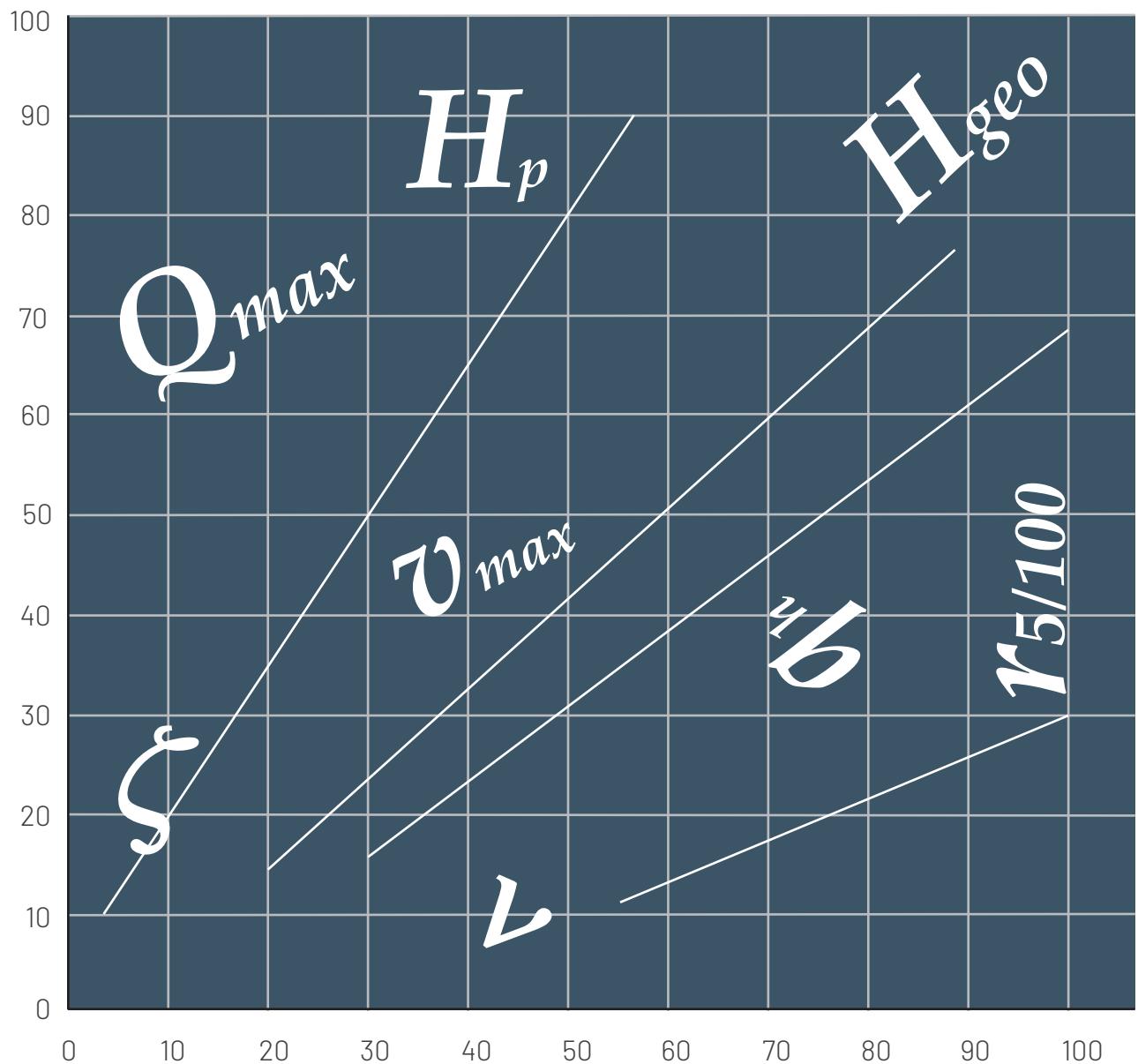


Berechnung von Hebeanlagen und Pumpstationen



INHALT

1. Einleitung	2
1.1 Normenübersicht.....	2
2. Fördermedium	2
2.1 Schmutzwasserabfluss Q_{ww}	3
2.2 Regenwasserabfluss Q_R	5
2.3 Häusliches Schmutzwasser Q_H	6
3. Förderstrecke	7
3.1 Rohrdurchmesser	7
3.2 Rohreibungsverluste H_{vL}	8
3.3 Verluste H_{vE} in Einbauten, Armaturen und Formstücken	11
3.4 Geodätische Förderhöhe H_{geo}	15
3.5 Manometrische Förderhöhe H_{man}	15
3.6 Ermittlung der Fließgeschwindigkeit v	17
4. Förderaggregat.....	18
4.1 Einzel- oder Doppelanlage	18
4.2 Parallelschaltung von Pumpen	18
4.3 Reihenschaltung von Pumpen	19
4.4 Druckleitungsvolumen V_D	20
4.5 Schaltperiodendauer T_{Sp}	20
4.6 Pumpvolumen V_p	20
4.7 Schaltdifferenz h_p	21
4.8 Sumpfvolumen V_{su} , Ausschalthöhe h_{Aus}	22
5. Rechenbeispiele	23
5.1 Rechenbeispiel 1.....	23
5.2 Rechenbeispiel 2	27
6. Auslegungshilfe für Pumpen und Hebeanlagen.....	32
7. Auslegungshilfe für Steuerungstechnik	33
8. Rückstauebene	34
9. Verwendete Formelzeichen	35
10. Druckrohrleitungen aus PEHD (Auszug)	36

1. EINLEITUNG

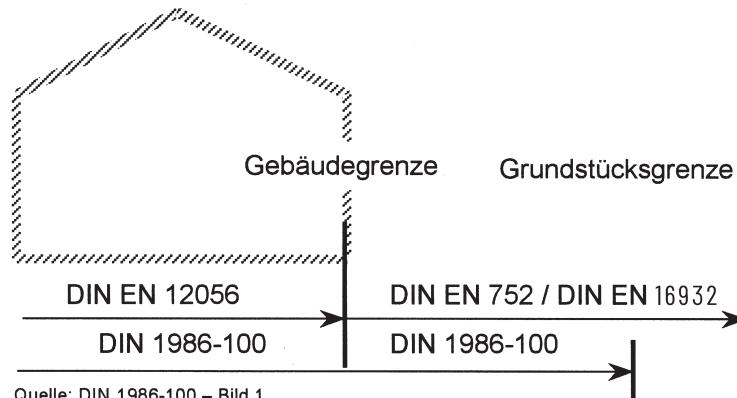
Bei der Dimensionierung von Pumpen und Druckleitungen muss schrittweise vorgegangen werden. Die wichtigsten vier Kriterien sind

- **WAS** für ein Medium? Fördermedium
- **WIEVIEL** Menge? Fördermenge
- **WOHIN**, wie weit, wie hoch? Förderstrecke
- **WOMIT** soll gepumpt werden? Förderaggregat

Zum besseren Verständnis der Formelzeichen finden Sie am Ende eine Zusammenstellung der verwendeten Formelzeichen.

Unter 5. Rechenbeispiele finden Sie zwei Beispiele zu typischen Anwendungsfällen, anhand derer Sie sich leicht für Ihren Anwendungsfall orientieren können.

1.1 NORMENÜBERSICHT



2. FÖRDERMEDIUM

Grundsätzlich kann zwischen

- **fäkalienfreiem Abwasser** (**Grauwasser**) und
 - **fäkalienhaltigem Abwasser** (**Schwarzwasser**)
- unterschieden werden.

Bei der der Pumpen ist darauf zu achten, dass zur Förderung von fäkalienhaltigem Abwasser aus Schächten, die mit dem öffentlichen Kanalnetz verbunden sind, explosionsgeschützte Aggregate eingesetzt werden müssen.

Es gibt aber noch weitere Verordnungen die evtl. zu berücksichtigen sind. Nähere Informationen für Ihren konkreten Fall erfahren Sie von der Berufsgenossenschaft, der Gewerbeaufsicht, dem TÜV oder vom zuständigen Bauamt.

2.1 SCHMUTZWASSERABFLUSS Q_{ww}

Maßgebend für die Bemessung ist der zu erwartende Schmutzwasserabfluss Q_{ww} nach EN 12056-2, der unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit aus der Summe der Anschlusswerte (DU) ermittelt wird, wobei K der Richtwert für die Abflusskennzahl ist. Er ist von der Gebäudeart abhängig und ergibt sich aus der Benutzungshäufigkeit der Entwässerungsgegenstände.

Q_c ist der Dauerabfluss, der keiner Gleichzeitigkeitsbetrachtung unterliegt (z.B. Fettabscheider).

$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum [DU]}$	Q_{ww} [l/s]	= Schmutzwasserabfluss
	K	= Abflusskennzahl
	$\sum DU$	= Summe der Anschlusswerte
$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c$	Q_{tot} [l/s]	= Gesamtschmutzwasserabfluss Formel zur Mengenermittlung
	Q_{ww} [l/s]	= Schmutzwasserabfluss
	Q_c [l/s]	= Dauerabfluss

Aus der Summe DU (Tabelle 2) kann mit der o.g. Formel unter Berücksichtigung der entsprechenden Abflusskennzahl K (Tabelle 1) der Schmutzwasserabfluss Q_{ww} errechnet werden. Alternativ zur Berechnung kann auch mit der Tabelle 3 gearbeitet werden.

Ist der ermittelte Schmutzwasserabfluss Q_{ww} kleiner als der größte Anschlusswert eines einzelnen Entwässerungsgegenstandes, so ist letzterer maßgebend (Grenzwert).

Tabelle 1: Typische Abflusskennzahlen (K)

Gebäudeart	K
unregelmäßige Benutzung, z.B. in Wohnhäusern, Pensionen, Büros	0,5
regelmäßige Benutzung, z.B. in Krankenhäusern, Schulen, Restaurants, Hotels	0,7
häufige Benutzung, z.B. in öffentlichen Toiletten und/oder Duschen	1,0
spezielle Benutzung, z.B. Labor	1,2

Quelle: DIN EN 12056-2 : 2000, Tabelle 3

Tabelle 2: Anschlusswerte DU

Entwässerungsgegenstand	System I DU [l/s]	System II DU [l/s]
Waschbecken, Bidet	0,5	0,3
Dusche ohne Stöpsel	0,6	0,4
Dusche mit Stöpsel	0,8	0,5
Einzelurinal mit Spülkasten	0,8	0,5
Urinal mit Druckspüler	0,5	0,3
Standurinal	0,2*	0,2*
Badewanne	0,8	0,6
Küchenspülle	0,8	0,6
Geschirrspüler (Haushalt)	0,8	0,6
Waschmaschine bis 6 kg	0,8	0,6
Waschmaschine bis 12 kg	1,5	1,2
WC mit 4,0 l Spülkasten	**	1,8
WC mit 6,0 l Spülkasten	2,0	1,8
WC mit 7,5 l Spülkasten	2,0	1,8
WC mit 9,0 l Spülkasten	2,5	2,0
Bodenablauf DN 50	0,8	0,9
Bodenablauf DN 70	1,5	0,9
Bodenablauf DN 100	2,0	1,2
* je Person		
** nicht zugelassen		

Quelle: DIN EN 12056-2 : 2000, Auszug aus Tabelle 2

System I: Einzelfallanlage mit teilbefüllten Anschlussleitungen (Füllungsgrad von 0,5 bzw. 50%)

System II: Einzelfallanlage mit Anschlussleitungen geringerer Abmessung (Füllungsgrad von 0,7 bzw. 70%)

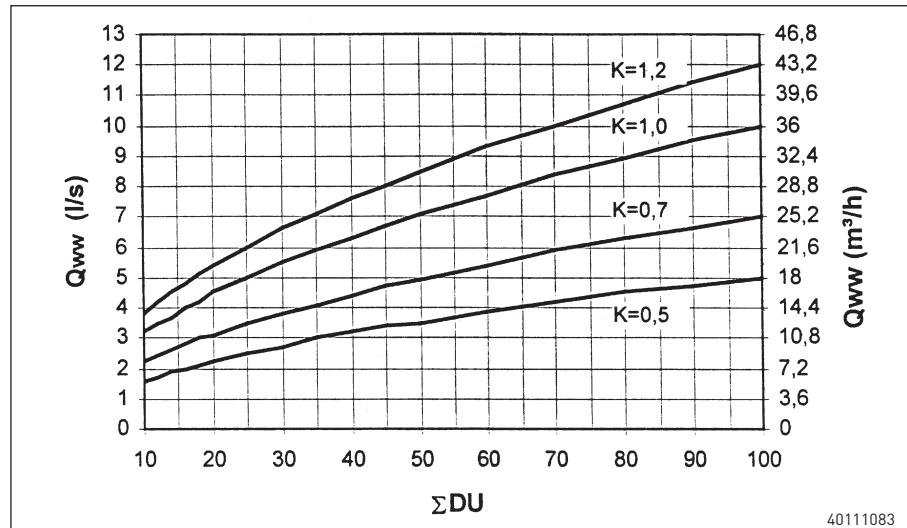
Entsprechend nationalen Festlegungen wird in Deutschland System I verwendet.
Bei Einsatz von Wasserspar-WC's kann System II angesetzt werden.

Bei Verwendung von wassersparenden Klosetts muss zusätzlich zu den Festlegungen für Systemtyp II nach EN 12056-2 berücksichtigt werden:

Der Anschlusswert für ein Klosett mit 4,0 l bis 4,5 l Spülung muss $DU = 1,8 \text{ l/s}$ betragen

(Quelle: DIN 1986-100, Pkt. 8.3.2.1)

Tabelle 3: Umrechnungsdiagramm $\sum DU$ in Q_{ww} [l/s]



Beispiel

Entwässerungsgegenstand	Menge	DU	$\sum DU$
Handwaschbecken	2	•	0,5
Waschmaschine bis zu 6 kg	1	•	0,8
Bodenablauf DN 100	1	•	2,0
WC mit 7,5 l Spülkasten	2	•	2,0
Badewanne	2	•	0,8
Dusche ohne Stöpsel	1	•	0,6
$\sum DU$			10,0

Wird an die Leitung mit $\sum DU = 10$ eine weitere Leitung mit $\sum DU = 15$ angeschlossen ($K = 0,5$, z.B.: Wohnungsbau), ist die neue Summe der DU dann $10 + 15 = 25$.
Der Abfluss der weiterführenden Leitung beträgt somit

$$Q_{ww} = 0,5 \cdot \sqrt{25} = 2,5 \text{ l/s}$$

2.2 REGENWASSERABFLUSS Q_R

Die Niederschlagswerte sind klimatisch bedingt und regional sehr unterschiedlich.

Die auftretenden Regenspenden werden je nach ihrer Häufigkeit unterschieden in:

$r_{5/2}$ Fünfminutenregen, der statistisch gesehen einmal in 2 Jahren erwartet werden muss

$r_{5/100}$ Fünfminutenregen, der statistisch gesehen einmal in 100 Jahren erwartet werden muss

In der DIN 1986-100 (Anhang A, Tabelle A.1) sind beispielhaft die Werte für etliche deutsche Städte aufgeführt. Die Werte differieren von $r_{5/2} = 175$ bis 330 l/(s · ha) bzw. $r_{5/100} = > 800 \text{ l/(s · ha)}$. [1 ha = 10.000 m^2]

Angaben zu den Regenereignissen sind bei den örtlichen Behörden oder ersatzweise beim Deutschen Wetterdienst zu erfragen. Anhaltswerte sind in der DIN 1986-100 Anhang A angegeben.

Liegen keine Werte vor, sollte von $r_{T(n)} = 200 \text{ l/(s · ha)}$ ausgegangen werden.

Abwasserhebeanlagen, die Flächen unterhalb der Rückstauebene entwässern, die bei einer Überflutung Gebäude oder andere Sachwerte gefährden können, sind unter Berücksichtigung von EN 12056-4 so zu bemessen, dass bei Auftreten eines Jahrhundertregenereignisses $r_{5,100}$ keine Schäden auftreten können. Zu diesen Flächen zählen z. B. Hauseingänge, Kellereingänge, Garageneinfahrten und Innenhöfe.

