

Untersuchungen über Rohrweiten im Abflußbereich

Wassereinsparung bei WC-Spülung

Dr. Hugo Feurich*

Das Reduzieren des Trinkwasserverbrauchs ist bei der Toilettenspülung nach wie vor relevant. Eine geringere Spülwassermenge erfordert jedoch nicht mehr die bisher üblichen Nennweiten. Der Autor berichtet über die Ergebnisse diesbezüglicher Untersuchungen im Wohn- und öffentlichen Bereich.

Bei der Planung und Ausführung sanitärer Anlagen sind neben Anforderungen der Nutzung, der Hygiene, der Funktion und des Komforts, insbesondere solche der zu erwartenden Betriebskosten und der Baukosten zu berücksichtigen. Eine wesentliche Rolle spielen dabei der Wasserverbrauch und die Dimensionierung der Ver- und Entsorgungsleitungen. Nachstehend werden in diesem Zusammenhang Ergebnisse neuester Untersuchungen an ausgeführten Sanitäranlagen bei einem Wohngebäude in Luckau²⁾ und bei der Sanierung des Krankenhauses in Rüdersdorf³⁾ behan-

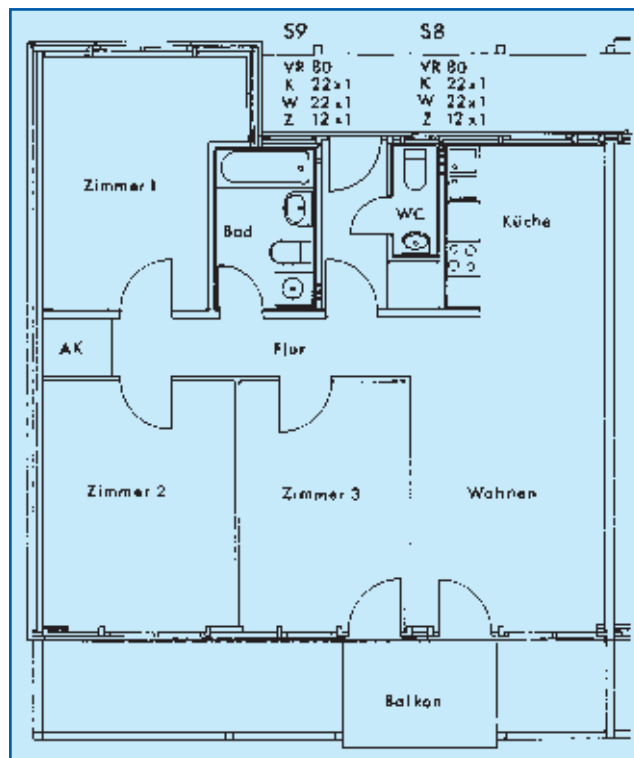


Bild 1 Grundriß der Vierzimmerwohnung in Luckau, mit Bad, WC und Küche

Die WC-Spülung benötigt bei einem Spülwasservolumen von 6 l je Spülvorgang etwa 43 l/Kopf und Tag. Bei einem von den Kommunalen Wasserwerken Leipzig³⁾

delt. Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse und des vorliegenden Schlußentwurfes prEN 12056-2 [1] „Schwerkräftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden; Schmutzwasseranlagen“ und einer Forschungsarbeit [2] wird nachstehend das Berechnungsverfahren zur hydraulischen Dimensionierung von Schmutzwasseranlagen vorgestellt.

Wassersparende WC-Spülung

Der private Wasserverbrauch steigerte sich in Deutschland ab 1885 bis 1991 von etwa 30 auf 145 Liter pro Kopf und Tag. Danach ist eine rückläufige Tendenz auf zur Zeit etwa 127 Liter pro Kopf und Tag festzustellen. Einen Einfluß auf den Wasserverbrauch hat dabei die Anzahl der in einer Wohneinheit lebenden Personen. So liegt der Wasserverbrauch in einem Vierpersonenhaushalt im Bereich von etwa 70 bis 140 Liter pro Kopf und Tag um 27 % unter demjenigen eines Singlehaushalts.

für die Stadt im Jahr 1998 bis 1999 festgestellten privaten Wasserverbrauch von 44 m³/Person und Jahr ergab sich ein solcher von 120,5 l/Person und Tag. Der Anteil der WC-Spülung liegt dann bei 35,68 %. Bei einem zweigeschossigen Bauvorhaben mit 16 Wohnungen in Luckau, das am 15. Dezember 1999 bezogen wurde, erfolgten für die Dauer von 31 Tagen vom 13. 4. bis 23. 5. 2000 Messungen über den Wasserverbrauch, die WC-Benutzung und den Spülwasserverbrauch. Bild 1 zeigt den Grundriß einer Vierzimmerwohnung mit Bad, WC und Küche. Die Wohnung wurde während dieser Zeit von einem Ehepaar, von denen einer berufstätig war, und von zwei fünfzehnjährigen Töchtern, die sich in der Schulausbildung befinden, bewohnt.

¹⁾ Dr.-Ing. Hugo Feurich, Ingenieurbüro, 13465 Berlin, Telefon und Telefax (0 30) 4 06 20 77

²⁾ Bauvorhaben: Ökologischer Wohnungsbau mit 16 Wohnungen, Merziger Weg 22, 15926 Luckau
Bauherr: Wohnungsbau- und Verwaltungsgesellschaft Luckau; Architekt: Arbeitsgemeinschaft W. Brenne – J. Eble, 12161 Berlin; SHT-Planung: energiekontor Ingenieurgesellschaft für Haustechnik mbH, 10999 Berlin; Beratung: Ingenieurbüro Hugo Feurich, 13465 Berlin

³⁾ Bauvorhaben: Sanierung Krankenhaus und Poliklinik Rüdersdorf, 15562 Rüdersdorf; Bauherr: Krankenhaus und Poliklinik Rüdersdorf GmbH; Architekt: Dipl.-Ing. Günter Grass, 13465 Berlin; SHT-Planung: Ingenieurbüro Hugo Feurich, 13465 Berlin

