSS	121
7. Multilift M	121
7.1 Anwendungen	121
7.2 Technische Daten für Multilift M	122
8. Multilift MOG	122
8.1 Anwendungen	123
8.2 Technische Daten für Multilift MOG	123
9. Multilift MD	124
9.1 Anwendungen	124
9.2 Technische Daten für Multilift MD	125
10. Multilift MLD	125
10.1 Anwendungen	125
10.2 Technische Daten für Multilift MLD	126
11. Multilift MDG	127
11.1 Anwendungen	127
11.2 Technische Daten für Multilift MDG	128

12. Multilift MD1 und MDV	128
12.1. Anwendungen	128
12.2. Technische Daten für Multilift MD1 und MDV	132
13. Allgemeines Zubehör	133
13.1. Zubehör für MD1 und MDV	134
14. Allgemeine Installation	135
15. Zusätzlicher Schwimmerschalter	137

KAVITATION UND NPSH

1. Kavitation	140
1.1. Wie Dampfdruck den Pumpvorgang beeinträchtigt	141
1.2. Engere Kanäle bedeuten höhere Mediengeschwindigkeiten	141
1.3. Kavitation kann sich ausbreiten	141
1.4. Kavitation beeinträchtigt die Förderleistung	142
2. NPSH und Kavitation	142
2.1. Was ist die vorhandene NPSH?	143
2.2. Berechnung von erforderlicher und vorhandener NPSH	143
2.3. Berechnung von NPSH	143
3. Begriffe für die Berechnung	144
4. Erkennen der benötigten NPSH	146
5. Ausgleich von Dampfdruck, wo erforderlich	146
6. Überprüfen der vorhandenen NPSH	147
7. Praktische Beispiele	147
8. Sicherheitsberechnung	148
9. So verhindern Sie Kavitation	148

DICHTE, LEISTUNG UND VARIABLE GESCHWINDIGKEIT

1. Dichte und Viskosität	150
1.2. Pumpenleistung in hochdichten Medien	150
2. Mindestgeschwindigkeit	151
3. Pumpe in stark zähflüssigen Medien	152
4. Motorservicefaktor (SF)	154
5. Stromversorgung, Unterspannung und Überspannung	154
5.1. Fazit	155
6. Stromasymmetrie	156
7. Spannungsasymmetrie	158
8. Frequenz	158
9. Spannungsspitzen	158
10. Frequenzumrichter ohne Filter	159
10.1. Frequenzbetrieb	159
11. Sanftanlasser	160
12. Schütze für große Maschinen	161
13. Kondensatoren für Prozessmaschinen	161
14. Blitzschlag	161
15. EMV-Kabel	161

ZUBEHÖR FÜR ABWASSERPUMPEN

1. Allgemein	164
2. Zubehör für Entwässerungs-, Schmutzwasser und Haushaltsabwasserpumpen aus Edelstahl.	164
3. Zubehör für Entwässerungs-, Schmutzwasser und Haushaltsabwasserpumpen aus Gusseisen.	165
4. Sonstiges Zubehör für SEG AUTOADAPT	167
4.1. AUTOADAPT-Sicherungskästen	167
5. Zubehör für Abwasserpumpen für mittlere Beanspruchung	168
6. LC- und LCD-Niveauregler	170

7. Dedicated Controls	170
7.1. Wesentliche Merkmale und Vorteile	171
7.2. Erweiterte Funktionen	171
7.3. Zusätzliche Funktionen, IO 113	171
7.4. Zusätzliche Funktionen, SM 113-Auswerteeinheit	172
7.5. Zusätzliche Funktionen, MP 204	172
7.6. Zusätzliche Funktionen, CUE oder VFD (Frequenzumrichter)	172
7.7. Kommunikationsfunktionen	173
8. Frequenzumrichter für Antrieb mit regelbarer Drehzahl	174
8.1. Bedienoberfläche	174
8.2. Funktionen für Kreiselpumpen	174

PRAKTISCHE BEISPIELE

Fall 1. Berechnung der Abwasser-Fördermenge Q_{tot}	177
Fall 2. Fördermenge des Regenwasserabflusses	178
Fall 3. Drainagewasser-Fördermenge	180
Fall 4. Auslegung der Abwasserpumpe	181
Fall 5. Pumpenauslegung für Regen- und Klärwasser Wechselbetrieb	183
Fall 6. Auslegung einer Multilift-Hebeanlage	188

[1]

ENTWÄSSERUNG, SCHMUTZWASSER UND KLÄRWASSER

1. Abwasser

Abwasser lässt sich in verschiedene Gruppen unterteilen, die sich nach Herkunft und Art der enthaltenen Verunreinigungen (z. B. Sand, Kies, Fasern und Feststoffe) richten. Normalerweise unterscheidet man Abwasser nach Entwässerung, Schmutzwasser und Klärwasser.

Für die meisten Menschen ist Abwasser in Form von Schmutzwasser aus Abflüssen, Waschmaschinen, Toiletten oder aus Industrieanlagen einfach etwas, das in der Kanalisation verschwindet, und in den meisten Fällen ist das auch tatsächlich so.

1.1. ABFLUSSSYSTEME

Die Wechselbeziehung zwischen menschlichen Aktivitäten, Häusern mit Badezimmern, Duschen, Toiletten und dem natürlichen Wasserkreislauf erfordert die Einrichtung eines Abflusssystems für Abwasser, wie es in Abb. 1 gezeigt wird. Der Zweck des Abflusssystems besteht darin, das Abwasser auf eine Weise zu behandeln, bei der die Unannehmlichkeiten und die Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung und die Umgebung so gering wie möglich gehalten werden.

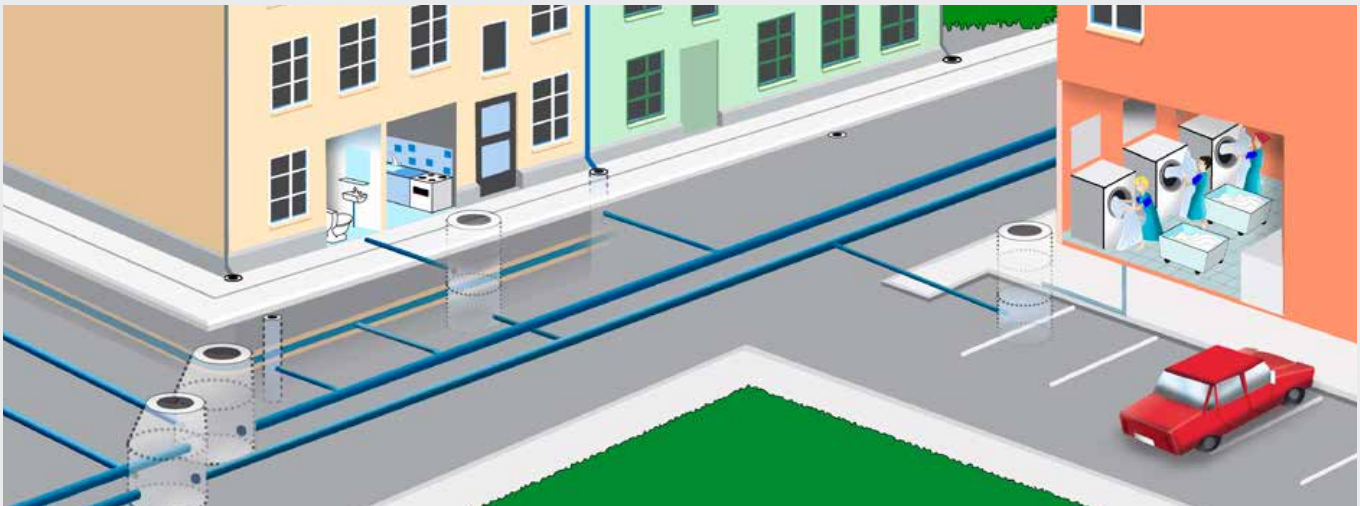


Abb. 1

Art des Abwassers		Einleitung aus
Entwässerung	Drainage- und Fremdwasser	Abflüsse um Gebäude mit Keller, Entwässerungsgebiete, undichte Leitungen und Verbindungen
Regenwasser/ Oberflächenwasser	Regen- und Schmelzwasser	Straßen, Parkflächen, Höfe, Dachflächen usw.
Schmutzwasser	Industrielles Abwasser ohne Toilettenabfälle	Wirtschaftstätigkeit (zur Produktion eingesetztes Wasser, einschließlich Kühl- und Spülwasser)
Klärwasser	Abwasser mit Toilettenabfällen	Wohngebäude, Hotels, Krankenhäuser, Institutionen, öffentliche Gebäude usw.

1.2. ENTWÄSSERUNG

Undurchdringliche und gepflasterte Oberflächen verhindern, dass Regenwasser auf natürliche Weise ablaufen kann. Abwasser aus Abflüssen um Gebäude, Dächer, Parkflächen, entwickelte Stadtgebiete oder bebaute Flächen gelangt mithilfe der Schwerkraft in Sammelgruben und über Ablaufleitungen zum Empfänger. Dies wird in Abb. 2 dargestellt.



Abb. 2

Sollte das Wasser nicht per Schwerkraft zum Empfänger gelangen können, muss es gepumpt werden.

Tauchbare Grundfos Entwässerungspumpen des Typs Unilift KP mit einem freien Durchgang von 10 mm und Unilift AP mit 12 mm freiem Durchgang sowie halboffene Laufräder eignen sich sowohl für eine vorübergehende als auch für eine dauerhafte freistehende Installation in Pumpenschächten. Mit ihnen lässt sich Drainagewasser oder industrielles Abwasser ohne Verunreinigungen, z. B. Fasern und andere Schwebeteilchen, pumpen.



Unilift KP und Unilift AP

1.2.1. INSTALLATION VON DRAINAGEPUMPEN

Grundfos Drainagepumpen zur dauerhaften Installation im Schacht sind mit oder ohne Niveauschalter für den automatischen Start bzw. Stopp der Pumpe erhältlich. Pumpen mit Niveauschalter sind auf einfache Installationen ausgelegt, in denen ihr Start bzw. Stopp automatisch je nach Wasserstand erfolgt. Für einen Hochwasseralarm muss ein separater Niveausensor installiert werden.

Pumpen ohne Niveauschalter sind auf eine mobile Nutzung ausgelegt. Zusammen mit separaten Niveauschaltern für Start, Stopp und Alarme ist aber auch eine dauerhafte Installation möglich. In solch einem Fall ist auch ein separates Bedienfeld erforderlich, z. B. die Steuerung Grundfos LC.

1.3. SCHMUTZWASSER

Schmutzwasser kann als schmutziges Wasser und unbehandeltes Abwasser ohne Toilettenabfälle definiert werden. Schmutzwasser kann Fasern und Schwebepartikel bis zu einer Größe von 35 mm enthalten.

Schmutzwasser kann aus Entwässerungssystemen, Abwassersystemen aus Haushalten und Anwendungen in der Landwirtschaft, der Gastronomie, dem Molkerei- und Brauereiwesen usw. stammen.

Tauchbare Grundfos Schmutzwasserpumpen des Typs Unilift AP 35 und Unilift AP 35 B mit 35 mm freiem Durchgang und Freistromlaufrad eignen sich sowohl für eine vorübergehende als auch für eine dauerhafte freistehende Installation in Pumpenschächten. Mit ihnen lässt sich Gebäudeabwasser ohne Toilettenabfälle oder industrielles Abwasser mit Verunreinigungen wie etwa Fasern aus Waschmaschinen fördern.



Unilift AP 35



Unilift AP 35 B

1.3.1. INSTALLATION VON SCHMUTZWASSERPUMPEN

Grundfos Schmutzwasserpumpen der Typen Unilift AP 35 und Unilift AP 35 B zur dauerhaften Installation in Pumpenschächten sind mit oder ohne Niveauschalter erhältlich. Die Installation entspricht der Vorgehensweise, die für Grundfos Entwässerungspumpen beschrieben wurde.

1.4. KLÄRWASSER AUS PRIVATHAUSHALTEN

Üblicherweise wird zwischen Klärwasser aus Privathaushalten und Klärwasser aus öffentlichen Gebäuden unterschieden. Der Eigentümer eines Einfamilienhauses mit einer Pumpenstation zum Entsorgen von Abwasser kann vermeiden, dass ungeeignete Gegenstände wie Bodenwischtücher, Geschirrtücher, Windeln usw. in die Abwasseranlage gelangen.

Tauchbare Grundfos Klärwasserpumpen des Typs Unilift AP 50 und Unilift AP 50 B mit 50 mm freiem Durchgang und Freistromlaufrädern eignen sich sowohl für eine vorübergehende als auch für eine dauerhafte freistehende Installation in Pumpenschächten. Mit ihnen lässt sich Abwasser aus Privathaushalten mit Toilettenabfällen oder industrielles Abwasser mit Verunreinigungen wie Fasern und Feststoffen mit einer Größe von bis zu 50 mm fördern.



Unilift AP 50



Unilift AP 50 B

Außerdem können für den Transport von Abwasser mit Toilettenabfällen aus Privathaushalten auch tauchbare Grundfos Schneidwerkumpen des Typs SEG eingesetzt werden.



SEG-Pumpen werden in Abschnitt 10 näher behandelt.

1.4.1. INSTALLATION VON SCHMUTZWASSERPUMPEN SOWIE VON KLÄRWASSERPUMPEN FÜR PRIVATHAUSHALTE

Grundfos Schmutz- und Klärwasserpumpen (Privathaushalte) der Typen Unilift AP 50 und Unilift AP 50 B zur dauerhaften Installation in Pumpenschächten sind mit oder ohne Niveauschalter erhältlich. Die Installation entspricht der Vorgehensweise, die für Grundfos Entwässerungspumpen beschrieben wurde.

1.4.2. ANSPRUCHSVOLLERE ANWENDUNGEN

Für anspruchsvollere Anwendungen sind Grundfos Entwässerungs-, Schmutzwasser- und Klärwasserpumpen aus Gusseisen mit ebenfalls aus Gusseisen bestehenden Laufrädern die richtige Wahl.



Entwässerungspumpen des Typs DP sind mit halboffenen Laufrädern mit einem freien Durchgang von 10 mm ausgestattet. Schmutzwasserpumpen des Typs EF besitzen offene Kanallaufblätter mit einem freien Durchgang von 30 mm. Für Privathaushalte geeignete Klärwasserpumpen des Typs SE1 verfügen über geschlossene Einzelkanallaufblätter mit einem freien Durchgang von 50 mm, während die SEV-Klärwasserpumpen SuperVortex-Laufräder mit 65 mm freiem Durchgang aufweisen.

Der wichtigste Grund für die Unterscheidung zwischen Entwässerung, Schmutzwasser und Klärwasser besteht darin, das Finden der richtigen Punkte für eine bestimmte Anwendung zu erleichtern. Je enger der freie Durchgang in der Pumpenhydraulik, desto höher ist die Effizienz der Hydraulik und desto kleiner ist der benötigte Motor.

1.5. KLÄRWASSER

Klärwasser enthält alles, was in Abwasser überhaupt enthalten sein kann. Dabei ist zu bemerken, dass Klärwasser auch Entwässerung und Schmutzwasser enthalten kann, wenn die Abführung in einem kombinierten System erfolgt.

Klärwasser kann als unbehandeltes Abwasser mit Toilettenabfällen aus öffentlichen Gebäuden, Hotels, Krankenhäusern, Institutionen und Ferienanlagen definiert werden.

Tauchbare Grundfos Klärwasserpumpen der Typen SL1 und SE1 mit S-tube®-Laufrädern besitzen einen freien Durchgang von 75 - 160 mm. Pumpen der Typen SLV und SEV haben dagegen SuperVortex-Laufräder und im Gehäuse einen freien Durchgang von 65 - 100 mm. Sie eignen sich für den Transport von unbehandeltem Klärwasser.

Mit einer Klärwasserpumpe kann auch Entwässerungs- und Schmutzwasser gefördert werden, wenn die erforderliche Förderleistung die Leistung der verfügbaren Entwässerungs- und Schmutzwasserpumpen übersteigt. Allerdings können Entwässerungs- und Schmutzwasserpumpen aufgrund des kleineren freien Durchgangs umgekehrt nicht zum Fördern von Klärwasser verwendet werden.



SL1- und SLV-Pumpen



SE1- und SEV-Pumpen

1.5.1. INSTALLATION VON KLÄRWASSERPUMPEN

Grundfos Klärwasserpumpen der Typen SL1 und SLV eignen sich sowohl für nassaufgestellte Installationen auf einem Kupplungsfußkrümmer-Satz als auch für eine freistehende Installation auf dem Boden des Schachtes.

SE1- und SEV-Pumpen sind auf eine nassaufgestellte Installation auf einem Kupplungsfußkrümmer und auf eine vertikale oder horizontale Installation in einem Trockenschacht ausgelegt. Kupplungsfußkrümmer und Trockenschachtinstallationen werden in Abschnitt 2 behandelt.

1.5.2 PUMPEN VON KLÄRWASSER MIT SCHNEIDWERKPUMPEN

SEG-Schneidwerkpumpen mit Schneidsystem vorne am Pumpeneinlauf eignen sich zum Pumpen von Klärwasser mit Toilettenabfällen durch kleine Druckleitungen mit Durchmessern von 40 mm, 50 mm, 65 mm oder 80 mm.

Ihre Fähigkeit zum Liefern hoher Förderhöhen und zum effektiven Zerkleinern von Windeln, Gummihandschuhen, Handtüchern, Plastikspielzeug usw. in kleine Fragmente macht sie zur richtigen Wahl für Druckentwässerungssysteme.



SEG- und SEG-AUTOADAPT-Pumpen

Grundfos Schneidwerkpumpen der Typen SEG und SEG-AUTOADAPT eignen sich sowohl für nass und freistehend aufgestellte Installationen auf dem Boden des Schachtes als auch für die Installation auf einem Kupplungsfußkrümmer-Satz mit doppeltem Führungsrohr.

2. Auslegung der Pumpenanlage

Die Auslegung von Abwassersystemen in privaten, öffentlichen, kommunalen und industriellen Anlagen wie auch in Abflusssystemen für Regenwasser muss gemäß den örtlichen Vorschriften erfolgen. Dieses Handbuch für Ingenieure dient als Ergänzung zu diesen Vorschriften.

2.1 AUFSTELLUNGORT DER ABWASSERPUMPENANLAGE

Folgende Aspekte sind bei der Auswahl des am besten geeigneten Aufstellungsorts für die Pumpenanlage zu berücksichtigen:

- Auslegung des Einlaufs zur Vermeidung von Kavitationsproblemen
- Vorkehrungen für eine spätere Kapazitätserweiterung und für destruktive Kräfte bei Wasserschlag
- Zugang für Reparaturen
- Umweltaspekte, einschließlich Zugriff für Spülaktivitäten
- Betrieb und Wartung

Bei Abwasserschächten außerhalb von Gebäuden zusätzlich:

- Mindestabstände zum Fundament
- Zustand von Erdboden und Grundwasser
- Gebietswidmung/Grundstückserwerb
- Streckenführung zum Ablauf der Pumpenanlage
- Stromversorgung
- Aufstellungsort der überflutungsgeschützten elektrischen Schalttafel
- Notüberlauf oder Überflutungsschutz
- Trockene oder nasse Pumpeninstallation
- Ventilposition (Trocken- oder Nassschacht)
- Vorgefertigter Schacht oder Schachtbau vor Ort
- Geschwindigkeit im Rohrsystem (m/s)

Bei Abwasserschächten innerhalb von Gebäuden zusätzlich:

- Spezieller Raum
- Hermetisch abgedichtete, vorgefertigte Tanks mit Frischluft-Belüftung über ein Rohr mit einem Mindestdurchmesser von 50 mm
- Notüberlauf
- Überflutungsschutz
- Rohrabmessungen und Eindringtiefe in die Wand

3. Typen der Pumpenanlagen

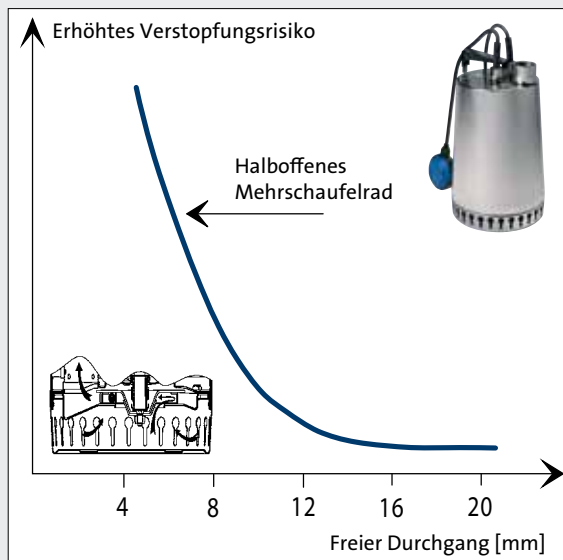
In diesem Handbuch wird, wie oben beschrieben, zwischen drei Grundtypen von Abwasser unterschieden:

1. Pumpen für Entwässerung und Sammelbrunnen
2. Pumpen für Schmutzwasser und behandeltes Abwasser
3. Pumpen für Klärwasser und Feststoffe

Pumpenauswahl, Rohrabmessungen und die Folgen eines Ausfalls der Pumpe unterscheiden sich bei jedem dieser drei Typen von Abwasser.

3.1. PUMPEN FÜR ENTWÄSSERUNG UND SAMMELBRUNNEN

Die zu erwartende Partikelgröße in den geförderten Medien beträgt höchstens 10 - 12 mm mit nur einem begrenzten Anteil von Langfasern.



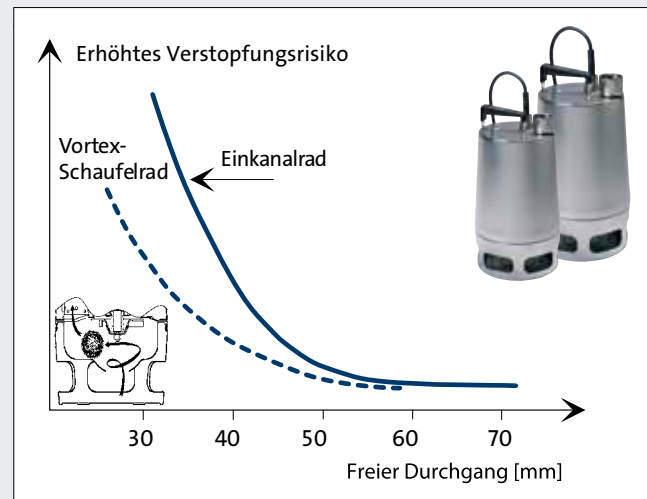
Das Diagramm in Abb. 3 zeigt das Verhältnis zwischen Verstopfungsrisiko und den Abmessungen des freien Pumpendurchgangs. Mit einem freien Durchgang von 10 - 12 mm in der Hydraulik wird ein guter Schutz vor Verstopfung erreicht.

Zur mobilen Verwendung

Wenn die Entwässerungspumpe nicht dauerhaft installiert ist, kann sie als mobile Pumpe zum Entwässern von Kellern, für Springbrunnen oder für gewerbliches Abpumpen bei Ausschachtungsarbeiten verwendet werden. Im Grunde ist jede Einsatzform möglich, bei der flexible vertikale Ablaufschläuche verwendet werden.

Bei Entwässerungsarbeiten führt ein Ausfall der Pumpe in der Regel nur zu einer Überflutung, die durch normale Reinigungsarbeiten behoben werden kann. Wenn dies nicht akzeptabel ist, muss die Installation mit einem Pumpentyp für Schmutzwasser aufgerüstet werden, um das Verstopfungsrisiko so weit wie möglich zu reduzieren. Anschaffungs- und Betriebskosten der Pumpe erhöhen sich hierdurch um mehr als 60 %.

3.2. PUMPEN FÜR SCHMUTZWASSER SOWIE FÜR ABWASSER



Das Diagramm in Abb. 4 zeigt das Verhältnis zwischen Verstopfungsrisiko und den Abmessungen des freien Pumpendurchgangs. Mit einem freien Durchgang von 35 mm für die Förderung von Schmutzwasser bzw. von 50 mm für die Förderung von Abwasser aus Privathaushalten wird ein guter Schutz vor Verstopfung erreicht.

Die zu erwartende Partikelgröße in den geförderten Medien beträgt höchstens 25 - 35 mm mit einem moderaten Anteil von Langfasern, z. B. menschlichem Haar, Tierhaar, Bürsten und Fasern aus privaten und industriellen Waschmaschinen.



Abb. 5

Zur mobilen Verwendung

Die mobilen Versionen von Unilift AP 35, Unilift AP 50 Unilift AP 35 B und Unilift AP 50 B eignen sich für Pumparbeiten in Kläranlagen, für das Abpumpen von Klärgruben oder von Regenwassergruben an Straßen sowie für andere Abwassertypen, außer Toilettenabfällen aus öffentlichen Gebäuden.

3.3. AUSFALL EINER SCHMUTZWASSERPUMPE

Der Ausfall einer Pumpe bei der Förderung von Schmutz- oder Klärwasser führt in der Regel zu hohen Kosten für erheblichen Reinigungs- und Desinfektionsaufwand, bevor ein Abtrocknen erfolgen kann.

Wenn dies nicht akzeptabel ist, muss die Installation mit einem Pumpentyp für Klärwasser oder einer Schneidwerkpumpe aufgerüstet werden, um das Verstopfungsrisiko so weit wie möglich zu reduzieren. Anschaffungs- und Betriebskosten der Pumpe erhöhen sich hierdurch um mehr als 60 %.

Wenn die Ableitungsrohre von Pumpstationen kleiner sind als DN 80 oder wenn der Pumpen-Sammelbrunnen sehr klein ist, setzen Sie für Flussraten von bis zu 7 l/s Schneidwerkumpen ein.

In der Regel sind Klärwasserpumpenanlagen mit **SuperVortex**- oder **S-tube®**-Laufkrädern für eine Schmutzwasserbehandlung nur bei $Q > 10$ l/s wirtschaftlich sinnvoll.

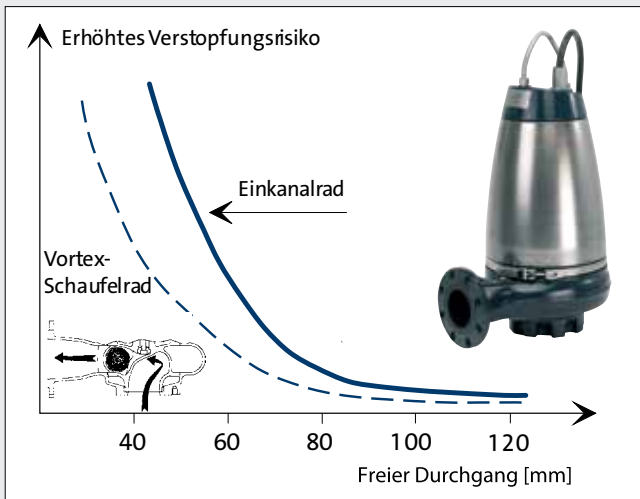
3.4. ABWASSER MIT TOILETTENABFÄLLEN AUS DEM INNEREN VON GEBÄUDEN

Hebeanlagen sind eine Universallösung, die auf das Sammeln und Fördern von Abwasser aus den Sanitäreinrichtungen von Privathaushalten ausgelegt ist. Diese Einrichtungen können sich in einem einzelnen Raum oder auf einem gesamten Stockwerk befinden.

Hebeanlagen wurden für die Unterbringung in Gebäuden konstruiert. Ihre Druckleitungen sind mit den Sammelleitungen für das Gebäudeabwasser verbunden. Hebeanlagen werden in Abschnitt 7 behandelt.



Abb. 6 Multilift-Hebeanlage in einem Keller zum Sammeln und Ableiten von Abwasser aus einer Toilette



Das Diagramm in Abb. 7 zeigt das Verhältnis zwischen Verstopfungsrisiko und den Abmessungen des freien Pumpendurchgangs. Mit einem freien Durchgang von 65 - 100 mm für die Förderung von Klärwasser über Pumpen mit Freistromlaufrad bzw. 75 - 160 mm über Pumpen mit S-tube®-Laufrädern wird ein guter Schutz vor Verstopfung erreicht.

Im geförderten Abwasser aus öffentlichen Gebäuden, Institutionen usw. sind Festkörper mit 70 mm Größe zu erwarten. Der hohe Anteil von Festkörpern setzt sich beispielsweise aus Kinderschuhen, Spielzeug, Zahnbürsten und Tampons zusammen.

In Gebieten wie Südeuropa und den USA, wo die Abläufe von WCs nur 50 mm groß sind, können für Abwasser aus Privathaushalten Vortexpumpen mit 50 - 65 mm installiert werden.

Die Grundfos SuperVortex-Pumpen sind die ideale Wahl für Anwendungen mit folgenden Merkmalen:

- Große Mengen an Feststoffen
- Große Mengen an Fasern
- Klärschlamm
- Schleifmittel im Medium



Abb. 8 Grundfos SuperVortex -Pumpe mit freiem Durchgang von 100 mm im Pumpengehäuse. Keine Flüssigkeiten oder Festkörper passieren das Laufrad.

Anwendungsbereich

Ausgelegt auf Pumpenanwendungen in einer vernetzten kommunalen Pumpenanlage und Hauptpumpstationen mit Hauptdruckleitungen und sektionalen Abwassernetzen mit Toilettenanschlüssen sowie Pumpenanwendungen in Systemen mit unbekanntem Anschlüssen und Ausleitungen.

3.6. AUSFALL EINER KLÄRWASSERPUMPE

Ein Pumpenausfall in Klärwasseranwendungen kann aufgrund der Kontaminationsgefahr außerdem zu einer Evakuierung und Umsiedlung von Personen sowie zur Lagerung von Möbeln und Ausrüstung für bis zu 30 Tage führen.

Soll das Risiko einer Verstopfung so weit wie möglich gesenkt werden, muss die Installation auf eine Vortexpumpe mit einem freien Durchgang von mindestens 100 mm aufgerüstet werden. Anschaffungs- wie auch Betriebskosten der Pumpe erhöhen sich hierdurch um mehr als 100 %.

Wenn $Q > 10 \text{ l/s}$ ist, besteht eine kostengünstige Lösung in einer Aufrüstung auf eine Anlage mit zwei Pumpen, die entweder ein SuperVortex-Laufrad oder ein S-tube®-Laufrad besitzen. Pumpstationen in kommunalen Abwassernetzen sind in der Regel mit zwei oder drei Pumpen ausgestattet. Dabei sind zwei Pumpen abwechselnd in Betrieb und eine wird als Reserve mit 100 % Kapazität vorgehalten.

4. Abnutzungsaspekte bei Pumpanwendungen mit starker Beanspruchung für gemischtes Klärwasser

Der Laufradtyp mit der geringsten Abnutzung ist das **SuperVortex**-Laufrad in Abb. 9. Die höchste Energieeffizienz bietet das **S-tube**[®]-Laufrad. Dabei handelt es sich um ein Laufrad mit Nassauswuchtung und geschlossenem Kanal. Siehe Abb. 10.



Abb. 9 **SuperVortex**-Laufräder für freie Durchgänge von 65 mm, 80 mm und 100 mm im Pumpengehäuse



Abb. 10 **S-tube**[®]-Laufräder in SL1- and SE1-Pumpen mit schraubbarem Dichtungssystem aus Edelstahl für Pumpengehäuse und Laufrad

Grundfos SL1- und SE1-Pumpen im Bereich von 9 - 26 kW besitzen das **S-tube**[®]-Laufrad ohne Verschleiß- und Dichtungsring. Um auch nach einer Abnutzung die höchste Pumpleistung zu erhalten, sind diese Pumpen mit dem einzigartigen **SmartTrim**-System ausgestattet, das für eine radiale Trimmung des Dichtspalts zwischen dem Laufrad und dem Pumpengehäuse sorgt. Dies wird in Abb. 11 dargestellt.

Mit dem **SmartTrim**-System lässt sich der Dichtspalt ganz einfach auf die Werkseinstellungen zurücksetzen.



Abb. 11 **S-tube**[®]-Laufrad ohne Verschleiß- und Siegelring im Pumpengehäuse mit **SmartTrim**-System

Grundfos SEG- und SEG-AUTOADAPT -Pumpen im Bereich 1,5 - 4 kW sind mit halboffenen Laufrädern und Schneidsystemen ausgestattet. Das Schneidsystem zerschneidet zerstörbare Gegenstände im Abwasser, damit diese durch kleine Ablaufleitungen mit Durchmessern von bis hinab zu 40 mm gefördert werden können. Zur Aufrechterhaltung des maximalen Pumpendrucks ist der Dichtspalt einstellbar.



Abb. 12 Schneidsystem mit stationärem Ring und Schneidkopf

5. Vergleich der Lebenszykluskosten

Die Lebenszykluskosten (LCC - Life cycle costs) bestehen in diesem Fall aus den geschätzten Kosten für Anschaffung, Installation, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung, Reparatur und Stromverbrauch über die gesamte Lebensdauer hinweg und dem Restwert bei Ende des Besitzverhältnisses. Das beste Gleichgewicht zwischen den Kostenelementen wird durch Minimierung der Gesamt-LCC erreicht.

Der folgende Vergleich der Lebenszykluskosten erfolgt zwischen Pumpen mit unterschiedlichen Laufradtypen:

- **SuperVortex**-Laufrad
- halboffenes Laufrad und Einkanalrad
- geschlossenes Einkanalrad mit Verschleißring
- **S-tube**®-Einkanalrad mit **SmartTrim**

$Q = 20 \text{ l/s} = 72 \text{ m}^3/\text{h}$ bei 12 m Förderhöhe.

Preis pro kWh: 0,1 EUR

Fördermenge bei Aussetzbetrieb: 108.000 m³ pro Jahr = 1.080.000 m³ über 10 Jahre.

Lebenszykluskosten (siehe Abb. 13 und 14)

Pos. 1 Anschaffungskosten

Pos. 2 Kosten für Installation und Inbetriebnahme

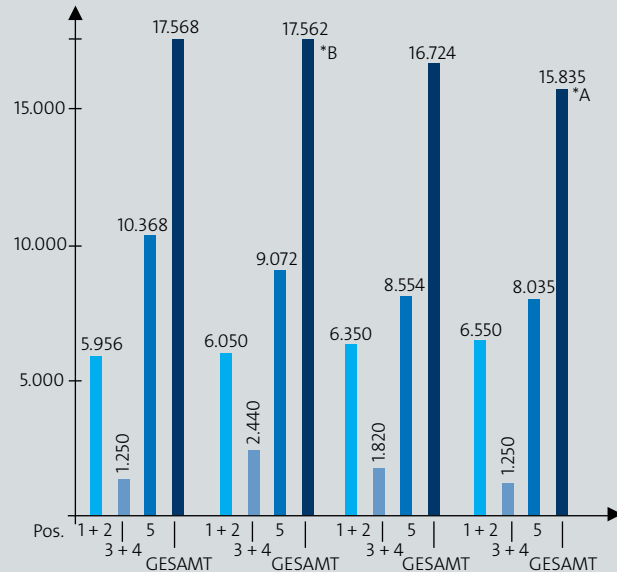
Pos. 3 Wartungskosten über 10 Jahre für Ölstandsmessungen, Isolationswiderstandsprüfungen, Trimmung und Austausch der Wellendichtungen bei Undichtigkeiten: 1.250 EUR.

Pos. 4 Reparaturkosten über 10 Jahre

- **SuperVortex**-Laufrad: keine vorhersehbaren Kosten
 - *halboffenes Laufrad*: 9-malige Demontage des Pumpe zur Laufradeinstellung, eine Auswechslung von Laufrad und Verschleißplatte
 - *geschlossenes Laufrad*: eine Auswechslung des Verschleißrings
- **S-tube**®-Einkanalrad mit **SmartTrim**: keine vorhersehbaren Kosten, da die Trimmung des Laufrads im Rahmen der Ölstandsmessung von außen erfolgt (siehe Diagramm).

Pos. 5 Durchschnittliche Leistungsaufnahme:

Durchschnittliche Wattstunden/m³/m Förderhöhe x Kapazität x tatsächliche Förderhöhe x 10 Jahre x Preis pro kWh



Spalte 1 = SuperVortex

Spalte 2 = halboffenes Laufrad und Einkanalrad

Spalte 3 = geschlossenes Einkanalrad mit Verschleißring

Spalte 4 = **S-tube**-Einkanalrad mit **SmartTrim**

*A

Der Einsatz eines 100-mm-Laufrads mit intelligenter Trimmung anstelle eines 100-mm-SuperVortex-Laufrads ermöglicht Einsparungen von 11 %.

*B

Die Einsparungen durch die Verwendung eines halboffenen 100-mm-Einkanalrads, das gegen eine Verschleißplatte mit Schneidringen läuft, anstelle eines 100-mm-SuperVortex-Laufrads betragen weniger als 1 %. Diese Einsparungen können die Kosten durch ein erhöhtes Verstopfungsrisiko des halboffenen Laufrads nur selten ausgleichen.

Abb. 13 Diagramm für Lebenszykluskosten

Lebenszykluskosten in EUR für Pumpen mit unterschiedlichen Laufradtypen

(siehe auch Abb. 6 und 7)

	SuperVortex	Einkanal, halboffen	Verschleißring	S-tube® mit SmartTrim
Pos. 1	3.400	3.500	3.800	4.000
Pos. 2	2.550	2.550	2.550	2.550
Pos. 3	1.250	1.250	1.250	1.250 </td
Pos. 4	0	1.190	570	0
Pos. 5	10.368	9.072	8.554	8.035
Gesamt	17.568	17.562	16.724	15.835

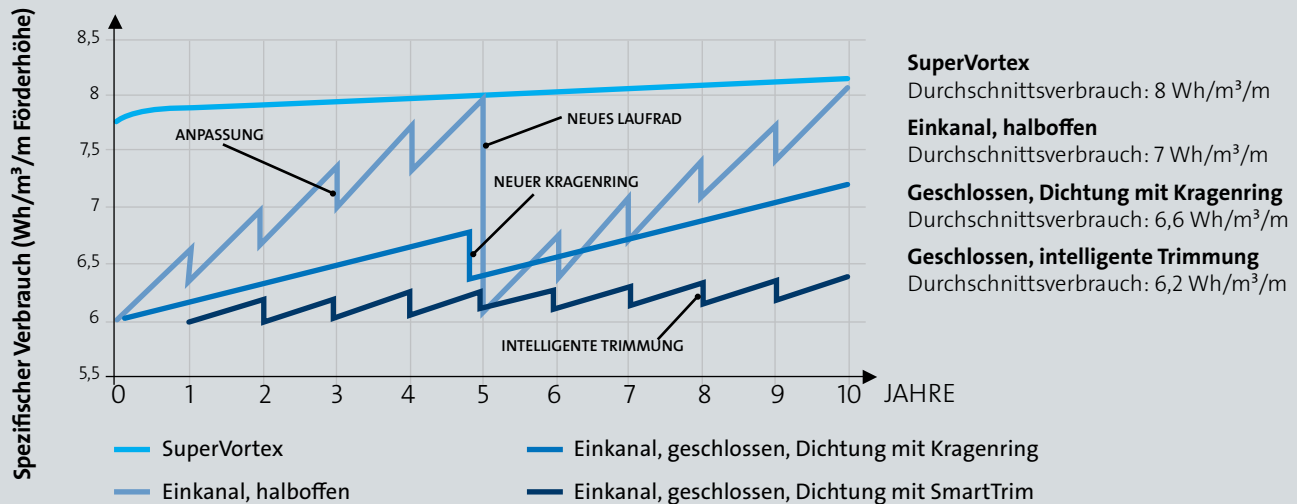


Abb. 14 Stromverbrauch pro m³ bei einem Meter Förderhöhe (kWh/m³/m Förderhöhe)

6. Zulaufmenge

Die Berechnung der Zulaufmenge zur Pumpstation muss in relativ großen Anlagen durch die Unternehmen und/oder Personen erfolgen, die gegen Fehlschätzungen und falsche Berechnungen versichert sind.

Bei kleineren Anlagen wie Wohngebäuden, Bürogebäuden, Krankenhäusern, Hotels, Restaurants und Schulen kann die Zulaufmenge hingegen anhand der unten stehenden Spezifikationen berechnet werden.

6.1. KENNZAHLEN UND DIAGRAMME

Die Berechnung der Fördermenge für das Abwasser eines Gebäudes erfolgt anhand der Fördermengen der an die Kanalisation angeschlossenen Abwasser-Abflussaggregate (Toiletten, Bodenabflüsse usw.), der Anzahl der Abflussaggregate und der Häufigkeit ihrer Verwendung.

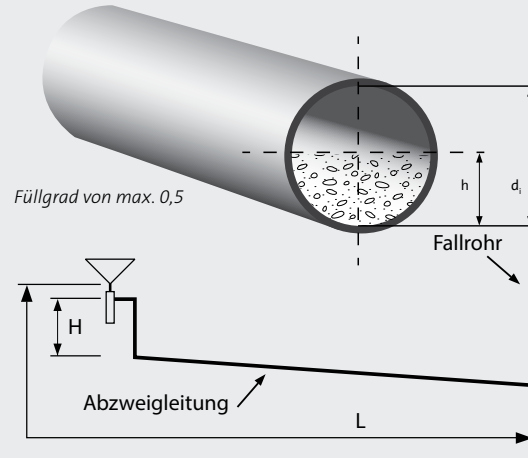
Eine Abwasseranlage innerhalb eines Gebäudes kann, je nach den vor Ort geltenden Vorschriften und Verfahren, verschiedene Auslegungen besitzen. EN-Norm 12056-2 bietet vier verschiedene Anlagentypen mit unterschiedlichen Charakteristika.

Anlagentyp I:

Einzelanschluss-Fallrohr mit partiell befüllten Abzweigleitungen für den Anschluss an Sanitärvorrichtungen. Die partiell befüllten Abzweig-Abführrohre sind auf einen Füllgrad von maximal 0,5 ausgelegt und mit einem Einzelfallrohr verbunden.

Eigenschaften und Einschränkungen für belüftete Rohre, Typ I:

- Maximale Länge, $L = 10$ m
- Maximale Fallhöhe, $H = 3$ m
- Maximales Gefälle von 0,5 %
- Unbegrenzte Anzahl von 90°-Röhrbögen



Klärwasserrohre innerhalb eines Gebäudes

Anlagentyp II:

Einzelanschluss-Fallrohr mit partiell befüllten Abzweigleitungen für den Anschluss an Sanitärvorrichtungen. Die partiell befüllten Abzweig-Abführrohre sind auf einen Füllgrad von maximal 0,7 ausgelegt und mit einem Einzelfallrohr verbunden. Im Allgemeinen zeichnet sich eine Anlage des Typs II durch kleinere Rohrleitungsquerschnitte und eine höhere Mindeststeigung als bei einer Typ-I-Anlage aus.

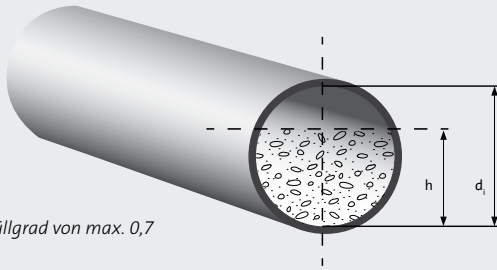
Anlagentyp II kommt vorwiegend in Geschäftsgebäuden zum Einsatz.

Einschränkungen für belüftete Rohre, Typ II:

- Unbegrenzte Länge, L
- Maximale Fallhöhe, $H = 3$ m
- Maximales Gefälle von 1,5 %
- Unbegrenzte Anzahl von 90°-Röhrbögen

Einschränkungen für unbelüftete Rohre, Typ II:

- Maximale Länge, $L = 10$ m
- Maximale Fallhöhe, $H = 3/6$ m (je nach Größe)
- Maximales Gefälle von 1,5 %
- Nicht mehr als ein 90°-Röhrbogen



Füllgrad von max. 0,7

Anlagentyp III:

Einzelanschluss-Fallrohr mit befüllten Abzweigungen für den Anschluss an Sanitärvorrichtungen. Die befüllten Abzweigungsabfuhrrohre sind auf einen Füllgrad von maximal 1,0 ausgelegt und mit einem Einzelfallrohr verbunden.

Beim Typ III bestehen sowohl für belüftete als auch für unbelüftete Anlagen zahlreiche Einschränkungen. Die jeweilige Spezifikation für die entsprechende Vorrichtung schlagen Sie bitte in EN 12056-2 nach.

Anlage IV:

Hier werden Anlagen des Typs I, II oder III in verschiedene Abfluss-Fallrohre für Abwasser aus Toiletten und Urinale aber auch für Abwasser ohne Toilettenabfälle unterteilt. Wenn Abwasser ohne Toilettenabfälle und ohne den Abfluss aus Urinalen im Gebäude gesammelt und zur Wiederverwendung aufbereitet wird, muss die Anlage nach Typ IV ausgelegt werden.

6.2. BERECHNUNG DER ABWASSER-FÖRDERMENGE

Die Fördermenge aus Sanitärvorrichtungen lässt sich ganz einfach berechnen.

EN 12056-2 bietet eine Tabelle mit den üblichen Fördermengen je Vorrichtung. Die gleichzeitige Ausleitung von mehreren Vorrichtungen muss anhand statistischer Daten je nach Gebäudeart, Gebäudebelegung und wahrscheinlichen Nutzungsmustern prognostiziert werden.

Für die Berechnung tatsächlicher oder erwarteter Fördermengen in vollständigen oder teilweisen Abwasseranlagen, bei denen nur Sanitärvorrichtungen in Privathaushalten angeschlossen sind, stellt EN 12056-2 die folgende Formel bereit.

$$Q_{\text{ww}} = K\sqrt{\Sigma DU} \quad \text{Dabei gilt}$$

Q_{ww} = Abwasser-Fördermenge (l/s)

K = Abflusskennzahl

DU = Summe der Wasserfördermenge aus allen Abflussaggregaten (l/s)

Die jeweilige Abflusskennzahl K entnehmen Sie bitte der unten stehenden Tabelle. Wenn die Klärwasseranlage einem Mehrzweckgebäude mit variierenden Belegungsmustern dient, muss jeder dieser Bereiche separat und unter Anwendung des jeweils zutreffenden Faktors K berechnet werden. Die sich daraus ergebenden Werte für die Fördermengen werden anschließend zusammengefasst.

Die Gesamtfördermenge Q_{tot} , d. h. die vorgesehene Fördermenge, errechnet sich aus:

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_{\text{c}} + Q_{\text{p}} \quad \text{Dabei gilt}$$

Q_{tot} = vorgesehene Fördermenge (l/s)

Q_{ww} = Abwasser-Fördermenge (l/s)

Q_{c} = durchgängige Fördermenge (l/s)

Q_{p} = Pumpwasser-Fördermenge (l/s)

Q_{tot} bezeichnet die Gesamtfördermenge aus kontinuierlichen, nicht kontinuierlichen und lokalen Pumpstationen. Wasserdurchfluss aus kontinuierlichen Vorrichtungen und lokalen Pumpstationen, die mit der Anlage verbunden sind, sollte nicht durch eine Abflusskennzahl reduziert werden.

Die Dimensionierung von Abzweigungen, Fallrohren und Pumpstationen sollte auf Grundlage der maximalen Fördermenge Q_{max} erfolgen. Dabei handelt es sich um den jeweils größeren Wert von:

1. Q_{ww} (l/s)

2. Q_{tot} (l/s)

3. Die höchste Fördermenge aus allen an die Anlage angeschlossenen Vorrichtungen (l/s) (siehe Tabelle zu Abflussaggregaten auf der nächsten Seite)

Vorrichtung/Abflussaggregat	Anlage I DU l/s	Anlage II DU l/s	Anlage III DU l/s	Anlage IV DU l/s
Waschbecken, Bidet	0,5	0,3	0,3	0,3
Dusche ohne Stopfen	0,6	0,4	0,4	0,4
Dusche mit Stopfen	0,8	0,5	1,3	0,5
Einzelurinal mit Spülkasten	0,8	0,5	0,4	0,5
Urinal mit Spülventil	0,5	0,3	-	0,3
Rinnenurinal	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Bad	0,8	0,6	1,3	0,5
Küchenspüle	0,8	0,6	1,3	0,5
Geschirrspüler (Privathaushalt)	0,8	0,6	0,2	0,5
Waschmaschine für bis zu 6 kg	0,8	0,6	0,6	0,5
Waschmaschine für bis zu 12 kg	1,5	1,2	1,2	1,0
WC mit Spülkasten für 4,0 l	**	1,8	**	**
WC mit Spülkasten für 6,0 l	2,0	1,8	1,2 - 1,7***	2,0
WC mit Spülkasten für 7,5 l	2,0	1,8	1,4 - 1,8***	2,0
WC mit Spülkasten für 9,0 l	2,5	2,0	1,6 - 2,0***	2,5
Bodenablauf DN 50	0,8	0,9	-	0,6
Bodenablauf DN 70	1,5	0,9	-	1,0
Bodenablauf DN 100	2,0	1,2	-	1,3

* pro Person, ** nicht zulässig, *** je nach Typ (nur für WCs mit Spülkasten)
- nicht verwendet oder keine Daten

Abb. 15 Wasserfördermengen für verschiedene Typen von Abflussaggregaten (Discharge Units, DU) gemäß EN 12056-2

Nutzung der Vorrichtungen	K
Zeitweilige Nutzung, z. B. in Wohnung, Gästehaus, Büro	0,5
Regelmäßige Nutzung, z. B. in Krankenhaus, Schule, Restaurant, Hotel	0,7
Starke Nutzung, z. B. in öffentlichen Toiletten und/oder Duschen	1,0
Besondere Nutzung, z. B. Labor	1,2

Abb. 16 Häufigkeitsfaktor nach Gebäudetyp und Nutzung Gemäß EN 12056-2.

6.3. PRAKTISCHES BEISPIEL:

BERECHNUNG DER ABWASSER-FÖRDERMENGE, Q_{TOT}

Die Klärwasseranlage ist an die Kanalisation außerhalb des Gebäudes angeschlossen. Gästezimmer und das Restaurant befinden sich oberhalb des Straßenniveaus. Daher gelangen Abwasser aus diesen Anlagen über die Schwerkraft in den Hauptabwasserkanal in der nahe gelegenen Straße.

Abwasser aus allen anderen Anlagen müssen per Pumpe in den Hauptabwasserkanal befördert werden, da sie sich im Keller des Gebäudes befinden.

In diesem Gebäude sind keine Sanitäreanlagen mit durchgängiger Fördermenge Q_c vorhanden. Außerdem gibt es weitere Pumpstationen. Daher ist Q_p nicht relevant. In diesem Gebäude ist die vorgesehene Fördermenge Q_{tot} gleich Q_{ww} .

$$Q_{\text{ww}} = K \sqrt{\Sigma DU} = 0,7 \sqrt{28,9} = 3,76 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_c + Q_p = 3,76 + 0 + 0 = 3,76 \text{ l/s}$$

Die benötigte Pumpe muss in der Lage sein, während des Betriebs eine Fördermenge von mindestens 3,76 l/s zu bewältigen.

Abflussaggregat (DU), Anlage II	Menge (Stk.)	Wasserfördermenge, (l/s)	Gesamt-Wasserfördermenge, (l/s)
Küche und Personalanlagen			
Geschirrspüler, groß	1	1,2	1,2
Küchenspülen	4	0,6	2,4
Bodenabläufe, DN 70	6	0,9	5,4
WCs	4	1,8	7,2
Duschen	4	0,4	1,6
Anlagen, Gästeräume			
WCs	5	1,8	9,0
Urinale	3	0,3	0,9
Waschbecken	4	0,3	1,2
Summe, DU			28,9

Abb. 17 Anzahl von Abflussaggregaten und Abwasser-Gesamtfördermenge

6.4. REGENWASSERANLAGEN

In den meisten Gewerbegebäuden wird Regenwasser an einen Empfänger ausgeleitet. Der Bedarf an Förderleistung richtet sich danach, wie viel des natürlich auftretenden Regenwassers durch die Schwerkraft abfließt oder im Boden versickert.

Abfließendes Regenwasser stammt aus Niederschlägen oder Schneeschmelze von:

- Gebäudefassaden
- Dächern
- Balkonen
- Auffahrten und Gehwegen
- Grasflächen

Regenwasser kann Sand, Kies, Laub und andere Verschmutzungen mit Feststoffen enthalten. Regenwasser kann auch verschiedene Schadstoffe enthalten. Wenn der Abfluss auf das Kanalisationssystem zufließt, kann er verschiedene Arten von Straßenverunreinigungen aufnehmen, z. B. Benzin, Reifenabrieb, Metallspenies, Pestizide oder Düngemittel.

6.5. FÖRDERMENGE DES REGENWASSERABFLUSSES

Dimensionierung und Auslegung der Regenwasseranlage erfordert eine Bewertung der im schlimmsten Fall zu erwartenden Intensität, Häufigkeit und Dauer der Regenfälle auf Gebäude und Grundstück.

Die Werte in der folgenden Tabelle stehen für übliche Regenwasserintensitäten, die für die Planung von Anlagen zur Entfernung von Regenwasser herangezogen werden können. **n** ist die Wahrscheinlichkeit eines Regenfalles mit der gleichen oder einer höheren Intensität als der angegebenen, **i**. Wenn **n** den Wert ½ besitzt, erfolgt alle zwei Jahre ein Regenfall mit der angegebenen oder einer höheren Intensität. Die Tabelle basiert auf vielen Jahren registrierter Regenfälle in Nordeuropa. Alle Intensitäten basieren auf Regenfällen mit einer Dauer von 10 Minuten.

Hinweis:

Da die Intensität, Dauer und Häufigkeit von Regenfällen auf der ganzen Welt variiert, sollten Regenwasseranlagen stets entsprechend den vor Ort geltenden Richtlinien und Gesetzen dimensioniert werden.

Abfluss-Koeffizient, **c**

Die Ablaufmenge hängt von der Durchlässigkeit der Oberfläche ab und beschreibt die Menge an Regenwasser, die als Ablauf in Relation zur Gesamt-Regenmenge erscheint.

$$c = \frac{\text{Ablaufmenge}}{\text{Regenmenge}}$$

Beispiele für Abfluss-Koeffizienten, **c**, nach Oberflächentyp:

Unbebaute Bereiche	0,10 - 0,30
Wohngebiete	0,30 - 0,75
Rasenflächen	0,05 - 0,35
Asphaltstraßen	0,70 - 0,95
Betonstraßen	0,80 - 0,95
Ziegelstraßen	0,70 - 0,85
Spielplätze	0,20 - 0,35
Auffahrten und Gehwege	0,75 - 0,85
Dächer und Fassaden	0,75 - 0,95

Anwendung	n	Regenwasser i l/sm ² (l/sha)
Separate Anlagen: Bei denen nur das Risiko von Unannehmlichkeiten besteht, z. B. Überflutung außerhalb des Gebäudes	1	0,011 (110)
Gemeinsame Systeme: Bei denen nur das Risiko von Unannehmlichkeiten besteht, z. B. Geruch. Überflutung ist nicht akzeptabel	1	0,011 (110)
Bei denen das Risiko eines geringen Schadens an Gebäuden, Möbeln, Maschinen oder Ausrüstung besteht. Die Wiederaufnahme des Normalbetriebs sollte nach einer einfachen Reinigung und kurzfristiger Trocknung möglich sein.	1/2	0,014 (140)
Bei denen das Risiko eines schweren Schadens an Gebäuden, Möbeln, Maschinen oder Ausrüstung besteht	1/10	0,023 (230)
Bei denen das Risiko von Unfällen oder Gesundheitsgefahren für Mensch und Tier besteht	~ 1	Zu verwenden- de maximal zu erwartende Regenwasser- intensität

Abb. 18 Ablauf-Anwendungen für Regenwasser

Die gesamte Regenwasser-Fördermenge Q_r berechnet sich aus:

$$Q_r = A \cdot i \cdot c \quad , \text{ wobei}$$

Q_r = vorgesehene Fördermenge (l/s)

A = Ablaufbereich (m²)

i = Regenfallintensität (l/sm²)

c = Abfluss-Koeffizient (-)

6.6. BEISPIEL: BERECHNUNG DER REGENWASSER-ABFLUSSRATE

Es soll eine Regenwasseranlage für ein Gewerbegebäude konstruiert werden. Das Gebäude besitzt 460 m² an Dachfläche und 3.000 m² Fassade. Die Auffangmenge wird durch Prüfung der Abflussbereiche der betroffenen Gebäude und des Grundstücks, auf dem sie stehen, ermittelt. Mit Abfluss-Koeffizienten wird die Menge in Abhängigkeit von der wahrscheinlichen Aufnahme der Oberfläche reduziert:

Auffangbereiche

Horizontaler Bereich (Dachfläche(n)): 460 m²

Vertikaler Bereich

(Fassade auf einer Seite): 3.000 m² \cdot 1/3 = 1.000 m²

Spielplatz, Kies: 800 m²

Auffahrt, Asphalt: 500 m²

Rasenfläche: 1.500 m²

Mit einer Regenwasserintensität von 140 l/s/ha wird das Risiko kleinerer Gebäudeschäden vermieden.

Gesamtdurchfluss, $Q_r = A \cdot i \cdot c$

Dach 460 m² * 0,014 l/s m² * 0,95 = 6,1 l/s

Fassade 1.000 m² * 0,014 l/s m² * 0,95 = 13,3 l/s

Spielplatz 800 m² * 0,014 l/s m² * 0,35 = 3,9 l/s

Auffahrt 500 m² * 0,014 l/s m² * 0,85 = 6,0 l/s

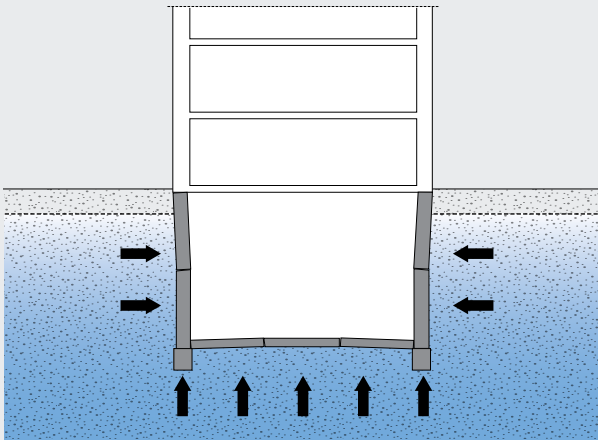
Rasenfläche 1.500 m² * 0,014 l/s m² * 0,35 = 7,4 l/s

Regenwasser-Fördermenge, $Q_r = 36,7$ l/s

7. Entwässerung von Gebäuden und Strukturen

Das Entwässern von Gebäuden und Strukturen hat verschiedene Gründe:

- Entwässerung des Fundaments, um Wasser zu entfernen, das Gebäude und Inneneinrichtungen beschädigen könnte. Das Eindringen von Wasser kann zur Korrosion von Stahlarmierungen sowie zu Schimmel im Gebäude führen.
- Absenkung des Grundwasserspiegels zum Senken oder Stabilisieren des Grundwasserdrucks: Weniger Druck auf Platten und Kellerwände unterhalb des Grundwasserspiegels kann einem Versagen der Gesamtstruktur entgegenwirken. Zu hoher hydrostatischer Druck kann das ganze Gebäude anheben.
- Festigung des Erdbodens. Mit Wasser gesättigte Erde und Verfüllungen können instabil und ungeeignet für Bauarbeiten sein. Entwässerung kann die Materialstärke verbessern.
- Grundwasserspiegel: Messungen des Grundwasserspiegels sollten in primären und sekundären Grundwasserleitern vorgenommen werden. Außerdem sind saisonale Prognosen zu treffen.
- Auswirkung auf Erdboden und Umgebung: Die Installation von Entwässerungsanlagen hat häufig Auswirkungen auf den primären und den sekundären Grundwasserspiegel. Dies kann Gelände- und Gebäudeabsenkungen verursachen. Ein abgesenkter Grundwasserspiegel führt zu weniger Sättigung des Erdbodens und kann den Zerfall hölzerner Konstruktionen nach sich ziehen.
- Chemie: Die chemische Zusammensetzung des Grundwassers sollte ausgewertet oder im Hinblick auf unerwünschte Ausfällungen von Kalkstein oder Eisenerz analysiert werden. Ausfällungen dieser beiden Bestandteile können eine Entwässerungsanlage verstopfen, während aggressives Wasser Anlagen und Konstruktionen angreifen kann.



Hydrostatischem Wasserdruck ausgesetztes Gebäude

7.1. VORUNTERSUCHUNGEN

Vorhandener sowie zukünftiger Erdboden und der Zustand des Grundwassers sollten vor den Bauarbeiten gründlich untersucht werden. Mindestens die folgenden Parameter sind zu prüfen:

- Zustand des Erdbodens: Bodenklassifikation (Lehm, Sand, Schlack usw.) und Zusammensetzung, Stärke, Durchlässigkeit und Kapillarität der Erdschicht.

7.2. KLASSIFIZIERUNG DER ZUSTÄNDE VON ERDBODEN UND GRUNDWASSER

Zum Bestimmen, ob ein Gebäude oder ein Bauwerk entwässert werden sollte oder nicht, und zum Berechnen der Menge der Abwasserflüsse müssen die Zustände von Erdboden und Grundwasser kategorisiert werden.

Hinweis:

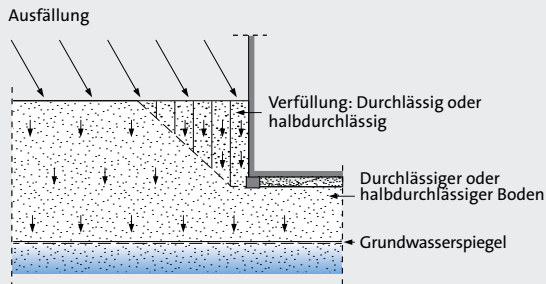
Die Entwässerungsverfahren in diesem Kapitel basieren auf der dänischen Norm DS436. Beim Entwässern von Gebäuden und Bauwerken sind stets die vor Ort gültigen Gesetze und Richtlinien einzuhalten.

Hinweis:

Artesisches Wasser wird in diesem Leitfaden nicht behandelt. Artesisches Wasser tritt auf, wo undurchlässiger Erdboden auf durchlässigen und mit Wasser gesättigten Schichten liegen.

Klasse 1:

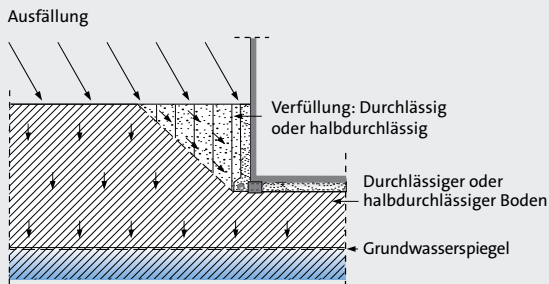
Sandboden und andere durchlässige Bodentypen mit einem Grundwasserspiegel unterhalb des Entwässerungsniveaus. Entwässerung ist nicht erforderlich. Saisonale Schwankungen des Grundwasserspiegels werden das Entwässerungsniveau den Prognosen zufolge nicht anheben. Sturmwasser oder anderes Oberflächenwasser sickert vertikal in den Grundwasserspiegel.