Für große Flächen unterhalb der Rückstauebene, die Gebäude oder Sachwerte nicht gefährden, ist ein Überflutungsnachweis mit dem mindestens 30-jährigen Regenereignis in 5 Minuten ($r_{5,30}$) zu führen. In diesen Fällen ist die Abwasserhebeanlage mindestens für den Fünfminutenregen, der einmal in 2 Jahren ($r_{5,2}$) auftritt, zu bemessen.

$$QR = r_{(D,T)} \cdot C \cdot A \cdot \frac{1}{10000}$$

Q_R	$[\text{l/s}]$	= Regenwasserabfluss
$r_{(D,T)}$	$[\text{l/(s · ha)}]$	= Bemessungsregenspende
C		= Abflussbeiwert
A	$[\text{m}^2]$	= Niederschlagsfläche = (1ha = 10000 m^2)

Tabelle 4: Abflussbeiwerte C zur Ermittlung des Regenwasserabflusses Q_R DIN 1986-100

Nr.	Art der Flächen	Abflussbeiwert C
1	Wasserundurchlässige Flächen, z.B. – Dachflächen – Betonflächen – Rampen – befestigte Flächen mit Fugendichtung – Schwarzdecken (Asphalt) – Pflaster mit Fugenverguss – Kiesschüttdecken – begrünte Dachflächen – für Intensivbegrünungen – für Extensivbegrünungen ab 10 cm Aufbaudicke – für Extensivbegrünungen unter 10 cm Aufbaudicke	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 0,5 0,3 0,3 0,5
2	Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen, z.B. – Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten – Flächen mit Pflaster, mit Fugenanteilen > 15%, z.B. 10 cm x 10 cm und kleiner – wassergebundene Flächen – Kinderspielplätze mit Teilbefestigungen – Sportflächen mit Dränung – Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen – Tennenflächen – Rasenflächen	0,7 0,6 0,5 0,3 0,6 0,4 0,3
3	Wasserdurchlässige Flächen ohne oder mit unbedeutender Wasserableitung, z.B. – Parkanlagen und Vegetationsflächen – Schotter- und Schlackenboden, Rollkies Auch mit befestigten Teilstücken, wie – Gartenwege mit wassergebundener Decke oder – Einfahrten und Einstellplätze mit Rasengittersteinen	0,0 0,0

2.3 HÄUSLICHES SCHMUTZWASSER Q_h

Zur Dimensionierung größerer Pumpwerke, an die z.B. ganze Straßenzüge oder Ortslagen angeschlossen sind, wird nicht auf die EN 12056 (Schwerkraftentwässerung innerhalb von Gebäuden) sondern auf die DIN EN 752 (Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden) bzw. auf die DWA A 118 (Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit von Entwässerungssystemen) zurückgegriffen.

In dieser DWA-Richtlinie wird der sogenannte „Trockenwetterabfluss“ Q_T beschrieben. Damit ist der häusliche Schmutzwasserabfluss Q_h , der betriebliche Schmutzwasserabfluss Q_G und der Fremdwasserabfluss Q_F , ohne Regenwasser gemeint.

$$Q_T = Q_h + Q_G + Q_F$$

Fremdwasser kann aus eindringendem Grundwasser, aus unerlaubten Anschlüssen oder aus eingeleitetem Oberflächenwasser, z.B. durch undichte Schachtabdeckungen stammen. Als Fremdwasserzuschlag sollte bei der Bemessung der Schmutzwasserkanäle ein Regenabwasserfluss von mind. 2 % der befestigten Fläche im Einzugsgebiet berücksichtigt werden. Für Mischsysteme kann der Fremdwasserzuschlag in der Regel vernachlässigt werden.

Die hier festgelegten Bemessungsgrößen werden zum Ansatz gebracht, wenn z.B. komplette Siedlungen, Dörfer etc. an eine Kanalisation bzw. ein Pumpwerk angeschlossen werden sollen. Für die Bemessung der Schwerkraftentwässerung innerhalb von Gebäuden gilt die EN 12056 und für Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden gilt die DIN EN 752 (s.o.)

Der häusliche Schmutzwasserabfluss Q_h wird wesentlich vom Wasserverbrauch der Bevölkerung bestimmt.

Er wird von der Siedlungsdichte, -struktur, der unterschiedlichen Lebensgewohnheiten, der Wohnkultur und den Lebensansprüchen beeinflusst.

Die Siedlungsdichten liegen zwischen:

20 E/ha (ländliche Gebiete, lockere Bebauung) und 300 E/ha (Stadtzentrum)

Der mittlere tägliche Wasserverbrauch der Bevölkerung liegt zwischen 90 und 140 l/(E · d)

Empfehlung: Für die Berechnung des künftigen Schmutzwasserabflusses sind die Wasserbedarfsprognosen des örtlichen Wasserversorgungsunternehmens zugrunde zu legen.

Tagesschwankungen bei den spezifischen Spitzenabflüssen müssen berücksichtigt werden. Diese können das 1,5 bis 3,0-fache des mittleren Abflusses erreichen. Bei einem mittleren Wasserverbrauch von 90 l/(E · d) bis 140 l/(E · d) und Spitzenfaktoren von 1,5 bis 3,0 ergeben sich Werte für q_h 1000 E von 1,5-5,0 l/(s · 1000 E).

Beispiel für 20 000 Einwohner [E]

Spezifischer häuslicher Schmutzwasseranfall

$$q_h = 0,004 \text{ l/(s · E)} \text{ bzw.}$$

$$q_{h,1000E} = 4,0 \text{ l/(s · 1000 E)}$$

$$Q_h = \frac{q_{h,1000E} \cdot ED \cdot A_{E,k,1}}{1000} \quad [l/s]$$

Q_h	$[l/s]$	= häuslicher Schmutzwasserabfluss
$q_{h,1000E}$	$[4l/(s · 1000 E)]$	= spezifischer häuslicher Schmutzwasseranfall
$A_{E,k,1}$	$[ha]$	= Fläche des durch die Kanalisation erfassten Wohngebietes
ED	$[E/ha]$	= Siedlungsdichte im Einzugsgebiet

Vereinfachte Rechnung

$$Q_h = q_h \cdot E$$

$$Q_h = 0,004 \text{ l/(s · E)} \cdot 20 000 \text{ E} = 80 \text{ l/s}$$

3. FÖRDERSTRECKE

3.1 ROHRDURCHMESSER

Wenn die Zulaufmenge ermittelt ist, muss die Rohrleitung dimensioniert werden. In der Abwassertechnik gilt für die Förderung von Schmutzwasser, dass die Mindestfließgeschwindigkeit beim Fördervorgang nicht kleiner als

$$v_{\min} = 0,7 \text{ m/s}$$

sein darf, um Ablagerungen in den Rohren zu vermeiden. Andererseits sollte sie jedoch auch nicht größer als

$$v_{\max} = 2,3 \text{ m/s (EN 12056-4)}$$

sein, um Klappenschläge und Druckstöße zu verhindern sowie unnötige Energieverschwendungen durch Reibungsverluste zu vermeiden.

Die ideale Fließgeschwindigkeit muss daher in etwa zwischen $v_{\min} = 0,7$ und ca. 1,0 m/s liegen.

Die Rohrleitung wird nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählt. Fäkalienfreies Abwasser (Grauwasser) kann durch Druckleitungen mit einem Mindestdurchmesser von DN 32 gefördert werden.

Für fäkalienhaltiges Abwasser (Schwarzwasser) sind nach DWA-Richtlinien bzw. DIN EN 12056 Druckleitungen mit einem Mindestdurchmesser von DN 80 gefordert, es sei denn, dass die Pumpe mit einer entsprechenden Zerkleinerungseinrichtung (z.B. MultiCut) ausgerüstet ist.

In der EN 12056 ist der Mindestdurchmesser für Druckleitungen in der Grundstücksentwässerung, an die Pumpen mit Zerkleinerungseinrichtungen angeschlossen sind, mit DN 32 festgelegt. Handelt es sich um eine Fäkalienhebeanlage zur begrenzten Verwendung zur Entsorgung eines Einzel-WC (z.B. WCfix), so kann die Druckleitung in DN 25 verlegt werden.

Steht der Leitungsdurchmesser noch nicht fest, wird er so gewählt, dass die Mindestfließgeschwindigkeit $v_{\min} > 0,7 \text{ m/s}$ eingehalten wird.

Es sind nun zwei Fälle denkbar:

Fall A: Die zu verpumpende Menge ist größer oder gleich der Menge, die benötigt wird, um in den Armaturen und der Rohrleitung die Mindestfließgeschwindigkeit v_{\min} zu erreichen.

Fall B: Die zu verpumpende Menge ist kleiner als die zur Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit erforderliche Menge. (Typischer Fall bei Einzelhausentsorgung und Rückstausicherung). In diesem Fall wird als zu fördernde Mindestmenge Q die Menge angesetzt, die erforderlich ist, um die Mindestfließgeschwindigkeit v_{\min} zu erreichen.

Q	$[\text{l/s}]$	= Förderstrom
$Q = V_{D/m} \cdot v_{\min}$	$V_{D/m}$	$[\text{l/m}]$ = Volumen der Druckleitung/Meter (siehe Tabelle 6 und 7)
	v_{\min}	$[\text{m/s}]$ = Mindestfließgeschwindigkeit (üblich 0,7 m/s)

Die tatsächlich anfallende Abwassermenge wird hier später lediglich evtl. zur Ermittlung der Energiekosten angesetzt.

3.2 ROHRREIBUNGSVERLUSTE H_{vL}

Durch den Strömungsvorgang des Fördermediums durch die Rohrleitung entstehen Reibungsverluste. Diese Verluste sind abhängig von der Fließgeschwindigkeit, vom Durchmesser und von der Rauigkeit der Rohre, von der Viskosität des Fördermediums, der Anzahl und der Art der Einbauteile und der Länge der Rohrleitung.

Je geringer der Durchmesser ist, um so höher muss die Fließgeschwindigkeit sein, um die gleiche Menge durch das Rohr zu fördern. Je höher die Fließgeschwindigkeit ist, um so höher sind die Reibungsverluste. Sie steigen quadratisch zur Fließgeschwindigkeit – das heißt, eine Verdoppelung der Fließgeschwindigkeit ergibt eine Vervierfachung der Reibungsverluste.

Eine weitere Größe ist die betriebliche Rauigkeit k_b der Rohrinnenwand. Sie kann zwischen 0,1 mm und mehreren Millimetern betragen. Ausschlaggebend ist das Rohrleitungsmaterial und der Zustand der Rohrleitung.

Wenn keine konkreten Vorgaben gemacht werden, sollte standardmäßig mit $k_b = 0,25$ mm gerechnet werden.

Mittels Tabelle 5a bzw. 5b oder des Diagrammes 2 wird der Rohrreibungsverlust H_{vL} in Abhängigkeit vom gegebenen oder gewählten Leitungsduurchmesser und der Leitungslänge ermittelt.

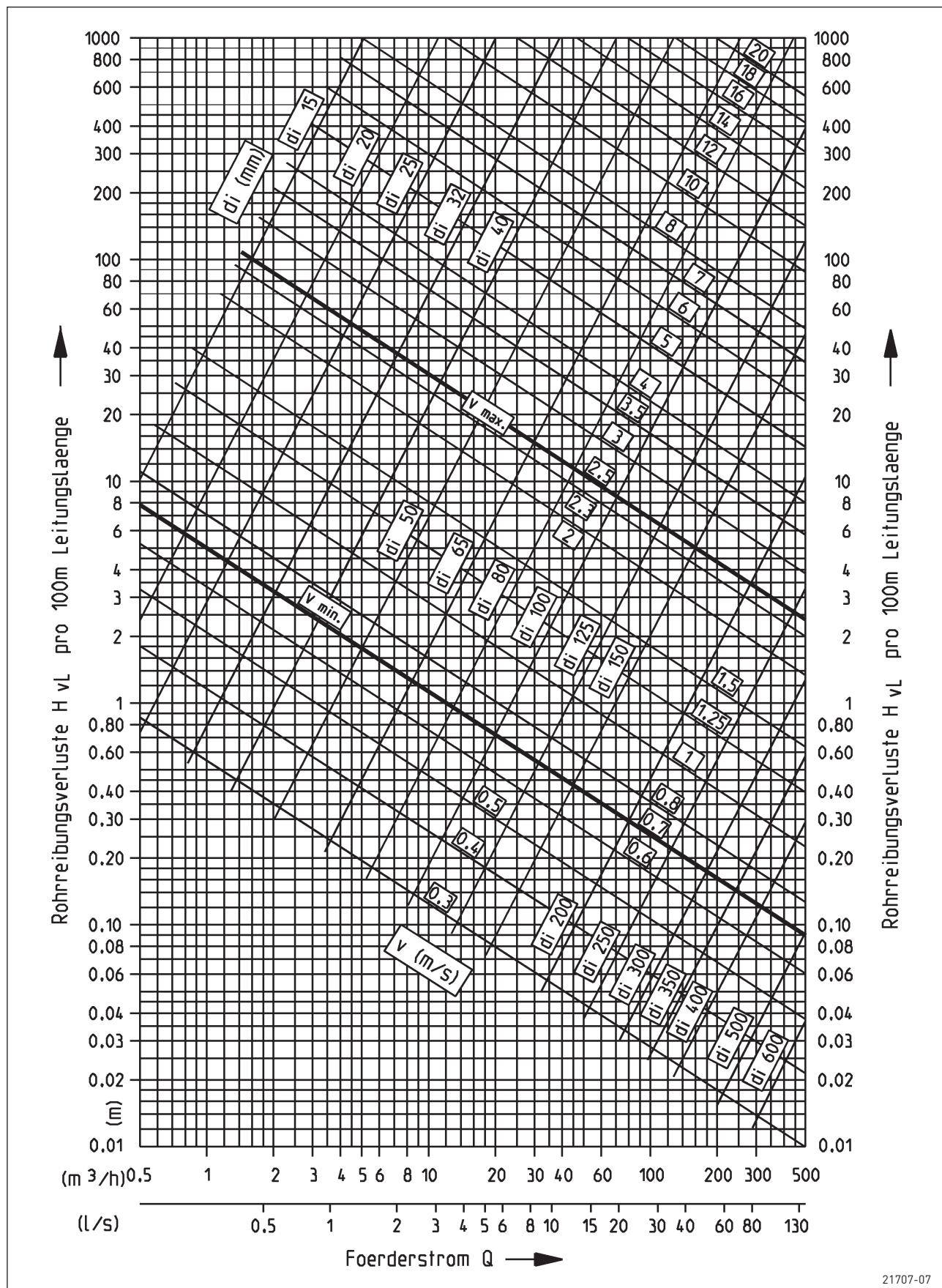
Dazu wird senkrecht mit der relevanten Fördermenge in das Nomogramm gegangen, bis sich die Senkrechte mit der diagonalen Rohrleitungslinie des gewählten Durchmessers schneidet.

Die anderen Diagonalen geben die Fließgeschwindigkeit der zu fördernden Menge in der gewählten Rohrleitung wieder.

Zieht man nun von diesem Punkt aus eine horizontale Linie, so kann auf der y-Achse der Rohrreibungsverlust für 100 m Rohrleitung abgelesen werden.

Das Diagramm gilt für eine betriebliche Rauigkeit von $k_b = 0,25$ mm.

Diagramm 2: Druckverlust in Leitungen ($k_b = 0,25 \text{ mm}$) $v = 1,31 \text{ mm}^2/\text{s}$ (Wasser 10° C)



21707-07

Für die vorhandene Rohrleitungslänge lässt sich der gefundene H_{vL100} -Wert linear umrechnen.

1. Beispiel: d_j und Q bekannt, H_{vL} gesucht

$Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ schneidet DN 100 bei $H_{vL100} = 1,1 \text{ m}$

$v = 0,9 \text{ m/s}$

Für eine 350 m lange Druckleitung bedeutet das:

$$H_{vL} = \frac{1,1 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 350 \text{ m} = \underline{\underline{3,85 \text{ m}}}$$

2. Beispiel: Q bekannt, H_{vL} und d_j gesucht

$Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ schneidet DN 100 zwischen $v = 0,7 \text{ m/s}$ und $2,3 \text{ m/s}$

gewählt: DN 100, da $v = 1,1 \text{ m/s}$ und ergibt $H_{vL100} = 1,6 \text{ m}$

$v = 1,1 \text{ m/s}$

Für eine 160 m lange Druckleitung bedeutet das:

$$H_{vL} = \frac{1,6 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 160 \text{ m} = \underline{\underline{2,56 \text{ m}}}$$

Zur überschlägigen Bestimmung der Rohrreibungsverluste kann auch mit der Tabelle 5a bzw. 5b gearbeitet werden.

