

Nach DIN EN 12056-4 [3] erfolgt die Bemessung von Abwasserhebeanlagen nach dem zu erwartenden Gesamtwasserabfluss. Derselbe wird nach Gleichung 6 für den Schmutzwasserabfluss Q_{WW} der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände oder nach Gleichung 7 für Schmutzwasser in Verbindung mit Entwässerungspumpen und Entwässerungsgegenständen mit Dauerabfluss für den Gesamt-Schmutzwasserabfluss Q_{tot} oder nach Gleichung 8 ausschließlich für den Regenwasserabfluss Q_R oder nach Gleichung 9 für den Mischwasserabfluss Q_M ermittelt.

$$Q_{WW} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU} \text{ in l/s} \quad (6)$$

$$Q_{tot} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU} + Q_p + Q_C \text{ in l/s} \quad (7)$$

$$Q_R = r_{D/T} \cdot C \cdot A \text{ in l/s} \quad (8)$$

$$Q_M = Q_{WW} + Q_R \text{ in l/s} \quad (9)$$

Q_{WW} Schmutzwasserabfluss in l/s der angeschlossenen Entwässerungsgegenstände (ΣDU), Bild 1

Q_{tot} Gesamt-Schmutzwasserabfluss in l/s abhängig von den angeschlossenen Entwässerungsgegenständen (ΣDU), dem Pumpenabfluss Q_p und dem Dauerabfluss von Entwässerungsgegenständen Q_C

Q_R Regenwasserabfluss in l/s

Q_M Mischwasserabfluss in l/s

K Abflusskennzahl nach Bild 2

ΣDU Summe Anschlusswerte in l/s nach Bild 3

Q_p Pumpenförderstrom in l/s

Q_C Dauerabfluss in l/s von Entwässerungsgegenständen

$r_{D/T}$ Berechnungsregenspende in l/s m^2

C Abflussbeiwert nach Bild 4

A Niederschlagsfläche in m^2

Anschlusswerte

Die Anschlusswerte DU für Entwässerungsgegenstände in der DIN 1986-100 [2] haben wie bisher in der überholten DIN 1986-2 [10] nicht das Geringste mit dem tatsächlichen Abflussverlauf zu tun und sind viel zu groß (Bild 1). In der DIN werden sie wie folgt bewertet:

WC mit 4,0/4,5-l-Spülkasten $DU = 1,8$ l/s

WC mit 6,0-l-Spülkasten/Druckspüler $DU = 2,0$ l/s

WC mit 9,0-l-Spülkasten/Druckspüler $DU = 2,5$ l/s

Bei dieser Bewertung liegt insofern ein grundlegender Fehler vor, als das Spülwasservolumen der Spüleinrichtung praktisch keinen Einfluss auf den Spülstrom am Spül-

Abwasserhebeanlagen und Rückstauverschlüsse, Teil 2

Stand der Normung

Im ersten Teil seines Beitrages (SBZ 08/2004) erläuterte der Autor die Begriffsbestimmungen Rückstauenebene und Rückstauschleife. Dabei ging er auf den aktuellen Normenstand bei Abwasserhebeanlagen und Rückstauverschlüssen ein. Im folgenden wird deren Bemessung nach dem zu erwartenden Gesamtwasserabfluss besprochen.

rohraustritt ohne angeschlossenes Klosett hat. Nach dem Kenntnisstand aus der Praxis, aus Untersuchungen und Forschungsarbeiten, der bis auf das Jahr 1976 zurück geht [11–15], ist nachgewiesen, dass der Spülstrom entsprechend der Darstellung in Bild 5 auf dem Wege von der Spüleinrichtung bis zum Klosett abgang durch eine starke Drosselung gekennzeichnet ist. Die Drosselung des Spülstromes wird durch die relativ großen Einzelwiderstände des Spülwasserverteilers und des Geruchverschlusses sowie die sich ändernden Strömungsarten in den verschiedenen durchflossenen

Strömungsabschnitten – Spülrohr, Spülwasserverteiler, Spülrand, Klosettschüssel, Geruchverschluss, Klosett abgang – bewirkt. Eine weitere Drosselung tritt beim Strömungsübergang vom Klosett abgang in die liegende Anschlussleitung sowie durch den entstehenden Reibungs- und Einzelwiderstandsverlust in der Rohrstrecke ein. Die für die Beurteilung der Klosettspülung maßgebenden Kenngrößen sind in Bild 6 dargestellt. Festzustellen ist, dass mit der tatsächlich eintretenden Verringerung des Volumenstromes in Schmutzwasserleitungen, die für die Dimensionierung maßgebenden