⁴⁾ Wasserpreis und Entwässerungsentgelt 13,56 DM/m³ (Leipzig)

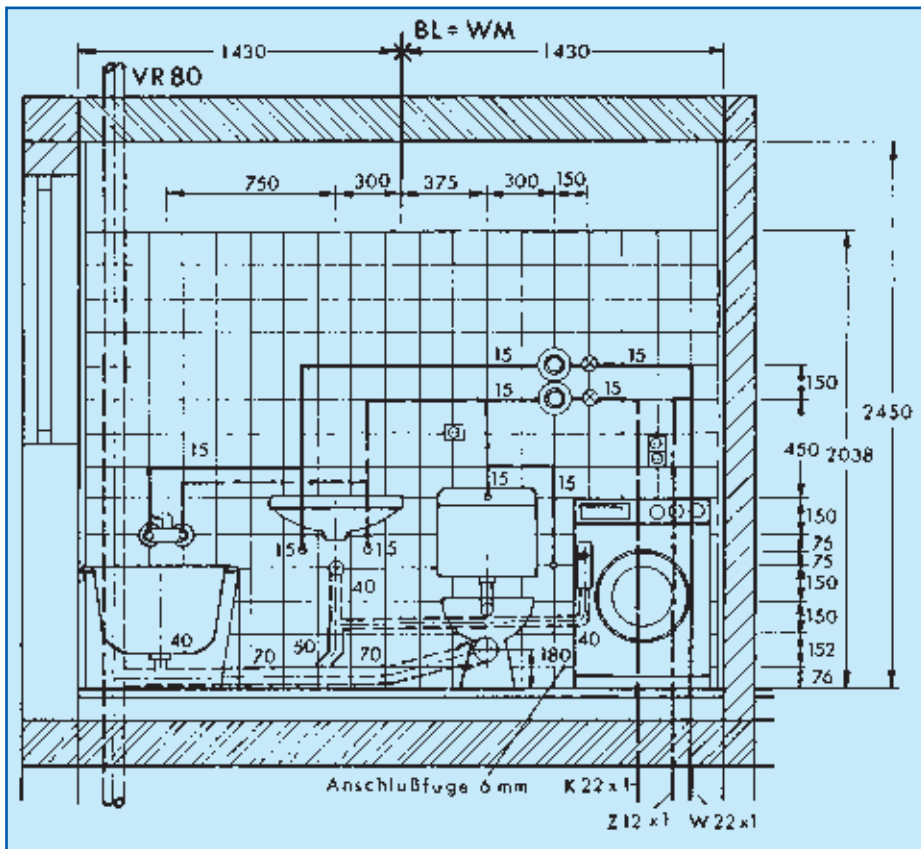


Bild 2 Zeichnung der Sanitäreinrichtung des Luckauer Bades mit der Zu- und Abflußinstallation

Installiert wurden bodenstehende Tiefspülklosetts mit P-Abgang und Aufputz-Spülkasten für Zweimengentechnik mit definierten Spülwassermengen von sechs und drei Litern. Die Abflußinstallation wurde entsprechend der Darstellung in Bild 2 im Bad für das Klosett und die anderen Entwässerungsgegenstände mit einer Einzel- und Sammelanschlußleitung DN 70 aus Faserzement-Abflußrohren, d. h. zwei Nennweiten kleiner als nach DIN 1986-2 ausgeführt. Der Abflußanschluß des Klosettbeckens erfolgte mit einem PE-Anschlußbogen 90° DN 100/70 (Bild 3). Die Schmutzwasser-Falleitungen wurden entsprechend der Darstellung des Strangscheemausschnitts in Bild 4 in der Nennweite 80 aus Faserzement-Abflußrohren ausgeführt, d. h. eine Nennweite kleiner als nach DIN 1886-2.

Der Kaltwasserverbrauch wurde entsprechend der Aufstellung in Tabelle 1 mit 61,371 l/Kopf und Tag, der Warmwasserverbrauch 60 °C mit 14,5161 l/Kopf und Tag ermittelt. Der Wasserverbrauch für die Toilettenspülung ergab mit 14,7339 l/Kopf und Tag einen Anteil von 19,42 % am Gesamtwasserverbrauch (Kaltwasser und Warmwasser), der 75,8871 l/Kopf und Tag betrug. Die Ursache dieses verhältnismäßig geringen Anteils für die Klosettspülung geht aus der Aufstellung der WC-Benutzungen

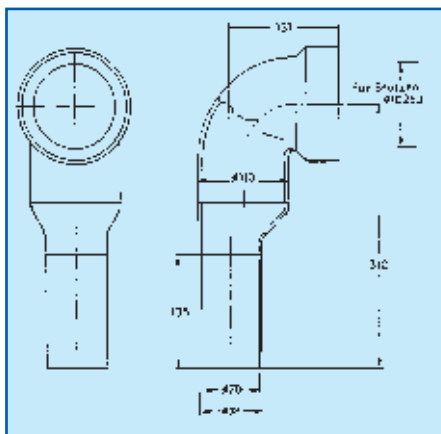


Bild 3 WC-Anschlußbogen 90° DN 100/70 (Bild: Sanit)

