

Wasser- und Energieeinsparung trotz Nutzungskomfort

Ökologisch, ökonomisch, hygienisch *Teil 1*

Dr. Hugo Feurich*

Bei Planung und Ausführung sanitärer Anlagen sind Anforderungen an Nutzung, Hygiene und Funktion zu berücksichtigen. Dies gilt besonders für die zu erwartenden Bau- und Betriebskosten. Wie durch innovative Sanitärtechnik der Komfort für den Benutzer trotzdem erhalten bleibt, beschreibt der Autor in diesem Beitrag.

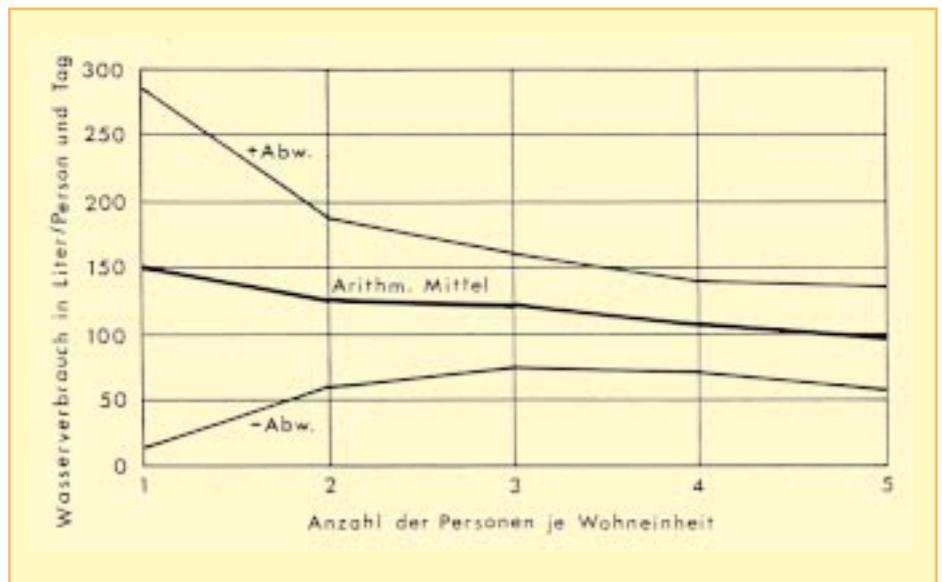


Bild 1 Wasserverbrauch je Person und Tag in Abhängigkeit von der Haushaltsgröße

Eine wesentliche Rolle hinsichtlich der zu erwartenden Bau- und Betriebskosten sanitärer Anlagen spielen Wasser- und Energieverbrauch für die Wassererwärmung sowie die Dimensionierung der Ver- und Entsorgungsleitungen. Das gilt sowohl für den Wohnungsbau wie auch für öffentliche und gewerbliche Bauten. Die grundsätzliche Aufgabenstellung besteht dabei im Vermeiden ungenutzter und unnötiger Trinkwasserentnahme sowie einer sich daraus ergebenden Minderung der Betriebskosten, der sogenannten zweiten Miete, einer Verringerung des Aufwandes für die Abwasserbehandlung in Kläranlagen, nicht dagegen im Wassersparen im Sinne eines Verzichts, da die wasserwirtschaftlichen und ökonomischen Bedingungen in Deutschland dies nicht erfordern [1]. Im folgenden werden unterschiedliche Aus-

führungsmöglichkeiten einer Sanitärinstallation aufgezeigt, die nach dem geltenden Baurecht einer unterschiedlichen Bewertung unterliegen.

Ist Normenabweichung Fahrlässigkeit?

Planer, Auftragnehmer, Anlagenbetreiber und Sachverständige sind in diesem Zusammenhang zu kritischer Beurteilung von Sachverhalten verpflichtet [2]. In der Verdingungsordnung für Bauleisten (VOB) DIN 1961 „Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen“ [3] gilt die Forderung:

„§ 4 Ausführung 2. (1) Der Auftragnehmer hat die Leistung unter eigener Verantwortung nach dem Vertrag auszuführen. Dabei hat er die anerkannten Regeln der Technik und die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zu beachten.“

3. Hat der Auftragnehmer Bedenken gegen die vorgesehene Art der Ausführung (auch wegen der Sicherung gegen Unfallgefahren), gegen die Güte der vom Auftraggeber gelieferten Stoffe oder Bauteile oder gegen die Leistungen anderer Unternehmer, so hat er sie dem Auftraggeber unverzüglich –

möglichst schon vor Beginn der Arbeiten – schriftlich mitzuteilen; der Auftraggeber bleibt jedoch für seine Angaben, Anordnungen oder Lieferungen verantwortlich.“ Bei einer juristischen Bewertung von technischen Regeln, die in