Entwässerung in sandigen oder stark durchlässigen Böden mit einem Grundwasserspiegel unterhalb des Entwässerungsniveaus.

Klasse 2:

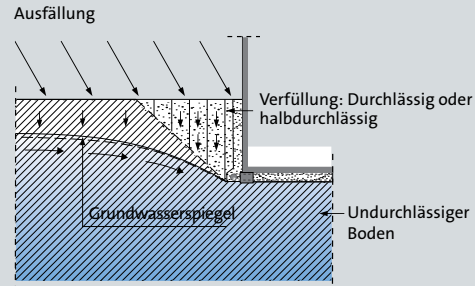
Undurchlässiger Erdboden mit einem Grundwasserspiegel unterhalb des Entwässerungsniveaus. Hier sollte Sturmwasser aus der Verfüllung drainiert werden. Saisonale Schwankungen des Grundwasserspiegels werden das Entwässerungsniveau den Prognosen zufolge nicht anheben. Sturmwasser oder anderes Oberflächenwasser sickert vertikal in den Grundwasserspiegel.



Entwässerung in undurchlässigen Böden mit einem Grundwasserspiegel unterhalb des Entwässerungsniveaus

Klasse 3:

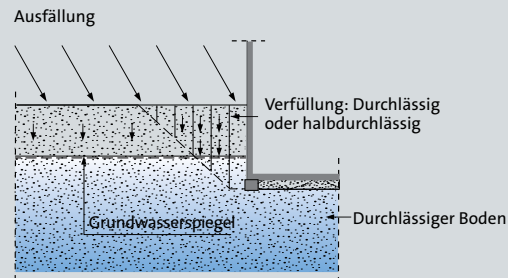
Wenig durchlässiger Erdboden mit einem Grundwasserspiegel oberhalb des Entwässerungsniveaus. Hier schützt das Drainieren von Grundwasser das Gebäude vor hydrostatischem Wasserdruck. Sturmwasser oder anderes Oberflächenwasser sickert vertikal in den Grundwasserspiegel. Sturmwasser aus der Verfüllung und aus intaktem Boden sollte drainiert werden.



Entwässerung in wenig durchlässigen Böden mit einem Grundwasserspiegel oberhalb des Entwässerungsniveaus

Klasse 4:

Stark durchlässiger Erdboden mit einem Grundwasserspiegel oberhalb des Entwässerungsniveaus. Hier führen Versuche zum Drainieren von Grundwasser zu sehr hohen Mengen von Drainagewasser. Darüber hinaus führen solche Versuche zu einer allgemeinen Absenkung des Grundwasserspiegels, was benachbarte Gebäude beschädigen könnte. In diesem Fall ist ein Drainieren von Grundwasser nicht möglich. Hier muss das Gebäude wasserdicht sein, eine ausreichende Verankerung zur Verhinderung einer Anhebung besitzen und gegen den hydrostatischen Wasserdruck verstärkt sein. Sturmwasser oder anderes Oberflächenwasser sickert vertikal in den Grundwasserspiegel.



Entwässerung in stark durchlässigen Böden mit einem Grundwasserspiegel oberhalb des Entwässerungsniveaus

Bodentyp	Fließgeschwindigkeit	Durchlässigkeits-Koeffizient, k (m/s)
<ul style="list-style-type: none"> • Sauberer Kies 	Schnell	-10
<ul style="list-style-type: none"> • Saubere Sande • Saubere Mischungen aus Sand und Kies 		-10 ⁻¹ -10 ⁻²
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr feine Sande • Organischer und anorganischer Schlack • Mischungen aus Sand, Schlack und Lehm • Geschichtete Ablagerungen usw. 	Moderat	-10 ⁻³ -10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵
<ul style="list-style-type: none"> • Erdschichten, z. B. homogener Ton unterhalb der Verwitterungszone 		Langsam

Durchlässigkeits-Koeffizienten, je nach Bodentyp

8. Drainagewasser-Fördermenge

Die Schätzung der Drainagewasser-Fördermenge sollte vor der Auslegung der Drainageanlage und der Dimensionierung der Pumpen erfolgen. Im Vergleich mit den Fördermengen von Regenwasser fallen Drainagewasser-Fördermengen normalerweise moderat aus.

Wände:

- Klasse 1: In der Regel keine Entwässerung
Klasse 2: Wasser-Fördermenge je m² Wand:
 $q = 0,01 - 0,03 \text{ l/s m}^2$
Klasse 3: Wasser-Fördermenge je m² Wand:
 $q = 0,03 - 0,1 \text{ l/s m}^2$
Klasse 4: In der Regel keine Entwässerung

Stockwerke:

- Klasse 3: Wasser-Fördermenge je m² Fußboden:
 $q = 0,001 - 0,005 \text{ l/s m}^2$
Klasse 4: In der Regel keine Entwässerung

Hinweis:

Die Schätzung von Wasser-Fördermengen je m² Wand oder Fußboden erfolgt anhand der Klimabedingungen mit jeweils moderaten Intensitäten, Häufigkeiten und Dauern von Niederschlag. Drainagewasser-Fördermengen sollten immer auf nationalen Richtlinien und Gesetzen basieren.

Die Drainagewasser-Fördermenge, Q_d , errechnet sich aus Folgendem:

$$\text{Drainagewasser-Fördermenge, } Q_d = A \cdot q$$
$$Q_d = A \cdot q \quad \text{wobei}$$

- Q_d = Drainagewasser-Fördermenge (l/s)
 A = Wand- oder Bodenfläche (m²)
 q = Wasser-Fördermenge je m² Wand oder Boden

8.1. BEISPIEL: BERECHNUNG DER DRAINAGEWASSER-FÖRDERMENGE

Ein Gewerbegebäude ist in der Konstruktionsphase. Die Zustände von Grundwasser und Erdboden wurden untersucht, und das Gebäude benötigt eine Entwässerungsanlage entlang seiner Eingrenzung und unter dem Kellergeschoss.

Gebäudeabmessungen:

- Kellerhöhe: 4 m
Kellerlänge: 40 m
Kellerbreite: 20 m

Der Boden auf dem Grundstück ist undurchlässig und der Grundwasserspiegel liegt oberhalb des Entwässerungsniveaus. Damit handelt es sich um ein Klasse-3-Gebäude.

$$\begin{aligned} \text{Wände: } & 2 (20 \text{ m} + 40 \text{ m}) 4 \text{ m } 0,06 \text{ l/s m}^2 = 28,8 \text{ l/s} \\ \text{Geschoss: } & 20 \text{ m } 40 \text{ m } 0,003 \text{ l/s m}^2 = 2,4 \text{ l/s} \\ \text{Drainagewasser-Fördermenge, } Q_d & = 31,2 \text{ l/s} \end{aligned}$$

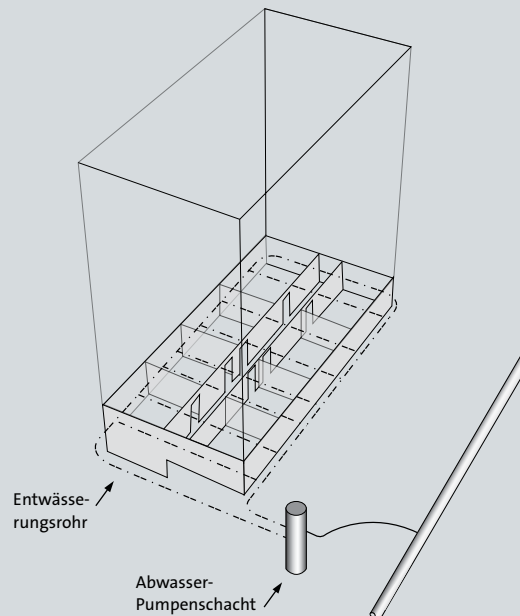


Abb. 19 Drainagerohr um ein Gebäude mit Keller herum. Das Abwasser wird zum Pumpenschacht geführt

9. Berechnen der Förderleistung

Die Kapazitätsberechnung für die Pumpenanlage hängt stark von der Zulaufmenge und deren Schwankungen ab, die sehr sorgfältig geschätzt werden sollten.

Die Zulaufmenge schwankt von Tag zu Nacht und von einem Tag zum anderen. Insbesondere die Zulaufmenge von ablaufendem Regenwasser (**Oberflächenwasser**) unterliegt starken Schwankungen, wohingegen die Zulaufmenge von **Klärwasser** und **Drainagewasser** einer regelmäßigeren Bewegung folgt.

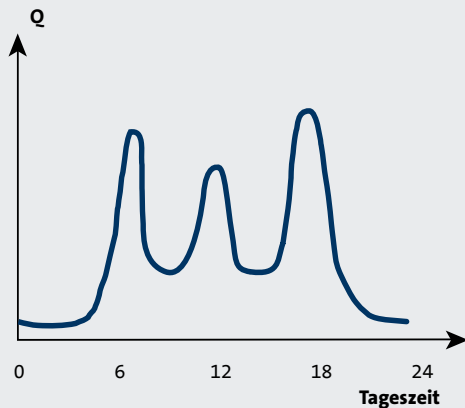


Abb. 20 Übliches Ausleitungsmuster für Abwasser mit Toilettenabfällen, bei dem der Zulauf am späten Nachmittag erfolgt

Die Zulaufmenge aus Einfamilienhäusern und Doppelhaushälften ist in der Regel so gering, dass die erforderliche Kapazität der Pumpenanlage von der Selbstreinigungsfähigkeit des vertikalen Fallrohrs und der horizontalen Ablaufleitung im Boden bestimmt wird.

Wie oben näher ausgeführt besteht der Zulauf in der Regel aus mindestens einem der folgenden Abwassertypen:

- Abwasser aus Gebäuden (mit Toilettenabfällen)
- Regenwasser
- Drainage- und Fremdwasser

10. Nennzulauf in Kombisystemen

In Kombisystemen erfolgt die Entwässerung unterschiedlicher Abwassertypen über dasselbe Abflusssystem.



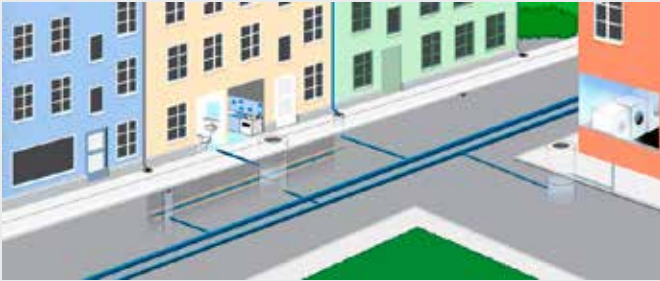
Der Nennabfluss (Q_{tot}) lässt sich wie folgt berechnen:

- Abwasser-Fördermenge (mit Toilettenabfällen), Q_{ww}
- Regenwasser-Fördermenge, Q_r
- Drainagewasser-Fördermenge, Q_d

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_r + Q_d \text{ (l/s)}$$

11. Nennzulauf in getrennten Anlagen

In einer getrennten Anlage wird Regenwasser über ein eigenes Entwässerungsrohr abgeleitet. Abwasser mit Toilettenabfällen wird zusammen mit Schmutzwasser über ein anderes Entwässerungsrohr entsorgt.



Die Nennfördermenge von Abwasser in getrennten Anlagen wird wie folgt berechnet:

$$Q_{ww} \text{ in Abwasserleitungen (l/s)}$$
$$Q_r = Q_r + Q_d \text{ in Regenrohren (l/s)}$$

Beim Dimensionieren von Rohren, die sowohl gepumptes als auch ungepumptes Wasser führen, muss die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens von Höchstfördermengen berücksichtigt werden. Aus diesem Grund kann es nötig sein, die Nennfördermenge durch eine Erhöhung der Sammelmengenkapazität im Pumpen-Sammelbrunnen zu minimieren. Wenn gepumptes Wasser durch ein Fallrohr transportiert wird, kann der Selbstreinigungsgradient je nach Nenn-Fördermenge reduziert werden.



Abb. 21 Unilift KR, Unilift AP und DP10 (hochbelastbar)
Gängige Pumpen für Drainagewasser



Abb. 22 Unilift AP35, Unilift AP35B und EF 30
Gängige Pumpen für Schmutzwasser

Wenn die benötigte Förderleistung die Leistung der oben aufgeführten Entwässerungs- und Schmutzwasserpumpen übersteigt, sollte eine Klärwasserpumpe mit einem stärkeren Motor eingesetzt werden. Eine Klärwasserpumpe kann Drainagewasser, Schmutzwasser und Klärwasser fördern. Aufgrund des kleinen freien Durchgangs können Entwässerungs- und Schmutzwasserpumpen umgekehrt jedoch kein Klärwasser pumpen.



Abb. 23 Pumpenmodelle Unilift AP50, Unilift AP50B aus Edelstahl und SL1.50 sowie SLV.65 aus Gusseisen Typische Pumpen für den Transport von Abwasser mit Toilettenabfällen aus Privathaushalten



Abb. 24 SL1- und SLV- Pumpen mit S-tube®- oder SuperVortex-Laufrad
Typische Pumpen für den Transport unbehandelten Abwassers mit
Toilettenabfällen aus Gewerbegebäuden und kleinen kommunalen
Pumpstationen.



Abb. 25 SE1- und SEV- Pumpen mit S-tube®- oder SuperVortex-Laufrad
Typische Pumpen für den Transport unbehandelten Abwassers mit
Toilettenabfällen aus Gewerbegebäuden und kleinen kommunalen
Pumpstationen.



Abb. 26 Unilift AP35B, Unilift AP50B, EF30, SL1.50 und größere
Klärwasserpumpen können auf einem Kupplungsfußkrümmer-Satz mit
Führungsrohren installiert werden
Weitere Informationen über Kupplungsfußkrümmer finden Sie in Abschnitt 3.

12. Pumpen und Leistung

Tauchbare Grundfos Abwasserpumpen sind kompakte Einheiten mit integrierter Hydraulik und integriertem Motor. Sie werden direkt im zu fördernden Medium betrieben. Durch den Unterwasserbetrieb nehmen sie weniger Platz in Anspruch. Außerdem werden Probleme mit der Geräuschentwicklung und mit der Kühlung praktisch ausgeschlossen.

Hebeanlagen sind nicht tauchbare Aggregate mit kompakter integrierter Hydraulik, einem tauchbaren Motor, Sammelbehälter und Steuergerät zum Sammeln und Abführen von Abwasser aus dem Inneren von Gebäuden. Bei Trockenaufstellung beanspruchen diese kompakten Hebeanlagen nur begrenzt Platz. Außerdem werden Probleme mit der Geräuschentwicklung und mit der Kühlung praktisch ausgeschlossen.

Diese Pumpenserie besitzt einen umfangreichen Leistungsbereich und kann für verschiedenste Anwendungen eingesetzt werden. Die Leistungsdaten der Pumpen beziehen sich auf 50-Hz-Pumpen.

12.1. PUMPEN FÜR LEICHTE BEANSPRUCHUNG

12.1.1. UNILIFT KP



Edelstahl-Entwässerungspumpe für Wohnanlagen für Feststoffe von bis zu 10 mm.

Max. Förderhöhe: 7,7 m
Medientemperatur: 0 °C - 50 °C
Max. Förderstrom: 4,17 l/s

12.1.2. UNILIFT AP



Edelstahl-Entwässerungs-, -Schmutzwasser- und -Klärwasserpumpen für Wohnanlagen für Feststoffe von bis zu 50 mm.

Max. Förderhöhe: 15,8 m
Medientemperatur: 0 °C - 55 °C
Max. Förderstrom: 9,44 l/s

12.1.3. DP10, EF30, SL1.50 UND SLV.65

Gusseisen-Entwässerungs-, -Schmutzwasser- und -Klärwasserpumpen für Wohn- und Industrieanlagen für Feststoffe von 10 mm (0,39 Zoll) bis 65 mm.

12.1.4. DP10



Max. Förderhöhe: 23,47 m (77 Fuß)
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 13,6 l/s

12.1.5. EF30



Max. Förderhöhe: 15,05 m
 Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
 Max. Förderstrom: 12,2 l/s

12.1.6. SL1.50 UND SE1.50

SE-Pumpen mit Motormantel aus Edelstahl können je nach Anwendung getaucht oder trocken installiert werden.



Max. Förderhöhe: 33 m
 Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
 Max. Förderstrom: 27 l/s

12.1.7. SLV.65 UND SEV.65



Max. Förderhöhe: 29,5 m
 Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
 Max. Förderstrom: 12,2 l/s

12.1.8. SEG.40 UND SEG.50

Gusseiserne Schmutzwasser- und -Klärwasserpumpen mit vorderem Schneidsystem am Pumpeneinlass für Wohnanlagen oder Kommunen.



Max. Förderhöhe: 42,9 m
 Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
 Max. Förderstrom: 5,2 l/s

12.2. PUMPEN FÜR MITTLERE BEANSPRUCHUNG

Gusseisen-Klärwasserpumpen für Unterwasser- oder Trockenschachtinstallation für Wohn- und Industrieanlagen. Hydraulik mit einem freien Durchgang von 75 mm - 160 mm und Druckflanschen von DN 80 - DN 300.

12.2.1. SL1.80 ...100 UND SE1.80 ...100 1,5 kW - 7,5 kW



Max. Förderhöhe: 24,5 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 85 l/s

12.2.2. SLV.80 ...100 UND SEV.80 ...100 1,1 kW - 11 kW



Max. Förderhöhe: 44,8 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 40 l/s

12.2.3. SL1.75 ...160 UND SE1.75 ...160 13 kW - 26,5 kW



Max. Förderhöhe: 52 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 278 l/s

12.2.4. SLV.80 UND SEV.80 13 kW - 26,5 kW



Max. Förderhöhe: 71,5 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 50,2 l/s

12.3. MULTILIFT-HEBEANLAGEN

Multilift-Hebeanlagen sind eine Universallösung zur Trockeninstallation. Sie besitzen Sammeltanks, Pumpen und ein Steuergerät zum Sammeln und Pumpen von Abwasser aus ausgewählten Sanitärvorrichtungen in Wohn- und Mehrfamilienhäusern. Multilift-Hebeanlagen werden mit Pumpen ausgeliefert, die entweder über ein Vortex-Laufrad, ein Kanallaufrad oder ein Schneidwerk verfügen.

12.3.1. MULTILIFT MSS, M UND MOG MIT EINER PUMPE

Max. Förderhöhe: 46 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 8 l/s

12.3.2. MULTILIFT MC, MLD UND MDG MIT ZWEI PUMPEN

Max. Förderhöhe: 46 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 16,5 l/s

12.3.3. MULTILIFT MD1- UND MDV DUPLEX-AGGREGATE MIT ZWEI PUMPEN

Max. Förderhöhe: 24,5 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 28 l/s

12.4. PUMPEN FÜR STARKE BEANSPRUCHUNG

Gusseisen-Klärwasserpumpen für Unterwasser- oder Trockenschachtinstallation für Wohn- und Industrieanlagen. Hydraulik mit einem freien Durchgang von 1, 2, 3 oder 4 mm und Druckflanschen von DN 150 - DN 800.

Max. Förderhöhe: 110,6 m
Medientemperatur: 0 °C - 40 °C
Max. Förderstrom: 2400 l/s

Klärwasserpumpen für starke Beanspruchung und für die Installation unter Wasser und in größeren Trockenschächten werden im Abwasserhandbuch 2 erörtert.





[2]

AUSLEGUNG VON PUMPEN

1. Berechnung von Leistungsvermögen sowie Anzahl der Pumpen und Betriebsweise

Das Leistungsvermögen der Pumpenanlage wird so berechnet, dass es die maximale Zulaufmenge übersteigt, normalerweise unter Zugrundelegung des Faktors 1,05. Das zusätzliche Leistungsvermögen hängt von der Genauigkeit der Zulaufmengenberechnung ab.

Darüber hinaus ist für Durchfluss, Förderhöhe und Leistung bei seriengefertigten Pumpen gemäß DIN-Norm ISO 9906:2012, Klasse 3B, eine Kompensation für Toleranzen bei Abnutzung und Leistungsvermögen zu berücksichtigen.

Bei kleinen Anlagen, z. B. für Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften usw., bei denen Abwasser mit Toilettenabfällen gefördert wird, wird die Mindestfördermenge der Pumpe häufig von der Selbstreinigungsfähigkeit der Hauptsteigleitung bestimmt.

	l/s
DN 50 / 2"	2,2
DN 65 / 2,5"	3,3
DN 80 / 3"	4,2
DN 100 / 4"	7,0

Abb. 1 Die Selbstreinigungswirkung des Rohrsystems wird durch eine Mindestgeschwindigkeit von 1 m/s in vertikalen bzw. 0,7 m/s in horizontalen Röhren erreicht

Die oben genannten Werte sind **unabhängig von der Zulaufmenge**.

1.2. KLEINE PUMPENANLAGEN

Bei Pumpenanlagen für leichte Beanspruchung (1 bis 2,2 l/s) für Abwasser, das nur aus Drainage- und Regenwasser besteht, wird die maximale Förderleistung so eingestellt, dass sie der maximalen Zulaufmenge aus Röhren und Sammelbrunnen zusammen entspricht. In solchen Pumpenanlagen kommen im allgemeinen Einzelpumpen zum Einsatz.

1.3. VARIATION DER ZULAUFMENGE

Je nach Höhe und Variation der Zulaufmenge und der Schwere der Unannehmlichkeiten bei Pumpenversagen, kann es sich empfehlen, die Kapazität zwischen zwei oder mehr Pumpen aufzuteilen.

Die Zulaufmenge schwankt von Tag zu Nacht und von einem Tag zum anderen. Insbesondere die Zulaufmenge von ablaufendem Regenwasser (Oberflächenwasser) unterliegt starken Schwankungen wohingegen die Zuflussmenge von Klärwasser und Drainagewasser einer regelmäßigeren Bewegung folgt. Siehe Abb. 2.

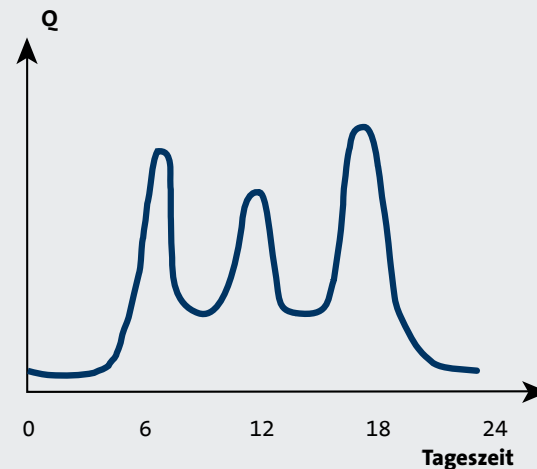


Abb. 2 Typisches Ausleitungsmuster für Abwasser mit Toilettenabfällen

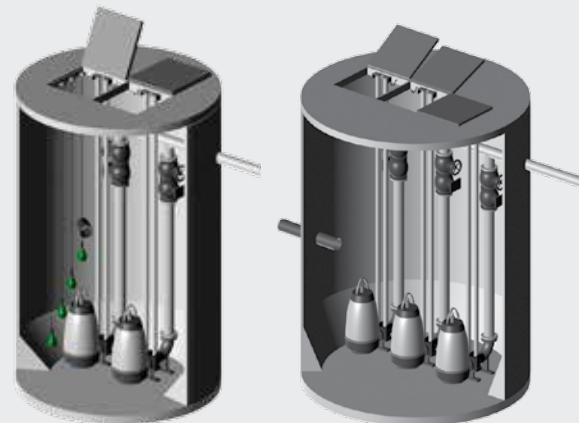


Abb. 3 Installation mit zwei und drei Klärwasser-Tauchpumpen auf Kupplungsfußkrümmer mit Führungsrohren

Beim Bemaßen der Pumpstation muss der Typ des zu verwendenden Abflusssystems berücksichtigt werden. Insbesondere bei getrennten Systemen muss die Menge des Niederschlags und des ablaufenden Regenwassers bekannt sein, da es von Bereich zu Bereich große Unterschiede geben kann.

Bei Pumpenanlagen für geringe Beanspruchung wird normalerweise nur eine Pumpe für die ganze abzuleitende Menge eingesetzt. Pumpen für mittlere Beanspruchung werden in einigen Fällen auch bei Installationen mit einer Pumpe verwendet. Häufiger sind jedoch zwei identische Pumpen im Wechselbetrieb, wobei eine zu 100 % als Reserve vorgehalten wird.

Die Entscheidung, dass eine Reservekapazität benötigt wird, muss unter Berücksichtigung der möglichen Konsequenzen durch den Ausfall einer der Pumpen erfolgen. Für die Entsorgung von Gewerbegebäuden oder kommunalen Installationen werden jedoch am häufigsten Anlagen mit zwei oder mehr Pumpen verwendet.

2. Abflusssysteme

In Kombisystemen, bei denen Regenwasser, Schmutzwasser und Klärwasser über das gleiche Ablaufrohr abgeleitet wird, variiert die Zulaufmenge nicht nur zwischen Tag und Nacht, sondern auch zwischen Sommer und Winter. In diesem Fall könnten zwei, drei oder mehr ähnliche Pumpen parallel installiert und betrieben werden, um die erforderliche Förderleistung auch bei schweren Regenfällen bereitzustellen. Es ist auch möglich, eine Pumpengruppe für die Zulaufmenge in der trockenen Jahreszeit auszulegen und eine andere mit größeren Pumpen für Situationen vorzuhalten, in denen der Großteil der Zulaufmenge aus Regenwasser besteht.



Abb. 4 Kombisystem für Klärwasser, Schmutzwasser und Regenwasser



Abb. 5 Getrenntes System, bei dem Regenwasser über eine eigene Abflussleitung abgeleitet wird und Schmutz- sowie Klärwasser über eine andere Abflussleitung

3. Wechselbetrieb und Parallelbetrieb

3.1. WECHSELBETRIEB

Wenn zwei Pumpen abwechselnd betrieben werden, kommt es an beiden Pumpen zu gleichmäßiger Abnutzung. Außerdem besteht so die Möglichkeit, die Betriebsbereitschaft durchgängig zu prüfen. Die beiden Pumpen sind identisch. Jede besitzt ein Leistungsvermögen, das dem 1,05-Fachen der maximalen Zuflussmenge entspricht. Dabei wird das Ausleistungsmuster zugrunde gelegt, bei dem die Höchstlast am späten Nachmittag auftritt.

Die Zulaufmenge in den Schacht stammt aus einer Anlage, bei der Klär- und Schmutzwasser über das gleiche Rohr abgeleitet werden. Regenwasser fließt durch ein separates Rohr.

Abb. 6 zeigt vier Niveausensoren im Schacht für den Betrieb der Pumpstation mit zwei Pumpen Pumpe A und Pumpe B.

- Sensor 1: Ausschaltniveau
- Sensor 2: Einschaltniveau 1
- Sensor 3: Niveau für Hochwasseralarm
- Sensor 4: Einschaltniveau 2

Der am niedrigsten hängende Sensor Nummer 1 fungiert als Ausschaltsensor für beide Pumpen. Sensor Nummer 2 startet Pumpe A. Diese Pumpe läuft, bis der Wasserstand das Ausschaltniveau erreicht hat. Die Steuerung schaltet zu Pumpe B. Diese Pumpe wird dann beim nächsten Mal gestartet, wenn der Wasserstand das Einschaltniveau erreicht.

Das Volumen zwischen Sensor 1 und Sensor 2 ist das Nutzvolumen des Sammelbrunnens.

Sensor Nummer 3 ist der Alarmsensor für den Hochwasseralarm. Wenn eine Pumpe ausfällt, steigt der Wasserstand bis auf das Alarmniveau, und die Steuerung sendet einen Alarm an die Person, die für die Pumpstation verantwortlich ist.

Der Wasserstand steigt weiter bis zum Niveausensor Nummer 4, der die Bereitschaftspumpe startet. In diesem Fall besitzt die Anlage eine Reservekapazität von 100 %.

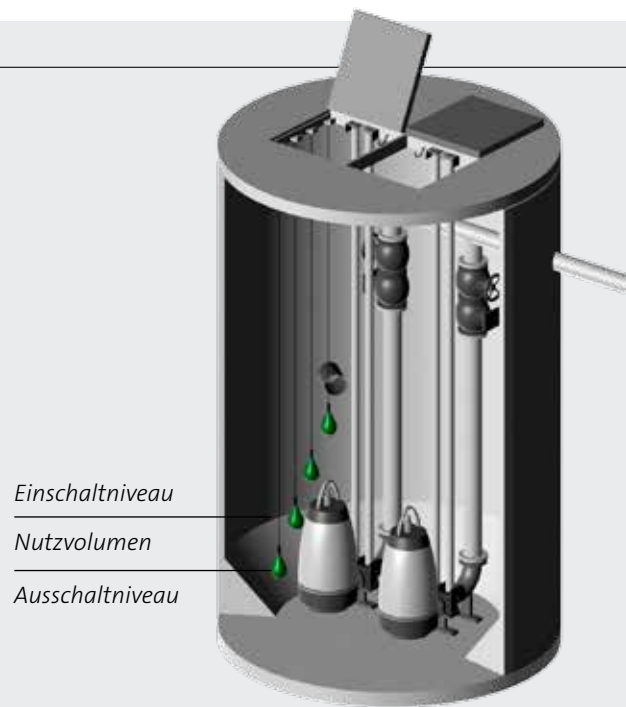


Abb. 6 Installation mit zwei Pumpen und vier Niveausensoren

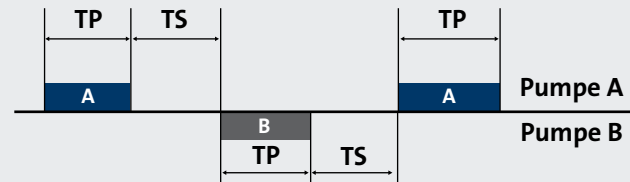


Abb. 7 Zwei Pumpen im Wechselbetrieb, wobei der eingehende Zufluss geringer ist als die Kapazität einer Pumpe

- TP ist die Pumpzeit
- TS ist die Stoppzeit
- TP + TS ist die Pumpzykluszeit

3.2. PARALLELBETRIEB

Auch eine parallele Betriebsweise kann für eine einheitliche Abnutzung der Pumpen sorgen. Die beiden Pumpen sind identisch mit einer Gesamtkapazität, die im Parallelbetrieb dem 1,05-Fachen der maximalen Zuflussmenge entspricht. Dabei werden nationale Richtlinien und Gesetze zugrunde gelegt.

Die Zulaufmenge zum Schacht stammt aus einem Kombisystem für Klär-, Schmutz- und Regenwasser.

Wie auch beim Wechselbetrieb sind im Schacht vier Niveausensoren vorhanden:

- Sensor 1: Ausschaltniveau
- Sensor 2: Einschaltniveau 1
- Sensor 3: Einschaltniveau 2
- Sensor 4: Niveau für Hochwasseralarm

Beim alltäglichen Betrieb laufen Pumpe A und Pumpe B abwechselnd wie oben beschrieben. Bei Regen kann die Zulaufmenge zum Schacht die Kapazität einer Pumpe übersteigen. Trotz laufender Pumpe steigt der Wasserstand. Wenn der Wasserstand den Niveausensor 3 erreicht, springt die Bereitschaftspumpe an, und die beiden Pumpen laufen parallel, bis das gemeinsame Ausschaltniveau erreicht ist.

Wenn eine Pumpe ausfällt und die Zulaufmenge zum Schacht geringer ist als die Kapazität einer Pumpe, wird nur dann ein Alarm ausgelöst, wenn der Wasserstand bis zu Sensor 4 steigt. Das heißt, dass im System nur eine Pumpe verfügbar ist. In diesem Fall sollte der Steuerung eine weitere Alarmanzeige hinzugefügt werden. Der Alarm wird ausgelöst, wenn eine Pumpe nicht anspringt, während sich die Pumpen im Wechselbetrieb befinden.

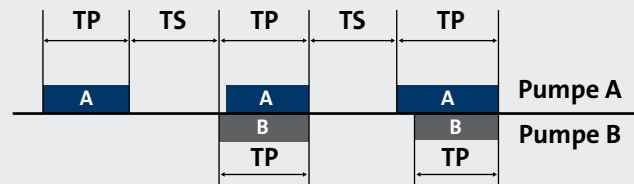


Abb. 8 Zwei Pumpen im Wechsel- und Parallelbetrieb, wobei der eingehende Zufluss die Kapazität einer Pumpe übersteigen kann

- TP ist die Pumpzeit
- TS ist die Stoppzeit
- TP + TS ist die Pumpzykluszeit

Bei Anlagen mit Parallelbetrieb ist es nicht ungewöhnlich, dass zur Sicherheit noch eine dritte Pumpe installiert wird. Diese verfügt über einen eigenen Sensor, der über dem Alarmsensor montiert wird. Sollten die Pumpe 1 oder Pumpe 2 ausfallen, ist so noch eine Reservepumpe vorhanden, die eine Überschwemmung verhindern kann.

3.3. BETRIEB MIT EINER PUMPE

Bei einer Pumpstation, die nur für wenige Haushalte genutzt wird, ist die Zulaufmenge häufig begrenzt, sodass schon eine einzige Pumpe die erforderliche Leistung liefern kann. Allerdings muss hier die Förderleistung viel höher sein als der Zulauf es erfordert, damit Sedimentation in den Druckleitungen durch die notwendige hohe Durchflussgeschwindigkeit wirksam verhindert werden kann.

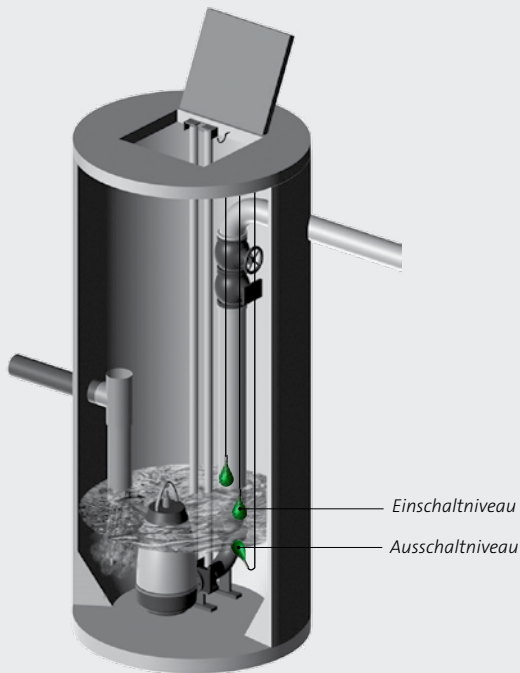


Abb. 9 Installation mit einer Pumpe, wobei der eingehende Zufluss geringer ist als die Kapazität der Pumpe

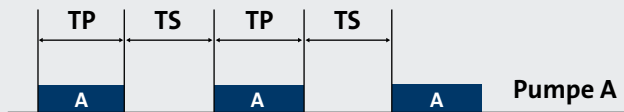


Abb. 10 Das Betriebsverfahren für den Betrieb mit einer Pumpe

- TP ist die Pumpzeit
- TS ist die Stoppzeit
- TP + TS ist die Pumpzykluszeit

In den oben gezeigten Beispielen werden Schwimmerschalter als Niveausensoren verwendet. Alternativ können aber auch ein Druckgeber, ein Ultraschallsensor, Elektroden oder Ähnliches zum Einsatz kommen.

4. Haltbarkeit der Pumpe

Unter Nutzungsdauer einer Pumpe versteht man die Anzahl der Betriebsstunden bzw., wenn die Pumpe wenig genutzt wird, die verstrichene Zeit seit der letzten Überholung oder Überprüfung. Bei jeder Überholung müssen möglicherweise die Lager und andere Verschleißteile, Kabel und das Sperröl überprüft und ggf. ersetzt werden. Die Pumpe bleibt dabei im Wesentlichen unverändert.

Eine übliche Nutzungsdauer für die Pumpe liegt zwischen 200 und 2000 Betriebsstunden, je nach Pumpentyp und Anwendung.

Entwässerungs-, Schmutzwasser- und Klärwasserpumpen müssen regelmäßig überprüft werden, da sie oft unter rauen Betriebsbedingungen eingesetzt werden.

Die Häufigkeit solcher Überprüfungen richtet sich nach dem jeweiligen Verwendungszweck und der Art der Flüssigkeit. In der Garantiezeit findet sie häufig alle 2000 Betriebsstunden bzw. mindestens einmal jährlich statt. Im Zuge der Überprüfung werden beschädigte oder abgenutzte Teile ausgewechselt. Zur Vermeidung ungeplanter Ausfälle der Pumpen empfiehlt es sich, die Installations- und Betriebsanleitung heranzuziehen.

Bei ordnungsgemäßer Wartung kann die Pumpe 10 Jahre oder länger halten. Das entspricht 20.000 Betriebsstunden. Es gibt jedoch mehrere Faktoren, die die Haltbarkeit der Pumpe beeinträchtigen können:

1. Abrasive Medien (Seite 45, Teil 5.)
2. Typ des Laufrads (Seite 46, Teil 5.4)
3. Korrodierende Medien (Seite 47, Teil 6.)
4. Kavitation (Seite 135, Abschnitt 9.)

5. Abrasive Medien

Wenn es einen standardmäßigen Inhalt von Klärwasser gäbe, bestünde dieser zu zirka 0,005 Volumenprozent aus Sand und Schlack. Der Sandgehalt wird entweder Prozent nach Volumen (pv) oder nach Gewicht (pm) ausgedrückt.

Das Verhältnis zwischen den beiden lautet wie folgt:

$$P_m \sim 3 \times P_v$$

mit einer geschätzten Sanddichte von 3.000 kg/m³

Demzufolge hat pv einen Wert von 0,005 %, und pm liegt bei 0,015 %. Für Klärwasser mit diesen Bestandteilen kann jede Art von Abwasserpumpe und Werkstoff verwendet werden.

Der Sandgehalt kann manchmal jedoch deutlich höher ausfallen, beispielsweise nach starkem Regen oder bei der Schneeschmelze. In manchen Stunden kann er bis zu 1000 Mal höher sein. Die Menge des Sandes, der durch Eindringen von Drainagewasser oder Grundwasser in Teile eines Kanalisationssystems gelangt, kann so hoch werden, dass er einen starken Verschleiß der Pumpe verursacht.

Faktoren, die sich auf den Verschleiß der Pumpe auswirken, sind:

1. Sandgehalt
2. Form der Sandkörner
3. Werkstoff der Pumpe
4. Art des Laufrads
5. Förderhöhe

5.1. SANDGEHALT

Häufig lässt sich ein Problem mit Sand auf einen Hang mit starker Erosion während schweren Regenfällen zurückführen. Schnell fließender Abfluss von Regenwasser transportiert große Mengen an Humus, Sand und Schlack zu den Abläufen entlang der Straße und in der Folge in die Sammelgrube. Von dort aus wird das Wasser von einer Pumpstation zur nächsten transportiert, bis es im Einlauf der Aufbereitungsanlage gefangen ist. Der Sand verursacht auf dem gesamten Weg durch das Klärwassersystem Probleme. Der Sand kann auch von einer Baustelle stammen, wo er direkt in die Kanalisation eingeleitet wurde. Zum Abmildern der größten Probleme, sollte vor der Einleitung in die Kanalisation eine Ablaufbarriere mit einer Sandfalle oder einem Absetzbecken vorhanden sein.

Manchmal lässt sich ein Sandproblem auf einen alten oder falsch ausgelegten Abschnitt der Kanalisation zurückführen, in dem es gebrochene oder undichte Verbindungen gibt. Bei Regen transportiert eindringendes Wasser Sand und Schlack in die Kanalisation. In solchen Fällen sollte der Abschnitt der Abwasserleitung instandgesetzt oder ausgetauscht werden. Im Allgemeinen besteht die beste Lösung für solche Probleme darin, den Sand aufzufangen und zu sammeln, bevor er die erste Pumpstation erreicht. Dies ist normalerweise die wirtschaftlichste Lösung.

5.2. FORM DER SANDKÖRNER

Je nach Form und Scharfkantigkeit der Körner, kann der dadurch verursachte Verschleiß die Lebensdauer der Pumpe erheblich verkürzen.

5.3. WERKSTOFF DER PUMPE

Beim Fördern abrasiver Medien besteht eine Möglichkeit zum Minimieren von Verschleiß, z. B. ab den Hydraulikkomponenten, und daher zum Verlängern der Pumpenlebensdauer in der Auswahl einer Pumpe mit einem Laufrad aus gehärtetem Edelstahl und gummibeschichteten Diffusor. Grundfos DW-Baupumpen (DW für „Entwässern“, engl. „Dewatering“) sind von dieser Bauart. Alternativ zum kostspieligen Wechsel des Materials käme auch eine Schutzbeschichtung wie Belzona oder Ähnliches für Gusseisenteile in Betracht.

5.4. ART DES LAUFRADS

Eine gute Methode zum Lösen eines Problems mit durch Sand verursachten Verschleiß besteht häufig in der Verwendung einer Pumpe mit einem SuperVortex-Laufrad, anstelle einer Pumpe mit einem Einkanalrad, einem S-tube-Laufrad und geschlossenen Laufrädern im Allgemeinen.

Grundfos SL-, SE- und S-Pumpen mit SuperVortex-Laufrädern fördern den meisten Sand am Pumpengehäuse entlang, bevor er wieder ausgeleitet wird. Dies reduziert den Verschleiß am Laufrad und an der Gleitringdichtung. Der Preis für die verbesserte Haltbarkeit ist eine um etwa 20 % höhere Leistungsaufnahme.

5.5. FÖRDERHÖHE

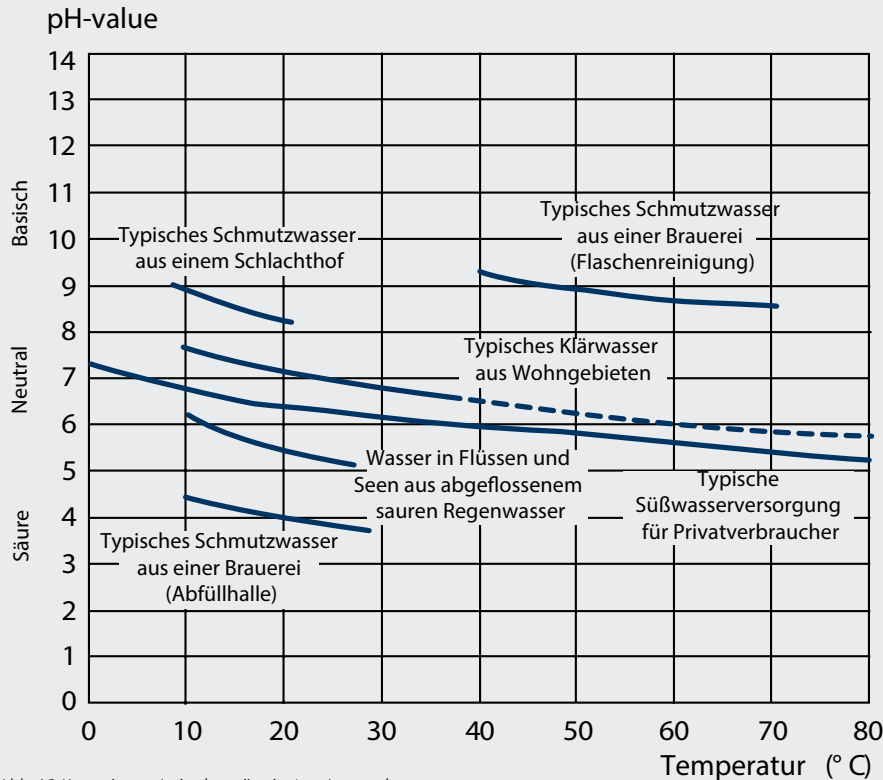
Bei schweren Problemen mit Sand, kommt möglicherweise eine Veränderung des Auslassrohrsystems infrage. Dabei wird die erforderliche Förderhöhe gesenkt und eine Sandfalle hinzugefügt. Da Förderhöhe und Geschwindigkeit durch das Laufrad zusammenhängen, sorgt eine geringere Förderhöhe für eine längere Lebensdauer der Pumpe.



Abb. 11 Schneidwerkpumpe mit Schneidwerk und Laufrad nach einem Jahr Betrieb in einer Anwendung mit Sandproblemen

Der Umstieg auf einen Pumpentyp mit gleichem Fließweg, aber einem geringeren Austrittsdruck führt bei gleichem Sandgehalt in der Regel zu einer längeren Nutzungsdauer.

6. Korrodierende Medien



Die Korrosionsrate hängt von vielen Faktoren ab, z. B. pH-Wert, Temperatur und der Gehalt von Sand und Metallionen.

Abb. 12 Korrosionsrate in den gängigsten Anwendungen

Verhältnis zwischen gewähltem Werkstoff und der Nutzungsdauer		
Werkstoff	Verkürzte Nutzungsdauer	Annehmbare Nutzungsdauer
Gusseisen	pH < 6,5	pH > 6,5
Epoxid-Beschichtung (200 Mikrometer) oder kathodisch geschütztes Gusseisen	pH < 5	pH > 5
Bronze	pH > 8,5	pH < 8,5
Edelstahl, W.nr. 1.4301	pH < 3	pH > 3
Kathodisch geschützter Edelstahl	pH < 1	pH > 1

Abb. 13 Säuregrad verschiedener Schmutzwassertypen

Die Grafik und die Tabelle oben zeigen, dass Gusseisenkomponenten in einem „gewöhnlichen“ Klärwassersystem bei niedrigen Temperaturen eine annehmbare Nutzungsdauer aufweisen. Die Nutzungsdauer von Gusseisen lässt sich mit einer Beschichtung (z. B. aus Epoxid) und darüber einer mindestens 200 Mikrometer dicken Schicht aus verschleißfester Farbe verlängern. Um diesem erhöhten Schutz der Gusseisenkomponenten gleichzukommen, sollten die gefertigten Stahlteile und -rohre feuerverzinkt sein.

Bronze sollte nur bei einem pH-Wert von weniger als 8,5 in Erwägung gezogen werden.

Die Korrosionsbeständigkeit von Gusseisen ist möglicherweise nicht ausreichend für saures Regenwasser und heißes Schmutzwasser aus Industrieanlagen, insbesondere bei Komponenten, die hohen Fließgeschwindigkeiten ausgesetzt sind, z. B. Laufräder und Pumpengehäuse. Bei solchen Anwendungen können die Beschichtung und die natürliche Schutzschicht aus Rost abgetragen werden, was zu einer schnellen Korrosion führt. In solchen Fällen ist Edelstahl die logische Wahl, um eine annehmbare Nutzungsdauer zu erreichen.

Aufgrund der Korrosionsgefahr, sollte Aluminium nur für Statorgehäuse bei mobilen leichten Baupumpen zum Einsatz kommen.

Tauchmotorpumpen, die vollständig aus hochwertigem Edelstahl bestehen und von einer Epoxid-Beschichtung und Zinkanoden geschützt werden, sind die natürliche Wahl für Salzwasser und hoch korrodierende Medien wie heißes industrielles Prozesswasser.

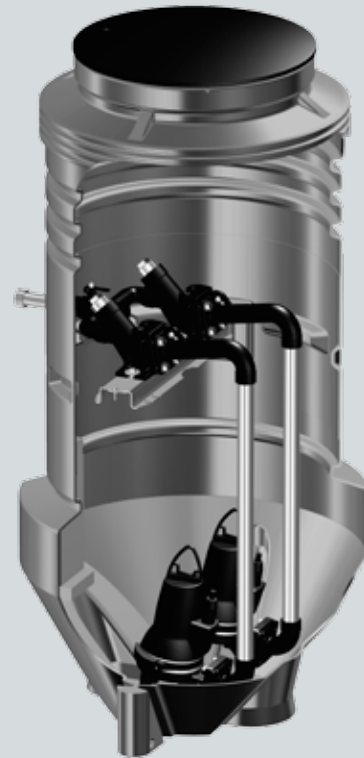


Abb. 14 Der beste Installationsaufbau für hoch korrodierende Medien Wird die Pumpe zur Wartung aus dem Wasser gezogen, werden alle Dichtungsdefekte leicht erkannt, da die Verrohrung und die Dichtungen außerhalb des Wassers freiliegen.



Abb. 15 Für höhere Flussmengen von hoch korrodierenden Medien ist eine vollständig aus Edelstahl bestehende Klärwasser-Tauchpumpe und ein Kupplungsfußkrümmer mit Führungsrohren aus Edelstahl und einem oberen Klappmechanismus für das Führungsrohr die richtige Wahl

The image shows a complex industrial machine, possibly a pump or a valve assembly, with various pipes, flanges, and a motor. The entire scene is overlaid with a semi-transparent green filter. In the background, there are electrical control boxes mounted on a wall. The machine is mounted on a metal base.

[3]

AUSLEGUNG UND INSTALLATION

1. Auslegung und Installation von Pumpen

Nachdem über die Anzahl der Pumpen und jegliche Betriebsteilung entschieden wurde, ist als Nächstes über die Art der Installation nachzudenken:

- Tauchbare freistehende Installation
- Tauchbare Installation auf Kupplungsfußkrümmer
- Vertikale oder horizontale Trockeninstallation

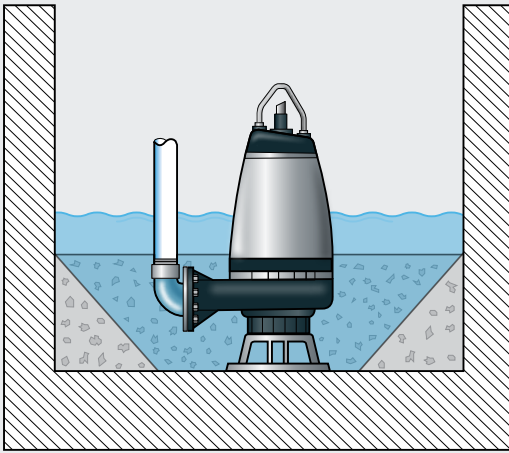


Abb. 1 Tauchbare freistehende Installation, bei der die Pumpe auf einem Ringständer ruht

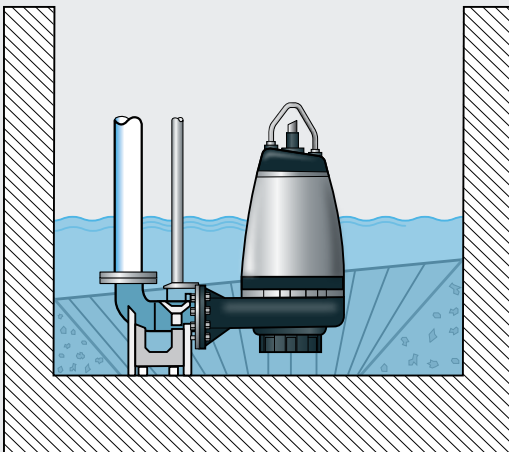


Abb. 2 Tauchbare Installation auf Kupplungsfußkrümmer mit Führungsrohr

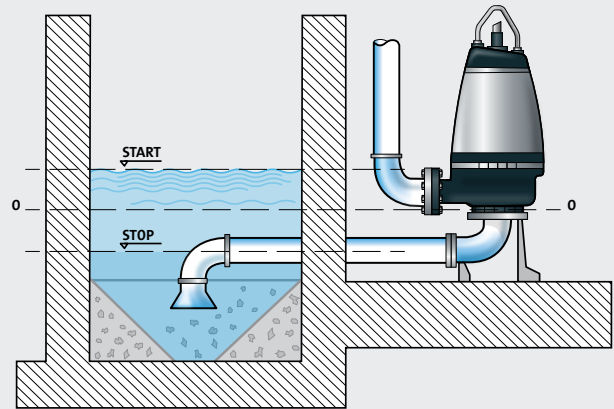


Abb. 3 Tauchbare vertikale Trockeninstallation mit Standfuß zur Befestigung am Fundament

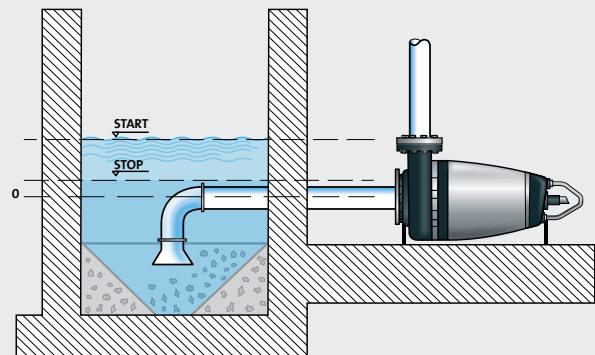


Abb. 4 Tauchbare horizontale Trockeninstallation mit Bügeln zur Befestigung am Fundament

Sobald die Art der Installation feststeht, kann das Pumpenlayout bestimmt werden. Dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Typ und Position der Anschlussstücke an internen und externen Druckleitungen
- Flansche und Verschraubungen
- Absperr- und Rückschlagventile
- Rohrbögen, Verteilerrohre und Verzweigungen
- Reduzierungen und Erweiterungen von Rohren
- Rohrstutzen für Reinigung und Inspektion
- Entlüftung
- Durchflussmesser oder Prüfeinrichtungen für den volumetrischen Durchfluss
- Adapter und Ausgleicher
- Stutzen für Entwässerung und Manometer

Die Rohrauslegung sollte so einfach wie möglich gehalten werden, allerdings dennoch unter Berücksichtigung der Mindest- und Höchstgeschwindigkeiten, optimierten Flussbedingungen und auf eine Weise, die einen leichten Zugang für Inspektion, Wartung und Austausch ermöglicht.

Jede Pumpe besitzt ihre eigene vertikale Druckleitung. Zum Verhindern von Rückfluss besitzt diese entweder eine Schwanenhals-Konfiguration oder ist mit einem Rückschlagventil mit Absperrventil ausgestattet. Für trocken aufgestellte Pumpen sollten die Saugleitungen über ein Absperrventil verfügen.

Die Druckleitung kann direkt an separate externe Druckleitungen oder an ein Verteilerrohr angeschlossen werden, das selbst mit einer gemeinsamen Druckleitung außerhalb des Pumpenschachts verbunden ist.

Bei sehr kleinen Pumpenanlagen, wo kein Rückfluss auftritt, kann auf die Ventile verzichtet werden. Stattdessen kommt ein Entlüftungsventil zum Einsatz. Es kommt direkt oberhalb des Ausleitungsniveaus zum Einsatz, sodass sich das darunter befindliche Rohr selbst entleert. Dadurch wird das Laufrad beim Stoppen der Pumpe von jeglichen textilen Bestandteilen oder anderen Feststoffen gereinigt, und das Wasser in der vertikalen Druckleitung fließt vom Hydraulikteil zurück in die Pumpe. Durch den Rückfluss wird auch der untere Teil des Schachtes sauber gehalten.



Abb. 5 Layout einer einfachen Pumpenkonfiguration mit Schwanenhals und Entlüftung

Die internen Druckleitungen sollten aus einem Werkstoff bestehen, der sie widerstandsfähig gegen Folgendes macht:

- Druck und Druckschwankungen
- Fließgeschwindigkeit
- Atmosphäre (feuchte, korrodierende Luft)
- Temperaturabhängige Ausdehnung
- Mechanische Einwirkungen
- Elektrolytische Reaktion

Für Anlagen zum Pumpen von normalem Abwasser aus Privathaushalten, einschließlich Toilettenabfällen und Regenwasser, werden in der Regel feuerverzinkte Stahlrohre oder Edelstahlrohre verwendet. Kunststoffrohre aus PEM, PEH und PVC kommen häufig bei kleinen Pumpenanlagen mit niedrigen Drücken zum Einsatz.

Die Rohre müssen ermöglichen, dass alle Feststoffe und eine kleine Menge Sand und Kies die Pumpe passieren können, um zu internen und externen Druckleitungen gefördert zu werden. Außerdem muss die Frage der Selbstreinigung in Betracht gezogen werden.

2. Geschwindigkeit in Druckleitungen

Die Fließgeschwindigkeit in vertikalen Druckleitungen sollte mindestens 1,0 m/s betragen. Andernfalls kann es in ihnen zu schädlichen Ablagerungen von Sand und Fett kommen.

Beachten Sie, dass dies auch bei Parallelbetrieb auftreten kann, wenn die Geschwindigkeit im Verteilerrohr aufgrund des größeren Rohrdurchmessers abnimmt.

Wird die Geschwindigkeit zu niedrig, kann sich Sand im Pumpengehäuse ansammeln und das Laufrad innerhalb kurzer Zeit verschleifen.

In der Regel werden die Abmessungen der vertikalen Druckleitungen so gewählt, dass die Geschwindigkeit bei Parallelbetrieb zwischen 1 - 3 m/s liegt.

Bei horizontalen Röhren (sowohl intern als auch extern) liegt das Ziel bei einer Geschwindigkeit von 0,7 - 0,8 m/s. Dies sollte einen reibungslosen Betrieb ohne schädliche Ablagerungen sicherstellen. Um unnötige Druckverluste innerhalb der Anlage zu vermeiden, sollte die Geschwindigkeit 2 - 3 m/s nicht überschreiten. Eine zu hohe Geschwindigkeit erzeugt Strömungsgeräusche im Rohrsystem und verschwendet außerdem Energie.

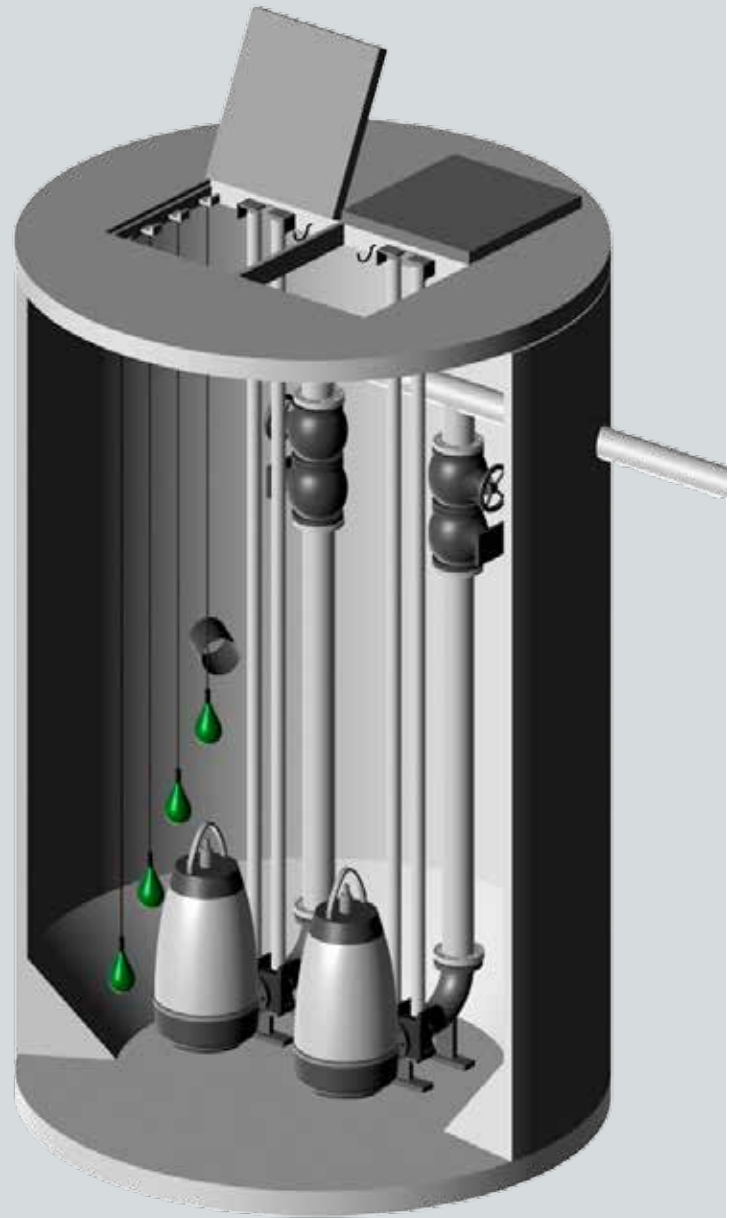


Abb. 6 Pumpeninstallation auf Kupplungsfußkrümmer mit vertikalen und horizontalen Druckleitungen

3. Bestimmung von Anlagencharakteristika

Der Pumpendruck muss verschiedene Widerstände in der Pumpenanlage überwinden.

Die Gesamtdruckhöhe ändert sich mit der Wassermenge im System und dem Wasserstand im Schacht.

Der Austrittsdruck der Pumpe, H_p , sollte der Gesamtförderhöhe im System, H_{tot} , entsprechen oder sie übersteigen.

Die Gesamtförderhöhe wird wie folgt berechnet:

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{geo}} + H_V \quad \text{Dabei gilt}$$

$$H_V = H_{V,A} + H_{V,R} \quad , \text{ wobei gilt:}$$

H_{tot} = Gesamtförderhöhe (m)

H_{geo} = Statische Förderhöhe (m)

H_V = Dynamische Förderhöhenverluste (m)

$H_{V,A}$ = Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken usw. (m)

$H_{V,R}$ = Lineare Reibungsverluste im Druckleitungssystem (m)

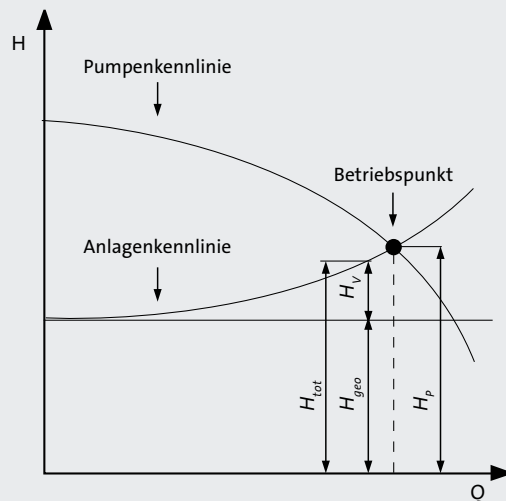


Abb. 7 Kennlinie Pumpenleistung mit geodätischer Höhe, Anlagenkennlinie, dynamischer Gesamtförderhöhe und Betriebspunkt für die Pumpe

3.1. GEODÄTISCHE HÖHE/STATISCHE FÖRDERHÖHE, H_{Geo}

Die statische Förderhöhe oder geodätische Höhe ist unabhängig vom Durchfluss und beschreibt den Höhenunterschied, den das Abwasser mithilfe der Pumpe überwinden soll. Normalerweise wird dieser als Differenz zwischen dem Ausschaltniveau der Pumpe und der Höhe des Druckleitungsauslasses berechnet. Wurde eine Rückstauenebene des Wassers definiert, muss dies in die Überlegungen einbezogen werden. Wenn die Rückstauenebene oberhalb des Auslasses der Druckleitung liegt, sollte sie anstelle der statischen Förderhöhe für die Berechnung herangezogen werden.