Entwässerungsgegenstand	Anschlusswert	Einzelanschlussleitung DN
	DU (l/s)	
Waschbecken, Bidet	0,5	40
Dusche ohne Stöpsel	0,6	50
Dusche mit Stöpsel	0,8	50
Einzelurinal mit Spülkasten	0,8	50
Urinal mit Druckspüler	0,5	50
Standurinal	0,2	50
Urinal ohne Wasserspülung	0,1	50
Badewanne	0,8	50
Küchenspüle mit Geschirrspüler *	0,8	50
Geschirrspüler	0,8	50
Waschmaschine bis 6 kg	0,8	50
Waschmaschine bis 12 kg	1,5	70
WC mit 4,0/4,5-l-Spülkasten	1,8	80/90
WC mit 6,0-l-Spülkasten/Druckspüler	2,0	80–100
WC mit 7,5-l-Spülkasten/Druckspüler	2,0	–
WC mit 9,0-l-Spülkasten/Druckspüler	2,5	100
Bodenablauf DN 50	0,8	50
Bodenablauf DN 70	1,5	70
Bodenablauf DN 100	2,0	100

* mit gemeinsamem Geruchverschluss

Bild 1 Anschlusswerte DU und Nennweiten von Einzel-Anschlussleitungen nach DIN 1986-100

Anschlusswerte gegenüber der Norm erheblich kleiner ausfallen. Bild 7 enthält danach eine Aufstellung effektiver Anschlusswerte für Entwässerungsgegenstände, die für die Dimensionierung von Falleleitungen, Sammel- und Grundleitungen, aber auch für Schmutzwasser-Hebeanlagen angewandt werden können.

Pumpenförderstrom

Der Pumpenförderstrom Q_p wird nach DIN EN 12056-4 [3] nach dem Gesamtzufluss aus Schmutzwasser und Regenwasser berechnet. Über die nach DIN EN 12056-2 [3] festgelegten Bemessungen hinaus ist zu berücksichtigen, dass die Fließgeschwindigkeit in der Druckleitung 0,7 m/s nicht unterschreiten bzw. 2,5 m/s nicht überschreiten darf. Der Pumpenförderstrom Q_p einer Abwasserhebeanlage muss nach Gleichung 10 gleich oder größer als der der Nennweite einer Druckleitung zugeordnete Mindestförderstrom $Q_{p\min}$ (Bild 3 und 8) bei der geforderten Mindest-Fließgeschwindigkeit von $v_{\min} = 0,7$ m/s sein. Voraussetzung ist, dass dieser Mindestförderstrom $Q_{p\min}$ größer als der zufließende Abfluss ist (Gleichung 10).

$$Q_p \geq Q_{WW} \text{ oder } \geq Q_{\text{tot}} \text{ oder } \geq Q_R \text{ oder } \geq Q_M \quad (10)$$

Außerdem muss der Pumpenförderstrom Q_p gleich oder größer als der der Nennweite einer Druckleitung zugeordnete Mindestförderstrom $Q_{p\min}$ bei der Mindest-Fließgeschwindigkeit $v_{\min} = 0,7$ m/s sein (Gleichung 11).

$$Q_p \geq Q_{p\min} \quad (11)$$

Förderhöhenbemessung

Die Pumpenförderhöhe H_p einer Abwasserhebeanlage wird nach Gleichung 12 bestimmt.

$$H_p = H_{\text{geo}} + H_{VE} + H_{VR} \text{ in mbar} \quad (12)$$

H_p Pumpenförderhöhe in mbar
 H_{geo} geodätische Förderhöhe in mbar = Höhenunterschied zwischen dem Saugwasserspiegel beim I_e im Pumpenschacht beim Einschalten der Pumpe und dem druckseitigen Wasserspiegel in der Rückstauschleife der Druckleitung bezogen auf Mitte Rohrdurchmesser (Bild 9).

H_{VE} Förderhöhenverlust durch Einzelwiderstände (Armaturen und Umlenkungen) in mbar

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

Bild 2 Typische Abflusskennzahlen K nach DIN EN 12056-2

$$H_{VE} = \Delta p_E = Z \Sigma \zeta \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho \text{ in N/m}^2$$

$$= Pa = 10^{-2} \text{ mbar}$$

H_{VR} Förderhöhenverlust durch Reibung in geraden Rohrleitungen in mbar

$$H_{VR} = \Delta p_R = R \cdot l = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho$$

$$\text{in N/m}^2 = Pa = 10^{-2} \text{ mbar}$$

$d_a \cdot s$ mm · mm	d_i mm	Q in l/s		
		v_{\min} 0,7 m/s	v 1,0 m/s*	v_{\max} 2,5 m/s
22 · 1,0	22,0	0,220	0,314	0,785
28 · 1,5	25,0	0,343	0,491	1,227
34 · 1,5	32,0	0,563	0,804	2,010
42 · 1,5	39,0	0,863	1,194	2,985
54 · 2,0	50,0	1,374	1,963	4,906
64 · 2,0	60,0	1,979	2,827	7,069
76,2 · 2,0	72,2	2,858	4,083	10,207
88,9 · 2,0	84,9	3,963	5,661	14,153
108 · 1,0	106,0	5,720	8,171	20,428
108 · 2,5	103,0	5,833	8,332	20,831
114 · 3,0	108,0	6,413	9,161	22,902
131 · 3,0	125,0	8,590	12,272	30,680
133 · 3,0	127,0	8,867	12,668	31,699
156 · 3,0	150,0	12,370	17,671	44,179
159 · 4,0	151,0	12,536	17,908	44,770
159 · 3,0	153,0	12,870	18,385	45,963
168 · 4,0	160,0	14,074	20,106	50,265
194 · 4,0	186,0	19,020	27,172	67,929
219 · 4,0	211,0	24,477	34,967	87,417
219 · 30	213,0	24,943	35,633	89,082

* Q (Volumen) in l/m entspricht Q in l/s bei $v = 1,0$ m/s.