- DIN-Normen (DIN),
- Einheitlichen Technischen Baubestimmungen (ETB),
- Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE-Vorschriften),
- Richtlinien des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI-Richtlinien),
- Regeln des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW),
- Vorschriften der Berufsgenossenschaften u. a. bestehen, kommt es auf den Grad der Durchsetzung der gewonnenen technischen Erkenntnis in der Praxis an. Nicht haltbar ist die häufig vertretene Ansicht, jede Abweichung von vorliegenden Normen begründe regelmäßig und zwingend

* Dr.-Ing. Hugo Feurich VDI, Beratender Ingenieur, 13465 Berlin, Fax (0 30) 4 06 20 77

das Vorliegen von Fahrlässigkeit im zivilrechtlichen Sinn. Vielmehr stellt sich die Frage, ob im Falle der Nichtbeachtung einer technischen Regel der Betroffene sich so verhalten hat, wie es unabhängig von der technischen Regel dem „Stand der Technik“ entspricht [2].

Dabei ist zu unterscheiden:

- „Anerkannte Regel der Technik“ gilt für das, was jeder in der Technik Tätige wissen und können muß.
 - „Stand der Technik“ gilt für das fortgebildete Wissen und Können, das Schritt hält mit der fortschreitenden technischen Entwicklung und den erschlossenen Möglichkeiten in der Technik. Er ist damit noch nicht zur Regel geworden.
 - „Stand von Wissenschaft und Technik“ gilt für das, was technisch machbar ist. Das können beispielsweise neueste wissenschaftlich durch Forschungsarbeiten gesicherte Erkenntnisse sein.
- Die in technischen Regeln enthaltenen Bestimmungen unterliegen in ihrer Bewertung auch folgender Rangfolge:
- Bestandteil der Bauordnung, die als Gesetz eingeführt ist.
 - Bestandteil von Verordnungen.
 - Bestandteil von Vertragsbestimmungen für Bauleistungen.
 - Bestandteil besonderer Vereinbarungen.

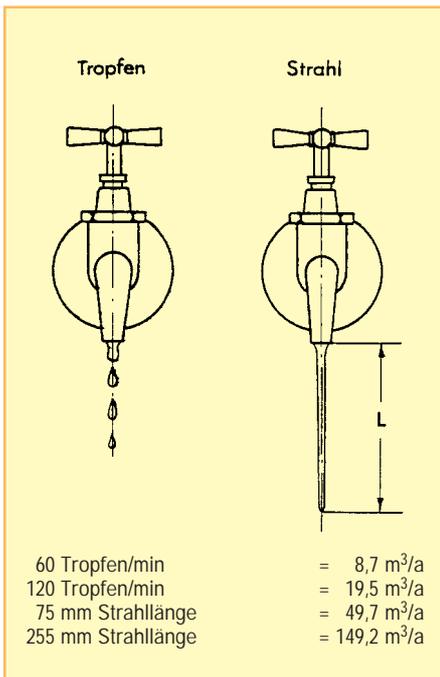


Bild 2 Wasserverluste undichter oder nicht völlig geschlossener Auslaufventile

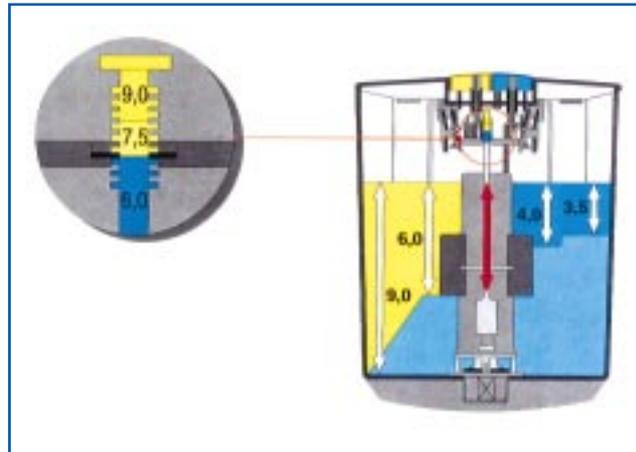


Bild 3 Funktionsdarstellung eines Spülkastens mit 2-Mengen-Spültechnik

Bild: Friatec

Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch wies einerseits mit dem Bau öffentlicher Kanalisationsanlagen und andererseits mit wachsenden Hygieneanforderungen und einer allmählich zunehmenden Sanitärausstattung über ein Jahrhundert steigende Tendenz auf [4]. So stieg der private Wasserverbrauch in Deutschland von etwa 30 Litern im Jahre 1885 bis auf 145 Liter pro Kopf und Tag im Jahre 1991. Erst danach geht der Wasserverbrauch zurück und liegt heute bei durchschnittlich 128 Litern. Einen Einfluß auf den Wasserverbrauch im Wohnbereich hat dabei die Anzahl der Personen je Wohneinheit [1]. In einem Fünf-Personenhaushalt liegt der Pro-Kopf-Verbrauch etwa um ein Drittel unter demjenigen eines Singlehaushaltes (Bild 1).