Tabelle 5a: Rohrreibungsverluste H_{vL100} pro 100 m Leitungslänge

Fördermen-ge in m^3/h	Lichte Rohrweite in mm										
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
2	11,0	2,9	0,9	0,3							
4	43,0	11,2	3,6	1,1	0,3						
6	95,0	26,0	7,7	2,4	0,6	0,2					
8			13,5	4,2	1,1	0,4					
10			21,0	6,5	1,7	0,6	0,2				
15				14,5	3,7	1,3	0,4	0,1			
20				25,5	6,5	2,2	0,7	0,2			
25				39,6	10,0	3,4	1,1	0,3			
30					14,3	4,9	1,5	0,5			
35					19,4	6,6	2,1	0,7	0,3		
40					25,3	8,5	2,7	0,9	0,3		
45					31,9	10,8	3,4	1,1	0,4		
50						13,2	4,1	1,3	0,5		
55						16,0	5,0	1,6	0,6		
60						19,0	5,9	1,9	0,7		
70						25,8	8,0	2,5	1,0	0,2	
80						33,6	10,4	3,3	1,3	0,3	
100							16,2	5,1	2,0	0,5	
150								11,3	4,4	1,0	0,3
200								19,9	7,7	1,7	0,5
300									17,2	3,8	1,2
400									30,4	6,8	2,1

absolute
Rauhigkeit
 $k_b = 0,25 \text{ mm}$
kinematische
Zähigkeit
 $v = 1,31 \text{ mm}^2/\text{s}$
(Wasser 10° C)

Tabelle 5b: Reibungsverluste H_{vL100} für Druckschläuche nach DIN 14811

Fördermenge in m^3/h	Verluste in mWS pro 100 m Länge		
	C 42	C 52	B 75
6	4	2	-
9	9	3	-
12	15	5	1
15	22	8	1,5
18	30	11	2
21	41	15	3
24	53	20	4
30	-	26	5
36	-	40	8
48	-	65	14
60	-	-	22
72	-	-	30
96	-	-	45

3.3 VERLUSTE H_{vE} IN EINBAUTEN, ARMATUREN UND FORMSTÜCKEN

Als weitere Größen kommen nun noch die Strömungsverluste der Armaturen und Formstücke hinzu. Um die Widerstandsbeiwerte für Schieber und Formstücke zu ermitteln, ist es hinreichend genau, die entsprechenden ζ -Werte aus der Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Widerstandsbeiwerte für Schieber und Formstücke

Einbauteil	DN	ζ -Werte
GR 35/40 Fuß + Klaue		1,30
GR 50 Fuß + Klaue		1,00
GR-System	65	0,25
GR-System	80-200	0,22
Bogen 45°, R/D = 2,5		0,20
Winkel 45°, R/D = 1,0		0,35
Bogen 90°, R/D = 2,5		0,35
Winkel 90°, R/D = 1,0		0,50
Flachschieber	32	0,50
Flachschieber	40	0,46
Flachschieber	50	0,42
Flachschieber	80	0,36
Flachschieber	100	0,34
Flachschieber	150	0,30
T-Stück	80	1,30
T-Stück	100	1,30
T-Stück	150	1,30
T-Stück	200	1,30
	β	ζ -Werte
Erweiterung 50/ 40 = 1,25	8°	0,08
Erweiterung 100/ 80 = 1,25	8°	0,08
Erweiterung 150/100 = 1,5	8°	0,12
Erweiterung 200/150 = 1,33	8°	0,10
Erweiterung 50/ 40 = 1,25	10°	0,11
Erweiterung 100/ 80 = 1,25	10°	0,11
Erweiterung 150/100 = 1,5	10°	0,20
Erweiterung 200/150 = 1,33	10°	0,14
Erweiterung 50/ 40 = 1,25	18°	0,12
Erweiterung 100/ 80 = 1,25	18°	0,12
Erweiterung 150/100 = 1,5	18°	0,24
Erweiterung 200/150 = 1,33	18°	0,17
freier Auslauf		1,00

Die ζ -Werte der Rückflussverhinderer können in Abhängigkeit vom Förderstrom Q aus dem Diagramm 3 entnommen werden. Die gefundenen ζ -Werte werden addiert ($\Sigma\zeta$).

Unter Zuhilfenahme des Diagramms 4 wird mit dem Förderstrom Q , oben links beginnend, in das Diagramm gegangen. Wenn der gewählte Rohrdurchmesser d_i geschnitten wird, so ist ab diesem Punkt die Linie bis zum 2. Teil des Diagrammes senkrecht nach unten zu ziehen. Dann wird parallel zu den Linien der Fließgeschwindigkeit so weit gegangen, bis die Linie mit der Summe der Zeta-Werte geschnitten wird. Ab hier zieht man die Linie wieder senkrecht nach unten und erhält die Druckverlusthöhe H_{vE} .

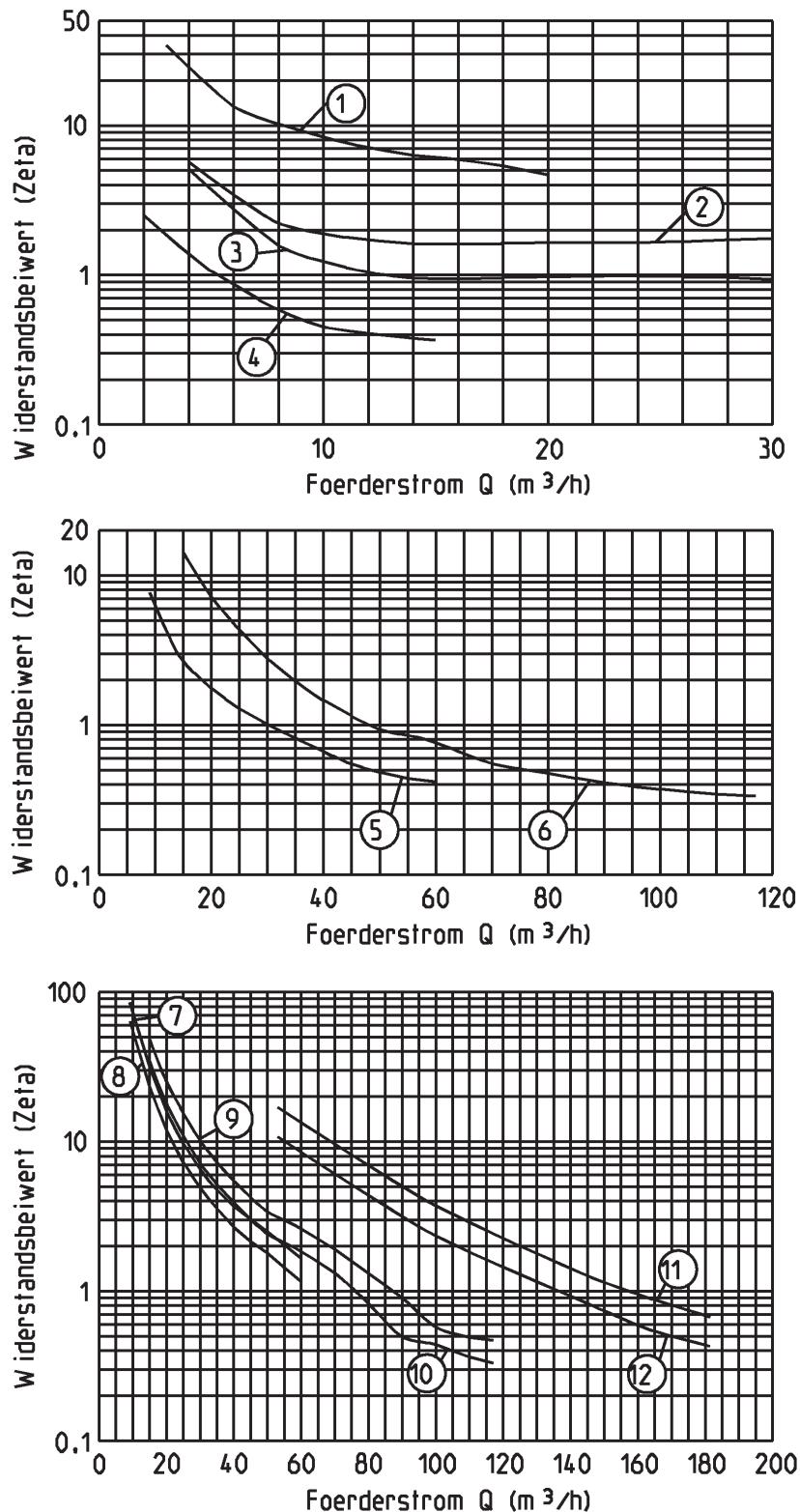
Beispiel: $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

Einbauteile	ζ	ζ -Gesamt
1 Schieber DN 100	0,34	0,34
2 Winkel 90°, DN 100	0,50	1,00
1 Rückschlagklappe R 100 G Gewicht in der Mitte	7,00	7,00
Summe	$\Sigma \zeta$	8,34

Aus Diagramm 4 ergibt sich: $H_{vE} = 0,45 \text{ m}$
 H_{vE} wird dann im folgenden zu H_{vL} addiert: $H_v = H_{vL} + H_{vE}$

4 23769-02

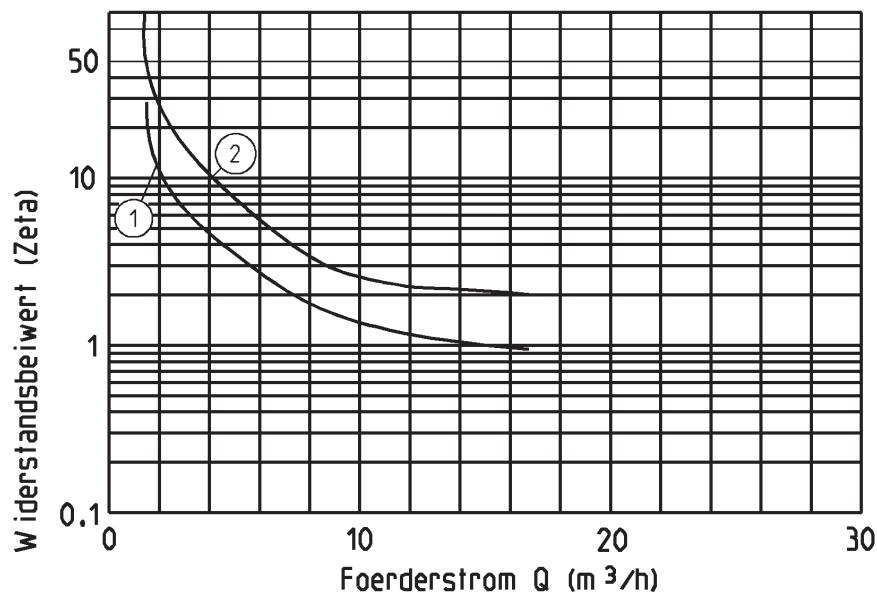
Diagramm 3: Kennlinien Widerstände Rückflussverhinderer



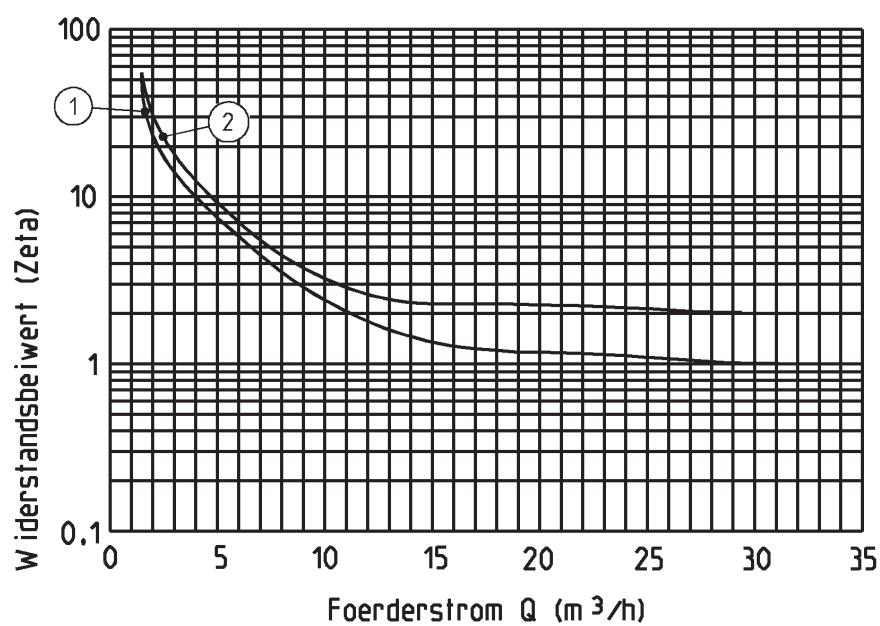
1= KE40
 2= DR40 +
 K 50 +
 R 40
 3= R 50
 4= R 32

5= K 80 +
 R 80
 6= R101

7= R 80 G - Gewicht außen
 8= R 80 G - Gewicht mitte
 9= R100 G - Gewicht außen
 10= R100 G - Gewicht mitte
 11= R150 G - Gewicht außen
 12= R150 G - Gewicht mitte



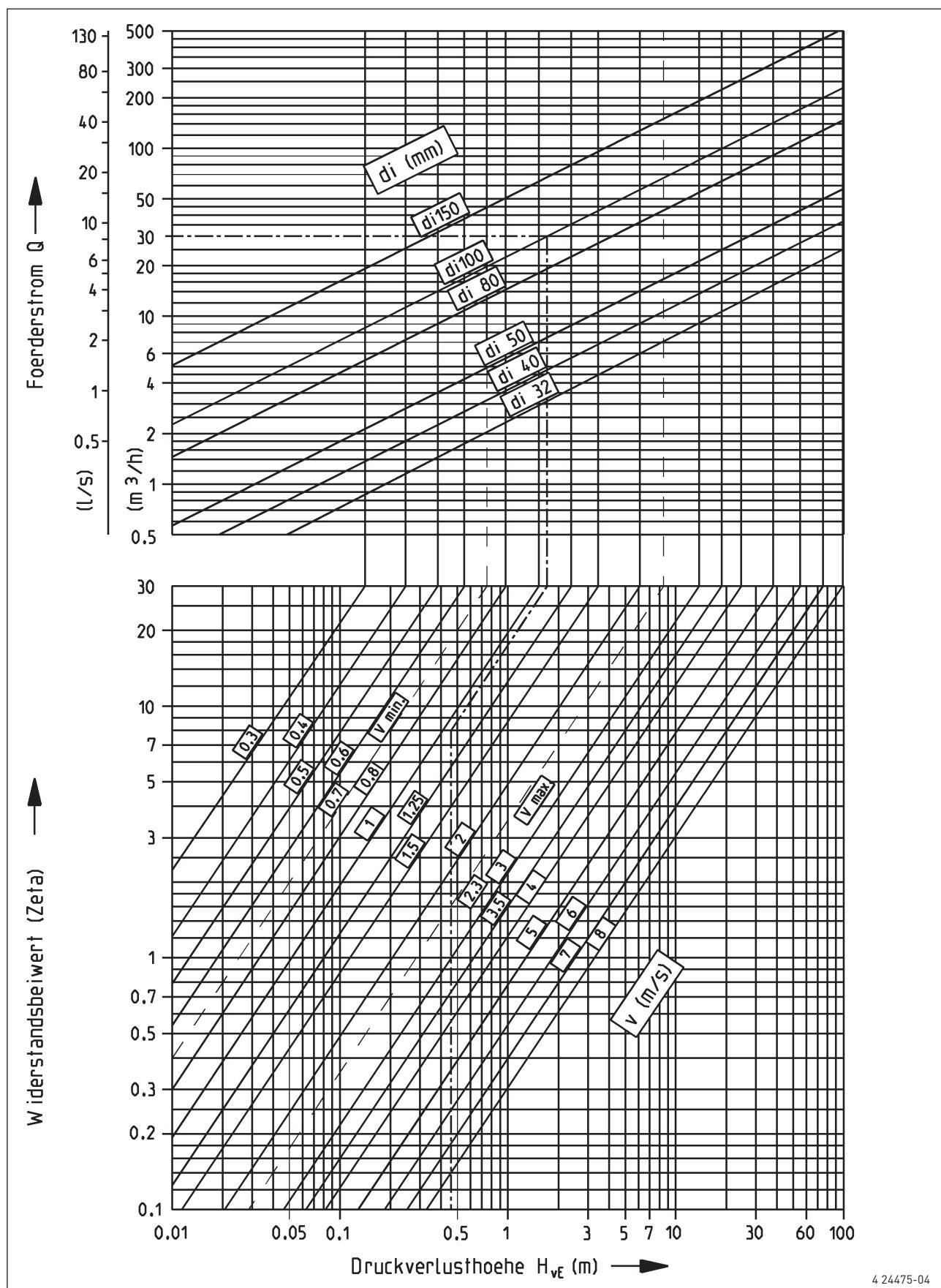
1= EASYFIX 32 SINGLE
2= EASYFIX 32 DUO



1= EASYFIX 50 SINGLE
2= EASYFIX 50 DUO

23769-03

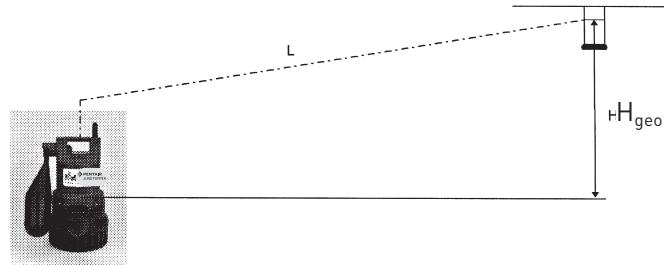
Diagramm 4: Druckverlusthöhe für Einbauteile und Armaturen



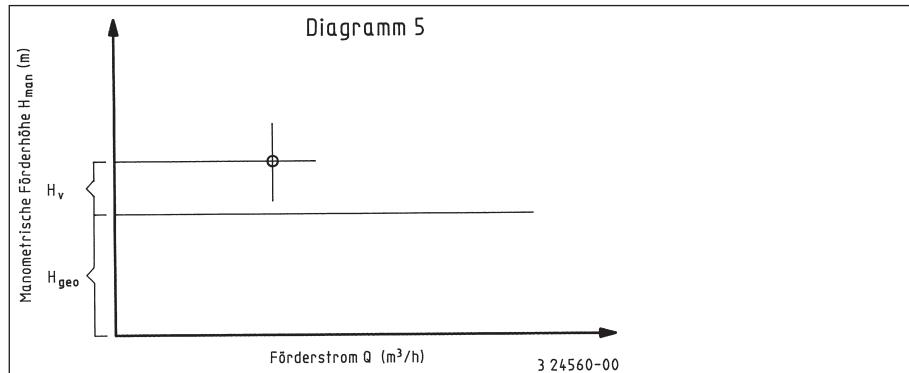
4 24475-04

3.4 GEODÄTISCHE FÖRDERHÖHE H_{geo}

Unter der geodätischen Förderhöhe versteht man die Differenz zwischen Ausschaltpunkt der Pumpe und Übergabestelle des Abwassers. Um diesen Betrag muss die Pumpe das Fördermedium „heben“.