Z Druckverlust durch Einzelwiderstände in der Druckrohrleitung
 $\Sigma \zeta$ Summe der sich aus den Einzelwiderständen ergebenden Widerstandsziffern
 v Fließgeschwindigkeit in der Druckrohrleitung in m/s
 ρ Dichte des Durchflussmediums in kg/m^3 (Wasser: $\rho \approx 1000 \text{ kg/m}^3$)
 λ Rohrreibungszahl
 d Innendurchmesser der Druckrohrleitung in m

Bei Abwasserleitungen wird durch Einführung der betrieblichen Rauheit k_b der Druckverlust durch Einzelwiderstände in dem Druckverlust durch Reibung erfasst, so dass auf die aufwendigere Berechnung des Druckverlustes durch Einzelwiderstände in der DIN EN 12056-4 [3] verzichtet werden kann.

Auswahl der Pumpe

Die Auswahl der Pumpe einer Abwasserhebeanlage ist nach dem Mindestförderstrom $Q_{p\min}$ (Gleichung 10 und 11) und der Pumpenförderhöhe H_p (Gleichung 12) vorzunehmen. Das geschieht mit Herstellerunterlagen in Form von Leistungstabellen oder von Pumpenkennlinien, die den Pumpenförderstrom in Abhängigkeit von der Pumpenförderhöhe angeben. Zwischen den Leistungswerten einer Pumpe und der Pumpendruckleitung stellt sich im Betrieb ein Gleichgewichtszustand ein. Derselbe ist durch den Schnittpunkt der Pumpenkennlinie mit der Rohrleitungskennlinie als Betriebspunkt gekennzeichnet (Bild 10). Die Rohrleitungskennlinie ist eine Kurve, die den Zusammenhang zwischen Druckverlust durch Rohrreibung und Einzelwiderstände Δp und dem Pum-

Bild 3 Minimaler und maximaler Förderstrom bei Abwasser-Druckleitungen aus Kupferrohr DIN EN 1057

penförderstrom (Durchfluss) wiedergibt. Zwischen beiden besteht mit praktisch ausreichender Genauigkeit das konstante Verhältnis nach Gleichung 13 und 14. Danach verläuft der Durchfluss proportional mit dem Quadrat aus dem Druckverlust.

$$\frac{Q}{\sqrt{\Delta p}} = \text{konstant} \quad (13)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} \quad (14)$$

Das konstante Verhältnis nach Gleichung 13 wird auch Rohrnetzkenzahl C_R genannt (Gleichung 15).

$$C_R = \frac{Q}{\sqrt{\Delta p}} = \text{konstant} \quad (15)$$

Berechnungsbeispiel nach dem Normenstand

Der Mindestförderstrom der Abwasserhebeanlage für die zu entwässernden Sanitäräume im Kellergeschoss eines Krankenhauses wurde mit den Anschlusswerten nach DIN 1986-100 [2] mit 8,77 l/s ermittelt. Die Druckleitung aus Stahlrohr DIN 2448 mit $d_a \cdot s = 114,3 \cdot 3,6$ mm hat eine Länge von $l = 11$ m. Die Summe der Einzelwiderstände in der Druckleitung beträgt $\Sigma \zeta = 6,7$, die geodätische Förderhöhe $H_{geo} = 3$ m ($3 \text{ m} \cdot 100 = 300$ mbar).