Wasser- und Energieverbrauch bei Spüleinrichtungen

Bei der Auswahl von Entnahmearmaturen, Wassererwärmern und Entwässerungsgegenständen kommt es darauf an, eine möglichst umfassende Bewertung nach Nutzungsanforderungen, Funktions- und Qualitätsmerkmalen, Leistungs- und Geräuschverhalten, Wasser- und Wärmeverbrauch sowie der Lebensdauer unter dem Gesichtspunkt von Einsparungsmöglichkeiten, aber auch von Komfortansprüchen, den Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten vorzunehmen.

Zu beachten ist die Beziehung zum Sanitärobjekt und zur Nutzung, z. B. bei einer Behinderung und zum Einsatzbereich. Neben grundsätzlichen Hygieneanforderungen spielen die Anforderungen an die Genauigkeit der Temperatureinstellung, an die Vermeidung von Temperaturschwankungen und an eine Temperaturbegrenzung eine Rolle. Bestimmte Einsatzbereiche erfordern die Einhaltung dafür geltender Bestimmungen und Empfehlungen. Für den öffentli-

chen und gewerblichen Bereich ist die Vandalensicherheit zu beachten.

Tropfende Sanitärarmaturen führen beispielsweise zu jährlichen Wasserverlusten zwischen 8,7 bis 149,2 m³ (Bild 2). Bei öffentlichen und betrieblichen Einrichtungen führt das Offenlassen von Brause- und Wascharmaturen zur ungenutzten Verschwendung. Maßnahmen gegen diese Mängel bestehen in der Auswahl von Armaturen mit guter Regelcharakteristik, mit verschleißfreien Dichtungssystemen und mit selbstschließender Funktion.

Nutzungsanforderungen

Wasch- und Badevorgänge unterliegen individuellen Nutzungsgewohnheiten und -verhalten der Menschen, die nicht in Normen festgeschrieben werden können. Daraus ergibt sich eine große Streuung im Warmwasserverbrauch, der für den Wohnbereich je Person und Tag zwischen 20 und 80 Liter bei einer Bezugstemperatur von 60 °C liegt. Die Bewertung erfolgt entsprechend den in Tabelle 2 zusammengestellten Warmwasserbedarfswerten verschiedener Gebäude [6] mit niedrigem Komfort (Mindestbedarf), mittlerer Komfort (Durchschnittsbedarf) und höherer Komfort (Spitzenbedarf).

In der Normung wurden für den Wasserverbrauch beim Baden im Wohnungsbau die Begriffe „Komfort“ und „Luxus“ eingeführt. So unterscheidet man in der DIN 4708-2 [7] Wohnungen mit Normalausstattung und mit Komfortausstattung. Gemessen wird der Komfort an der Badewannengröße oder an der Ausstattung einer Brausekabine mit Normal- oder Luxusbrause. Hier wird der Begriff „Luxus“ unsachlich

Verwendungszweck	Wasserverbrauch		
	pro Kopf und Tag in Liter	in m ³	pro Jahr in m ³
Toilettenspülung*	38	29,69	13,87
Baden und Duschen	40	31,25	14,60
Wäsche waschen	14	10,94	5,11
Geschirrspülen	9	7,03	3,29
Körperpflege	8	6,25	2,92
Wohnungsreinigung	6	4,69	2,19
Trinken, Essenzubereitung	3	2,34	1,09
Sonstige Verwendungen (wie Gemüse/ Obst waschen, Garten wässern, Blumen gießen, Auto waschen)	10	7,81	3,65
Zusammen	128	100,00	46,72

* 6 Liter Spülwasservolumen je Spülvorgang

Tabelle 1 Durchschnittlicher privater Wasserverbrauch für die verschiedenen Nutzungen

zur Kennzeichnung einer bestimmten Wasserentnahme für ein Brausebad verwendet. Abhängig von den Einsatzbereichen sanitärer Entnahmearmaturen sind folgende Bestimmungen zu beachten:

- DIN 18 025-1 [8], Wohnungen für Rollstuhlbenutzer: Sanitärarmaturen sind als Einhebel-Mischbatterien mit Temperaturbegrenzern und schwenkbarem Auslauf vorzusehen.
- Arbeitsstättenverordnung [9] und Arbeitsstätten-Richtlinien [10]: Für alle hygienischen Problembereiche besteht die Forderung nach Verwendung von Sanitärarmaturen ohne Handbetätigung.
- Unfallverhütungsvorschrift VBG 103 [11]: In Arbeitsbereichen mit erhöhter Infektionsgefährdung müssen an Handwaschplätzen Wasch-Armaturen instal-

liert sein, die ohne Berührung mit der Hand benutzt werden können. Das betrifft entsprechende Bereiche z. B. in Krankenhäusern, OP-Abteilungen, Sektionsräu-