Die geodätische Förderhöhe ist eine Systemkonstante, die nicht verändert werden kann. Sie wird daher im Q-H-Diagramm auch als Konstante abgetragen, auf die die anderen Verluste H_v aufaddiert werden.

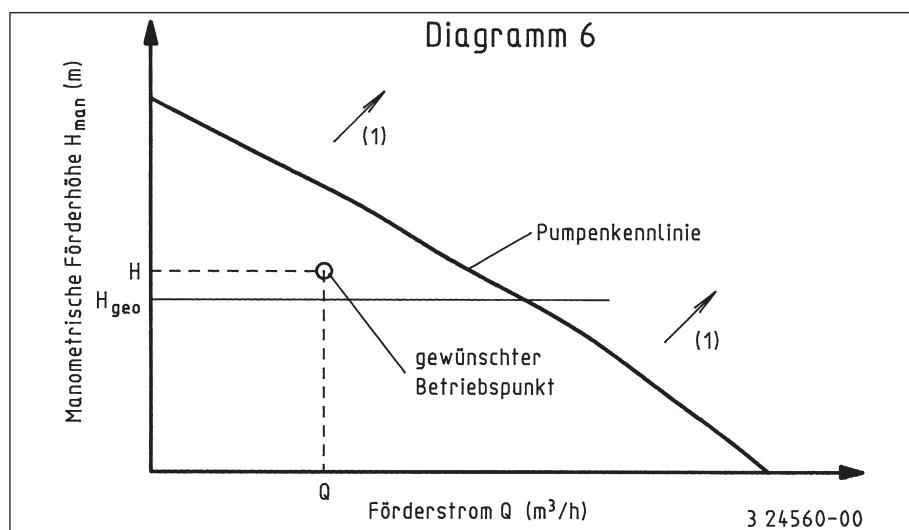


3.5 MANOMETRISCHE FÖRDERHÖHE H_{man}

Aus der Addition von H_v und H_{geo} ergibt sich die für die Pumpenauswahl erforderliche manometrische Förderhöhe H_{man} .

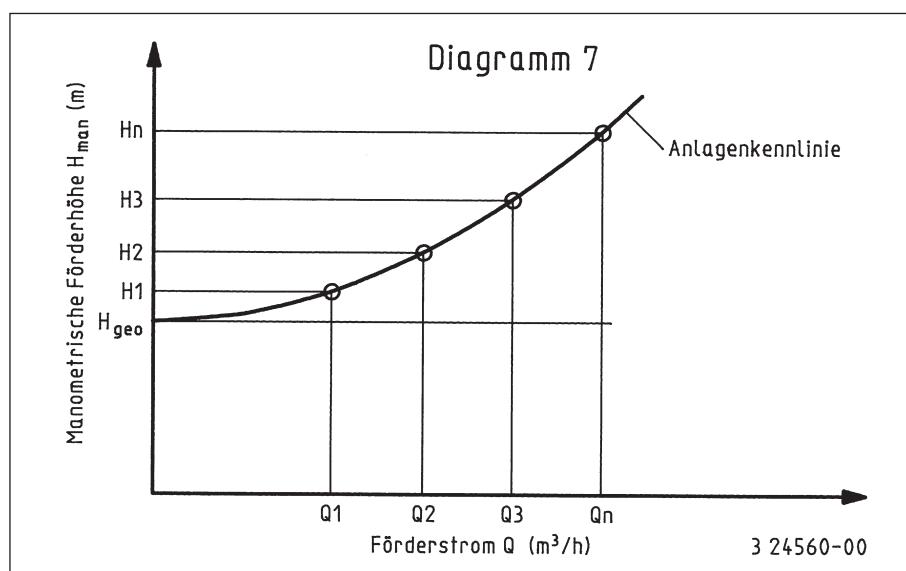
$$H_{man} = H_v + H_{geo}$$

Mit dieser errechneten Größe und mit der erforderlichen Fördermenge wird eine für den Anwendungsfall geeignete Pumpe gewählt. Die Kennlinie der Pumpe muss über oder auf diesem gewünschten Betriebspunkt liegen (1).

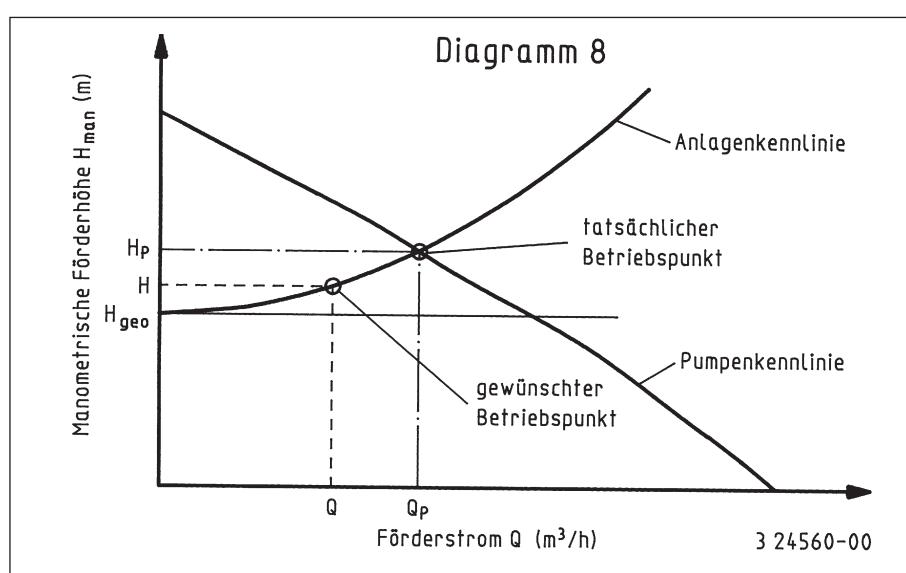


Es kann jetzt jedoch nur die Aussage gemacht werden, dass die Pumpe in der Lage ist, die anfallende Abwassermenge zu fördern. Eine Angabe des tatsächlichen Betriebspunktes ist noch nicht möglich. Dazu ist es erforderlich, die Rohrleitungs- oder Anlagenkennlinie aufzutragen.

Nimmt man mehrere verschiedene Mengen Q an und ermittelt für diese die Werte H_v , so erhält man einige Punkte, die man in das Q-H-Diagramm eintragen kann. Die Verbindung dieser Punkte ergibt die Rohrleitungs- oder Anlagenkennlinie.



Um nun den tatsächlichen Betriebspunkt der Pumpe zu ermitteln, muss der Schnittpunkt der Anlagenkennlinie mit der Pumpenkennlinie gesucht werden. Dies ist der tatsächliche Betriebspunkt der Pumpe. Er liegt sowohl in der Fördermenge, wie auch in der manometrischen Höhe, höher als der für die Vorauswahl der Pumpe gefundene gewünschte Betriebspunkt.



3.6 ERMITTLEMENT DER FLEISSGESCHWINDIGKEIT V

Zur Überprüfung der Fließgeschwindigkeit werden die Volumina der Druckleitung pro Meter, $V_{D/m}$ benötigt. Bei kurzen Leitungslängen ist es hinreichend genau, mit den Werten der Tabelle 7 zu arbeiten.

$$v = \frac{QP}{V_{D/m}} \quad V_{min} \leq v \leq V_{max}$$

$$0,7 \text{ m/s} \leq v \leq 2,3 \text{ m/s}$$

Tabelle 7

DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
VD/m (l/m)	0,5	0,8	1,3	2	3,3	5	8	12,3	18	31	50	71

Wenn größere Entfernung zu überwinden sind, so ist es erforderlich, mit den exakten Volumina bzw. Durchmessern zu rechnen (Tabelle 8), da sonst zu große Abweichungen in den Verlusthöhen auftreten.

Die Innendurchmesser differieren teilweise infolge der unterschiedlichen Werkstoffe und deren Festigkeiten sehr stark. Das liegt u.a. daran, dass die Außendurchmesser der Kunststoffrohre gleich sind, sich durch die unterschiedlichen Wandstärken jedoch verschiedene Innendurchmesser ergeben.

Beispiel:

PVC-Rohr DN 100, PN 10 110 x 5,3 mm $d_i = 99,4 \text{ mm}$ $V_{D/m} = 7,76 \text{ l/m}$
 PEHD-Rohr DN 100, PN 10 110 x 10 mm $d_i = 90,0 \text{ mm}$ $V_{D/m} = 6,36 \text{ l/m}$

Tabelle 8: Maßtabelle üblicher Druckrohrleitungen

DN	GG-Rohre PN 16 DIN 28610 Klasse K10				PVC-Rohre DIN 8061/8062 PN 10 Reihe 4				PEHD-Rohre DIN 8074 PN 16 – PE100 – SDR 11			
	D x s [mm]	d_i [mm]	$V_{D/m}$ [l/m]	Q_{min} [l/s]	D x s [mm]	d_i [mm]	$V_{D/m}$ [l/m]	Q_{min} [l/s]	D x s [mm]	d_i [mm]	$V_{D/m}$ [l/m]	Q_{min} [l/s]
25					32 x 1,5	28,4	0,63	0,44	32 x 3,0	26,0	0,53	0,37
32					40 x 1,9	36,2	1,03	0,72	40 x 3,7	32,6	0,83	0,58
40					50 x 2,4	45,2	1,60	1,12	50 x 4,6	40,8	1,31	0,92
50					63 x 3,0	57,0	2,55	1,79	63 x 5,8	51,4	2,07	1,45
65					75 x 3,6	67,8	3,61	2,53	75 x 6,8	61,4	2,96	2,07
80	98 x 9,0	80	5,03	3,52	90 x 4,3	81,4	5,20	3,64	90 x 8,2	73,6	4,25	2,98
100	118 x 9,0	100	7,85	5,50	110 x 5,3	99,4	7,76	5,43	110 x 10,0	90,0	6,36	4,45
					125 x 6,0	113,0	10,03	7,02				
									125 x 11,4	102,2	8,20	5,74
125	144 x 9,2	125,6	12,39	8,67	140 x 6,7	126,6	12,59	8,81	140 x 12,7	114,6	10,31	7,22
150	170 x 9,5	151,0	17,91	12,54	160 x 7,7	144,6	16,42	11,50	160 x 14,6	130,8	13,44	9,41
									180 x 16,4	147,2	17,02	11,91
					180 x 8,6	162,8	20,82	14,57	200 x 18,2	163,6	21,02	14,71
					200 x 9,6	180,8	25,67	17,97				
200	222 x 10,0	202,0	32,05	22,43	225 x 10,8	203,4	32,49	22,75	225 x 20,5	184,0	26,59	18,61
					250 x 11,9	226,2	40,19	28,13	250 x 22,7	204,6	32,88	23,02
250	274 x 10,5	253,0	50,27	35,19	280 x 13,4	253,2	50,35	35,25	280 x 25,4	229,2	41,26	28,88
					315 x 15,0	285,0	63,79	44,66	315 x 28,6	257,8	52,20	36,54
300	326 x 11,0	304,0	72,58	50,81	355 x 16,9	321,2	81,03	56,72	355 x 32,2	290,6	66,33	46,43

VL = Bezeichnung aus den Rohrnormen

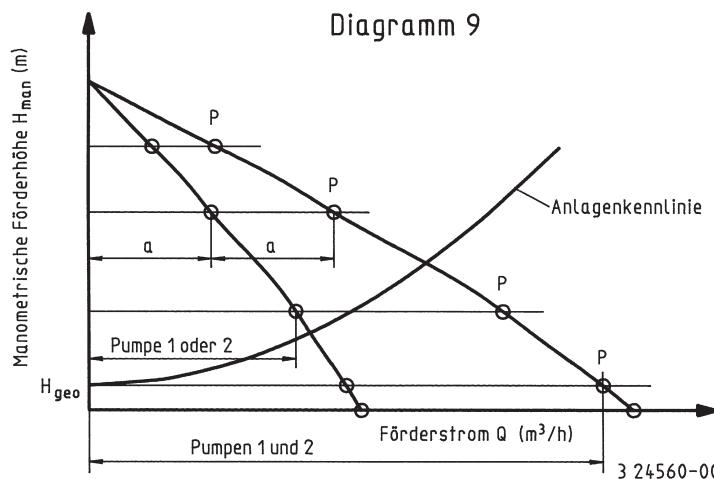
4. FÖRDERAGGREGAT

4.1 EINZEL- ODER DOPPELANLAGE

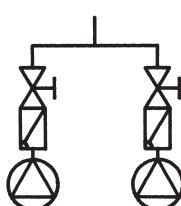
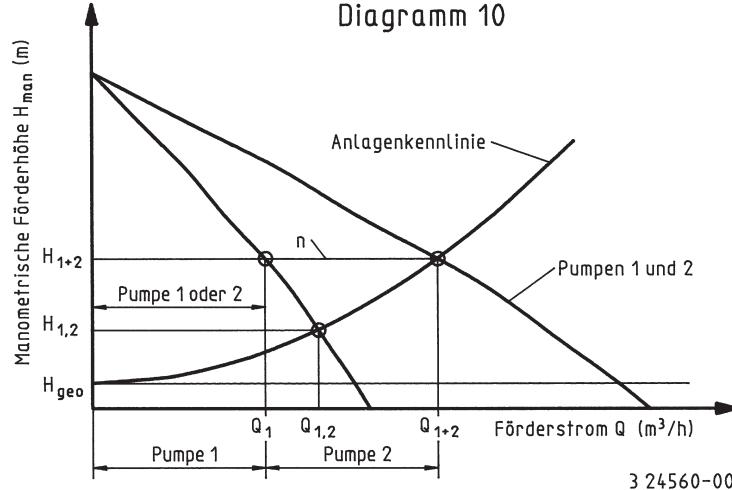
Anlagen für übersehbare Einsatzfälle können als Einzelanlage mit nur einer Pumpe ausgeführt werden. Bei Anlagen, bei denen der Abwassertransport nicht unterbrochen werden darf, ist eine Doppelanlage einzubauen (EN 12056-4). Dabei muss die Pumpenleistung einer Pumpe so gewählt werden, dass sie den max. möglichen Abwasseranfall fördern kann.

4.2 PARALLELSCHALTUNG VON PUMPEN

Wenn zwei Pumpen z.B. in einem Doppelpumpwerk zusammen in eine Druckleitung fördern, so ist die Gesamtfördermenge zwar größer als die bei Einzelbetrieb, jedoch nicht doppelt so groß. Der Grund hierfür liegt in den mit der Fließgeschwindigkeit quadratisch anwachsenden Verlusthöhen. Um die Leistung der Pumpen zu ermitteln, werden die jeweiligen Pumpenkennlinien graphisch addiert. Dazu können Hilfslinien in das Q-H-Diagramm eingetragen werden, auf denen dann von links nach rechts jeweils die gleichen Beträge (a) abgetragen werden. Diese neu entstehenden Punkte P werden verbunden und ergeben die gemeinsame Kennlinie von Pumpe 1 und 2.