$$R = 1,057 \text{ mbar/m} [11]$$

$$v = 0,97 \text{ m/s} [11]$$

$$Z = 4,71 \text{ mbar bei } \zeta = 1 [11]$$

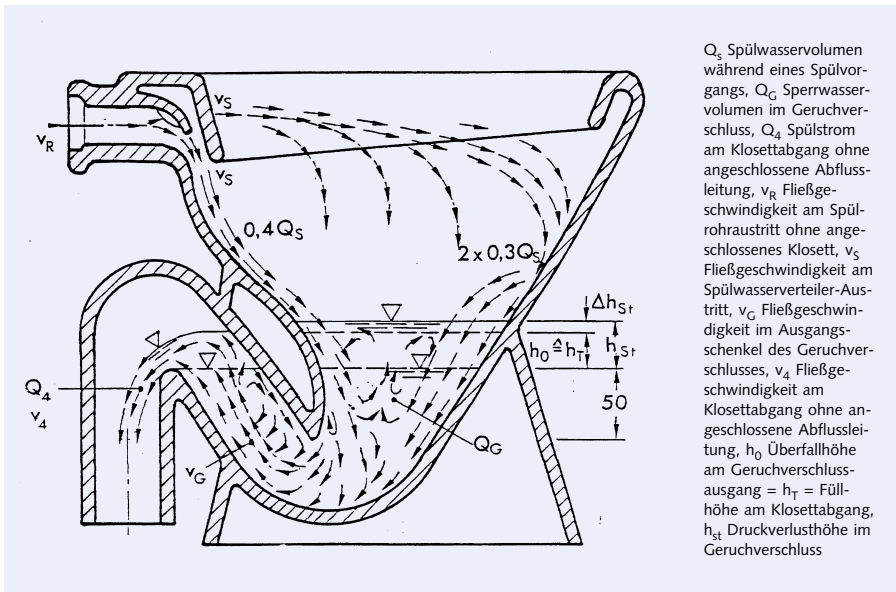
$$\Delta p = R \cdot l + Z = 1,057 \cdot 11 + 4,71 \cdot 6,7$$

$$\Delta p = 43,37 \text{ mbar}$$

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

* Nach Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Richtlinien für Dachbegrünungen

Bild 4 Abflussbeiwerte C zur Ermittlung des Regenwasserabflusses



Q_S Spülwasservolumen während eines Spülvorgangs, Q_G Sperrwasservolumen im Geruchverschluss, Q_A Spülstrom am Klosettabgang ohne angeschlossene Abflussleitung, v_R Fließgeschwindigkeit am Spülrohraustritt ohne angeschlossenes Klosett, v_S Fließgeschwindigkeit am Spülwasserverteiler-Austritt, v_G Fließgeschwindigkeit im Ausgangschenkel des Geruchverschlusses, v_A Fließgeschwindigkeit am Klosettabgang ohne angeschlossene Abflussleitung, h_0 Überfallhöhe am Geruchverschlussausgang = h_T = Füllhöhe am Klosettabgang, h_{st} Druckverlusthöhe im Geruchverschluss

Bild 5 Kenngrößen und Spülstromverlauf beim Spülvorgang im bodenstehenden Tiefspülklosett mit Abgang außen senkrecht

Durch Auflösen der Gleichung 15 nach Δp Gleichung 16 erhält man die in Bild 11 zusammengestellten Druckverluste in der Druckleitung für beliebige Förderströme und kann danach die Rohrleitungskennlinie zeichnen.

$$\Delta p = \left[\frac{Q}{C_R} \right]^2 \quad (16)$$

Die Darstellung der Pumpenkennlinie und der Rohrleitungskennlinie des Berechnungsbeispiels ergibt für den Betriebspunkt folgende Leistungswerte:

$$Q_p = 11,31 \text{ l/s}$$

$$H_p = 375 \text{ mbar}$$

Größe des Abwassersammelbehälters

Das Nutzvolumen des Abwassersammelbehälters, das der Differenz zwischen dem maximalen Wasserinhalt I_a bei Ausschalt- und dem minimalen Wasserinhalt I_e bei Einschalt-Druck der Pumpe entspricht, wird unter Beachtung einer zulässigen Schalthäufigkeit in der Regel auf den größten Förderstrom der größten Pumpe einer Abwasserhebeanlage abgestimmt (bei mehreren Pumpen in einer Anlage). Bei zwei gleichen Baugrößen eines Doppel-Pumpenaggregates kann bei automatischer wechselseitiger Einschaltung das Nutzwasservolumen des Sammelbehälters für eine Pumpe ausgelegt, d. h. halbiert werden.

Nutzwasservolumen nach DIN 12056-4

In der DIN EN 12056-4 [3] wird die Bemessung des Sammelbehälters nach den in Bild 12 zusammengestellten sogenannten Erfahrungswerten für die Mindestlaufzeit der Pumpen nach Gleichung 17 ermittelt.

$$I_N = Q_{pe} \cdot T_S \text{ in l} \quad (17)$$

T_S Mindestlaufzeit der Pumpen in s

Für das Berechnungsbeispiel mit einem Einschalt-Pumpenstrom von $Q_{pe} = 11,31 \text{ l/s}$ und einer Mindestlaufzeit von $T_S = 2,2 \text{ s}$ nach Bild 12 ergibt sich das erforderliche Nutzwasservolumen des Sammelbehälters nach Gleichung 17 zu:

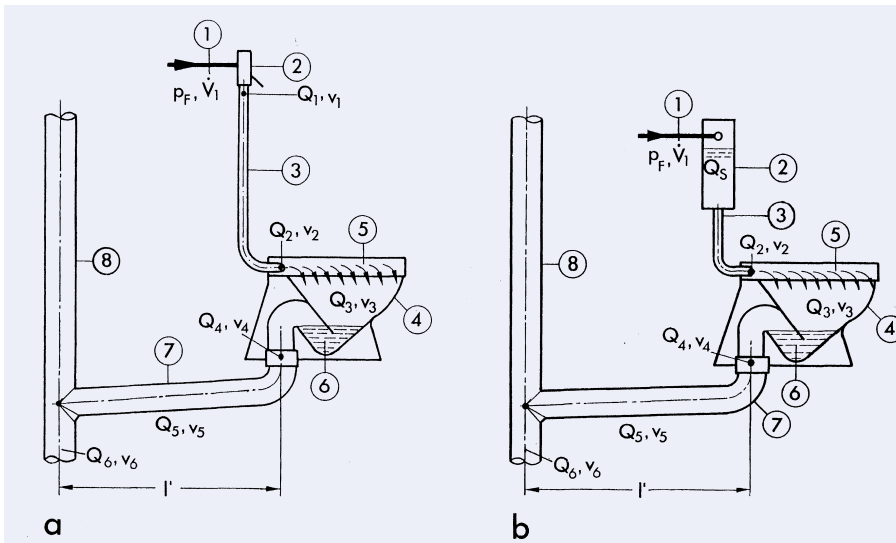
$$I_N = 11,31 \cdot 2,2 = 24,9 \text{ l}$$

Nach DIN EN 12056-4 [3] ergibt sich damit ein extrem kleines Nutzwasservolumen für den Sammelbehälter. Bezogen auf den stündlichen Abfluss $Q_{h \max} = 975 \text{ l}$ in dem Berechnungsbeispiel ergibt sich nach Gleichung 18 allerdings eine erheblich größere Schaltzahl S .

$$S = Q_{h \max} : I_N \text{ in Schaltungen/h} \quad (18)$$

$$S = 975 : 24,9 = 39,2 \text{ Schaltungen/h}$$

Dieser Wert liegt weit über der allgemein als zulässig angesehenen Schaltzahl von $S = 15$ Schaltungen pro Stunde. Es ist daher angebracht von dem zu erwartenden stündlichen Abwasseranfall und den in Bild 13 nach Herstellerangaben festgelegten



1 Zufluss-Anschlussleitung, 2 Druckspüler oder Spülkasten, 3 Spülrohr, 4 Klosett, 5 Spülwasserverteiler, 6 Geruchsverschluss, 7 Abfluss-Anschlussleitung, 8 Schmutzwasser-Fallleitung

l' horizontale Länge der Abfluss-Anschlussleitung, Q_s Spülwasservolumen Spülkasten, Q₁ bis Q₆ Abfluss-Volumenströme, v₁ bis v₆ Fließgeschwindigkeiten, p_F Fließdruck-Zuflussleitung, V₁ Zufluss-Volumenstrom

$$I_N = \frac{3600 \cdot 8,77 \cdot (11,055 - 8,77)}{15 \cdot 11,055}$$

$$I_N = 435 \text{ l}$$

Da der Abwasserabfluss (Zufluss zur Hebeanlage) während einer Stunde in der Regel Schwankungen unterliegt, wird die in der Berechnung als zulässig angenommene Anzahl der Schaltungen in Wirklichkeit nicht erreicht. Eine genauere Berechnung ist daher nach dem stündlichen Abwasseranfall nach Gleichung 21 vorzunehmen.

$$I_N = Q_{h \max} : S \text{ in l} \quad (21)$$

Q_{h max} maximaler Abwasseranfall während einer Stunde in l/h [11]

Für das Berechnungsbeispiel mit einem sekundlichen Abwasserabfluss von Q_{zu} = 8,77 l/s liegt der stündliche Abfluss bei Q_{h max} = 975 l/h. Das erforderliche Nutzwasservolumen des Abwassersammelbehälters er-

Bild 6 Kenngrößen für die Gesamtbeurteilung der Klosettspülung

a) Klosettanlage mit Druckspüler, b) mit Spülkasten

Schaltzahlen auszugehen und die Berechnung nach Gleichung 19 durchzuführen.

$$I_N = Q_{h \max} : S \text{ in l} \quad (19)$$

Q_{h max} maximaler Abwasseranfall während einer Stunde in l/h [11]

Nutzwasservolumen nach dem Stand der Technik

Das Nutzwasservolumen des Sammelbehälters, das dem Schaltspielvolumen oder dem Förderstrom zwischen dem Einschalten und Ausschalten der Pumpe entspricht, errechnet sich nach Gleichung 20.

$$I_N = \frac{3600 \cdot Q_{zu} \cdot (Q_{pm} - Q_{zu})}{S \cdot Q_{pm}} \text{ in l} \quad (20)$$

I_N Nutzwolumen des Sammelbehälters in l = Schaltspielvolumen = Pumpenförderstrom während einer Schaltperiode