Wenn im Sammelbrunnen der Pumpe eine erhebliche Differenz zwischen dem oberen und dem unteren Wasserstand besteht, wird der durchschnittliche Füllstand als Ausschaltniveau verwendet.

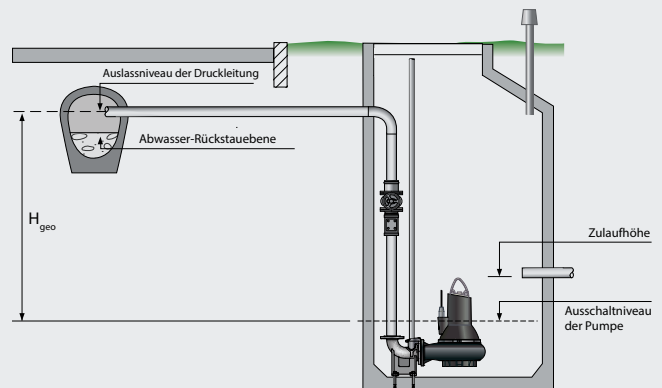


Abb. 8 Die Rückstauenebene des Abwassers wird als unterhalb des Auslasses der Druckleitung definiert. Die statische Förderhöhe sollte bis zur Höhe des Auslasses der Druckleitung berechnet werden.

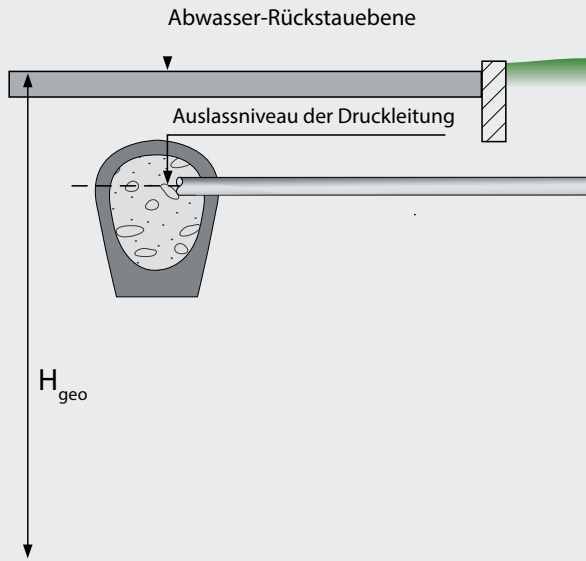


Abb. 9 Hier entspricht die Rückstauerebene des Abwassers dem Straßenniveau und liegt höher als der Auslass der Druckleitung. Die statische Förderhöhe muss bis zum Straßenniveau berechnet werden.

3.2. VERLUSTE IN VENTILEN UND ANSCHLUSSSTÜCKEN, $H_{v,A}$

Wenn Wasser durch Ventile, Rohrbögen, Reduzierungen und Erweiterungen usw. fließt, geht Energie verloren.

Dieser Verlust ändert sich zusammen mit der Fließgeschwindigkeit und, in der Folge, mit der Fördermenge.

Diese Verluste werden wie folgt berechnet:

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{wobei gilt}$$

v = Strömungsgeschwindigkeit (m/s). Horizontale Rohre:

0,7 bis 3,0 m/s, vertikale Rohre: min. 1,0 m/s

Q = Abwasser-Fördermenge (m^3/s)

A = Interne Rohrfläche (m^2)

Es ist wichtig, den Widerstandskoeffizient so genau wie möglich zu bestimmen, da einzelne Verluste bei einer hohen Geschwindigkeit erheblich sein können.

Wenn der Querschnitt der Druckleitung ausgewählt wurde, lassen sich Förderhöhenverluste in den Ventilen und Anschlussstücken im Druckleitungssystem wie folgt berechnen:

$$H_{v,A} = \sum_i \zeta_i \frac{v_i^2}{2g} \quad \text{Dabei gilt}$$

(Zeta) = Widerstandsfaktor (Z) (-) aus der Tabelle.

$H_{v,A}$ = Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken usw. (m)

v = Geschwindigkeit in Ventil oder Anschlussstück (m/s)

g = Gravitationskonstante (m/s^2)

Typ des Widerstands	Zeta-Wert
Absperrventil	0,5
Rückschlagventil	2,2
Rohrbogen 90°	0,5
Rohrbogen 45°	0,3
Freier Auslauf	1,0
T-Stücke 45	0,3 - 0,6
T-Stücke 90	0,5 - 1,5
Erhöhung des Durchmessers	0,3

Abb. 10 Beispiele für Widerstandstypen in einer Druckleitung mit jeweils entsprechendem Zeta-Wert

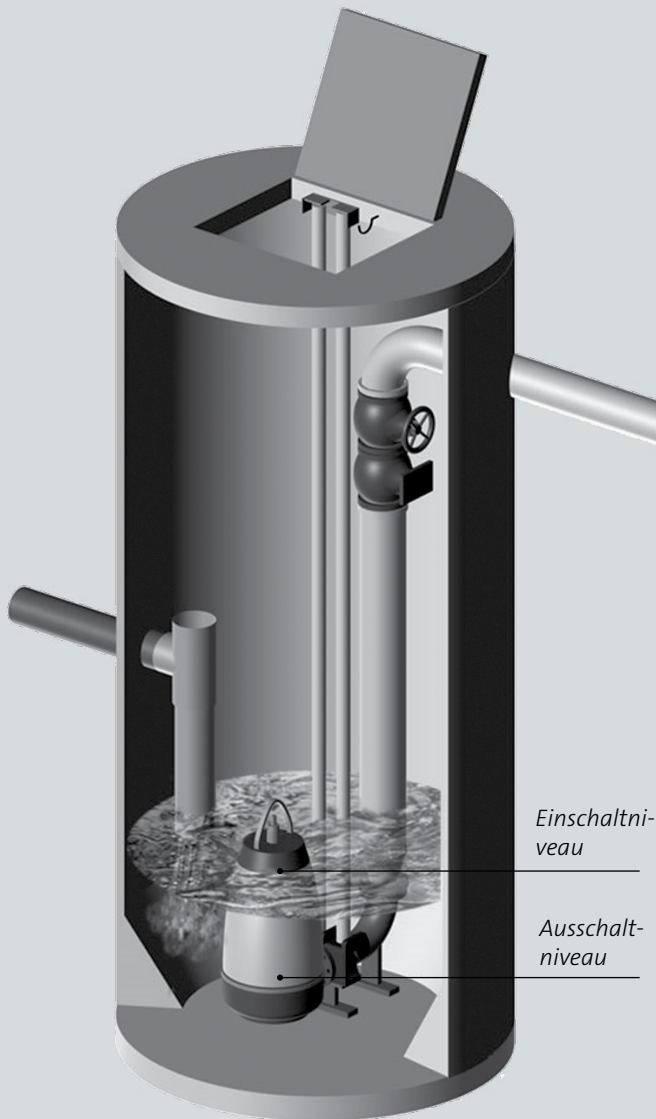


Abb. 11 Tauchmotorpumpeninstallation mit Druckleitungen und Druckventilen. Der Einlauf und der Wasserstand im Schacht variieren die ganze Zeit entsprechend dem Ausleitungsmuster.

3.3. LINEARE REIBUNGSVERLUSTE IN DRUCKLEITUNG, $H_{v,R}$

Der Reibungsverlust in geraden Röhren hängt vom Fluss durch das Rohrsystem und einer Reihe weiterer Faktoren ab, von denen Rauheit der wichtigste ist. Dabei muss die Rauheit als Rauheit der Pumpenanlage betrachtet werden, einschließlich des Einflusses von Rohrverbindungen, Ablagerungen an Rohrwänden und Luftansammlungen. Die Erfahrung zeigt, dass die Rauheitswerte, die Hersteller für neue Röhre angeben, nicht zuverlässig sind. Bei Stahl- und Kunststoffrohren sollte die Rauheit daher mit nicht weniger als 1,0 mm bzw. 0,25 mm geschätzt werden. Häufig wird für beide Rohrtypen eine Rauheit von 1 mm verwendet.

Wenn die externe Druckleitung nicht konstant zum Auslass hin ansteigt, sondern obere und untere Punkte hat, erhöht sich das Risiko von Luftansammlungen und Ablagerungen im Rohr. Außerdem kann sich die Rauheit beträchtlich erhöhen. In solchen Fällen sollten die Rohreigenschaften auf eine andere Rauheit hin bestimmt werden, z. B. 1,0 mm und 2,0 mm, und die Pumpenauswahl sollte dementsprechend ausfallen.

Nomogramme zum Rohrverlust kommen sehr häufig zum Einsatz. Wenn diese auf praktische Weise erstellt wurden und korrekt angewendet werden, ermöglichen sie eine schnelle und sichere Pumpenauswahl. Es ist wichtig, dass das Nomogramm auf anerkannten Widerstandsformeln basiert, damit Wassertemperatur und Rauheit den entsprechenden Bedingungen entsprechen und im Nomogramm der lichte Rohrinne Durchmesser verwendet wird.

Nun kann der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung ermittelt werden:

$$H_{V,R} = H_{V,J} L_{V,i}, \text{ wobei gilt}$$

$H_{V,R}$ = Lineare Reibungsverluste im Druckleitungssystem (m)

$H_{V,J}$ = Förderhöhenverlust als Funktion der Fördermenge (-)

$L_{V,i}$ = Rohrleitungslänge (m)

3.4. DYNAMISCHE GESAMTFÖRDERHÖHE H_{TOT}

Wenn die Anlagencharakteristika berechnet und in das Diagramm der Pumpenleistung übernommen wurden, kreuzen sie die Leistungskennlinie für Q und H. Der Schnittpunkt ist zugleich der Betriebspunkt für die Pumpe in der Anlage.

Eine erweiterte Auslegung nach Anwendung, Medientyp und Pumpendetails finden Sie im Grundfos Product Center: www.product-selection.grundfos.com

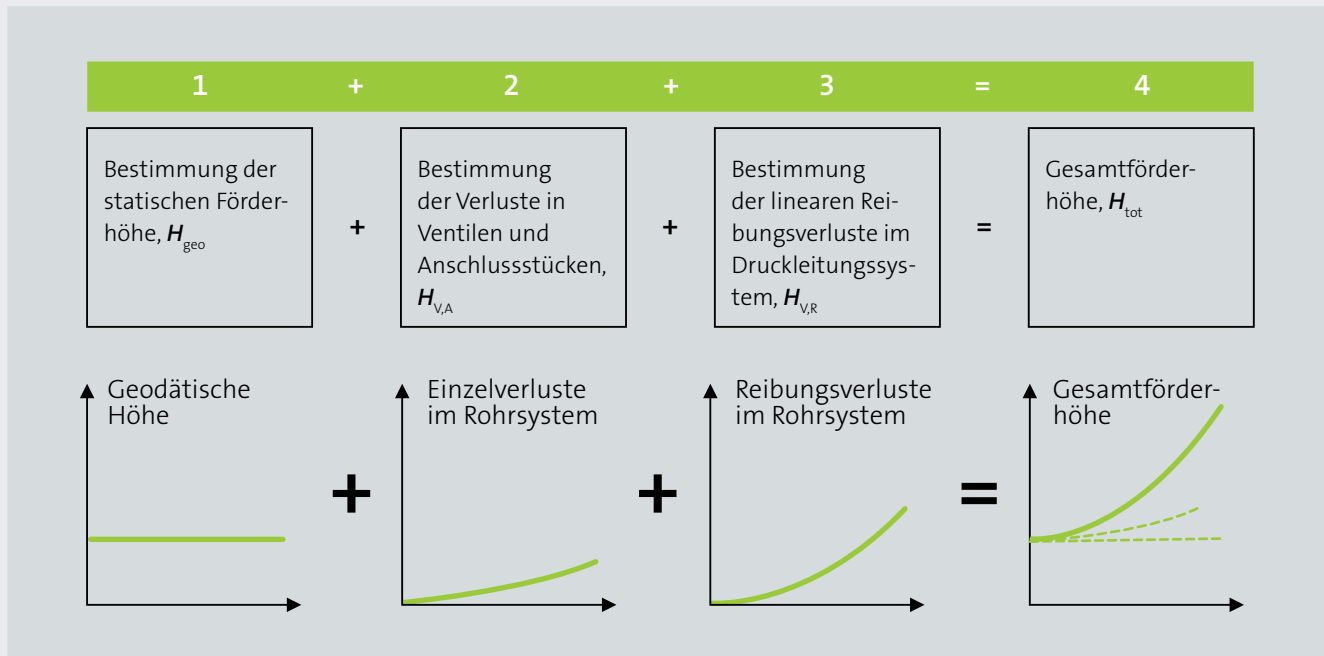


Abb. 12 Berechnung der Gesamtförderhöhe, H_{TOT}

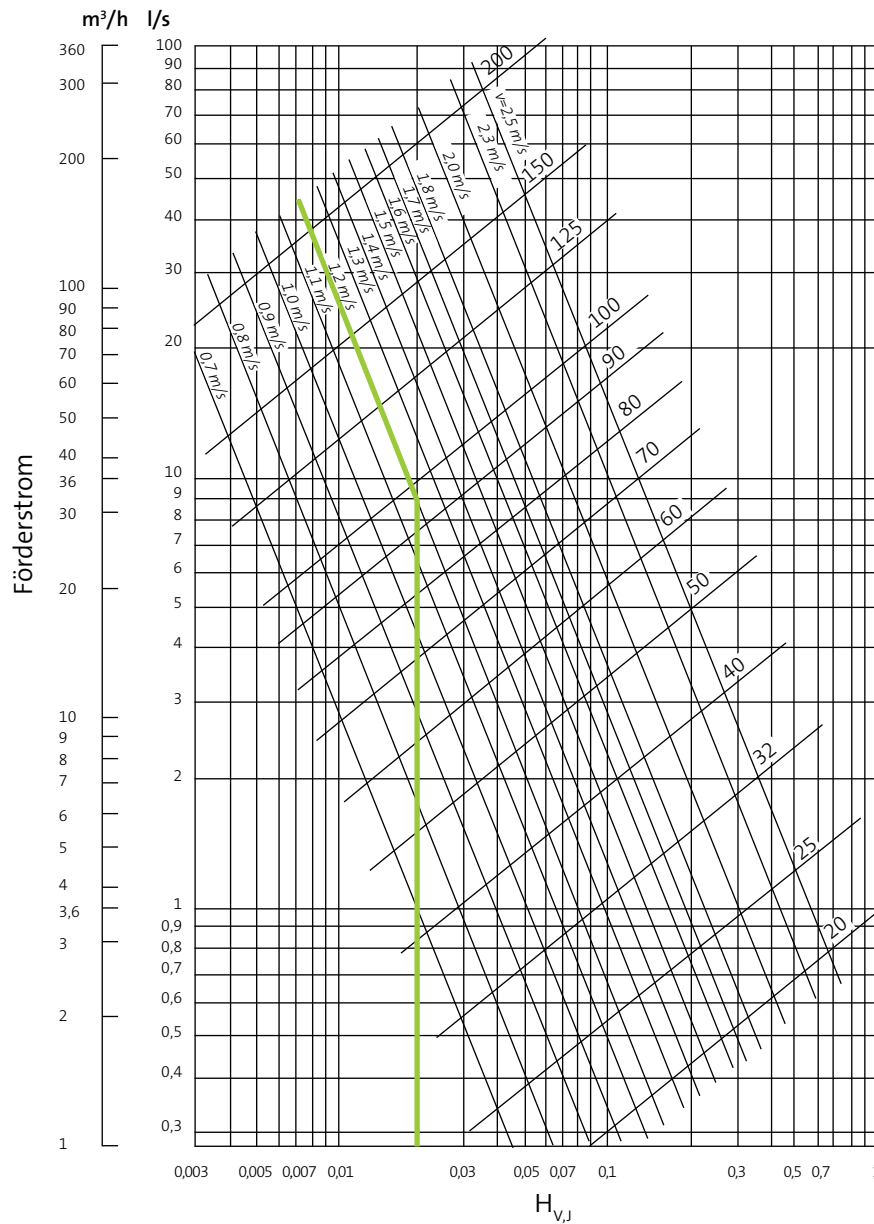


Abb. 13 Nomogramm zum Finden von $H_{v,j}$
 Beispiel: linearer Reibungsverlust in einer 125 m langen DN-100-Druckleitung mit einer Fördermenge von 1,2 m/s.

$$H_{v,R} = H_{v,j} \times L_{v,i} = 0,02 \times 125 = 2,5 \text{ m}$$

4. Pumpenauswahl und Pumpencharakteristika

Pumpenanbieter haben normalerweise mehrere verschiedene Pumpen für einen bestimmten Leistungsbereich im Angebot. Zwischen diesen gilt es, eine Auswahl zu treffen.

Bei der Auswahl muss Folgendes sichergestellt werden:

- Die Pumpe erfüllt die Leistungsanforderungen, ggf. auch durch Verwendung mehrerer Pumpen.
- Der Betriebspunkt der Pumpe ist möglichst optimal. Die Pumpe sollte so lange wie möglich mit maximaler Effizienz betrieben werden können.
- Gute Selbstreinigungseigenschaften im Rohrsystem, auch während eines Parallelbetriebs bei Anschluss an eine gemeinsame externe Druckleitung. In diesem Fall fällt die Leistung jeder einzelnen Pumpe gegenüber der Leistung bei Einzelpumpenbetrieb ab.
- Es wird eine Pumpe mit einer ausreichend steilen Pumpencharakteristik ausgewählt (insbesondere für kleine Pumpenanlagen). Dies sorgt für einen ausreichenden Überdruck und erleichtert so das Entfernen von Ablagerungen, was wiederum das Risiko einer vollständigen Verstopfung vermindert.
- Der Durchgang durch das Laufrad eignet sich für die Förderung von Inhalten im Wasser.

Im Folgenden werden die normalen Anforderungen an den freien Durchgang durch die Pumpe und die Hauptsteigleitung sowie an die Fließgeschwindigkeit aufgeführt:

1. Drainage- und Fremdwasser

Freier Durchgang von mindestens 10 mm, Selbstreinigungsgeschwindigkeit in der Hauptsteigleitung von 1 m/s.

2. Regenwasser und Abwasser ohne Toilettenabfälle (Schmutzwasser)

Freier Durchgang von mindestens 30 - 50 mm, Selbstreinigungsgeschwindigkeit in der Hauptsteigleitung von 1 m/s.

3. Abwasser mit Toilettenabfällen aus Einfamilienhaushalten

Freier Durchgang von mindestens 50 - 65 mm, Selbstreinigungsgeschwindigkeit in Hauptsteigleitung von zirka 1 m/s.

4. Abwasser mit Toilettenabfällen aus öffentlichen Gebäuden und kommunalem Abwasser

Freier Durchgang von mindestens 75 - 160 mm, Selbstreinigungsgeschwindigkeit in der Hauptsteigleitung von zirka 1 m/s.

- Die Pumpenauswahl richtet sich stets nach den folgenden Kennlinien:
- Pumpenleistung (Q/H-Kennlinie)
- Kennlinie Leistungsaufnahme
- Kennlinie Wirkungsgrad
- NPSH-Kennlinie

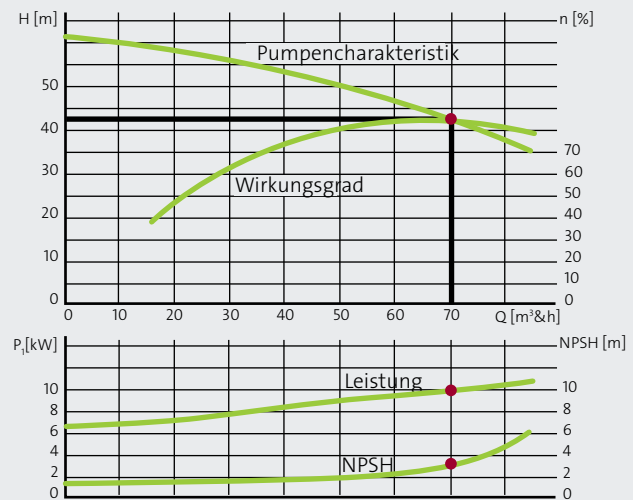


Abb. 14 Typische Leistungskennlinien für eine Kreiselpumpe mit Q/H-Kennlinie, Kennlinie der Leistungsaufnahme, Kennlinie für den Wirkungsgrad (η) und für NPSH als Funktion der Fördermenge

Bei Tauchpumpen müssen sich die Kennlinien für Leistungsaufnahme und Wirkungsgrad auf das gesamte Aggregat beziehen, d. h. auf Pumpe und Motor. Die Kennlinie der Leistungsaufnahme bezieht sich auf die Wellenleistung (P2).

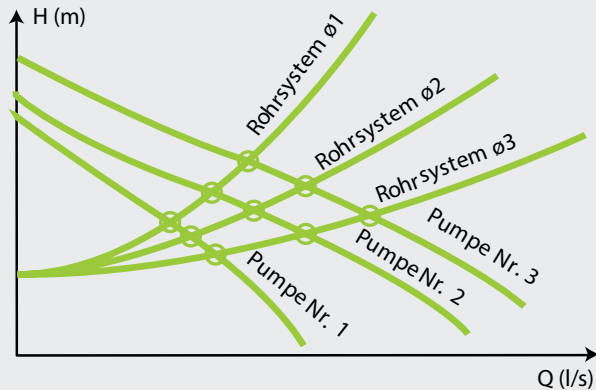


Abb. 15 Verhältnis zwischen Pumpe und Rohrsystem

4.1. PUMPEN BEI EINZELBETRIEB

Abb. 15 zeigt, dass vor der endgültig Entscheidung für eine Pumpe häufig unterschiedliche Alternativen in Betracht gezogen oder Berechnungen angestellt werden müssen. Auswahl und Auslegung der Pumpen wird grafisch klar dargestellt. Die Anlagencharakteristika, die für unterschiedliche geodätische Höhen, Rohrabmessungen oder Werkstoffe gelten könnten, werden berechnet und in einem passenden Maßstab eingetragen. Im gleichen Diagramm kann auch die Pumpenleistung für alternative Pumpen eingetragen werden. Dies erleichtert den Vergleich. Seien Sie vorsichtig, wenn Sie die Pumpenleistung entsprechend den Herstellerangaben ins Diagramm mit den Anlagencharakteristika eintragen, und bedenken Sie Maßstab und Einheiten der Achsen.

Der Betriebspunkt ist der Schnittpunkt zwischen den Anlagencharakteristika und der Pumpenleistung.

Es handelt sich dabei um den Punkt, an dem die Pumpe genau die dynamische Gesamtförderhöhe erreicht, die zum Überwinden der geodätischen Höhe plus hydraulischen Verlusten (einzelne Widerstandsverluste und Reibungsverluste) in internen und externen Rohren erforderlich ist.

Die Wirkungsgradkennlinie kann auch so gezeichnet werden, dass sofort sichtbar wird, ob ein bestimmter Betriebspunkt im Verhältnis zum Wirkungsgrad des Pumpenaggregats akzeptabel ist. Die optimale Pumpenauswahl ist dann erreicht, wenn der Betriebspunkt direkt oberhalb des höchsten Punktes (Maximalwert) der Wirkungsgradkennlinie liegt (Abb. 16).

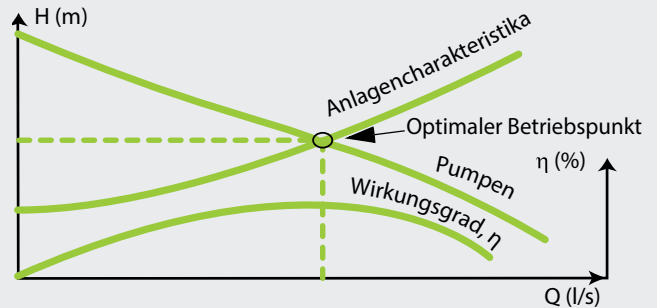


Abb. 16 Optimaler Betriebspunkt für eine neue Pumpe in einem Rohrsystem ohne Ablagerungen

Es sollte überprüft werden (z. B. durch stark unterschiedliche Wasserstände im Sammelbrunnen, wenn dieser als Reservoir verwendet wird), ob die geodätische Höhe schwankt. Ist dies der Fall, bedeutet dies, dass die vertikale parallele Abweichung der Anlagencharakteristika, und damit der Betriebspunkt, innerhalb eines bestimmten Bereichs variiert. In diesem Fall sollte die Pumpenauswahl zu Wirkungsgraden in der Nähe des höchsten Punktes (Maximalwert) der Wirkungsgradkennlinie führen (Abb. 17).

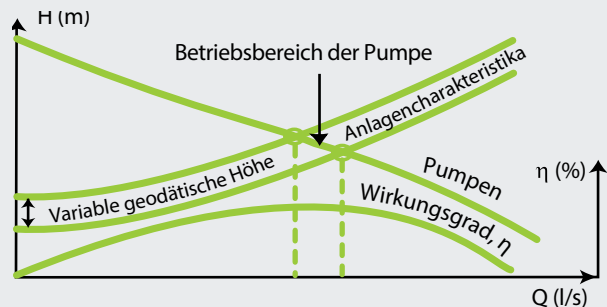


Abb. 17 Betriebspunkt für eine neue Pumpe in einem Rohrsystem mit schwankender geodätischer Höhe

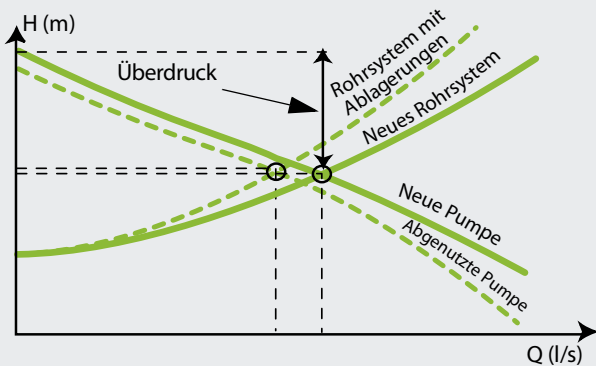


Abb. 18 Allmähliche Verschiebung des Betriebspunktes aufgrund von Pumpenverschleiß und Ablagerungen im Rohrsystem

Abb. 18 verdeutlicht, wie sich der Betriebspunkt verschiebt, wenn die Verluste im Rohrsystem zunehmen, z. B. durch Ablagerungen an den Rohrwänden. Wenn die Verluste zunehmen, nimmt der Durchfluss im Rohrsystem ab. Dies vergrößert die Gefahr von weiteren Ablagerungen an den Rohrwänden. So beginnt ein Vorgang, der mit einem Blockieren des Rohres endet. Die Abbildung zeigt auch, wie Pumpenverschleiß zu schlechter werdenden Pumpencharakteristika führt.

4.2. PUMPEN IM PARALLELBETRIEB

Es können zwei oder mehr Pumpen installiert werden, die parallel laufen können und mit einer gemeinsamen Druckleitung verbunden sind.

Die gemeinsamen Charakteristika für beide oder alle Pumpen in Betrieb wird durch horizontale Summierung (bei gleicher Förderhöhe) der einzelnen Pumpencharakteristika errechnet. Wir sprechen nur dann von paralleler Kopplung, wenn die Pumpen mit derselben Druckleistung verbunden sind, sodass der Druckverlust in den Rohren nahe der Pumpen im Vergleich zum Druckverlust in der gemeinsamen Druckleistung vernachlässigt werden kann.

Die Leistung der einzelnen Pumpen und die gemeinsamen Charakteristika können zusammen mit den Anlagencharakteristika und der Wirkungsgradkennlinie eingetragen werden – auf die gleiche Weise wie bei einer einzelnen Pumpe.

Der Betriebspunkt ist der Schnittpunkt zwischen den Anlagencharakteristika und den gemeinsamen Pumpencharakteristika. Das Prinzip wird in Abb. 19 gezeigt.

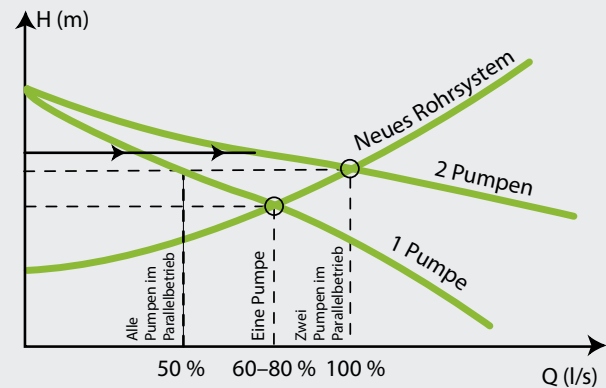


Abb. 19 Prinzip der grafischen Bestimmung des Betriebspunktes mit zwei ähnlichen Pumpen im Parallelbetrieb Die Charakteristika der beiden Pumpen werden horizontal bei gleicher Förderhöhe summiert.

[4]

PUMPEN UND PUMPENSCHÄCHTE

1. Medientemperatur

Eine standardmäßige tauchbare Entwässerungs-, Schmutzwasser-, Klärwasser- oder Schneidwerkpumpe aus Gusseisen oder Edelstahl, die ganz oder vollständig in einem Medium mit einer Temperatur von 40 °C versenkt ist, kann durchgängig oder intermittierend laufen, wenn die folgenden Punkte gemäß den für die Pumpe geltenden Spezifikationen ausgelegt sind:

1. Stromversorgung
2. Anzahl von Einschalt-/Ausschaltvorgängen
3. Pumpenförderstrom
4. Laufzeit bei intermittierendem Betrieb

Wenn die Medientemperatur für mehr als fünf Betriebsminuten auf 50 °C ansteigt, verkürzt sich die Lebensdauer des Motors aufgrund von:

1. Reduzierter Lebensdauer der Kugellager
2. Reduzierter Lebensdauer der Wicklungsisolierung
3. Reduzierter Lebensdauer des Motorkabels



Abb. 1 Tauchbare Grundfos SL-Pumpen und andere kleinere Gusseisenpumpen ohne Kühlanlage können mit einem Flüssigkeitsstand bis zur Motoroberseite durchgängig betrieben werden



Abb. 2 Tauchbare Grundfos SE-Pumpen mit Motormantel und Kühlanlage können durchgängig betrieben werden, wenn der Flüssigkeitsstand lediglich oberhalb des Pumpengehäuses liegt

Bei Anwendungen mit einer Medientemperatur von mehr als 40 °C können folgende Maßnahmen erforderlich sein, um die Nutzungsdauer in einem vernünftigen Rahmen zu halten:

- Der Motor muss gedrosselt werden.
- Es muss ein hitzebeständiges Kabel angebracht werden, oder das vorhandene Kabel wird gedrosselt.
- Die Inspektionsintervalle müssen halbiert und die Kugellager häufiger ausgetauscht werden.
- Der Zulaufdruck muss erhöht werden.
- Alle Gusseisenteile müssen mit einer verschleißfesten Schutzbeschichtung überzogen werden.

Ein Drosslungsfaktor von 0,5 bedeutet, dass ein Motor mit 11 kW nur mit einem Laufrad ausgerüstet wird, das einen Motor mit lediglich 5,5 kW benötigt. Bei einer höheren Last ist mit einer reduzierten Motorlebensdauer zu rechnen.

2. SE-Pumpen mit Kühlanlage

SE-Pumpen für Unterwasser- und Trockenschacht-Installationen im Motorleistungsbereich von 1,1 kW - 30 kW sind auf intermittierenden oder kontinuierlichen Betrieb bei einer Medientemperatur von 0 °C - +40 °C ausgelegt. Für kurze Zeiträume (maximal 1 Stunde) ist für Standardpumpen eine Temperatur von bis zu +60 °C zulässig (außer Ex-Ausführungen).

3. S-Pumpen mit oder ohne Kühlmantel

Pumpen ohne Kühlmantel können bei Nassaufstellung wie folgt betrieben werden:

- Dauerhaft, wenn die Pumpe bis zur Motoroberseite unter Wasser ist.
- Intermittierend mit maximal 20 Einschaltvorgängen pro Stunde, wenn die Pumpe bis zur Motormitte unter Wasser ist, und mit kurzen Betriebsdauern, wenn der Wasserstand lediglich bis zur Oberseite des Pumpengehäuses reicht. Hierbei wird jeweils von einer Medientemperatur von 0 °C - +40 °C ausgegangen.

Für kurze Zeiträume (max. 1 Stunde) bei einer Temperatur von bis zu +60 °C

Hinweis: Explosionssichere Pumpen müssen stets vollständig im Medium versenkt sein. Die Temperatur des Mediums darf 40 °C nicht übersteigen.

Pumpen mit Kühlmantel können bei Nass- und Trockenaufstellung wie folgt betrieben werden:

- Durchgängig und intermittierend mit maximal 20 Einschaltvorgängen pro Stunde bei einem Wasserstand bis oberhalb des Pumpengehäuses.

3.1. EXTERNE KÜHLUNG

Angesichts all dieser Vorsichtsmaßnahmen zur Aufrechterhaltung einer normalen Nutzungsdauer der Pumpe kommt möglicherweise auch der Einsatz eines Kühlmantels für eine externe Kühlung in Betracht. Hierfür muss allerdings kaltes Wasser verfügbar sein.

Bei Medientemperaturen von mehr als 60 °C für Zeiträume von mehr als einer Stunde sollten Kühlmantel mit Anschlüssen für externes Kühlwasser verwendet werden.



4. SmartTrim

Bei herkömmlichen Klärwasserpumpen für Unterwasser- und Trockenschacht-Installationen kann die Aufrechterhaltung des vorgegebenen Dichtspalts zu einer zeitaufwändigen und kostspieligen Aufgabe werden. Bevor ein Austausch des Kragen- und Verschleißrings erfolgen kann, müssen die Pumpen vom Rohrsystem getrennt und das Pumpengehäuse zerlegt werden. Um die vollständige Förderleistung zu erhalten, müssen neue Teile eingebaut werden.

Mit Grundfos SmartTrim ist dies anders. Alle Grundfos Klärwasserpumpen für starke Beanspruchung und für Unterwasser- und Trockenschacht-Installationen ab 9 kW und mit geschlossenem Laufrad sind mit dem einzigartigen SmartTrim-System zur Einstellung des Dichtspalts ausgerüstet.

Dies ermöglicht eine einfache Wiederherstellung des vorgegebenen Dichtspalts und somit eine Aufrechterhaltung der höchsten Förderleistung. Justieren Sie einfach die Einstellschrauben auf der Außenseite des Pumpengehäuses. Dies kann vor Ort erfolgen. Eine Zerlegen der Pumpe oder Spezialwerkzeuge sind dafür nicht notwendig.

Einstellschraube in der Mitte



Abb. 3 Tauchbare Grundfos SE-Pumpen mit SmartTrim Insgesamt gibt es drei Sätze von Einstellschrauben und Gewindestiften

4.1. DICHTSPALT

In herkömmlichen Klärwasserpumpen besitzt das Hydraulikteil einen Verschleißring, manchmal auch einen Kragenring. Der Verschleißring befindet sich im Pumpengehäuse am Zulauf zur Hydraulik. Der Kragenring ist am Kragen des Laufrads montiert. Bei dieser Bauform ist der Dichtspalt die Lücke zwischen dem Verschleißring und dem Kragenring.



Abb. 4 Dichtspalt in herkömmlichen Klärwasserpumpen

Grundfos Klärwasserpumpen mit SmartTrim-System besitzen weder Verschleiß- noch Kragenringe. Der Dichtspalt ist ein radialer Abstand zwischen dem Pumpengehäuse und dem Laufrad. Die Anpassung des Spalts erfolgt über ein Justieren des Pumpengehäuses im Verhältnis zum Laufrad mithilfe der Einstellschrauben.



Abb. 5 Dichtspalt in Grundfos Pumpen mit SmartTrim

Leistungsabfall in %

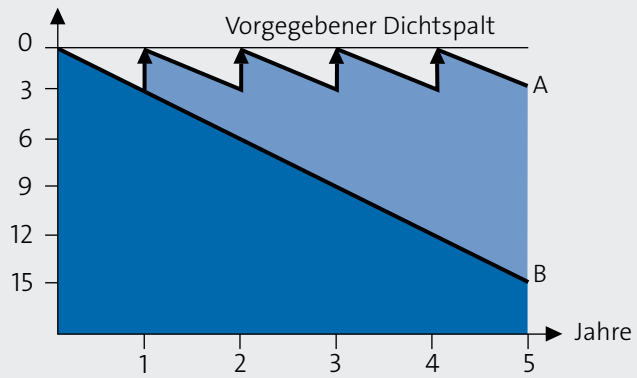


Abb. 6 SmartTrim ermöglicht eine Wiederherstellung des vorgegebenen Dichtspalts und somit eine Aufrechterhaltung der höchsten Förderleistung

- A:** Mit Grundfos SmartTrim-System zur Einstellung des Dichtspalts
- B:** Ohne Dichtspalt-Einstellungssystem

5. Sammelbrunnen der Pumpe

In der Abwasser-Pumpstation sind Pumpe und Sammelbrunnen Bestandteil eines Gesamtsystems, zu dem auch Abtreppung, Rohrsystem, Ventile, Niveausensoren, Entlüftung, Schachtabdeckung und vieles mehr gehört. Mit zielgerichteter Planung während der Konstruktionsphase lässt sich ein reibungsloser Betrieb erreichen.

Häufig sind Abwasserschächte überdimensioniert, um sicherzustellen, dass sie auch wirklich groß genug sind – aber diese gute Absicht kann auch genau das Gegenteil bewirken.

Optimale Betriebsbedingungen werden erreicht, wenn das Nutzvolumen des Sammelbrunnens – das Volumen zwischen den Einschalt- und den Ausschalt-niveaus – korrekt berechnet wird und am Schachtboden ordnungsgemäße gängige Einsätze vorhanden sind.

Einer der größten Nachteile von zu groß bemessenen Schächten besteht darin, dass das Abwasser eventuell zu lange darin verbleibt. Dies führt zu Sedimentation mit Geruchsproblemen (durch die Entstehung von Schwefelwasserstoff) und letztendlich zu einer Verstopfung in der Pumpe.

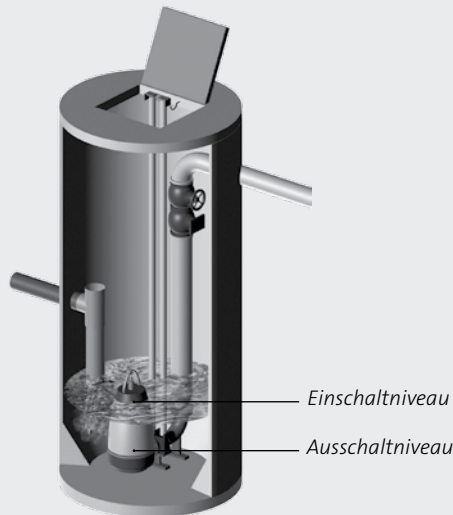


Abb. 7 Pumpenschacht mit Einschalt- und Ausschalt-niveaus

Angenommen, der optimale Schachtdurchmesser beträgt 1,5 m, aber stattdessen wird zur Sicherheit ein 2 m großer Schacht verwendet. Die Ein- und Ausschalt-niveaus der Pumpe bleiben jedoch genauso wie bei dem kleineren Schachtdurchmesser. Daher dauert es länger, bis das Abwasser das Einschalt-niveau erreicht. Die Pumpe wird demnach weniger häufig eingeschaltet, wodurch das Abwasser länger im Schacht verbleibt.

5.1. BEMESSEN DES PUMPENSCHACHTES

Beim Bemessen eines Schachtes muss Folgendes bekannt sein:

- Zulaufmenge
- Förderleistung
- Einschalthäufigkeit
- Das Nutzvolumen
- Der Schachtdurchmesser
- Der Abstand zwischen Ein- und Ausschalt-niveau

5.2. ZULAUFMENGE

Beim Bemessen eines Schachtes muss zunächst die Zulaufmenge bestimmt werden. Dieser Wert wird üblicherweise von Unternehmen oder Beratern bereitgestellt, die gegen falsche Schätzungen und Berechnungen versichert sind. Die Zulaufmenge schwankt zwischen Tag und Nacht und kann an verschiedenen Tagen unterschiedlich sein (siehe Seite 40, Teil 1.3). Darüber hinaus muss auch die Art des zufließenden Abwassers berücksichtigt werden. Zulaufendes Regenwasser unterliegt größeren Schwankungen, während der Zulauf von Abwasser regelmäßiger ist.

5.3. FÖRDERLEISTUNG

Beispiel: Wenn die höchste Zulaufmenge auf 9,5 l/s festgelegt ist, ergibt sich die erforderliche Förderleistung durch eine Multiplikation mit dem Faktor 1,05. Das heißt, dass eine Pumpe benötigt wird, die bei Spitzenlast 10 l/s fördern kann, um ein Überfluten des Schachtes zuverlässig auszuschließen.

Beim Auswählen der Pumpe ist es wichtig, die maximale Anzahl an Anläufen pro Stunde zu berücksichtigen, damit die Pumpe ihre Aufgabe auch zu Spitzenzeiten bewältigen kann. Als Faustregel gilt: je mehr Anläufe pro Stunde, desto besser.

6. Einschalthäufigkeit und Nutzvolumen des Sammelbrunnens

In einer Pumpstation setzt sich das Abwasservolumen aus dem Volumen unterhalb des niedrigsten Ausschalt-niveaus der Pumpe und dem Nutzvolumen oberhalb dieses Niveaus zusammen. Das Nutzvolumen schwankt je nach Pumpennutzung und Zulauf-rate. Die Einschalthäufigkeit der Pumpen hängt vom verfügbaren förderbaren Volumen und der Zulauf-rate ab.

Die Einschalthäufigkeit Z ist eine Funktion des Verhältnisses zwischen

Q_{in}/Q und V_h , wobei gilt

Q_{in} = Zulauf-rate (l/s)

Q = Förderleistung (l/s)

V_h = Nutzvolumen zwischen Einschalten und Ausschalten (m^3)

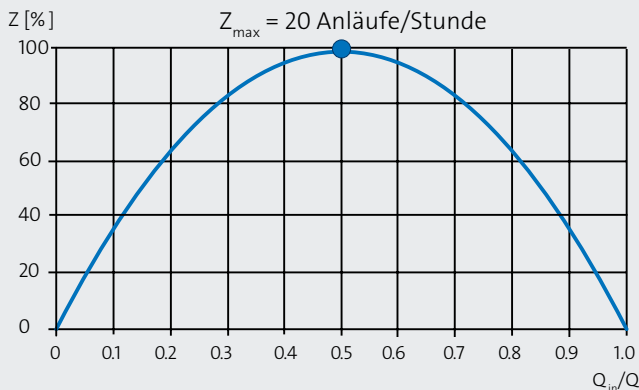


Abb. 8 Kennlinie zur Einschalthäufigkeit Z für eine Pumpstation mit einer Einzelpumpe als Funktion des Verhältnisses zwischen Zulauf-rate Q_{in} und Förderleistung Q

Hinweis: Wenn die maximale Zulaufmenge der Förderleistung entspricht, läuft die Pumpe durchgängig.

Der häufigste Einschaltvorgang, Z_{max} , wird immer dann angezeigt, wenn die Zulaufmenge halb so groß ist wie die Förderleistung.

Alle Grundfos Motoren in SL- und SE-Klärwasserpumpen sind auf maximal 20 Einschaltvorgänge pro Stunde ausgelegt.

$$Z_{max} = \frac{Q \times 3,6}{4 \times V_h} \quad (Z_{max} = \text{maximale Anläufe pro Stunde})$$

Durch Isolierung von V_h :

$$V_h = \frac{Q \times 3,6}{4 \times Z_{max}}$$

Vor der Berechnung des Schaltvolumens muss bekannt sein, ob die Pumpen im Parallel- oder im Wechselbetrieb laufen sollen.

In Abwasseranlagen, in denen zwei Pumpen parallel laufen, wird die erforderliche Leistung durch beide Pumpen bereitgestellt. Anders ausgedrückt: Wenn beide Pumpen laufen, können sie in Spitzenzeiten zusammen 10 Liter pro Sekunde fördern.

6.1. BEISPIEL

$Q = 10$ l/s

$Z_{max} = 20$ Anläufe/Stunde

Erforderliches Mindest-Nutzvolumen zwischen Einschalten und Ausschalten:

$$V_h = \frac{10 \times 3,6}{4 \times 20} = 0,45 \text{ m}^3$$

Das Nutzvolumen für eine Anlage mit Wechselbetrieb wird mit der gleichen Formel berechnet, allerdings wird für die Berechnung nur die Leistung von einer der Pumpen herangezogen und nicht von beiden wie im Parallelbetrieb.

Wenn Sie die Pumpe auslegen, müssen Sie daher berücksichtigen, dass jede der Pumpen allein 100 % der erforderlichen Leistung liefern muss. Das heißt, dass die Pumpen in diesem Beispiel größer sein werden als beim Parallelbetrieb.

6.2. SCHACHTDURCHMESSER

Bestimmen Sie als Nächstes den Schachtdurchmesser. Der richtige Schachtdurchmesser ist notwendig, um optimale Betriebsbedingungen zu gewährleisten. Wenn der Schacht zu groß ist, besteht das Risiko, dass die Anzahl der Anläufe pro Stunde nicht ausreicht, um Sedimentation zu verhindern.

Der erforderliche Durchmesser wird auf Grundlage der Anzahl an Pumpen sowie des zusätzlichen Platzes berechnet, der für die Verrohrung usw. erforderlich ist.

Beim Beispiel mit zwei Pumpen im Parallelbetrieb bedeutet das: Es ist ein Schacht mit einem Durchmesser von 1,8 Metern bzw. einem Radius von 0,9 Metern erforderlich.

6.3. ABSTAND ZWISCHEN EIN- UND AUSSCHALTNIVEAU

Zuletzt berechnen Sie den Abstand zwischen dem Ein- und dem Ausschaltniveau – auch effektive Höhe genannt – in einem runden Pumpenschacht.

Das Nutzvolumen beträgt $0,45 \text{ m}^3$ und der Schachtradius $0,9 \text{ m}$.

Beim Berechnen der effektiven Höhe erhalten wir mit der folgenden Formel eine effektive Höhe von $0,18 \text{ m}$.

$$H_{\text{effective}} = \frac{0,45}{0,9^2 \times \pi} = 0,18 \text{ m}$$

Das Einschaltniveau 1 kann im Schacht nun entsprechend den Herstellerempfehlungen eingestellt werden. Sehr häufig sollte Einschaltniveau 1 oberhalb des Motors gesetzt werden. Das Ausschaltniveau sollte dann $0,18 \text{ m}$ unter Einschaltniveau 1 liegen. Bei Pumpen mit einer internen Kühlanlage kann das gemeinsame Ausschaltniveau auf die Oberseite des Pumpengehäuses festgelegt werden. Einschaltniveau 1 sollte $0,18 \text{ m}$ darüber liegen.

Bei zwei Pumpen im Wechselbetrieb sollte das Alarmniveau $0,1 \text{ m}$ über Einschaltniveau 1 liegen; Einschaltniveau 2 sollte $0,1 \text{ m}$ über dem Alarmniveau liegen.

Der richtige Abstand zwischen Ein- und Ausschaltniveau ist wichtig. Ein zu großer Abstand reduziert die Anzahl an Ein- und Ausschaltzyklen, was zu Sedimentation im Sammelbrunnen führen kann, da das Wasser zu lange im Schacht verbleibt. Sediment kann beim Anlaufen zur Verstopfung führen, und es kann zur Entstehung von giftigen Gasen kommen. Blockierungen dieser Art sind einer der häufigsten Gründe für ungeplante Stillstandszeiten.

Wenn der Abstand zwischen Ein- und Ausschaltniveau allerdings zu klein ist, kann es zu einer Motorüberlastung in Spitzenzeiten kommen, weil der Motor zu oft ein- und ausgeschaltet wird. Auch in diesem Fall kann es zu ungeplanten Stillstandszeiten kommen. Aus diesem Grund ist es wichtig, immer die maximale Anzahl an Anläufen pro Stunde zu berücksichtigen, die eine Pumpe und deren Motor durchführen können.

Bei einer Pumpstation, die nur für wenige Haushalte genutzt wird, ist die Zulaufmenge häufig begrenzt, sodass schon eine einzige Pumpe die erforderliche Leistung liefern kann. Allerdings muss hier die Förderleistung viel höher sein als der Zulauf es erfordert, damit Sedimentation in den Druckleitungen durch die für den Rohrdurchmesser notwendige Durchflussgeschwindigkeit wirksam verhindert werden kann.

Schächte mit mehr als zwei Pumpen werden normalerweise in Mischsystemen verwendet – entweder um die Leistung zu erhöhen oder damit zusätzliche Reservepumpen für den Fall von großen und plötzlichen Schwankungen, beispielsweise durch Starkregen, vorhanden sind.

7. Pumping Station Creator

Grundfos hat mit dem Pumping Station Creator ein Designwerkzeug entwickelt, mit dem sich eine Pumpstation innerhalb weniger Minuten entwerfen lässt.

Den Pumping Station Creator finden Sie im Grundfos Product Center unter „Werkzeuge“.

Der Pumping Station Creator hilft Ihnen bei Folgendem:

- Auslegung einer Pumpstation, inkl. Pumpen und Regelkomponenten
- Vollständige Dokumentation, inkl. 3-D-Zeichnung der Station
- Vollständige CE-Zertifizierung für die Lösung

8. Einsätze

Ein Problem, das in einer Abwasser-Pumpstation auftreten kann, besteht in der Ablagerung von Schlamm und Feststoffen unterschiedlicher Dichte.

Um dies zu vermeiden, ist eine Abtreppung vom Schachtboden mit einer Neigung zwischen 45° und 60° notwendig. Abtreppung spielt eine wichtige Rolle beim Aufrechterhalten der optimalen Betriebsbedingungen. Diese Bauweise verhindert Toträume am Boden und minimiert das Risiko von Stagnationsbereichen, in denen sich Sedimente ansammeln können.

Der reduzierte Durchmesser am Boden trägt dazu bei, dass die Fließgeschwindigkeit erhöht wird, was den Abtransport von Feststoffen und Schwebeteilchen unterstützt.

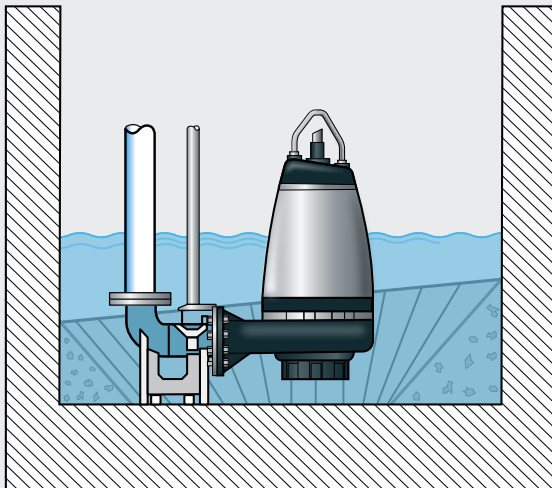


Abb. 9 Tauchbare Klärwasserpumpen auf Kupplungsfußkrümmer in einem Pumpenschacht mit Einsätzen

9. Abstand zwischen Pumpenzulauf und Boden des Sammelbrunnens

Um den bestmöglichen Pumpenzulauf zu erreichen, muss der Mindestabstand vom Boden des Sammelbrunnens bis zum Pumpenzulauf den Zulaufdurchmesser in der Pumpe entsprechen.

Dazu muss der Kupplungsfußkrümmer möglicherweise auf einem Betonsockel montiert werden. Informationen über den Sicherheitsabstand entnehmen Sie bitte den Maßzeichnungen zu den einzelnen Pumpenmodellen im Datenheft.

9.1. AUSLEGUNG DES PUMPSTATIONSZULAUFES

Probleme beim Pumpenbetrieb werden häufig durch das Mitreißen von Luft und die Ansammlung von Luft im Medium verursacht, wenn das Wasser in den Schacht fließt.

In Klärwasser verbleibt Luft tendenziell für eine lange Zeit, da die Luftblasen an den Feststoffen im Medium haften bleiben.

Die Fließgeschwindigkeit beim Einströmen des Mediums ist eine Funktion der Fallhöhe. Direktes Fallen sollte stets so gering wie möglich gehalten werden, und es ist ratsam, vor dem Zulauf eine Abschirmung zu positionieren, um einen direkten Fall zu verhindern und das Mitreißen von Luft zu reduzieren. Wenn sich der Zulauf hoch über der Wasseroberfläche befindet, sollte ein Aufprallbrecher installiert werden. Eine gute Lösung wäre etwa ein Rohr, das das Wasser auf ein niedrigeres Niveau führt, um einen kaskadierenden Fluss sowie das Mitreißen von Luft während des Pumpzyklus zu vermeiden.

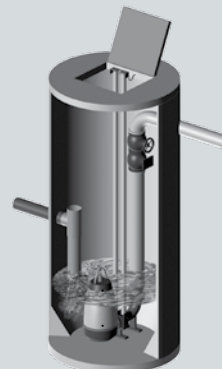


Abb. 10 Pumpenschacht mit Einsätzen und Einlass mit Aufprallbrecher

10. Bildung einer Schwebeschicht in Abwasserpumpstationen

Beim Betrieb von Abwasserpumpstationen tritt regelmäßig eine Schwebeschicht auf. Im Abwasser enthaltene Substanzen wie Fäkalien, Öl, Fett und andere Fasern tragen zur Ansammlung der Schwebeschicht bei.

Verunreinigungen, die leichter als Wasser sind, steigen an die Oberfläche und sammeln sich in Bereichen mit niedrigen Fließgeschwindigkeiten. Verunreinigungen mit einer ähnlichen Dichte wie Wasser schweben zunächst in der Flüssigkeit. Dieser Schwebezustand kann beispielsweise durch Lufteintritt verändert werden, der durch fallendes Wasser verursacht wird. In diesem Fall gehen kleine Luftblasen eine Verbindung mit den schwebenden Feststoffen ein. Auch diese Verbindungen steigen an die Oberfläche. Substanzen mit einer deutlich höheren Dichte als Wasser sinken auf den Boden des Sammelbrunnens der Pumpe.

11. Schwefelwasserstoff (H_2S) im Sammelbrunnen der Pumpe

Wenn das Abwasser über längere Zeit im Sammelbrunnen verbleibt und sich eine Schicht an der Oberfläche ansammelt, ist das Abwasser von jeglicher Sauerstoffzufuhr abgeschnitten. Dadurch kommt der aerobe Oxidationsprozess zum Erliegen und die anaerobe Gärung wird beschleunigt.

Die Reaktionsprodukte aus dem Gärungsvorgang sind als äußerst problematisch anzusehen.

Schwefelwasserstoffverbindungen sind ein besonderes Ärgernis. Sie sind gesundheitsgefährdend, verbreiten einen starken Geruch und sind korrodierend.



[5]

TAUCHBARE TROCKEN- SCHACHTPUMPEN

1. Allgemein

Tauchbare Abwasserpumpen wurden ursprünglich für Anwendungen entwickelt, bei denen das Pumpenaggregat im Fördermedium versenkt ist. Mittlerweile werden sie auch häufig in Trockenschachtstationen eingesetzt, bei denen der Nassschacht von der trockenen Pumpenkammer getrennt ist.

Trockenschacht-Tauchpumpen bieten klare Vorteile gegenüber herkömmlichen Trockenschachtinstallationen, sowohl für den Installateur als auch für den Benutzer. Ihre kompakte Bauform, die vielseitigen Installationsmöglichkeiten und die Widerstandsfähigkeit gegen Überflutung macht sie zur idealen Wahl für neue und nachgerüstete Pumpstationen.

Im fordernden Umfeld von heute stehen Anwender und Kommunen vielen finanziellen Problemen gegenüber, etwa durch eine alternde Infrastruktur und durch Budgetkürzungen beim Wartungspersonal.

Mittlere und größere Pumpstationen besitzen häufig das konventionelle Trockenschachtdesign, bei dem sich der Motor mehrere Stockwerke über der Pumpe befindet und über eine Welle mit ihr verbunden ist. Diese Bauform benötigt erhöhten Wartungsaufwand und kann Probleme mit übermäßigen Vibrationen an Pumpe, Motor und Struktur mit sich bringen.

Die Trockenschächte neigen zur Überflutung, etwa durch unvorhersehbares Wetter mit stärkeren Regenfällen oder Schäden an den Ventilen in der Pumpenkammer.

Grundfos hat einen tauchbaren Motor entwickelt, der sowohl getaucht als auch trocken betrieben werden kann und kaum Wartung benötigt. Auch Vibrationsprobleme für die Pumpstation gehören damit der Vergangenheit an. Diese Motoren werden direkt zusammen mit der Pumpe hergestellt, und die Aggregate eignen sich nicht nur für eine Unterwasserinstallation, sondern auch für horizontale oder vertikale Trockeninstallation.

Das tauchbare, integrierte Motordesign der Pumpe bietet den Anwendern problemloses Fördern, selbst wenn der Trockenschacht überflutet ist.

Das kompakte, in sich geschlossene Design bietet gegenüber herkömmlichen gekoppelten Trockenschachtpumpen erhebliche Einsparungen bei den Installationskosten.

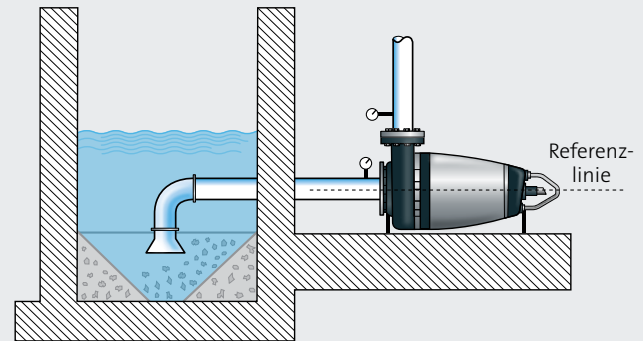


Abb. 1 Tauchbare Trockenschacht-Klärwasserpumpe von Grundfos mit horizontaler Installation in der Trockenpumpe. Die Zulaufleitung zum Nassschacht ist mit Einsätzen ausgestattet

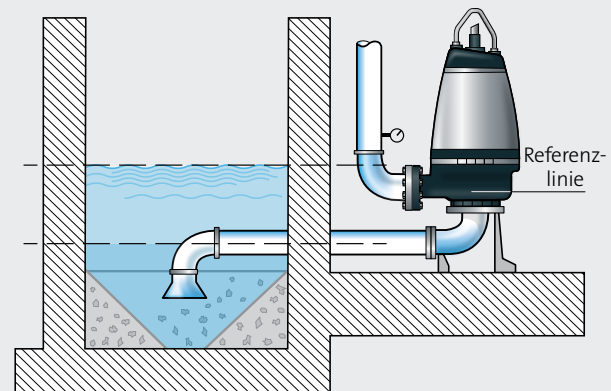


Abb. 2 Tauchbare Trockenschacht-Klärwasserpumpe von Grundfos mit vertikaler Installation in der Trockenpumpe. Die Zulaufleitung zum Nassschacht ist mit Einsätzen ausgestattet

2. Vorteile der Installation

Die Installation von tauchbare Trockenschachtpumpen bietet die folgenden Vorteile:

- Keine Beschädigung durch Überflutung
- Keine vertikale Wellenanlage
- Keine Ausrichtung der Kupplung
- Keine Packungs- oder Sperrwasserleckagen
- Kein Sperrwasser
- Keine Gefahr durch rotierende Komponenten
- Keine Trockenschachtkühlung

3. Vorteile der Anlage

Tauchbare Trockenschachtpumpen bieten die folgenden Anlagenvorteile:

- Einfachere Steuerung
- Häufigeres Anlaufen zulässig
- Größerer Betriebsbereich
- Weniger Vibrationen
- Vereinfachte Stützenkonstruktion
- Bessere Ausnutzung des verfügbaren Platzangebots
- Eliminierung von Wellenverlusten



4. Installation von tauchbaren Trockenschacht-Klärwasserpumpen

Die Installation von tauchbaren Trockenschacht-Klärwasserpumpen sollte auf eine Weise erfolgen, die leichte Inspektion und Wartung ermöglicht und ausreichend Platz für ein Zerlegen lässt. Außerdem sollte Platz für den Einsatz eines passenden Hebevorrichtung vorhanden sein.

4.1. FUNDAMENT

Ein gutes Fundament ist einer der wichtigsten Faktoren für eine zuverlässige und reibungslose Pumpeninstallation.

Alle Geräte mit rotierenden Bauteilen erzeugen Vibrationen, z. B. durch Massen wie Laufräder oder Rotoren mit hoher Drehzahl. Ein gutes Fundament bietet ausreichend Festigkeit für Stabilität und eine robuste Abstützung, um von der Pumpe und dem Motor ausgehende Vibrationen zu minimieren. Insbesondere bei Abwasseranwendungen, bei denen das Risiko einer teilweisen oder vollständigen Verstopfung des Laufrads besteht – was zu einer Unwucht führt – ist ein festes Fundament eine absolute Notwendigkeit. In solchen Situationen vibriert die Ausrüstung stark über das normale Maß hinausgehend. Es ist wichtig, dass das Fundament und die Struktur eine solche Situation für kürzere Zeiträume bewältigen kann. Unwuchten und der Durchlauf der Laufradschaufeln sind die beiden wichtigsten Frequenzen, die sich auf die Vibrationen auswirken.

Das Fundament beginnt mit einer festen Grundlage. Die beste Lösung besteht im Herstellen eines Betonfundaments auf festem Untergrund. Beton ist der optimale Werkstoff für das Herstellen von Fundamenten, da er sehr preisgünstig ist.

Die Masse des Betonfundaments muss groß genug sein, um all die zuvor beschriebenen dynamischen und statischen Kräfte zu absorbieren. In seinen Standardhinweisen 1 empfiehlt das Hydraulic Institute, dass die Masse des Betonfundaments zirka fünfmal so hoch sein sollte wie die Masse der Ausrüstung, die es tragen soll.

Das Fundament sollte freistehend sein, ohne Kontakt mit der Umgebung. Um die Trennung zwischen dem Fundament und dem festen Boden und anderen Gebäudeteilen

aufrechtzuerhalten, kommt ein vibrationsdämpfender Werkstoff wie Sylomer zum Einsatz.



Abb. 3 Grundfos Klärwasserpumpen auf Einzelfundamenten

Wenn das Pumpenaggregat auf etwas anderem als einem Betonfundament montiert wird, z. B. einer Stahlstruktur, sollte der Sockel entlang seiner Länge von stabilen Stahlträgern abgestützt werden. Er sollte außerdem so nah wie möglich an wichtigen strukturellen Teilen, anderen Trägern und den umgebenden Mauern montiert werden.

In seinen Standardhinweisen 2 empfiehlt das Hydraulic Institute, dass die Pumpenaggregate direkt an einem vorhandenen Betonboden befestigt werden, sofern der Boden den Kriterien für ein Fundament entspricht.

Direkt auf dem Betonboden installierte Pumpen müssen mit in den Boden einbetonierten Gewindebolzen befestigt werden.