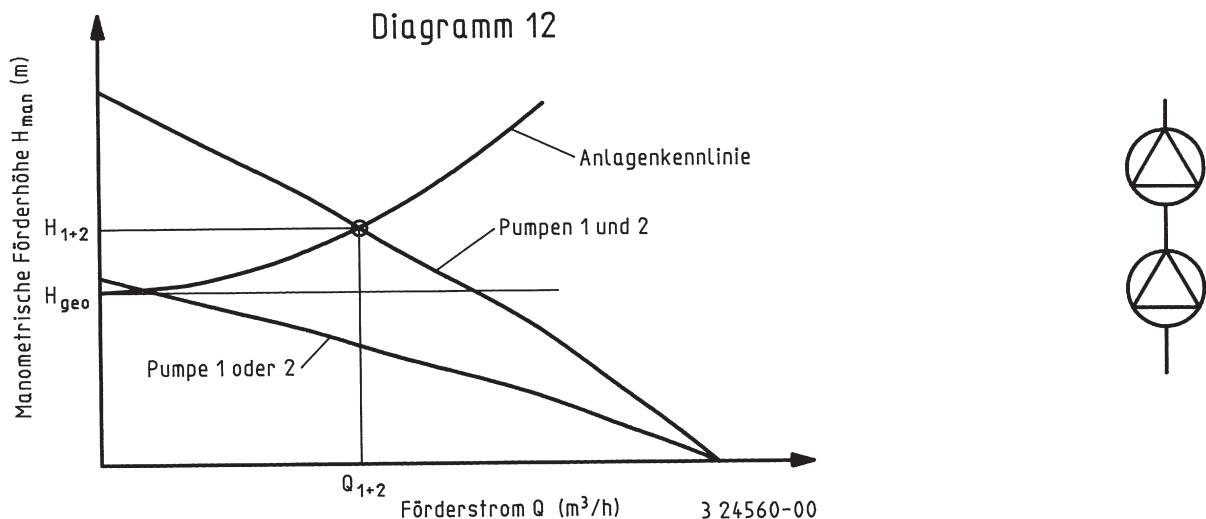
Die Schnittpunkte mit der Anlagenkennlinie ergeben die Betriebspunkte $Q_{1,2} / H_{1,2}$ für den Einzelbetrieb der Pumpen 1 oder 2 und die Betriebspunkte Q_{1+2} / H_{1+2} für den Parallelbetrieb beider Pumpen. Die Leistung der Einzelpumpe wird durch Ziehen einer horizontalen Linie (n) vom Schnittpunkt der Anlagenkennlinie mit der gemeinsamen Pumpenkennlinie gefunden. Auf der x-Achse ist nun zu erkennen, dass bei gleichen Pumpen 1 und 2 jede Pumpe in etwa die Hälfte der Gesamtfördermenge verpumpt, jedoch deutlich weniger, als wenn sie allein arbeitet.



4.3 REIHENSCHALTUNG VON PUMPEN

Wird bei der Parallelschaltung von Pumpen ein höherer Förderstrom erzielt, so kann man durch Reihenschaltung größere Förderhöhen erreichen.

Die Art der graphischen Darstellung und Ermittlung der Betriebspunkte ist sinngemäß wie bei der Parallelschaltung durchzuführen. Der Unterschied liegt darin, dass nicht über den Förderstrom, sondern über die Förderhöhe addiert wird.



4.4 DRUCKLEITUNGSVOLUMEN V_D

Um lange Standzeiten des Abwassers in der Druckleitung und damit eine Geruchsbelästigung am Übergangsbeschacht zu vermeiden, ist es sinnvoll, dass das Rohrleitungsvolumen mit jedem Arbeitsspiel der Pumpen durch das Pumpvolumen V_p ausgetauscht wird, sofern es die Länge der Leitung zulässt.

$V_p \geq V_D$?

Wenn der Austausch nicht gewährleistet ist, so ist im Bedarfsfall eine entsprechende Druckrohrspülwanlage einzusetzen.

Das Rohrleitungsvolumen pro Meter V_D/m kann aus der Tabelle 7 bzw. Tabelle 8 entnommen werden. Das Druckleitungsvolumen V_D ergibt sich aus der folgenden Formel:

$$V_D = V_{D/m} \cdot L_D$$

V_D	[l]	= Volumen der Druckleitung
$V_{D/m}$	[l/m]	= Volumen der Druckleitung pro Meter
L_D	[m]	= Druckleitungslänge

4.5 SCHALTPERIODENDAUER T_{Sp}

Damit die Pumpenmotore nicht durch zu häufiges Anlaufen (Flatterschaltung) unzulässig hoch belastet werden, gibt es in Abhängigkeit von der aufgenommenen Motorleistung P_1 minimale Einschaltzeiten für die Schaltperiodendauer T_{Sp} .

Bei mindestens zur Hälfte im Pumpensumpf eingetauchten Motoren sind auch höhere Schaltperioden zulässig.

Tabelle 9: Schaltperiodendauer T_{Sp}

für Motoren bis $P_1 = 4$ kW (Direkt-Anlauf)	$T_{Sp} = 120$ s
für Motoren bis $P_1 = 7,5$ kW (Stern-Dreieck-Anlauf)	$T_{Sp} = 144$ s
für Motoren ab $P_1 = 7,5$ kW (Stern-Dreieck-Anlauf)	$T_{Sp} = 180$ s

4.6 PUMPVOLUMEN V_p

Zur Auswahl des richtigen Schachtes und zur Einstellung der Niveaukontaktgeber ist es erforderlich, das minimale Pumpvolumen V_p zu ermitteln.

Das Pumpvolumen ist das Volumen zwischen Ein- und Ausschaltpunkt der Pumpe im Sammelschacht.

Wenn die Zulaufmenge Q_z nicht stark schwankt, kann mit der folgenden Formel gerechnet werden:

$$V_p = \frac{T_{Sp} \cdot Q_z \cdot (Q_p - Q_z)}{Q_p}$$

V_p	[l]	= Pumpvolumen
T_{Sp}	[s]	= Schaltperiodendauer
Q_z	[l/s]	= Zulaufförderstrom
Q_p	[l/s]	= Förderstrom der Pumpe im Betriebspunkt!

Bei stark schwankenden Zulaufmengen, wie z.B. bei Regenwasserpumpwerken – schwacher oder starker Regen – sollte zur Ermittlung des Pumpvolumens V_p das maximal erforderliche Pumpvolumen ermittelt werden.

Es wird erreicht, wenn man $Q_z = \frac{Q_p}{2}$ in die Formel einsetzt.

4.7 SCHALTDIFFERENZ h_p

Die Schaltdifferenz h_p , d.h. der Einstellabstand der Niveaukontaktgeber wird anhand des ermittelten minimalen Pumpvolumens V_p aus dem Diagramm 13 (PKS-D) entnommen.

Diagramm 13: Schaltdifferenz h_p PKS 1000

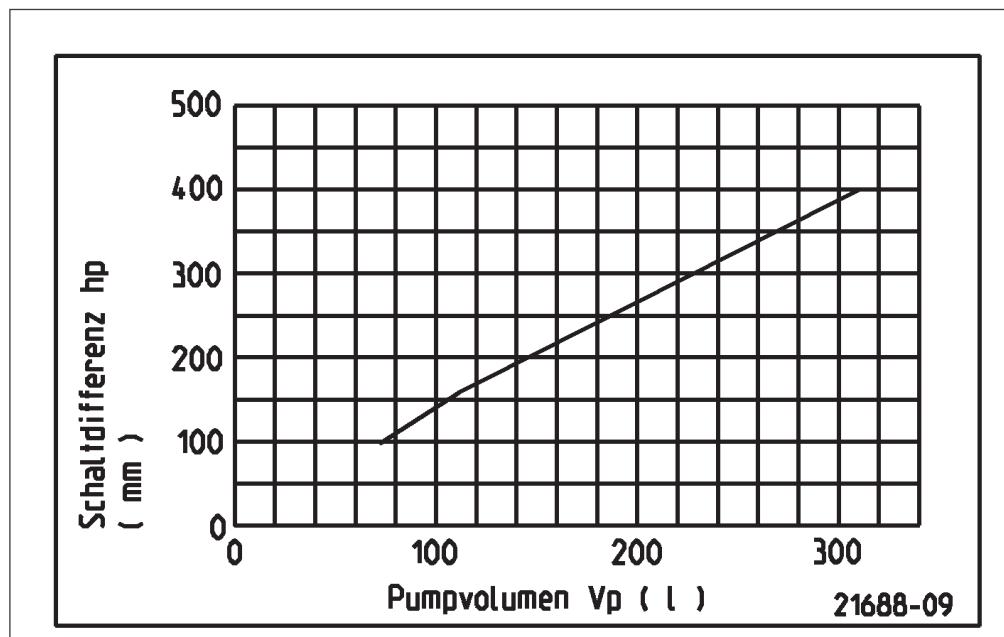
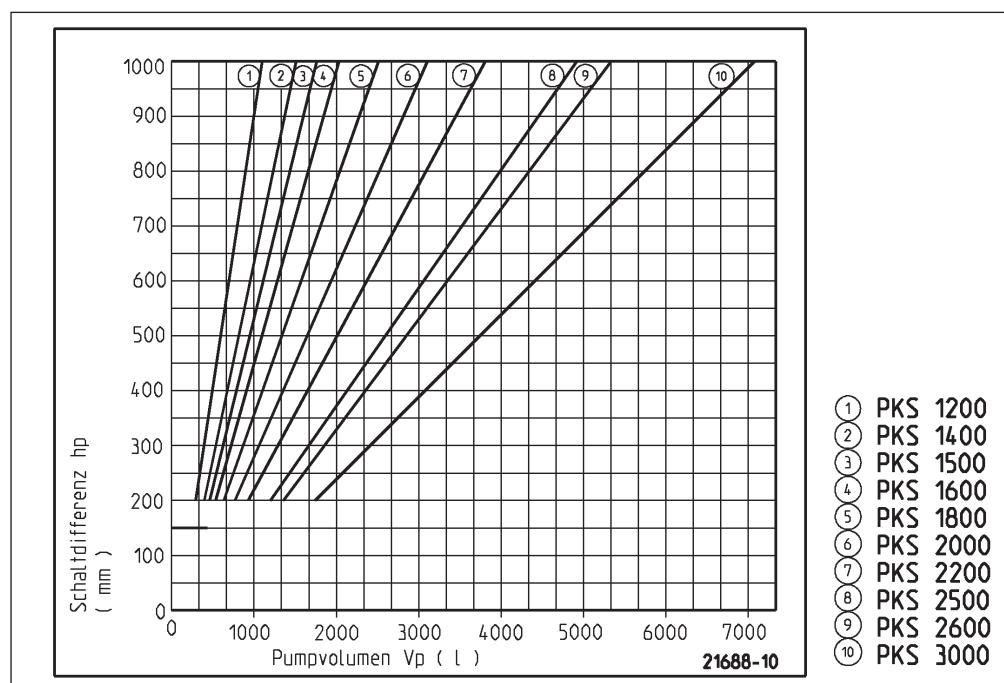


Diagramm 14: Schaltdifferenz h_p PKS 1200 - 3000



4.8 SUMPFVOLUMEN V_{su} , AUSSCHALTHÖHE h_{Aus}

Das im Pumpensumpf verbleibende Volumen V_{su} und die Ausschalthöhe h_{Aus} lassen sich anhand der untenstehenden Tabelle bestimmen. Es ist zu prüfen, ob die Ausschalthöhe größer oder gleich dem Maß ist, das gewährleistet, dass das Spiralgehäuse der Pumpe nicht auftaucht (s. Maße der gewählten Pumpe). Die Anstauhöhe h ergibt sich aus $h = h_p + h_{Aus}$

Tabelle 10: Höhe Ausschaltpunkte h_{Aus} / Sumpfvolumen V_{su}
Schächte für Abwasserpumpen mit und ohne Explosionsschutz

	PKS-800 -32	PKS-800 -D 32	PKS 1000 -40 / D 40	PKS 1000 -D 65 /-D 80
h_{Aus} [mm]	200	270	280	198
V_{su} [l]	36	89	200	198
V_p [l]*	100	100	siehe Diagramm 13	

* bis UK Zulauf

Tabelle 10: Höhe Ausschaltpunkte h_{Aus} / Sumpfvolumen V_{su}
Schächte für Abwasserpumpen mit und ohne Explosionsschutz

	PKS 1200	PKS 1400	PKS 1500	PKS 1600	PKS 1800	PKS 2000	PKS 2200	PKS 2500	PKS 3000
h_{Aus} [mm]	280	280	280	280	280	280	280	280	280
V_{su} [l]	158	241	288	341	459	595	748	1011	1537
V_p [l]*	V_p [l] siehe Diagramm 14								

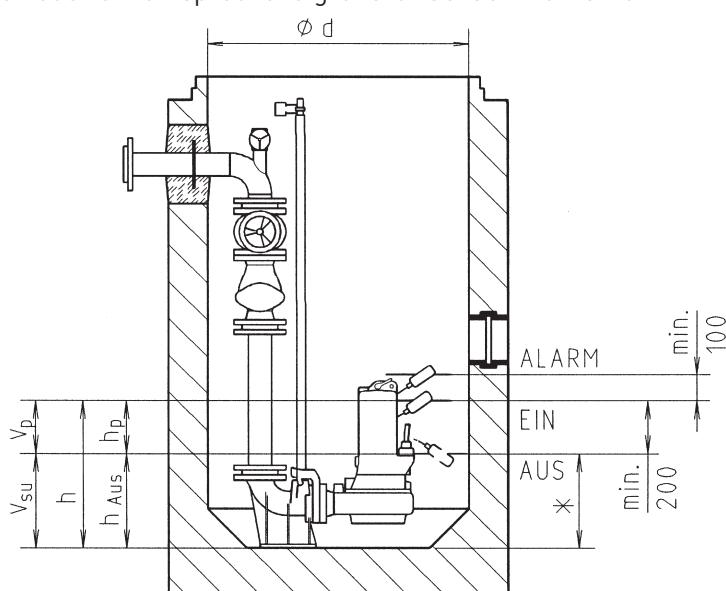
* bis UK Zulauf

Tabelle 10: Höhe Ausschaltpunkte h_{Aus} / Sumpfvolumen V_{su}
Schächte für Schmutzwasserpumpen U/US/Multidrain UV

	SKS-800 -32/D32	SKS-800 -50/D50	SKS-1000 -50/D50
h_{Aus} [mm]	200	225	150
V_{su} [l]	68	82	135
V_p [l]*	131	117	118**

* bis UK Zulauf ** für Pumpen mit Schaltautomatik (für Pumpen mit Niveauschaltung gilt Diagramm 13)

Bei der Wahl eines Schachtes ist darauf zu achten, dass das Maß h nicht größer ist als die maximale Anstauhöhe vom Schachtboden bis ca. 100 mm unter Unterkante Zulauf. Sollte dies der Fall sein, so ist der Zulauf zu versetzen oder ein entsprechend größerer Schacht zu wählen.



4 21704-02

* = min. Oberkante Spiralgehäuse

5. RECHENBEISPIELE

5.1 RECHENBEISPIEL 1

Hebeanlage für fäkalienhaltiges Abwasser

1. Ermittlung der Mengen gem. DIN EN 12056-2

Einbauort: Pension

$$\Rightarrow K = 0,5 \text{ l/s}$$

Je nach Art des zu entwässernden Objektes wird über den Faktor K die Gleichzeitigkeit der Benutzung der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände bestimmt.

Folgende Entwässerungsgegenstände sind zu entsorgen (System I):

Bezeichnung	Anschlusswerte	
	DU	Σ DU
12 Handwaschbecken	0,5	6,0
8 WC (6 l Spülkasten)	2,0	16,0
4 Urinale	0,5	2,0
2 Bodenabläufe DN 70	1,5	3,0
	Σ	= 27,0
1 Fettabscheider NG 2 (Herstellervorgabe)	Q_c	= 2,0 l/s
daran angeschlossen:		
1 Spülmaschine		
2 Küchenablaufstellen		
2 Spülbecken in der Küche		

Der gesamte Schmutzwasserabfluss ergibt sich somit zu:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU_s} + Q_c \quad Q_{ww} \text{ [l/s]} = \text{Schmutzwasserabfluss}$$

$$= 0,5 \cdot \sqrt{27,0} + 2,0 \text{ l/s} \quad K = \text{Abflusskennzahl}$$

$$= 0,5 \cdot \sqrt{27,0} + 2,0 \text{ l/s} \quad DU \text{ [l/s]} = \text{Anschlusswerte}$$

$$Q_{ww} = 4,60 \text{ l/s} \quad Q_c \text{ [l/s]} = \text{Dauerabfluss}$$

Anmerkung: Ist der ermittelte Schmutzwasserabfluss- Q_{ww} kleiner als der größte Anschlusswert eines einzelnen Entwässerungsgegenstandes, so ist letzterer maßgebend!

2. Überprüfung der Mindestfließgeschwindigkeit v_{min}

Die Anlage soll über eine vorhandene, $L = 25 \text{ m}$ lange, Druckrohrleitung DN 100 angeschlossen werden.

Die betriebliche Rauhigkeit beträgt $k_b = 0,25 \text{ mm}$. Die Mindestfließgeschwindigkeit in Druckleitungen beträgt $v_{min} > 0,7 \text{ m/s}$

Die Druckrohrleitung hat ein Volumen

$V_{D/m} = 8 \text{ l/m}$ (s. Tabelle 7 – Die Werte sind Näherungswerte für $d_i = DN$. Bei größeren Leitungslängen empfiehlt es sich, mit den tatsächlichen Rohrleitungsinnendurchmessern aus Tabelle 8 zu rechnen. Diese sind aufgrund der unterschiedlichen Materialien und daraus resultierenden Wandstärken der Rohre jedoch sehr unterschiedlich.)

Daraus folgt, dass hier ein Mindestförderstrom Q von

$$Q = V_{D/m} \cdot 0,7 \text{ m/s}$$

$$= 8,0 \text{ l/m} \cdot 0,7 \text{ m/s}$$

$$Q = 5,6 \text{ l/s}$$

erforderlich ist.