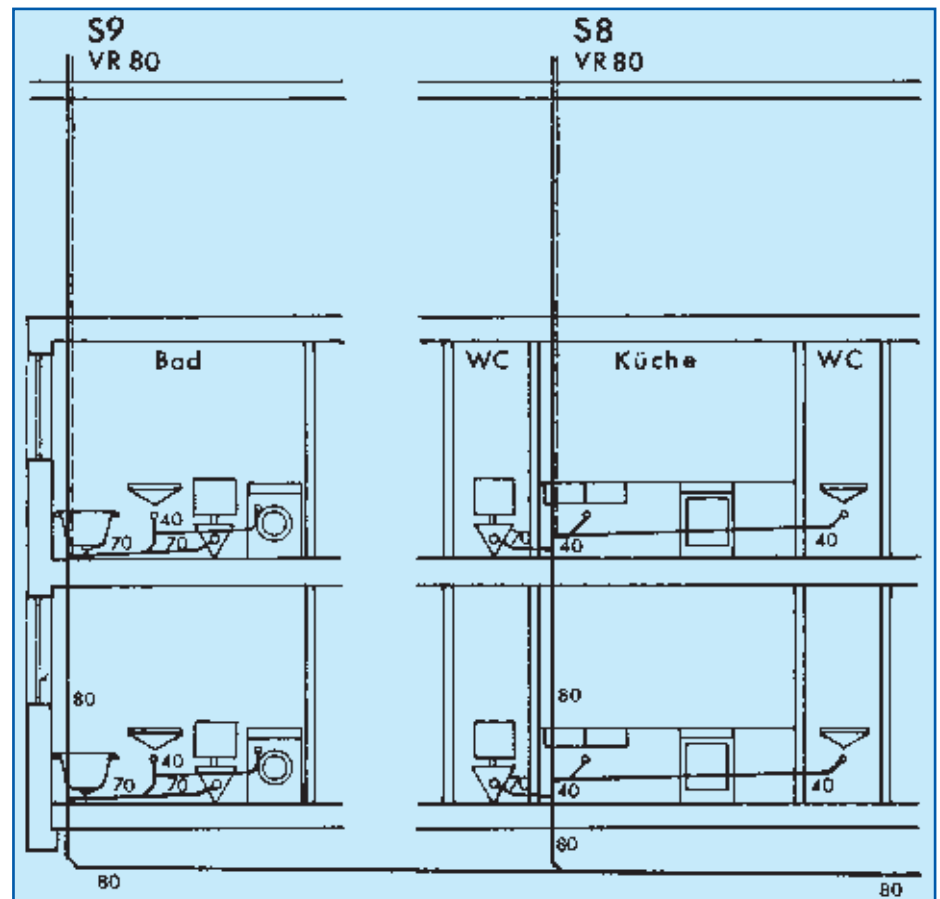
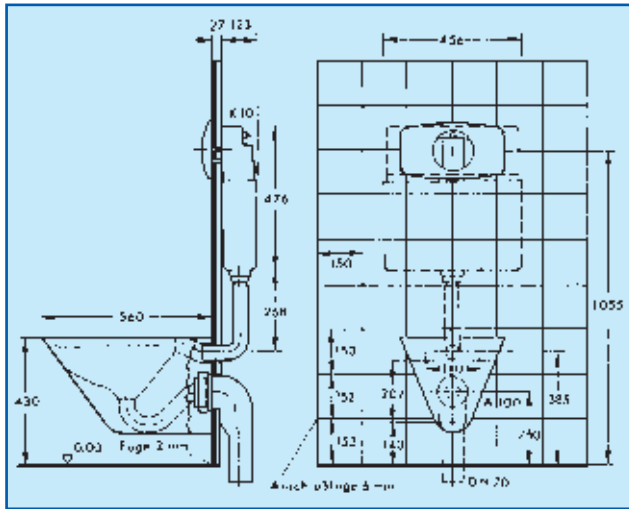


Bild 4 Ausschnitt des Strangschemas der Abflußinstallation zu der Vierzimmerwohnung in Luckau

Bild 5 Wandhängendes Tiefspülklosett mit wassersparendem Rohrgeruchverschluß DN 50 aus Edelstahl (Rotter), mit Wandeinbauspülkasten 3/2,5 l (Sanit) und WC-Anschlußbogen DN 100/70 (Sanit)



Verwendungsbereich	Wasserverbrauch		
	pro Kopf und Tag	pro Jahr	
	l	%	m ³
Toilettenspülung ¹⁾	14,7339	19,42	5,38
Warmwasserverbrauch	14,5161	19,13	5,30
Kaltwasserverbrauch	61,371	80,87	22,40
Kaltwasser- und Warmwasserverbrauch	75,8871	100,00	27,70

¹⁾ Spülwasservolumen 6/3 Liter

Tabelle 1 Wasserverbrauch im Vierpersonenhaushalt

Benutzer	Vollspülung Fäkalien/Toilettenpapier		Teilspülung Urin/Toilettenpapier
	6 l	3 l	3 l
Eltern	38 ¹⁾	32 ²⁾	189
Kinder	1	83 ³⁾	203
Gäste	7	4	6

¹⁾ Davon 5mal zweimalige Benutzung/Tag durch gleiche Person
²⁾ Davon 6mal zweimalige Benutzung/Tag durch gleiche Person
³⁾ Davon 1mal dreimalige und 22mal zweimalige Benutzung/Tag durch gleiche Person

Tabelle 2 WC- und Urinalspülungen im Vierpersonenhaushalt zwischen 13. 4. und 13. 5. 2000

und der durchgeführten Spülung mit 6 und mit 3 l in Tabelle 2 hervor. Bei der Vollspülung (Fäkalien und Toilettenpapier) wurden 46 Spülungen mit einem Spülwasservolumen von 6 l und 199 Spülungen mit einem Spülwasservolumen von 3 l ausgeführt. Die Vollspülung konnte damit zu 72,12 % mit einem Spülwasservolumen von nur 3 l vorgenommen werden. Dieses reduzierte Spülwasservolumen wird vor allem durch einen geringen Abstand des Klosett-Abgangs von etwa 1,60 m bis zur Falleitung erreicht.