Q_{zu} Zuflussstrom zur Hebeanlage in l/s

$$Q_{pm} = \frac{Q_{pe} + Q_{pa}}{2} \text{ mittlerer Pumpenförderstrom in l/s zwischen dem Einschalt-$$

druck und dem Ausschalt-

druck

Q_{pe} = Pumpenförderstrom in l/s beim Einschalt-

druck

Q_{pa} Pumpenförderstrom in l/s beim Ausschalt-

druck

S Anzahl der Schaltungen pro Stunde in 1/h

Entwässerungsgegenstand	Anschlusswert DU ₅ l/s	Einzelanschlussleitung DN
Waschbecken, Bidet	0,3	32
Waschbecken, Waschreihen, Bidet – Waschen unter fließendem Wasser	0,06	25
Dusche ohne Stöpsel	0,4	40
Dusche mit Stöpsel	0,5	40
Einzelurinal mit Spülkasten	0,5	40
Urinal mit Druckspüler	0,4	40
Standurinal	0,1	40
Urinal ohne Wasserspülung	0,07	25
Badewanne	0,6	40
Küchenspüle und Geschirrspüler*	0,6	40
Geschirrspüler	0,6	40
Waschmaschine bis 6 kg	0,6	40
Waschmaschine bis 12 kg	0,9	50
WC-Anschlussleitung DN 70	0,7	70
WC-Anschlussleitung DN 80	0,9	80
WC-Anschlussleitung DN 100	1,3	100
Bodenablauf DN 50	0,6	50
Bodenablauf DN 70	1,2	70
Bodenablauf DN 100	1,5	100

* mit gemeinsamem Geruchsverschluss

Bild 7 Effektive Anschlusswerte DU₅ und Nennweiten von Einzelanschlussleitungen nach Feurich

DN	$d_a \cdot s$ mm · mm	d_i mm	v_{min} 0,7 m/s	Q in l/s v 1,0 m/s*	v_{max} 2,5 m/s
32	–	32,0	0,563	0,804	2,010
	38,0 · 2,6	32,8	0,591	0,845	2,111
	42,4 · 3,25	35,9	0,708	1,012	2,529
	42,4 · 2,6	37,2	0,761	1,086	2,716
40	–	40,0	0,879	1,256	3,140
	48,3 · 3,25	41,8	0,960	1,372	3,429
	48,3 · 2,6	43,1	1,021	1,458	3,646
50	–	50,0	1,374	1,963	4,906
	57,0 · 2,9	51,2	1,440	2,058	5,145
	60,3 · 3,65	53,0	1,544	2,205	5,513
	60,3 · 2,9	54,5	1,632	2,332	5,829
65	–	65,0	2,322	3,317	8,292
	76,1 · 3,65	68,8	2,601	3,716	9,289
	76,1 · 2,9	70,3	2,716	3,880	9,699
80	–	80,0	3,517	5,024	12,560
	88,9 · 4,05	80,8	3,587	5,125	12,812
	88,9 · 3,2	82,5	3,740	5,343	13,357
100	–	100,0	5,495	7,850	19,625
	114,3 · 4,5	105,3	6,093	8,704	21,760
	114,3 · 3,6	107,1	6,303	9,004	22,511
125	–	125,0	8,586	12,266	30,664
	139,7 · 4,85	130,0	9,287	13,267	33,166
	139,7 · 4,0	131,7	9,531	13,616	34,039
150	–	150,0	12,364	17,663	44,156
	165,1 · 4,85	155,4	13,270	18,957	47,393
	165,1 · 4,5	156,1	13,390	19,128	47,821
175	–	175,0	16,828	24,041	60,102
	193,7 · 5,4	182,9	18,383	26,260	65,650
200	–	200,0	21,980	31,400	78,500
	219,1 · 5,9	207,3	23,614	33,734	84,335

* Q (Volumen) in l/m entspricht Q in l/s bei $v = 1,0$ m/s

Bild 8 Minimaler und maximaler Förderstrom bei Abwasser-Druckleitungen aus nahtlosem Gewinderohr DIN 2440 und nahtlosem Stahlrohr DIN 2448

gibt sich nach Gleichung 21 bei $S = 15$ Schaltungen pro Stunde zu:

$$I_N = 975 : 15 = 65 \text{ l}$$

Druckrohrinhalt

Bei der Bemessung eines Abwassersammelbehälters muss neben der Einhaltung einer zulässigen Schaltzahl berücksichtigt werden, dass der nach Gleichung 19 ermittelte Nutzwasserinhalt I_N größer als der Wasserinhalt der sich nicht entleerenden Pumpendruckleitung ist. Damit soll gewährleistet sein, dass die in der Pumpen-

druckleitung nach einem Pumpvorgang verbleibende Wassermenge bei der folgenden Förderung restlos in die Kanalisation abfließt. Die bei Abwasser-Druckleitungen mit unregelmäßigem Durchfluss und stagnierendem Inhalt eintretende Faulung des Abwassers und eine damit verbundene Geruchsbelästigung wird so verhindert. Für die Bemessung gilt, dass der Wasserinhalt der

Druckleitung in Liter gleich dem Durchfluss in l/s bei einer Fließgeschwindigkeit von $v = 1,0$ m/s ist und den Bildern 3 und 8 entnommen werden kann. Zu bemerken ist, dass Abwassersammelbehälter für fäkalienhaltiges Abwasser nach DIN EN 12056-4 [3] ein Nutzvolumen von mindestens 20 Liter haben sollen.