Bei der Überprüfung, ob der anfallende Abwasserstrom größer ist, als der erforderliche, $Q_{ww} \geq Q$, wird festgestellt, dass

$$Q_{ww} < Q$$

$$4,60 \text{ l/s} < 5,60 \text{ l/s}$$

ist. Das heißt, dass im weiteren Verlauf der Berechnung nicht mit der tatsächlich anfallenden Abwassermenge gerechnet wird, sondern dass die für die Erreichung der Mindestfließgeschwindigkeit erforderliche Menge angesetzt wird.

$$Q = 5,60 \text{ l/s} \quad \text{Mit dem Umrechnungsfaktor 3,6 kann von der Einheit [l/s] auf [m}^3/h] umgerechnet werden.}$$

$$Q = 20,16 \text{ m}^3/\text{h} \approx 20 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Ermittlung der Rohrreibungsverluste der Rohrleitung H_{vL}

Aus dem Diagramm 2 wird die Verlusthöhe H_{vL} ermittelt. Dazu wird der Schnittpunkt des Förderstromes $Q = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$

mit der Druckleitung DN 100 gesucht. Von diesem Schnittpunkt zieht man eine horizontale Linie auf den Seitenrand des Diagrammes. Hier kann nun die Verlusthöhe H_{vL} für 100 m Leitung abgelesen werden.

$$H_{vL100} = 0,70 \text{ m} / 100 \text{ m Rohrleitung}$$

Die gesamte Verlusthöhe für die Leitung ergibt sich aus der Multiplikation mit der Rohrleitungslänge LD.

$$H_{vL} = H_{vL100} \cdot L_D$$

$$= \frac{0,7 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 25 \text{ m}$$

$$H_{vL} = 0,18 \text{ m}$$

4. Ermittlung der Verlusthöhen H_{vE} der Einbauten und Armaturen

In Tabelle 6 und in Diagramm 3 können die Zeta-Werte für Armaturen und Formstücke ermittelt werden. In die Druckleitung sollen folgende Armaturen und Formstücke eingebaut werden:

Stück	Bezeichnung	ζ	für $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$
1	Absperrschieber DN 100	0,34	0,34
3	Bögen DN 100, 90°	0,35	1,05
1	Rückschlagklappe R 101	7,00	7,00
$\Sigma \zeta = 8,39$			

Aus Diagramm 4 ergibt sich für $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ und $\Sigma \zeta = 8,39 \text{ m}$ $H_{vE} = 0,2 \text{ m}$.

5. Gesamtverlusthöhe H_v

Die Gesamtverlusthöhe ergibt sich aus der Addition aller Einzelverlusthöhen

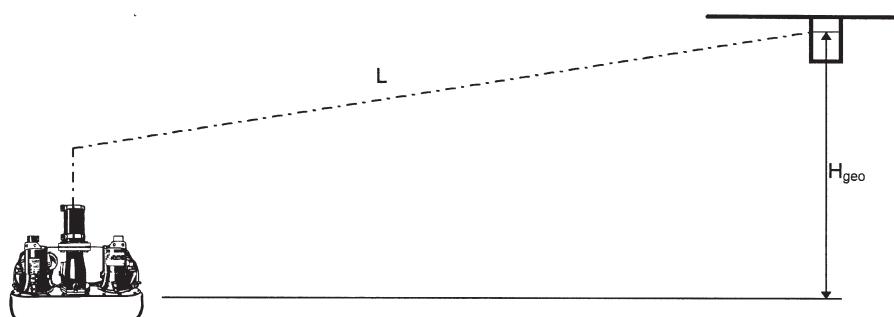
$$H_v = H_{vL} + H_{vE}$$

$$= 0,18 \text{ m} + 0,2 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{H_v = 0,38 \text{ m}}}$$

6. Geodätische Förderhöhe H_{geo}

Der Höhenunterschied zwischen dem Ausschaltpunkt der Pumpe und der Übergabestelle wird als geodätische Förderhöhe bezeichnet. In diesem Beispiel ist $H_{geo} = 3,1 \text{ m}$.



7. Manometrische Förderhöhe H_{man}

Die manometrische Förderhöhe ist die Summe aus Gesamtverlusthöhe und geodätischer Förderhöhe.

$$\begin{aligned} H_{\text{man}} &= H_v + H_{\text{geo}} \\ &= 0,38 \text{ m} + 3,1 \text{ m} = 3,48 \text{ m} \\ H_{\text{man}} &\approx 3,5 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Anlagenauswahl

Die Werte $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ (s. Pkt. 2) und $H_{\text{man}} = 3,5 \text{ m}$ (s. Pkt. 7) ergeben den „gewünschten Betriebspunkt“.

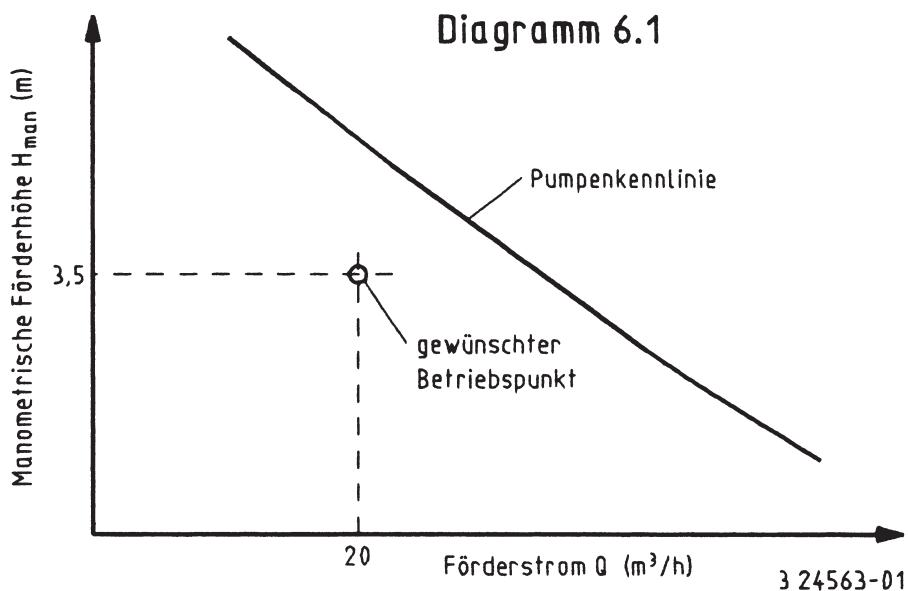
Mit ihm wird nun die Hebeanlage vordimensioniert.

Die Pumpenkennlinie muss über dem gewünschten Betriebspunkt liegen.

Da es sich um eine Pension handelt, wo gemäß EN 12056-4, Teil 1, die Abwasserleitung keine Unterbrechung gestattet, ist eine automatische Reservepumpe oder eine Doppelanlage vorzusehen. Es wird daher aus Sicherheitsgründen eine Doppelanlage gewählt.

Gewählte Anlage: compli 1010/4 BW

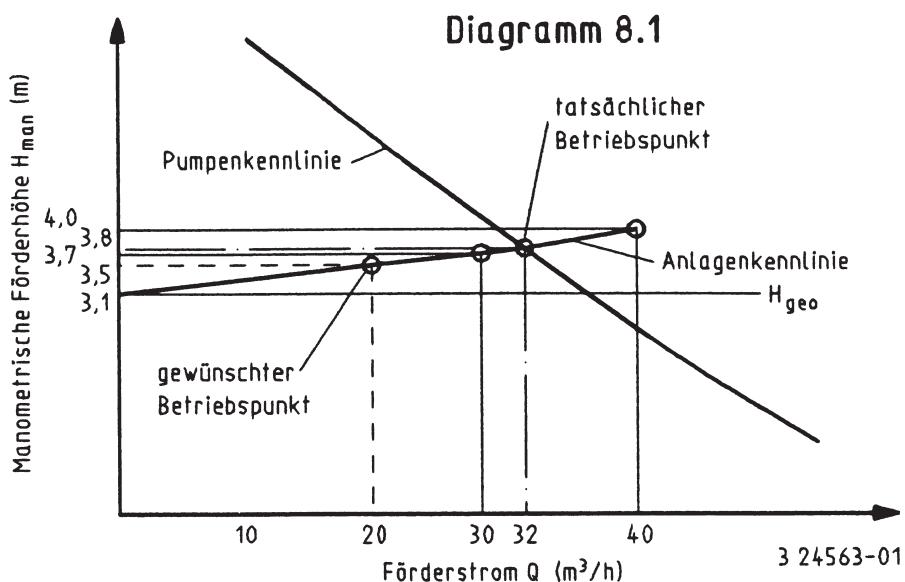
Diagramm 6.1



Die Anlage kann auf diese Weise hinreichend dimensioniert werden. Wenn jedoch der exakte Betriebspunkt gefordert ist, so ist die Rohrleitungs- oder Anlagenkennlinie zu ermitteln und in das obige Diagramm zu übertragen.

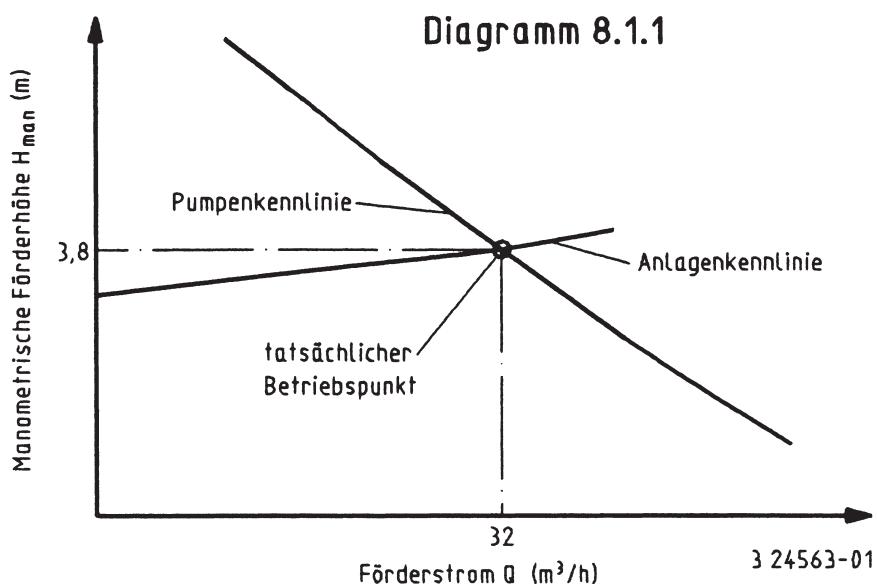
Hierzu werden willkürlich einige Fördermengen angenommen, zu denen dann die zugehörigen Verlusthöhen ermittelt werden (s. Pkt. 3-7).

Die geodätische Höhe H_{geo} ist als Konstante auf der Y-Achse anzutragen. Die ermittelten H_v -Werte werden darauf addiert.



Im vorliegenden Beispiel wurden die Verlusthöhen für die Mengen $Q = 30$ und $40 m^3/h$ ermittelt und in das Diagramm eingetragen.

Verbindet man die so gefundenen Punkte, ergibt sich die Anlagen- oder Rohrleitungskennlinie. Der Schnittpunkt gibt den tatsächlichen Betriebspunkt der Pumpe an.
Die Pumpe hat einen Förderstrom $Q = 32,0 m^3/h$ bei $H_{man} = 3,8 m$.



9. Überprüfung der Fließgeschwindigkeit v

Die Fließgeschwindigkeit sollte, um Druckstöße und Klappenschläge zu vermeiden, nicht größer als $v_{max} = 2,3 m/s$ sein.

$$v = \frac{Q_p}{V_{D/m}} = \frac{32 m^3/h}{8,0 l/m \cdot 3,6} = 1,11 m/s$$

[3,6 = Umrechnungsfaktor m^3/h in l/s]

$$v_{min} \leq v < v_{max}$$

$0,7 m/s \leq 1,11 m/s < 2,3 m/s \Rightarrow$ Die Fließgeschwindigkeit liegt im zulässigen Bereich.

5.2 RECHENBEISPIEL 2

Regenwasserpumpwerk mit Abwasserpumpen und Kunststoffschacht

Achtung: In explosionsgefährdeten Räumen oder Pumpstationen, die mit dem öffentlichen Kanalnetz verbunden sind, müssen exgeschützte Abwasserpumpen eingesetzt werden.

1. Ermittlung der Mengen gem. DIN 1986 Teil 100

In Tabelle 4 lassen sich die Abflussbeiwerte C in Abhängigkeit von der Art der angeschlossenen Niederschlagsfläche ermitteln.

Folgende Niederschlagsflächen sind angeschlossen:

Bezeichnung	Fläche	Abflussbeiwert
Dach	$A_1 = 170,0 \text{ m}^2$	$C = 1,0$
Fußweg mit Pflaster 10 x 10 cm	$A_2 = 110,0 \text{ m}^2$	$C = 0,6$
Parkplatz mit Schwarzdecke	$A_3 = 76,5 \text{ m}^2$	$C = 1,0$

Für die Berechnung ist es erforderlich, Kenntnisse über die örtlich sehr unterschiedliche Bemessungsregenspende zu haben. Für eine exakte Berechnung muss der Wert bei dem örtlichen Bauamt erfragt werden. Eine Übersicht kann der DIN EN 12056 Anhang A entnommen werden.

Für das vorliegende Beispiel wird eine mittlere Bemessungsregenspende von

$$r_{(D,T)} = 200 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha}) \quad [1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2]$$

angesetzt.

$$Q_R = C \cdot A \cdot \frac{r_{(D,T)}}{10.000 \text{ m}^2 / \text{ha}} \quad [\text{Abfluss in l/s}]$$

$$Q_{R1} = 1,0 \cdot 170 \text{ m}^2 \cdot \frac{200 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha})}{10.000 \text{ m}^2 / \text{ha}} = 3,40 \text{ l/s}$$

$$Q_{R2} = 0,6 \cdot 110 \text{ m}^2 \cdot \frac{200 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha})}{10.000 \text{ m}^2 / \text{ha}} = 1,32 \text{ l/s}$$

$$Q_{R3} = 1,0 \cdot 76,5 \text{ m}^2 \cdot \frac{200 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha})}{10.000 \text{ m}^2 / \text{ha}} = 1,53 \text{ l/s}$$

$$\sum Q_{R1-3} = 6,25 \text{ l/s}$$

Mit dem Umrechnungsfaktor 3,6 kann von der Einheit [l/s] auf [m³/h] umgerechnet werden.

$$\sum V \cdot r_{1-3} = Q = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

2. Dimensionierung der Druckleitung

Die Anlage soll über eine $L = 520 \text{ m}$ lange Druckrohrleitung angeschlossen werden. Die betriebliche Rauigkeit beträgt $k_b = 0,25 \text{ mm}$.

Die Mindestfließgeschwindigkeit in Druckleitungen beträgt $v_{\min} > 0,7 \text{ m/s}$.

Um die Energiekosten möglichst gering zu halten, wird versucht, die Fließgeschwindigkeit nicht wesentlich über $v = 1,0 \text{ m/s}$ kommen zu lassen.

Die Ermittlung des erforderlichen Durchmessers kann mit dem Diagramm 2 vorgenommen werden. Dazu wird mit $Q = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$ von unten nach oben in das Diagramm hereingegangen. Wenn die Menge Q mit der Linie v_{\min} schneidet, kann man sehen, dass der Schnittpunkt zwischen den diagonalen Durchmesserreihen $d_i 100$ und $d_i 125$ liegt. Das heißt, in der Druckleitung $d_i 100$ ist $v > 0,7 \text{ m/s}$ und in der Leitung $d_i 125$ ist $v < 0,7 \text{ m/s}$.

Verlängert man die senkrechte Linie weiter bis zur Diagonalen $d_i 100$, so kann man ablesen, dass die Fließgeschwindigkeit in dieser Leitung bei ca. $v = 0,8 \text{ m/s}$ liegt und somit größer als die Mindestfließgeschwindigkeit $V_{\min} = 0,7 \text{ m/s}$ ist.