Bild 5 zeigt die Installationszeichnung eines wandhängenden Tiefspülklosetts aus Edelstahl mit einem „Wassersparenden Rohrgeruchverschluß“ DN 50. Die in der Technikzentrale des Krankenhauses Rüdersdorf ausgeführte Anlage wurde in der Zeit vom 7. 3. 97 bis zum 10. 10. 99 generell mit einem Spülwasservolumen von 4 l ohne Beanstandung betrieben. Seit dem 11. 10. 99 erfolgt der Betrieb mit einem Spülwasservolumen von 3 l. Auf Grund der in einer Forschungsarbeit durchgeführten Untersuchungen [2] ist die Anlage für die Vollspülung mit einem Spülwasservolumen von 2 Liter und für die Teilspülung mit einem Spülwasservolumen von 1,5 Liter zu betreiben. Zur Zeit läuft eine von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte Forschungsarbeit an entsprechenden Klosettbecken aus Sanitärporzellan. Vergleichsweise ergibt sich damit folgendes Einsparpotential:

WC-Spülung 2/1,5 l = 8,5 l/Kopf
 $d = 7,05 \%$ Anteil am Wasserverbrauch,
 WC-Spülung 6/3 l = 21 l/Kopf
 $d = 17,42 \%$ Anteil am Wasserverbrauch;
 Einsparung 21–8,5 l/Kopf $d = 12,5 \text{ l/Kopf}$,
 $d = 4,563 \text{ m}^3/\text{Kopf}$
 $a = 61,87 \text{ DM/Kopf a}^3$.

Abflußinstallation mit kleinen Rohrweiten

Abwasserleitungen sind für einen maßgebenden Abfluß und nach Art ihrer Verlegung und des Wassertransportes als Gefälle- oder Freispiegelleitungen und als Druckleitungen zu dimensionieren. Bei Schmutzwasserleitungen kommen die rechnerisch ermittelten Abflußmengen an einigen Wochentagen kurzzeitig mehrmals vor. Während der übrigen Betriebszeit liegt eine Unterschreitung vor; mit Überschreitungen

Entwässerungsgegenstand	nach prEN 12056-2		nach Feurich	
	Anschlußwert	Einzelanschlußlt.	Anschlußwert	Einzelanschlußlt.
	AW _s	DN	AW _s	DN
Waschbecken, Bidet	0,3	30		
Badewanne	0,6	40		
Küchenspüle	0,6	40		
Waschmaschine bis 6 kg	0,6	40		
Geschirrspüler (Haushalt)	0,6	40		
WC 4,0–6,0–7,5 l Spülkasten	1,8	80		
WC 9,0 l Spülkasten	2,0	80		
WC Anschlußleitung DN 60			0,7	60
WC Anschlußleitung DN 70			0,9	70
WC Anschlußleitung DN 80			1,0	80
WC Anschlußleitung DN 100			1,5	100

Tabelle 3 Anschlußwerte von Entwässerungsgegenständen und Basiswerte für die Nennweite von Einzelanschlußleitungen nach prEN 12056-2 System II und Feurich

Gebäudeart und Benutzung	K
unregelmäßige Benutzung, z. B. in Wohnhäusern, Gaststätten, 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

Tabelle 4 Typische Abflußkennzahlen K nach prEN 12056-2

ist normalerweise nicht zu rechnen. Dabei ist es natürlich wichtig, daß die für die Berechnung einzusetzenden Anschlußwerte der Entwässerungsgegenstände den tatsächlich zu erwartenden Abfluß-Volumenströmen nahe kommen.

Schmutzwasserabfluß

Klosettbecken mit dem größten zu erwartenden Abfluß-Volumenstrom werden nach DIN 1986-2 mit einem Anschlußwert von 2,5 l/s bewertet. Die Nennweite der Einzelanschlußleitung ist mit DN 100 festgelegt, die nach DIN 1986-1 mit einem Mindestgefälle von 20 mm/m zu verlegen sind. Vor-

geschrieben ist außerdem die Einhaltung einer Mindest-Fließgeschwindigkeit von 0,7 m/s und ein maximaler Füllungsgrad $h/d = 0,5$. Nach Feurich wurden die Abfluß-Volumenströme für Einzelanschlußleitungen von Klosettbecken abhängig von deren Rohrweite und Rohrsohlengefälle wie folgt ermittelt [2]:
 DN 60, Gefälle 5 bis 20 mm/m – Volumenstrom 0,423 bis 0,704 l/s, Fließgeschwindigkeit 0,408 bis 0,666 m/s
 DN 70, Gefälle 5 bis 20 mm/m – Volumenstrom 0,598 bis 0,869 l/s, Fließgeschwindigkeit 0,410 bis 0,692 m/s
 DN 80, Gefälle 5 bis 20 mm/m – Volumenstrom 0,768 bis 1,022 l/s, Fließgeschwindigkeit 0,448 bis 0,729 m/s
 DN 100, Gefälle 5 bis 20 mm/m – Volumenstrom 0,966 bis 1,458 l/s, Fließgeschwindigkeit 0,471 bis 0,816 m/s
 In dem Europäischen Schlußentwurf prEN 12056-2 [1] sind die Anschlußwerte für

Klosettbecken nach System II (Füllungsgrad bis $h/d = 0,7$) abhängig vom Spülwasservolumen der Spüleinrichtung Spülkasten wie folgt festgelegt:
 WC mit 4,0–6,0–7,5 l Spülkasten: Anschlußwert 1,8 l/s,
 WC mit 9,0 l Spülkasten: Anschlußwert 2,0 l/s.
 Diese auf das Spülwasservolumen der Spüleinrichtung Spülkasten bezogene Bewertung ist falsch. Der Abfluß-Volumenstrom einer Klosettanlage wird nämlich nur von der Rohrweite der Einzelanschlußleitung und von deren Rohrsohlengefälle beeinflusst [2]. Die Tabelle 3 zeigt eine vergleichende Aufstellung der Anschlußwerte nach prEN 12056-2 und Feurich.