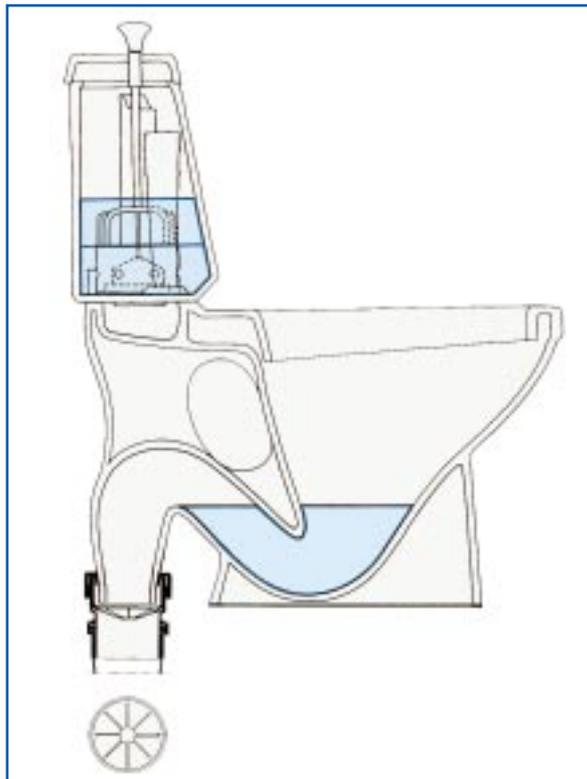


Bild 4 Bodenstehendes WC-Becken mit aufgesetztem Spülkasten für ein Spülwasservolumen von vier Litern und Ab-
lauf mit Einsatzhülse und Gummiklappe DN 100

men, medizinischen Laboratorien, Arztpraxen, Heilpraxen, Rettungs- und Krankentransporten.

- Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention [12]: Wasserhähne an Waschbecken, die vorzugsweise von Ärzten oder Pflegepersonal benutzt werden, sollten Fuß- oder Ellenbogenbedienung o. ä. besitzen. Der Wasserstrahl sollte nicht direkt in den Siphon (Ablaufventil) gerichtet sein.
- Fleischhygiene-Verordnung [13]: In fleischverarbeitenden Betrieben sind in größtmöglicher Nähe des Arbeitsplatzes in ausreichender Anzahl Einrichtungen zur Reinigung und Desinfektion der Hände mit heißem Wasser einzusetzen, die nicht von Hand zu betätigen sein dürfen. Das gilt z. B. für Schlachthöfe, Zerlegungs- und Verarbeitungsbetriebe, fleischverarbeitende Industrie sowie Fleischabteilungen mit Frischfleisch und Metzgereien.
- Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an die Gewinnung, die Behandlung und das Inverkehrbringen von Milch [14]: In Räumen, in denen Milch behandelt wird, müssen in größtmöglicher Nähe des Arbeitsplatzes und in ausreichender Anzahl Einrichtungen zum Waschen der Hände vorhanden sein, die nicht von Hand betätigt werden dürfen. Hierzu gehören Molkereien, Käsereien, Milchsammelstellen, Be- und Verarbeitungsbetriebe von Molkereiprodukten.
- Hygieneanforderungen im Küchenbereich [15]: In gewerblichen Küchen sind, um die Übertragung von Krankheiten zu verhindern, die Armaturen der Waschanlagen so zu gestalten, daß sie nicht von Hand, sondern z. B. elektronisch zu bedienen sind. Das gilt für Großküchen und gewerblich genutzte Küchen.
- Baufachliche Richtlinien für die Durchführung von Baumaßnahmen der Bundeswehr [16]: Waschtische in Truppenküchen müssen mit berührungslos gesteuerten Armaturen ausgestattet sein.
- Bestimmung für Autobahnraststätten [17]: Im öffentlichen WC-Bereich von Raststättenvorräumen sind Waschtische grundsätzlich mit elektronischen Armaturen auszustatten.