Gewählt: **Druckleitung DN 100**

3. Ermittlung der Verlusthöhen der Rohrleitung H_{vL}

Aus dem Diagramm 2 wird die Verlusthöhe H_v ermittelt:

Dazu wird der Schnittpunkt des Förderstromes $Q = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$ mit der Druckleitung $d_i 100$ gesucht. Von diesem Schnittpunkt zieht man eine horizontale Linie auf den Seitenrand des Diagrammes. Hier kann nun die Verlusthöhe $H_{vL,100}$ für 100 m Leitung abgelesen werden.

$$H_{vL,100} = 0,90 \text{ m} / 100 \text{ m Rohrleitung}$$

Die gesamte Verlusthöhe für die Leitung ergibt sich aus der Multiplikation mit der Rohrleitungslänge L .

$$\begin{aligned} H_{vL} &= H_{vL,100} \cdot L \\ H_{vL} &= \frac{0,9 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 520 \text{ m} \\ H_{vL} &= 4,68 \approx 4,7 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Ermittlung der Verlusthöhen H_{vE} der Einbauten und Armaturen

In Tabelle 6 und in Diagramm 3 können die Zeta-Werte für Armaturen und Formstücke ermittelt werden. In der Druckleitung und im Pumpenschacht sollen folgende Armaturen und Formstücke eingebaut werden:

Stück	Bezeichnung	ζ	für $Q = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$
1	Absperrschieber DN 100	0,34	0,34
12	Bögen DN 100, 90°	0,35	4,20
1	Rückschlagklappe R 100 G, Gewicht außen	20,00	20,00
$\Sigma \zeta =$			<u>24,54</u>

Aus Diagramm 4 ergibt sich für $Q = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$ und $\Sigma \zeta = 24,54$ ein $H_{vE} = 0,8 \text{ m}$.

5. Gesamtverlusthöhe H_v

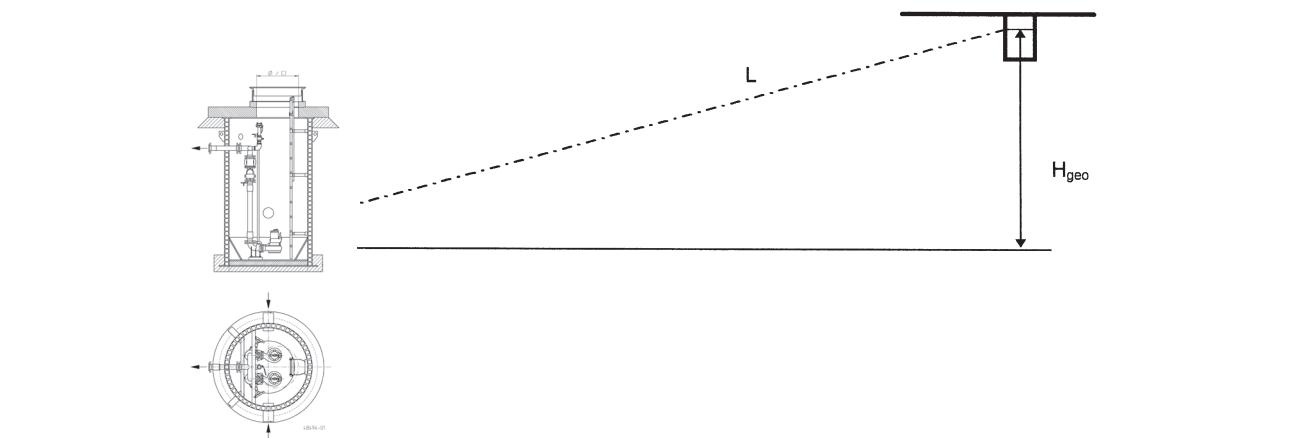
Die Gesamtverlusthöhe ergibt sich aus der Addition aller Einzelverlusthöhen

$$\begin{aligned} H_v &= H_{vL} + H_{vE} \\ &= 4,7 \text{ m} + 0,8 \text{ m} \\ H_v &= 5,5 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Geodätische Förderhöhe H_{geo}

Der Höhenunterschied zwischen dem Ausschaltpunkt der Pumpe und der Übergabestelle wird als geodätische Höhe bezeichnet.

In diesem Beispiel ist $H_{geo} = 1,8 \text{ m}$



7. Manometrische Förderhöhe H_{man}

Die manometrische Förderhöhe ist die Summe aus Gesamtverlusthöhe und geodätischer Förderhöhe.

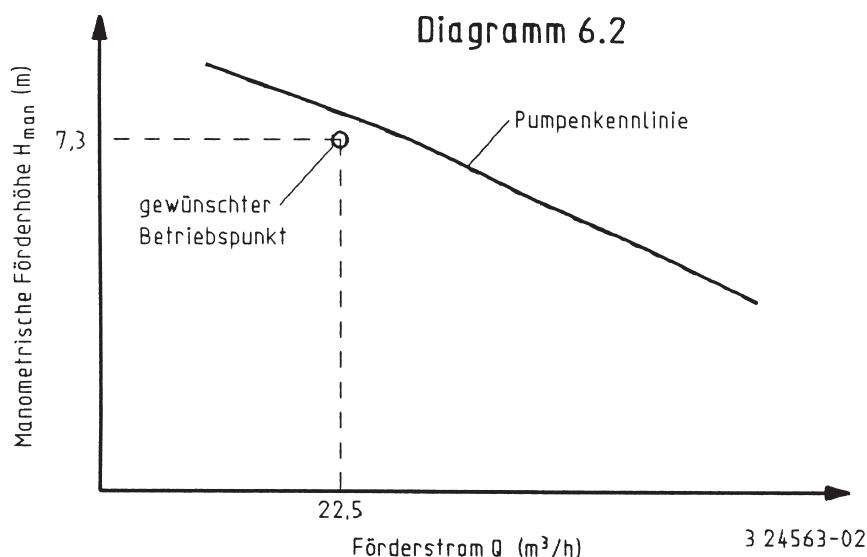
$$\begin{aligned} H_{\text{man}} &= H_v + H_{\text{geo}} \\ &= 5,5 \text{ m} + 1,8 \text{ m} \\ \underline{H_{\text{man}}} &= \underline{7,3 \text{ m}} \end{aligned}$$

8. Pumpenauswahl

Die Werte $Q = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$ (s. Pkt. 2) und $H_{\text{man}} = 7,3 \text{ m}$ (s. Pkt. 7) ergeben den „gewünschten Betriebspunkt“. Mit ihm werden nun die Pumpen vordimensioniert.

Die Pumpenkennlinie muss über dem gewünschten Betriebspunkt liegen. Je nach gewünschter Sicherheit kann die Pumpe mehr oder weniger überdimensioniert werden.

Gewählte Pumpen: MultiFree 25/4 CW 1



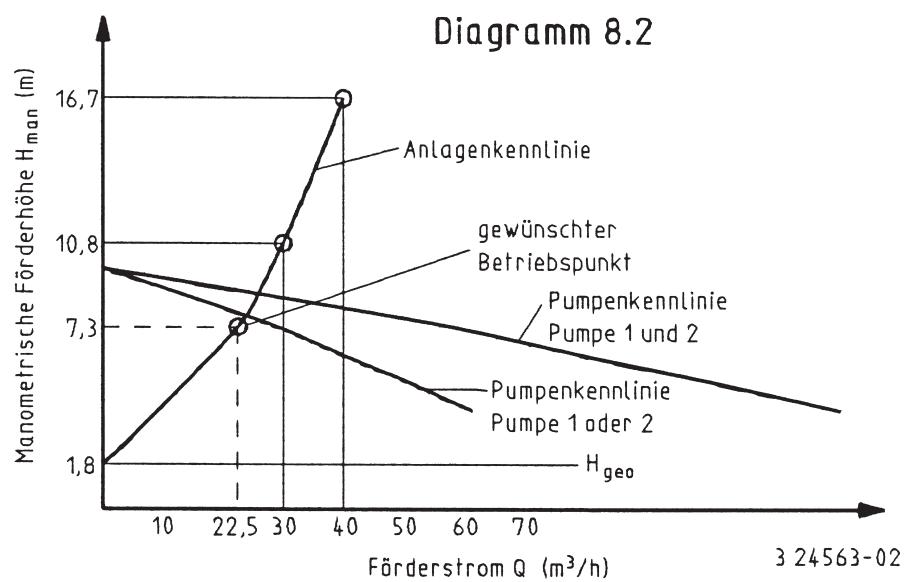
Die Anlage kann auf diese Weise hinreichend dimensioniert werden. Wenn jedoch der exakte Betriebspunkt gefordert ist, so ist die Rohrleitungs- oder Anlagenkennlinie zu ermitteln und in das obige Diagramm zu übertragen.

Hierzu werden willkürlich einige Fördermengen angenommen, zu denen dann die zugehörigen Verlusthöhen ermittelt werden (s. Pkt. 3-7).

Die geodätische Höhe H_{geo} ist als Konstante auf der Y-Achse anzutragen. Die ermittelten H_v -Werte werden darauf addiert.

Da es sich um eine Doppelanlage handelt, kann auch ermittelt werden, wieviel Wasser gefördert wird, wenn beide Pumpen zusammen in den Spitzenlastbetrieb gehen.

Hierzu wird die Kennlinie der zweiten Pumpe graphisch auf die erste Kennlinie addiert und werden anschließend die tatsächlichen Betriebspunkte ermittelt.

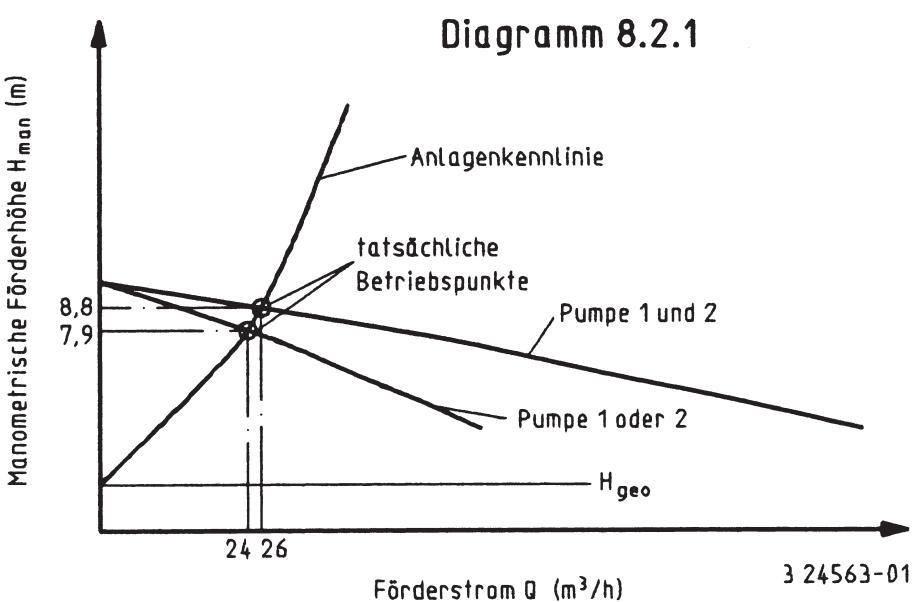


Im vorliegenden Beispiel wurden die Verlusthöhen für die Mengen $Q = 30$ und $40 \text{ m}^3/\text{h}$ ermittelt und in das Diagramm eingetragen.

Verbindet man die so gefundenen Punkte, ergibt sich die Anlagen- oder Rohrleitungskennlinie. Die Schnittpunkte geben die tatsächlichen Betriebspunkte der Pumpen für Grund- und Spitzenlast an.

Die Pumpen haben einen Förderstrom von $Q = 24,0 \text{ m}^3/\text{h}$ bei $H_{\text{man}} = 7,9 \text{ m}$ (Grundlast) und $Q = 26,0 \text{ m}^3/\text{h}$ bei $H_{\text{man}} = 8,8 \text{ m}$ (Spitzenlast).

Da Pumpen in der Regel so ausgelegt werden, dass eine Pumpe die gesamte anfallende Wassermenge fördern kann, spricht man bei der zweiten Pumpe von der Reservepumpe. Nur in Sonderfällen kommt die sog. Spitzenlast zur Anwendung.



9. Überprüfung der Fließgeschwindigkeit v

Die Fließgeschwindigkeit sollte, um Druckstöße und Klappenschläge zu vermeiden, nicht größer als $v_{max} = 2,3$ m sein.

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q_p}{V_{D/m}} \\ &= \frac{24 \text{ m}^3/\text{h}}{8,0 \text{ l/m} \cdot 3,6} \\ v &= 0,83 \text{ m/s} \quad [3,6 = \text{Umrechnungsfaktor m}^3/\text{h in l/s}] \\ v_{min} &\leq v < v_{max} \\ 0,7 \text{ m/s} &\leq 0,83 \text{ m/s} < 2,3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

10. Schaltperiodendauer T_{sp}

Die gewählten Pumpen vom Typ MultiFree 25/4 CW1 haben eine Leistungsaufnahme $P1 = 2,7$ kW. Daraus folgt nach Tabelle 9 eine Schaltperiodendauer von

$$\underline{T_{sp} = 120 \text{ s}}$$

11. Pumpvolumen V_p

Für das erforderliche minimale Pumpvolumen V_p gilt die folgende Formel:

$$\begin{aligned} V_p &= \frac{T_{sp} \cdot Q_z \cdot (Q_p - Q_z)}{Q_p} \\ V_p &= \frac{120 \text{ s} \cdot 22,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot [24 \text{ m}^3/\text{h} - 22,5 \text{ m}^3/\text{h}]}{24 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3,6} \quad [3,6 = \text{Umrechnungsfaktor m}^3/\text{h in l/s}] \\ V_p &= 46,9 \text{ l} \end{aligned}$$

12. Schachtauswahl

Es wird ein Schacht PKS 1500-D 100 gewählt. Die Mindestschaltdifferenz h_p kann aus Diagramm 14 entnommen werden. Sie beträgt bei $V_p = 46,9$ l

$h_p = 200$ mm als unterste Grenze.

Das im Pumpensumpf verbleibende Volumen V_{su} und die Ausschalthöhe h_{Aus} lässt sich anhand der Tabelle 10 bestimmen.

$$h_{Aus} = 280 \text{ mm}$$

Die Anstauhöhe h ergibt sich aus

$$\begin{aligned} h &= h_p + h_{Aus} \\ h &= 200 \text{ mm} + 280 \text{ mm} \\ h &= 480 \text{ mm} \end{aligned}$$

Das Sumpfvolumen ergibt sich zu

$$\underline{\underline{V_{su} = 288 \text{ l}}}$$

6. AUSLEGUNGSHILFE FÜR PUMPEN UND HEBEANLAGEN

Firma: _____ Tel./Fax: _____
 Anschrift: _____ BV, Ort: _____
 PLZ, Ort: _____ Neubau Modernisierung
 Ansprechpartner/-in: _____ E-Mail: _____
 Telefon bei Rückfragen: _____

1.0 Zu entwässerndes Objekt

- | | |
|--|--------------------------|
| Keller / Einzelbad / Waschküche | <input type="checkbox"/> |
| Einzelne Wohnung | <input type="checkbox"/> |
| Einfamilienhaus | <input type="checkbox"/> |
| Zwei-/Mehrfamilienhaus | <input type="checkbox"/> |
| Gewerbebetrieb / Bürogebäude | <input type="checkbox"/> |
| Gaststätte / Restaurant / Hotel | <input type="checkbox"/> |
| Industrieanlage | <input type="checkbox"/> |
| Öffentliches Gebäude | <input type="checkbox"/> |
| Freizeitanlage / Sportstätte | <input type="checkbox"/> |
| Einleitung in ein öffentliches Kanalnetz | <input type="checkbox"/> |
| Sonstiges _____ | |

1.1 Entwässerungsgegenstände (DUs)

Bezeichnung	Anzahl
Urinal (Stand oder Reihe, je Platz)	
Einzelurinal	
Waschbecken, Bidet	
Dusche ohne Stöpsel	
Dusche mit Stöpsel, Badewanne	
Küchenspüle, Geschirrspüler	
Waschmaschine 6 kg, Bodenabl. DN 50	
Waschmaschine 12 kg, Bodenabl. DN 70	
Bodenablauf DN 100	
WC 6 l, WC 7,5 l	
WC 9 l	
Sonstiges _____	

1.2 Aufstellort der Pumpe / Hebeanlage

- | | |
|--|--------------------------|
| Innerhalb des Gebäudes, Überflur | <input type="checkbox"/> |
| Innerhalb des Gebäudes, Unterflur | <input type="checkbox"/> |
| Außerhalb des Gebäudes, Unterflur | <input type="checkbox"/> |
| Zulauftiefe (Oberkante Gelände) - Rohrsohle _____ cm | |

Belastung der Schachtabdeckung

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| - begehbar (Kl. A) | <input type="checkbox"/> |
| - PKW-befahrbar (Kl. B) | <input type="checkbox"/> |
| - LKW-befahrbar (Kl. D) | <input type="checkbox"/> |

Schacht vorhanden, Ø _____ m

Schachttiefe _____ m

2.0 Abwasserart/-zusammensetzung

- | | |
|---|--------------------------|
| Häusliches Schmutzwasser (ohne Fäkalien) | <input type="checkbox"/> |
| Abwasser (mit Fäkalien und Ex-Schutz) | <input type="checkbox"/> |
| Regenwasser | <input type="checkbox"/> |
| Kondensat aus Gasbrennwertgeräten oder Klimageräten | <input type="checkbox"/> |
| Sonstiges _____ | |

2.1 Fördermengen

Gesamter Schmutzwasserabfluss Q

(falls bereits ermittelt) _____ l/s m³/h

oder

Einwohnerzahl EW

Anzahl EW (0,005 l/s*E) _____

oder

Oberflächenentwässerung

PLZ, Ort zur Bestimmung der Regenspenden _____

Gesamte zu entwässernde Dachfläche _____ m²

Gesamte zu entwässernde Grundstücksfläche _____ m²

- davon teildurchlässig, z. B. Pflaster _____ m²

- davon undurchlässig, z. B. Asphalt, Beton _____ m²

- davon unterhalb der Rückstauebene, _____ m²

(z. B. Kellereingänge, Garageneinfahrten etc.)