Berechnungsbeispiel nach effektiven Anschlusswerten

Bei einer Auslegung der Abwasserhebeanlage nach den in Bild 2 zusammengestellten effektiven Anschlusswerten verringert sich der Schmutzwasserabfluss von

$$Q_{WW} = 8,77 \text{ l/s auf } 6,20 \text{ l/s}$$

und der Druckverlust in der Pumpendruckleitung von

$$\Delta p = 43,37 \text{ mbar auf } 22,58 \text{ mbar}$$

und der Pumpenförderstrom von

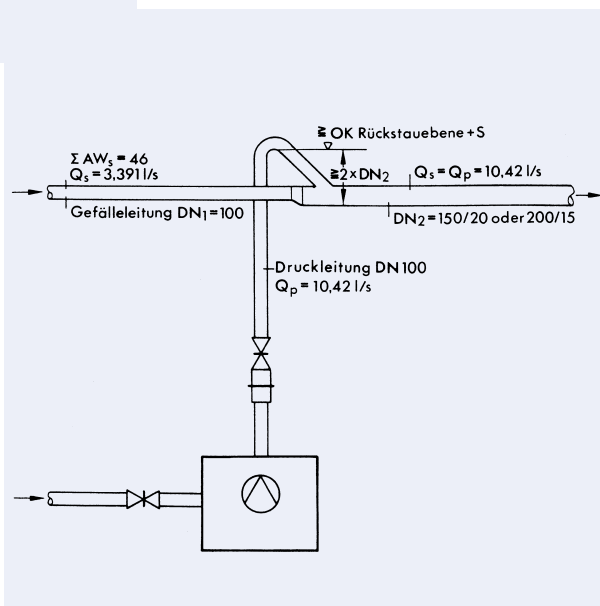
$$Q_p = 11,31 \text{ l/s auf } 8,00 \text{ l/s}$$

und die Pumpenförderhöhe von

$$H_p = 375 \text{ mbar auf } 255 \text{ mbar.}$$

Das Speichervolumen des Abwasser-Sammelbehälters ändert sich dagegen nicht, da der stündliche maximale Schmutzwasseranfall mit $Q_{h,max} = 975 \text{ l/h}$ unverändert bleibt.

Bild 9 Anschluss der Druckleitung einer Abwasserhebeanlage an die Gefälleleitung ▼



Anschlusswerte in den Normen sorgen für zu große Rohrweiten

Die in den Normen nachweislich zu hoch bewerteten Anschlusswerte entsprechen nicht dem tatsächlichen Abflussverlauf mit erheblich kleineren Werten. Das Ergebnis sind rechnerisch ermittelte Volumenströme, Füllungsgrade und Fließgeschwindigkeiten, die in Wirklichkeit gar nicht vorkommen und im Endergebnis für zu große Rohrweiten sorgen. Bei der hydraulischen Dimensionierung der Schmutzwasserleitungen wird dazu von der vereinfachten Annahme einer stationär gleichförmigen Strömung, d. h. von einem gleich bleibendem Füllungsgrad ausgegangen. Tatsächlich verringern sich Füllungsgrad und Volumenstrom fortlaufend mit der Fließstrecke infolge der durch Reibung und Einzelwiderstände bewirkten Drosselung. Diese Voraussetzungen führen auch bei Abwasserhebeanlagen vergleichsweise zu der Auslegung nach DIN EN 12056-4 zu erheblich kleineren Betriebswerten und Anlagengrößen. Problematisch ist dazu die Auslegung der Abwassersammelbehälter bei geschlossenen Hebeanlagen nach einer Mindestlaufzeit der Pumpen im Sekundenbereich. Die Normen entsprechen weder dem „Stand der Technik“ und schon gar nicht dem „Stand von Wissenschaft und Technik“. Grundlage dieses Beitrages ist die Forschungsarbeit von Feu-

Motorleistung kW	Mindestlaufzeit T_S Sekunden
bis 2,5	2,2
2,5 bis 7,5	5,5
über 7,5	8,5

Anmerkung: Diese Faktoren beruhen auf Erfahrungswerten

Bild 12 Zusammenhang der Motorleistung mit der Mindestlaufzeit nach DIN EN 12056-4

Motorleistung kW	Maximale Schaltungen S pro Stunde bei	
	trocken aufgestellten Motoren	nass aufgestellten Motoren
bis 4	–	30
bis 7,5	15	–
bis 11	–	25
bis 30	12	20
über 30	10	10