Fließgeschwindigkeit und Füllungsgrad
 Gefälleleitungen erfordern für das einwandfreie Ausschwemmen mitgeführter Feststoffe in Form von Schwebstoffen, Sand, Fäkalien und Toilettenpapier eine ausreichende Schwemmwirkung. Damit soll die hydraulische Selbstreinigung sichergestellt und das Entstehen von Ablagerungen, die zu Verstopfungen führen können, verhindert werden. Für die Beurteilung

h/d	v_p/v_{p0}	\dot{V}_p/\dot{V}_{p0}	A_p/A_{p0}	h/d	v_p/v_{p0}	\dot{V}_p/\dot{V}_{p0}	A_p/A_{p0}
0,05	0,132	0,0094	0,003	0,240	0,751	0,1225	0,132
0,025	0,159	0,0090	0,005	0,245	0,785	0,1337	0,139
0,025	0,181	0,0093	0,007	0,250	0,776	0,1441	0,146
0,050	0,204	0,0119	0,009	0,255	0,724	0,1455	0,144
0,075	0,225	0,0125	0,011	0,260	0,712	0,1511	0,147
0,100	0,244	0,0133	0,013	0,265	0,719	0,1526	0,147
0,125	0,262	0,0142	0,016	0,270	0,726	0,1526	0,145
0,150	0,280	0,0152	0,019	0,275	0,734	0,1526	0,144
0,175	0,296	0,0164	0,022	0,280	0,741	0,1526	0,143
0,200	0,312	0,0177	0,024	0,285	0,748	0,1526	0,143
0,225	0,328	0,0190	0,028	0,290	0,755	0,1526	0,141
0,250	0,343	0,0206	0,031	0,295	0,762	0,1526	0,141
0,275	0,358	0,0221	0,034	0,300	0,769	0,1526	0,140
0,300	0,372	0,0239	0,037	0,305	0,776	0,1526	0,140
0,325	0,385	0,0258	0,041	0,310	0,782	0,1526	0,140
0,350	0,399	0,0278	0,045	0,315	0,789	0,1526	0,140
0,375	0,412	0,0299	0,049	0,320	0,795	0,1526	0,140
0,400	0,425	0,0321	0,052	0,325	0,802	0,1526	0,140
0,425	0,437	0,0344	0,056	0,330	0,808	0,1526	0,140
0,450	0,449	0,0368	0,060	0,335	0,814	0,1526	0,140
0,475	0,461	0,0393	0,064	0,340	0,820	0,1526	0,140
0,500	0,473	0,0419	0,068	0,345	0,826	0,1526	0,140
0,525	0,484	0,0446	0,072	0,350	0,832	0,1526	0,140
0,550	0,496	0,0473	0,076	0,355	0,838	0,1526	0,140
0,575	0,507	0,0501	0,080	0,360	0,844	0,1526	0,140
0,600	0,518	0,0530	0,084	0,365	0,850	0,1526	0,140
0,625	0,529	0,0560	0,088	0,370	0,856	0,1526	0,140
0,650	0,539	0,0591	0,092	0,375	0,861	0,1526	0,140
0,675	0,549	0,0623	0,096	0,380	0,867	0,1526	0,140
0,700	0,559	0,0656	0,100	0,385	0,872	0,1526	0,140
0,725	0,569	0,0690	0,104	0,390	0,878	0,1526	0,140
0,750	0,579	0,0725	0,108	0,395	0,883	0,1526	0,140
0,775	0,588	0,0761	0,112	0,400	0,889	0,1526	0,140
0,800	0,598	0,0798	0,116	0,405	0,894	0,1526	0,140
0,825	0,607	0,0836	0,120	0,410	0,900	0,1526	0,140
0,850	0,616	0,0875	0,124	0,415	0,905	0,1526	0,140
0,875	0,625	0,0915	0,128	0,420	0,910	0,1526	0,140
0,900	0,634	0,0956	0,132	0,425	0,915	0,1526	0,140
0,925	0,643	0,0998	0,136	0,430	0,920	0,1526	0,140
0,950	0,651	0,1041	0,140	0,435	0,925	0,1526	0,140

Tabelle 5 Teilfüllungswerte bei Abwasserleitungen mit Kreisquerschnitt in Abhängigkeit von h/d

\dot{V}_p/\dot{V}_{p0}	v_p/v_{p0}	h/d	A_p/A_{p0}	\dot{V}_p/\dot{V}_{p0}	v_p/v_{p0}	h/d	A_p/A_{p0}
0,001	0,171	0,022	0,006	0,155	0,117	0,261	0,210
0,002	0,212	0,032	0,010	0,160	0,143	0,260	0,215
0,004	0,258	0,044	0,015	0,165	0,169	0,252	0,220
0,006	0,291	0,053	0,021	0,170	0,195	0,250	0,225
0,008	0,316	0,061	0,025	0,175	0,221	0,241	0,230
0,010	0,337	0,068	0,030	0,180	0,247	0,235	0,235
0,012	0,356	0,074	0,034	0,185	0,273	0,229	0,239
0,014	0,373	0,080	0,038	0,190	0,299	0,221	0,244
0,016	0,387	0,086	0,041	0,195	0,325	0,213	0,249
0,018	0,401	0,091	0,045	0,200	0,351	0,205	0,253
0,020	0,413	0,095	0,049	0,205	0,377	0,197	0,258
0,022	0,424	0,100	0,052	0,210	0,403	0,189	0,262
0,024	0,435	0,104	0,055	0,214	0,429	0,181	0,267
0,026	0,445	0,108	0,058	0,218	0,455	0,173	0,271
0,028	0,455	0,112	0,062	0,221	0,481	0,165	0,276
0,030	0,464	0,116	0,065	0,225	0,507	0,157	0,280
0,032	0,472	0,120	0,068	0,228	0,533	0,149	0,285
0,034	0,481	0,123	0,071	0,231	0,559	0,141	0,290
0,036	0,489	0,127	0,074	0,234	0,585	0,133	0,294
0,038	0,496	0,130	0,077	0,237	0,611	0,125	0,299
0,040	0,504	0,134	0,079	0,240	0,637	0,117	0,303
0,042	0,510	0,137	0,082	0,243	0,663	0,109	0,308
0,044	0,518	0,140	0,085	0,246	0,689	0,101	0,312
0,046	0,524	0,143	0,088	0,249	0,715	0,093	0,317
0,048	0,530	0,146	0,091	0,252	0,741	0,085	0,321
0,050	0,537	0,149	0,093	0,255	0,767	0,077	0,326
0,055	0,551	0,156	0,100	0,260	0,793	0,069	0,330
0,060	0,565	0,163	0,106	0,265	0,819	0,061	0,335
0,065	0,578	0,170	0,112	0,270	0,845	0,053	0,340
0,070	0,590	0,176	0,119	0,275	0,871	0,045	0,345
0,075	0,602	0,182	0,125	0,280	0,897	0,037	0,350
0,080	0,613	0,188	0,131	0,285	0,923	0,029	0,355
0,085	0,623	0,194	0,136	0,290	0,949	0,021	0,360
0,090	0,633	0,200	0,142	0,295	0,975	0,013	0,365
0,095	0,643	0,205	0,148	0,300	1,001	0,005	0,370
0,100	0,653	0,211	0,153	0,305	1,027	0,000	0,375
0,105	0,661	0,216	0,159	0,310	1,053	0,000	0,380
0,110	0,670	0,221	0,164	0,315	1,079	0,000	0,385
0,115	0,678	0,226	0,169	0,320	1,105	0,000	0,390
0,120	0,686	0,231	0,175	0,325	1,131	0,000	0,395
0,125	0,694	0,236	0,180	0,330	1,157	0,000	0,400
0,130	0,702	0,241	0,185	0,335	1,183	0,000	0,405
0,135	0,709	0,245	0,190	0,340	1,209	0,000	0,410
0,140	0,716	0,250	0,195	0,345	1,235	0,000	0,415