Ein ordnungsgemäßes Einzementieren der Schrauben erfordert viele empfohlene Vorgehensweisen. Allerdings sollten Sie sich stets in erster Linie an die Anweisungen und Empfehlungen des Mörtelherstellers halten. In den Anweisungen wird möglicherweise zwischen Quellmörtel und nicht schrumpfendem Mörtel unterschieden.

Bei der vertikalen Installation von tauchbaren Trockenschachtpumpen, ähnlich wie in Abb. 4, bei der Pumpe und Motor direkt zusammen hergestellt werden, müssen die Größe und die Masse des Fundaments so groß wie möglich gehalten werden, um die bestmögliche Festigkeit zu gewährleisten.

In einigen Fällen kann die Errichtung eines Fundaments mit einer fünfmal höheren Masse als das Pumpenaggregat sich schwierig gestalten. Daher sollte das neue Betonfundament möglichst mit Lagernägeln im Boden verstärkt werden. Auf diese Weise wird der Boden zu einem aktiven Bestandteil des Fundaments.

Der Boden und das Betonfundament sollten stark genug sein, um das Gewicht der Pumpe mit Rohren und Ventilen und dem darin strömenden Medium zu tragen und die durch die Pumpe entstehenden Kräfte auszuhalten.

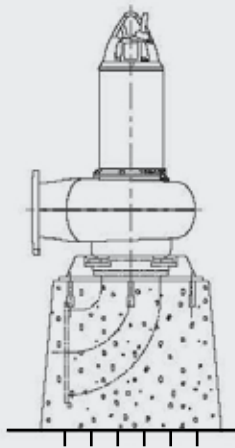


Abb. 4 Vertikale tauchbare Grundfos Trockenschacht-Klärwasserpumpe auf Betonfundament mit Lagernägeln im Boden

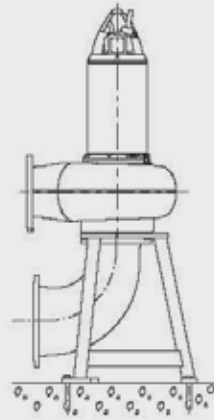


Abb. 5 Vertikale tauchbare Trockenschacht-Klärwasserpumpe von Grundfos auf gefertigtem Standfuß mit im Boden einzementierten Gewindebolzen

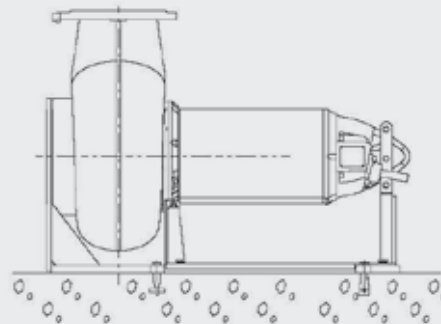


Abb. 6 Horizontale tauchbare Trockenschacht-Klärwasserpumpe von Grundfos auf gefertigtem Standfuß mit im Boden einzementierten Gewindebolzen

Der Bau des Fundaments und das Sichern des Pumpenaggregats sollten so erfolgen, dass die Vibrationen so weit wie möglich minimiert und Rohrbelastungen absorbiert oder verteilt werden.

5. Ausrichtung gefertigter Standfüße

Richten Sie den Standfuß mit den „Abdrückschrauben“ aus, und zementieren Sie die Fundamentbolzen ein. Sobald der Mörtel ausreichend ausgehärtet ist, passen Sie die Position an. Jegliche Höhenanpassung kann über die Mutter erreicht werden. Gießen Sie Beton auf die Oberseite des Standfußes.

6. Rohrführung

Korrekte Installation, Verankerung der Pumpen, korrekte Auslegung des Fundamentes und Installation von Zubehör kann von externen Faktoren beeinflusst werden. Eine ordnungsgemäße Konstruktion der Rohrführung des Sammelbrunnens der Pumpe und der Ventile für die Anlage ist wichtig. Für einen zuverlässigen, reibungslosen Betrieb kommt es darauf an, die Vibrationen einzuschränken. Gleichmaßen wichtig ist es, daran zu denken, dass die Rohrführungen, Anschlussstücke und Stützen, die mechanisch an eine Pumpe angeschlossen sind, allesamt Teile einer einzelnen Anlage sind.

Dies ist besonders für die Saugseite von Bedeutung. Fehler hier können die Vibrationen verstärken, den hydraulischen Wirkungsgrad reduzieren und Kavitation verursachen.

6.1. SAUGLEITUNG

Bemessen Sie die Saugleitung so, dass die Fließgeschwindigkeit von 2,0 m/s bei vertikal installierten Pumpen und von 2,5 m/s bei horizontal installierten Pumpen nicht überschreitet. Normalerweise führt dies zu einem Rohrdurchmesser, der eine Nummer größer ist als die Zulauföffnung der Pumpe.

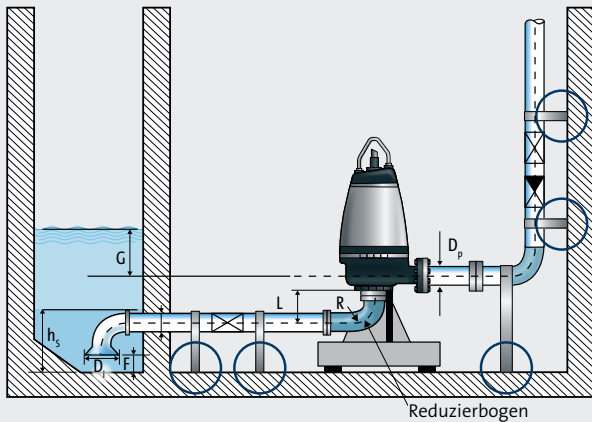


Abb. 7 Empfohlene Einbaumaße für vertikale Trockenschacht-Tauchmotorpumpen $F \geq 0,5 \times D$, und Minimum gleich dem freien Durchgang der Pumpe, $v_{max} = 2,0 \text{ m/s}$, min. Einschaltniveau $G \geq D_p$, $L \geq D_s + 100 \text{ mm}$, $R \approx L$.

Die Saugleitung sollte so kurz wie möglich sein – insbesondere für Schlamm und Feststoffe –, um Kavitation zu vermeiden. Vermeiden Sie Rohre, die Luftansammlungen verursachen.

In vertikalen Pumpen, muss das Saugrohr einen 90°-Bogen beschreiben, um die Zulauföffnung der Pumpe zu erreichen. Dies führt zu einem geringeren Pumpenwirkungsgrad aufgrund des zusätzlichen Widerstands und des unregelmäßigen Flusses um den Laufradeintritt herum. Wenn die Abmessung der Zulauföffnung der Pumpe kleiner ist als die der Saugleitung, verwenden Sie einen Reduzierbogen. Die ansteigende Strömungsgeschwindigkeit im Reduzierbogen lindert die Nachteile des Bogens und die Pumpe läuft ruhiger.

Die Verengung der geraden Zulaufleitung zu einer horizontalen Pumpe sollte exzentrisch sein, um zu verhindern, dass sich Luft ansammelt und möglicherweise das Laufrad blockiert.

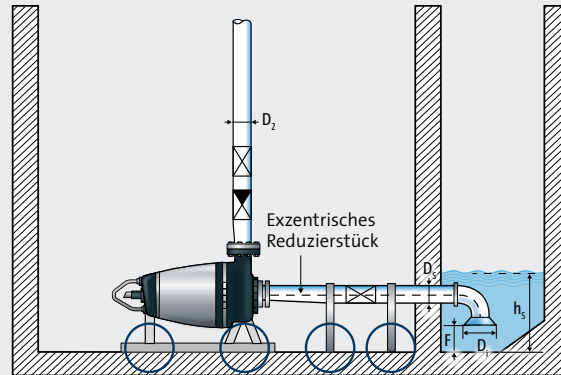


Abb. 8 Empfohlene Einbaumaße für horizontale tauchbare Trockenschacht-Tauchmotorpumpen $F \geq 0,5 \times D_1$ und Minimum gleich dem freien Durchgang der Pumpe, $v_{max} = 2,5 \text{ m/s}$

Ein Zulaufdesign mit unvorteilhaften Zulaufcharakteristika kann einen Druckverlust verursachen, der so groß ist, dass er die verfügbare NPSH aufbraucht und zur Kavitation der Pumpe führt. Die empfohlene NPSH-Spanne sollte in Installationen berücksichtigt werden, bei denen die Geometrie der Saugleitung Anlass zur Sorge gibt.

7. Zulauf-Glockenmündung

Um den Fluss in die Saugleitung sanft zu beschleunigen und die Zulaufverluste zu reduzieren, statten Sie das Saugrohr mit einer Glockenmündung aus. Konstruieren Sie den Sammelbrunnen der Pumpe und den Zulauf mit Einsätzen, um die Ablagerung von Sedimenten zu vermeiden.

Siehe Abb. 7 und 8 für empfohlene Zulaufdesigns für die Saugleitung. Der Abwärtssog übt einen Saugeffekt auf den Schachtboden aus, und neigt weniger dazu, Luft von der Oberfläche anzusaugen.

7.1. GLOCKENDURCHMESSER

Wählen Sie den Glockendurchmesser (D_i), um die Zulaufgeschwindigkeiten wie folgt zu halten:

$Q < 300 \text{ l/s}$	$0,6 < v < 2,8 \text{ m/s}$
$300 < Q < 1200 \text{ l/s}$	$0,9 < v < 2,4 \text{ m/s}$
$Q > 1200 \text{ l/s}$	$1,2 < v < 2,1 \text{ m/s}$
Optimale Geschwindigkeit: 1,7 m/s	

Bei einer optimalen Geschwindigkeit von 1,7 m/s, verwenden Sie die folgende Formel für die Berechnung des Glockendurchmessers (D_i):

$$D_i = 0,027 \times \sqrt{Q} \text{ (m)}$$

wobei gilt: Q = Pumpenfördermenge in l/s.

7.2. AUSSCHALTNIVEAUS

Die Einstellung des Ausschalt-niveaus für Trockenpumpen hängt von der Zulaufhöhe der Saugleitung, der Form und der Strömungsgeschwindigkeit ab. Für diese Höhe sind 200 mm über dem Saugleitungszulauf ein guter Richtwert, auf den der Konstrukteur zurückgreifen kann.

Verwenden Sie die folgende Formel für diese Zulaufform, um ein vorläufiges Ausschalt-niveau der Pumpe mit dem zugehörigen Wasserstand im Sammelbrunnen zu berechnen:

$$h_s = 0,04 \times \sqrt{Q} + 0,2$$

Dabei gilt

h_s = Höhe des Ausschalt-niveaus, m

Q = Pumpenfördermenge, l/s

In Pumpstationen mit mehreren unterschiedlichen Ausschalt-niveaus, z. B. in Installationen mit Drehzahlregelung, kommt es darauf an, die Steuerfolge so zu programmieren, dass mindestens einmal pro Tag bis zum niedrigsten Ausschalt-niveau abgepumpt wird, um den Boden zu reinigen.

7.3. EINSCHALTNIVEAUS

Bei Pumpstationen mit Trockenpumpen müssen Sie die Einschalt-niveaus auf oberhalb des Pumpengehäuses festlegen, um sicherzustellen, dass die Gehäuse beim Anlaufen der Pumpe mit Wasser gefüllt sind. Bei Vertikalpumpen kann diese Höhe beträchtlich sein und sollte mit einer Toleranz festgelegt werden (siehe Abb. 7).

7.4. ALLGEMEINE REGELN

Obwohl die Saugleitung für eine Trockenschachtpumpe als Strömungsgleichrichter fungiert, kann sie einen unregelmäßigen Durchfluss verursachen. Wenn Rohrbögen in der Saugleitung vorhanden sind, etwa in Anlagen, in denen eine Glockenmündung parallel zum Sammelbrunnen der Pumpe verwendet wird, sollten solche Rohrbögen sorgfältig ausgewählt werden, um Verwirbelungen im Durchfluss zu minimieren.

Glatte Rohrbögen sind stets zu bevorzugen. Als Faustregel gilt, dass zwischen Rohrbögen und zwischen einem Rohrbogen und der Pumpe gerade Leitungsstücke mit einer Länge von 5 - 10 Rohrdurchmessern vorhanden sein müssen, um Störungen zu vermeiden. Dies ist allerdings häufig nicht praktikabel.

8. Internes Rohrsystem

Wählen Sie die internen Druckleitungen in einer Pumpstation für eine Strömungsgeschwindigkeit von 1 - 2 m/s.

Eine Strömungsgeschwindigkeit von mehr als 2 m/s kann Strömungsgeräusche erzeugen und unnötig Energie verbrauchen. Die Abmessung der Druckleitung sollte mindestens dem Druckflansch der Pumpe entsprechen und kann in kleinen Pumpstationen 80 mm betragen, sofern der freie Durchgang 80 mm oder weniger groß ist.

In Anlagen mit mehreren Pumpen sollten die Druckleitungen der Pumpen um Verzweigungen ergänzt werden, die darauf ausgelegt sind, Ansammlungen von Feststoffen in den Einzelleitungen zu verhindern, wenn die Pumpen nicht laufen, da dies zu blockierten Ventilen führen könnte.

Siehe Abb. 9 für gute Verzweigungsgestaltung.

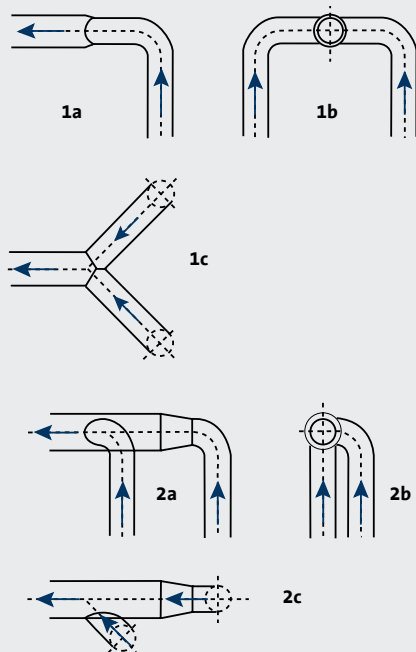


Abb. 9. Verzweigungsgestaltung für das Druckleitungssystem. Bei dem Design sollte ein reibungsloser Übergang im Vordergrund stehen. Außerdem sollte es verhindern, dass sich Schlamm aus der Hauptsteigleitung auf Ventilen in Pumpensteigleitungen ablagert, wenn die Pumpen nicht in Betrieb sind.

Spitzwinklige Verzweigungen und plötzliche Vergrößerungen des Durchmessers erzeugen unnötige Verluste und können Strömungsgeräusche verursachen.

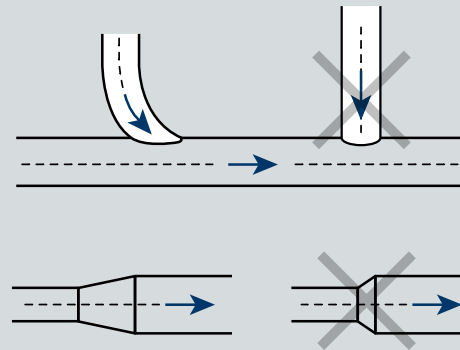


Abb. 10 „Richtige“ und „falsche“ Methoden zum Anschließen einer gemeinsamen Druckleitung. Der Durchmesser der Druckleitung sollte nicht plötzlich vergrößert werden.

Vermeiden Sie Belastungen der Pumpenflansche, die aus Rohrbeanspruchungen entstehen, und stützen Sie Leitungen und Ventile sorgfältig ab. Übermäßige Belastungen der Leitungen können das Futterrohr deformieren, was zu Behinderungen des Laufrads führt und die Ausrichtung verändert.

Stellen Sie sicher, dass die Rohre und die Pumpe vor der Installation ordnungsgemäß von innen gereinigt werden. Verunreinigungen im Rohr können zu unnötigem Verschleiß und zu einem Ausfall der Pumpe führen. Denken Sie daran, dass der Abstand zwischen dem Laufrad und dem Verschleißring nur einige Zehntelmillimeter betragen darf.

9. Ventile

Ventile in der Saugleitung sollten nur zur Isolierung verwendet werden. Während des Betriebs der Pumpe sollten sie vollständig geöffnet und von der Bauart her Durchfluss über den gesamten Querschnitt ermöglichen (Vollstromventile). Verwenden Sie keine Absperrklappen, da sich darin Papier, Textilien usw. verfangen könnten. Dies stört den Stromweg und führt zu stärkeren Ansaugverlusten.

Installieren Sie ein Rückschlagventil und ein Absperrventil in der Druckleitung nahe der Pumpe. Das Rückschlagventil verhindert einen Rückfluss nach dem Ausschalten der Pumpe. Das Absperrventil sollte während des Betriebs vollständig geöffnet sein. Es kommt nur dann zum Einsatz, wenn das Rückschlagventil inspiziert werden muss.

10. Druckprüfungen des Rohrsystems

Wenn Sie Druckprüfungen an einer vollständigen Rohranlage durchführen, isolieren Sie die Pumpe mit einem Blindflansch, um beispielsweise eine Beschädigung der Wellendichtung zu vermeiden.

11. Druckspitzen und Druckschwankungen

Jede Pumpe ist auf die jeweils ausgewiesene Druckklasse ausgelegt. Wird dieser Druck überschritten, einschließlich Überdruck durch Druckspitzen (Druckschwankungen), kann ein fortgesetzter zufriedenstellender Pumpenbetrieb nicht gewährleistet werden.

Druckspitzen treten bei Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit in einem Rohr auf. Je schneller diese Änderung erfolgt, desto größer ist die Druckschwankung. In einer langen Leitung kann selbst eine langsam erfolgende Änderung zu einem starken Druckanstieg führen.

Das Anlaufen oder Ausschalten von Pumpen sowie das Öffnen und Schließen von Ventilen sind offensichtliche Ursachen für Schwankungen.

Kreiselpumpen sollten bei geschlossenem oder partiell geöffnetem Ventil in Pumpennähe anlaufen. Öffnen Sie dann das Ventil langsam weiter, bis es vollständig geöffnet ist und die Pumpe am erforderlichen Betriebspunkt läuft.

Schnell ansprechende Ventile und lange Druckleitungen, insbesondere, wenn diese unzureichend entlüftet oder mit Gas oder Luft gefüllt sind, bedürfen einer besonderen Aufmerksamkeit in Hinblick auf Druckschwankungen.

Wenn die Stromversorgung plötzlich ausfällt, sinkt die Drehzahl der Pumpe und der Durchfluss in der Anlage ändert sich auf unkontrollierte Weise. Bei sehr langen Druckleitungen sollten die möglichen Auswirkungen einer solchen Unterbrechung bereits bei der Konstruktion der Anlage berücksichtigt werden.

12. Bedeutung des Betriebspunktes und Probleme mit davon abweichenden Pumpen

Um den bestmöglichen Pumpenbetrieb zu erreichen und von der Pumpe ausgehende Störungen in der Anlage so gering wie möglich zu halten, ist es wichtig, eine Pumpe zu wählen, deren benötigtes Leistungsvermögen dem Wirkungsgrad-Bestpunkt so nahe wie möglich kommt.

13. Vibrationen

Vibrationen von Maschinen und anderen Geräten können ernsthafte Konsequenzen haben. Zum Reduzieren dieser unerwünschten Effekte sind Kenntnisse der damit verbundenen Phänomene und der Konstruktionsregeln für Pumpeninstallationen erforderlich, sodass die jeweiligen Pumpeninstallationen entsprechend entworfen werden können.

13.1. ANREGUNGSFREQUENZEN

Wenn eine Masse, z. B. eine Rotorbaugruppe, mit hoher Drehzahl rotiert, sind Vibrationen unvermeidbar. Die rotierende Masse des Motors sowie Kräfte aus der Hydraulik erzeugen eine Reihe intrinsischer Störungen oder Impulsanregungsfrequenzen, die mit der Drehzahl des Motors und der Hydraulikteile zusammenhängt. Unwuchten und der Durchlauf der Propellerflügel sind die beiden wichtigsten Frequenzen, die sich auf die Vibrationen auswirken.

In Abwasserpumpen montierte Laufräder mit einer geringen Schaufelanzahl können eine Pulsation des Mediums verursachen.
Anregungsfrequenz = Drehzahl x Schaufelanzahl.

Wenn sich diese Frequenzen mit der natürlichen Frequenz der Anlage überlagern, nehmen die Vibrationen erheblich zu. In Anwendungen mit regelbarer Drehzahl tritt dieses Phänomen mit höherer Wahrscheinlichkeit auf, da die Pumpen mit einer Reihe verschiedener Drehzahlen betrieben werden können, anstatt dauerhaft mit einer konstanten Drehzahl zu laufen. Um Bereiche mit starker Vibration zu vermeiden, können die meisten Frequenzumrichter bestimmte Frequenzbereiche ausschließen.

13.2. MINIMIEREN VON VIBRATIONEN

Darüber hinaus spielen ein ordnungsgemäßes Fundament, eine Verankerung im Fundament und Abstützung beim Minimieren von Vibrationen eine wichtige Rolle. In Installationen mit tauchbaren vertikalen Trockenschachtpumpen kann die große, nicht abgestützte Masse des vertikalen Motors das durch Unwucht, schlechte Installation oder Hydraulikstörungen verursachte Vibrationsniveau am oberen Lager stärker intensivieren als es bei tauchbaren horizontalen Trockenschachtinstallationen der Fall wäre.

Daher ist das Eliminieren von Anlagenresonanzen und das Sicherstellen einer hohen Installationsqualität in vertikalen Trockenschachtinstallationen für das Erreichen eines reibungsloseren Betriebs unabdingbar.

Da sich Vibrationen nicht vermeiden lassen, besteht das Ziel des Konstrukteurs darin, die Vibrationen in einem annehmbaren Rahmen zu halten, insbesondere an Punkten, an denen Sie die Leistung der Ausrüstung beeinträchtigen können.

13.3. EMPFEHLUNGEN

Die folgenden Empfehlungen berücksichtigen Branchenstandards und allgemein anerkannte Verfahren für eine gute Gestaltung in Bezug auf die Betonverankerung von rotierender Ausrüstung. Diese Empfehlungen können auf alle Installationen von Grundfos Pumpen angewendet werden. Eine Nichtbeachtung dieser Verfahren für eine gute Gestaltung und Konstruktion kann zu das gewünschte Maß übersteigenden Strömungsgeräuschen und Vibrationen führen. Ziehen Sie bei spezifischen Einzelheiten der Bauplanung der einzelnen Installationen einen lizenzierten Bauingenieur zurate.

- Verankern Sie die Verrohrung im Boden und an weiteren festen Strukturen.
- Verankern Sie die Pumpe fest im Boden, wenn dieser die Anforderungen für ein Fundament oder ein ordnungsgemäß dimensioniertes Betonfundament erfüllt.
- Betonfundamente bilden einen integralen Bestandteil der Installation und sollten mithilfe angemessener Verstärkung und Bemaßung darauf ausgelegt sein, Vibrationen standzuhalten.

13.4. STÖRUNGEN

Grundfos Pumpen werden mit höchster Qualität gefertigt, um die Vorgaben gemäß der Schwingungstestnorm ISO 10816-1 und dem Teststandard HI 11.6 des Hydraulic Institute für Tauchmotorpumpen bei werksseitigen Vibrationsprüfungen zu erfüllen. Auch wenn die Pumpe selbst beim Betrieb recht hohe Vibrationsniveaus aushalten kann, ohne die Lebensdauer zu reduzieren, können Verrohrung und Stützstrukturen bei zu starken Vibrationen leiden und brechen. Um akzeptable Vibrationsniveaus vor Ort sicherzustellen, vergewissern Sie sich, dass sämtliche Teile

der Anlage hinreichend stabil und fest verankert sind, sodass die primären Störungen Schwingungen verursachen, die unterhalb der tiefsten natürlichen Frequenz der Anlage liegen.

Im Folgenden werden die häufigsten Störungen, die zu unerwünschten Vibrationen in tauchbaren Trockenschachtpumpen führen, der Reihe nach aufgeführt, wobei die wahrscheinlichsten als Erste genannt werden.

- Unwucht in rotierenden Teilen aufgrund einer Blockierung des Laufrads
- Druckimpulse, die entstehen, wenn die Laufradschaufeln die Leitschaufeln passieren
- Hydraulikkräfte, die auftreten, wenn eine Schaufel Zonen mit uneinheitlichem Druck in der Spirale durchquert
- Unzureichendes Betonfundament
- Unzureichende Verankerung der Standfüße im Boden
- Unzureichende Verankerung der Verrohrung im Boden
- Durch die Spirale verursachte Hydraulikkräfte
- Durch ein Einschaufelrad verursachte Hydraulikkräfte
- Weitere Vibrationsstörungen stammen häufig vom Elektromotor. Sie können Strömungsgeräusche verursachen, haben in der Regel jedoch nur harmlose Auswirkungen auf die betroffene Struktur.

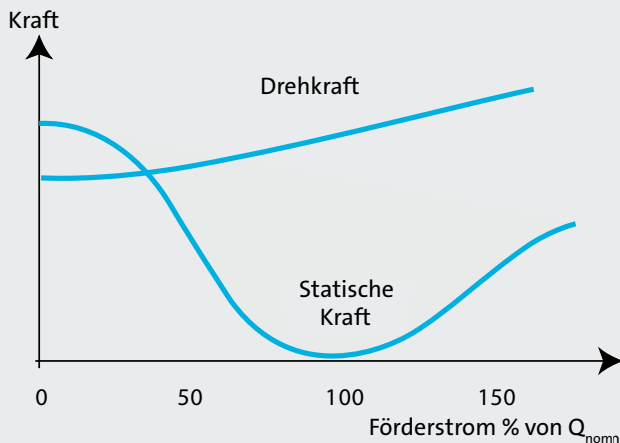
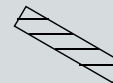
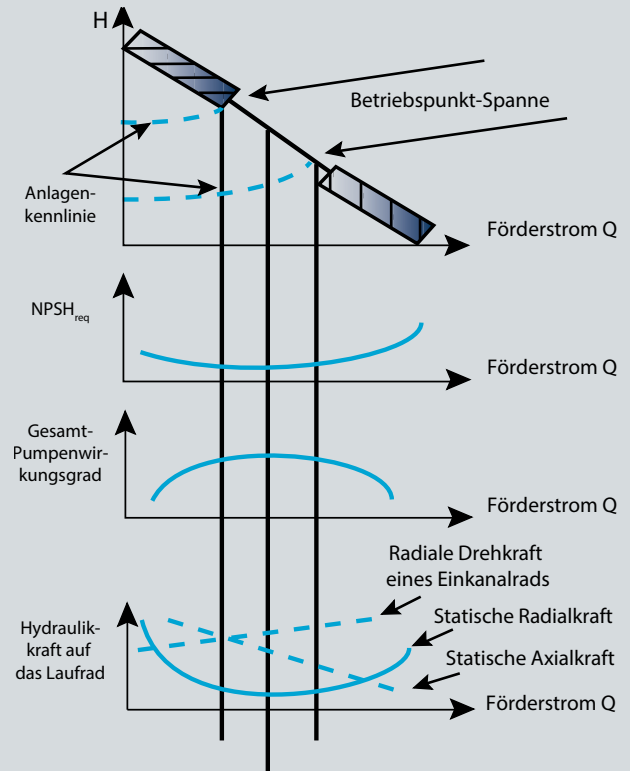
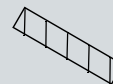


Abb. 11 Die Höhe der Kraft hängt vom Betriebspunkt ab



- Rückströmung
- Hohe radiale und axiale Kräfte im Vergleich zu Q_{opt}
- Niedriger Wirkungsgrad
- Instabilität (instabiler Betrieb aufgrund von Rückströmung)
- $NPSH_{av}$ muss höher sein als bei Q_{opt}

Rückströmung verursacht instabilen Pumpenbetrieb, was zu einem Rumpeln oder niederfrequenten Klopfgeräuschen führt. Kavitation kann Kavitationsangriff hervorrufen, was möglicherweise die Leistung beeinträchtigt.



- $NPSH_{av}$ muss höher sein als bei Q_{opt}
- Niedriger Wirkungsgrad
- Hohe radiale Kräfte im Vergleich zu Q_{opt}

Abb. 12 Faktoren, die die Pumpenleistung beeinträchtigen

14. Installation

Halten Sie sich an eine Reihe allgemeiner Regeln, um die Vibrationen im akzeptablen Rahmen zu halten.

Alle Teile der Anlage sollten hinreichend stabil und fest verankert sein, sodass die primären Störungen Schwingungen verursachen, die unterhalb der tiefsten natürlichen Frequenz des Anlage liegen. Berücksichtigen Sie das Gesamtsystem, einschließlich Fundament, Verrohrung, Ventile, Stützen usw.

14.1. ROHRHALTERUNGEN

Pulsation im von der Pumpe kommenden Durchfluss verursacht Schwingungen in der Druckleitung. Resonanz muss vermieden werden und tritt auf, wenn die Anregungsfrequenz der Pumpe genauso hoch ist wie die natürliche Frequenz der Verrohrung. Resonanz führt zu großen Vibrationsamplituden und sehr starker Krafteinwirkung auf die Rohrhalterungen (Stützen).

Um Resonanz zuverlässig auszuschließen, vergewissern Sie sich, dass sich diese beiden Frequenzen um mindestens 10 % der Anregungsfrequenz unterscheiden.

Die Anregungsfrequenz kann normalerweise nicht verändert werden, da dies eine Veränderung der Pumpendrehzahl um mehr als 30 % bedeuten würde. Passen Sie aus diesem Grund die natürliche Frequenz der Verrohrung an.

Die natürliche Frequenz der Verrohrung hängt von Folgendem ab:

- Die Masseverteilung innerhalb der Anlage (Ventilposition, Wandstärke, Werkstoff)
- Das Konzept der Halterungen (Stützen)

Das Konzept der Halterungen hat entscheidenden Einfluss auf die natürliche Frequenz. Passen Sie unvorteilhafte natürliche Frequenzen an, indem Sie die Position der Rohrhalterungen (Stützen) verändern oder neue hinzufügen, vorzugsweise in der Nähe von Ventilen, Ausgängen usw. Auch die Position großer Einzelmassen (Ventile) wirkt sich auf die natürliche Frequenz aus.

Die genauen Positionen von Halterungen (Stützen) und deren natürliche Frequenzen lassen sich nur durch eine spezielle Statikberechnung der Rohre ermitteln.

14.2. WANDSTÄRKE DER ROHRE

In geringerem Maße kann die natürliche Frequenz auch von der Wandstärke des Rohres beeinflusst werden. Dickere Wände sorgen bei gleichem Werkstoff (Elastizität) und gleicher Erregung für höhere natürliche Frequenzen als dünnere. Die auf die Halterungen einwirkenden Vibrationskräfte können aus der harmonischen Erregung abgeleitet werden.

Wählen Sie robuste Rohrhalterungen, die die Kräfte sicher auf die Struktur übertragen können.

15. Isolierung von der Struktur

Isolieren Sie die Pumpe mit folgenden Maßnahmen von der Struktur:

- Verwenden eines Fundaments mit hinreichender Masse, mindestens dreimal die Masse der rotierenden Teile (Pumpe und Motor)
- Festes Verankern der Pumpe im Fundament
- Verwendung einer flexiblen Abstützung, z. B. vibrationsdämpfende FüÙe oder eine Gummimatte zwischen Fundament und Boden
- Verwendung flexibler Verbindungen für die Rohre
- Verankerung der Rohrhalterungen im Boden oder in einer anderen festen Struktur

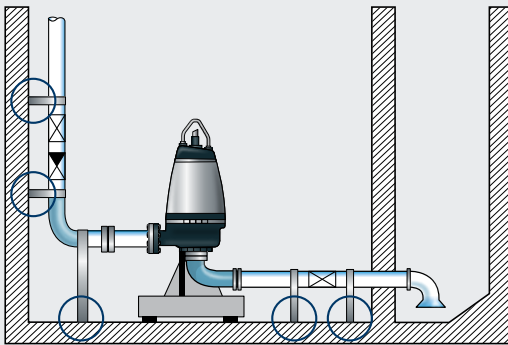


Abb. 13 Typische Verankerung

Wenn schwache Teile wie Bälge zum Einsatz kommen, müssen sie an beiden Seiten sicher befestigt werden. Da das Auftreten von Vibrationen unabhängig von der Schwerkraft erfolgt, sind horizontale Halterungen genauso wichtig wie vertikale.

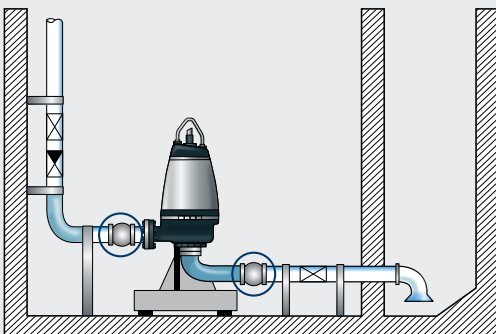


Abb. 14 Methoden zum Minimieren von Vibrationen mithilfe von Kompensatoren in der Saugleitung und am Druckflansch der Pumpe

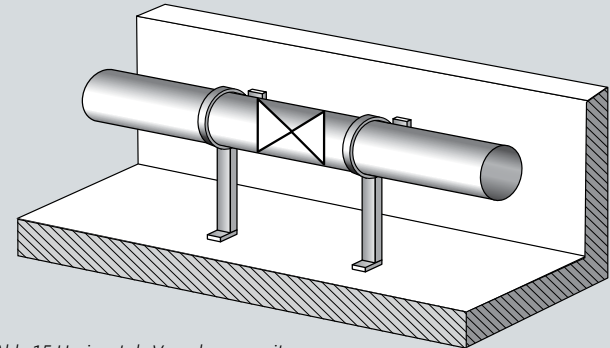


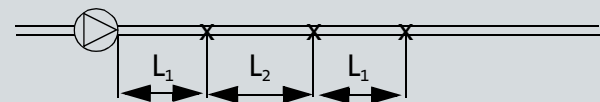
Abb. 15 Horizontale Verankerung mit Boden- und Wandhalterungen

15.1. ABSTÄNDE DER VERANKERUNGEN

Schwere Teile der Verrohrung, z. B. Ventile, müssen ordnungsgemäß abgestützt werden.

Wenn Kompensatoren verwendet werden, muss auch die Verrohrung abgestützt werden. Kompensatoren zwischen Pumpe und Rohr können Druckschwankungen in Störungen verwandeln, was heftige Vibrationen in der Verrohrung nach sich zieht.

Um Vibrationen im Rohrsystem zu vermeiden, müssen die Abstände zwischen den Verankerungspunkten variieren. Die größten Abstände zwischen den Verankerungspunkten sollten wie folgt aussehen:



$$L_1 = \text{DN} \times 14$$

$$L_2 = \text{DN} \times 16$$

Dabei gilt

L = max. Abstand zwischen Verankerungspunkten

DN = nomineller Rohrdurchmesser

16. Fazit

Unerwünschte Vibrationen in Installationen mit Maschinen, z. B. Pumpen, lassen sich durch das Einhalten bestimmter Praktiken vermeiden oder auf ein annehmbares Maß reduzieren. Jegliche Verbesserungen müssen auf einem Verständnis der beteiligten Phänomene basieren. Ein ordnungsgemäßes Fundament ist ebenso lebenswichtig wie die korrekte Positionierung der Verankerungen. Bei flexiblen Installationen muss das Masseverhältnis (Gesamtmasse zur Drehmasse) hoch genug sein, um niedrige Vibrationsstärken zu gewährleisten.

Vergewissern Sie sich bei einem Antrieb mit variabler Drehzahl, dass der Frequenzumrichter die Option zum Ausschließen bestimmter Frequenzbereiche bietet, um Bereiche mit starken Vibrationen auszuschließen.

17. Rohrwerkstoffe

Die Rohre innerhalb der Pumpstation sollten vorzugsweise aus Stahl bestehen. Um für Korrosionsbeständigkeit zu sorgen, werden Stahlrohre mit dicken Wänden konstruiert und sind entweder beschichtet (z. B. feuerverzinkt oder ein Beschichtungssystem) oder bestehen aus Edelstahl (Materialnummer 1.4571/V4A).

Beim Einsatz von Rohren aus Gusseisen berücksichtigen Sie die Verfügbarkeit von Halterungen sowie das Gewicht.

Bei allen anderen Werkstoffen, z. B. Kunststoff, insbesondere bei Verwendung für industrielles Abwasser, achten Sie besonders darauf, eine ausreichende Menge Rohrbefestigungen und separate Stützen für Armaturen wie etwa Ventile bereitzustellen.

18. Auswahl der Ventile

Ventile sind ein funktionaler Teil des Rohrsystems und dienen der Implementierung des Pumpvorgangs.

Sie erfüllen hauptsächlich die folgenden Funktionen:

- Schließen und Öffnen des Rohrdurchgangs
- Verhindern von Rückfluss
- Regeln des Durchflusses
- Be- und Entlüften der Verrohrung

18.1. VENTILE FÜR ABWASSERANWENDUNGEN

Folgende Ventile sind für die oben genannten Funktionen erhältlich:

- Absperrventile (Keilflachschieber, Absperrschieber),
- Kontrollschieber (Kolbenventile, Brillenventile, Absperrschieber)
- Rückschlagklappen (mit Hebel und Gewicht oder mit interner Spindel), Rückschlagventile (mit Membran oder Scheiben), Kugelrückschlagventile
- Be- und Entlüftungsventile in verschiedenen Bauformen

18.2. SCHLÜSSELKRITERIEN FÜR DIE VENTILAUSWAHL

- Fördermedium
- Kompatibilität von Bauform und Funktion mit dem Fördermedium
- Kompatibilität der Werkstoffe mit dem Fördermedium
- Nenndurchmesser je nach Strömungsgeschwindigkeit und den resultierenden Förderhöhenverlusten

Der Einsatz von Ventilen in Abwasseranwendungen erfordert eine Bauform, die für das Fördern von mit groben oder verstopfenden Materialien bzw. mit abrasiven oder sonstigen Substanzen verunreinigten Medien geeignet sind.

Eine solche Verunreinigung erfordert unter anderem die folgenden Designmerkmale:

- Möglichst ungehinderter Flussquerschnitt der Ventile
- Verstopfung bei aktiviertem Ventil sollte ausgeschlossen oder weitgehend verhindert werden
- Geeignete Konstruktionsmerkmale wie Dichtungsauslegung und Werkstoff



[6]

SCHNEIDWERK- PUMPEN UND DRUCKANLAGEN

1. Allgemein

Im Jahre 1960 wurde der erste Prototyp einer Schneidwerkpumpe entwickelt und damit das Konzept für das Sammeln und Entsorgen von Haushaltsabfällen über Druckentwässerungssysteme. Aufgrund der positiven Testergebnisse wurde das Konzept der Schneidwerkpumpe in einigen Bundesstaaten der USA zur Verwendung zugelassen.

Etwas zur gleichen Zeit entstand in der US-Umweltschutzagentur (Environmental Protection Agency, EPA) das Interesse für Methoden zur Abfallentsorgung für kleine Gemeinden und Stadtteile als Alternative zu lokalen Klärgrubenanlagen.

Anfang der 1970er wurden Demonstrationsprojekte in Pennsylvania, Oregon und Indiana installiert. Als Druckentwässerungssysteme mit Schneidwerkumpen die Berechtigung für Bundeszuschüsse für Bauprojekte erhielten, entwickelten zwei Hersteller von Tauchmotorpumpen Mitte der 1970er eine kleine Schneidwerkpumpe und begannen mit der Werbung für das Druckentwässerungssystem. Dieses experimentelle Konzept für das Sammeln und Transportieren vom Haushalt zur Kläranlage ist mittlerweile gängige Praxis.

2. Betriebsbereich

Die physische Größe der Schneidwerkpumpe und des integrierten Schneidwerks sowie die Fähigkeit zu hoher Förderhöhe bei niedrigem Durchfluss sind Merkmale, die Schneidwerkumpen einmalig machen. Wenn Klärwasser bei einem Durchfluss von weniger als 4 - 5 l/s zu fördern ist und die Pumpenförderhöhe mehr als 5 m beträgt, sollte eine Schneidwerkpumpe in Erwägung gezogen werden.

2.1. DRUCKLEITUNG MIT KLEINEM DURCHMESSER

Ein Druckentwässerungssystem besteht aus einem Druckrohr mit kleinem Durchmesser, das mit allen Baustellen verbunden ist und der Geländekontur folgend knapp unterhalb des Bodenniveaus oder der Frosttiefe verläuft.

Diese Fähigkeit zur Nutzung von Druckleitungen mit kleinen Durchmessern von bis herunter zu 40 mm, der mit dem Anschluss weiterer Pumpstationen an die Druckentwässerung allmählich ansteigt, ist der Schlüsselfaktor für die Beliebtheit des Systems. Das Druckentwässerungssystem mit Schneidwerkpumpe ermöglicht die Erschließung von Grundstücken, die zuvor als ungeeignet galten. Damit diese Art von Anlage funktioniert, besitzt jede Baustelle auf der Kanalisation eine Pumpstationsbaugruppe, zu der auch eine Schneidwerkpumpe gehört.



Abb. 1 Druckleitung mit kleinem Durchmesser für Druckanlagen

2.2. DRUCKSCHWANKUNGEN

Die Schneidwerkpumpe – Herzstück der Anlage – kann Feststoffe im Hausabfall in Brei verwandeln und diesen mithilfe des Drucks in der Kanalisation durch kleine Leitungen pumpen. Der Druck schwankt aufgrund der Bauform der Anlage und der Anzahl der Pumpen, die jeweils gleichzeitig in Betrieb sind. Der Systemdruck kann bis auf eine Förderhöhe von 55 m steigen, rangiert in der Regel jedoch zwischen 7 m - 35 m Förderhöhe, da er im Laufe des Tages ständig zwischen dem Spitzenzulauf zur Pumpstation und Ruhezeiten schwankt.

3. Einsatzorte für Druckentwässerungssysteme

Druckentwässerungssysteme sind dort am wirtschaftlichsten, wo die Wohndichte gering ist, das Gelände wellenförmige Gestalt mit relativ hohem Geländeerief besitzt und sich der Auslauf der Anlage auf gleicher oder größerer Höhe als das Versorgungsgebietes oder des größten Teiles davon befinden muss.

Druckentwässerungssysteme sind auch dort wirkungsvoll, wo eine Kombination aus flachem Gelände und hohem Grundwasser oder Grundgestein auftritt, wodurch tiefe Erdarbeiten oder mehrere Hebeanlagen übermäßig teuer werden. Sie können sogar in dicht besiedelten Gebieten wirtschaftlich sein, wo schwierige Baubedingungen vorliegen, das Wegerecht Probleme verursacht oder das Gelände keine Freispiegelkanäle zulässt.

Da Druckanlagen nicht dieselben Überschusskapazitäten wie herkömmliche Freispiegelkanäle aufweisen, sollte bei ihrer Konstruktion ein ausgewogener Ansatz gewählt werden, der auch zukünftiges Wachstum und die interne Hydraulikleistung berücksichtigt wird.



Abb. 2 Druckentwässerungssystem mit Schneidwerkpumpen in einem entlegenen Gebiet mit wellenförmigen Gelände

3.1. VORTEILE

Druckentwässerungssysteme, die mehrere Haushalte mit einer hauptsächlichen Pumpstation verbinden, können günstiger sein als herkömmliche Freispiegelkanäle. Anlagen vor Ort machen einen großen Anteil der Investitionskosten für das Gesamtsystem aus und werden im Rahmen einer Gruppenregelung geteilt.

Dies kann ein wirtschaftlicher Vorteil sein, da Komponenten erst dann vor Ort notwendig werden, wenn ein Haus gebaut und an seinen Eigentümer übergeben wird. Geringe Anschaffungskosten sorgen für niedrigere Barwertkosten der Gesamtanlage als bei einem herkömmlichen Freispiegelkanal, insbesondere in neu erschlossenen Gebieten, in denen über viele Jahre hinweg Häuser gebaut werden.

Weil das Abwasser unter Druck gefördert wird, ist kein durch die Schwerkraft erzeugter Fluss erforderlich. Daher können die strengen Einschränkungen in puncto Ausrichtung und Gefälle, die bei herkömmlichen Freispiegelkanälen gelten, hier etwas lockerer gehandhabt werden. Die Auslegung des Netzwerks hängt nicht von den Geländeconturen ab. Der Aufstellungsort der Rohre ist unwichtig, und vor Ort vorgenommene Erweiterungen sind relativ kostengünstig und verursachen keine Schäden an vorhandenen Strukturen.

3.2. WEITERE VORTEILE VON DRUCKENTWÄSSERUNGSSYSTEMEN:

- Kosten für Werkstoffe und Aushub sind erheblich geringer, aufgrund niedrigerer Anforderungen an Rohrgröße und Tiefe.
- Anstelle der Einstiege, wie bei einer herkömmlichen Anlage, kommen kostengünstige Reinigungsöffnungen und Ventilbaugruppen zum Einsatz.
- Der Benutzer zahlt die Stromkosten für das Betreiben des Pumpenaggregats. Die Stromrechnung fällt dadurch jedoch nur geringfügig höher aus und tritt an die Stelle von Gemeinde- oder Gemeinschaftsrechnungen für eine zentrale Förderung, die durch die Druckanlage überflüssig wurden.
- Der Klärwassertransport erfolgt unter Druck, was mehr Flexibilität bei der Errichtung der Anlagen zur Endbehandlung ermöglicht und dazu beiträgt, die Länge von Auslassleitungen oder die Baukosten für Kläranlagen zu reduzieren.

4. Nachteile

Diese Anlagen erfordern eine starke institutionelle Beteiligung, da das Drucksystem im ganzen Versorgungsgebiet über viele mechanische Komponenten verfügt.

Aufgrund der großen Zahl der verwendeten Pumpen sind die Betriebs- und Instandhaltungskosten für ein Drucksystem häufig höher als bei einer herkömmlichen Schwerkraftanlage. Allerdings können Hebeanlagen in einem herkömmlichen Freispiegelkanal diese Situation umkehren.

Normalerweise findet vorbeugende Wartung der Schneidwerkpumpen in Druckentwässerungssystemen jährlich statt, während Klärgrubenanlagen im Abstand von zwei bis drei Jahren abgepumpt werden müssen.

Die Öffentlichkeit muss unterrichtet werden, damit der Benutzer weiß, wie er sich bei Notfällen verhält und wie Blockierungen und andere Wartungsprobleme zu vermeiden sind.

Die Anzahl der Pumpen, die gemeinsam die Fallhauptleitung nutzen können, ist eingeschränkt.

Ein Stromausfall kann zu Überläufen führen, wenn keine Reservegeneratoren verfügbar sind.

Die Kosten für Auswechselungen über die Lebensdauer hinweg sind als höher einzuschätzen, da Druckentwässerungssysteme eine geringere Lebenserwartung haben als herkömmliche Systeme.

Da das Abwasser in der Pumpstation üblicherweise septisch ist, sind Gerüche und Korrosion mögliche Probleme. Sorgen Sie bei der Konstruktion für ordnungsgemäße Entlüftung und Geruchsbekämpfung, und verwenden Sie nicht korrodierende Komponenten.

5. Pumpstation mit Schneidwerkpumpe

Die Schneidwerkpumpe ist Teil der Pumpstationsbaugruppe, die auch Verrohrung, Kupplungsfußkrümmer, Armaturen, Führungsrohre, Ventile, Niveausensoren und Stellvorrichtungen umfasst.

Die Pumpstation wird normalerweise im Freien installiert, kann jedoch auch in einem Keller aufgestellt werden. Da die Installation 1,5 - 4 m unterhalb des Geländeniveaus erfolgt, befinden sich nur die Schachtabdeckung und die Schalttafel über dem Boden und fügen sich häufig in die Umgebung ein.

Vorgefertigte Grundfos Pumpstationen ermöglichen eine leichte Installation und bieten einen robusten und gut konzipierten Pumpenschacht aus Polyethylen, der für die jeweiligen Anforderungen dimensioniert ist. Automatische Kupplungen sind vorinstalliert, was die Montage von ein bis zwei SEG-Schneidwerkumpen erleichtert. Darüber hinaus sind alle notwendigen Komponenten wie Verrohrung und Ventile aus korrosionsbeständigem Werkstoff im Paket enthalten.

Grundfos hat mit dem Pumping Station Creator ein Designwerkzeug entwickelt, mit dem sich eine Pumpstation innerhalb weniger Minuten entwerfen lässt. Den Pumping Station Creator finden Sie im Grundfos Product Center unter „Werkzeuge“.

Um einen wirksamen Betrieb und die erforderliche Sicherheit zu gewährleisten, gehören auch eigene Steuergeräte zum Lieferumfang. Ein vorgefertigtes Pumpstationspaket wird im Sinne einer einfachen Installation bereits vormontiert zum Standort geliefert.



Abb. 3 Vorgefertigte Grundfos Pumpstation mit SEG-Schneidwerkpumpe auf Kupplungsfußkrümmer



Abb. 4 Vorgefertigte Grundfos Pumpstation für Außeninstallation

6. Schneidwerkumpen

Grundfos SEG-Schneidwerkumpen wurden mit einem Schneidwerk konstruiert, das Feststoffe im Hausabfall in kleine Stücke zerkleinert, damit diese über Druckleitungen mit relativ kleinem Durchmesser abtransportiert werden können.

Die Pumpen sind aus verschleißfesten Werkstoffen gefertigt, wie z. B. Gusseisen und Edelstahl. Diese Werkstoffe sorgen für einen zuverlässigen Betrieb.

Für Länder mit einer 50-Hz-Stromversorgung stehen SEG-Schneidwerkumpen mit Motoren von 0,9 bis zu 4 kW zur Verfügung. Der Nenndurchmesser des Pumpen-Druckstutzens beträgt DN 40 oder DN 50.

Für Länder mit einer 60-Hz-Stromversorgung stehen SEG-Schneidwerkumpen mit Motoren von 1,5 bis zu 4 kW zur Verfügung. Alle Motoren sind 2-polig.

Alle Pumpen sind für die folgenden Installationen geeignet:

- Nassaufstellung auf Kupplungsfußkrümmer-Sätzen
- Nassaufstellung, freistehend

6.1. SEG-KONSTRUKTIONSMERKMALE

Alle Pumpen besitzen die folgenden Merkmale:

- Kabelverbindung zum Motor mittels Stecker
- Korrosionsbeständiger Kabeleingang mit auslaufsicherer Vergussmasse aus Polyurethan
- Spannbügelverbindung zwischen Motor und Pumpe
- Gleitringdichtung
- Hochbelastbare Lager mit Dauerschmierung
- Patentiertes Schneidsystem sorgt für extrem hohen Wirkungsgrad und zuverlässigen Betrieb
- SmartTrim-System ermöglicht schnelle und einfache Einstellung des Dichtspalts zur Aufrechterhaltung der Spitzenleistung
- Thermoschalter in den Motorwicklungen bieten Schutz gegen Überhitzung
- Explosionsgeschützte Motoren für potenziell explosionsgefährdete Bereiche



Abb. 5 Grundfos SEG-Schneidwerkumpe mit Konstruktionsmerkmalen

6.2. ZUSÄTZLICHE MERKMALE VON SEG AUTOADAPT

Die SEG AUTOADAPT -Pumpen umfassen ein Steuergerät, Sensoren und einen Motorschutzschalter. Die Pumpe ist bereit für den Anschluss an die Stromversorgung.

Die Pumpen bieten die folgenden Vorteile:

- Eingebaute Niveau- und Trockenlaufsensoren
- Eingebauter Motorschutzschalter
- Pumpenwechsel: Wenn im gleichen Tank mehrere Pumpen installiert sind, sorgt die Steuerlogik der Pumpe dafür, dass die Last über die Zeit gleichmäßig zwischen den Pumpen verteilt wird.
- Alarmrelaisausgang

Die Pumpe besitzt einen Ausgang für ein Alarmrelais. NC und NO sind verfügbar und können nach Bedarf verwendet werden, z. B. für akustische oder visuelle Alarmer. Die Alarmparameter finden Sie in der folgenden Tabelle.

Alarmwert	Alarmprotokoll	Melderelais
Überspannung	•	•
Unterspannung	•	•
Überlast	•	•
Motor/Pumpe blockiert	•	•
Trockenlauf	•	•
Motortemperatur	•	•
Elektroniktemperatur (Pt 1000)	•	•
Thermoschalter 1 im Motor	•	•
Thermoschalter 2 im Motor	•	•
• Phasenfolge umgekehrt	•	•
Hochwasseralarm	•	•
Sensorstörung	•	•

- Zufällige Einschaltverzögerung im Falle eines allgemeinen Stromausfalls
- Pumpe läuft nur bei korrekter Phasenfolge an
- Selbstkalibrierung nach jedem Pumpzyklus
- Antiblockierfunktion: Die Antiblockierfunktion schaltet die Pumpe zu programmierten Intervallen ein, um ein Festfressen des Laufrads zu verhindern. Diese Funktion überlagert den Trockenlaufsensor von Nicht-Ex-Versionen.
- Nachlauffunktion (Schaumentwässerung): Die Nachlauffunktion kommt in programmierten Intervallen zum Einsatz, wenn das Risiko einer Schwebeschicht besteht.

Um der Anforderung der Datenkommunikation gerecht zu werden, kann vorübergehend oder dauerhaft ein Grundfos CIU (Communication Interface Unit) angeschlossen werden, um die Werkseinstellungen zu ändern oder weitere Einstellungen vorzunehmen. Außerdem lassen sich auf diese Weise das Alarmprotokoll und weitere Betriebsparameter - wie die Anzahl Startimpulse und der Betriebsstunden - auslesen.



Abb. 6 Grundfos SEG AUTOADAPT-Schneidwerkpumpe mit Konstruktionsmerkmalen

7. Konstruktion und Auslegung eines Druckentwässerungssystems

Ein Druckentwässerungssystem unterscheidet sich von herkömmlichen schwerkraftbasierten Sammelanlagen, da sie das Abwasser mithilfe von Pumpen anstelle der Schwerkraft transportieren. Das ursprüngliche Abwasser gelangt über die normale Schwerkraft in den Sammelbehälter in der Pumpstation. Dort werden Feststoffe zerkleinert, bevor das Abwasser in das Drucksystem gepumpt wird. Das Druckentwässerungssystem ist eine wirksame Lösung in Gegenden, in denen herkömmliche Schwerkraftanlagen nicht verfügbar oder nicht praktikabel sind.

Die wichtigsten Komponenten eines Druckentwässerungssystems mit mehr als einer einzelnen angeschlossenen Schneidwerkpumpe sind:

- Pumpstation mit Sammelkammer
- Pumpenaggregat
- Rohrsystem
- Ventile, Rohrverbindungen, Luftverdichter

7.1. KONSTRUKTIONSVORAUSSETZUNGEN

Druckanlagen sollten gemäß nationalen oder örtlichen Vorschriften konstruiert werden, z. B. der Europäischen Norm EN1671 mit Empfehlungen für die Konstruktion von Druckentwässerungssystemen. Im Folgenden finden Sie einige der Anforderungen, die beim Konstruieren eines Druckentwässerungssystems zu berücksichtigen sind.

7.2. DRUCKLEITUNGEN

Die Druckleitung sollte mindestens so groß sein wie der Pumpenauslass.

Der Rohrleitungsquerschnitt kann sich auf dem Weg von der Pumpe zum Auslass schrittweise vergrößern. Dies erfolgt abhängig von der Fördermenge und dem Abstand zum Auslasspunkt. Der Querschnitt der Druckleitung in Fließrichtung sollte mindestens genauso groß oder gar größer ausgeführt werden (und nicht umgekehrt.)

7.3. MINDESTGESCHWINDIGKEIT

Um die Gefahr einer Sedimentation zu verringern und die tägliche Selbstreinigungsfunktion der Rohrleitung zu erhalten, ist eine Mindestfließgeschwindigkeit von 0,7 m/s erforderlich.

7.4. MAXIMALE VERWEILZEIT

Die maximale Verweilzeit des Abwassers im Rohrsystem folgt der empfohlenen Europäischen Norm und beträgt acht Stunden.

Durch eine Verkürzung der Verweilzeit des Klärwassers in der Anlage wird das Risiko gesenkt, dass H_2S und Geruch entsteht.

Die Verweilzeit für das Klärwasser im Rohrsystem kann je nach örtlichen oder nationalen Vorschriften variieren. Gründe dafür können beispielsweise die Art des Abwassers oder die Umgebungstemperatur sein.

8. Notsituationen

Bei einem Stromausfall sollte die Sammelkammer in der Pumpstation mindestens 25 % zusätzliches Volumen über das Einschaltniveau der Pumpe hinaus besitzen, um Platz für den zusätzlichen Zufluss in den Schacht zu bieten.

9. Stromversorgung

Vor Ort sollte eine angemessene Stromversorgung zur Verfügung stehen, damit alle Pumpen nach einem Stromausfall anlaufen können, ohne das System zu überlasten.

10. Ventile

Je nach Form des Druckleitungsprofils, müssen möglicherweise Lufteinlass- oder -auslassventile installiert werden.

Für Abwärts-Pumpanlagen wird die Installation eines Rückflussschutzventils innerhalb der Pumpstation empfohlen.

11. Konstruktion von Druckentwässerungssystemen

Die Auslegung der Pumpe und der Rohre hängt vom Zufluss in die Sammelkammern, dem Abstand zum Auslass und der Anzahl der gleichzeitig laufenden Pumpen ab.

Es gibt zwei wesentliche Herangehensweisen an die Konstruktion eines Druckentwässerungssystems:

- Berechnung von Druckentwässerungssystemen
- Simulation von Druckentwässerungssystemen

Der Konstrukteur sollte in der Entwurfsphase jegliche möglichen zukünftigen Erweiterungen der Anlage in Betracht ziehen.

11.1 BERECHNUNG DES ANLAGENNETZWERKS

Das Berechnen des Anlagennetzwerks ist die herkömmliche Methode zum Konstruieren von Druckentwässerungssystemen. Mit dieser Methode wird das System auf extreme Bedingungen ausgelegt, z. B. die höchste Flussmenge, die höchste statische Fördermenge und die maximale Anzahl von gleichzeitig laufenden Pumpen.

Sie können bei der Berechnung des Anlagennetzwerks im Wesentlichen zwei verschiedene Methoden anwenden:

- Die statistische Methode
- Die Spitzendurchflussmethode

Mit der statistischen Methode lässt sich die Berechnung präziser anstellen. Die Anzahl der in einer Anlage gleichzeitig laufenden Pumpen wird anhand von Wahrscheinlichkeitsregeln geschätzt. Danach werden die kritischen Punkte in der Anlage, die zu späteren Berechnungen herangezogen werden, manuell definiert.

In den Berechnungen wird vom stabilen Zustand mit vollständig mit Wasser gefüllten Rohren ausgegangen, sodass die Ergebnisse für Pumpen als nur ein Betriebspunkt angezeigt werden.

Da Situationen, in denen alle Pumpen gleichzeitig laufen, selten, und zwar nur nach einem Stromausfall, auftreten, muss dies für die Anlagenberechnungen nicht als eine Extrembedingung berücksichtigt werden.

11.2. SIMULATION DES ANLAGENNETZWERKS

Diese Methode analysiert mithilfe einer Transientenanalyse die Realität der Anlage für bestimmte Zeiträume.

Bei dieser Art von Simulation wird eine spezielle Software herangezogen, um die komplexen Gleichungen während der Betriebszeit zu lösen, und die simulierte Anlagenrealität zeigt, wie sich die Druckleitung mit Klärwasser füllt und wie die Pumpen miteinander interagieren.

Wenn die Zulaufdaten hinreichend genau sind, kommt das Ergebnis dieser Methode der Realität am nächsten, sodass ein Histogramm des Pumpenbetriebs ausgedruckt werden kann. Darin werden die wichtigsten Betriebspunkte in der Anlage sowie die am meisten laufenden Pumpen aufgezeigt.

Da die Anlage mit dieser Methode über einen gewissen Zeitraum definiert wird, benötigt die Anlage ausreichend Zeit, um alle Druckleitungen und Sammelkammern in den Pumpstationen zu füllen. Je nach Größe der Anlage und der Profilform der Rohrleitung dauert die Simulation von einem Tag bis zu einer Woche.

Ein weiterer Vorteil dieser Methode besteht darin, dass das Wasseralter (Verweilzeit) direkt als eine Ausgabe der Analyse geschätzt wird. Die Präzision der Verweilzeit hängt von der Präzision der Zulaufmenge zu den einzelnen Sammelkammern in der Pumpstation ab.

Grundfos wendet diese Methode an, da es die genaueste Vorgehensweise zum Durchführen der Berechnung ist und die Kundenvorteile aufzeigt.

Das SIMPS-Werkzeug (SIMulation of Pressurised Systems) wurde für Grundfos entwickelt und dient nicht der Auswahl von Pumpen oder Rohren. Stattdessen ist es ein Werkzeug zur Anlagenoptimierung, d. h., die erste Simulation stützt sich auf die beste Anfangsschätzung. In den nachfolgenden Durchläufen des Werkzeugs wird das System anhand der erhaltenen Ergebnissen entsprechend den Standardkonstruktionskriterien in EN1671 optimiert.



Der SIMPS-Ausgabebericht enthält die folgenden Ergebnisse:

- Auswertung der Pumpenleistung
- Histogramm des Pumpenbetriebs
- Strömungsgeschwindigkeit
- Statistik zum gleichzeitigen Pumpenbetrieb
- Wasserqualität (Verweilzeit)
- Geschätzter Energieverbrauch

Im Folgenden finden Sie einige Beispielergebnisse aus SIMPS, die im endgültigen Simulationsbericht enthalten wären. Diese Ergebnisse stammen aus einem Fall in Schweden mit 98 ans Netz angeschlossenen Häusern.