Gebäudeart	Zweckbestimmung	Warmwasserbedarf in l 60 °C/Tag			
		Einheit	nk	mK	hK
Einfamilienhaus	einfacher Standard	P	30	40	50
	mittlerer Standard	P	35	50	60
	gehobener Standard	P	40	60	80
Mehrfamilienhaus	sozialer Wohnungsbau	P	20	30	40
	allgemeiner Wohnungsbau	P	30	40	50
	gehobener Wohnungsbau	P	40	50	70
Gewerbe-Küchen: Caféstuben	Kochen, Spülen Geschirrabwaschen				
	Besetzung mäßig Besetzung stark	S S	15 20	20 30	30 40
Gaststätten	Besetzung mäßig	S	10	15	25
	Besetzung mittel	S	20	25	35
	Besetzung stark	S	25	30	45
Speiserestaurant	Essen einfach Tellergerichte	E	8	10	15
	Essen bis 3 Gänge	E	12	15	20
	Essen bis 4 und mehr Gänge	E	20	25	30
Gasthöfe Hotels Apparthäuser	Standard				
	einfach	B	30	40	50
	2. Klasse	B	40	50	70
	1. Klasse Luxus	B B	60 80	80 100	100 150
Kinderheime Altersheim	einfacher Standard	B	40	50	60
	einfacher Standard	B	30	40	50
Krankenhäuser	medizinisch-technische Einrichtungen				
	einfach	B	50	60	80
	durchschnittlich umfangreich	B B	70 100	80 120	100 150
Duschen	Schüler	D/P	15	20	25
	Sportler	D/P	20	25	30
	Fabriken				
	Arbeit schwach schmutzig Arbeit stark schmutzig	D/P D/P	20 30	30 40	40 50
Baden	Normale Wannen	B/P	60	75	100
	Große Wannen	B/P	80	100	150
	Hydrotherapie-Wannen	B/P	150	200	250
	Großraum-Wannen	B/P	150	200	300

¹ **Verbraucher-Einheiten:**
P = Person E = Essen
B = Bett D/P = Dusche pro Person
S = Sitzplatz B/P = Bad pro Person

² **Bereiche des Warmwasserbedarfs:**
nk = niedriger Komfort (Mindestbedarf): der bei der Anlagenbemessung nicht zu unterschreiten ist
mK = mittlerer Komfort (Durchschnittsbedarf): Berechnungsgrundlage für Gesamtbedarf an Wasser, Wärme, Energiemittel, Kosten
hK = höherer Komfort (Spitzenbedarf): für die Berechnung der Heizleistungen

- Richtlinien für den Bäderbau [18]: Duschanlagen: Bewährt haben sich Zentralmischbatterien, Thermo-Mischverluste, Sicherheitsmischbatterien oder gleichwertige Armaturen. Eine Temperaturregelung nur über einfache Brausebatterien ist abzulehnen. Vorzuziehen sind Duschanlagen mit Selbstschlußvorrichtung für einen wirtschaftlichen Betrieb. Empfohlen wird feststehende Brauseköpfe mit kurzer Ausladung und regulierbar für einmalige Mengeneinstellung.
- Baurichtlinien für Medizinische Bäder [19]: Alle Duschen erhalten eine automatische Wassertemperaturregelung.

Klosettspülung

Das Spülwasservolumen für eine Klosettspülung beträgt nach den Bestimmungen der DIN 1385 [20] und der DIN 1986-1 [21] für Flachspül- und Tiefspülklosetts 6 bzw. 9 Liter, für Absaugeklosetts 6, 9 bzw. 14 Liter (Tabelle 3). Es gilt für das Ausspülen von Fäkalien und Toilettenpapier. Für das Ausspülen von Urin wird ein Spülwasservolumen von mindestens 3 Liter als Richtwert angegeben.

Bei einem Spülwasservolumen von 9 Liter je Spülvorgang und 5 Spülungen pro Kopf und Tag ergibt sich für die Klosettspülung ein Netto-Wasserverbrauch von 45 Liter pro Kopf und Tag. Mit den seit 1980 eingeführten 6-Liter-Flachspül- und Tiefspülklosetts wird der Netto-Wasserverbrauch bereits auf 30 Liter pro Kopf und Tag reduziert. Aufgrund statistischer Werte und allgemeiner Beurteilungen liegt der Wasserverbrauch für die Klosettbenutzung um etwa 33 bis 78 % über demjenigen bei einmaliger Betätigung [5]. Ursache kann eine geringe Dichte der Fäkalien sein, die kleiner als die des Transportmediums Wasser ist. Diese Fäkalien erreichen nur eine geringe Tauchtiefe und schwimmen weitgehendst auf der Wasseroberfläche, wodurch die Ausspülung erschwert wird und am ehesten durch Absaugung erreicht wird. Eine weitere Ursache ist die Bildung einer Luftblase unter dem eingeworfenen Toilettenpapier, das erst nach Beseitigung der Luftblase ausgespült wird. Der durchschnittliche Wasserverbrauch liegt daher bei einem Spülwasservolumen von 6 Liter für das sogenannte „große Geschäft“ und 3,5 Liter für das sogenannte „kleine Geschäft“ praktisch bei etwa 30 bis 40 Liter pro Kopf und Tag. Voraussetzung ist, daß Spülkasten oder Druckspüler auf einen 6/3,5-Liter-Verbrauch eingestellt sind.