Bild 13 Richtwerte für zulässige Schaltzahlen S bei nass und trocken aufgestellten Motoren

rich an der brandenburgischen Technischen Universität Cottbus vom 16. Juli 1998

Literatur

- [1] Dieter Wilke, Hans-Jürgen Dageförde, Andreas Knuth, Thomas Meyer: Bauordnung für Berlin, Kommentar mit Rechtsverordnungen und Ausführungsvorschriften, 5. Auflage 1999. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden.
- [2] DIN 1986-100, 03.2002, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056. Beuth Verlag, GmbH, Berlin.
- [3] DIN EN 12056-1, 01.2002, Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden; Allgemeine und Ausführungsanforderungen. DIN EN 12056-2, 01.2001, ...; Schmutzwasseranlagen; Planung und Berechnung. DIN EN 12056-3, 01.2001, ...; Dachentwässerung; Planung und Bemessung. DIN EN 12056-4, 01.2001, ...; Abwasserhebeanlagen; Planung und Bemessung.
- [4] Ausführungsvorschriften für die Ermittlung der Höhe der Rückstauenebene bei Anlagen zur Beseitigung von Abwassern, 05.1973; Amtsblatt für Berlin, 23. Jahrgang Nr. 28.
- [5] DIN 1997-1, 05.1984, Absperrarmaturen für Grundstücksentwässerungsanlagen; Rückstauverschlüsse für fäkalienfreies Abwasser; Anforderungen, Baugrundsätze, Werkstoffe. DIN 1997-2, 05.1984, ...; Prüfgrundsätze.
- [6] DIN 19578-1, 02.1988, Absperrarmaturen für Grundstücksentwässerungsanlagen; Rückstauverschlüsse für fäkalienhaltiges Abwasser; Baugrundsätze. DIN 19578-2, 02.1988, ...; Prüfgrundsätze, Überwachung.
- [7] Bau- und Prüfgrundsätze für Abwasserhebeanlagen, 12.1984, Institut für Bautechnik, Berlin.
- [8] DIN EN 12050-1, 05.2001, Abwasserhebeanlagen für die Grundstücksentwässerung, Bau- und Prüfgrundsätze; Fäkalienhebeanlagen. DIN EN 12050-2, 05.2001, ...; Abwasserhebeanlagen für fäkalienfreies Abwasser. DIN EN 12050-3, 05.2001, ...; Fäkalienhebeanlagen zur begrenzten Verwendung. DIN EN 12050-4, 05.2001, ...; Rückflussverhinderer für fäkalienfreies und fäkalienhaltiges Abwasser.
- [9] Zukowski, Heinz: Abwasserhebeanlagen in der Haus- und Grundstücksentwässerung am Beispiel des Sperrstoffsammelraumsystems, IKZ, Heft 22/1985. Strobel-Verlag, Arnsberg.
- [10] Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, KSB Planungskatalog 1985. KSB Klein, Schanzlin & Becker AG, Frankenthal/Pfalz.
- [11] Feurich, Hugo: Sanitärtechnik, 9. Auflage 2004. Krammer Verlag, Düsseldorf.

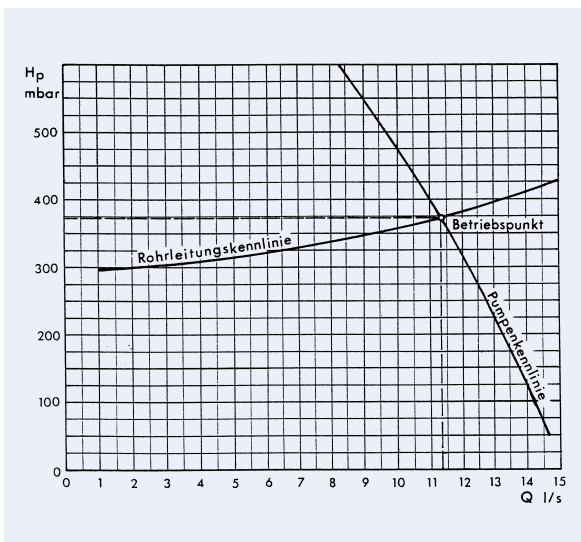


Bild 10 Ermittlung des Betriebspunktes einer Abwasserhebeanlage im Schnittpunkt der Pumpenkennlinie mit der Rohrleitungskennlinie der Pumpendruckleitung

Q_p in l/s	3,33	5,00	8,77	10,0	15,00
Δp in mbar	6,26	14,09	43,35	56,36	126,82
H_p in mbar	306,25	314,09	343,35	356,36	426,82

Bild 11 Berechnungsbeispiel zur Ermittlung der Betriebswerte für die Rohrleitungskennlinie



Unser Autor **Dr.-Ing. Hugo Feurich** ist Inhaber eines Ingenieurbüros. Darüber hinaus hat er sich unter anderem als Autor unzähliger Fachpublikationen und Fachbücher einen Namen gemacht. 13465 Berlin, Telefon (0 30) 4 06 20 77, Telefax (0 30) 4 06 20 77.