Abb. 7 Grundfos Simulationssoftware für Druckentwässerungssysteme (SIMPS)

Tabelle 5 Ergebnisse zum Pumpenbetrieb

Name	Einschalt-niveau [m]	Ausschalt-niveau [m]	Max. Geschwin-digkeit [m/s]	Durchschnitt-licher Durchfluss [l/s]	Förderhöhe bei durch-schnittlichem Durchfluss [H]	Kein Pum-penanlauf [#]	Pumpenbetrieb [hh:mm:ss]	Pumpentyp [Name]	Leistung
Pumpe17	0,9	0,37	1,98	3,36	16,00	3	0:02:29	96878514 SEG.40.15.E.2.50B	😊
Pumpe1	0,9	0,37	1,25	2,63	29,63	3	0:03:10	96878518 SEG.40.31.E.2.50B	😊
Pumpe11	0,9	0,37	2,20	3,14	16,90	3	0:02:39	96878514 SEG.40.15.E.2.50B	😊

Tabelle 6 Statistik zum gleichzeitigen Pumpenbetrieb

Anzahl gleichzeitig laufender Pumpen	Prozentualer Anteil [%]
0	95,8
1	4,1
2	0,1
3	0,0

Tabelle 7 Maximale Strömungsgeschwindigkeit

Name	Höchstgeschwindigkeit [m/s]	Max. Förderstrom [l/s]	Leistung
Rohr23	0,78	2,00	😊
Rohr2	1,69	3,00	😊
Rohr28	1,56	2,00	😊
Rohr22	1,98	3,00	😊
Rohr6	2	3,00	😊
Rohr24	2,26	3,00	😊

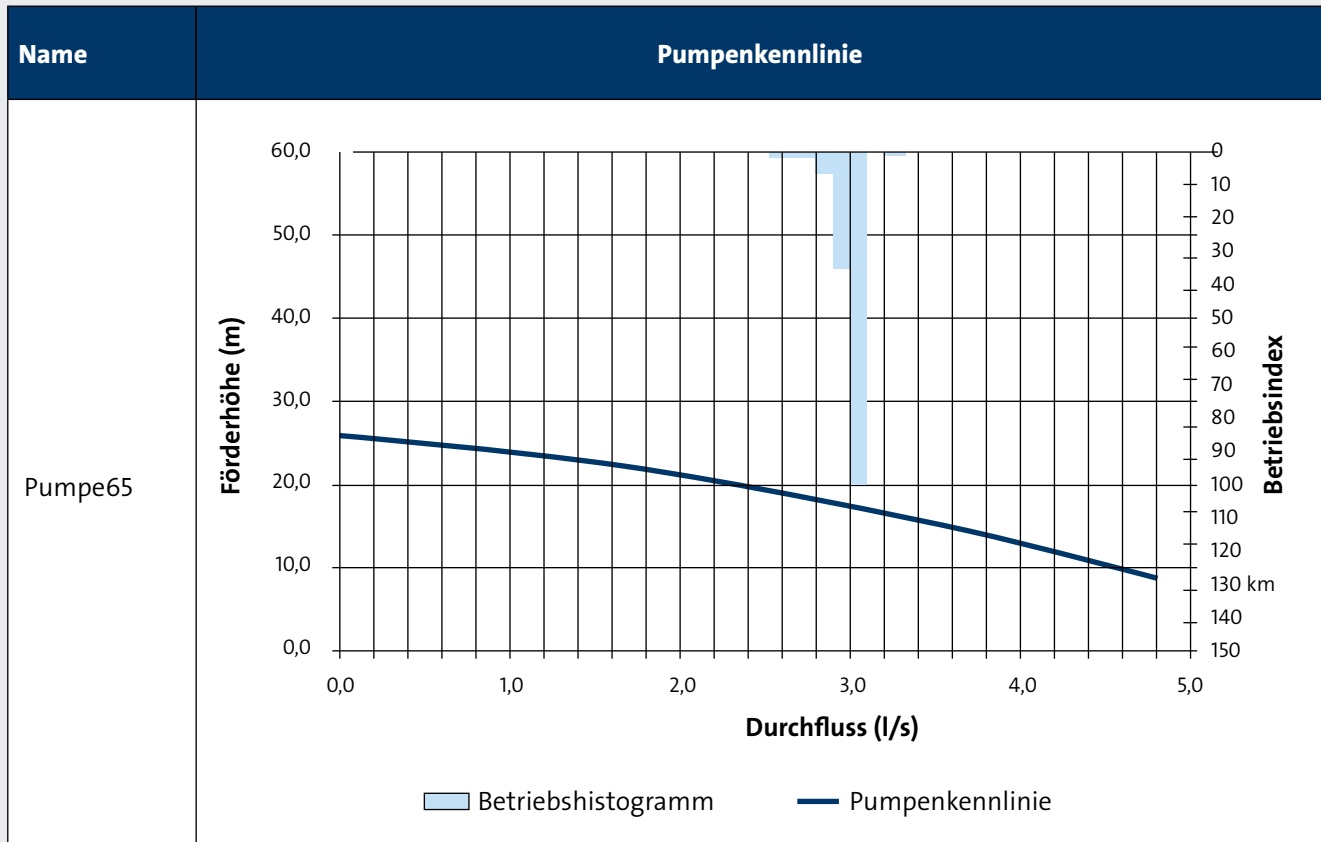
Tabelle 8 Übersicht über die Wasserqualität

Name	Max. Wasseralter [Stunden]
Rohr23	15,3
Rohr2	12,7
Rohr9	11,3
Rohr28	8,9
Rohr22	8,9

Tabelle 9 Ergebnisübersicht zur Pumpenenergie

Name	Betriebsstunden [Stunden/Jahr]	Energieverbrauch [kWh/Jahr]	Energiekosten [SEK/Jahr]
Pumpe17	15,1	30,3	30
Pumpe1	19,3	60,6	61
Pumpe4	10,8	38,3	38
Pumpe11	16,1	31,8	32

Tabelle 10 Histogramm mit Pumpenkennlinie



12. Betrieb und Wartung

Die Anforderungen für Routinebetrieb und -wartung von Schneidwerkpumpenanlagen sind minimal. Kleine Systeme, die bis zu 300 Haushalte versorgen, erfordern in der Regel kein Vollzeitpersonal. Die Wartung kann von Mitarbeitern der kommunalen Stadtwerke oder der Autobahnmeisterei ausgeführt werden. Bei den meisten Wartungsarbeiten geht es um Anrufe von Hausbesitzern im Zusammenhang mit Problemen mit der elektrischen Steuerung oder blockierten Pumpen.

Da Abwasser in Druckentwässerungssystemen von Natur aus septisch ist, muss das Personal beim Durchführen von Wartungsarbeiten geeignete Sicherheitsmaßnahmen ergreifen, um den Kontakt mit giftigen Gasen wie Schwefelwasserstoff (H_2S), die in den Abwasserleitungen, der Pumpendüse oder den Klärtanks auftreten können, so gering wie möglich zu halten. Bei unsachgemäßer Gehäuseentlüftung können in Druckentwässerungssystemen Geruchsprobleme entstehen. Wenn das Problem nicht an der Belüftung liegt, müssen möglicherweise stark oxidierende Wirkstoffe wie Chlor oder Wasserstoffperoxid zugesetzt werden, um das Geruchsproblem in den Griff zu bekommen.

Im Allgemeinen liegt es im besten Interesse der Kommune und der Hausbesitzer, wenn die Verantwortung für die Wartung aller Anlagenkomponenten bei der Kommune oder dem für die Kanalisation zuständigen Versorgungsunternehmen liegt. Um den Zugriff auf die Komponenten vor Ort, z. B. Pumpstationen und Schneidwerkpumpenaggregate auf Privatgrundstücken, zu ermöglichen, sind allgemeine Dienstbarkeitsverträge erforderlich.

[7]

VORGEFERTIGTE PUMPSTATIONEN

1. Allgemein

In Anlagen für häusliches oder gewerbliches Abwasser sowie Abwassertransportanlagen im Allgemeinen stellt eine vorgefertigte Pumpstation eine kostengünstige, flexible und zuverlässige Alternative zu herkömmlichen betonierten Lösungen dar. Bei Grundfos Pumpstationen können Sie belegbare Qualität und vollständige Anpassung in einer einfachen oder komplexeren Anlage zum Sammeln und Transportieren von Abwasser zusammenführen.

Grundfos bietet eine komplette Baureihe funktionaler und modular aufgebauter Pumpstationen an – vollständig ausgerüstet mit allen erforderlichen Komponenten, wie z. B. Abwasserpumpen, Druckleitungen, Armaturen und Niveausteuern. Ein modulares Konzept mit erhöhten Sammelbrunnenvolumen. Der Pumpenschacht, die Abwasserpumpen und die Steuerung können individuell miteinander kombiniert werden, um die besonderen Anforderungen jeder einzelnen Anwendung bestmöglich erfüllen zu können.



Abb. 1 Die Baureihe korrosionsfreier Pumpstationen aus Polyethylen

Pumpstationen für Entwässerung, Schmutzwasser sowie Klärwasser aus Privathaushalten stehen in vier Durchmessern und Tiefen von 1,5 m bis 6 m zur Verfügung. Dank der unterschiedlichen Längen sind sie für verschieden Arten von Anwendungen für Entwässerungs-, Schutzwasser-, Klärwasser und Schneidwerk-pumpen geeignet, wenn eine Entwässerung bzw. ein Transport mittels Schwerkraft nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist.

2. Technische Daten:

Tiefe: 1,5 - 6,0 m

Querschnitt des Auslassrohres: DN40 - 100

Medientemperatur: Max. 40 °C

Pumpstationen bestehen aus rostfreiem Polyethylen oder glasfaserverstärktem Polyester. Rohre und Ventile werden aus PE oder Edelstahl hergestellt. Pumpstationen sind mit oder ohne Ventilkammer für die Ansteuerung von ein bis zwei Pumpen erhältlich.

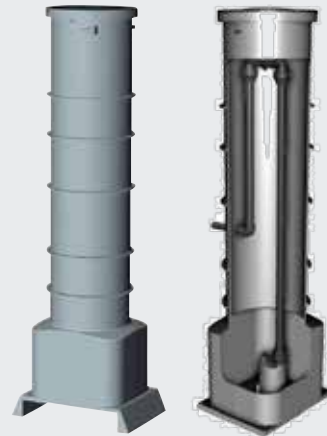


Abb. 2 Pumpstationen für die Installation von einer kleinen Entwässerungspumpe Durchmesser des Hauptabschnitts von 400 mm und Sammelbrunnenabmessungen von 500 x 500 mm



Abb. 3 Pumpstationen für eine oder zwei Pumpeninstallationen Durchmesser des Hauptabschnitts von 600 mm, 800 mm und 1000 mm

3. Programm an Standardpumpstationen:

Alle Maßangaben in mm

Hauptabschnitt	Durchm. Sammelbr.	Gesamtlänge			
600	800	1500	2000	2500	3000
800	1000	1500	2000	2500	3000
1000 S	1200	x	2000	2500	3000
1000 D	1200	x	2000	2500	3000

1000 S bezeichnet eine Installation mit einer Pumpe
1000 D bezeichnet eine Installation mit zwei Pumpen



Abb. 4 Pumpstation für die Einzelinstallation einer tauchbaren SEG AUTOADAPT-Schneidwerkpumpe auf einem Kupplungsfußkrümmer-Satz Sammelbrunnen-Durchmesser von 800 mm und Durchmesser des Hauptabschnitts von 600 mm



Abb. 5 Mit der Mutter am Boden des Sammelbrunnens wird der Kupplungsfußkrümmer in der richtigen Position gehalten, ohne dauerhaft am Boden des Sammelbrunnens befestigt zu sein

Die Verrohrung kann zusammen mit dem Kupplungsfußkrümmer angehoben werden, ohne die Pumpstation zu betreten.

Öffnungen für Zulauf- und Ablaufleitungen und Kabel sowie für Entlüftungsleitungen werden vor Ort individuell mit einem Lochschneider positioniert.

Dank der hellen Farbe des Schachtes lässt sich der Tankboden auch ohne künstliche Beleuchtung gut erkennen.



Abb. 6 Lochschneider sind als Zubehör für Pumpenstationen erhältlich

4. Einzigartige Schachtkonstruktion für weniger Schlamm und Geruchsprobleme

Die vorgefertigten Pumpstationen enthalten einen abgestuften Boden. Dieser ist selbstreinigend, da das Abwasser über das Gefälle zum Pumpenzulauf gelangt. Durch diese Bauform wird das Risiko einer Entstehung von Schwefelwasserstoff, von Geruchsproblemen und Verstopfung minimiert, was im Gegenzug zu geringeren Wartungskosten führt.



*Abb. 7 Pumpstationen für Installationen mit zwei Klärwasser-Tauchpumpen auf einem Kupplungsfußkrümmer-Satz Sammelbrunnen-Durchmesser von 1700 mm und Durchmesser des Hauptabschnitts von 1400 mm.
Gesamtlänge von 2000 mm - 6000 mm*

5. Typ der Abwasseranlage

Vorgefertigte Pumpstationen werden für die Behandlung von Abwasser aus privaten, kommerziellen und industriellen Gebäuden sowie von Oberflächenwasser von Autobahnen und Straßen gebaut. Sie kommen im Wesentlichen in zwei Arten von Abwassersystemen zum Einsatz:

5.1 FREISPIEGELKANALANLAGEN

Diese Pumpstationen können als Hebeanlagen in herkömmlichen Schwerkraftnetzwerken verwendet werden. Dort dienen sie als kostengünstige, umweltfreundliche und äußerst zuverlässige Alternative zu teuren Betonlösungen – sowohl in Neubau- als auch in Sanierungsprojekten.



Abb. 8 Freispiegelkanalanlagen

5.2. DRUCKENTWÄSSERUNGSSYSTEME

Ein Druckentwässerungssystem eignet sich ideal für dünn besiedelte Gebiete sowie für Gebiete, in denen Freispiegelkanäle aufgrund der Geländebeschaffenheit zu teuer wären.

Druckentwässerungssysteme sind auch dann die richtige Wahl, wenn ein privates oder gewerbliches Gebäude unterhalb der Kanalisationshöhe liegt oder sich Hindernisse zwischen dem Gebäude und dem Hauptabwasserkanal befinden, was ein auf Schwerkraft basierendes System unmöglich macht.

Eine vorgefertigte Pumpstation mit SEG-Schneidwerk-pumpen verhindert eine Verstopfung der engen Rohre solcher Anlagen.

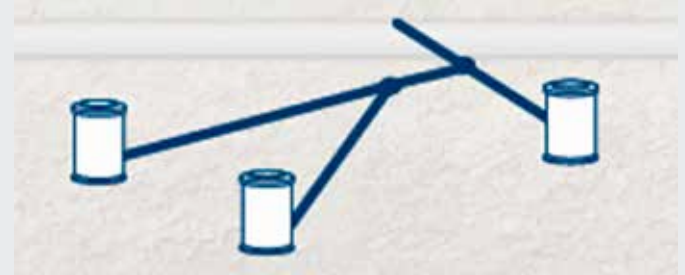
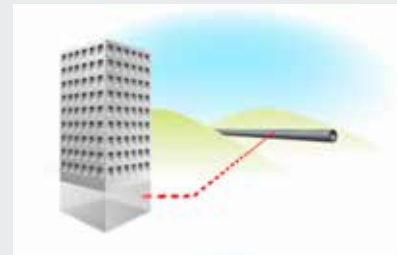


Abb. 9 Druckentwässerungssystem

5.3. EIN DRUCKBEAUFSCHLAGTES SYSTEM IST NOTWENDIG, WENN



1. Ein Gebäude unter der Höhe des Hauptabwasserkanals liegt.



2. Die Entfernung zum Hauptabwasserkanal zu weit ist.



3. Sich Hindernisse zwischen dem Gebäude und dem Hauptabwasserkanal befinden

6. Installation.

Die Installation von Pumpstationen muss von einer autorisierten Person entsprechend den örtlichen Vorschriften durchgeführt werden. Arbeiten in oder an Abwasserschächten sind gemäß den örtlichen Vorschriften durchzuführen.

In Bezug auf DS/EN 1997 – 1: Eurocode 7: Geotechnische Kategorie 2, empfehlen wir, dass Sie vor der Schachtinstallation eine geotechnische Untersuchung der Bedingungen vor Ort durchführen.

In Bezug auf DS/EN 1997 – 1: Eurocode 7: Geotechnische Kategorie 1, kann die geotechnische Untersuchung entfallen, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Das Risiko von Gesamtinstabilität, Erdbewegungen oder unvorteilhafter Bodenbeschaffenheit ist vernachlässigbar.
- Vergleichbare Erfahrungen vor Ort zeigen, dass die Bodenbeschaffenheit ausreichend unkompliziert ist.
- Es findet kein Aushub unterhalb des Wasserspiegels statt.
- Vergleichbare Erfahrungen vor Ort zeigen, dass der anstehende Aushub unterhalb des Wasserspiegels unkompliziert verlaufen wird.

Wenden Sie sich bei Zweifeln an einen Geotechnikspezialisten.

6.1. INSTALLATION KLEINER PUMPSTATIONEN MIT EINEM HAUPTABSCHNITT VON 400 - 1000 MM

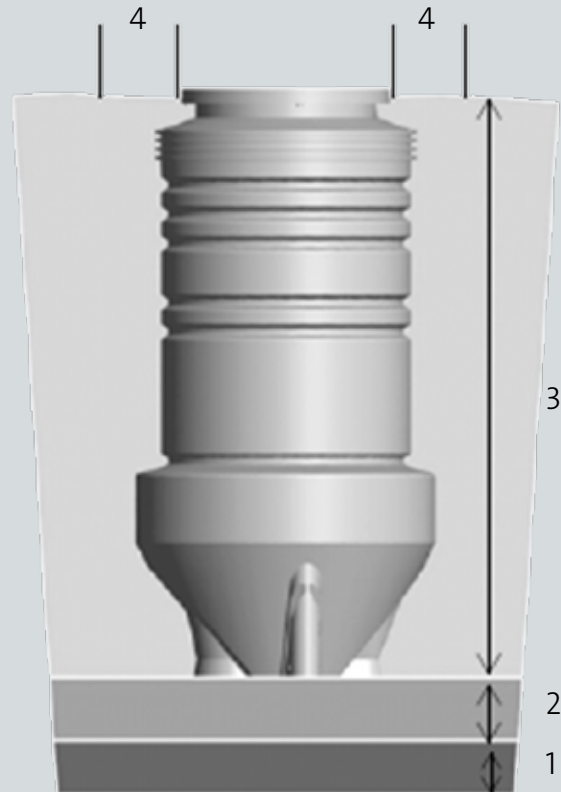


Abb. 10 Schematische Montagezeichnung

Pos.	Beschreibung
1	Fundamentschicht
2	Bettungsschicht
3	Verfüllung, in Schichten von maximal 300 mm verdichten
4	Abstand von 500 mm zum Deckel. In diesem Bereich darf keine starke Verkehrsbelastung auftreten.

6.2. AUFSCHWIMMSCHUTZ

Die Bauform der Pumpstation sorgt dafür, dass die Pumpstation bei ordnungsgemäßer Installation gegen Aufschwimmen geschützt ist.

Die breiten Flanken des Sammelbrunnens halten die Station auch ohne Betonierung auf dem Boden. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Abwärtskraft größer ist als die Aufwärtskraft.

Halten Sie sich unbedingt an die Installationsanweisungen im Installationshandbuch für die Pumpstation. Welche Anforderungen für den Aufschwimmschutz gelten, hängt von den geotechnischen Bedingungen ab. Diese werden vom Bauingenieur oder vom Bauunternehmen ermittelt und fallen nicht in die Verantwortung von Grundfos.

6.3. FUNDAMENTSCHICHT

Am Boden des Aushubs für eine Pumpstation muss sich eine Fundamentschicht befinden, wenn Bodenanalysen und Informationen über die Belastung durch die Pumpstation zeigen, dass der Erdboden die Last nicht tragen kann. Die Bettungsschicht, auf der die Pumpstation aufgestellt wird, gilt nicht als Fundamentschicht.

Nach dem Aushub ist für die Fundamentlegung eine stabile Schicht aus geeignetem Kies oder einem ähnlichen Material erforderlich, die in Schichten von jeweils maximal 300 mm verdichtet wird (200 mm nach der Verdichtung). Eine solche Fundamentschicht ist auch bei einem versehentlich zu tiefen Aushub notwendig.

6.4. BETTUNGSSCHICHT

Das Material für die Bettungsschicht muss kompaktierbar und so beschaffen sein, dass weder ihre Eigenschaften noch die Verdichtung die Pumpstation beschädigen.

- Es dürfen keine Steinchen vorhanden sein, die größer als 16 mm sind.
- Der Anteil von Steinchen mit einer Größe zwischen 8 und 16 mm darf nicht mehr als 10 % betragen.
- Das Material darf nicht gefroren sein.

- Es dürfen keine scharfkantigen Flintsteine oder Ähnliches vorhanden sein.
- Die Bettungsschicht muss in der Regel eine Dicke von 100 mm haben.

Wenn die Fundamentschicht diese Anforderungen erfüllt, wird keine Bettungsschicht benötigt.

6.5. VERFÜLLUNG

Die Verfüllung muss die Hebeanlage auf allen Seiten ausreichend abstützen und sicherstellen, dass die Last ohne schädliche punktuelle oder ähnliche Belastung übertragen wird.

- Die Verfüllung muss dieselben Anforderungen erfüllen, die auch für die Bettungsschicht gelten.
- Die Verfüllung muss so durchgeführt werden, dass keine Beschädigungen oder Verformungen an der Pumpstation entstehen.
- Die Verfüllung muss in Schichten von maximal 300 mm verdichtet werden. Dies entspricht zirka 200 mm nach der Verdichtung.

6.6. ABSTAND ZUR ABDECKUNG

Der Abstand zur Abdeckung, wo starke Belastungen durch Verkehr auftreten, darf nicht weniger als 500 mm betragen.

7. Große Pumpstationen

Pumpstationen für Klär- und Regenwasser sind in sieben verschiedenen Durchmessern von 1200 - 3000 mm und Tiefen von 2 - 8 m erhältlich. Die Standardausführung besitzt eine abschließbare Luke mit eingebauten Sicherheitseinrichtungen, z. B. eine raue Antirutschoberfläche auf der Abdeckung, einen erhöhten Lukenrahmen zur Verhinderung versehentlicher Stürze und ein Sicherheitsgitter. Außerdem sind Verkehrsabdeckungen bis zur Klasse D - 40 Tonnen – erhältlich.

7.1. TECHNISCHE DATEN

Durchmesser: D1200, D1400, D1600, D1800,

D2000, D2200 und D3000 mm

Tiefe: 2 - 8 m (12 m auf Anfrage)

Querschnitt des Auslassrohres: DN 50 - DN 250

Medientemperatur: max. 40 °C

Besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), Rohre und Ventile aus PE oder Edelstahl, mit oder ohne Ventilkammer.



Abb. 11 Pumpstation mit 1800 mm Durchmesser für Installationen mit zwei SE-Klärwasser-Tauchpumpen auf einem Kupplungsfußkrümmer-Satz

Hochwertige Rückschlag- und Absperrventile sind ein integraler Bestandteil des Pakets für Pumpstationen ohne Ventilkammern.

Für alle großen Pumpstationen sind optionale Ventilkammern mit Rückschlag- und Absperrventilen erhältlich, d. h., der Pumpenschacht muss zum Warten der Ventile nicht betreten werden. Im Lieferumfang aller Ventilkammern ist ein Entwässerungsrohr enthalten.



Abb. 12 Ventilkammer für eine Installation mit zwei Pumpen

8. Installation großer Pumpstationen



Abb. 13 Schematische Montagezeichnung

Pos.	Beschreibung
1	Fundamentschicht
2	Betonplatte
3	Verfüllung, in Schichten von maximal 50 mm verdichten
4	Abstand von 50 mm zur Abdeckung. In diesem Bereich darf keine starke Belastung auftreten.

8.1 FUNDAMENTSCHICHT

Am Boden des Aushubs muss sich eine Fundamentschicht befinden, wenn Bodenanalysen und Informationen über die Belastung durch den Schacht zeigen, dass der Erdboden das Gewicht nicht tragen kann.

Die Fundamentschicht kann nach dem Aushub hinzugefügt werden. Dazu wird eine stabile Schicht aus geeignetem Kies oder einem ähnlichen Material gelegt, die dann in Schichten von maximal 50 cm verdichtet wird. Eine solche Fundamentschicht ist auch bei einem versehentlich zu tiefen Aushub notwendig.

8.2. FUNDAMENTPLATTE

Wir empfehlen, dass der verwendete Beton folgende Anforderungen erfüllt:

- Festigkeitsklasse C40/50-2
 - Expositionsklasse XC4
 - Wasser-zu-Zement-Verhältnis von $\leq 0,45$
 - Maximaler Chloridgehalt von 0,4 %
 - Bewehrung B500B
 - Maximaler Neigungswinkel von 25°
- Maximale Wasseraufnahme nach Masse von 6 %



Abb. 14 Vor-Ort-Guss der Betonplatte

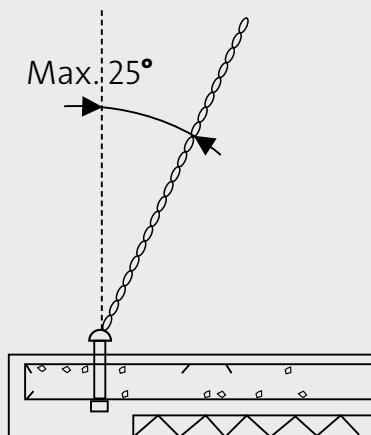


Abb. 15 Maximaler Neigungswinkel der Ablasskette zum Anheben der vorgefertigten Betonplatte



Abb. 16 Absenkung des Schachtes

Vergewissern Sie sich vor dem Installieren des Schachtes, dass die Fundamentplatte plan ausgerichtet ist. Jeder Verankerungsbolzen muss bei einer Belastung von 20 kN (2000 kg) standhalten können.

Wenn die Fundamentplatte vor Ort gegossen werden soll, finden Sie die Gussmaße im Datenheft 98697625. Das Dokument ist im Grundfos Product Center verfügbar.

Wenn die Fundamentplatte vor Ort gegossen wird, muss die Plattenoberfläche glattgeschliffen werden.

8.3. INSTALLIEREN DER PUMPSTATION

Reinigen Sie die Oberfläche der Fundamentplatte, und vergewissern Sie sich, dass nichts zwischen der Fundamentplatte und dem Befestigungsflansch der Pumpstation eindringen kann.

Heben Sie die Pumpstation an den Hebeösen, und platzieren Sie sie in der Mitte des Kreises aus den Verankerungsbolzen auf der Fundamentplatte.

Positionieren Sie den Schacht richtig, sodass die Flansche korrekt auf die Einlass- und Auslassrohre ausgerichtet sind.

In Schächten mit Durchmessern von 2,0 m, 2,2 m oder 3,0 m, Auslassrohren von mehr als DN 150 und 2 Löchern im Schachtboden füllen Sie den Hohlraum unter dem Schachtboden mit Beton aus, um Vibrationen zu vermeiden. Siehe Abb. 17.

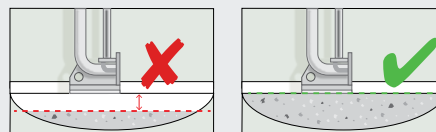
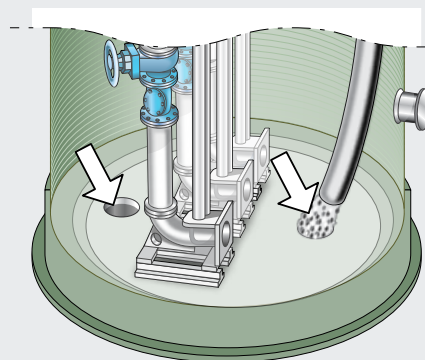


Abb. 17 Richtiges Auffüllen des Hohlraums mit Beton



Abb. 18 Platzieren der Haltebügel

8.4. VERFÜLLUNG

Halten Sie beim Verwenden von Vibrationsplatten mindestens 30 cm Abstand zur Schachtwand ein.

Die Verfüllung muss den Schacht auf allen Seiten ausreichend abstützen und sicherstellen, dass die Last ohne schädliche punktuelle oder ähnliche Belastung übertragen wird.

Wählen Sie verdichtbaren Kies oder Sand mit gleichmäßiger Größe der Bruchstücke als Verfüllungsmaterial. Achten Sie darauf, dass die Bruchstücke nicht größer als 32 mm sind. Stellen Sie sicher, dass der Schacht beim Durchführen der Verfüllung nicht beschädigt oder verformt wird.

Die Verfüllung muss in Schichten von maximal 50 cm verdichtet werden.



Abb. 19 Verdichtete Schichten von maximal 50 cm

Verdichten Sie die Verfüllung unterhalb der Zulauf- und Ablaufrohre ordnungsgemäß, sodass auf diese keinen Abwärtsbelastungen ausgesetzt werden, sobald sich die Verfüllung gesetzt hat.

8.5. INSTALLIEREN DER VENTILKAMMER

Befolgen Sie die gleichen Anweisungen wie für die Installation der Pumpstation.



Abb. 20 Ventilkammer

8.6. VERBINDEN DER ROHRE

Bevor Sie das Rohr anschließen, verdichten Sie die Verfüllung um die Ventilkammer herum bis zum unteren Teil der Rohrverbindung.

Vor dem Verbinden der Rohre müssen die Dichtungen sauber sein. Vergewissern Sie sich außerdem, dass die Zulaufleitung ordnungsgemäß auf die Rohrverbindung ausgerichtet ist.

Weitere Details finden Sie im Installationshandbuch und den Anweisungen, die der Pumpstation und der Ventilkammer beiliegen.

8.7. PUMPING STATION CREATOR

Grundfos hat mit dem Pumping Station Creator ein Designwerkzeug entwickelt, mit dem sich eine Pumpstation innerhalb weniger Minuten entwerfen lässt.

Den Pumping Station Creator finden Sie im Grundfos Product Center unter „Werkzeuge“.

Der Pumping Station Creator hilft Ihnen bei Folgendem:

- Auslegung einer Pumpstation, inkl. Pumpen und Regelkomponenten
- Vollständige Dokumentation, inkl. 3D-Zeichnung der Station
- Vollständige CE-Zertifizierung für die Lösung



Verwendung von Pumping Station Creator

1. Anforderungen eingeben > Durchfluss auswählen
2. Lösung auswählen > Grundleistung als Basis für den Aufbau auswählen
3. Konfigurieren & Anpassen > Die Grundleistung an Ihre individuellen Anforderungen anpassen
4. Zubehör auswählen > Den Entwurf mit dem perfekten Zubehör feinabstimmen
5. Auftrag drucken oder per E-Mail versenden > Endgültige Lösung mit vollständiger Dokumentation anzeigen

[8]

MULTILIFT- HEBEANLAGEN

1. Allgemein

Multilift-Hebeanlagen sind eine Universallösung, die auf das Sammeln und Fördern von Schmutz- und Klärwasser (Schwarz- und Grauwasser) aus ausgewählten Sanitäreinrichtungen ausgelegt ist. Diese Einrichtungen können sich in einem einzelnen Raum, einem ganzen Stockwerk oder einem kompletten Gebäude beliebiger Größe befinden – von einem Einfamilienhaus bis zu einem riesigen Einkaufszentrum. Multilift-Hebeanlagen sind in vielen Versionen unterschiedlicher Größe und Leistung erhältlich.

Hebeanlagen wurden für die Unterbringung in Gebäuden konstruiert. Ihre Druckleitungen sind mit den Sammelleitungen für das Gebäudeabwasser verbunden.

Die Multilift-Hebeanlage besteht aus einem gas-, geruchs- und druckdichten Tank, einer außerhalb des Tanks trocken aufgestellten Abwasserpumpe, einem Niveausensor, einem Steuergerät und einem Rückschlagventil.

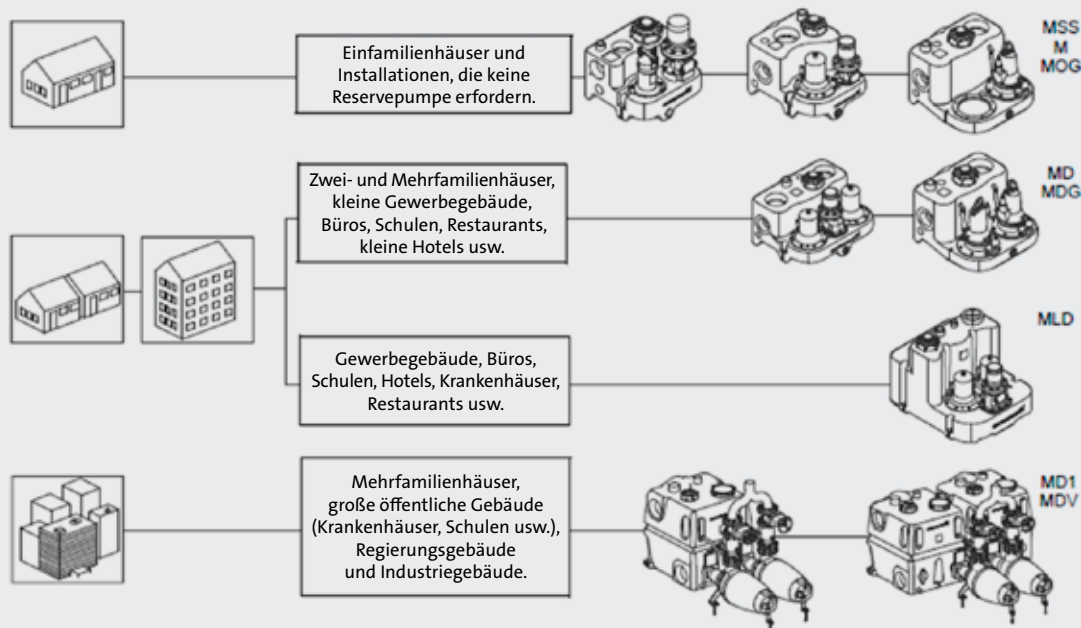
Trotz der kompakten Bauform und den trocken aufgestellten Pumpen können Hebeanlagen große Mengen von Haushaltsabwasser bewältigen.

In der Regel werden Multilift-Hebeanlagen in Kellern unterhalb der kommunalen Kanalisation außerhalb des Gebäudes installiert. Das bedeutet, dass das Abwasser über die Rückstauenebene gepumpt werden muss. Je nach örtlichen Vorschriften ist dies normalerweise das Straßenniveau.

Hebeanlagen sind das einzige sichere System zum Sicherstellen eines unterbrechungsfreien und dauerhaften Abtransports von Abwasser aus Kellern in Abwasserkanäle, die etwa durch schwere Regenfälle überlastet sein können.

In der folgenden Anwendungsübersicht sehen Sie die üblichen Aufstellungsorte für Multilift-Hebeanlagen.

Abb. 1 Anwendungsübersicht



2. Beschreibung

Multilift-Hebeanlagen sammeln Abwasser in einen Tank, um es danach in die Kanalisation auszuleiten. Sensoren im Tank messen das Medienniveau und senden Signale an das Steuergerät. Die Pumpen werden je nach Medienniveau im Tank ein- und ausgeschaltet.

In Hebeanlagen mit zwei Pumpen laufen die Pumpen abwechselnd an, um eine gleichmäßige Verteilung der Betriebsstunden zu erzielen. Die automatische Umschaltung

zwischen den Pumpen sorgt auch bei Ausfall einer der Pumpen für einen unterbrechungsfreien Abwassertransport. In Gewerbegebäuden muss eine Pumpe 100 % des Zulaufs bewältigen können. Wenn die Zulaufmenge das Leistungsvermögen einer Pumpe übersteigt, läuft die zweite Pumpe an. Beide Pumpen laufen dann parallel, um das Medienniveau um Tank zu senken.

3. Allgemeine Informationen zum Betrieb

Über einen Zeitraum von einer Stunde oder einem Tag hinweg betrachtet ist der Durchfluss von Abwasser unregelmäßig, siehe Abb. 2.

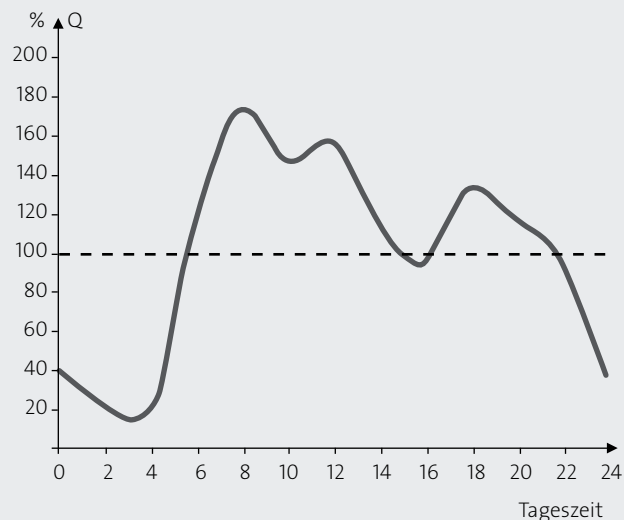


Abb. 2 Unregelmäßiger Abwasser-Durchfluss aus einem Wohngebäude Bei einem Krankenhaus, einem Sportstadion oder einem Restaurant sieht es anders aus.

Abb. 2 zeigt den üblichen Abwasser-Durchfluss aus einem Wohngebäude über einen Tag hinweg. Dies wird auch Tagesprofil genannt.

Morgens, zur Mittagszeit und abends ist der Abwasser-Durchfluss höher als der Durchschnitt. Die Pumpen müssen den Spitzendurchfluss für bestimmte, relativ kurze Zeiträume bewältigen können, wenn mehrere Sanitärvorrichtungen gleichzeitig verwendet werden.

Zur Auswahl der richtigen Tankgröße müssen Sie den Spitzendurchfluss an Abwasser aus allen angeschlossenen Sanitärvorrichtungen im Zeitraum von einer Stunde [l/h] kennen.

Die Motoren, die bei Multilift-Hebeanlagen eingesetzt werden, sind auf einen intermittierenden Betrieb ausgelegt. Das bedeutet, dass Sie eine bestimmte Zeit laufen können und dann einige Zeit pausieren müssen, um eine Überhitzung und automatische Ausschaltung durch den Motorschutz zu vermeiden.

Die meisten Multilift-Pumpen sind auf einen intermittierenden Betrieb (S3) mit der Angabe S3 50 % - 1 Minute ausgelegt. Das heißt, dass ein Betriebszyklus 1 Minute dauert, und die Pumpen innerhalb dieses Zyklus 50 % = 30 Sekunden laufen können, und dann für 30 Sekunden stoppen müssen. Dies kann 60 Mal pro Stunde wiederholt werden. Das heißt, dass eine Pumpe den Tank der Hebeanlage pro Stunde bis zu 60 Mal leeren kann.

Dies, und nicht die Leistung der Einzelpumpe, bestimmt die gesamte Entwässerungsleistung einer Hebeanlage. Dies wird in den Tabellen auf der nächsten Seite gezeigt.

Die unten stehenden Tabellen veranschaulichen, dass die maximale Entwässerungskapazität über eine Stunde vom Nutzvolumen des Tanks und der ausgewählten Zulaufhöhe abhängt.

Hebeanlage	Spitzendurchflussleistung***			Max. Nutzvolumen des Tanks [l]	Max. Entwässerungskapazität* [l/h] = Max. Zulaufmenge	
	DN 40 [l/s]	DN 80 [l/s]	DN 100 [l/s]		1 Pumpe**	mit 2 laufenden Pumpen
Multilift MSS	N/A	3,5 - 8	5,6 - 8	28	1.680	N/A
Multilift M	N/A	3,5 - 16	5,6 - 16	62	3.720	N/A
Multilift MOG	0,5 - 4,5	N/A	N/A	50	3.000	N/A
Multilift MD	N/A	3,5 - 16	5,6 - 16	86	5.160	10.320
Multilift MLD	N/A	3,5 - 16	5,6 - 16	190	11.400	22.800
Multilift MDG	0,5 - 4,5	N/A	N/A	50	3.000	6.000
Multilift MD1/MDV	N/A	3,5 - 18	5,6 - 28	240 - 720	14.400	28.800

* Bedingungen: Ungleichmäßiger Zulauf, Werte sind unabhängig vom Betriebspunkt und gelten für das höchste Einschaltniveau

** Empfohlene Werte für die Auslegung von Pumpstationen mit zwei Pumpen zur Sicherstellung von 100 % Reservekapazität

*** Je nach Betriebspunkt bei Betrieb mit einer Pumpe

Hebeanlage	Max. Anzahl der Pumpen- anläufe pro Stunde	Nutzvolumen des Tanks [l] je nach Höhe der Zulaufleitung und des entsprechenden Einschaltniveaus der Pumpe				Max. Entwässerungskapazität* [l/h] = max. Zulaufmenge [l/h] je nach Höhe der Zulaufleitung und des entsprechenden Einschaltniveaus der Pumpe			
		180 mm	250 mm	315 mm	560/750 mm	180 mm	250 mm	315 mm	560/750 mm
Multilift MSS	60	20	28	N/A	N/A	1.200	1.680	N/A	N/A
Multilift M	60	34	49	62	N/A	2.040	2.940	3.720	N/A
Multilift MOG	60	23	37	50	N/A	1.380	2.220	3.000	N/A
Multilift MD	60	49	69	86	N/A	2.940	4.140	5.160	N/A
Multilift MDG	60	23	37	50	N/A	1.380	2.220	3.000	N/A
Multilift MLD	60	N/A	N/A	N/A	190	N/A	N/A	N/A	11.400
Multilift MD1/MDV, 1 Tank	60	N/A	N/A	N/A	240	N/A	N/A	N/A	14.400
Multilift MD1/MDV, 2 Tanks	60	N/A	N/A	N/A	480	N/A	N/A	N/A	28.800
Multilift MD1/MDV, 3 Tanks	60	N/A	N/A	N/A	720	N/A	N/A	N/A	43.200

* Ungleichmäßiger Zulauf, Werte sind unabhängig vom Betriebspunkt für Pumpstationen mit zwei Pumpen, nur eine Pumpe als Reserve enthalten

Hinweis: Die Werte in der oben stehenden Tabelle zeigen stets die Maximalleistung einer Pumpe. Dies gilt auch für Hebeanlagen mit zwei Pumpen, da Pumpe 2 im Falle eines Ausfalls von Pumpe 1 als 100-prozentige Reserve dient.

Verbinden Sie keine Entwässerungsleitungen für Regenwasser mit Hebeanlagen, da das Wasservolumen unvorhersehbar ist. Nur Multilift MD1/MDV mit Grundfos SE-Pumpen sind auf einen Dauerbetrieb mit Trockenaufstellung ausgelegt und können einen unkontrollierbaren Zulauf von Abwasser bewältigen.

4. Auslegung

Die Auslegung von Multilift-Hebeanlagen erfolgt in zwei Schritten:

In Schritt 1 wird die erforderliche Förderleistung ermittelt, um sicherzustellen, dass die Pumpe den Spitzendurchfluss bewältigen kann, wenn mehrere Sanitärvorrichtungen gleichzeitig verwendet werden und das Abwasser in die Hebeanlage abläuft. Die Förderleistung ermöglicht die Auswahl der Baugröße, denn alle Multilift-Hebeanlagen, außer Multilift MSS, sind mit sechs oder mehr Motorgrößen verfügbar. So können Sie eine Multilift wählen, die genau auf den jeweiligen Bedarf im Gebäude zugeschnitten ist.

In Schritt 2 wird die benötigte Tankgröße ausgewählt. Die Multilift-Baureihe umfasst unterschiedliche Tankgrößen, um die Hebeanlage so gut wie möglich an den spezifischen Bedarf anpassen zu können. Wie in den oben stehenden Tabellen gezeigt bestimmt die Tankgröße mit dem jeweiligen Nutzvolumen des Tanks und die Anzahl der Einschalt- und Ausschaltvorgänge, wie viel Abwasser in einer Stunde oder in einem Tag bewältigt werden kann.

Bei beiden Auslegungsschritten kommt es darauf an, den Typ der jeweiligen Sanitärvorrichtungen zu kennen und zu wissen, wie viele davon mit der Hebeanlage verbunden sind. Wenn weitere Geräte angeschlossen sind, müssen Sie diese ebenfalls in Betracht ziehen.

Bei der Berechnung der Zulaufparameter müssen die verschiedenen Vorschriften und Normen im jeweiligen Land berücksichtigt werden.

Alle Grundfos Multilift-Hebeanlagen wurden gemäß der Europäischen Norm EN 12050-1 und von einem externen Institut genehmigt.

5. Typische Anwendungen

Multilift-Hebeanlagen sind auf eine Inneninstallation ausgelegt. Es handelt sich um extrem kompakte Aggregate mit benutzerfreundlichen Steuergeräten zum Sammeln und Fördern von Haushaltsabwasser mit Toilettenabfällen aus Einfamilienhäusern, Ferienhäusern, Restaurants, Gewerbegebäuden, Büros, Schulen, Hotels, Krankenhäusern usw.

In der Regel werden Multilift-Hebeanlagen für Folgendes eingesetzt:

- Kellerinstallation unter Kanalisationsniveau
- Renovierung oder Modernisierung vorhandener Gebäude, z. B. Ausbau von Kellerräumen zu Fitnessräumen, Saunas, Bädern, Waschräumen usw.
- Vorübergehende Installationen, z. B. Wohnmobile, Hausboote, mobile Toiletten für Konzerte usw.

6.2. TECHNISCHE DATEN FÜR MULTILIFT MSS

Parameter	Wert
Freier Durchgang	50 mm
Medientemperatur	Max. 40 °C Für kurze Zeiträume bis zu 60 °C (max. 5 Minuten je Stunde)
Umgebungstemperatur	0 - 40 °C
pH-Wert	4 - 10
Max. Dichte des Fördermediums	1.100 kg/m ³
Überflutungszustand	Max. 2 m für 7 Tage
Schutzart (Hebeanlage und Motor)	IP68
Schutzart (Steuergerät)	IP56
Isolationsklasse (Motor):	F (155 °C)
Spannung (Motor)	1 x 230 V, 3 x 400 V
Frequenz (Motor)	50 Hz
Potentialfreie Schalter	NO/NC. max. 250 VAC/2 A
Spannung (Sensor)	12 V
Signal Ausgang (Sensor)	0 - 5 V
Leistungsaufnahme (Steuergerät)	2 W

7. Multilift M

Multilift M wird vollständig und installationsbereit mit Rückschlagventil geliefert.



Abb. 5 Multilift M mit Rückschlagventil

7.1. ANWENDUNGEN

Multilift M ist eine kompakte Hebeanlage mit einer einzelnen Pumpe und mit einem benutzerfreundlichen Steuergerät zum Sammeln und Pumpen von Haushaltsabwasser mit Toilettenabfällen aus Einfamilienhäusern oder leichten gewerblichen Anwendungen.

		Max. Rohrleitungslänge								
		←-----→								
15 m	85	-	-	-	-	-	-	DN100	M.38	
	385	200	42	-	-	-	-	DN100	M.38	
13 m	115	-	-	-	-	-	-	DN100	M.32	
	680	415	180	94	30	-	-	DN100	M.38	
11 m	415	210	34	-	-	-	-	DN100	M.32	
	980	630	330	209	120	13	-	DN100	M.38	
9 m	710	425	178	88	20	-	-	DN100	M.32	
	175	60	-	-	-	-	-	DN100	M.24	
	1280	850	475	325	215	75	-	DN100	M.38	
7 m	1010	640	325	198	115	-	-	DN100	M.32	
	475	275	56	-	-	-	-	DN100	M.24	
	220	110	49	-	-	-	-	DN100	M.22	
	1575	1075	620	440	310	140	40	DN100	M.38	
5 m	1310	860	470	320	205	70	-	DN100	M.32	
	770	490	208	100	28	-	-	DN100	M.24	
	520	330	194	135	90	35	5	DN100	M.22	
	265	155	63	30	-	-	-	DN100	M.15	
	160	70	-	-	-	-	-	DN100	M.12	
	1875	1280	765	495	405	200	92	DN100	M.38	
3 m	1605	1075	615	435	300	135	42	DN100	M.32	
	1070	705	345	215	122	15	-	DN100	M.24	
	815	545	338	250	183	105	57	DN100	M.22	
	565	370	208	145	98	30	-	DN100	M.15	
	460	285	143	88	51	-	-	DN100	M.12	
2 m	2025	1390	837	610	450	235	118	DN100	M.38	
	1755	1180	685	490	348	170	68	DN100	M.32	
	965	650	410	275	230	140	83	DN100	M.22	
	710	480	280	208	145	65	18	DN100	M.15	
	605	395	215	145	98	30	-	DN100	M.12	

Qp [l/s]	5,5	6,5	8	9	10	12	14
----------	-----	-----	---	---	----	----	----

↑
Erforderlicher Mindestdurchfluss für v = 0,7 m/s bei DN 100

Abb. 6 Maximale Länge vertikaler und horizontaler Druckleitungen

Abb. 6 zeigt die Auslegungshilfe mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren mit einem Nenndurchmesser von DN 100. Das Rückschlagventil, ein Absperrventil und vier Rohrbögen sind inbegriffen.

Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit von 0,7 m/s. In Einfamilienhäusern oder ähnlichen Gebäuden beträgt die Länge des Rohrsystems normalerweise zirka 5 - 15 m.

7.2. TECHNISCHE DATEN FÜR MULTILIFT M

Parameter	Wert
Freier Durchgang	50 mm
Medientemperatur	Max. 40 °C Für kurze Zeiträume bis zu 60 °C (max. 5 Minuten je Stunde)
Umgebungstemperatur	0 - 40 °C
pH-Wert	4 - 10
Max. Dichte des Fördermediums	1.100 kg/m ³
Schutzart (Hebeanlage und Motor)	IP68 (2 m Wassersäule für 7 Tage)
Schutzart (Steuergerät)	IP56
Isolationsklasse (Motor):	F (155 °C)
Spannung (Motor)	1 x 230 V 3 x 230 V 3 x 400 V
Frequenz (Motor)	50 Hz
Potentialfreie Schalter	NO/NC. max. 250 VAC/2 A
Spannung (Sensor)	12 V
Signalausgang (Sensor)	0 - 5 V

8. Multilift MOG

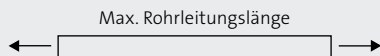
Multilift MOG wird vollständig und installationsbereit geliefert. Multilift MOG ist mit einer Schneidwerkpumpe des Typs SEG ausgerüstet. Dies ist notwendig, wenn die Anlage für eine relative kleine Abwassermenge eingesetzt werden soll, aber der Widerstand in den langen Druckleitungen durch ein Gebäude oder vom Gebäude zum Empfänger einen hohen Austrittsdruck nötig macht.



Abb. 7 Multilift MOG ohne Rückschlagventil

8.1. ANWENDUNGEN

Multilift MOG ist eine kompakte Hebeanlage mit einem benutzerfreundlichen Steuergerät zum Sammeln und Pumpen von Haushaltsabwasser mit Toilettenabfällen aus Einfamilienhäusern, Ferienhäusern oder leichten gewerblichen Anwendungen.



40 m	70	-	-	-	DN40	MOG.40
30 m	520	70	3	-	DN40	MOG.40
	150	-	-	-	DN40	MOG.31
	5	-	-	-	DN40	MOG.26
20 m	980	170	50	50	DN40	MOG.40
	580	80	7	10	DN40	MOG.31
	430	50	-	-	DN40	MOG.26
	130 km	-	-	-	DN40	MOG.15
	-	-	-	-	DN40	MOG.12
15 m	1095	215	75	28	DN40	MOG.40
	785	135	35	1	DN40	MOG.31
	685	100	20	-	DN40	MOG.26
	345	35	2	-	DN40	MOG.15
	85	-	-	-	DN40	MOG.12
10 m	1390	270	100	42	DN40	MOG.40
	1040	180	60	17	DN40	MOG.31
	890	130 km	45	5	DN40	MOG.26
	540	80	18	-	DN40	MOG.15
	340	35	-	-	DN40	MOG.12
	90	-	-	-	DN40	MOG.09
5 m	1600	320	145	67	DN40	MOG.40
	1250	235	110	52	DN40	MOG.31
	1100	205	75	29	DN40	MOG.26
	700	135	45	17	DN40	MOG.15
	400	85	20	5	DN40	MOG.12
	120	20	-	-	DN40	MOG.09

Qp [l/s]	0,9	2	3	4
----------	-----	---	---	---

↑
Erforderlicher Mindestdurchfl. für v = 0,7 m/s bei DN 40

Abb. 8 Maximale Länge vertikaler und horizontaler Druckleitungen

Abb. 8 zeigt die Auslegungshilfe mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren mit einem Nenndurchmesser von DN 40. Das Rückschlagventil, das Absperrventil und die vier Rohrbögen sind inbegriffen. Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit von 0,7 m/s.

In Einfamilienhäusern oder ähnlichen Gebäuden beträgt die Länge des Rohrsystems normalerweise zirka 5 - 15 m.

8.2. TECHNISCHE DATEN FÜR MULTILIFT MOG

Parameter	Wert
Freier Durchgang	Schneidwerkanlage
Medientemperatur	Max. 40 °C Für kurze Zeiträume bis zu 60 °C (max. 5 Minuten je Stunde)
Umgebungstemperatur	0 - 40 °C
pH-Wert	4 - 10
Max. Dichte des Fördermediums	1.100 kg/m ³
Schutzart (Hebeanlage und Motor)	IP68 (2 m Wassersäule für 7 Tage)
Schutzart (Steuergerät)	IP56
Isolationsklasse (Motor):	F (155 °C)
Spannung (Motor)	1 x 230 V 3 x 230 V 3 x 400 V
Frequenz (Motor)	50 Hz
Potentialfreie Schalter	NO/NC. max. 250 VAC/2 A
Spannung (Sensor)	12 V
Signal Ausgang (Sensor)	0 - 5 V
Leistungsaufnahme (Steuergerät)	2 W
Anlaufanzahl/h	Max. 60

9. Multilift MD

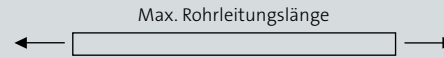
Multilift MD wird vollständig mit zwei Pumpen und Absperrklappen-Rückschlagventil geliefert und ist direkt installationsbereit.



Abb. 9 Multilift MD

9.1. ANWENDUNGEN

Multilift MD ist eine kompakte Hebeanlage mit einem benutzerfreundlichen Steuergerät zum Sammeln und Pumpen von Haushaltsabwasser mit Toilettenabfällen aus Mehrfamilienhäusern sowie öffentlichen und gewerblichen Gebäuden wie Büros, Schulen, Hotels und Restaurants.



15 m	85	-	-	-	-	-	-	DN100	MD.38
13 m	385	200	42	-	-	-	-	DN100	MD.38
	115	-	-	-	-	-	-	DN100	MD.32
11 m	680	415	180	94	30	-	-	DN100	MD.38
	415	210	34	-	-	-	-	DN100	MD.32
9 m	980	630	330	209	120	13	-	DN100	MD.38
	710	425	178	88	20	-	-	DN100	MD.32
	175	60	-	-	-	-	-	DN100	MD.24
7 m	1280	850	475	325	215	75	-	DN100	MD.38
	1010	640	325	198	115	-	-	DN100	MD.32
	475	275	56	-	-	-	-	DN100	MD.24
	220	110	49	-	-	-	-	DN100	MD.22
5 m	1575	1075	620	440	310	140	40	DN100	MD.38
	1310	860	470	320	205	70	-	DN100	MD.32
	770	490	208	100	28	-	-	DN100	MD.24
	520	330	194	135	90	35	5	DN100	MD.22
	265	155	63	30	-	-	-	DN100	MD.15
	160	70	-	-	-	-	-	DN100	MD.12
3 m	1875	1280	765	495	405	200	92	DN100	MD.38
	1605	1075	615	435	300	135	42	DN100	MD.32
	1070	705	345	215	122	15	-	DN100	MD.24
	815	545	338	250	183	105	57	DN100	MD.22
	565	370	208	145	98	30	-	DN100	MD.15
	460	285	143	88	51	-	-	DN100	MD.12
2 m	2025	1390	837	610	450	235	118	DN100	MD.38
	1755	1180	685	490	348	170	68	DN100	MD.32
	1220	815	418	275	168	50	-	DN100	MD.24
	965	650	410	307	230	140	83	DN100	MD.22
	710	480	280	204	145	65	18	DN100	MD.15
	605	395	215	145	98	30	-	DN100	MD.12

Qp [l/s]	5,5	6,5	8	9	10	12	14
----------	-----	-----	---	---	----	----	----

↑
Erforderlicher Minstdurchfluss für $v = 0,7$ m/s bei DN 100

Abb. 10 Maximale Länge vertikaler und horizontaler Druckleitungen

Abb. 10 zeigt die Auslegungshilfe mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren mit einem Nenndurchmesser von DN 100. Das Rückschlagventil, das Absperrventil und die vier Rohrbögen sind inbegriffen. Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit von 0,7 m/s.

9.2. TECHNISCHE DATEN FÜR MULTILIFT MD

Parameter	Wert
Freier Durchgang	50 mm
Medientemperatur	Max. 40 °C Für kurze Zeiträume bis zu 60 °C (max. 5 Minuten je Stunde)
Umgebungstemperatur	0 - 40 °C
pH-Wert	4 - 10
Max. Dichte des Fördermediums	1.100 kg/m ³
Schutzart (Hebeanlage und Motor)	IP68 (2 m Wassersäule für 7 Tage)
Schutzart (Steuergerät)	IP56
Isolationsklasse (Motor):	F (155 °C)
Spannung (Motor)	1 x 230 V 3 x 230 V 3 x 400 V
Frequenz (Motor)	50 Hz
Potentialfreie Schalter	NO/NC. max. 250 VAC/2 A
Spannung (Sensor)	12 V
Signalausgang (Sensor)	0 - 5 V

10. Multilift MLD

Multilift MLD wird vollständig mit zwei Pumpen und Absperrklappen-Rückschlagventil geliefert und ist direkt installationsbereit.




Abb. 11 Multilift MLD

10.1. ANWENDUNGEN

Multilift MLD ist eine kompakte Hebeanlage mit einem benutzerfreundlichen Steuergerät zum Sammeln und Pumpen von Haushaltsabwasser mit Toilettenabfällen aus Mehrfamilienhäusern sowie öffentlichen und gewerblichen Gebäuden wie Büros, Schulen, Hotels und Restaurants.

Max. Rohrleitungslänge



15 m	85	-	-	-	-	-	-	DN100	M.38
13 m	385	200	42	-	-	-	-	DN100	M.38
	115	-	-	-	-	-	-	DN100	M.32
11 m	680	415	180	94	30	-	-	DN100	M.38
	415	210	34	-	-	-	-	DN100	M.32
9 m	980	630	330	209	120	13	-	DN100	M.38
	710	425	178	88	20	-	-	DN100	M.32
	175	60	-	-	-	-	-	DN100	M.24
7 m	1280	850	475	325	215	75	-	DN100	M.38
	1010	640	325	198	115	-	-	DN100	M.32
	475	275	56	-	-	-	-	DN100	M.24
	220	110	49	-	-	-	-	DN100	M.22
5 m	1575	1075	620	440	310	140	40	DN100	M.38
	1310	860	470	320	205	70	-	DN100	M.32
	770	490	208	100	28	-	-	DN100	M.24
	520	330	194	135	90	35	5	DN100	M.22
	265	155	63	30	-	-	-	DN100	M.15
	160	70	-	-	-	-	-	DN100	M.12
3 m	1875	1280	765	495	405	200	92	DN100	M.38
	1605	1075	615	435	300	135	42	DN100	M.32
	1070	705	345	215	122	15	-	DN100	M.24
	815	545	338	250	183	105	57	DN100	M.22
	565	370	208	145	98	30	-	DN100	M.15
	460	285	143	88	51	-	-	DN100	M.12
2 m	2025	1390	837	610	450	235	118	DN100	M.38
	1755	1180	685	490	348	170	68	DN100	M.32
	1220	815	418	275	168	50	-	DN100	M.24
	965	650	410	307	230	140	83	DN100	M.22
	710	480	280	204	145	65	18	DN100	M.15
	605	395	215	145	98	30	-	DN100	M.12

Qp [l/s]	5,5	6,5	8	9	10	12	14
----------	-----	-----	---	---	----	----	----

↑
Erforderlicher Mindestdurchfluss für $v = 0,7 \text{ m/s}$ bei DN 100

Abb. 12 Maximale Länge vertikaler und horizontaler Druckleitungen

Abb. 12 zeigt die Auslegungshilfe mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren mit einem Nenndurchmesser von DN 100. Das Rückschlagventil, das Absperrventil und die vier Rohrbögen sind inbegriffen. Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit von $0,7 \text{ m/s}$.

10.2. TECHNISCHE DATEN FÜR MULTILIFT MLD

Parameter	Wert
Freier Durchgang	50 mm
Medientemperatur	Max. $40 \text{ }^\circ\text{C}$ Für kurze Zeiträume bis zu $60 \text{ }^\circ\text{C}$ (max. 5 Minuten je Stunde)
Umgebungstemperatur	$0 - 40 \text{ }^\circ\text{C}$
pH-Wert	4 - 10
Max. Dichte des Fördermediums	1.100 kg/m^3
Schutzart (Hebeanlage und Motor)	IP68 (2 m Wassersäule für 7 Tage)
Schutzart (Steuergerät)	IP56
Isolationsklasse (Motor):	F ($155 \text{ }^\circ\text{C}$)
Spannung (Motor)	1 x 230 V 3 x 230 V 3 x 400 V
Frequenz (Motor)	50 Hz
Potentialfreie Schalter	NO/NC. max. 250 VAC/2 A
Spannung (Sensor)	12 V
Signalausgang (Sensor)	0 - 5 V

11. Multilift MDG

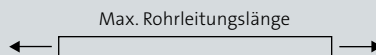
Multilift MLD wird komplett mit zwei Schneidwerkumpen des Typs SEG geliefert. Dies ist notwendig, wenn die Anlage für eine relative kleine Abwassermenge eingesetzt werden soll, aber der Widerstand in den langen Druckleitungen durch ein Gebäude oder vom Gebäude zum Empfänger einen hohen Austrittsdruck nötig macht.



Abb. 13 Multilift MDG

11.1. ANWENDUNGEN

Multilift MDG ist eine kompakte Hebeanlage mit einem benutzerfreundlichen Steuergerät zum Sammeln und Pumpen von Haushaltsabwasser mit Toilettenabfällen aus Mehrfamilienhäusern sowie öffentlichen und gewerblichen Gebäuden wie Büros, Schulen, Hotels und Restaurants.



40 m	70	-	-	-	DN40	MDG.40
30 m	520	70	3	-	DN40	MDG.40
	150	-	-	-	DN40	MDG.31
	5	-	-	-	DN40	MDG.26
20 m	980	170	50	50	DN40	MDG.40
	580	80	7	10	DN40	MDG.31
	430	50	-	-	DN40	MDG.26
	130 km	-	-	-	DN40	MDG.15
	-	-	-	-	DN40	MDG.12
	-	-	-	-	DN40	MDG.09
15 m	1095	215	75	28	DN40	MDG.40
	785	135	35	1	DN40	MDG.31
	685	100	20	-	DN40	MDG.26
	345	35	2	-	DN40	MDG.15
	85	-	-	-	DN40	MDG.12
	-	-	-	-	DN40	MDG.09
10 m	1390	270	100	42	DN40	MDG.40
	1040	180	60	17	DN40	MDG.31
	890	130 km	45	5	DN40	MDG.26
	540	80	18	-	DN40	MDG.15
	340	35	-	-	DN40	MDG.12
	90	-	-	-	DN40	MDG.09
5 m	1600	320	145	67	DN40	MDG.40
	1250	235	110	52	DN40	MDG.31
	1100	205	75	29	DN40	MDG.26
	700	135	45	17	DN40	MDG.15
	400	85	20	5	DN40	MDG.12
	120	20	-	-	DN40	MDG.09

Qp [l/s]	0,9	2	3	4
----------	-----	---	---	---

↑
Erforderlicher Mindestdurchfl. für v = 0,7 m/s bei DN 40

Abb. 14 Maximale Länge vertikaler und horizontaler Druckleitungen

Abb. 14 zeigt die Auslegungshilfe mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren mit einem Nenndurchmesser von DN 40. Das Rückschlagventil, das Absperrventil und die vier Rohrbögen sind inbegriffen.

Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit von 0,7 m/s. In Einfamilienhäusern oder ähnlichen Gebäuden beträgt die Länge des Rohrsystems normalerweise zirka 5 - 15 m.

11.2. TECHNISCHE DATEN FÜR MULTILIFT MDG

Parameter	Wert
Freier Durchgang	Schneidwerkanlage
Medientemperatur	Max. 40 °C Für kurze Zeiträume bis zu 60 °C (max. 5 Minuten je Stunde)
Umgebungstemperatur	0 - 40 °C
pH-Wert	4 - 10
Max. Dichte des Fördermediums	1.100 kg/m ³
Schutzart (Hebeanlage und Motor)	IP68
Schutzart (Steuergerät)	IP56
Isolationsklasse (Motor):	F (155 °C)
Spannung (Motor)	1 x 230 V 3 x 230 V 3 x 400 V
Frequenz (Motor)	50 Hz
Potentialfreie Schalter	NO/NC. max. 250 VAC/2 A
Spannung (Sensor)	12 V
Signalausgang (Sensor)	0 - 5 V
Leistungsaufnahme (Steuergerät)	2 W
Anlaufanzahl/h	Max. 60

12. Multilift MD1 und MDV

Multilift MD1 und MDV werden vollständig und installationsbereit mit Rückschlagventil geliefert.



Abb. 15 Multilift MD1 und MDV

12.1. ANWENDUNGEN

Multilift MD1 und MDV sind kompakte Hebeanlagen mit einem benutzerfreundlichen Steuergerät zum Sammeln und Pumpen von Haushaltsabwasser mit Toilettenabfällen aus großen Mehrfamilienhäusern sowie öffentlichen und gewerblichen Gebäuden wie Büros, Schulen, Hotels und Restaurants. In der Regel werden Multilift MD1 und MDV für Folgendes verwendet:

- Kellerinstallation unter Kanalisationsniveau
- Renovierung oder Modernisierung vorhandener Gebäude, z. B. Ausbau von Kellerräumen zu Fitnessräumen, Saunas, Bädern, Waschräumen usw.

22 m	85	-	-	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.40
	22	-	-	-	-	-	-	DN 80	
20 m	385	39	-	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.40
	116	-	-	-	-	-	-	DN 80	
16 m	980	415	48	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.40
	305	125	-	-	-	-	-	DN 80	
13 m	1425	695	220	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.40
	445	215	66	-	-	-	-	DN 80	
	385	48	-	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.30
	116	-	-	-	-	-	-	DN 80	
9 m	2025	1070	450	158	19	-	-	DN100	MDV.65.80.40
	635	335	138	46	-	-	-	DN 80	
	980	425	71	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.30
	305	129	19	-	-	-	-	DN 80	
	415	58	-	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.22
125	13	-	-	-	-	-	DN 80		
6 m	2470	1350	625	275	103	13	-	DN100	MDV.65.80.40
	780	420	192	83	30	-	-	DN 80	
	1430	705	245	37	-	-	-	DN100	MDV.65.80.30
	450	218	73	9	-	-	-	DN 80	
	860	340	42	-	-	-	-	DN100	MDV.65.80.22
270	102	10	-	-	-	-	DN 80		

Qp [l/s]	5,5	7	9	11	13	15
----------	-----	---	---	----	----	----

Abb. 16

Abb. 16 zeigt die Auslegungshilfe für Multilift MDV.65.80 mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren, je nach Rohrinnendurchmesser und Betriebspunkt. Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit von 0,7 m/s. Ein Rohrsystem mit DN 80 benötigt einen Durchfluss von mindestens 3,5 l/s; für Rohrsysteme mit DN 100 ist ein Durchfluss von mindestens 5,5 l/s erforderlich.

Das Rückschlagventil, ein Absperrventil und vier Rohrbögen sind inbegriffen.

Max. Rohrleitungslänge

22 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.75	
	26	-	-	-	-	-	-	-	-	DN80		
20 m	-	280	20	-	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.75	
	120	83	-	-	-	-	-	-	-	DN80		
16 m	-	875	200	50	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.75	
	310	270	60	-	-	-	-	-	-	DN80		
13 m	-	1320	340	114	46	18	-	-	-	DN100	MD1.80.80.75	
	450	415	104	33	13	-	-	-	-	DN80		
	-	830	178	44	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.55	
	300	255	53	-	-	-	-	-	-	DN80		
9 m	-	220	-	-	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.40	
	97	64	-	-	-	-	-	-	-	DN80		
	-	1920	530	200	94	49	27	15	-	-	DN100	MD1.80.80.75
	640	605	163	60	27	14	-	-	-	DN80		
-	1425	365	129	54	25	10	-	-	-	DN100	MD1.80.80.55	
490	445	11	38	15	-	-	-	-	DN80			
-	815	182	46	10	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.40	
285	245	54	12	-	-	-	-	-	DN80			
-	385	23	-	-	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.30	
139	116	16	-	-	-	-	-	-	DN80			
-	295	-	-	-	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.20	
120	88	-	-	-	-	-	-	-	DN80			
6 m	-	2365	670	260	130 km	73	44	27	16	DN100	MD1.80.80.75	
	785	745	205	80	39	21	-	-	-	DN80		
	-	1875	505	193	90	48	26	13	-	-	DN100	MD1.80.80.55
	630	590	155	58	26	13	-	-	-	DN80		
	-	1260	325	110	46	20	7	-	-	-	DN100	MD1.80.80.40
	430	395	98	32	12	-	-	-	-	DN80		
	-	830	200	65	20	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.30
	280	260	60	18	-	-	-	-	-	DN80		
	-	740	164	42	6	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.20
	260	230	48	11	-	-	-	-	-	DN80		
-	190	6	-	-	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.15	
78	54	-	-	-	-	-	-	-	DN80			
3 m	-	2810	810	325	166	96	60	39	25	DN100	MD1.80.80.75	
	925	885	250	100	50	28	-	-	-	DN80		
	-	2320	645	255	126	71	43	25	-	-	DN100	MD1.80.80.55
	775	730	200	78	37	21	-	-	-	DN80		
	-	1710	465	174	82	43	23	12	-	-	DN100	MD1.80.80.40
	570	535	142	52	24	12	-	-	-	DN80		
	-	1275	340	129	56	25	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.30
	425	400	104	38	16	6	-	-	-	DN80		
	-	1190	305	106	41	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.20
	405	370	92	31	11	-	-	-	-	DN80		
-	635	145	42	-	-	-	-	-	-	DN100	MD1.80.80.15	
220	195	42	11	-	-	-	-	-	DN80			

Q [l/s]	3,5	5,5	10	15	20	25	30	35	40
---------	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----

↑
Erforderlicher Mindestdurchfluss für v = 0,7 m/s bei DN 100

Abb. 17 zeigt die Auslegungshilfe für Multilift MD1.80.80 mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren, je nach Rohrinnendurchmesser und Betriebspunkt. Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit.

22 m	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.100.75
20 m	310	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.100.75
16 m	-	-	450	120	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.75
	900	205	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.55
	380	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
13 m	-	-	965	420	188	74	15	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.75
	1350	345	112	45	18	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	415	102	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.55
	830	178	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.40
	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
9 m	-	-	1655	810	440	250	147	86	42	10	-	-	DN 150	MD1.80.100.75
	1950	505	197	94	50	27	15	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	1105	500	240	110	42	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.55
	1430	365	129	55	25	10	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	435	125	9	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.40
	815	178	46	9	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.30
	310	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.22
280	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100		
6 m	-	-	2175	1110	635	385	245	162	102	59	24	7	DN 150	MD1.80.100.75
	2400	675	260	130 km	73	43	26	17	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	1620	790	430	245	141	78	34	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.55
	1875	505	193	91	48	26	14	6	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	950	420	195	88	22	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.40
	1260	320	110	46	19	7	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	540	210	54	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.30
	755	182	59	20	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	400	83	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.22
	725	160	42	6	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	205	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.100.15

4 m	-	-	2515	1305	765	475	315	215	142	91	51	30	DN 150	MD1.80.100.75
	2700	770	300	154	88	54	35	23	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	1965	990	560	335	205	131	74	34	-	-	DN 150	MD1.80.100.55
	2170	600	235	115	63	37	22	13	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	1295	615	320	177	88	40	8	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.40
	1560	410	152	70	35	18	7	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	880	405	180	88	19	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.30
	1050	275	102	44	18	7	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	725	280	99	16	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.22
	1025	250	84	29	8	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	210	33	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.15
500	103	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100		

2 m	-	-	2860	1500	890	565	380	265	183	124	78	52	DN 150	MD1.80.100.75
	3000	860	345	178	104	65	43	29	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	2310	1185	685	420	275	180	115	67	-	-	DN 150	MD1.80.100.55
	2460	695	275	140	79	47	30	19	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	1640	810	450	265	154	91	48	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.40
	1860	505	195	94	50	29	15	8	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	1230	605	310	177	85	42	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.30
	1350	370	144	68	33	18	7	2	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	1090	475	225	105	32	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.22
	1325	345	127	53	23	9	-	-	-	-	-	-	DN 100	
	-	-	555	230	80	7	-	-	-	-	-	-	DN 150	MD1.80.100.15
800	196	61	22	5	-	-	-	-	-	-	-	DN 100		

Q_p [l/s]	5,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
--------------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

↑
Erforderlicher Mindestdurchfluss für v = 0,7 m/s bei DN 100

12.2. TECHNISCHE DATEN FÜR MULTILIFT MD1 UND MDV

Parameter	Wert
Freier Durchgang	65 mm und 80 mm
Medientemperatur	Max. 40 °C. Für kurze Zeiträume bis zu 60 °C (max. 5 Minuten je Stunde)
Umgebungstemperatur	0 - 40 °C
pH-Wert	4 - 10
Max. Dichte des Fördermediums	1.100 kg/m ³
Schutzart (Hebeanlage und Motor)	IP68
Schutzart (Steuergerät)	IP56
Isolationsklasse (Motor):	F (155 °C)
Spannung (Motor)	3 x 400 V
Frequenz (Motor)	50 Hz
Potentialfreie Schalter	NO/NC. max. 250 VAC/2 A
Spannung (Sensor)	12 V
Signalausgang (Sensor)	0 - 5 V
Leistungsaufnahme (Steuergerät)	2 W
Anlaufanzahl/h	Max. 60
Schalldruckpegel	< 70 dB (A)
Abmessung (Hebeanlage)	Siehe Abschnitt „Maßzeichnungen“ auf Seite 136
Abmessung (Steuergerät für ≤ 4 kW)	Höhe = 390 mm, Breite = 262 mm, Tiefe = 142 mm
Abmessung (Steuergerät für > 4 kW)	Höhe = 680 mm, Breite = 380 mm, Tiefe = 350 mm

Abb. 18 zeigt die Auslegungshilfe für Multilift MD1.80.100 mit den maximalen Längen von vertikalen und horizontalen Rohren, je nach Rohriinnendurchmesser und Betriebspunkt. Die Verwendungsbeschränkung liegt an der Selbstreinigungsgeschwindigkeit von 0,7 m/s. Ein Rohrsystem mit DN 100 benötigt einen Durchfluss von mindestens 5,5 l/s; für Rohrsysteme mit DN 150 ist ein Durchfluss von mindestens 10 l/s erforderlich. Das Rückschlagventil, ein Absperrventil und vier Rohrbögen sind inbegriffen.

13. Allgemeines Zubehör

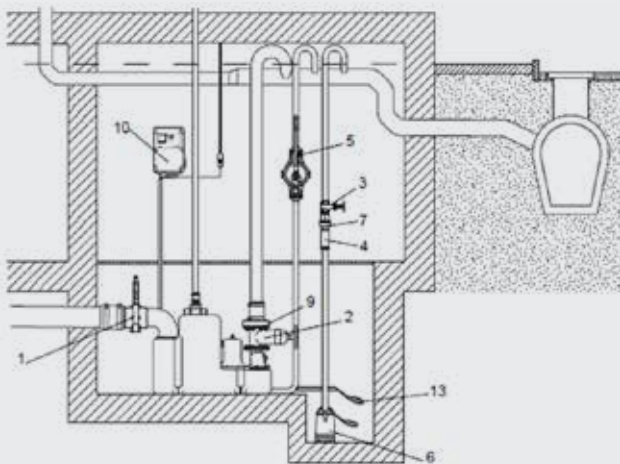


Abb. 19 Beispiele für Zubehör

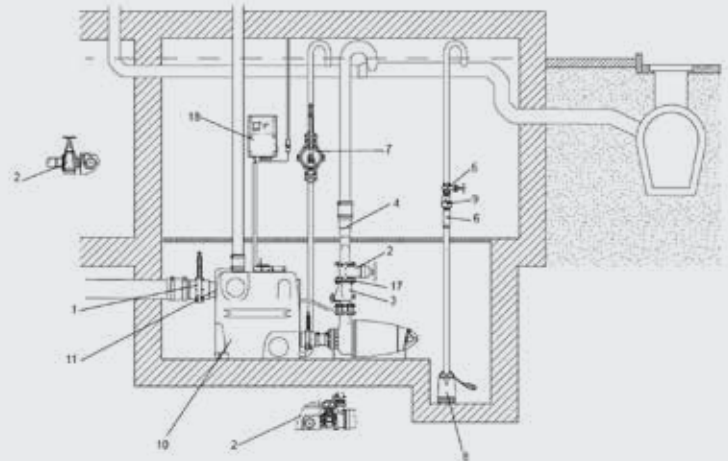


Abb. 20 Beispiele für Zubehör für MD1 und MDV

Nr.	Wert
1	Absperrventil, PVC
2	Absperrventil, Gusseisen
3	Absperrventil, Messing
4	Flexible Verbindung mit Spannstücken
5	Manuelle Membranpumpe
6	Abwasserpumpe, Typ „Unilift“
7	Rückschlagventil, Verbundwerkstoff
8	Schrauben und Muttern, 8 pro Flansch
9	Batteriepuffer für Alarm
10	Signallampe zur Wandmontage
11	Signalhorn
12	Niveauschalter, Typ „SAS“

13.1. ZUBEHÖR FÜR MD1 UND MDV

Nr.	Beschreibung
1	Absperrventil, PVC
2	Absperrventil, Gusseisen
3	Klappenrückschlagventil, Gusseisen
4	Absperrventil, PVC
5	Absperrventil, Gusseisen
6	Klappenrückschlagventil, Gusseisen
7	Absperrventil, PCC
8	Absperrventil, Gusseisen
9	Klappenrückschlagventil, Gusseisen
10	Hosenrohr mit flexiblen Verbindungen und Spannstücken
11	Absperrventil, Messing
12	Flexible Verbindung mit Spannstücken
13	Manuelle Membranpumpe
14	Abwasserpumpe, Typ „Unilift“
15	Klappenrückschlagventil, Verbundwerkstoff
16	Zusätzlicher PE-Tank mit Anschlüssen, Klappen, Dichtungen und Verankerungsbolzen
17	Rohrstutzen für zusätzlichen Standardzulauf DN 150
18	Zusätzliche Lippendichtung für unteren Tankzulauf
19	Lochsäge, Ø 177
20	Zentrierbohrer
21	Flansch mit Rohrstutzen für PVC-Rohr
22	Flansch-Schlauch-Aggregat in Gusseisen mit flexiblen Anschlüssen
23	Schrauben und Muttern, 8 pro Flansch
24	Batteriepuffer für Alarm

14. Allgemeine Installation

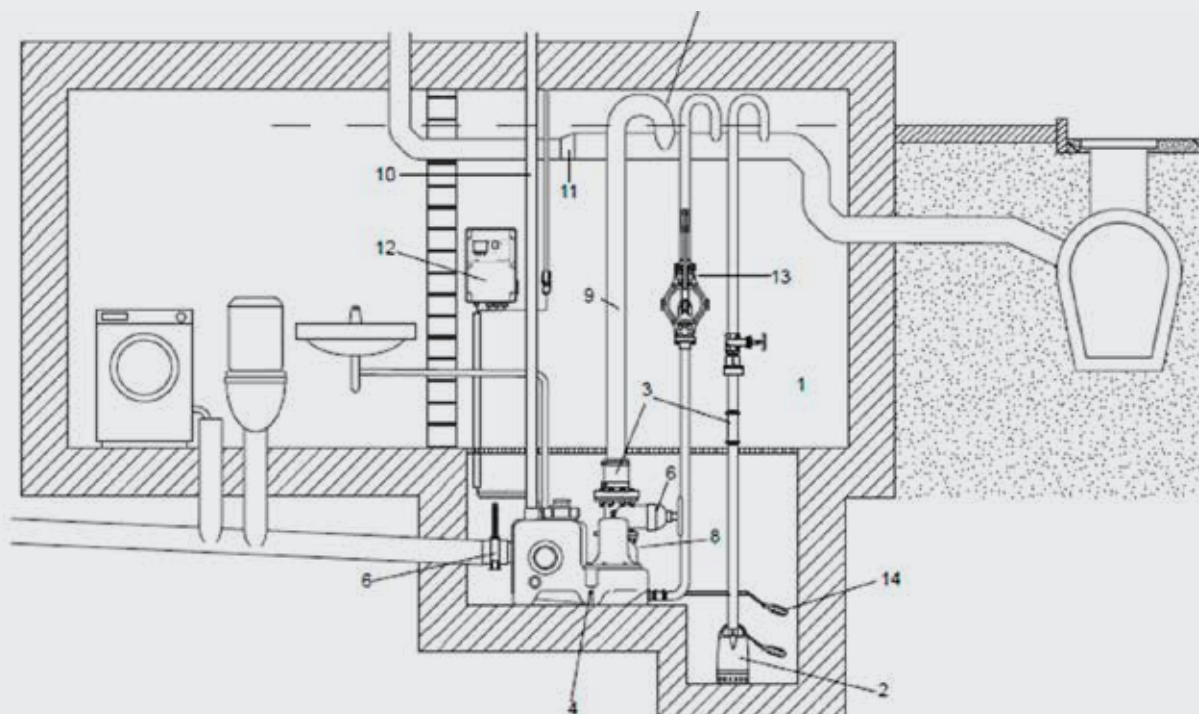


Abb. 21 Installationsbeispiel für eine Multilift-Hebeanlage

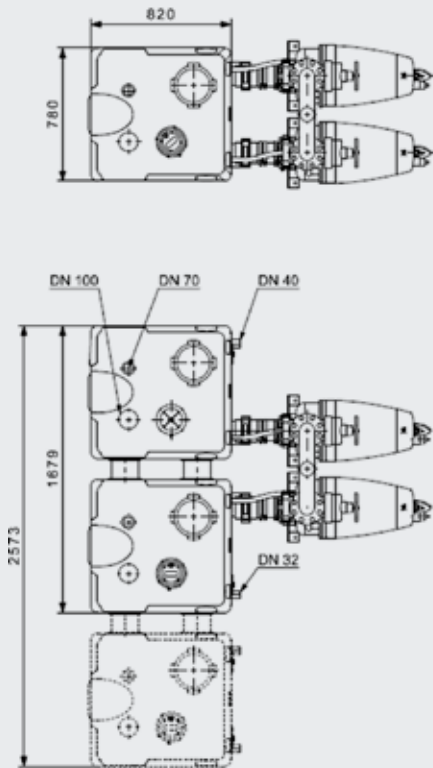


Abb. 22 Installationsbeispiel für Multilift-Hebeanlage MD1 und MDV mit einem, zwei oder drei Sammel tanks

Die korrekte Installation einer Hebeanlage gemäß der Europäischen Norm EN 12056-4 erfordert die Einhaltung der folgenden Anweisungen: (Siehe Positionsnummern in Abb. 21).

1. Die Installation muss in einem ordnungsgemäß beleuchteten und belüfteten Raum mit 60 cm Freifläche für alle bedienbaren und zu wartenden Teile.
2. Für die Raumentwässerung muss eine Pumpe bereitgestellt werden. Wenn im Keller eine Hebeanlage mit dem Risiko von Grundwasserkontakt besteht, ist es ratsam (und in manchen Ländern vorgeschrieben), eine Entwässerungspumpe im Sammelbrunnen der Pumpe unterhalb des Fußbodens zu installieren.
3. Alle Rohranschlüsse müssen flexibel sein und resonanzdämpfend wirken.
4. Hebeanlagen müssen gegen Aufschwimmen und Verdrehen gesichert sein.
5. Alle Druckleitungen (Hebeanlage, Membranpumpe und Entwässerungspumpe) müssen oberhalb des örtlichen Rückstau niveaus einen Rohrbogen aufweisen. Der untere Punkt der sogenannten Rückstauschleife ist so auszuführen, dass er oberhalb der Rückstau ebene, welches in der Regel der Straßenoberkante entspricht, liegen muss.
6. Druckleitungen mit DN 80 und größer benötigen ein Absperrventil in der Druckleitung und am Tankzulauf.
7. Oberflächenwasser darf nicht in die Hebeanlage innerhalb des Gebäudes abgeleitet werden. Dafür sollte eine eigene Pumpstation außerhalb des Gebäudes vorhanden sein. (Nicht in Abbildung).
8. Hebeanlagen müssen mit einem zugelassenen Rückschlagventil gemäß der Europäischen Norm EN 12050-4 ausgestattet sein.
9. Das Volumen der Druckleitung oberhalb des Rückschlagventils bis zum Rückstau niveaus muss geringer sein als das Nutzvolumen des Tanks.
10. Im Allgemeinen sollte eine Hebeanlage für Abwasser mit Toilettenabfällen oberhalb der Dachhöhe entlüftet werden. Es ist zulässig, eine sekundäre Entlüftung in die Hauptentlüftung abzuleiten. Spezielle Entlüftungsventile (Zubehör) sollten außerhalb des Gebäudes platziert werden.
11. Wenn das Abwasser in einen Sammelabwasserkanal geleitet wird, muss dieser Sammelkanal einen Füllungsgrad von mindestens $h/d = 0,7$ aufweisen. Der Sammelkanal muss hinter dem Druckleitungsanschluss mindestens eine Nennweite größer sein.
12. Das Steuergerät der Hebeanlage muss an einem überflutungssicheren Ort platziert und mit einem Alarm ausgerüstet sein.
13. Nutzen Sie eine Membranpumpe für das einfache, manuelle Abpumpen des Sammel tanks im Falle eines Pumpenausfalls (nicht verpflichtend).

15. Zusätzlicher Schwimmerschalter

Für zusätzliche Sicherheit kann ein weiterer Schwimmerschalter an den Alarmeingang angeschlossen werden. Informieren Sie sich bitte über die einzuhaltenden örtlichen Normen und Vorschriften.

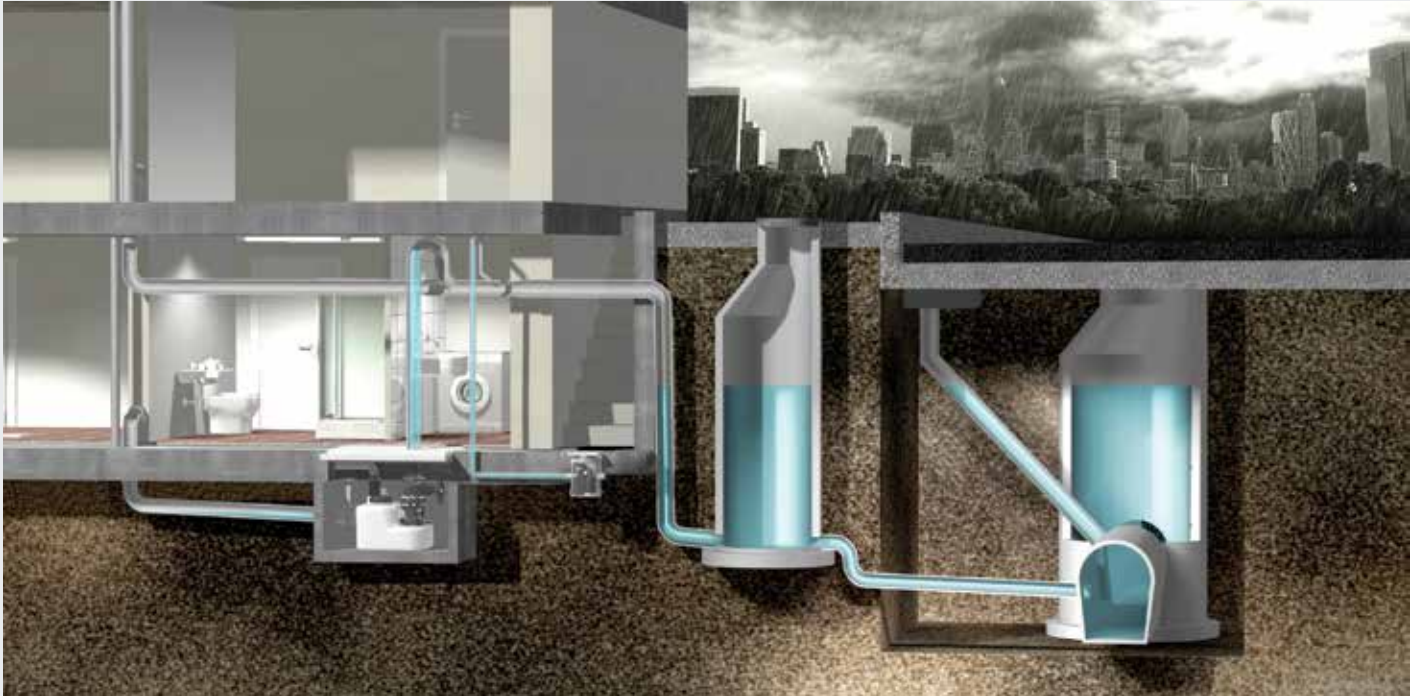


Abb. 23 Auftretender Rückstau bei starkem Regenfall Hier gelangt das Wasser nicht in das Gebäude, da die Druckleitung der Hebeanlage oberhalb der höchsten Rückstauenebene (Straßenniveau) eine Schleife beschreibt und darüber hinaus mit einem Rückschlagventil ausgestattet ist.



[9]

KAVITATION UND NPSH

1. Kavitation

Wenn Wasser durch eine Rohrleitung fließt, lässt sich der statische Druck überall in der Leitung mithilfe eines Manometers messen. Erhöht sich die Fließgeschwindigkeit (erhöhte Menge oder kleinerer Rohrdurchschnitt), reduziert sich der statische Druck (siehe Abb. 1).

Wenn die Fließgeschwindigkeit des Wassers hoch genug wird, kann der statische Druck so gering werden, dass das Wasser zu kochen beginnt.

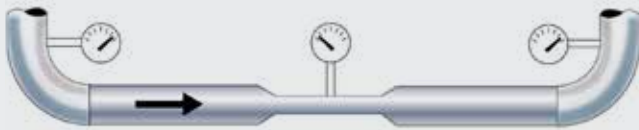


Abb. 1

Das Phänomen tritt auf, weil der Siedepunkt von Wasser variabel ist. Normalerweise kocht Wasser bei 100 °C, doch nur bei normalem Druck, d. h. 760 mm Quecksilbersäule oder zirka 10 m Wassersäule. Dies ist der übliche Druck auf Meereshöhe.

In größeren Höhen, etwa in Gebirgsregionen, ist der Luftdruck niedriger, was dazu führt, dass das Wasser schon bei Temperaturen von nur 90 °C kochen kann. Ein Paradebeispiel hierfür sind Eier, die auf dem Gipfel des Mount Everest nicht gekocht werden können. Dies liegt daran, dass das Wasser bei so niedrigen Temperaturen kocht, dass das Eiweiß schlicht nicht steif wird.

In diesem Zusammenhang verhält sich das Wasser in der Rohrleitung als befände es sich auf dem Berggipfel. Wenn der statische Druck sinkt, sinkt damit auch der Siedepunkt. Abb. 2 illustriert den Zusammenhang zwischen dem Siedepunkt und dem statischen Wasserdruck, oder noch genauer: Die Kurve zeigt den Dampfdruck des Wassers als Funktion seiner Temperatur.

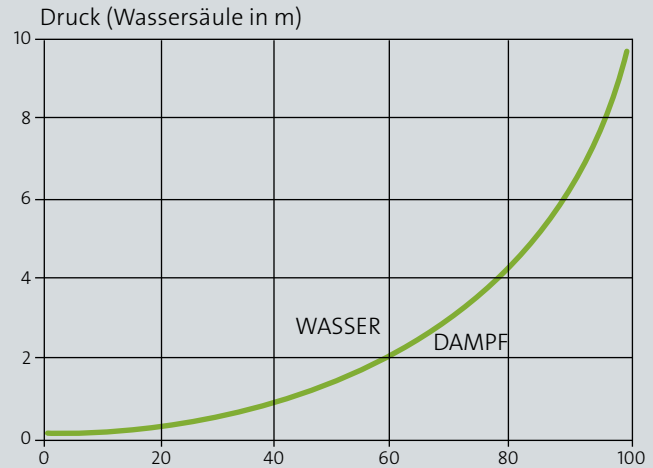


Abb. 2 zeigt, dass Wasser mit einer Temperatur von 60 °C zu Dampf wird – also kocht –, wenn der Druck zirka einer 2 m hohen Wassersäule (absolut) entspricht. Wir können außerdem sehen, dass Wasser bei sehr niedrigen Drücken schon bei 30 - 40 °C, oder noch niedriger, in Dampf umgewandelt wird.

Temp (°C) Förderhöhe (m)

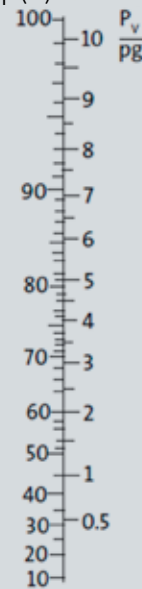


Abb. 3 Temperatur im Verhältnis zur Förderhöhe in Metern

1.1. WIE DAMPFDROCK DEN PUMPVORGANG BEEINTRÄCHTIGT

Welchen Einfluss hat der Dampfdruck von Wasser (Kochen) beim Pumpen?

Diese Beziehung wird in Abb. 4 gezeigt, was in der Praxis der Situation aus Abb. 2 entspricht. Innerhalb der Pumpe muss das Wasser Kanäle passieren, die normalerweise deutlich kleiner sind als die Rohrleitungen, mit denen sie verbunden sind. Dies führt dazu, dass die Fließgeschwindigkeit des Wassers in den Kanälen deutlich höher ist als in den Rohrleitungen. Die engsten Abschnitte befinden sich in der Regel am Zulauf zum Laufrad, daher ist der statische Druck dort am niedrigsten.

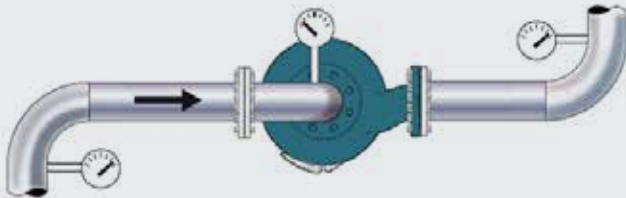


Abb. 4

Außerdem besteht das Risiko, dass das Wasser hier zu Dampf wird – ein Risiko, das mit steigender Wassertemperatur weiter zunimmt. Wenn sich Dampf bildet, spricht man davon, dass die Pumpe kavitiert. Das heißt, dass sich Hohlräume im Medium bilden („Kavitieren“ stammt vom lateinischen Wort „Cavus“ ab, was „hohl“ bedeutet).

1.2. ENGERE KANÄLE BEDEUTEN HÖHERE MEDIENGESCHWINDIGKEITEN

Die Dampfblasen, die sich am Zulaufpunkt des Laufrads gebildet haben, folgen dem Wasser durch die Pumpe. Hinter dem Zulaufpunkt wird der Kanal in der Pumpe breiter, was zu einem höheren statischen Druck führt. Der statische Druck im Laufrad ist normalerweise bereits auf einem Niveau, auf dem die Bedingungen zur Dampfblbildung nicht mehr vorliegen.

Die Dampfblasen, die sich am Zulauf gebildet haben, werden wieder in Wasser verwandelt. Diese Umwandlung geschieht sehr schnell und hat die Form einer Implosion, d. h. das Gegenteil einer Explosion.

Bei der Implosion ist ein deutliches Schlaggeräusch zu hören. Die Auswirkungen der Implosion können schweren Schaden anrichten, insbesondere am Laufrad. Eine solche Beschädigung wird als Kavitationsangriff oder Grübchenbildung bezeichnet.

1.3. KAVITATION KANN SICH AUSBREITEN

Kavitation muss sich nicht auf den Zulaufpunkt zum Laufrad beschränken. Wenn sich die Parameter für statischen Druck und Temperatur auf ungünstige Weise verändern, erweitert sich die Kavitationszone. Abb. 5 zeigt den Beginn der Kavitation im Zulauf zum Laufrad; Abb. 6 zeigt dagegen einen voll ausgeprägten Fall von Kavitation.



Abb. 5 Typische Grübchenbildung durch Kavitation auf der Laufradrückseite



Abb. 6 Typische Kavitation am Zulauf zum Laufrad

1.4. KAVITATION BEEINTRÄCHTIGT DIE FÖRDERLEISTUNG

Selbst eine relativ geringe Kavitation wirkt sich negativ auf die QH-Kennlinie der Pumpe aus. Das liegt daran, dass die Dampfblasen eine räumliche Ausdehnung haben und den Durchfluss durch die Pumpe stören. Dies führt im Gegenzug zu einer Abnahme von Förderleistung und Hubhöhe. Siehe Abb. 7.

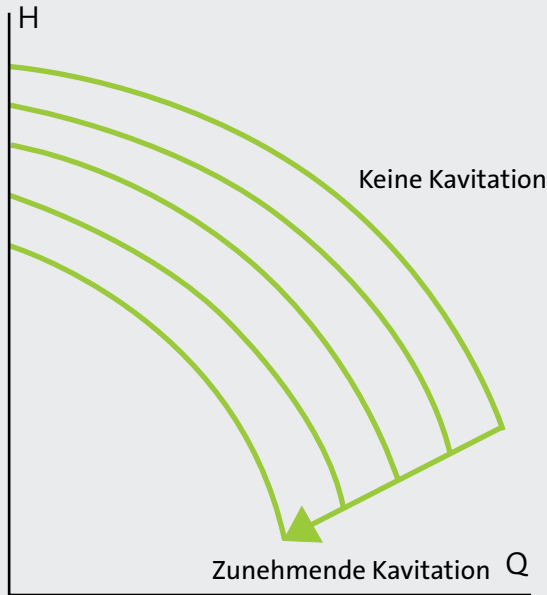


Abb. 7

2. NPSH und Kavitation

Bei welchem Druck beginnt eine Pumpe zu kavitieren? Dies wird in den Kennlinien vom Pumpenhersteller gezeigt. Neben Pumpen-Leistungskennlinie, Wirkungsgradkennlinie und Kennlinie zur Leistungsaufnahme sehen Sie außerdem eine so genannte NPSH-Kennlinie. (NPSH ist ein Begriff aus den USA, der Eingang in die geläufige Pumpenterminologie gefunden hat. Er steht für „Net Positive Suction Head“ und bezeichnet die Haltedruckhöhe). Siehe Abb. 8.

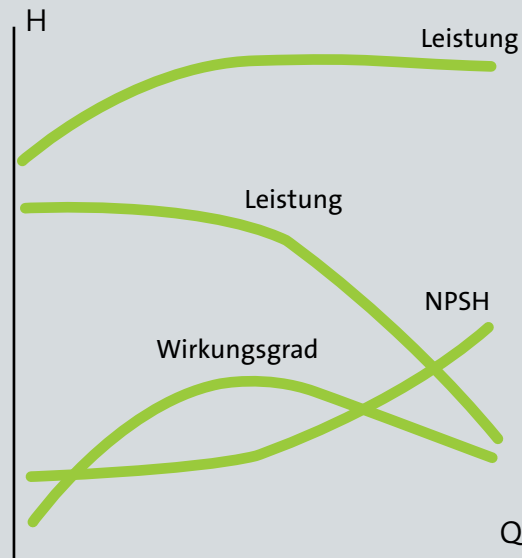


Abb. 8

Die NPSH-Kennlinie beschreibt, wie hoch der absolute Gesamtdruck – neben dem Dampfdruck des Mediums – im Pumpenzulauf während des Pumpvorgangs sein muss, um Kavitation zu vermeiden.

Bei Wasser mit einer Temperatur von 40 °C oder weniger hat der Dampfdruck einen so geringen Wert, dass er nicht weiter ins Gewicht fällt. Hier liefert uns die NPSH-Kennlinie direkt die zulässigen Mindestdrücke. Bei Wasser mit höheren Temperaturen – oder bei Medien mit höherem Dampfdruck (z. B. Benzin) – subtrahieren Sie den Dampfdruck von der NPSH-Kennlinie.

Wie Abb. 8 zeigt, steigt die erforderliche NPSH zusammen mit der Fördermenge.

2.1. WAS IST DIE VORHANDENE NPSH?

Es reicht allerdings nicht, den erforderlichen NPSH-Wert zu kennen. Wir müssen auch die vorhandene NPSH wissen. Dies bezeichnet den Druck, der normalerweise am Stutzen der Zulaufleitung vorzufinden ist. Der Förderdruck der Pumpe wird daraus bestimmt, ob die Pumpe mit Zulauf-Vordruck arbeitet oder Saugverluste überwinden muss. Weitere Druckverluste erfolgen durch Widerstände in Rohrleistungskomponenten, wie Armaturen, Ventilen, Rohrbögen sowie durch die geraden Leitungsabschnitte und schließlich die Materialauswahl.

Um Kavitation zu vermeiden, muss die vorhandene NPSH insgesamt mindestens genauso hoch sein wie die erforderliche NPSH.

NPSH (vorhanden) \geq NPSH (erforderlich)

2.2. BERECHNUNG VON ERFORDERLICHER UND VORHANDENER NPSH

Im Folgenden finden Sie eine vollständige Erklärung, wie „(NPSH) vorhanden“ und „(NPSH) erforderlich“ berechnet werden.

Am Schluss erhalten Sie zudem eine Reihe von Beispielen. Bei der Bestimmung der erforderlichen und der vorhandenen NPSH müssen beide Werte der gleichen Bezugsebene der Pumpe zugeordnet werden.

In Pumpen für eine horizontale Trockeninstallation mit entsprechend horizontalen Wellen, verläuft diese Ebene durch die Wellenmitte (siehe Abb. 9), während die Bezugsebene im Pumpen für vertikale Trockeninstallation mit vertikaler Welle durch den unteren Teil des Laufrads verläuft. Siehe Abb. 10.

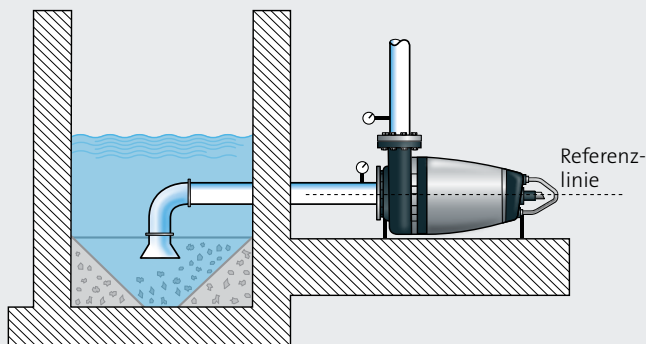


Abb. 9 Horizontale trocken aufgestellte Klärwasserpumpe mit Referenzlinie

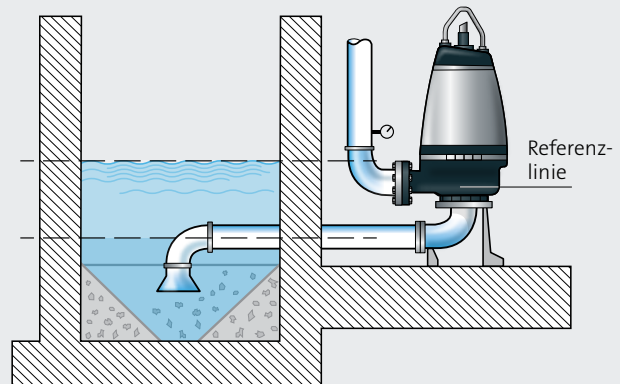


Abb. 10 Vertikale trocken aufgestellte Klärwasserpumpe mit Referenzlinie

2.3. BERECHNUNG VON NPSH

Bevor wir mit der Berechnung von NPSH und Kavitation beginnen, müssen wir die verschiedenen Drucktypen kennen, z. B.:

- Atmosphärendruck
- Absoluter Druck
- Relativer Druck
- Unterdruck
- Statischer Druck
- Dynamischer Druck
- Pumpendruck

Der Atmosphärendruck ist überall, und wir können ihn nicht spüren. Der durchschnittliche Atmosphärendruck auf der Erde beträgt 1013 mbar oder 10,33 m. Auf Meereshöhe ist der Atmosphärendruck höher als auf einem Berggipfel (siehe oben).

Einen Meter über dem Meeresspiegel hat der Druck schon um 1,16 mm/m abgenommen. Der Atmosphärendruck kann sich, je nach Wetterlage, von einem Tag auf den anderen ändern.

Der **absolute Druck** beträgt im absoluten Vakuum 0. Um einen Druck unterhalb des Atmosphärendrucks zu erreichen, muss in der Anlage eine Vakuumpumpe vorhanden sein.

Doch selbst mit der besten Vakuumpumpe, die es gibt, können wir niemals den absoluten Druck von 0 erreichen, weil stets einige Moleküle im System verbleiben, die einen geringfügigen Druck ausüben.

Der **relative Druck** beginnt bei 0 relativ. Das entspricht dem Atmosphärendruck und kann mit einem Manometer abgelesen werden.

Der Unterdruck zwischen 0 auf dem Manometer und 0 absolut, kann mit einem Vakuummeter gemessen werden.

Der niedrigste relative Druck, den wir erhalten können, ist -10,33 m. Dies liegt am Atmosphärendruck.

In der Praxis kann eine normale Pumpe aufgrund ihrer Bauform, Reibungsverlusten und Leckagen in der Anlage nicht mehr als 6 - 7 m ansaugen.

Unterdruck kann mit einem Vakuummeter gemessen werden. Er tritt bei trocken aufgestellten Pumpen auf, wenn das Medium von einer Ebene unterhalb des Mittelpunkts des Pumpenzulaufs gefördert wird. Hier sprechen wir von Saughöhe oder Unterdruck. Alle Pumpen besitzen eine NPSH-Kennlinie, die Auskunft über die maximale Saughöhe oder den Unterdruck gibt. Damit erhalten Sie den Punkt, ab dem die Pumpe Wasser mit einer bestimmten Kapazität pumpen kann.

Statischer Druck ist der Druck, der sich im mit Wasser gefüllten Rohrsystem einer Bereitschaftspumpe mit einem Manometer messen lässt. Die statische Höhe entspricht der geodätischen Höhe.

Wenn dieselbe Pumpe in derselben Anlage betrieben wird, steigt der Druck am Manometer. Der Unterschied zwischen dem statischen Druck und dem Gesamtdruck beim Betrieb der Pumpe wird Pumpendruck genannt. Dies liegt daran, dass wir direkt am Auslass der Pumpe messen.

Reibungsverlust wird in diesem Fall nicht berücksichtigt.

3. Begriffe für die Berechnung

- H_{atm} = Druck auf der Wasseroberfläche in m (normalerweise der Atmosphärendruck)
- H_{sf} = Reibungsverlust in m in der Saugleitung
- H_{sgeod} = der geodätische Höhenunterschied in m zwischen der Wasseroberfläche und dem Bezugspunkt in der Pumpe
Wenn der Wasserstand unterhalb des Bezugspunkts in der Pumpe liegt, rechnen Sie mit $-H_{sgeod}$
Wenn der Wasserstand oberhalb des Bezugspunkts in der Pumpe liegt, rechnen Sie mit $+H_{sgeod}$ (siehe Abb. 11)
- H_{sman} = tatsächlicher Niederdruck im Zulauf zur Pumpe (die absolute Höhe im Zulauf ist hiernach $= H_{atm} - H_{sman}$)
- H_{stot} = absolute statische Gesamthöhe im Zulauf zur Pumpe in m
- H_d = Dampfdruck des Mediums (bei Ist-Temperatur) in m
- V_s = Geschwindigkeit im Zulauf zur Pumpe
- Z_s = geodätischer Höhenunterschied zwischen dem Bezugspunkt in der Pumpe und der Mitte des Manometers

Hinweis: Messen Sie alle Drücke in Meter (m) Wassersäule.

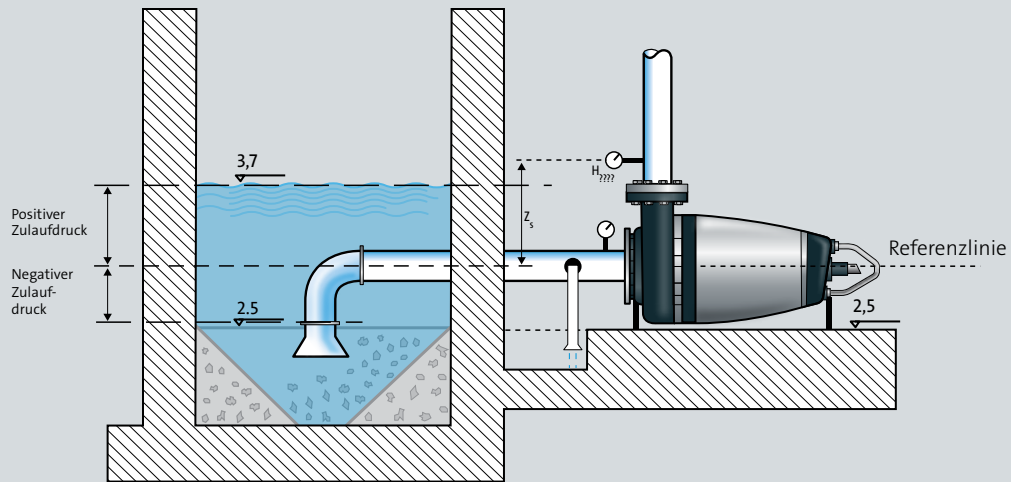


Abb. 11 Horizontale trocken aufgestellte Klärwasserpumpe mit positivem Zulaufdruck bei Pumpenstart und negativem Zulaufdruck bei Ausschaltniveau.

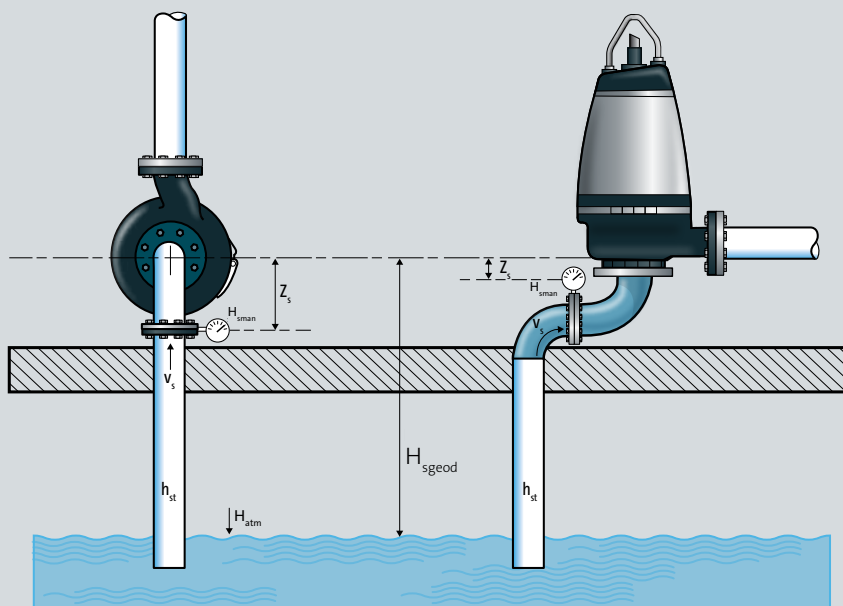


Abb. 12 Referenzlinien in horizontal trocken aufgestellten und vertikal trocken aufgestellten Klärwasserpumpen

4. Erkennen der benötigten NPSH

Das Erkennen der benötigten NPSH erfordert praktische Messungen in einem Prüfstand und wird daher in der Regel vom Pumpenhersteller durchgeführt.

Im Folgenden wird beschrieben, wie diese Messungen durchgeführt werden. Bei Messungen an Punkten oberhalb des Kapazitätsbereichs der Pumpe lässt sich ermitteln, bei welchem Druck an den einzelnen Messpunkten Kavitation auftritt, z. B. durch ein allmähliches Absenken der Wasseroberfläche.

Kavitation tritt auf, wo der absolute statische Druck im Pumpenzulauf $= H_{\text{atm}} - H_{\text{sman}}$ und der statische Gesamtdruck (H_{stot}) durch ein Hinzufügen des Reibungsverlustes gefunden wird.

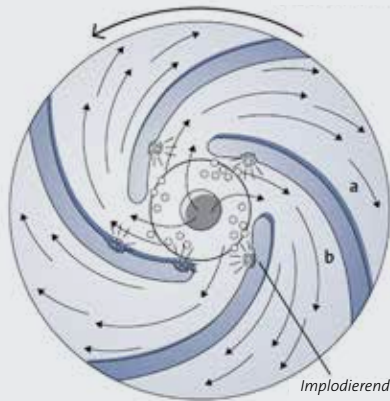
$$H_{(\text{stot})} = (\text{NPSH}) \text{ benötigt} = H_{\text{atm}} - H_{\text{sman}} + (Vs^2 / 2 g)$$

Dabei gilt:

Vs^2 = Geschwindigkeit am Zulauf zur Pumpe

$2 g$ = Beschleunigung durch Schwerkraft

Implosion von Kavitationsblasen auf der Rückseite der Laufradschaufeln



*a = Vorderseite der Laufradschaufeln
b = Rückseite der Laufradschaufeln*

Abb. 13 Laufrad mit vier Schaufeln und Implosion von Kavitationsblasen auf der Rückseite der Laufradschaufeln

5. Ausgleich von Dampfdruck, wo erforderlich

Das oben Stehende gilt für den Fall, dass das Wasser kalt ist. Wenn der Dampfdruck berücksichtigt werden muss, gleichen Sie diesen wie folgt aus:

$$(\text{NPSH}) \text{ benötigt} = H_{\text{stot}} - H_d$$

Die bisherigen Messungen beziehen sich auf das Niveau des Manometers.

Die NPSH-Bezugshöhe finden Sie mit:

$$(\text{NPSH}) \text{ benötigt} = H_{\text{atm}} - H_{\text{sman}} - H_d - Z_s + (Vs^2 / 2 g)$$

Beim Pumpen von kaltem Wasser bei normalem Luftdruck, $H_{\text{atm}} \sim 10 \text{ m}$ und $H_d \sim 0$.

In diesem Fall gilt Folgendes:

$$(\text{NPSH}) \text{ benötigt} \sim 10 - H_{\text{sman}} - Z_a + (Vs^2 / 2 g)$$

6. Überprüfen der vorhandenen NPSH

Die Berechnung der vorhandenen NPSH hängt von der Installation ab. Siehe Abb. 9 und 10

Verfügbare statischer Gesamtdruck in der Zulauföffnung der Pumpe:

$$H_{\text{stot}} = H_{\text{atm}} - (H_{\text{sgeod}} - Z_s) - h_{\text{sf}}$$

Verfügbare absoluter Gesamtdruck in der Zulauföffnung der Pumpe (kaltes Wasser):

$$\text{(NPSH) vorhanden} = H_{\text{atm}} - (H_{\text{sgeod}} - Z_s) - h_{\text{sf}} - H_d + (Vs^2/2g)$$

Für das Pumpen kalten Wassers gilt Folgendes:

$$\text{(NPSH) vorhanden} \sim 10 - (H_{\text{sgeod}} - Z_s) - h_{\text{sf}} + (Vs^2/2g)$$

Wie oben erwähnt, muss zum Vermeiden von Kavitation Folgendes erfüllt sein:

$$\text{(NPSH) vorhanden} > \text{(NPSH) erforderlich}$$

Bei Grenzfällen, in denen beide Werte identisch sind, zum Beispiel:

(NPSH) vorhanden = (NPSH) erforderlich, gilt Folgendes:

$$H_{\text{sgeod}} \text{ max.} = H_{\text{atm}} + Z_s - h_{\text{sf}} - H_d + (Vs^2/2g) - \text{(NPSH) erforderlich}$$

- oder mit kaltem Wasser bei normalem Luftdruck:

$$H_{\text{sgeod}} \text{ max.} \sim 10 + Z_s - H_{\text{sf}} + (Vs^2/2g) - \text{(NPSH) erforderlich}$$

Wenn das Ergebnis der oben stehenden Gleichung negativ ist, berücksichtigen Sie die Höhe des Zulaufs.

7. Praktische Beispiele

Beispiel 1.

Fördern von kaltem Wasser aus einem offenen Pumpen-Sammelbrunnen. Normaler Luftdruck. Druckverlust in der Saugleitung wird mit $h_{\text{sf}} = 3 \text{ m}$ berechnet. Je nach Hersteller wird (NPSH) erforderlich = 5,5 m, $Z_s = 0,1 \text{ m}$ und V_s mit 1,5 m/s berechnet.

$$H_{\text{sgeod}} \text{ max.} = 10 + 0,1 - 3,0 + (1,5^2/2g) - 5,5 = 1,7 \text{ m}$$

Die Pumpe kann daher mit einer geodätischen Saughöhe von 1,7 m.

Beispiel 2.

Fördern von Wasser mit einer Temperatur von 70 °C. Ansonsten wie Beispiel 1.

$$(H_d = H_{\text{atm}}).$$

$$H_{\text{sgeod}} \text{ max.} = 10 + 0,1 - 3,0 + (1,5^2/2g) - 3,2 - 5,5 = 1,5 \text{ m}$$

Die Pumpe benötigt einen geodätischen Zulaufdruck von 1,5 m, oder anders ausgedrückt: Das Ausschaltniveau im Sammelbrunnen sollte mindestens 1,5 m über dem Bezugspunkt in der Pumpe liegen.

Wenn H_{sgeod} negativ ist (besonders für heiße Medien relevant), steigern Sie den statischen Zulaufdruck, um Kavitation zu vermeiden.

8. Sicherheitsberechnung

Wenn Sie den Sicherheitswert bestimmen, schätzen Sie die möglichen Abweichungen in H_{sp} , H_d und NPSH, z. B. erhöhte Reibungsverluste aufgrund von Ablagerungen in der Saugleitung, Änderungen in der Medientemperatur, und Schwankungen in der Förderleistung (Q).

Für Medientemperaturen von bis zu 60 °C wird der Sicherheitswert in der Regel auf 0,5 m festgelegt. Beträgt die Temperatur mehr als 60 °C, wird der Wert auf 1 m erhöht.

Kavitation kann das Laufrad, die Wellendichtung oder die Motorlager nach weniger als 100 Betriebsstunden zerstören. Anfängliche Kavitation alleine wird die Lebensdauer des Laufrads nur in geringem Maße verkürzen, doch bei Installation in einem abrasiven oder korrodierenden Medium, muss das Laufrad möglicherweise regelmäßig ausgewechselt werden.

9. So verhindern Sie Kavitation

Wie oben gezeigt, muss die vorhandene NPSH mindestens genauso hoch sein, wie die erforderliche NPSH.

Andernfalls lässt sich Kavitation durch Anpassung eines der folgenden Werte vermeiden:

- Vorhandene NPSH
- Erforderliche NPSH
- Weitere Maßnahmen
- Trockenaufgestellte Pumpen

Diese Werte werden im Folgenden erläutert.

Vorhandene NPSH

- Der statische Druck in der Zulauföffnung der Pumpe kann durch ein Senken der geodätischen Saughöhe oder, alternativ, durch ein Erhöhen der Zulaufhöhe gesteigert werden.
- Die Reibungsverluste in den Saugleitungen lassen sich durch das Entfernen überflüssiger Ventile und Rohrbögen reduzieren. Die Rohrabmessungen und Armaturen lassen sich erhöhen.
- Die Temperatur der Pumpe kann gesenkt werden, doch dies gestaltet sich in den meisten Fällen ziemlich schwierig. Darüber hinaus zeigt die Dampfdruck-Kennlinie, dass die Temperatursenkung für Wasser von unter 40 °C nur sehr wenig bewirkt.

Erforderliche NPSH

- Reduzieren der Pumpendrehzahl. Allerdings kann sich dies dramatisch auf die Leistungskennlinie der Pumpe auswirken und wird daher in der Praxis nur selten genutzt.
- Austausch der Pumpe gegen eine neuere Version mit geringerer erforderlicher NPSH.

Dies umfasst in den meisten Fällen den Wechsel zu einer deutlich größeren und teureren Pumpe.

Arbeitsschritt

Nassaufgestellte Pumpen

Erhöhen Sie das Einschalt- und Ausschaltniveau jeweils um 0,3 m. Überprüfen Sie den tatsächlichen Pumpendurchfluss in der Installation. Wenn dieser den empfohlenen Wert auf dem Datenblatt übersteigt, sollte ein Laufrad mit kleinerem Durchmesser verwendet werden.

Trockenaufgestellte Pumpen

Überprüfen Sie das Saugleitungssystem auf mögliche Luftfallen, konzentrische Reduzierstücke usw. Erhöhen Sie das Einschalt- und Ausschaltniveau jeweils um 0,3 m. Überprüfen Sie den tatsächlichen Pumpendurchfluss in der Installation.

[10]

**DICHTE, LEISTUNG
UND VARIABLE
GESCHWINDIGKEIT**

1. Dichte und Viskosität

Sowohl die Dichte als auch die Viskosität eines Mediums können sich auf die Pumpenleistung im Verhältnis zur veröffentlichten Pumpenkennlinie und der Leistungsaufnahme einer bestimmten Pumpe auswirken.

Normalerweise erfolgt der Test einer Abwasserpumpe in einem Medium mit einer Dichte von 1000 kg/m^3 . Bei anderen Dichten als 1000 kg/m^3 verhält sich der Austrittsdruck proportional zur Dichte. Bei Fördermedien mit einer Dichte von über 1000 kg/m^3 sind Motoren mit entsprechend höherer Leistung zu verwenden.

Die Pumpenkennlinien beziehen sich auch auf das Fördern von luftfreiem Wasser bei einer Temperatur von $+20^\circ\text{C}$ und einer kinematischen Viskosität von $1 \text{ mm}^2/\text{s}$ (1 cSt).

1.2. PUMPENLEISTUNG IN HOCHDICHTEN MEDIEN

Die Dichte einer Mischung aus Wasser und Sand lässt sich wie folgt schreiben:

$$\rho = 1 + 0,007 \times p_m \text{ [t/m}^3\text{]}$$

wobei p_m als Massenanteil ausgedrückt wird.

Wenn $p_v = 15\%$ Volumenanteil, ist $p_m \sim 45\%$ Massenanteil.

$$\rho = 1 + 0,007 \times 45 = 1,32 \text{ t/m}^3.$$

Hinweis: Die Verwendung einer standardmäßigen Klärwasser-/Baupumpe (für Dichten von bis zu $1,1 \text{ t/m}^3$) für ein solches Gemisch überlastet den Motor und führt bei einem unzureichenden Motorschutz zu Überhitzung und durchgebrannten Wicklungen.

Arbeitsschritt

1. Verwenden Sie ein Laufrad mit einem kleineren Durchmesser oder einen größeren Motor. Die prozentuale Erhöhung der Motorleistung muss mindestens dem Anstieg der Dichte entsprechen.

2. Nutzen Sie beim Einschalten ein Rührwerk. Auf diese Weise werden Feststoffe im Medium verteilt. Eine Mischung mit 15 % Volumen tritt normalerweise nur beim Entwässern von

Baugruben (Baupumpen) auf oder wenn der Pumpendurchfluss in vertikalen Druckleitungen nicht ausreicht, um den Sand im Schwebezustand zu halten.

In einer solchen Situation setzt er sich nach dem Ausschalten der Pumpe im Pumpengehäuse ab und wirkt sich nachteilig auf die Lebensdauer des Motors aus. Ist dies der Fall, sollte eine Pumpe mit höherem Durchfluss und größerer Förderhöhe installiert werden.

Bei sehr geringem Durchfluss sollte der Betrieb von Schmutzwasserpumpen, und insbesondere Klärwasserpumpen, aus den folgenden Gründen vermieden werden:

1. Sand und andere Feststoffe sammeln sich im Pumpengehäuse.
2. Starke Ablagerungen (an den Wänden der Druckleitung).
3. Zeitweise starke Vibrationen aufgrund einer Unwucht im Laufrad durch teilweise Blockierung von Feststoffen hoher Dichte.

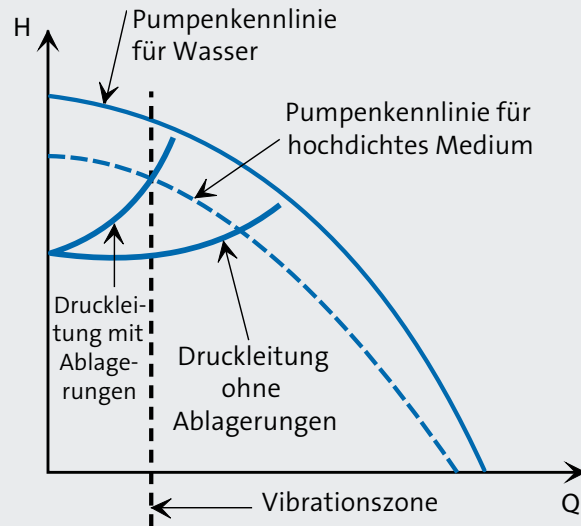


Abb. 1 Auswirkung von Medien mit hoher Dichte

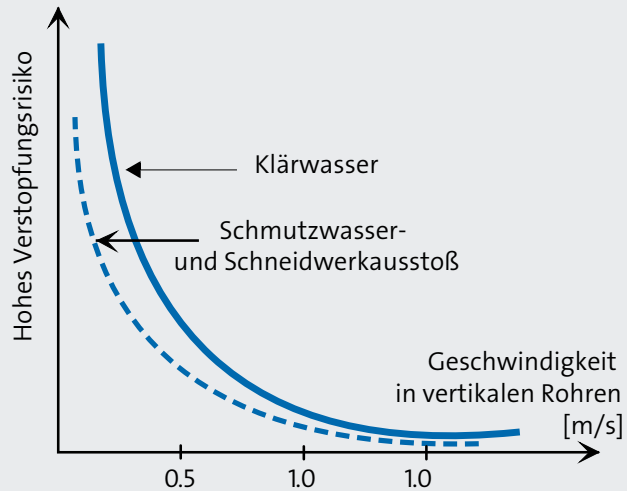


Abb. 2 Ablagerungen und Verstopfung von vertikalen Druckleitungen

2. Mindestgeschwindigkeit

Um Ablagerungen von Schlamm und Fett innerhalb der Wände der Druckleitungen zu vermeiden und Sand im Schwebезustand zu halten, werden die folgenden Mindestgeschwindigkeiten empfohlen:

Klärwasser: in vertikalen Rohren = 1 m/s


Klärwasser: in horizontalen Rohren = 0,7 m/s

Um Strömungsgeräusche im Rohrsystem zu vermeiden und Energie zu sparen, sollte die Geschwindigkeit 3 m/s nicht übersteigen.