Tabelle 2 Warmwasserbedarf von Gebäuden mit verschieden hohem Komfort^{1,2} [6]

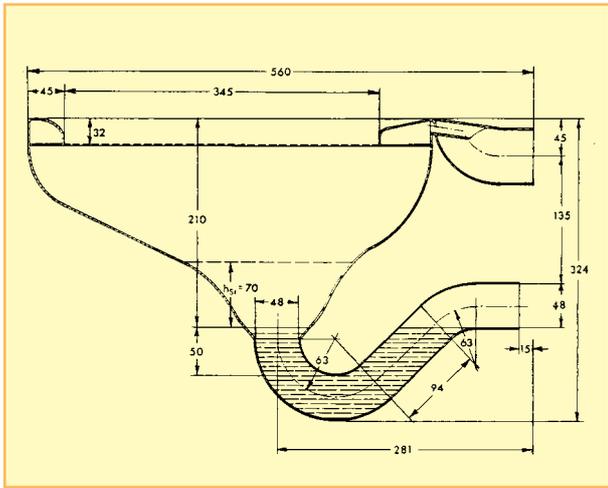


Bild: Router

Bild 5 Wandhängendes Tiefspülklosett aus Edelstahl mit wassersparendem Rohrgeruchverschluss DN 50

Spülkästen mit 2-Mengen-Spültechnik (Bild 3) besitzen eine Betätigungstaste für ein einstellbares Spülwasservolumen zur Ausspülung von Fäkalien und Toilettenpapier und eine zweite Betätigungstaste für ein einstellbares Spülwasservolumen zur Ausspülung von Urin und Toilettenpapier. Bei Spülkästen mit Stoptaste oder Druckspülern mit Kurzzeitbetätigung führt das Geschick oder Ungeschick bei der Betätigung sehr leicht zur Auslösung eines ungenügenden Spülwasservolumens für die Ausspülung von Urin und Toilettenpapier. Die Folge ist eine weitere Betätigung und damit ein erhöhter Spülwasserverbrauch.

Der Europäische Normenentwurf DIN EN 12056-2 [22] sieht eine Gliederung der Klosettbecken mit Spülkästen für ein Spülwasservolumen von 4,0 l, 6,0 l, 7,5 l und 9,0 l vor.

1997 wurde von der Firmengruppe Sphinx Gustavsberg ein weiter entwickeltes Wasser-Sparsystem für die Klosettspülung herausgebracht. Dasselbe besteht aus bodenstehenden Tiefspülklosetts mit Aufwand- oder aufgesetztem Spülkasten (Bild 4) und aus wandhängenden Tiefspülklosetts in Kombination mit einem Wandeinbauspülkasten. Die mit 2-Mengen-Spültechnik ausgestatteten Spülkästen sind auf ein Spülwasservolumen von 4 Liter für das „große Geschäft“ und 2,5 Liter für das „kleine Geschäft“ einstellbar. Der Netto-Wasserverbrauch für die Klosettspülung beträgt damit nur noch 15,5 Liter pro Kopf und Tag. Die

Abflußinstallation wird auch hier mit einem Abflußverstärker als Sammelheber am Ende der Falleitung oder in der liegenden Sammelleitung ausgeführt. Für Ein- und Zweifamilienhäuser sind Abflußverstärker mit einem Fassungsvermögen von 14 Liter, für mehrgeschossige Bauten mit einem Fassungsvermögen von 18 Liter zu verwenden.

1995 wurde ein Klosettbecken mit „Wassersparendem Geruchverschluss“ in der Nennweite 50 oder 60 (Bild 5) entwickelt, das in Verbindung mit Entwässerungsanschlüssen in

der Nennweite 60 oder 70 (statt DN 100 oder DN 80) für das „große Geschäft“ nur ein Spülwasservolumen von 2 Liter und für das „kleine Geschäft“ von 1,5 Liter benötigt [23]. Das bestätigen Untersuchungen, die im Rahmen einer Forschungsarbeit der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus durchgeführt wurden [24]. Die Tabelle 4 zeigt auszugsweise Versuchsergebnisse bezüglich der Ausspülung von 0,3 l Urin und 4 Blatt Toilettenpapier, von 12 Blatt Toilettenpapier und von 50 Kunststoffkugeln als Prüfkörper aus dem Klosett und einer Abfluß-Einzelanschlußleitung DN 70 von 5,33 m Länge bis in die Falleitung. Die Befürchtung, daß der verringerte Abwasseranfall bei der Klosettspülung zu Ablagerungen und Verstopfungen in den

nachgeschalteten Abflußleitungen führen kann, ist nach einer Forschungsarbeit von Grasmeyer [25] auszuschließen. Dafür spricht auch die Installation von drei Klosettbecken mit einem „Wassersparenden Geruchverschluss“ im Krankenhaus Rüdersdorf, die mit einem Spülwasservolumen von 4,0 Liter seit Januar 1996 ohne Beanstandung in Betrieb sind. Der Netto-Wasserverbrauch für die Klosettspülung kann damit auf 8,5 Liter pro Kopf und Tag gebracht werden. Die damit verbundenen kleineren Rohrweiten für die Zuflußinstallation (DN