2.2 Hydraulische Angaben

Geodätische Förderhöhe H_{geo} _____ m

(von Ausschaltpunkt Pumpe bis Übergabepunkt)

Länge der Druckleitung _____ m

Druckleitung enthält Gefällestrecken

(Längsschnitt erforderlich)

Auslegung Druckrohrleitung erforderlich? ja nein

Wenn nein, bitte weitere Angaben zur bestehenden

Druckleitung:

Nennweite _____ DN _____

Druckstufe _____ PN _____

Innendurchmesser _____ mm

Material: PVC-U PE-HD Anderes _____ W

Anschluss an vorhandene Druckleitung? ja nein

Wie hoch ist der Vordruck? _____ bar

Datum: _____

Stempel/Unterschrift: _____

Bitte per E-Mail an angebot.jp@pentair.com senden

7. AUSLEGUNGSHILFE FÜR STEUERUNGSTECHNIK

Firma: _____ Tel./Fax: _____
 Anschrift: _____ BV, Ort: _____
 PLZ, Ort: _____ Neubau Modernisierung
 Ansprechpartner/-in: _____ E-Mail: _____
 Telefon bei Rückfragen: _____

3. Beschreibung der Anlage	<input type="checkbox"/> Siehe beigefügtes Datenblatt	
Zu steuernde Pumpe: _____	Leitungslänge der Pumpe / Niveauber: _____ m	
<input type="checkbox"/> Einzelanlage <input type="checkbox"/> Doppelanlage <input type="checkbox"/> Dreifachanlage <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____		
<input type="checkbox"/> Ex-Schutz erforderlich		
Beschreibung Schacht: (Bitte unter Auslegungshilfe für Pumpen und Hebeanlagen Pkt. 1.2 ergänzen)		
Netzform: <input type="checkbox"/> TN <input type="checkbox"/> TT	Vorhandene Spannungs- versorgung: Dreiphasenwechselstrom 3N/PE 230V/400V~50Hz	<input type="checkbox"/>
	Einphasenwechselstrom 1N/PE 230V~50Hz	<input type="checkbox"/>
Füllstandsanzeige: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Bemerkung: _____	<input type="checkbox"/>

4. Zusatzfunktionen

Alarmmeldung: Nein
 Sammelstörmeldung (netzabhängig)
 Einzelstörmeldung (Pumpe 1, Pumpe 2, Hochwasseralarm) netzabhängig
 Zusätzlich: _____

Fernübertragung: Nein potentialfreier Kontakt SMS E-Mail Funksensor FTJP für EnOcean-fähiges Smarthome Gateways

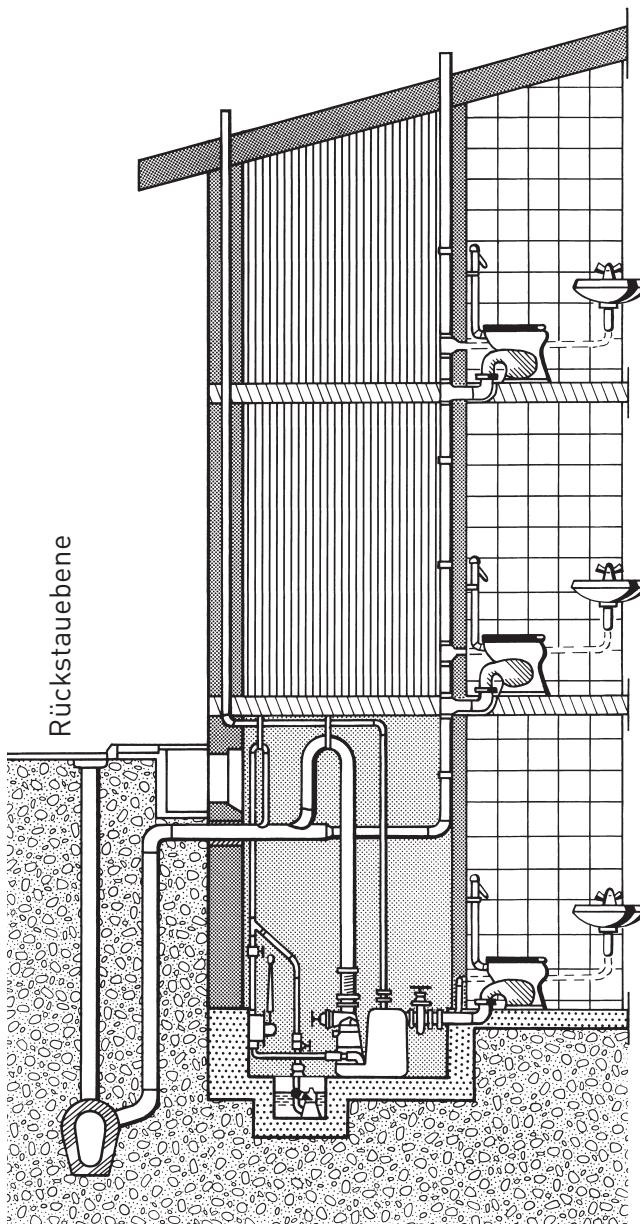
<input type="checkbox"/> Netzunabhängige Alarmmeldung	<input type="checkbox"/> Automatischer Probelauf
<input type="checkbox"/> Stromanzeige vor Ort	<input type="checkbox"/> Vorsicherung Steuerung
<input type="checkbox"/> Betriebsstundenanzeige vor Ort	<input type="checkbox"/> Netzüberwachung
<input type="checkbox"/> Hauptschalter	<input type="checkbox"/> Überspannungsschutz
<input type="checkbox"/> Sanftanlauf/-auslauf	Bemerkung: _____
<input type="checkbox"/> Ökammerüberwachung der Pumpe	
<input type="checkbox"/> Spannungsanzeige vor Ort	

5. Installation / Aufstellort der Steuerung

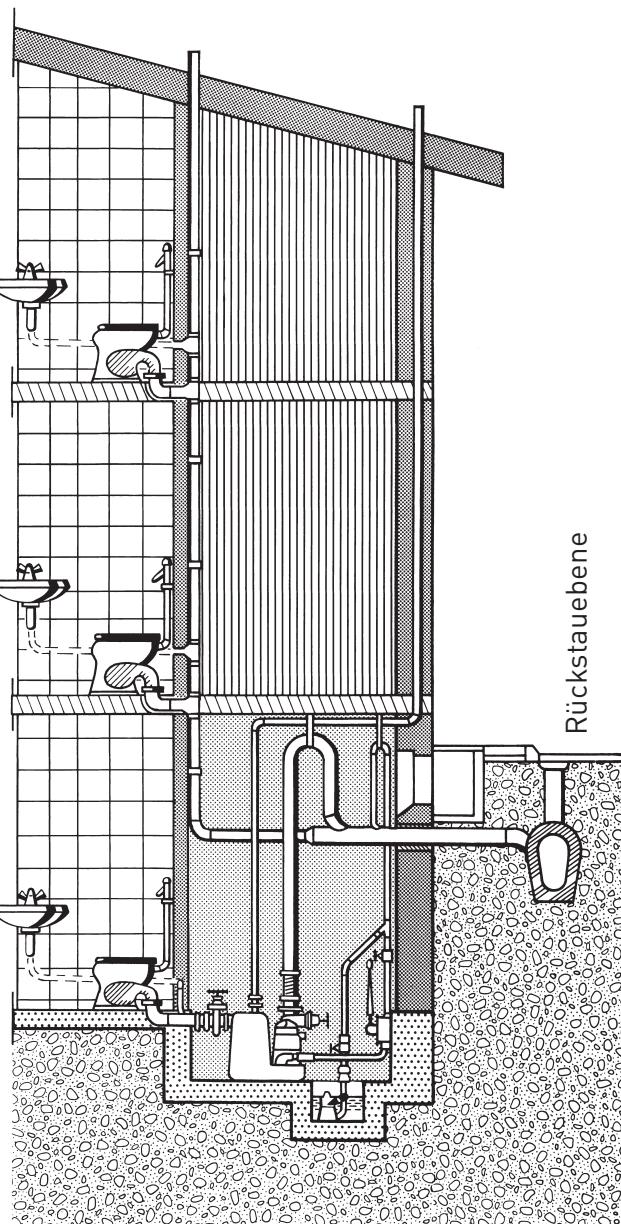
Außenaufstellung	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja	Bemerkung: _____
Freiplatz	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/> Ja für: _____	
<input type="checkbox"/> Blitzleuchte 230 V	<input type="checkbox"/> Warnleuchte 230 V		
<input type="checkbox"/> Profilhalbzylinder	<input type="checkbox"/> Heizung mit Thermostat		
<input type="checkbox"/> Außenschränkebeleuchtung	<input type="checkbox"/> Notstromeinspeisung		
<input type="checkbox"/> Hupe 230 V	Wartungssteckdose <input type="checkbox"/> 230 V <input type="checkbox"/> 400 V <input type="checkbox"/> Kombination		
<input type="checkbox"/> Entfernung der Steuerung/Pumpe, ca. _____ m			

Datum: _____ Stempel/Unterschrift: _____

Bitte per E-Mail an **angebot.jp@pentair.com** senden



Kanalniveau unterhalb der Kellersohle



Kanalniveau über der Kellersohle

8. RÜCKSTAUEBENE

Die Straßenoberkante an der Anschlussstelle gilt nach EN 12056-4 als Rückstauebene, wenn örtlich nicht anders festgelegt.

Entwässerungsgegenstände unterhalb der Rückstauebene müssen über eine Hebeanlage mit einer Rückstauschleife an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden.

Alle über der Rückstauebene liegenden Entwässerungsgegenstände sind mit natürlichem Gefälle zu entwässern. Bei „Rückstausituation“ im Kanal und den Hausanschlussleitungen ist durch eine automatisch arbeitende Abwasserhebebeanlage die Nutzung der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände möglich.

9. VERWENDETE FORMELZEICHEN

Formelzeichen	Erläuterung	Einheit
A	Niederschlagsfläche	m^2
C	Abflussbeiwert	-
DU	Anschlusswerte (design unit)	l/s
DN	Nennweite	mm
d_i	Rohrinnendurchmesser	mm
E	Einwohner	-
h	Anstauhöhe im Pumpensumpf	mm
h_{Aus}	Ausschalthöhe im Pumpensumpf	mm
h_p	Schaltdifferenz	mm
H_{geo}	Geodätische Förderhöhe	m
H_{man}	Manometrische Förderhöhe	m
H_p	Förderhöhe der Pumpe im Betriebspunkt	m
H_v	Gesamtverlusthöhe	m
H_{vE}	Verlusthöhe Einbauteile, Armaturen etc.	m
H_{vL}	Rohrreibungsverluste	m
$H_{v,i}$	Druckhöhenverluste	m
K	Abflusskennzahl	-
k_b	Betriebliche Rauhigkeit	mm
L_D	Druckleitungslänge	m
P	Punkt	-
P_1	Aufgenommene Motorleistung	kW
Q	Förderstrom	l/s
Q_c	Dauerabfluss	l/s
Q_F	Fremdwasser	l/s
Q_G	Gewerbliches und industrielles Schmutzwasser	l/s
Q_H	Häusliches Schmutzwasser	l/s
Q_{max}	zulässiger Schmutzwasserabfluss für $v_{\text{max}} = 2,5 \text{ m/s}$	l/s
Q_{min}	zulässiger Schmutzwasserabfluss für $v_{\text{min}} = 0,7 \text{ m/s}$	l/s
Q_p	Förderstrom der Pumpe im Betriebspunkt	m^3/h oder l/s
Q_R	Regenwasserabfluss	l/s
Q_T	Trockenwetterabfluss	l/s
Q_{tot}	Gesamtschmutzwasserabfluss	l/s
Q_{ww}	Schmutzwasserabfluss	l/s
Q_z	Zulaufförderstrom	m^3/h oder l/s
$q_{H, 1000E}$	Spezifischer häuslicher Schmutzwasseranfall	$\text{l}/(\text{s} \bullet 1000 E)$
$r_{5/2}$	Fünfminutenregen, einmal in zwei Jahren	$\text{l}/(\text{s} \bullet \text{ha})$
$r_{5/100}$	Fünfminutenregen, einmal in hundert Jahren	$\text{l}/(\text{s} \bullet \text{ha})$
$r_{(D,T)}$	Bemessungsregenspende	$\text{l}/(\text{s} \bullet \text{ha})$
T_{Sp}	Schaltperiodendauer	s
v	Fließgeschwindigkeit	m/s
V_D	Volumen der Druckleitung	l
$V_{D/m}$	Volumen der Druckleitung pro Meter	l/m
v_{max}	Maximal zulässige Fließgeschwindigkeit	m/s
v_{min}	Mindestfließgeschwindigkeit	m/s
V_p	Pumpvolumen	l
V_{SU}	Pumpensumpfvolumen	-
v	Kinematische Zähigkeit (Ny)	mm^2/s
ζ	Widerstandsbeiwert (Zeta)	-

10. DRUCKROHRLEITUNGEN AUS PEHD (AUSZUG)

DN	PN 12,5-PE 80-SDR 11			S 8 (PN 10) PE 100-SDR 17			S 5 (PN 16) PE 100 -SDR 11					
	D	x	s	di	V _{D/M} [V _L]	Q _{min} für v = 0,7 m/s	D	x	s	di	V _{D/M} [V _L]	Q _{min} für v = 0,7 m/s
20	25,0	x	2,3	20,4	0,33	0,23	25,0	x	1,8	21,4	0,36	0,25
25	32,0	x	2,9	26,2	0,54	0,38	32,0	x	1,9	28,2	0,62	0,44
32	40,0	x	3,7	32,6	0,83	0,58	40,0	x	2,4	35,2	0,97	0,68
40	50,0	x	4,6	40,8	1,31	0,92	50,0	x	3,0	44,0	1,52	1,06
50	63,0	x	5,8	51,4	2,07	1,45	63,0	x	3,8	55,4	2,41	1,69
65	75,0	x	6,8	61,4	2,96	2,07	75,0	x	4,5	66,0	3,42	2,39
80	90,0	x	8,2	73,6	4,25	2,98	90,0	x	5,4	79,2	1,93	3,45
100	110,0	x	10,0	90,0	6,36	4,45	110,0	x	6,6	96,8	7,36	5,15
125	125,0	x	11,4	102,2	8,20	5,74	125,0	x	7,4	110,2	9,54	6,68
140	140,0	x	12,8	114,4	10,28	7,20	140,0	x	8,3	123,4	11,96	8,37
150	160,0	x	14,6	130,8	13,44	9,41	160,0	x	9,5	141,0	15,61	10,93
180	180,0	x	16,4	147,2	17,02	11,91	180,0	x	10,7	158,6	19,76	13,83
200	200,0	x	18,2	163,6	21,02	14,71	200,0	x	11,9	176,2	24,38	17,07
225	225,0	x	20,5	184,0	26,59	18,61	225,0	x	13,4	198,2	30,85	21,60
250	250,0	x	22,8	204,4	32,81	22,97	250,0	x	14,8	220,4	38,15	26,71
280	280,0	x	25,5	229,0	41,19	28,83	280,0	x	16,6	246,8	47,84	33,49
315	315,0	x	28,7	257,6	52,12	36,48	315,0	x	18,7	277,6	60,52	42,37
300	355,0	x	32,3	290,4	66,23	46,36	355,0	x	21,1	312,8	76,85	53,79
350	400,0	x	36,4	327,2	84,08	58,86	400,0	x	23,7	352,6	97,65	68,35
400	450,0	x	41,0	368,0	106,36	74,45	450,0	x	26,7	396,6	123,54	86,48

D x s = Außen Durchm. x Wanddicke [mm]
 d_i = Rohrinnendurchmesser [mm]
 V_{D/m} = Leitungsinhalt [l/m] in Rohrnormen als V_L definiert
 Q = Förderstrom [l/s]
 v = Fließgeschwindigkeit [m/s]

SDR = Durchmesser/Wanddicke-Verhältnis (Standard Dimension Ratio)
 Einheiten
 Formel
 $V = Q / V_{D/m}$
 $V = v \times V_{D/m}$
 $V_{D/m} = Q / v$

Fließgeschwindigkeit:
 Menge:
 Rohrleitungsinhalt:



Jung Pumpen GmbH | Industriestr. 4-6 | 33803 Steinhagen | Telefon +49 5204 170 | info@jung-pumpen.de | www.jung-pumpen.de

PENTAIR and PENTAIR JUNG PUMPEN are trademarks, or registered trademarks of Pentair or its subsidiaries in the United States and/or other countries.
© 2026 Pentair Jung Pumpen