3. Pumpe in stark zähflüssigen Medien

Die offensichtliche Viskosität inhomogener Mischungen aus Wasser, Schlamm, Fett, Blättern und Gas kann sehr hoch sein. Bei einem steigenden Anteil von Feststoffen und Schlamm nimmt der Reibungsverlust im Rohrsystem zu, während die Pumpenleistung abnimmt – in einigen Fällen bis zu 40 %.

Dies liegt zum Teil daran, dass das Laufrad für das Pumpen stark zähflüssiger Medien mehr Energie benötigt. Dies senkt die Motordrehzahl, was wiederum zu erheblichen Leistungseinbußen führt.

 Betriebsbereich für Kreiselpumpen mit Vortex- oder Kanallauftrad

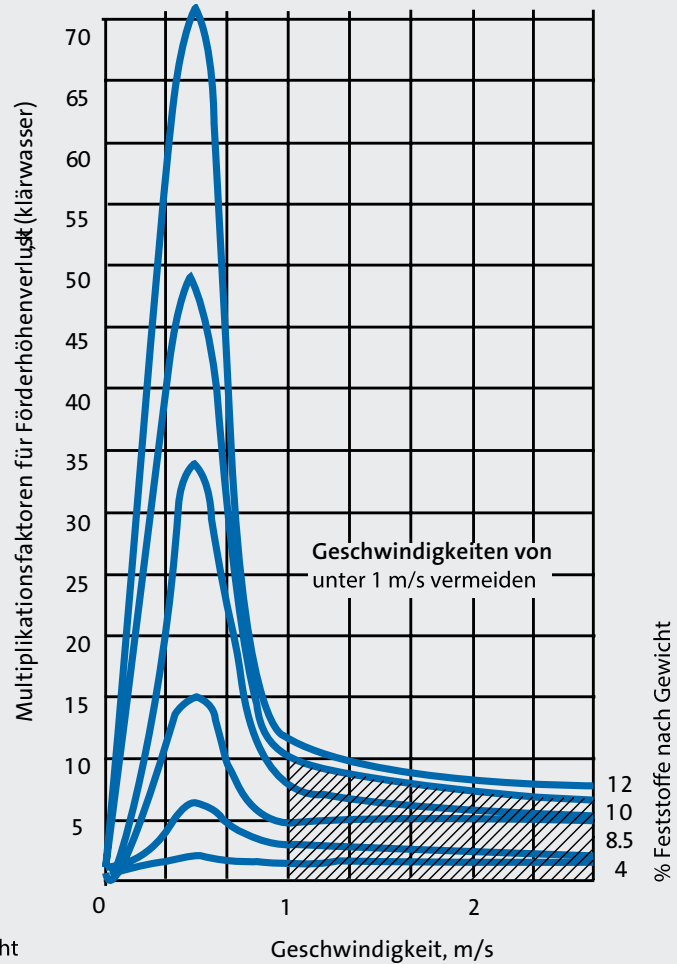
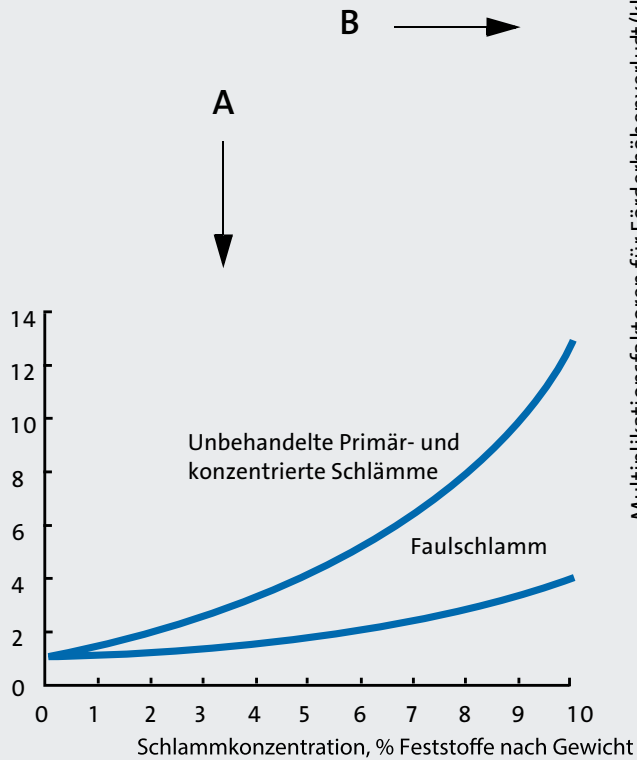


Abb. 3 Multiplikationsfaktoren für Förderhöhenverlust Diagramm A bezieht sich auf unterschiedliche Typen und Konzentrationen von Schlamm; Diagramm B zeigt verschiedene Fließgeschwindigkeiten im Rohr und Konzentrationen von Feststoffen im Klärwasser.

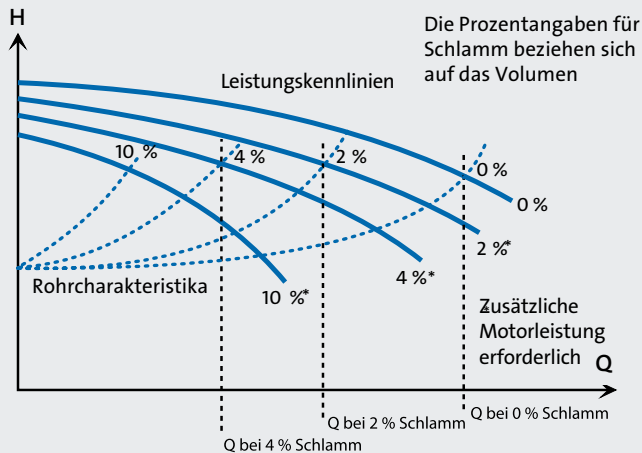


Abb. 4 Auswirkung von Feststoffen im Schlamm auf Pumpen- und Leistungscharakteristika Die Grafik dient nur der Veranschaulichung des Prinzips und kann nicht für numerische Berechnungen herangezogen werden.

Platzieren Sie die Pumpe beim Fördern von dichtem Schlamm so niedrig wie möglich, um eine gute positive Ansaughöhe zu gewährleisten. Vermeiden Sie den Einsatz langer Saugleitungen, da der Druckverlust in ihnen auch durch im Medium enthaltene Feststoffe noch verstärkt wird. Vor dem Anlaufen der Pumpe wird der Inhalt im Schacht durch ein Rührwerk gemischt.

Schlamm aus Aufbereitungsanlagen hat einen hohen Anteil an gelöstem oder mitgeschlepptem Gas. Dies hat starke Auswirkungen auf Kreiselpumpen. In der Regel hat auch Schlamm mit hohem Feststoffgehalt einen hohen Gasanteil, der die Pumpenleistung erheblich beeinträchtigt.

In extremen Fällen fördert die Pumpe nicht mehr, wenn sich freies Gas am Laufradeintritt ansammelt und so einen ordnungsgemäßen Betrieb des Laufrads verhindert.

Im Allgemeinen sind Klärwasserpumpen mit breiten Kanälen am besten für das Fördern von Schlamm geeignet. Bei dichtem Schlamm (Feststoffgehalt von mehr als 2 %) sollte zum Sicherstellen der gewünschten Leistung eine Pumpe mit einer höheren Förderhöhenkennlinie gewählt werden. Schlamm aus Kläranlagen ist nicht immer homogen. Dies rechtfertigt die Wahl einer Pumpe mit überdimensioniertem

Motor, um einen plötzlichen Anstieg des Feststoffgehalts und, damit zusammenhängend, des Leistungsbedarfs ausgleichen zu können.

Wenn der Schlamm viel Sand enthält, bietet eine Pumpe mit einem SuperVortex-Laufrad häufig die längste Lebensdauer.

4. Motorservicefaktor (SF)

Grundfos definiert den Servicefaktor als Multiplikator bei der Anwendung auf die Bemessungs-kW für tauchbare Klärwasserpumpen und tauchbare Trockenschacht-Klärwasserpumpen. Der Servicefaktor gibt eine zulässige kW-Last an, die unter den für den Servicefaktor bei vorliegende Nennspannung und -frequenz spezifizierten Bedingungen getragen werden kann.

Mit anderen Worten: Der Servicefaktor ist der prozentuale Überlast, die der Motor für kurze Zeit aushalten kann, wenn er innerhalb der korrekten Spannungstoleranzen betrieben wird.

Der standardmäßige Servicefaktor für Motoren in tauchbaren Klärwasserpumpen und tauchbaren Trockenschacht-Klärwasserpumpen von Grundfos beträgt 1,1 (10 %) für 50-Hz-Pumpen und 1,15 (15 %) für 60-Hz-Pumpen.

Das heißt, dass eine 10-kW-Klärwasserpumpe mit einem 50-Hz-Motor und einem Servicefaktor (SF) von 1,1 kurzzeitig 11 kW liefern kann. Eine 10-PS-Klärwasserpumpe mit einem 60-Hz-Motor kann kurzzeitig 11,5 PS bereitstellen.



Abb. 5 Tauchbare Klärwasserpumpe mit SuperVortex-Laufrad

5. Stromversorgung, Unterspannung und Überspannung

Von Stromleitungen wird erwartet, eine bestimmte Spannung zu liefern. In der Nähe des Niederspannungstransformators besteht häufig eine Überspannung von 3 - 5 %. Wenn die Stromleitungen unter Last stehen, bewirkt der ohmsche Widerstand bei Spitzen in der Leistungsaufnahme einen Spannungsabfall.

Die meisten Stromleitungen sind so ausgelegt, dass eine Unterspannung von mehr als -10 % am schwächsten Punkt seltener als einmal im Jahr auftritt. Dennoch berichten viele Verbraucher von Zeiträumen mit erheblichem Spannungsabfall.

Alle Motoren leiden, wenn sie nicht mit der auf dem Typenschild aufgeprägten Spannung versorgt werden. Bei einem Spannungsabfall sinkt das Motordrehmoment. In der Folge sinkt auch die Drehzahl des unter Last stehenden Motors.

Dies führt zu einem Abfall der Effizienz und des Induktionswiderstands des Motors. Dadurch steigt die Leistungsaufnahme, und in der Folge erzeugt der Motor mehr Wärme.

Wenn ein Motor durch eine Kreiselpumpe unter Volllast steht und mit 10 % Unterspannung versorgt wird, erhöht sich die Leistungsaufnahme um zirka 5 % und die Motortemperatur steigt um ungefähr 20 %. Wenn dieser Temperaturanstieg die Höchsttemperatur des Isolationsmaterials um die Wicklungen übersteigt, kommt es zu einem Kurzschluss in den Wicklungen und der Stator wird zerstört.

Alle Grundfos Motoren sind mit Thermoschaltern und/oder Pt1000-Temperatursensoren in den Statorwicklungen ausgerüstet, um den Motor während des Betriebs gegen Überhitzung zu schützen. Um Schäden am Motor zu vermeiden, müssen die Kabel von den Sensoren mit einem Relais in der Steuertafel verbunden werden.

Dies ist nur dann der Fall, wenn der Motor in einer heißen Umgebung steht und schlecht gekühlt wird, oder bei gleichzeitigen Spannungsasymmetrien, Stromasymmetrien oder Spannungsspitzen.

Normalerweise führt eine erhöhte Wicklungstemperatur, die durch Unterspannung hervorgerufen wird, zu einer schnelleren Alterung der Isolierung und somit zu einer reduzierten Lebensdauer.

Zu einer erhöhten Leistungsaufnahme mit damit einhergehender Wärmeerzeugung in den Motorwicklungen kommt es auch bei Überspannung aus dem Stromnetz. Durchgängig laufende Klärwasserpumpen, die einer Überspannung ausgesetzt sind, müssen über Kugellagerschmierung verfügen, die Temperaturen von bis zu 10 °C über der Nenntemperatur für die Isolationsklasse aushalten kann. Das heißt, für Isolationsklasse F (155 °C) muss das Schmierfett der Kugellager bis zu 165 °C stabil bleiben. Für Isolationsklasse H (180 °C) muss das Schmierfett der Kugellager bis zu 190 °C stabil bleiben.

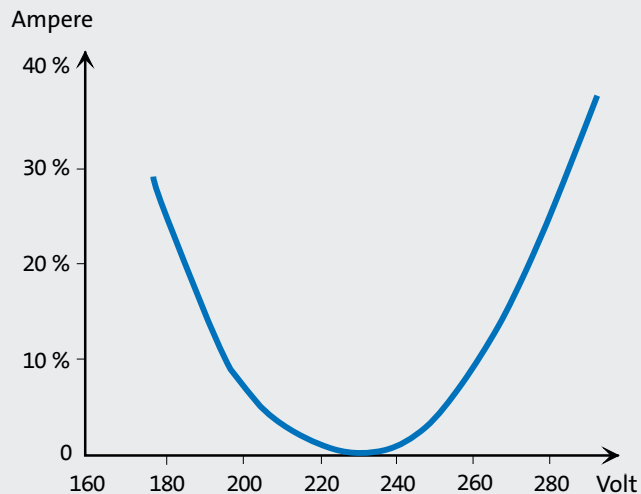


Abb. 6 Zusätzliche Leistungsaufnahme bei Spannungsschwankungen

5.1. FAZIT

1. Für Spannungsschwankungen zwischen -10 % und +10 % des Nennwerts an den Motorklemmen ist eine normale Lebensdauer zu erwarten, sofern die Leistungsaufnahme höchstens dem Volllaststrom auf dem Typenschild entspricht, die Motorkühlung ausreichend ist und keine Spannungsspitzen oder Asymmetrien auftreten.
2. Bei kurzen/periodischen Spannungsschwankungen von mehr als -10 % +10 % des Nennwerts fällt die Abnahme der Lebensdauer moderat aus, es sei denn, die Schwankungen zwischen Überspannung und Unterspannung fällt so erheblich aus, dass es zu einem Kurzschluss in den Statorwicklungen kommt.
3. Bei dauerhaften oder lang anhaltenden Spannungsschwankungen von mehr als -10 % - +10 % sollte zum Erreichen einer akzeptablen Lebensdauer und Effizienz der Motor gedrosselt oder ein größerer Motor ausgewählt werden. Um Schaden am Motor zu vermeiden, sollten die Thermostalter in den Statorwicklungen an ein Relais in der Steuertafel angeschlossen sein.

Wenn eine Überspannung oder Unterspannung von mehr als -10 % - +10 % am Eingang des Motorkabels zu erwarten ist, besteht die übliche Vorgehensweise in der Entlastung eines Standardmotors, um eine lange Lebensdauer sicherzustellen.

Bei einphasigen Motoren ist bei niedriger Spannungsversorgung häufig eine Kondensatoranpassung notwendig.

6. Stromasymmetrie

Niedrige Stromasymmetrie ergibt den besten Motorwirkungsgrad und die längste Lebensdauer. Daher muss in allen Phasen dieselbe Last vorliegen.

Überprüfen Sie vor der Messung, dass die Drehrichtung der Pumpe korrekt ist, d. h. die höchste Leistung liefert. Die Drehrichtung lässt sich durch eine Umkehr der beiden Phasen ändern.

Die Stromasymmetrie sollte 5 % nicht überschreiten. Dies wird mithilfe der folgenden beiden Formeln berechnet:

$$I (\%) = \left\langle \frac{I_{\text{phase max}} - I_{\text{average}}}{I_{\text{average}}} \right\rangle \times 100 [\%]$$

$$I (\%) = \left\langle \frac{I_{\text{average}} - I_{\text{phase min}}}{I_{\text{average}}} \right\rangle \times 100 [\%]$$

Der Höchstwert wird als Ausdruck der Stromasymmetrie verwendet.

Der Strom muss an allen drei Phasen gemessen werden (siehe Abb. unten). Die beste Verbindung ist die mit der geringsten Stromasymmetrie.

Um also die Drehrichtung bei einer Änderung der Verbindung nicht ändern zu müssen, verschieben Sie die Phasen stets wie dargestellt.

Beispiel

Siehe Diagramm und Tabelle unten.

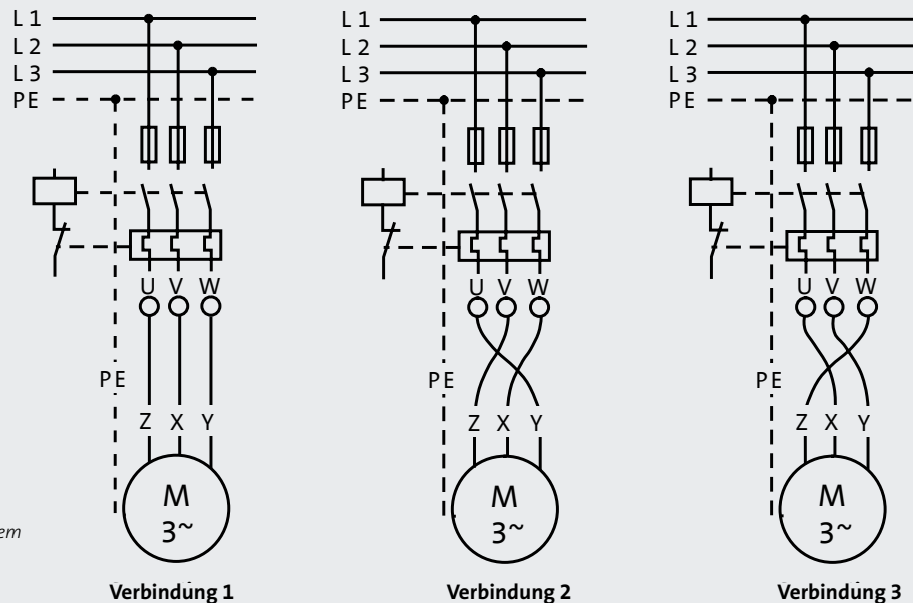


Abb. 7 Korrektur der Stromasymmetrie bei tauchbarem Motor mit 3 x 400 V, 30 A, 50 Hz

Beispiel (Fortsetzung)

	Verbindung 1			Verbindung 2			Verbindung 3		
Schritt 1	U	Z	31 A	Z	30 A	Z	29 A	X	27 A
	V	X	26 A	X	26 A	X	27 A	Y	29 A
	W	Y	28 A	Y	29 A	Y	29 A	Gesamt	85 A
		Gesamt	85 A	Gesamt	85 A	Gesamt	85 A		
Schritt 2	Durchschnittlicher Strom: $\frac{\text{Gesamtstrom}}{3 \times 3} = \frac{85 + 85 + 85}{3 \times 3} = 28,3 \text{ A}$								
Schritt 3	Max. Abw. vom Durchschnitt in Ampere: Verbindung 1 = 31 - 28,3 = 2,7 A Verbindung 2 = 28,3 - 26 = 2,3 A Verbindung 3 = 28,3 - 27 = 1,3 A								
Schritt 4	% Asymmetrie: Verbindung 1 = $\frac{2,7}{28,3} \times 100 = 9,5 \%$ - nicht gut Verbindung 2 = $\frac{2,3}{28,3} \times 100 = 8,1 \%$ - nicht gut Verbindung 3 = $\frac{1,3}{28,3} \times 100 = 4,6 \%$ - ok								
Schritt 5	Wenn die Stromasymmetrie 5 % übersteigt, sollten Sie sich an den Stromversorger wenden. Alternativ sollte ein gedrosselter oder industrieller Motor mit einem CU 3-Motorschutz verwendet werden. Am Fernbedien- und Diagnosegerät können Sie die tatsächliche Stromasymmetrie ablesen. Eine Stromasymmetrie von 5 % entspricht einer Spannungsasymmetrie von 1 - 2 %.								

Sogar eine kleine Spannungsasymmetrie ergibt eine große Stromasymmetrie. Diese Asymmetrie führt wiederum zu einer ungleichmäßigen Wärmeverteilung in den Statorwicklungen. In der Folge entstehen Hitzestaus und lokale Überhitzung. Die wichtigsten Ergebnisse sind unten veranschaulicht.

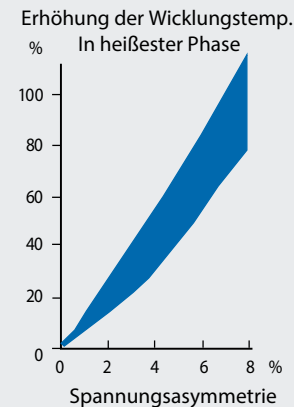
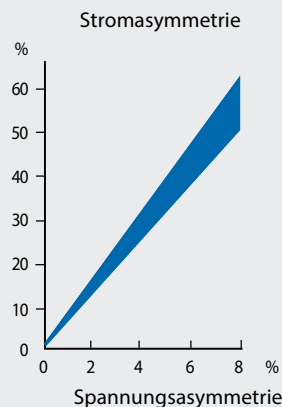


Abb. 8 Verhältnis zwischen Spannungsasymmetrie, Stromasymmetrie und Temperatur

7. Spannungsasymmetrie

Von Stromleitungen wird erwartet, auf allen drei Phasen die Nennspannung zu liefern. In der Nähe des Niederspannungstransformators ist dies häufig der Fall.

Wenn die Stromleitungen unter Last stehen, sollten alle Einphasenverbraucher gleichmäßig zwischen allen drei Phasen verteilt sein, um einen Spannungsabfall an einer Phase zu vermeiden. Da einphasige Geräte häufig im EIN/AUS-Betrieb verwendet werden, können sie eine Asymmetrie im Netz verursachen. Auch asymmetrische Umspannstationen sowie asymmetrische Verteilungsleitungen oder abgenutzte bzw. beschichtete Schütze können zu Asymmetrie führen. Sollte es vor dem Anschluss des Motors zu einer Asymmetrie im Netz kommen, sollte die Spannungsversorgung des Leistungsteils hergestellt werden. Ein Motor versorgt nur selten alle Phasen mit derselben Last. Daher lässt sich das Ungleichgewicht häufig ausgleichen, indem Sie die Wicklung mit dem geringsten Strom mit der Phase mit der niedrigsten Spannung verbinden.

8. Frequenz

Die Frequenz sollte immer auf dem Nennwert gehalten werden. Ist die Frequenz höher, kann die Pumpe den Motor überlasten. Ist die Frequenz niedriger, sinkt die Leistung.

9. Spannungsspitzen

Die Stromleitungen sollen auf allen drei Phasen sinusförmige Wellen bereitstellen. Die im Kraftwerk erzeugen sinusförmigen Wellen werden den Spannungsspitzen im Verteilungssystem hinzugefügt.

Quellen von Spannungsspitzen:

1. Frequenzumrichter ohne Filter
2. Sanftanlasser
3. Schütze für große Maschinen
4. Kondensatoren für Prozessmaschinen
5. Blitzschlag

10. Frequenzumrichter ohne Filter

Moderne Frequenzumrichter lassen sich mit einem Sinusfilter schützen, sodass sie bei langen Kabeln zwischen Frequenzumrichter und Motor keine Spannungsspitzen erzeugen.

Dies ist absolut akzeptabel, und jeder Grundfos Motor mit korrekter Einstufung und Kühlung besitzt eine akzeptable Lebensdauer. Frequenzumrichter ohne Sinusfilter liefern eine hohe Ausgangsspannung, die mit hohen Spannungsspitzen stark von der sinusförmigen Idealkennlinie abweicht. Je länger das Kabel zwischen Frequenzumrichter und Motor ist, desto mehr nehmen die Spannungsspitzen zu. Dies führt im Ergebnis zu einer Verringerung der Motorlebensdauer.

10.1. FREQUENZBETRIEB

Pumpen sind in zunehmendem Maß Bestandteil von Anlagen, die über Frequenzumrichter gesteuert werden. Bei der Wahl einer drehzahlgeregelten Lösung sind mehrere Konstruktionsaspekte zu berücksichtigen.

Die beiden wichtigsten sind:

- Die Kabellänge vom Frequenzumrichter zur Pumpe
- Die Versorgungsspannung am Installationsort

Wenn Sie eine Pumpe mit einem langen Kabel (>25 m) an einen Frequenzumrichter anschließen, treten hohe Spannungsimpulse auf. Dies ist ein physikalisches Phänomen, das mit Ladekapazität zur Erde in den Ausgangskabeln zusammenhängt. Dieses Phänomen ist immer dasselbe, unabhängig vom Hersteller des Frequenzumrichters.

Ein Ausgangsfilter kann die Spannungsspitzen reduzieren und so die Belastung der Motorisolation mildern. Der Ausgangsfilter sollte dem Sinusfilter entsprechen (siehe Abb. 9, Hinweis 1), wenn die Versorgungsspannung 440 - 500 V beträgt und das Kabel länger als 25 m ist oder wenn die Versorgungsspannung 500 V und höher ist.

Die Spannungsversorgung am Installationsort hat großen Einfluss auf die tatsächliche Höhe der Spitzenspannung. Die unterschiedlichen Höhen der Versorgungsspannung erfordern unterschiedliche Lösungen, um die Belastung auf die Motorisolationssysteme zu reduzieren.

Durch die Kombination der Probleme mit der Kabellänge und der Versorgungsspannung ergeben sich die folgenden Voraussetzungen für mit einem Frequenzumrichter verbundene Pumpen:

Allgemeine Bedingungen:

Alle von Frequenzumrichtern geregelte Motoren müssen gemäß IEC60034-17 gegen Spannungsspitzen und dU/dt geschützt sein.

Von der Netzspannung abhängige Bedingungen:

200 - 240 V

Für von Frequenzumrichtern geregelte Pumpen mit Netzspannungen von bis zu 240 V sind keine Ausgangsfilter erforderlich. Diese Motoren sind in Dreieckschaltung in der Regel auf 200 - 240 V ausgelegt und in Sternschaltung auf 380 - 415 V. Das in diesen Motoren verwendete Isolationssystem ist dasselbe wie in Motoren mit 380 - 440 V.

380 - 440 V

Für von Frequenzumrichtern geregelte Pumpen mit Motor- und Netzversorgung von bis zu 440 V ist kein zusätzlicher Schutz gegen Spannungsspitzen erforderlich. Diese Motoren verwenden ein Isolationssystem, das den vorliegenden Impulsen standhalten kann.

440 - 500 V

Für von Frequenzumrichtern geregelte Pumpen mit einer Motorkabellänge von mehr als 25 m werden Sinusfilter benötigt. Dasselbe gilt bei einer Netzversorgung von mehr als 460 V.

500 V und mehr

Für Motoren mit einer Einstufung von 500 V und mehr sollten stets Sinusfilter verwendet werden. Außerdem ist eine Spezialisierung der Motorwicklungen erforderlich.



Abb. 9 Grundfos CUE-Frequenzumrichter
im Leistungsbereich 0,55 - 250 kW

Versorgungsspannung	Kabellänge < 25 m	Kabellänge < 25 m
< 240 V	Kein Filter erforderlich	Kein Filter erforderlich
380 - 440 V	Kein Filter erforderlich	Kein Filter erforderlich
440 - 500 V	Kein Filter erforderlich	Sinusfilter erforderlich
> 500 V	Sinusfilter erforderlich	Sinusfilter erforderlich

Sinusfilter werden auch als LC oder RLC-Filter bezeichnet.

11. Sanftanlasser

Ein Sanftanlasser absorbiert nicht sinusförmigen Strom und erzeugt ein gewisses Netzrauschen. In Verbindung mit sehr kurzen Hochlauf-/Runterlaufzeiten hat dies keine praktische Bedeutung und steht nicht in Konflikt mit Vorschriften zum Netzrauschen.

Wenn die Anlaufzeit länger als drei Sekunden beträgt, führen die nicht sinusförmigen Spannungsspitzen zu einer Überhitzung der Motorwicklungen und beeinträchtigen im Ergebnis die Motorlebensdauer.

12. Schütze für große Maschinen

Große Maschinen, die im Direktanlauf oder mit Stern- bzw. Dreieckschaltung anlaufen, können beim Öffnen der Schütze Funken erzeugen und erhebliche Spannungsspitzen zurück ins Netz schicken. Diese Spannungsspitzen sind nur für tauchbare Motoren in sehr schwachen Netzen eine Bedrohung.

13. Kondensatoren für Prozessmaschinen

Prozessanlagen können komplizierte Regelungen mit vielen großen Kondensatoren enthalten, die Spannungsspitzen zurück ins Netz schicken. Spannungsspitzen sind nur dann eine Bedrohung für einen tauchbaren Motor, wenn das Netz sehr schwach ist.

14. Blitzschlag

Ein schwerer direkter Blitzeinschlag in eine Pumpstation, einen Anlasser oder die Stromversorgung zerstört im Allgemeinen alle lebenden Organismen und Elektroinstallationen. Die bei einem Blitzschlag entstehenden Spannungsspitzen betragen mindestens 20 - 100 kV, und die entstehende Hitze reicht aus, um die Isolationsmaterialien zu schmelzen.

Die bei einem Blitzschlag in ein Hochspannungsnetz entstehenden Spannungsspitzen werden zum Teil von den Blitzableitern an Umpannstation absorbiert und geerdet.

Wenn ein Niederspannungsnetz direkt von einem Blitz getroffen wird, besteht ein Risiko von Spannungsspitzen mit mehr als 10 - 20 kV am Anlasser des Pumpenmotors.

Sind Anlasser und Motor nicht ordnungsgemäß durch einen Blitzschutz gesichert und geerdet, kann die Installation beschädigt werden, da sie sich in elektrisch leitendem Grundwasser befindet, das die beste Erdung aufweist.

15. EMV-Kabel

Abgeschirmte Standardstromkabel von Grundfos (EMV-Kabel) für Antriebe mit variabler Drehzahl in Anwendungen, bei denen das Risiko elektromagnetischer Störungen besteht, sind in Längen von 10 m, 15 m, 25 m, 30 m und 50 m erhältlich.

[11]



ZUBEHÖR FÜR ABWASSERPUMPEN

1. Allgemein

Eine detaillierte Planung der Pumpeninstallation und die Auswahl des richtigen Zubehörs sind essenziell für einen ordnungsgemäßen und reibungslosen Betrieb. Dies gilt auch für Zubehör von Pumpen innerhalb und außerhalb der Pumpstation. Der Kupplungsfußkrümmer-Satz oder der Standfuß mit Rohrsystem, Ventilen, Steuerungen und Antrieben mit variabler Drehzahl sollten als ein technisches Hydraulikaggregat betrachtet werden. Die Saug- und Druckleitungen transportieren das Abwasser vom Sammelbrunnen der Pumpe zum Empfänger. Die gegenseitige Verbindung aller Teile kann als Kennlinien der Pumpen- und Anlagencharakteristika dargestellt werden.

Grundfos bietet hohe Verfügbarkeit von mechanischem Zubehör, Steuerelementen und Frequenzumrichter mit hoher Qualität für Abwasseranwendungen.

2. Zubehör für Entwässerungs-, Schmutzwasser und Haushaltsabwasserpumpen aus Edelstahl.

Für Unilift KP

- Rückschlagventil zur Platzierung am Pumpenauslass (Edelstahl) Rp 1 ½
- Schlauchkupplungen
Schraubkupplungen (Polyamid) G 1 ¼ x Ø25 G 1 ¼ x Ø32, G 1 ¼ x Ø40

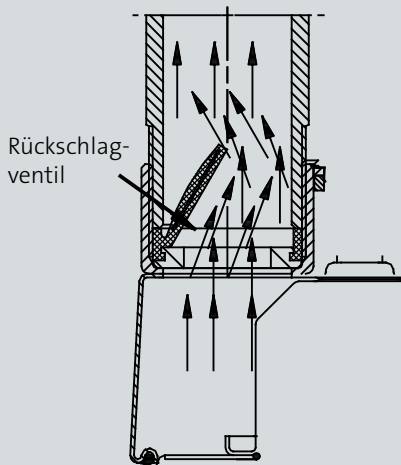


Abb. 1 Funktionsskizze eines Rückschlagventils im Unilift-Auslass

Für Unilift AP

1. Buchse für Rohrverbindung (PVC) Rp 1 ½ / 2, Rp 2 / 2 ½
2. Schlauchnippel (PVC) Rp 1 ½ / 1 ½, Rp 1 ½ / 2, Rp 2 / 2, Rp 2 / 2 ½
3. 10-m-Gummischlauch inkl. Spannstücken (PVC) 1 ½", 2", 2 ½"
4. Übergangsstück für Gummischläuche (PVC)
5. Rückschlagventil (PVC) Kugelversion Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½*1
6. Absperrventil (PVC) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½
7. Einschraubstutzen (PVC) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½
8. Verschraubung (PVC) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½
9. 90°-Rohrbogen (PVC) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½

* Gusseisen

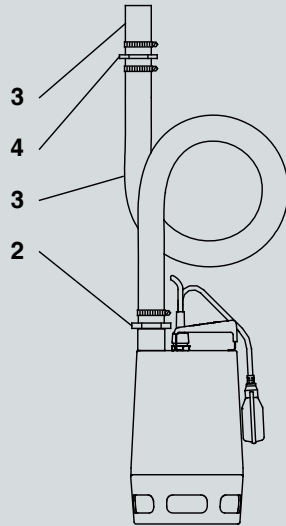


Abb. 2 Unilift mit Schlauchverbindung

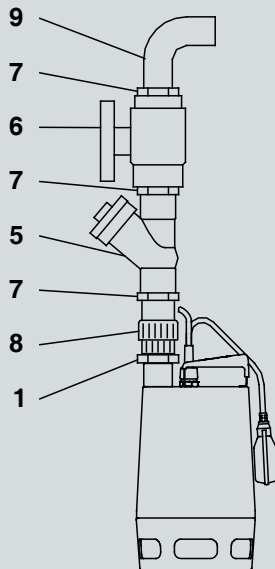


Abb. 3 Unilift mit Schlauchverbindung,
Absperrventil und Rückschlagventil

3. Zubehör für Entwässerungs-, Schmutzwasser und Haushaltsabwasserpumpen aus Gusseisen.

Für DP10.50., EF30.50. und DP10, EF30, SE1 und SEV AUTOADAPT

- Vollständiger Kupplungsfußkrümmer-Satz, einschließlich Führungsklaue, Grundplatte und obere Halterung des Führungsrohrs. Gusseisen, Epoxidbeschichtung. Rp 2



Abb. 4 Kupplungsfußkrümmer-Satz aus Gusseisen

- Kupplungsfußkrümmer-Satz zum Einhängen mit Führungsklaue und 90°-Rohrbogen Rp 2 und integriertem Rückschlagventil in Kugelausführung.



Abb. 5 Kupplungsfußkrümmer-Satz zum Einhängen aus Gusseisen

Für DP 10.65., SL1.50.65. und SLV.65.5.

- Vollständiger Kupplungsfußkrümmer-Satz, einschließlich Führungsklaue, Grundplatte und obere Halterung des Führungsrohrs. Gusseisen, Epoxidbeschichtung. DN65/DN65 und DN80/DN65



Abb. 6 Kupplungsfußkrümmer-Satz aus Gusseisen

- Ablasskette aus verzinktem Stahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten.



Abb. 7 Ablasskette

- Ablasskette aus Edelstahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten.

Für SEG und SEG AUTOADAPT

- Kupplungsfußkrümmer-Satz komplett, bestehend aus oberem Führungsrohnbügel, Schrauben, Muttern, Dichtungen und dem eigentlichen Fußkrümmer zur Bodenmontage Gusseisen. DN40/Rp 1 1/2
- Automatische Kupplung zum Einhängen, d. h. Standfuß, Gegenstück, Schrauben, Muttern und Dichtungen. Gusseisen. DN40/Rp 1 1/2 und DN50 Rp/Rp 2
- Drei lose Füße zum Erweitern des Platzes unterhalb der Pumpe. Am Pumpengehäuse freistehender Pumpen zu montieren.



Abb. 8 Edelstahlbeine zum Erweitern des freien Platzes unterhalb von SEG-Schneidwerk-pumpen

- Mittlere Führungsrohnbügel für Führungsrohre von mehr als 4 Metern.

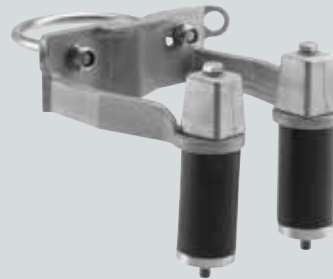


Abb. 9 Mittlere Führungsrohnbügel aus Edelstahl für Führungsrohre

- Ablasskette aus verzinktem Stahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten.
- Ablasskette aus Edelstahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten.

4. Sonstiges Zubehör für SEG AUTOADAPT

- Grundfos Powerline PC Tool Link, USB-Kommunikationseinheit. Alle AUTOADAPT-Pumpen.

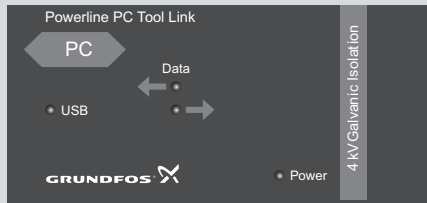


Abb. 10 Grundfos PC Tool

- **Für Grundfos GO:**
MI 202 – Dongle zur Kopplung von iPhones mit IR- und Funkkommunikation.
- **Für Grundfos GO:**
MI 204 – Dongle zur Kopplung von iPhones mit IR- und Funkkommunikation.
- **Für Grundfos GO:**
MI301 – Modul mit integrierter IR- und Funkkommunikation. Im Verbindung mit einem Android- oder iOS-Smartphone mit Bluetooth-Verbindung zu verwenden.
- GENIbus-Kommunikation* Grundfos GO, CIU 902



Abb. 11 Grundfos GO, CIU 902

- Profibus-Kommunikation
Profibus DP + Grundfos GO, CIU 152
- Modbus RTU + Grundfos GO, CIU 202
- GSM/GPRS/SMS (z. B. für SCADA)
+ Grundfos GO, CIU 252
- Grundfos Remote Management (GRM)
+ Grundfos GO, CIU 272
- PROFIBUS IO + Grundfos GO /
MODBUS TCP + Grundfos GO /
BACNET IP + Grundfos GO /
GRM IP + Grundfos GO, CIU 902 + CIM 500

4.1. AUTOADAPT-SICHERUNGSKÄSTEN

- AUTOADAPT-Sicherungskasten, 1 Pumpe ohne Platz für CIU



Abb. 12 Grundfos AUTOADAPT-Sicherungskasten

- AUTOADAPT-Sicherungskasten, 1 Pumpe mit Platz für CIU
- AUTOADAPT-Sicherungskasten, 2 Pumpen ohne Platz für CIU
- AUTOADAPT-Sicherungskasten, 2 Pumpen mit Platz für CIU

5. Zubehör für Abwasserpumpen für mittlere Beanspruchung

Für SL1-, SLV-, SE1- und SEV-Pumpen

- Vollständiger Kupplungsfußkrümmer-Satz, einschließlich Führungsklaue, Grundplatte und oberer Führungsrohrbügel. Gusseisen, Epoxidbeschichtung. Mit Schrauben, Muttern und Dichtungen.
DN65, DN80, DN80/DN65, DN100, DN100/DN80, DN150, DN150/DN100, DN200, DN250, DN300.

Bei Pumpen mit Auslassflanschen der Größe DN 250 und höher ist die Führungsklaue am Pumpenauslassflansch befestigt. Bei Flanschen, die kleiner sind als DN 250, liegt die Führungsklaue dem Kupplungsfußkrümmer-Satz bei.

- Komplette Führungsklaue, duktiles Gusseisen, BS EN 1563 EN-GJS-500/7. DN250 und DN300



Abb. 13 Führungsklaue aus Gusseisen mit Profildichtung

- Obere Führungsrohrbügel aus Edelstahl (EN/DIN 1.4408) für 1 ½"- und 3"-Führungsrohre.
- Mittlere Führungsrohrbügel aus Edelstahl (EN/DIN 1.4308/AISI 304) für Führungsrohre für vertikale Druckleitungen von 2 ½", 3", 4", 6", 8" bis 24"
- Ringständer mit geflanschem 90°-Rohrbogen und Schlauchanschluss. Gusseisen, Epoxidbeschichtung. Mit Schrauben, Muttern, Dichtungen und Verankerungsbolzen. Für Schlauchanschlüsse von 2 ½", 3", 4" und 6".

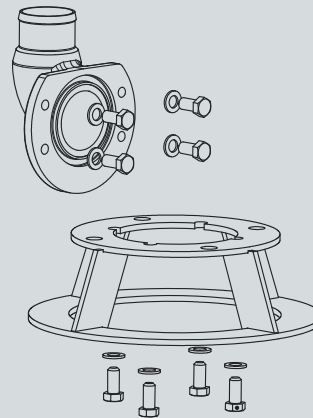


Abb. 14 Ringständer mit 90°-Rohrbogen und Schlauchanschluss

- Ringständer mit geflanschem 90°-Rohrbogen und Anschluss mit Außengewinde. Gusseisen, Epoxidbeschichtung. Mit Schrauben, Muttern, Dichtungen und Verankerungsbolzen. Für Gewindeanschlüsse mit R 2 ½", R 3", R 4" 6" und R 8".

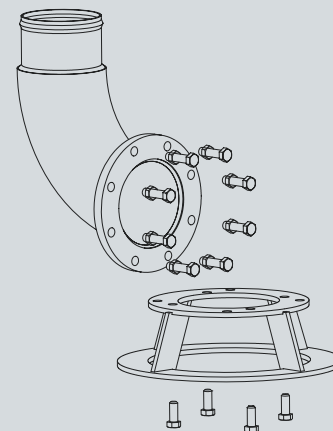


Abb. 15 Ringständer mit 90°-Rohrbogen und Anschluss mit Außengewinde

- Ablasskette aus verzinktem Stahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten.
- Ablasskette aus Edelstahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten.
- Standfuß für vertikale Trockenaufstellung, ohne 90°-Bogen. Verzinkter Stahl. Mit Schrauben, Dichtungen und Verankerungsbolzen.
DN65, DN80, DN100, DN100/DN80, DN150, DN200

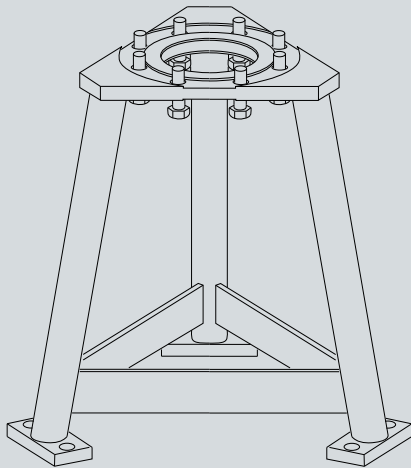


Abb. 16 Standfuß für vertikale Trockenaufstellung

- Grundplatte für DN300, vertikale Trockenaufstellung auf Betonfundament, mit Dichtungen und Schrauben. Stahl, Epoxidbeschichtung.

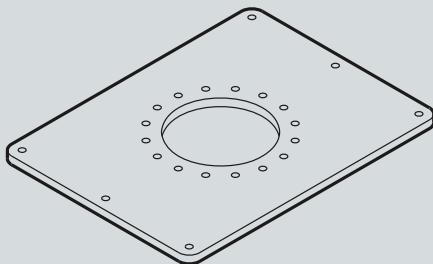


Abb. 17 Grundplatte für vertikale Trockenaufstellung

- Standfuß für horizontale Trockenaufstellung. Verzinkter Stahl. Mit Schrauben, Dichtungen und Verankerungsbolzen. DN100, DN150, DN200 and DN300.

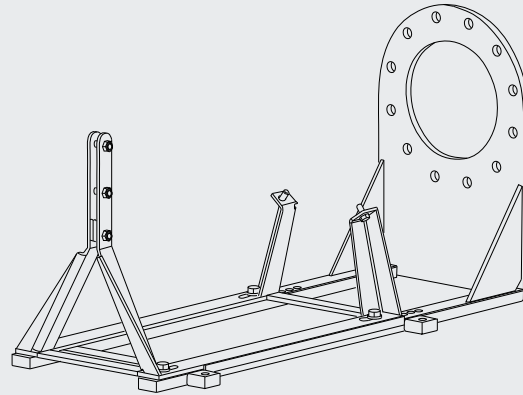


Abb. 18 Standfuß für horizontale Trockenaufstellung

- Ablasskette aus verzinktem Stahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten. 2 - 10 m. 800 kg Maximallast
- Ablasskette aus Edelstahl mit Hebeglied, Sicherheitshaken und Zertifikaten. 2 - 10 m. 800 kg Maximallast

Weitere Informationen finden Sie im Datenheft oder in den Montage- und Betriebsanleitungen der einzelnen Pumpen auf www.grundfos.com (Grundfos Product Center).

6. LC- und LCD-Niveauregler



Abb. 19 LCD 110 für Zwei-Pumpen-Installationen

Die Niveauregler der Baureihen Grundfos LC und LCD sind auf Ein- und Zwei-Pumpen-Installationen ausgelegt. Es gibt sie in drei Serien mit insgesamt sechs Ausführungen:

- LC und LCD 107 mit Messglocken
- LC und LCD 108 mit Schwimmerschaltern
- LC und LCD 110 mit Elektroden

Alle Regler eignen sich ideal für Anwendungen, die einen 11-kW-Motor zum Direktanlauf benötigen.

Die LC und LCD sind außerdem mit einem eingebauten Stern-Dreieck-Anlasser für Anwendungen lieferbar, die größere Motoren bis zu 30 kW erfordern.

Weitere Informationen finden Sie im Datenheft oder in den Montage- und Betriebsanleitungen für die LC- und LCD-Regler auf www.grundfos.com (Grundfos Product Center).

7. Dedicated Controls



Abb. 20 Dedicated Controls CU 361

Grundfos Dedicated Controls ist ein Steuerungssystem für die Steuerung und Überwachung von ein bis sechs Grundfos Abwasserpumpen und einem Rührwerk oder Spülventil. Dedicated Controls kommt in Installationen zur Anwendung, die eine erweiterte Steuerung und Datenkommunikation benötigen.

Die Dedicated Controls-Anlage besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- CU 362-Steuereinheit
- IO 351B-Modul (allgemeines E/A-Modul)



Abb. 21 IO 351B-Modul für zwei Pumpen

Dedicated Controls ist entweder in Form einzelner Komponenten oder als Steuerschrank erhältlich.

Das Steuerungssystem kann durch Folgendes angesteuert werden:

- Schwimmerschalter
- Druckgeber
- Ultraschallsensor

Der Steuerschrank ist für die folgenden Baugrößen und Einschaltarten erhältlich:

- Pumpen bis einschließlich 9 kW, Direktanlauf
- Pumpen bis einschließlich 30 kW, Stern-Dreieck-Anlauf
- Pumpen bis einschließlich 30 kW, Sanftanlauf

Als separate Komponenten können Steuereinheit und Module für Anlagen praktisch aller Größen angefertigt werden.



Abb. 22 Dedicated Controls-Steuerschrank

7.1. WESENTLICHE MERKMALE UND VORTEILE

Die Grundfos Dedicated Controls-Anlage bietet die folgenden Funktionen:

- Start/Stopp der Pumpe
- Wechselbetrieb von Pumpen
- Überlauferkennung
- Überlaufmessung
- Alarme und Warnungen
- erweiterte Alarmpläne

- Start- und Stoppverzögerung
- freie Sprachwahl

7.2. ERWEITERTE FUNKTIONEN

- benutzerdefinierte Funktionen
- Umschaltung zwischen Pumpengruppen
- Variation des Einschaltniveaus (reduzierte Sedimentation)
- Kombialarme
- tägliche Leerung
- Schaumentwässerung
- Blockierschutz (Kalk)
- Sicherheits-Nachlaufverzögerung
- Rührwerk oder Spülventil
- maximale Anzahl gestarteter Pumpen
- Pumpendurchflussmessung
- Anlagendurchflussmessung
- Pumpendurchflussberechnung
- Anlagendurchflussberechnung

7.3. ZUSÄTZLICHE FUNKTIONEN, IO 113

- Überwachung von:
 - Isolationswiderstand
 - Feuchtigkeit im Motor
 - Wasser in Ölsperkkammer für Pumpen bis zu 7 kW mit 4-Pol-Motor und 11 kW (mit 2-Pol-Motor).



Abb. 23 IO 113-Modul

7.4. ZUSÄTZLICHE FUNKTIONEN, SM 113-AUSWERTEEINHEIT

Die SM 113-Auswerteeinheit dient zum Sammeln und Übermitteln weiterer Sensordaten, wie z.B. Lagertemperatur, Wasser-in- Luftgehalt und die Lagervibrationen.

Für jede Pumpe wird ein IO 113-Modul mit Kommunikation und eine SM 113-Auswerteeinheit benötigt, wenn in den Pumpen mehr Sensoren vorhanden sind, als das IO113-Modul ohne Kommunikation bewältigen kann.



Abb. 24 SM 113-Auswerteeinheit

7.5. ZUSÄTZLICHE FUNKTIONEN, MP 204

- Antiblockierfunktion
- Überwachung von:
 - Spannung
 - Strom
 - Stromasymmetrie
 - Phasenfolge
 - $\cos \phi$ (Leistungsfaktor)
 - Leistung
 - Energie
 - Isolationswiderstand
 - Temperatur, PT100/PT1000
 - Temperatur, PTC
 - Temperatur, Tempcon.



Abb. 25 Intelligenter elektronischer Motorschutz MP204

7.6. ZUSÄTZLICHE FUNKTIONEN, CUE ODER VFD (FREQUENZUMRICHTER)

Der Frequenzumrichter Grundfos CUE, oder ein allgemein regelbarer Frequenzumrichter, bietet einen besseren Schutz der Pumpe und einen regelmäßigeren Durchfluss durch das Rohrsystem.

Darüber hinaus bietet Grundfos CUE die folgenden Funktionen:

- Antiblockierfunktion
- Automatische Energieoptimierung
- Prüfung der spezifischen Energie
- Prüfung der Ausgangsfrequenz
- Überwachung von:
 - Spannung*
 - Strom*
 - Phasenfolge*
 - Leistung*
 - Energie*
 - Anzugsmoment*

- Rückwärtsstart
- Laufspülen
- Stoppspülen
- PID-Regelung

* Diese Funktionen sind nur für Grundfos CUE verfügbar.



Abb. 26 CUE-Frequenzumrichter für drehzahleregelten Betrieb

7.7 KOMMUNIKATIONSFUNKTIONEN

- Vollständiger Überblick über die Pumpeninstallation
- Sollwertänderung, Zurücksetzung der Anlage und Start/Stop von Pumpen
- Zugriff auf das vollständige Alarm-/Warnprotokoll
- Automatische Umleitung von Alarmen und Warnungen zum Bereitschaftspersonal
- Optimierung Ihres Wartungs- und Instandhaltungsprogramms
- Reduzierung des Energieverbrauchs
- Modbus RTU-Kommunikation über Kabel
- Modbus TCP-Kommunikation über GSM/GPRS
- SMS-Befehle (senden/empfangen)
- SMS-Plan
- VNC-Verbindung zur Migration der Bedienoberfläche auf einen Webbrowser

Weitere Informationen finden Sie im Datenheft oder in den Montage- und Betriebsanleitungen für Dedicated Controls auf www.grundfos.com (Grundfos Product Center).

8. Frequenzumrichter für Antrieb mit regelbarer Drehzahl

Grundfos CUE ist eine Serie von Frequenzumrichtern, die für die Drehzahlregelung einer breiten Palette von Grundfos Pumpen entwickelt wurde.

Der CUE ist ein Mehrzweck-Frequenzumrichter, der sich für eine Vielzahl von Anwendungen in neuen und bestehenden Installationen eignet, die einen zuverlässigen und kostengünstigen Pumpenbetrieb erfordern.

8.1. BEDIENOBERFLÄCHE

Die Bedienoberfläche bietet die folgenden Möglichkeiten:

- Bedienung vor Ort über das Bedienfeld mit grafischer Anzeige. Die Menüstruktur basiert auf dem vertrauten System der Grundfos E-Pumpen.
- Fernbedienung über externe Signale, z. B. über Digitaleingänge oder GENibus.
- Überwachung des Betriebsstatus über Meldeleuchten und Melderelais.
- Anzeige von Alarmen und Warnungen und Protokollierung der letzten fünf Alarme und Warnungen.

8.2. FUNKTIONEN FÜR KREISELPUMPEN

Die CUE bietet eine breite Palette an pumpenspezifischen Funktionen:

- Offener Kreis
- Proportionaler Differenzdruck
- Konstantdifferenzdruck
- Konstantdruck
- Konstanter Füllstand
- Konstanter Förderstrom
- Konstanttemperatur
- Konstanter anderer Parameter

Die Dimensionierung des CUE-Schranks wird durch das jeweilige Gehäuse charakterisiert. Abb. 27 zeigt das Verhältnis zwischen Leistungsbereich (P2), Netzversorgung (V) und Schutzart (IP). Dort wird die komplette CUE-Baureihe abgebildet.

Weitere Informationen finden Sie im Datenheft oder in den Montage- und Betriebsanleitungen für CUE auf www.grundfos.com (Grundfos Product Center).



Abb. 27 CUE-Bedienoberfläche

Übersicht über die Produktreihe

Typische Wellenleistung P2		Mains supply and enclosure class													
		1 x 200-240 V			3 x 200-240 V		3 x 380-500 V				3 x 525-600 V		3 x 525-690 V		
[kW]	[hp]	IP20	IP21	IP55	IP20	IP55	IP20	IP21	IP54	IP55	IP20	IP55	IP21	IP54	IP55
0,55	0,75						•			•					
0,75	1				•	•	•			•	•	•			
1,1	1,5	•		•	•	•	•			•	•	•			
1,5	2		•	•	•	•	•			•	•	•			
2,2	3		•	•	•	•	•			•	•	•			
3	4		•	•	•	•	•			•	•	•			
3,7	5		•	•	•	•									
4	5						•			•	•	•			
5,5	7,5		•	•	•	•	•			•	•	•			
7,5	10		•	•	•	•	•			•	•	•			
11	15				•	•	•			•			•		•
15	20				•	•	•			•			•		•
18,5	25				•	•	•			•			•		•
22	30				•	•	•			•			•		•
30	40				•	•	•			•			•		•
37	50				•	•	•			•			•		•
45	60				•	•	•			•			•		•
55	75						•			•			•		•
75	100						•			•			•		•
90	125						•			•			•		•
110	150							•	•				•	•	
132	200							•	•				•	•	
160	250							•	•				•	•	
200	300							•	•				•	•	
250	350							•	•				•	•	

Abb. 28 Übersicht über die CUE-Baureihe

[12]

PRAKTISCHE BEISPIELE

FALL 1. BERECHNUNG DER ABWASSER-FÖRDERMENGE Q_{TOT}

Das Kanalisationssystem eines kleinen Krankenhauses muss an eine Klärwasserhauptleitung außerhalb des Gebäudes angeschlossen werden.

Krankenzimmer und Cafeteria befinden sich oberhalb des Straßenniveaus. Daher gelangen Abwasser aus diesen Anlagen über die Schwerkraft in den Hauptabwasserkanal in der nahe gelegenen Straße. Abwasser aus allen anderen Anlagen müssen per Pumpe in den Hauptabwasserkanal befördert werden, da sie sich im Keller des Gebäudes befinden.

In diesem Gebäude sind keine Sanitäranlagen mit durchgängiger Fördermenge Q_c vorhanden. Außerdem gibt es weitere Pumpstationen. Daher ist Q_p nicht relevant. In diesem Gebäude ist die vorgesehene Fördermenge Q_{tot} gleich Q_{ww} .

ANTWORT ZU FALL 1

$$Q_{ww} = K \sqrt{\Sigma DU} = 0,7 \sqrt{55,9} = 5,2 \text{ l/s}$$

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p = 5,2 + 0 + 0 = 5,2 \text{ l/s}$$

Die benötigte Pumpe muss in der Lage sein, während des Betriebs eine Fördermenge von mindestens 5,2 l/s zu bewältigen.

Abflussaggregat (DU), System II	Menge (Stk.)	Wasserfördermenge, (l/s)	Gesamt-Wasserfördermenge, (l/s)
Küche und Personalanlagen			
Geschirrspüler, groß	2	0,6	1,2
Küchenspülen	2	0,6	1,2
Bodenabläufe, DN 100	8	1,2	9,6
Bodenabläufe, DN 70	2	0,9	1,8
WC mit Spülkasten für 6,0 l	4	1,8	7,2
Urinal mit Spülventil	1	0,3	0,3
Dusche mit Stopfen	8	0,5	4,0
Waschbecken, Bidet	8	0,3	2,4
Wachbereich			
Waschmaschine für bis zu 12 kg	10	1,2	12,0
Bodenabläufe, DN 100	10	1,2	12,0
Waschbecken, Bidet	2	0,3	0,6
WC mit Spülkasten für 6,0 l	2	1,8	3,6
Summe, DU			55,9 l/s

Nutzung der Vorrichtungen	K
Zeitweilige Nutzung, z. B. in Wohnung, Gästehaus, Büro	0,5
Regelmäßige Nutzung, z. B. in Krankenhaus, Schule, Restaurant, Hotel	0,7
Starke Nutzung, z. B. in öffentlichen Toiletten und/oder Duschen	1,0
Besondere Nutzung, z. B. Labor	1,2

FALL 2. FÖRDERMENGE DES REGENWASSERABFLUSSES

Es soll eine Regenwasseranlage für ein Einkaufszentrum konstruiert werden. Das Gebäude besitzt 830 m² an Dachfläche und 2.560 m² Fassade. Die Auffangmenge wird durch Prüfung der Abflussbereiche der betroffenen Gebäude und des Grundstücks, auf dem sie stehen, ermittelt. Mit Abfluss-Koeffizienten wird die Menge in Abhängigkeit von der wahrscheinlichen Aufnahme der Oberfläche reduziert:

Hinweis:

Da die Intensität, Dauer und Häufigkeit von Regenfällen auf der ganzen Welt variiert, sollten Regenwasseranlagen stets entsprechend den vor Ort geltenden Richtlinien und Gesetzen dimensioniert werden.

Abfluss-Koeffizient, c

Die Ablaufmenge hängt von der Durchlässigkeit der Oberfläche ab und beschreibt die Menge an Regenwasser, die als Ablauf in Relation zur Gesamt-Regenmenge erscheint.

$$c = \frac{\text{Ablaufmenge}}{\text{Regenmenge}}$$

Beispiele für Abfluss-Koeffizienten, c, nach Oberflächentyp:

Unbebaute Bereiche	0,10 - 0,30
Wohngebiete	0,30 - 0,75
Rasenflächen	0,05 - 0,35
Asphaltstraßen	0,70 - 0,95
Betonstraßen	0,80 - 0,95
Ziegelstraßen	0,70 - 0,85
Spielplätze	0,20 - 0,35
Auffahrten und Gehwege	0,75 - 0,85
Dächer und Fassaden	0,75 - 0,95

Anwendung	n	Regenwasser i l/sm ² (l/sha)
Separate Anlagen: Bei denen nur das Risiko von Unannehmlichkeiten besteht, z. B. Überflutung außerhalb des Gebäudes	1	0,011 (110)
Gemeinsame Systeme: Bei denen nur das Risiko von Unannehmlichkeiten besteht, z. B. Geruch. Überflutung ist nicht akzeptabel	1	0,011 (110)
Bei denen das Risiko eines geringen Schadens an Gebäuden, Möbeln, Maschinen oder Ausrüstung besteht. Die Wiederaufnahme des Normalbetriebs sollte nach einer einfachen Reinigung und kurzfristiger Trocknung möglich sein.	1/2	0,014 (140)
Bei denen das Risiko eines schweren Schadens an Gebäuden, Möbeln, Maschinen oder Ausrüstung besteht	1/10	0,023 (230)
Bei denen das Risiko von Unfällen oder Gesundheitsgefahren für Mensch und Tier besteht	~ 1	Max. erw. Regenwasser-Intensität

Die gesamte Regenwasser-Fördermenge Q_r berechnet sich aus:

$$Q_r = A \cdot i \cdot c \quad , \text{ wobei}$$

- Q_r = vorgesehene Fördermenge (l/s)
- A = Ablaufbereich (m²)
- i = Regenfall-Intensität (l/sm²)
- c = Ablauf-Koeffizient (-)

Auffangbereiche

Horizontaler Bereich (Dachfläche(n)):	830 m ²
Vertikaler Bereich (Fassade auf einer Seite):	2.560 m ²
1/3 =	855 m ²
Bürgersteig:	250 m ²
Spielplatz, Kies:	400 m ²
Parkplatz, Asphalt	2.350 m ²
Rasenfläche:	400 m ²

Mit einer Regenwasserintensität von 140 l/s/ha wird das Risiko kleinerer Gebäudeschäden vermieden.

Gesamtdurchfluss, $Q_r = A \times I \times c$ **ANTWORT ZU FALL 2**

Dach	$830 \text{ m}^2 \times 0,014 \text{ lsm}^2 \times 0,95 = 11,0 \text{ l/s}$
Fassade	$855 \text{ m}^2 \times 0,014 \text{ lsm}^2 \times 0,95 = 11,4 \text{ l/s}$
Gehwege	$250 \text{ m}^2 \times 0,014 \text{ lsm}^2 \times 0,85 = 3,0 \text{ l/s}$
Spielplatz	$400 \text{ m}^2 \times 0,014 \text{ lsm}^2 \times 0,35 = 2,0 \text{ l/s}$
Parkplatz	$2.350 \text{ m}^2 \times 0,014 \text{ lsm}^2 \times 0,85 = 28,0 \text{ l/s}$
Rasenfläche	$400 \text{ m}^2 \times 0,014 \text{ lsm}^2 \times 0,35 = 2,0 \text{ l/s}$

Regenwasser-Fördermenge, $Q_r = 57,4 \text{ l/s}$



FALL 3. DRAINAGEWASSER-FÖRDERMENGE

Klassifizierung der Zustände von Erdboden und Grundwasser

Zum Bestimmen, ob ein Gebäude oder ein Bauwerk entwässert werden sollte oder nicht, und zum Berechnen der Menge der Abwasserflüsse müssen die Zustände von Erdboden und Grundwasser kategorisiert werden.

Hinweis:

Die Entwässerungsverfahren in diesem Kapitel basieren auf der dänischen Norm DS436. Beim Entwässern von Gebäuden und Bauwerken sind stets die vor Ort gültigen Gesetze und Richtlinien einzuhalten.

Klasse 1:

Sandböden und andere durchlässige Bodentypen mit einem Grundwasserspiegel unterhalb des Entwässerungsniveaus.

Klasse 2:

Undurchlässiger Erdboden mit einem Grundwasserspiegel unterhalb des Entwässerungsniveaus.

Klasse 3:

Wenig durchlässiger Erdboden mit einem Grundwasserspiegel oberhalb des Entwässerungsniveaus.

Klasse 4:

Stark durchlässiger Erdboden mit einem Grundwasserspiegel oberhalb des Entwässerungsniveaus.