Ausführungsart	Spülwasservolumen/l		
Klosettbecken	6	9	15
Flach- und Tiefspülklosett	×	×	–
Absaugeklosett	×	×	×

Tabelle 3 Spülwasservolumen in Abhängigkeit der Klosettbecken-Ausführung [20]

10 statt DN 15) und für die Abflußinstallation (Anschlußleitung DN 70 statt DN 100, Falleitung DN 80 statt DN 100) ergibt gleichzeitig eine durchschnittliche Baukostenminderung für die Sanitärinstallation von 400,- DM pro Wohnung.

Urinalspülung

Ohne Wasserspülung und damit ohne Wasserverbrauch arbeiten Urinalanlagen des Systems Ernst. Sie werden aus glasfaserverstärktem Polyester als wandhängende Urinalbecken und aus faserverstärktem Zement als gerundete Standurinale hergestellt. Diese Anlagen sind urinbeständig, bruch- und schlagfest. Die Geruchsbildung wird durch eine Beschichtung der fugenlosen Oberflächen mit einem biologisch abbaubaren Desinfektionsmittel verhindert. Zweite Komponente ist ein Spezial-Siphon (Bild 6), in den eine ebenfalls biologisch abbaubare Sperrflüssigkeit eingebracht wird, die spezifisch leichter als Urin ist und somit auf diesem schwimmt. Die Reinigung erfolgt ähnlich wie bei wassergespülten Urinalen. Die Sperrflüssigkeit ist nach Bedarf zu ergänzen. Die Oberflächenbeschichtung muß

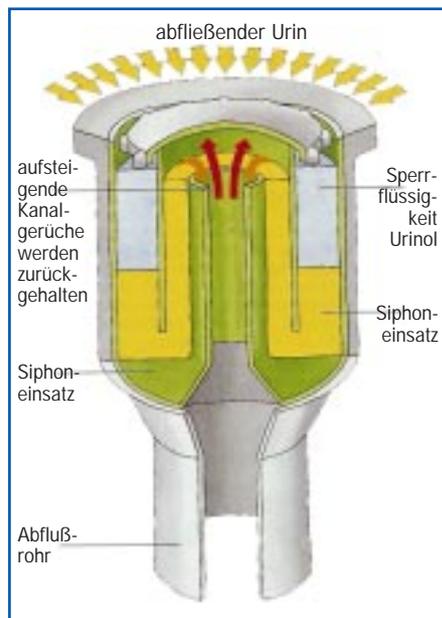


Bild 6 Urinalablauf-System Ernst ohne Wasserspülung durch Verwendung einer ölhaltigen Sperrflüssigkeit im Geruchverschluss