Tabelle 6 Teilfüllungswerte bei Abwasserleitungen mit Kreisquerschnitt in Abhängigkeit von VT/VV

Durchmesser in mm	70	80	90	100	110	125	150	175	200	250	300	350	400
Füllhöhe h/d	1,00	1,00	1,00	0,927	0,807	0,70	0,60	1,00	0,827	0,80	0,70	0,60	1,00
Flächenwert AW/Av	1,00	1,00	1,0000	0,8844	0,8576	0,7477	0,6255	1,0000	0,8844	0,8576	0,7477	0,6255	1,00
Umfangswert U/Uv	1,00	1,00	1,0000	0,7259	0,7048	0,6310	0,5641	1,0000	0,7203	0,7048	0,6310	0,5641	1,00
h in mm	R in mm	Umfang	Geschwindigkeit in m/s	Volumenstrom in l/s									
5000,0	0,20	0,01961	0,06885	0,072	0,083	0,083	0,082	0,078	0,277	0,283	0,275	0,235	0,188
4000,0	0,25	0,02452	0,05190	0,091	0,094	0,094	0,092	0,088	0,313	0,319	0,310	0,265	0,212
3000,0	0,33	0,03289	0,03679	0,095	0,100	0,100	0,107	0,102	0,365	0,372	0,361	0,309	0,247
2000,0	0,50	0,04900	0,04645	0,118	0,126	0,126	0,133	0,127	0,454	0,462	0,448	0,393	0,308
1000,0	1,00	0,08068	0,04764	0,170	0,166	0,166	0,161	0,163	0,533	0,534	0,544	0,561	0,447
500,0	1,11	0,10896	0,04741	0,179	0,206	0,206	0,202	0,192	0,890	0,701	0,680	0,582	0,466
300,0	1,25	0,12258	0,04716	0,181	0,215	0,215	0,215	0,205	0,734	0,746	0,723	0,619	0,480
200,0	1,43	0,14009	0,04690	0,205	0,225	0,225	0,230	0,220	0,787	0,799	0,775	0,663	0,501
100,0	1,67	0,16343	0,04661	0,222	0,254	0,254	0,260	0,239	0,850	0,865	0,838	0,718	0,575
50,0	2,00	0,19612	0,04630	0,244	0,279	0,279	0,274	0,253	0,937	0,951	0,922	0,789	0,632
40,0	2,22	0,21791	0,04614	0,257	0,295	0,295	0,290	0,277	0,990	1,004	0,974	0,833	0,667
30,0	2,50	0,24515	0,04596	0,273	0,313	0,313	0,308	0,294	1,052	1,067	1,034	0,885	0,709
25,0	2,81	0,28017	0,04577	0,293	0,336	0,336	0,330	0,315	1,127	1,142	1,108	0,948	0,750
20,0	3,33	0,32687	0,04556	0,317	0,363	0,363	0,357	0,341	1,220	1,236	1,199	1,026	0,822
15,0	4,00	0,39224	0,04534	0,348	0,399	0,399	0,392	0,374	1,340	1,357	1,316	1,127	0,903
10,0	5,00	0,48000	0,04508	0,380	0,447	0,447	0,438	0,420	1,502	1,521	1,479	1,253	1,012
8,0	6,07	0,55374	0,04480	0,421	0,518	0,518	0,508	0,486	1,740	1,762	1,709	1,460	1,172
7,0	7,00	0,64000	0,04466	0,456	0,566	0,566	0,553	0,529	1,955	1,980	1,909	1,598	1,241
6,0	8,33	0,73222	0,04442	0,507	0,653	0,653	0,641	0,613	2,256	2,284	2,195	1,845	1,479
5,0	10,00	0,83956	0,04431	0,566	0,771	0,771	0,759	0,727	2,648	2,679	2,576	2,180	1,700
4,0	11,76	1,05366	0,04414	0,604	0,921	0,921	0,907	0,874	3,151	3,182	3,072	2,564	2,067
3,0	15,00	1,22576	0,04399	0,623	0,712	0,712	0,700	0,668	3,743	3,774	3,664	3,031	2,479
2,5	18,33	1,30748	0,04385	0,643	0,732	0,732	0,720	0,688	4,335	4,366	4,256	3,519	2,867
2,0	22,00	1,40887	0,04371	0,666	0,753	0,753	0,740	0,708	5,027	5,058	4,948	4,197	3,355
1,5	26,67	1,53083	0,04356	0,691	0,775	0,775	0,762	0,730	5,820	5,851	5,741	4,875	3,843