Drainagewasser-Fördermenge

Die Schätzung der Drainagewasser-Fördermenge sollte vor der Auslegung der Drainageanlage und der Dimensionierung der Pumpen erfolgen. Im Vergleich mit den Fördermengen von Regenwasser fallen Drainagewasser-Fördermengen normalerweise moderat aus.

WÄNDE:

Klasse 1:

In der Regel keine Entwässerung

Klasse 2:

Wasser-Fördermenge je m² Wand:
 $q = 0,01 - 0,03 \text{ l/sm}^2$

Klasse 3:

Wasser-Fördermenge je m² Wand:
 $q = 0,03 - 0,1 \text{ l/sm}^2$

Klasse 4:

In der Regel keine Entwässerung

STOCKWERKE:

Klasse 3: Wasser-Fördermenge je m² Boden:
 $q = 0,001 - 0,005 \text{ l/sm}^2$

Klasse 4: In der Regel keine Entwässerung

Hinweis:

Die Schätzung von Wasser-Fördermengen je m² Wand oder Fußboden erfolgt anhand der Klimabedingungen mit jeweils moderaten Intensitäten, Häufigkeiten und Dauern von Niederschlag. Drainagewasser-Fördermengen sollten immer auf nationalen Richtlinien und Gesetzen basieren.

Die Drainagewasser-Fördermenge, Q_d , errechnet sich aus Folgendem:

$$Q_d = A \cdot q \quad , \text{ wobei}$$

Q_d = Drainagewasser-Fördermenge (l/s)

A = Wand- oder Bodenfläche (m²)

q = Wasser-Fördermenge je m² Wand oder Boden

Ein Gebäude für ein Einkaufszentrum befindet sich in der Konstruktionsphase. Die Zustände von Grundwasser und Erdboden wurden untersucht, und das Gebäude benötigt eine Entwässerungsanlage entlang seiner Eingrenzung und unter dem Kellergeschoss.

Gebäudeabmessungen:

Kellerhöhe: 3 m

Kellerlänge: 65 m

Kellerbreite: 30 m

Der Boden auf dem Grundstück ist undurchlässig und der Grundwasserspiegel liegt oberhalb des Entwässerungsniveaus. Damit handelt es sich um ein Klasse-3-Gebäude.

Drainagewasser-Fördermenge, $Q_d = A \times q$

Antwort zu Fall 3:

Wände:

$$2 \times (65 \text{ m} + 30 \text{ m}) \times 3 \text{ m} \times 0,06 \text{ l/sm}^2 = 34,2 \text{ l/s}$$

$$\text{Geschoss: } 65 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 0,003 \text{ l/sm}^2 = 5,85 \text{ l/s}$$

Drainagewasser-Fördermenge, $Q_d = 40 \text{ l/s}$

FALL 4. AUSLEGUNG DER ABWASSERPUMPE

Abwasser aus einem Hotelgebäude mit 80 Zimmern muss in den Hauptabwasserkanal in einer nahe gelegenen Straße gefördert werden. Es wurde entschieden, zwei identische Pumpen zu installieren, die im Wechselbetrieb laufen sollen. Das bedeutet eine Reserveförderleistung von 100 %. Die Abwasser-Fördermenge wurde bereits berechnet:

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_c + Q_p = 3,76 + 0 + 0 = 3,76 \text{ l/s}$$

Weitere Daten:

Straßenniveau	0,0 m
Druckleitungs-Zulauf in den Hauptabwasserkanal	1,0 m unter Straßenniveau
Höchste Rückstauenebene	2,0 m unter Straßenniveau
Abwasser-Zulaufhöhe	5,5 m unter Straßenniveau
Ausschaltniveau der Pumpe	6,5 m unter Straßenniveau

Länge der Druckleitung: 75 m

1. Statische Förderhöhe:

H_{geo} = Auslassniveau der Druckleitung - Ausschaltniveau der Pumpe

$$H_{\text{geo}} = 6,5 \text{ m} - 1,0 \text{ m} = 5,5 \text{ m}$$

2. Verluste in Ventilen und Anschlussstücken, $H_{\text{v,A}}$:

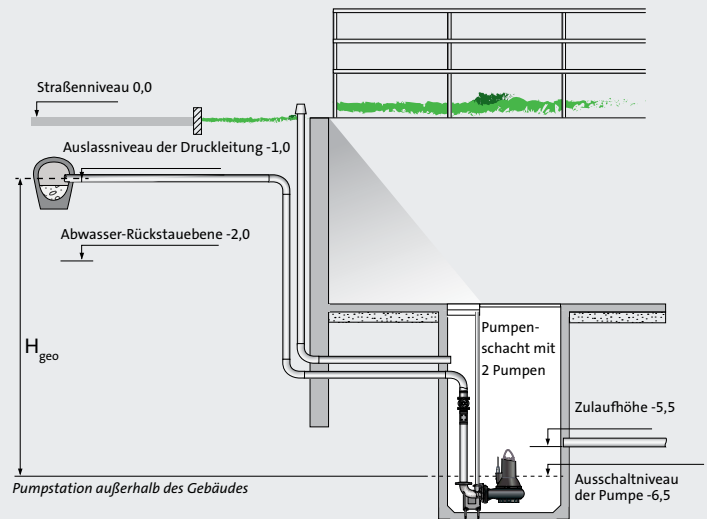
Die Strömungsgeschwindigkeit im Rohr errechnet sich aus: $v = \frac{Q}{A}$

v = Strömungsgeschwindigkeit (m/s). Horizontale Rohre:

0,7–3,0 m/s, vertikale Rohre: min. 1,0 m/s

Q = Abwasser-Fördermenge (m^3/s)

A = Interne Rohrfläche (m^2)



Es wird eine DN80-Druckleitung mit einem Innendurchmesser von 70 mm gewählt. Es zeigt sich, dass die Fließgeschwindigkeit innerhalb des akzeptablen Bereichs von 0,7 - 3,0 m/s liegt.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d_i^2} = \frac{3,76 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,07^2} = 0,98 \text{ m/s}$$

Verlustbeiwerte (Zeta) (-) für Ventile und Anschlussstücke an der Druckleitung werden berechnet:

Absperrschieber 1 x 0,5 = 0,5
 Rückschlagventil 1 x 2,2 = 2,2
 Rohrbogen mit 90° 5 x 0,5 = 2,5
 T-Stück 1 x 1,5 = 1,5
Gesamtwert (Zeta) = 6,7

Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken werden berechnet:

$$H_{V,A} = \sum_i \zeta_i \frac{v_i^2}{2g}$$

$$H_{V,A} = 6,7 \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,33 \text{ m}$$

3. Lineare Reibungsverluste in Druckleitung, $H_{V,R}$

Der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung wird ermittelt:

$$H_{V,R} = H_{V,j} \times L_{V,i} = 0,020 \times 75 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$$

Die Förderhöhe, $H_{V,j}$ findet sich im Nomogramm als Funktion der Fördermenge und des Innendurchmessers des Rohres.

4. Austrittsdruck, H_p

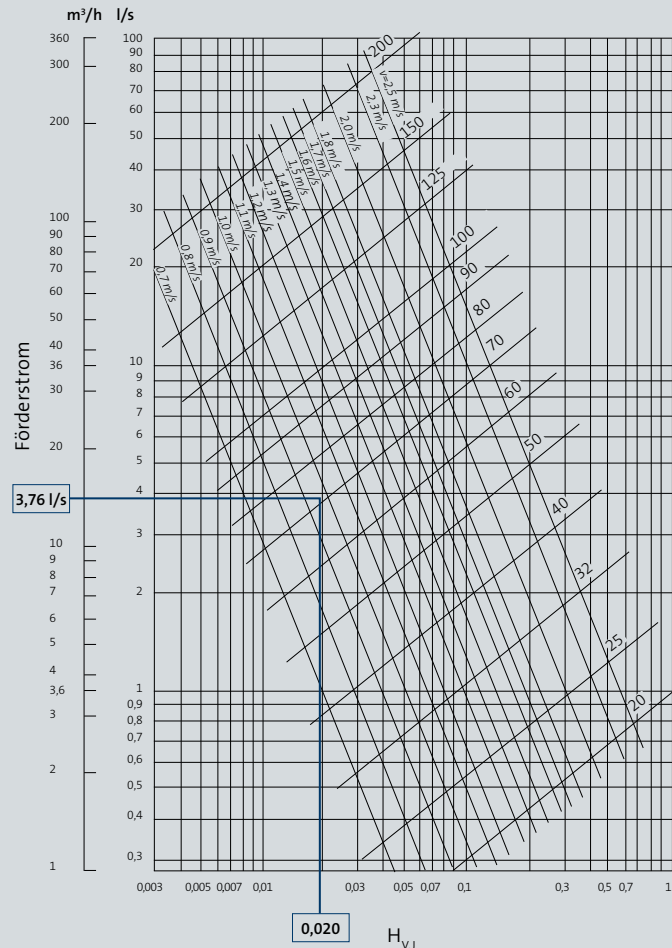
Der Austrittsdruck der Pumpe, H_p , sollte der Gesamtförderhöhe im System, H_{tot} , entsprechen oder sie übersteigen.

Die Gesamtförderhöhe wird wie folgt berechnet:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_V, \text{ wobei } H_V = H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{tot} = 5,5 \text{ m} + 0,33 \text{ m} + 1,50 \text{ m} = 7,33 \text{ m}$$



Die Dimensionierung der Pumpen erfolgt im Grundfos Product Center.

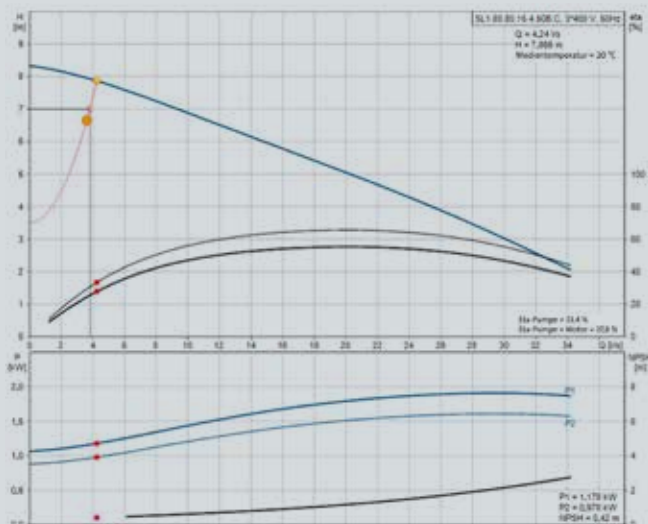
Fördermenge, statische Höhe (geometrische Höhe) und Reibungsverluste werden im Dimensionierungstool als Eingabewerte verwendet:

Fördermenge, Q_{tot} = 3,76 l/s
 Statische Höhe, H_{geo} = 5,5 m
 Reibungsverluste: $H_{V,A} + H_{V,R}$ = 1,83 m

Im Grundfos Product Center wird der Pumpentyp SL1.80.80.15.4.50D.B ausgewählt. Die Pumpen verfügen über einen freien Durchgang von 80 mm und Auslässe von ebenfalls 80 mm.

Die Pumpen sind etwas überdimensioniert für den Betriebspunkt mit einer:

Fördermenge von 4,24 l/s
 Förderhöhe von 7,8 m
 Die Geschwindigkeit in der Druckleitung beträgt ca. 1,3 m/s.



FALL 5. PUMPENAUSLEGUNG FÜR REGEN- UND KLÄRWASSER

Regenwasser soll in einer kombinierten Anlage aus einem Dorf abgepumpt werden, d. h., Klär-, Schmutz- und Regenwasser fließt zur Pumpstation und muss von dort in den Hauptabwasserkanal gefördert werden.

Es wurde entschieden, drei identische Pumpen zu installieren. Zwei der Pumpen sollen bei starkem Regen in Parallelbetrieb laufen, die dritte dient als Bereitschaftspumpe. Bei Trockenheit und leichtem Regenfall arbeiten zwei Pumpen im Wechselbetrieb. Die Spitzenfördermenge wurde bereits berechnet:

Spitzenzulauf in den Schacht: 22 l/s
 Erforderliche Förderleistung mit zwei Pumpen im Parallelbetrieb: 22 l/s x 1,05 = 23 l/s

$Q_{tot} = 23$ l/s

Weitere Daten:

- Straßenniveau: 0,0 m
- Druckleitungs-Zulauf in den Hauptabwasserkanal: 1,0 m unter Straßenniveau
- Höchste Rückstauenebene: 1,5 m unter Straßenniveau
- Abwasser-Zulaufhöhe: 4,5 m unter Straßenniveau
- Ausschaltniveau der Pumpe: 6,8 m unter Straßenniveau

Vertikale Druckleitungen und Verteilerrohr in den Pumpenschacht: Länge einschließlich Ventilen beträgt 5,5 m
 Horizontale Druckleitung außerhalb des Schachtes: Länge 135 m

1. Statische Förderhöhe:

H_{geo} = Auslassniveau der Druckleitung - Ausschaltniveau der Pumpe

$$H_{\text{geo}} = 6,8 \text{ m} - 1,0 \text{ m} = 5,8 \text{ m}$$

2. Verluste in Ventilen und Anschlussstücken, $H_{V,A}$:

Die Strömungsgeschwindigkeit im Rohr errechnet sich aus: $v = \frac{Q}{A}$

v = Strömungsgeschwindigkeit (m/s). Horizontale Rohre:

0,7–3,0 m/s, vertikale Rohre: min. 1,0 m/s

Q = Abwasser-Fördermenge (m³/s)

A = Interne Rohrfläche (m²)

Zwei Pumpen im Parallelbetrieb

Es werden vertikale Druckleitungen mit DN100 und Verteilerrohr im Schacht mit einem Innendurchmesser von 92 mm ausgewählt. Es zeigt sich, dass die Fließgeschwindigkeit innerhalb des akzeptablen Bereichs von 0,7 - 3,0 m/s liegt.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_i^2}{4}} = \frac{11,5 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi \cdot 0,092^2}{4}} = 1,7 \text{ m/s}$$

Bei zwei Pumpen im Parallelbetrieb beträgt die Fließgeschwindigkeit in der vertikalen Druckleitung 1,7 m/s.

Für außerhalb des Schachtes wird eine horizontale Druckleitung mit DN150 und einem Innendurchmesser von 140 mm ausgewählt. Es zeigt sich, dass die Fließgeschwindigkeit innerhalb des akzeptablen Bereichs von 0,7 - 3,0 m/s liegt.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_i^2}{4}} = \frac{23 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi \cdot 0,140^2}{4}} = 1,5 \text{ m/s}$$

Bei zwei Pumpen im Parallelbetrieb beträgt die Fließgeschwindigkeit in der horizontalen Druckleitung 1,5 m/s.

Verlustbeiwerte (Zeta) (-) für Ventile und Anschlussstücke an der Druckleitung innerhalb des Schachtes werden berechnet:

Absperrschieber 1 x 0,5 = 0,5

Rückschlagventil 1 x 2,2 = 2,2

Rohrbogen mit 90° 2 x 0,5 = 1,0

T-Stück 1 x 1,5 = 1,5

Gesamtwert (Zeta) innerhalb des Schachtes = 5,2

Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken werden berechnet:

$$H_{V,A} = \sum_i \zeta_i \frac{v_i^2}{2g}$$

$$H_{V,A} = 5,2 \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,45 \text{ m}$$

Verlustbeiwerte (Zeta) (-) für Ventile und Anschlussstücke an der Druckleitung außerhalb des Schachtes werden berechnet:

Erweiterung 10° 1 x 0,5 = 0,5

Rohrbogen mit 90° 3 x 0,5 = 1,5

Ablauf 1 x 1,0 = 1,0

Gesamtwert (Zeta) außerhalb des Schachtes = 3,0

Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken werden berechnet:

$$H_{V,A} = 3,0 \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,23 \text{ m}$$

3. Lineare Reibungsverluste in Druckleitung, $H_{V,R}$

Der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung innerhalb des Schachtes wird ermittelt:

$$H_{V,R} = H_{Vj} \times L_{V,i} = 0,04 \times 5,5 \text{ m} = 0,22 \text{ m}$$

Der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung außerhalb des Schachtes wird ermittelt:

$$H_{V,R} = H_{Vj} \times L_{V,i} = 0,02 \times 135 \text{ m} = 2,7 \text{ m}$$

$$H_{R,R} \text{ gesamt} = (0,22 \text{ m} + 2,7 \text{ m}) = 2,9 \text{ m}$$

Die Förderhöhe, H_{Vj} , findet sich im oben stehenden Nomogramm.

4. Austrittsdruck, H_p

Der Austrittsdruck der Pumpe, H_p , sollte der Gesamtförderhöhe im System, H_{tot} , entsprechen oder sie übersteigen.

Die Gesamtförderhöhe wird wie folgt berechnet:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_v \quad , \quad \text{wobei} \quad H_v = H_{v,A} + H_{v,R}$$

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{v,A} + H_{v,R}$$

$$H_{tot} = 5,8 \text{ m} + 0,68 \text{ m} + 2,9 \text{ m} = 9,4 \text{ m}$$

Die Dimensionierung der Pumpen erfolgt im Grundfos Product Center. Die erforderliche Förderleistung mit zwei Pumpen in Parallelbetrieb beträgt:

Förderstrom: 23 l/s

Förderhöhe: 9,3 m

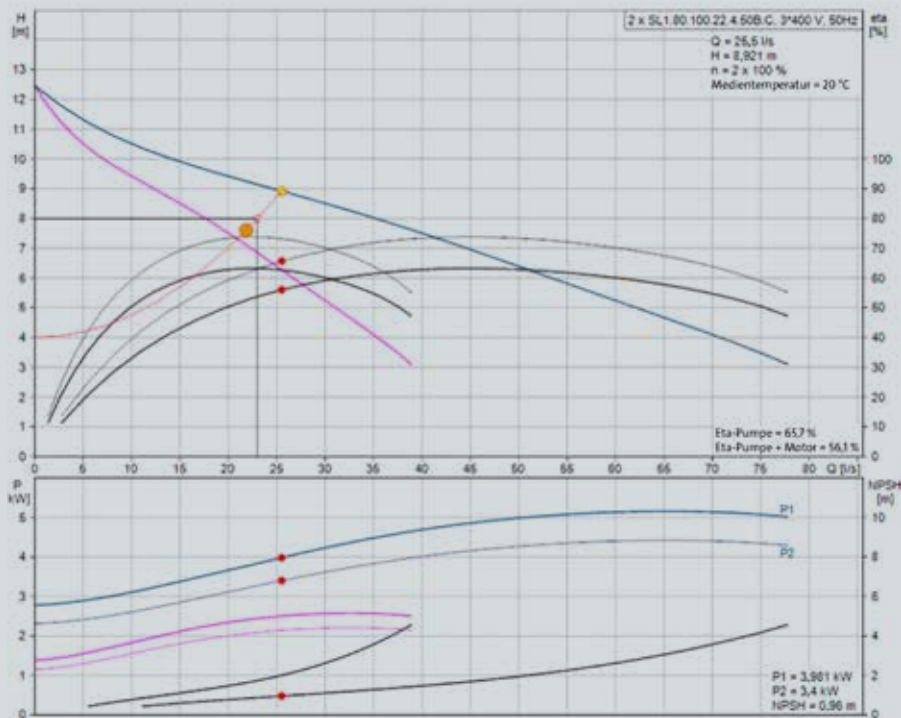
Im Grundfos Product Center wird der Pumpentyp

SLV.80.100.22.4.50B.C. ausgewählt. Die Pumpen verfügen über

einen freien Durchgang von 80 mm und Auslässe mit DN 100.

Förderstrom: 22,7 l/s

Förderhöhe: 9,3 m



WECHSELBETRIEB

1. Statische Förderhöhe:

H_{geo} = Auslassniveau der Druckleitung - Ausschaltniveau der Pumpe

$$H_{\text{geo}} = 6,8 \text{ m} - 1,0 \text{ m} = 5,8 \text{ m}$$

2. Verluste in Ventilen und Anschlussstücken, H_{VA} :

Die Strömungsgeschwindigkeit im Rohr errechnet sich aus:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Wenn nur eine Pumpe in Betrieb ist, wird die Fördermenge mit der

Hälfte der Fördermenge im Parallelbetrieb veranschlagt. Dies geschieht in dem Wissen, dass sie aufgrund des geringeren Reibungsverlustes tatsächlich etwas höher ausfallen wird:
 $0,5 \times 23 \text{ l/s} = 11,5 \text{ l/s}$

Vertikale Druckleitungen mit DN100 und Verteilerrohr im Schacht mit einem Innendurchmesser von 92 mm

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} = \frac{11,5 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,092^2} = 1,7 \text{ m/s}$$

Wenn nur eine Pumpe in Betrieb ist, beträgt die Fließgeschwindigkeit in der vertikalen Druckleitung 1,7 m/s.

Horizontale Druckleitung von DN150 mit einem Innendurchmesser von 140 mm außerhalb des Schachtes

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} = \frac{11,5 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,140^2} = 0,75 \text{ m/s}$$

Wenn nur eine Pumpe in Betrieb ist, beträgt die Fließgeschwindigkeit in der horizontalen Druckleitung 0,75 m/s.

Verlustbeiwerte (Zeta) (-) für Ventile und Anschlussstücke an der Druckleitung innerhalb des Schachtes werden berechnet:

Gesamtwert (Zeta) innerhalb des Schachtes = 5,2

Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken werden berechnet:

$$H_{\text{VA}} = 5,2 \frac{1,7}{2 \cdot 9,81} = 0,45 \text{ m}$$

Gesamtwert (Zeta) außerhalb des Schachtes = 3,0

Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken werden berechnet:

$$H_{\text{VA}} = 3,0 \frac{0,75}{2 \cdot 9,81} = 0,11 \text{ m}$$

3. Lineare Reibungsverluste in Druckleitung, H_{VR}

Der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung innerhalb des Schachtes wird ermittelt:

$$H_{\text{VR}} = H_{\text{Vj}} \times L_{\text{Vi}} = 0,041 \times 5,5 \text{ m} = 0,23 \text{ m}$$

Der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung außerhalb des Schachtes wird ermittelt:

$$H_{\text{VR}} = H_{\text{Vj}} \times L_{\text{Vi}} = 0,005 \times 135 \text{ m} = 0,68 \text{ m}$$

$$H_{\text{R,R gesamt}} = (0,23 \text{ m} + 0,68 \text{ m}) = 0,9 \text{ m}$$

Die Förderhöhe, H_{Vj} , findet sich im unten stehenden Nomogramm.

4. Austrittsdruck, H_p

Der Austrittsdruck der Pumpe, H_p , sollte der Gesamtförderhöhe im System, H_{tot} , entsprechen oder sie übersteigen. Die Gesamtförderhöhe wird wie folgt berechnet:

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{geo}} + H_v \quad \text{wobei} \quad H_v = H_{\text{VA}} + H_{\text{VR}}$$

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{geo}} + H_{\text{VA}} + H_{\text{VR}}$$

$$H_{\text{tot}} = 5,8 \text{ m} + 0,56 \text{ m} + 0,9 \text{ m} = 7,3 \text{ m}$$

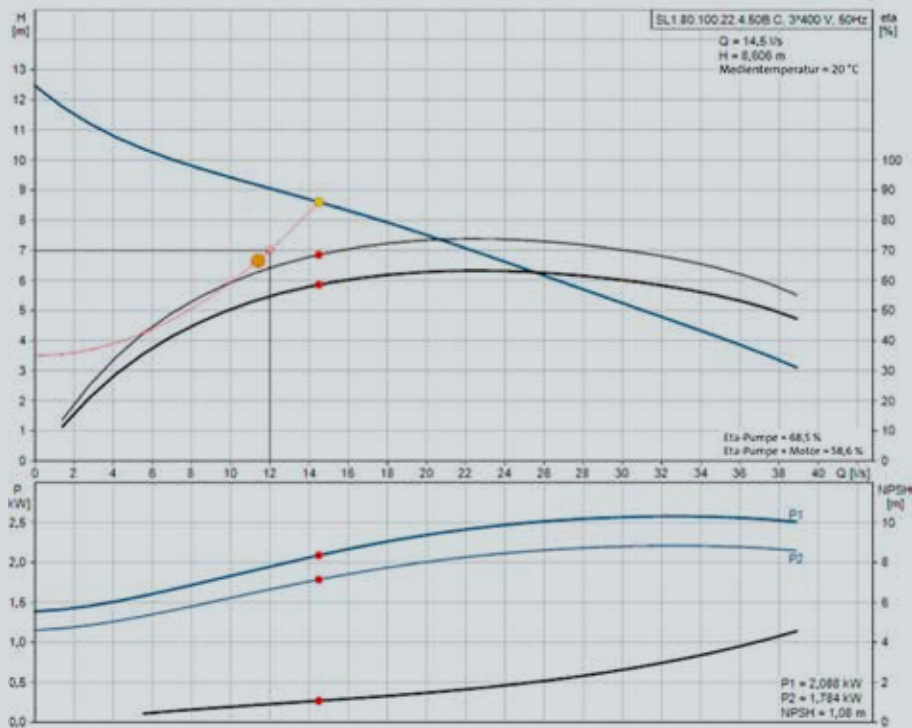
Der Betriebspunkt für den Betrieb mit nur einer Pumpe.

Im Grundfos Product Center wird der Pumpentyp
SLV.80.100.22.4.50B.C. dimensioniert.

Ergebnis:

Förderstrom: 13,8 l/s

Förderhöhe: 7,9 m



FALL 6. AUSLEGUNG EINER MULTILIFT-HEBEANLAGE

Von einem Mehrfamilienhaus soll Abwasser in den Hauptabwasserkanal gefördert werden. Diesmal verwenden wir für diese Aufgabe eine Hebeanlage.

1. Maximales stündliches Zulaufvolumen, $V_{\max, h}$

Das aufkommende Abwasser aus Sanitärvorrichtungen in Privathaushalten unterliegt im Laufe eines Tages starken Schwankungen. Studien haben gezeigt, dass die Spitzenwerte im Allgemeinen morgens erreicht werden. Zum Bestimmen der erforderlichen Tankgröße wird das zu erwartende maximale Abwasservolumen pro Stunde ($V_{\max, h}$) für die Stunde des Tages (oder der Woche) berechnet, in der die Fördermenge am höchsten ist. Bei einem Mehrfamilienhaus ist dies üblicherweise in den Morgenstunden, wenn die Bewohner duschen und ihre morgendlichen Geschäfte verrichten. In diesem Beispiel werden die Wohnungen von durchschnittlich zwei Personen bewohnt. Im Folgenden wird das gesamte Abwasservolumen, $V_{\max, h}$ berechnet.

Durchschnitts- wohnung mit 2 Personen	Durch- fluss, l/min	Volu- men, l	Dauer, min.	Nut- zung, h-1	Gesamt- durch- fluss, l/h
Waschbecken	10		4	2	80
Dusche	10		5	2	100
Küchenspüle		15		1	15
Geschirrspüler		20		1	20
Waschmaschine, 6 kg		60		1	60
WC, Spülung mit 4 l		4		2	8
WC, Spülung mit 6 l		5		2	12
Gesamtes Wasservolumen innerhalb einer Stunde					295

Tabelle zur Bestimmung des maximalen Abwasservolumens während einer einzelnen Stunde, $V_{\max, h}$

Im Gebäude gibt es 45 Wohnungen. Das ergibt folgendes Abwasservolumen:

$$\hat{a} V_{\max, h} = 45 \times 295 \text{ l/h} = 13,275 \text{ l/h}$$

2. Erste Auswahl der Hebeanlage

Hebeanlagen sind in der Regel auf einen Aussetzbetrieb ausgelegt. Dabei werden pro Stunde eine bestimmte Anzahl von Pump- und Pausenzyklen durchlaufen. Die Anzahl der Starts und Stopps einer Pumpe in einer Hebeanlage beträgt maximal 60 pro Stunde.

Anhand dieser einfachen Regel lässt sich die Gesamtentwässerungsleistung, Q_{\max} , berechnen. Dazu wird die Anzahl der stündlichen Starts/Stopps mit dem Nutzvolumen des Tanks multipliziert. $Q_{\max, h}$ sollte größer sein als $\Sigma V_{\max, h}$

$$Q_{\max, h} = \text{Nutzvolumen des Tanks} \cdot 60$$

Im vorliegenden Fall wird eine Multilift-Hebeanlage des Typs MD1/V bevorzugt. Mit einem Tank bietet sie ein Tanknutzvolumen von 240 l. Bei 60 Starts/Stopps pro Stunde beträgt die Gesamtentwässerungsleistung dieser Multilift MD1/V:

$$Q_{\max, h} = 240 \text{ l} \cdot 60 \text{ h}^{-1} = 14,400 \text{ l/h, was mehr ist als}$$

$$V_{\max, h} = 13,000 \text{ l/h}$$

Multilift-Typ	Anzahl der Tanks	Nutzvolumen der Tanks
Multilift MSS	1	28
Multilift M	1	62
Multilift MOG	1	50
Multilift MD	1	86
Multilift MLD	1	190
Multilift MDG	1	50
Multilift MD1/V+SL	1	240
Multilift MD1/V+SL	2	480
Multilift MD1/V+SL	3	720

Tanknutzvolumen für Multilift

3. Bestimmung der Abwasser-Fördermenge, Q_{ww} :

Um die Verluste in Ventilen und Anschlussstücken zu bestimmen und die Fließgeschwindigkeit in der Druckleitung zu überprüfen, muss die Abwasser-Fördermenge nach EN 12056-2 berechnet werden.

Entsprechend EN12050-2 System 2	DU l/s	Menge	Gesamt l/s
Waschbecken	0,3	2	0,6
Dusche	0,4	2	0,8
Küchenspüle	0,6	1	0,6
Geschirrspüler	0,6	1	0,6
Waschmaschine, 6 kg	0,6	1	0,6
WC	1,8	2	3,6
Gesamtdurchfluss			6,8

Jede Hebeanlage versorgt 50 Wohnungen (jeweils mit DU von 6,8 l/s). Dies ergibt für Q_{ww} :

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU} = 0,5 \sqrt{6,8 \cdot 50} = 9,22 \text{ l/s}$$

Entsprechend der unten stehenden Tabelle für die Nutzung der Vorrichtungen wird eine Abflusskennzahl von 0,5 gewählt.

Nutzung der Vorrichtungen	K
Zeitweilige Nutzung, z. B. in Wohnung, Gästehaus, Büro	0,5
Regelmäßige Nutzung, z. B. in Krankenhaus, Schule, Restaurant, Hotel	0,7
Starke Nutzung, z. B. in öffentlichen Toiletten und/oder Duschen	1,0
Besondere Nutzung, z. B. Labor	1,2

Ausschaltniveau der Pumpe:

5,0 m unter Erdgeschoss

Druckleitungs-Zulauf in den Hauptabwasserkanal:

1,0 m unter Erdgeschoss

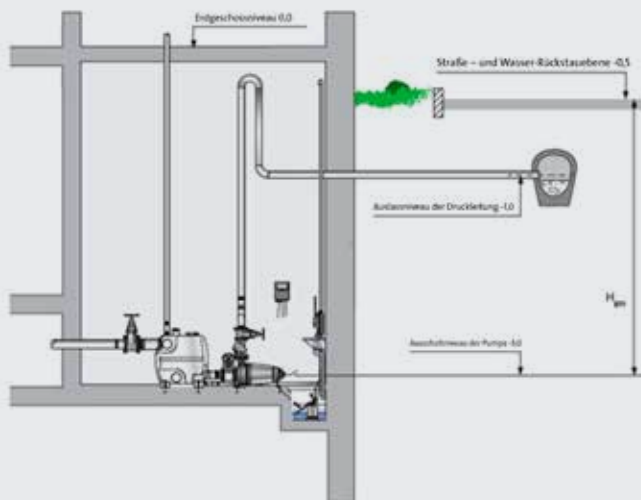
Höchste Rückstauenebene:

0,5 m unter Erdgeschoss

Straßenniveau

0,5 m unter Erdgeschoss

Länge der Druckleitung: 139 m



4. Verluste in Ventilen und Anschlussstücken, $H_{V,A}$:

Die Strömungsgeschwindigkeit im Rohr errechnet sich aus: $v = \frac{Q}{A}$

Es zeigt sich, dass die Fließgeschwindigkeit innerhalb des akzeptablen Bereichs von 0,7 - 3,0 m/s liegt. Es wird ein Rohr mit einem Innendurchmesser von 90 mm gewählt.

$$Q = 9,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d_i^2} = \frac{9,22 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,09^2} = 1,45 \text{ m/s}$$

Verlustbeiwerte (Zeta) (-) für Ventile und Anschlussstücke an der Druckleitung werden berechnet:

Absperrventil	1 x 0,5 = 0,5
Rückschlagventil	1 x 2,2 = 2,2
Rohrbogen 90°	5 x 0,5 = 2,5
T-Stück	1 x 1,0 = 1,0
Gesamtwert (Zeta)	= 6,2

Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken werden berechnet:

$$H_{V,A} = \sum_i z_i \frac{v_i^2}{2g}$$

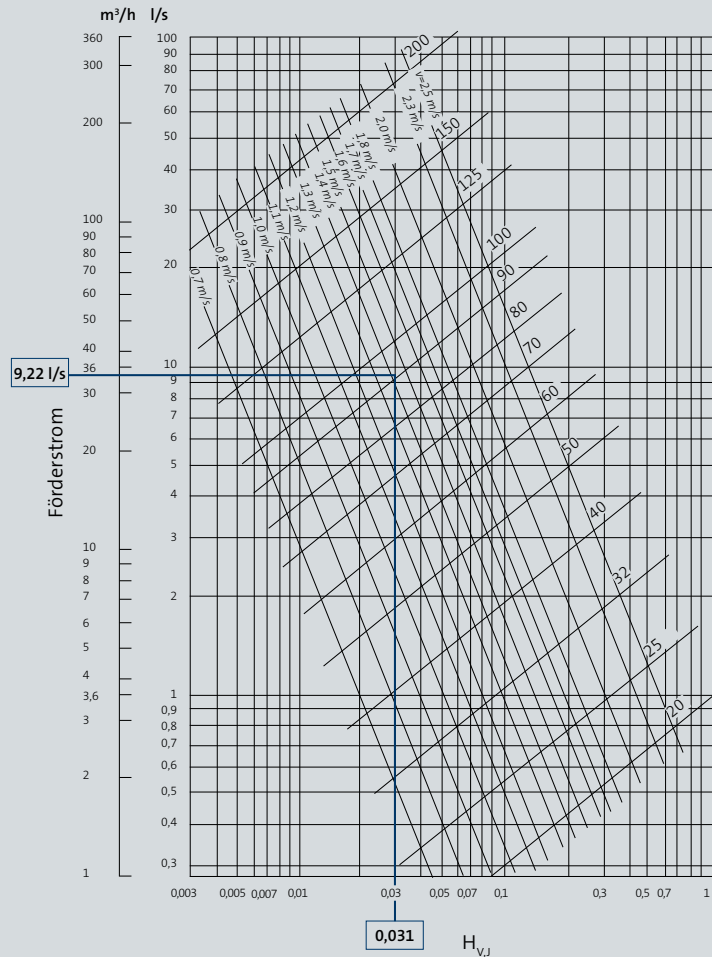
$$H_{V,A} = 6,2 \frac{1,45^2}{2 \cdot 9,81} = 0,7 \text{ m}$$

5. Lineare Reibungsverluste in Druckleitung, $H_{V,R}$

Der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung wird ermittelt:

$$H_{V,R} = H_{V,J} L_{V,J} = 0,031 \cdot 139 \text{ m} = 4,3 \text{ m}$$

Die Förderhöhe, $H_{V,J}$ findet sich im Diagramm.



6. Austrittsdruck, H_p

Der Austrittsdruck der Pumpe, H_p, sollte der Gesamtförderhöhe im System, H_{tot}, entsprechen oder sie übersteigen. Die Gesamtförderhöhe wird wie folgt berechnet.

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{geo}} + H_{\text{v}} \quad \text{wobei} \quad H_{\text{v}} = H_{\text{v,A}} + H_{\text{v,R}}$$

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{geo}} + H_{\text{v,A}} + H_{\text{v,R}} =$$

$$4,5 \text{ m} + 0,7 \text{ m} + 4,3 \text{ m} = 9,5 \text{ m}$$

7. Endgültige Auswahl der Hebeanlage

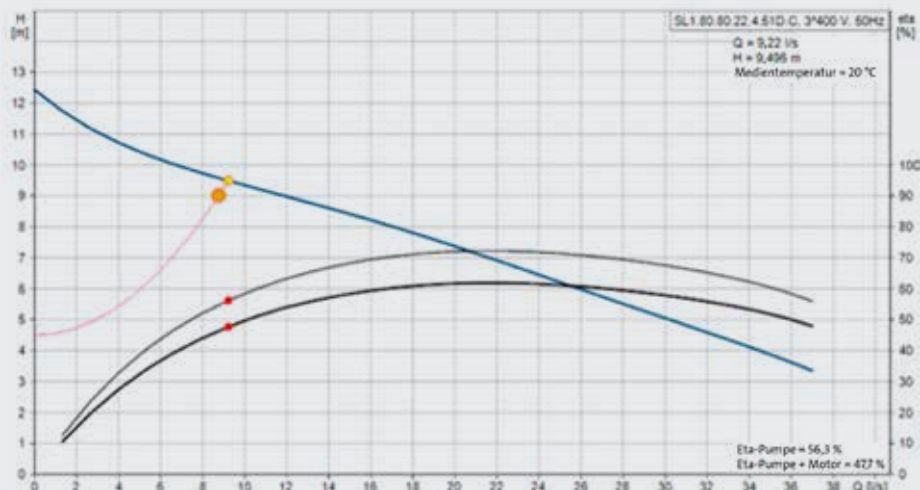
Da in dieser Installation eine Reserveförderleistung von 100 % benötigt wird, wird eine Lösung mit zwei Pumpen ausgewählt, bei der beide Pumpen für die volle Förderleistung ausgelegt und für den Wechselbetrieb eingerichtet sind, bei der jeweils immer noch eine Pumpe zur Zeit läuft.

Die Auslegung der Hebeanlage erfolgt im Grundfos Product Center. Im Grundfos Product Center wird der Pumpentyp SL1.80.80.22.4.51 ausgewählt.

Die Pumpen verfügen über einen freien Durchgang von 80 mm und Auslässe mit DN 80.

Es wird die Hebeanlage MD1.80.80.22.4 mit einem Tank und zwei SL-Pumpen mit je 2,2 kW ausgewählt. Ausschlaggebend für diese Auswahl ist die hohe Effizienz der SL-Pumpen.

Auswahl der Multilift MD1.80.80.22.4 mithilfe der Auslegungshilfe in Abschnitt 10, wo Multilift-Hebeanlagen im Detail beschrieben werden.

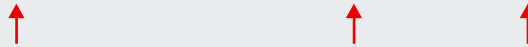


Auswahlkriterien für MD1.80.80.22.4

Gesamtes Wasservolumen innerhalb einer Stunde: 260 l
 Q_{\max} h für eine Pumpe muss größer sein als: 13.275 l/h
 Erforderliche Förderleistung: 9,22 l/s
 Abmessung der Druckleitung DN 80

$H_{\text{geo}} = 4,5 \text{ m}$
 $H_{\text{geo}} = 4,5 \text{ m}$
 Innendurchmesser der Druckleitung: 90 mm
 Länge der Druckleitung: 139 m

Hebeanlage	Spitzendurchflussleistung***			Max. Nutzvolumen des Tanks [l]	Max. Entwässerungskapazität* [l/h] = Max. Zulaufmenge	
	DN 40 [l/s]	DN 80 [l/s]	DN 100 [l/s]		1 Pumpe**	mit 2 laufenden Pumpen
Multilift MSS	N/A	3,5 - 8	5,6 - 8	28	1.680	N/A
Multilift M	N/A	3,5 - 16	5,6 - 16	62	3.720	N/A
Multilift MOG	0,5 - 4,5	N/A	N/A	50	3.000	N/A
Multilift MD	N/A	3,5 - 16	5,6 - 16	86	5.160	10.320
Multilift MLD	N/A	3,5 - 16	5,6 - 16	190	11.400	22.800
Multilift MDG	0,5 - 4,5	N/A	N/A	50	3.000	6.000
Multilift MD1/MDV	N/A	3,5 - 18	5,6 - 28	240 - 720	14.400	28.800



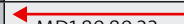
6 m	-	2365	670	260	130 km	73	44	27	16	DN 100	MD1.80.80.75
	785	745	205	80	39	21	-	-	-	DN 80	
	-	1875	505	193	90	48	26	13	-	DN 100	MD1.80.80.55
	630	590	155	58	26	13	-	-	-	DN 80	
	-	1260	325	110	46	20	7	-	-	DN 100	MD1.80.80.40
	430	395	98	32	12	-	-	-	-	DN 80	
	-	830	200	65	20	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.30
	280	260	60	18	-	-	-	-	-	DN 80	
	-	740	164	42	6	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.22
	260	230	48	11	-	-	-	-	-	DN 80	
-	190	6	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.15	
78	54	-	-	-	-	-	-	-	DN 80		

3 m	-	2810	810	325	166	96	60	39	25	DN 100	MD1.80.80.75
	925	885	250	100	50	28	-	-	-	DN 80	
	-	2320	645	255	126	71	43	25	-	DN 100	MD1.80.80.55
	775	730	200	78	37	21	-	-	-	DN 80	
	-	1710	465	174	82	43	23	12	-	DN 100	MD1.80.80.40
	570	535	142	52	24	12	-	-	-	DN 80	
	-	1275	340	129	56	25	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.30
	425	400	104	38	16	6	-	-	-	DN 80	
	-	1190	305	106	41	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.22
	405	370	92	31	11	-	-	-	-	DN 80	
-	635	145	42	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.15	
220	195	42	11	-	-	-	-	-	DN 80		

Q [l/s]	3,5	5,5	10	15	20	25	30	35	40
---------	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----

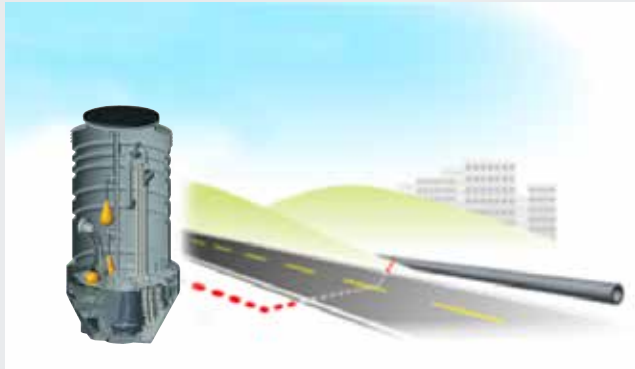


In der Auswahlhilfe sehen wir, dass die MD1.80.80.22.4 in einer Druckleitung mit DN 100 10 l/s fördern kann, wenn die geodätische Höhe 4 m beträgt. Die geodätische Höhe ist etwas geringer als die tatsächlichen 4,5 m, doch sowohl die Höhe der Flussrate als auch die Länge der Druckleitung sind größer als benötigt.



FALL 7. Schneidwerkpumpe auslegen

Ein Rastplatz an einer Autobahn verfügt über vier Toiletten. Das Abwasser aus den Toiletten muss zum Hauptabwasserkanal auf der anderen Seite der Autobahn gefördert werden. In der Pumpstation außerhalb des Gebäudes mit den Toiletten ist nur eine Pumpe installiert, d. h. es wird keine Reserveförderleistung vorbehalten.



1. Bestimmung der Abwasser-Fördermenge, Q_{ww} :

Um die Verluste in Ventilen und Anschlussstücken zu bestimmen und die Fließgeschwindigkeit in der Druckleitung zu überprüfen, muss die Abwasser-Fördermenge nach EN 12056-2 berechnet werden.

Entsprechend EN12050-2 System 2	DU l/s	Menge	Gesamt l/s
Waschbecken	0,3	4	1,2
WC mit Spülkasten für 6,0 l	1,8	4	7,2
Summe, DU			8,4

Für die Berechnung tatsächlicher oder erwarteter Fördermengen in vollständigen oder teilweisen Abwasseranlagen, bei denen nur Sanitärvorrichtungen in Privathaushalten angeschlossen sind, stellt EN 12056-2 die folgende Formel bereit.

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU} \quad \text{wobei}$$

- Q_{ww} = Abwasser-Fördermenge (l/s)
- K = Abflusskennzahl
- DU = Summe der Wasserfördermenge aus allen Abflussaggregaten (l/s)

Die jeweilige Abflusskennzahl K wird anhand der unten stehenden Tabelle ermittelt. In diesem Fall handelt es sich um öffentliche Toiletten, d. h., die Abflusskennzahl lautet 1,0.

Nutzung der Vorrichtungen	K
Zeitweilige Nutzung, z. B. in Wohnung, Gästehaus, Büro	0,5
Regelmäßige Nutzung, z. B. in Krankenhaus, Schule, Restaurant, Hotel	0,7
Starke Nutzung, z. B. in öffentlichen Toiletten und/oder Duschen	1,0
Besondere Nutzung, z. B. Labor	1,2

Die Gesamtfördermenge Q_{tot} , d. h. die vorgesehene Fördermenge, errechnet sich aus:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p, \quad \text{wobei}$$

- Q_{tot} = vorgesehene Fördermenge (l/s)
- Q_{ww} = Abwasser-Fördermenge (l/s)
- Q_c = durchgängige Fördermenge (l/s)
- Q_p = Pumpwasser-Fördermenge (l/s)

An diesem Rastplatz sind keine Sanitäranlagen mit durchgängiger Fördermenge Q_c vorhanden. Außerdem gibt es keine weitere Pumpstationen. Daher sind Q_c und Q_p nicht relevant. Im Ergebnis ist die vorgesehene Fördermenge Q_{tot} gleich Q_{ww} .

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU} = 1,0 \sqrt{8,4} = 2,9 \text{ l/s}$$

Weitere Daten:

- Bodenhöhe für Pumpstation: 0,0 m
- Druckleitungs-Zulauf in den Hauptabwasserkanal: 5,0 m über Bodenhöhe
- Höchste Rückstauenebene: 5,0 m über Bodenhöhe
- Abwasser-Zulaufhöhe: 1,5 m unter Bodenhöhe
- Ausschaltniveau der Pumpe: 3,0 m unter Bodenhöhe

Länge der Druckleitung: 315 m

2 Statische Förderhöhe:

H_{geo} = Auslassniveau der Druckleitung - Ausschaltniveau der Pumpe

$$H_{\text{geo}} = 5,0 \text{ m} + 3,0 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

3. Verluste in Ventilen und Anschlussstücken, $H_{V,A}$:

Die Strömungsgeschwindigkeit im Rohr errechnet sich aus: $v = \frac{Q}{A}$

Es wird ein 2"-Rohr mit einem Innendurchmesser von 50 mm gewählt. Es zeigt sich, dass die Fließgeschwindigkeit innerhalb des akzeptablen Bereichs von 0,7 - 3,0 m/s liegt.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,05^2} = 1,45 \text{ m/s}$$

Verlustbeiwerte (Zeta) (-) für Ventile und Anschlussstücke an der Druckleitung werden berechnet:

Absperrschieber	$1 \times 0,5 = 0,5$
Rückschlagventil	$1 \times 2,2 = 2,2$
Erweiterung	$1 \times 1,0 = 1,0$
Rohrbogen mit 90°	$2 \times 0,5 = 1,0$
Rohrbogen mit 45°	$4 \times 0,3 = 1,2$
Ablauf	$1 \times 1,0 = 1,0$
Gesamtwert (Zeta)	$= 6,9$

Förderhöhenverluste in Ventilen und Anschlussstücken werden berechnet:

$$H_{VA} = \sum_i z_i \frac{v_i^2}{2g}$$

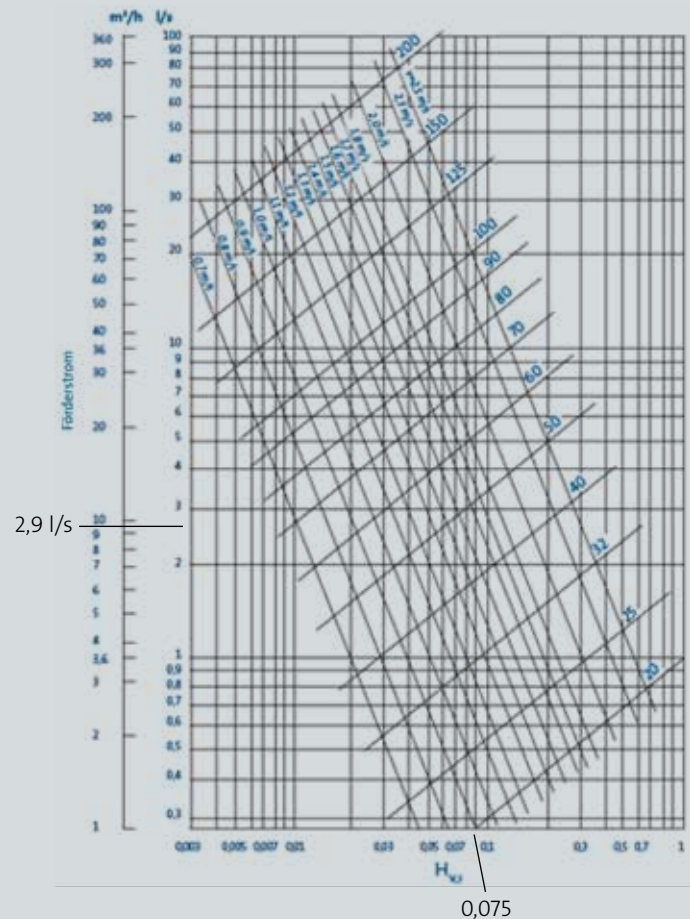
$$H_{VA} = 6,9 \frac{1,45^2}{2 \cdot 9,81} = 0,51 \text{ m}$$

4. Lineare Reibungsverluste in Druckleitung, $H_{V,R}$

Der Gesamtdruckverlust in der Druckleitung wird ermittelt:

$$H_{V,R} = H_{V,i} \times L_{V,i} = 0,075 \times 315 \text{ m} = 23,6 \text{ m}$$

Die Förderhöhe, $H_{V,i}$ findet sich im Nomogramm als Funktion der Fördermenge und des Rohrdurchmessers.



5. Austrittsdruck, H_p

Der Austrittsdruck der Pumpe, H_p , sollte der Gesamtförderhöhe im System, H_{tot} , entsprechen oder sie übersteigen.

Die Gesamtförderhöhe wird wie folgt berechnet:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_v, \text{ wobei } H_v = H_{v,A} + H_{v,R}$$

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{v,A} + H_{v,R}$$

$$H_{tot} = 8,0 \text{ m} + 0,51 \text{ m} + 23,5 \text{ m} = 32 \text{ m}$$

Die richtige Pumpe finden Sie im Grundfos Product Center im Abschnitt zur Dimensionierung.

Fördermenge, statische Höhe (geometrische Höhe) und Reibungsverluste werden im Dimensionierungstool als Eingabewerte verwendet:

$$\text{Fördermenge, } Q_{tot} = 2,9 \text{ l/s}$$

$$\text{Statische Höhe, } H_{geo} = 8,0 \text{ m}$$

$$\text{Reibungsverluste: } H_{v,A} + H_{v,R} = 24,0 \text{ m}$$

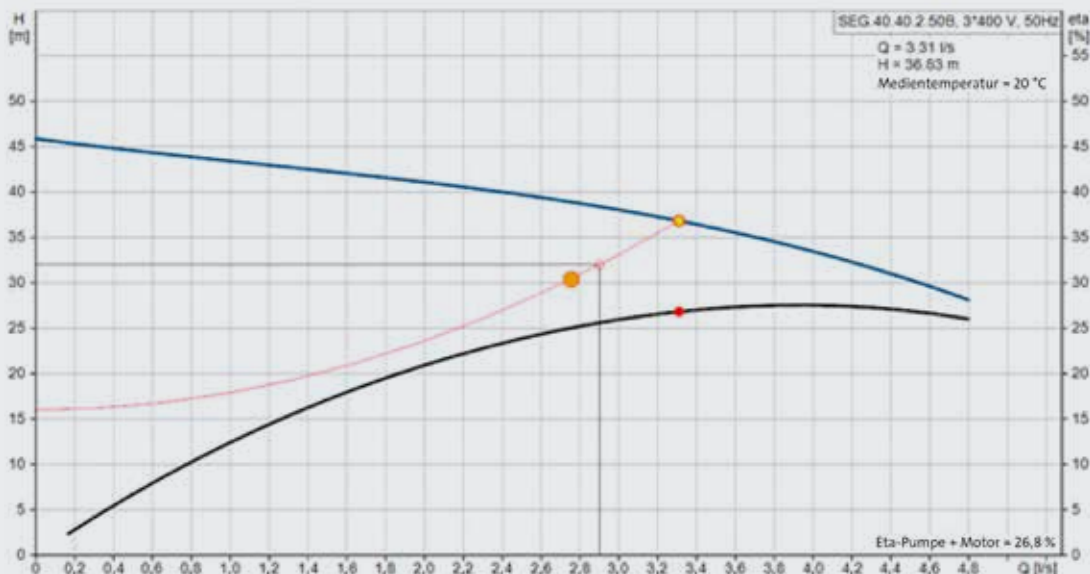
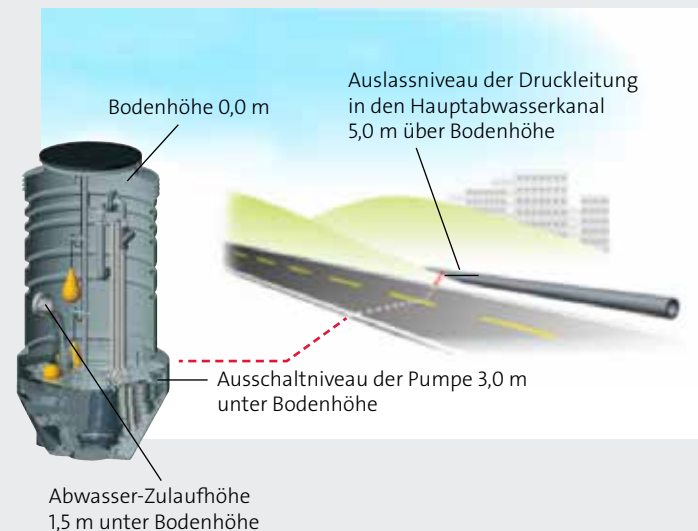
Im Grundfos Product Center wird der Pumpentyp SEG.40.40.2.50B ausgewählt. Bei der Pumpe handelt es sich um eine Schneidwerkpumpe mit 4 kW, 50-Hz-Motor und 40-mm-Auslässen.

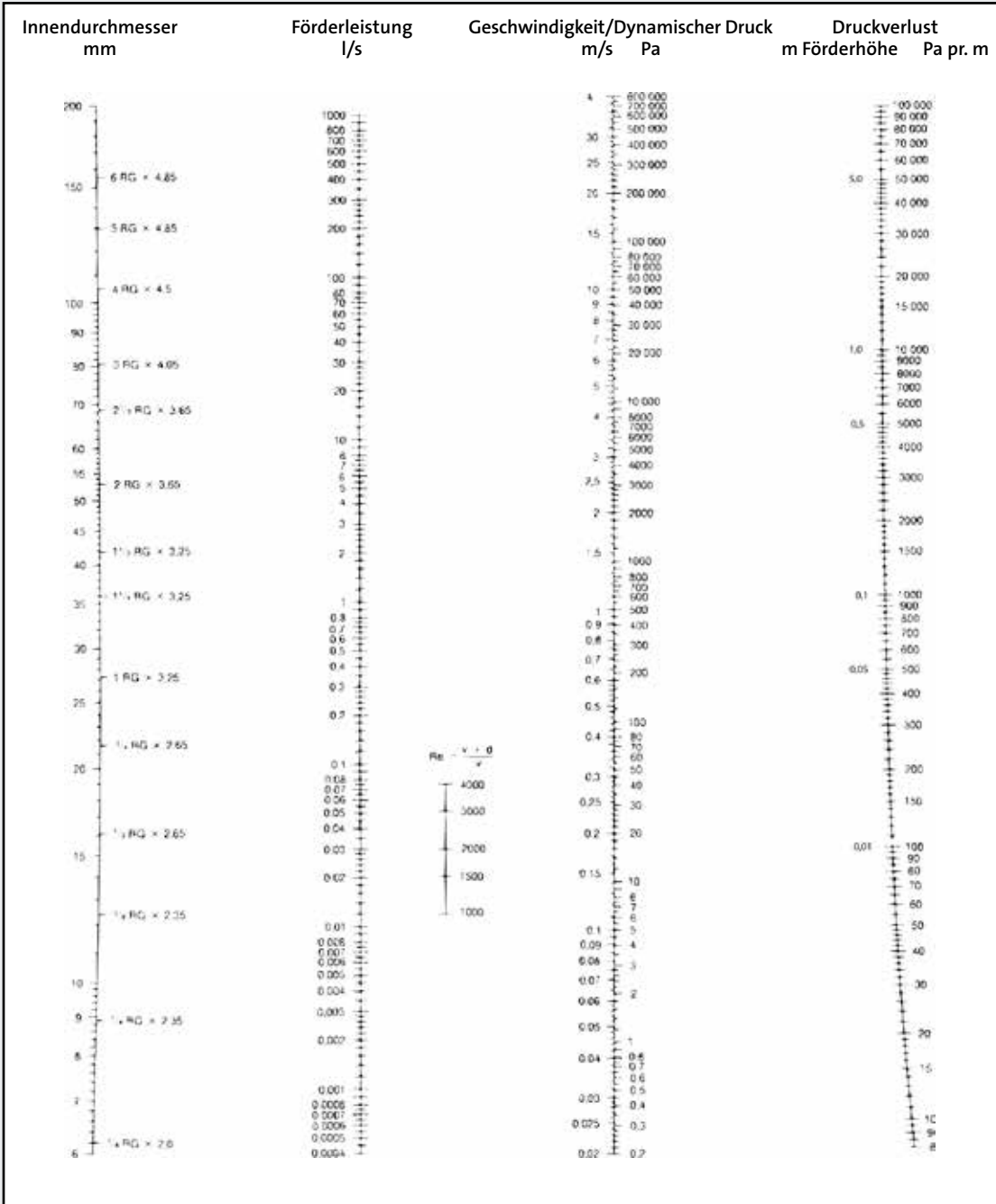
Die Pumpe ist etwas überdimensioniert für den Betriebspunkt mit einer:

Fördermenge von 3,3 l/s

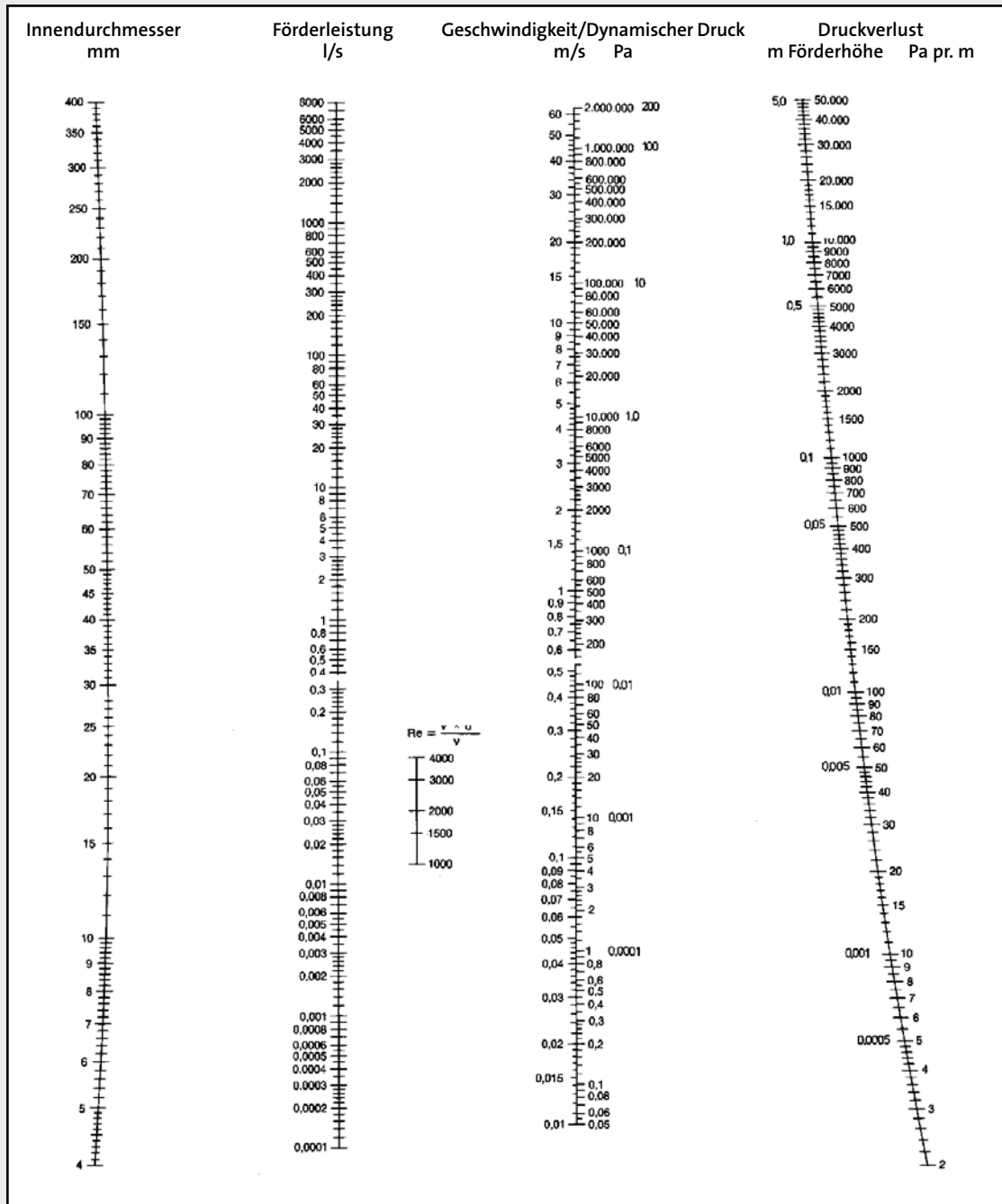
Förderhöhe von 36,8 m

Die Geschwindigkeit in der Druckleitung beträgt ca. 1,6 m/s.





Nanogramm mit Druckverlust in geraden verzinkten Stahlrohren mit Ablagerungen



Nanogramm mit Druckverlust in PVC-Abwasserrohren im Boden mit Ablagerungen



be think innovate



992062070317/GMS Water Utility/2362-BrandBox

Der Name Grundfos, das Grundfos-Logo sowie „be think innovate“ sind eingetragene Warenzeichen der Grundfos Holding A/S bzw. Grundfos A/S, Dänemark. Weltweit alle Rechte vorbehalten.

GRUNDFOS Holding A/S
Poul Due Jensens Vej 7
DK-8850 Bjerringbro
Tel.: +45 87 50 14 00
www.grundfos.com

GRUNDFOS 