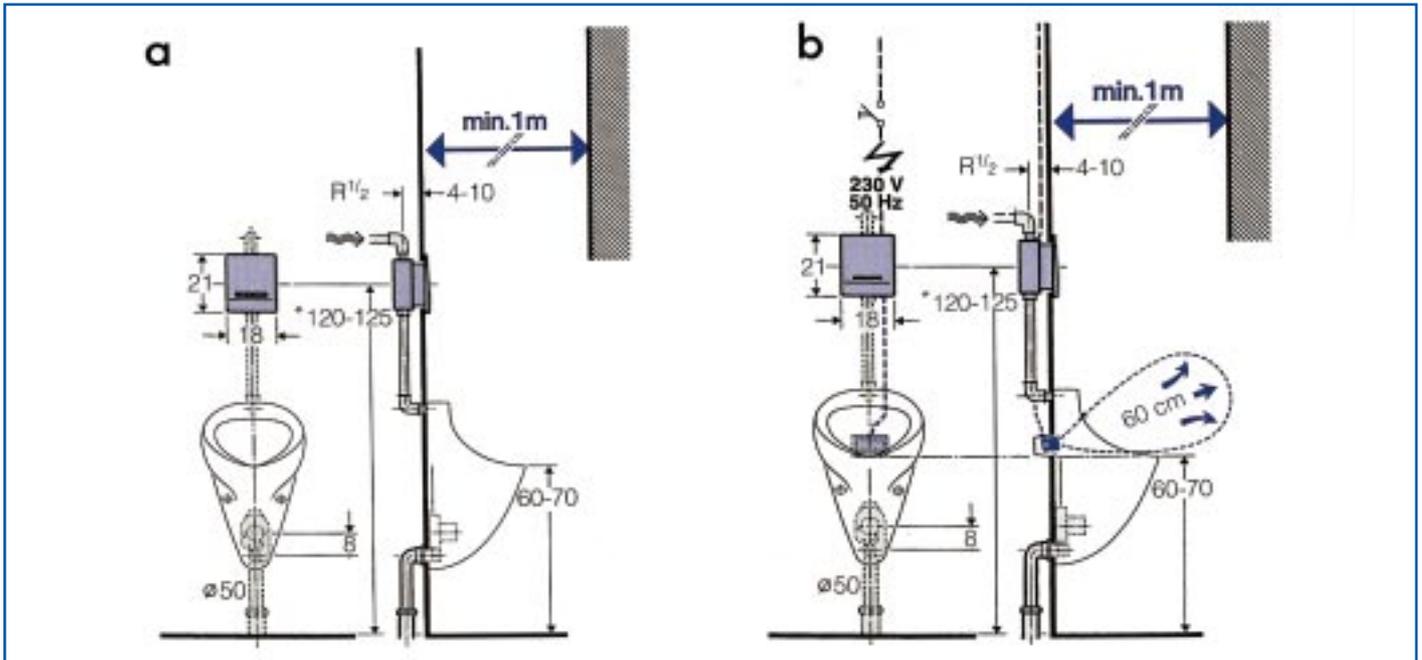


Bild: Geberit

Bild 7 Wandurinal mit Spülarmatur, a) opto-elektronisch batteriebetrieben, b) radarelektronisch netzbetrieben

je nach Frequentierung und Objekt regelmäßig erneuert werden. Die Betriebskosten sind etwa halb so groß wie bei wassergespülten Einzelurinalen.

Wandurinale für Wasserspülung mit Absauge-Geruchverschluss besitzen mit einem Spülwasservolumen von 2 Liter je Spülung bereits eine ausreichende Spülwirkung. Für die anschließende Abflußleitung ist nach dem hydraulischen Leistungsnachweis die relativ kleine Nennweite 40 ausreichend. Gegenüber der 4- bis 5-Liter-Spülung bei

älteren Wandurinalen liegt die Wassersparnis, wenn auch nur für den männlichen Benutzerkreis, bei 50 %.

Für öffentliche und gewerbliche Einrichtungen wird bei Urinalen mit der manuell und mit der berührungslos ausgelösten Einzelspülung der geringste Wasserverbrauch erreicht. Bei der Gruppenspülung von 2 bis 4 Urinalen liegt der Wasserverbrauch zweis- bis dreimal, bei der periodischen Zeituhrsteuerung etwa vier- bis sechsmal über dem Wasserverbrauch der Einzelsteuerung.

Die Investitionskosten sind für Urinale mit Druckspüler oder Spülkasten mit manueller Einzelbetätigung am geringsten, bei Ausstattung mit elektronisch gesteuerten Urinalspülarmaturen für Einzelspülung am größten. Im Vergleich mit den Investitionskosten für eine Gruppenspülung oder eine Zeituhrsteuerung amortisieren sich die höheren Anschaffungskosten der elektronischen Einzelspülung in der Regel jedoch innerhalb von 2 bis 3 Jahren.

Aus Gründen der Hygiene sind berührungslos gesteuerte Urinal-Spüleinrichtungen zu empfehlen (Bild 7). Bei öffentlichen Einrichtungen ist daher ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der Investitions- und Wartungskosten mit hand- oder fußbetätigten Spüleinrichtungen unangebracht.

Der erste Teil des Beitrages behandelte Nutzungsanforderungen an Wasserentnahmestellen sowie die Spärmöglichkeiten bei Urinal- und Klosettspülungen. In der folgenden Ausgabe beschreibt der Autor die Möglichkeiten von Wasser- und Energieeinsparungen bei Wasch- und Badevorgängen. □

Klosett I/DN 70/l' = 5,33 mm

Funktionsprüfung	Gefälle l_s mm/m	Spülwasservolumen V_s l
0,3 l Urin/4 Blatt 2lagig	5	2,0
	10	1,5
	15	1,5
	20	1,5
12 Blatt 2lagig	5	2,5
	10	2,0
	15	2,0
	20	1,5
50 Kunststoffkugeln	5	2,5
	10	2,0
	15	2,0
	20	2,0

Tabelle 4 Versuchsergebnisse der Funktionsprüfungen für Klosetts mit einer Abflußanschlußleitung DN 70 ($l' = 5,33$ m) [23, 24]