Tabelle 7 Dimensionierung von Abwasserleitungen $d_i = 70$ mm, $k_b = 1$ mm, bei Druckströmung und Freispiegelströmung mit Füllungsgraden $h/d = 1,0$ bis $0,6$; Wasser 10 °C, $v = 1,31 \times 10^{-6}$ m²/s

der dazu erforderlichen Schleppspannung sind die Fließgeschwindigkeit und der Füllungsgrad die maßgebenden Größen. Nach dem ATV-Arbeitsblatt A 110 [3] liegen die kritischen Fließgeschwindigkeiten für Abwasserleitungen DN 150 bis 300 bei 0,48 bis 0,56 m/s, für die Nennweiten 60 bis 125 nach Feurich bei 0,35 bis 0,46 m/s. Für diese Fließgeschwindigkeiten gilt, daß Ablagerungen vermieden werden [3]. Diese Grenzwerte gelten für Teilfüllungszustände ab $h/d = 0,3$. Für den Teilfüllungsbereich von $h/d = 0,1$ bis $0,3$ sind die Werte der kritischen Fließgeschwindigkeit um rund 10 % zu erhöhen.

Abflußinstallation in Luckau

Bei dem Wohnungsbau in Luckau wurde die Abflußinstallation entsprechend dem Strangschemaausschnitt in Bild 4 abweichend vom derzeitigen Stand der Normung (DIN 1986-2) mit Klosett-Anschlußleitungen DN 70 und Schmutzwasser-Falleitungen DN 80 ausgeführt. Grundlage dieser Dimensionierung sind die Ergebnisse der Forschungsarbeit von Feurich [2], die weitgehend mit dem Europäischen Schlußentwurf prEN 12056-2 [1] übereinstimmen.

Hydraulische Dimensionierung der Abflußleitungen

Der für die Dimensionierung von Schmutzwasserleitungen maßgebende Schmutzwasserabfluß \dot{V}_S ist unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeit bei der Benutzung der Ent-

wässerungsgegenstände einer Anlage, die nach Tabelle 4 mit der Abflußkennzahl K gehandhabt wird, aus der Summe der Anschlußwerte nach Gleichung (1) zu ermitteln.
 $\dot{V}_S = K \times \sqrt{\Sigma AW_s}$ in l/s (1)
 \dot{V}_S = Schmutzwasserabfluß in l/s = dm³/s
 K = Abflußkennzahl (Tabelle 4)
 ΣAW_s = Summe der Anschlußwerte (Tabelle 3)

Zur Ermittlung des Abflußvermögens bei Teilfüllung sind die Verhältniszahlen für alle Teilfüllungszustände bei Rohren mit Kreisquerschnitt in Abhängigkeit von h/d der Tabelle 5 und in Abhängigkeit von \dot{V}_T/\dot{V}_V der Tabelle 6 zu entnehmen. Der hydraulischen Dimensionierung von Gefälleleitung, für welche die betriebliche Rauheit $k_b = 1,0$ mm gilt, ist für die Nennweiten 70 und 80 mit Hilfe der Tabellen 7 und 8 vorzunehmen. Diese dienen in Abhängigkeit vom Rohrsohlengefälle I zur Ermittlung der maßgebenden Funktionsgrößen, dem Rohrreibungsdampfdruckgefälle R , der Reibungszahl χ , der Fließgeschwindigkeit v und des Volumenstromes \dot{V} bei abgestuften Füllungsgraden von $h/d = 1,00 - 0,827 - 0,80 - 0,70 - 0,60 - 0,50 - 0,40 - 0,30 - 0,20 - 0,10$ für die Dimensionierung.

Anwendungsbeispiele

Wohngebäude in Luckau mit 16 Wohnungen

a) Angenommen: WC-Einzelanschlußleitung DN 70, Gefälle 10 mm/m, Anschlußwert $AW_s = 0,9$ l/s (nach Feurich Tabelle 3)

Durchmesser in mm	80	90	100	110	125	150	175	200	250	300	350	400	
Füllhöhe h/d	1,00	1,00	1,00	0,927	0,807	0,70	0,60	1,00	0,827	0,80	0,70	0,60	
Flächenwert AW/Av	1,00	1,00	1,0000	0,8844	0,8576	0,7477	0,6255	1,0000	0,8844	0,8576	0,7477	0,6255	
Umfangswert U/Uv	1,00	1,00	1,0000	0,7259	0,7048	0,6310	0,5641	1,0000	0,7203	0,7048	0,6310	0,5641	
h in mm	R in mm	Umfang	Geschwindigkeit in m/s	Volumenstrom in l/s									
5000,0	0,20	0,01961	0,06880	0,080	0,092	0,092	0,090	0,085	0,400	0,408	0,395	0,336	0,270
4000,0	0,25	0,02452	0,04877	0,090	0,103	0,103	0,101	0,097	0,451	0,459	0,446	0,381	0,306
3000,0	0,33	0,03289	0,04780	0,108	0,120	0,120	0,115	0,113	0,576	0,585	0,570	0,444	0,355
2000,0	0,50	0,04900	0,04683	0,130	0,149	0,149	0,143	0,146	0,662	0,663	0,643	0,500	0,440
1000,0	1,00	0,08068	0,04534	0,187	0,214	0,214	0,210	0,201	0,938	0,952	0,920	0,790	0,620
500,0	1,11	0,10896	0,04464	0,197	0,226	0,226	0,222	0,212	0,991	1,005	0,975	0,835	0,668
300,0	1,25	0,12258	0,04437	0,210	0,240	0,240	0,238	0,226	1,061	1,069	1,037	0,887	0,711
200,0	1,43	0,14009	0,04410	0,225	0,258	0,258	0,253	0,240	1,130	1,141	1,111	0,961	0,782
100,0	1,67	0,16343	0,04383	0,243	0,279	0,279	0,274	0,259	1,224	1,240	1,203	1,030	0,825
50,0	2,00	0,19612	0,04356	0,267	0,306	0,306	0,301	0,288	1,344	1,362	1,321	1,131	0,906
40,0	2,22	0,21791	0,04337	0,282	0,324	0,324	0,318	0,304	1,470	1,488	1,446	1,244	0,957
30,0	2,50	0,24515	0,04318	0,300	0,344	0,344	0,337	0,323	1,608	1,628	1,582	1,368	1,016
25,0	2,81	0,28017	0,04297	0,321	0,368	0,368	0,361	0,346	1,761	1,782	1,727	1,498	1,088
20,0	3,33	0,32687	0,04275	0,348	0,398	0,398	0,391	0,374	1,930	1,952	1,887	1,638	1,178
15,0	4,00	0,39224	0,04253	0,382	0,437	0,437	0,429	0,411	2,220	2,243	2,168	1,893	1,293
10,0	5,00	0,48000	0,04231	0,421	0,480	0,480	0,471	0,450	2,552	2,576	2,491	2,188	1,440
8,0	6,07	0,55374	0,04211	0,466	0,527	0,527	0,517	0,493	2,937	2,962	2,867	2,445	1,670
7,0	7,00	0,64000	0,04191	0,518	0,581	0,581	0,570	0,544	3,375	3,400	3,295	2,804	2,042
6,0	8,33	0,73222	0,04171	0,577	0,641	0,641	0,629	0,602	3,867	3,892	3,777	3,240	2,116
5,0	10,00	0,83956	0,04151	0,643	0,709	0,709	0,696	0,668	4,415	4,440	4,315	3,668	2,315
4,0	11,76	1,05366	0,04131	0,682	0,757	0,757	0,743	0,715	5,027	5,052	4,927	4,197	2,519
3,0	15,00	1,22576	0,04111	0,692	0,780	0,780	0,766	0,738	5,700	5,725	5,590	4,719	2,709
2,5	18,33	1,30748	0,04091	0,706	0,800	0,800	0,786	0,758	6,443	6,468	6,333	5,403	2,885
2,0	22,00	1,40887	0,04071	0,720	0,823	0,823	0,809	0,781	7,257	7,282	7,147	6,157	3,061
1,5	26,67	1,53083	0,04051	0,734	0,846	0,846	0,832	0,804	8,142	8,167	8,032	6,987	3,237

Tabelle 8 Dimensionierung von Abwasserleitungen $d_i = 80$ mm, $k_b = 1$ mm, bei Druckströmung und Freispiegelströmung mit Füllungsgraden $h/d = 1,0$ bis $0,6$; Wasser 10 °C, $v = 1,31 \times 10^{-6}$ m²/s

$$\begin{aligned}\dot{V}_V &= 2,139 \text{ l/s nach Tabelle 7} \\ \dot{V}_T/\dot{V}_V &= 0,9/2,139 = 0,4208 \\ h/d &= 0,451 \text{ nach Tabelle 6} \\ v_V &= 0,556 \text{ m/s nach Tabelle 7} \\ v_T/v_V &= 0,958 \text{ nach Tabelle 6} \\ v_T &= v_V \times 0,958 = 0,556 \times 0,958 = 0,533 \\ &\text{m/s}\end{aligned}$$

b) Grundleitung nach Strang S8

$$\begin{aligned}\Sigma AW_s &= 2 \times 0,6 + 2 \times 0,5 \times 2 \times 0,9 + 2 \times \\ &0,6 + 2 \times 0,9 + 2 \times 0,6 + 1 \times 0,5 \\ &= 9,2 \text{ l/s}\end{aligned}$$

$$\dot{V}_T = 0,5 \times \sqrt{9,2} = 1,517 \text{ l/s}$$

Angenommen: DN 80, Gefälle 10 mm/m

$$\dot{V}_V = 3,063 \text{ l/s nach Tabelle 8}$$

$$\dot{V}_T/\dot{V}_V = 1,517/3,063 = 0,4953$$

$$h/d = 0,496 \text{ nach Tabelle 6}$$

$$v_V = 0,609 \text{ m/s nach Tabelle 8}$$

$$v_T/v_V = 0,998 \text{ nach Tabelle 6}$$

$$\begin{aligned}v_T &= v_V \times 0,998 = 0,609 \times 0,998 \\ &= 0,608 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Mit den ermittelten Werten des Füllungsgrades und der Fließgeschwindigkeit, die über den zu stellenden Anforderungen liegen, ist für die vorgesehene Dimensionierung der Leistungsnachweis erbracht.

Die Meßergebnisse bei dem Wohnungsbauvorhaben in Luckau zeigen, daß das Spülwasservolumen für die Vollspülung selbst bei einem handelsüblichen 6-l-Klosett für die Vollspülung ohne weiteres auf 3 l je Spülvorgang reduziert werden kann, wenn der Abstand vom Klosett bis zur Falleitung gering ist. Das zeigt auch das Beispiel der ausgeführten Klosettanlage im Krankenhaus Rüdersdorf.

Die WC-Einzelanschlußleitungen in der Nennweite 70 besitzen mit dem ermittelten Füllungsgrad von $h/d = 0,451$ und einer Fließgeschwindigkeit von $v_T = 0,533$ m/s sehr günstige Voraussetzungen für das Ausschwemmen mitgeführter Feststoffe. Das gilt in gleicher Weise für die Grundleitung in der Nennweite 80 mit einem ermittelten Füllungsgrad von $h/d = 0,496$ und einer Fließgeschwindigkeit von $v_T = 0,608$ m/s. Es ergeben sich nach diesen Untersuchungen nicht unwesentliche Einsparungen an Betriebskosten (Wasser und Abwasser) und an Investitionskosten bei Sanitäranlagen. □

Literatur

- [1] prEN 12056-2; 06.99; Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden; Schmutzwasseranlagen, Planung und Berechnung
 [2] Feurich, Hugo; Forschungsbericht Untersuchungen zur Wassereinsparung bei der Klosettspülung und zu kleineren Rohrweiten bei der hydraulischen Dimensionierung der Zufluß- und Abwasserleitungen 1998; Brandenburgische Technische Universität Cottbus; Eigenverlag Hugo Feurich
 [3] ATV A 110; 08.88; Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und -leitungen; Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e. V.; St. Augustin

Wo finden Sie alle Hersteller?

Natürlich unter

↓ ↑

www.shk.de