

Spülsystem mit
rundem Spülbehälter

Spülrohr anstatt Spülkasten

Dr. Bernd Hanel*

Spülbehälter für WC-Anlagen haben seit etwa 100 Jahren eine typische Kastenform. Anlässlich der letzten ISH wurde erstmals eine serienreife Variante in Form eines platzsparenden Spülrohres präsentiert.

Um das Jahr 1890 herum wurden die Spülkästen zunächst zwei Meter über dem WC angeordnet, um eine für die Spülung und hygienische Säuberung des WC entsprechende Energiehöhe zu erreichen. Als Ablaufventil wurden in Deutschland bis etwa 1960 vorwiegend schwere Glocken verwendet, die aufgrund des entstehenden hohen Unterdrucks im langen Spülrohr saugend arbeiteten. In den Folgejahren wurden die Spülkästen schrittweise nach unten in die Nähe des WC verlegt, so daß gegenwärtig bevorzugt tiefhängende und aufsitzende Wasserbehälter verwendet werden. Tiefhängende Behälter werden dabei etwa zu gleichen Teilen sowohl in den Vorwandaufbau integriert als auch vor der Wand hängend angeordnet. Die äußeren Abmessungen der meisten Spülkästen betragen heutzutage ca. 45 cm Breite, 15 cm Tiefe und 50 cm Höhe. Dabei variieren die Maße je der Lage der Betätigung, ob die Drückereinrichtung vorn oder von oben betätigt wird.

* Dr. Bernd Hanel ist Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der E. Missel GmbH in Stuttgart



Bild 1 Das Misselsystem-WC-Spülrohr als Ecklösung

Bilder: E. Missel GmbH

Rechteckige Kastenform

Die Form der Wasserbehälter ist in allen Versionen und Einbausituationen rechteckig-kastenförmig geblieben. Der Vorteil der relativ voluminösen Spülkästen liegt im großzügigen Platzangebot für Revisions-eingriffe und für die Unterbringung von Füll- und Ablaufarmaturen. Hebelarme für

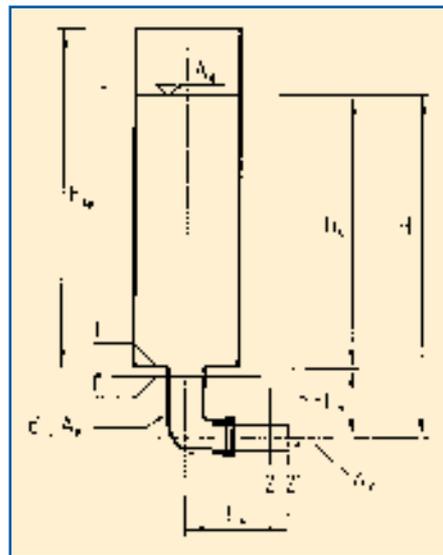


Bild 2 Hydraulische Verhältnisse im Spülbehälter

die den Spülvorgang auslösenden Kräfte und für das Verschließen des Füllventils konnten ebenfalls in nahezu beliebiger Länge im Innern des Kastens angeordnet wer-

den. Nachteilig ist, daß die traditionellen Spülkästen sehr groß sind, weil insbesondere häufig mit mehr Spülwasservolumen gerechnet wurde (bis 14 l) als wirklich erforderlich ist (max. 6 l). In der Regel sind die Kästen nur etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt.

Die geringe Höhe der Wassersäule in den großen Behältern führt zu einer relativ geringen Spülkraft. Dadurch sind Versagerquoten im Spüleffekt nicht auszuschließen. Die Optimierung der Ablauf- und Rohrquerschnitte sowie die Gestaltung der WC-Schüsseln haben im Laufe der Jahre zu einer akzeptablen, wenn auch nicht immer befriedigenden Versagerquote geführt. Außerdem ist das Einmauern der Spülkästen in die Vorwand oder das Befestigen in oder an einem Schienensystem trotz der zusätzlich entwickelten Blechrahmen aufwendiger und unkomfortabler als es zunächst den Anschein hat. So müssen die Hohlräume zwischen Spülrohbogen, Abwasser-Anschlußbogen und Befestigungen ausgefüllt (z. B. ausgemauert) und der Bausituation angepaßt werden. Neuere Entwicklungen von Geberit (Füllsegment aus Hartschaum) bzw. von Friatec und DAL (kompakte, glatte, die Spülkästen integrierende Hüllen) versuchen das aufwendige Montageproblem zu umgehen.

Neukonstruktion von A-Z

Im Gegensatz zum kastenförmigen Spülbehälter hat das Ablaufventil eine starke Veränderung erfahren. Weil der Unterdruck im kleinen Spülrohr nicht mehr genügt, um ein Absaugen des Spülwassers aus dem Behälter über die Glocke zu garantieren, wurden vor allem auftriebskraftwirkende,

während des Spülvorgangs schwimmende Ablaufventile entwickelt. Auf diese Weise wurden die DIN-Forderungen erfüllt, daß nach einmaligem Auslösen der Betätigungsvorrichtung (Dauer max. 1 s) das Spülwasser vollständig aus dem Kasten ausläuft und das Ventil nach jedem Spülvorgang selbständig schließt, vgl. DIN 19542, Abschnitte 3.5.2. und 4.4.3. [1]. Es gibt selbstverständlich auch andere Ablaufventilentwicklungen, deren Grundprinzipien aus Kombinationen unterschiedlicher strömungstechnischer Druck- und Kraftwirkungen bestehen.

Parallel zur Entwicklung der Ablaufventile führten in den vergangenen 20 Jahren die starken Füllgeräusche zu Veränderungen der Füllventile. Durchgesetzt haben sich dabei insbesondere hydraulisch wirkende Füllventile, die durch Druckunterschiede in einer Vorkammer einen Zulauf freigeben und dadurch geräuscharm und kompakt sind. Der nach DIN 52218 [2] zu messen-

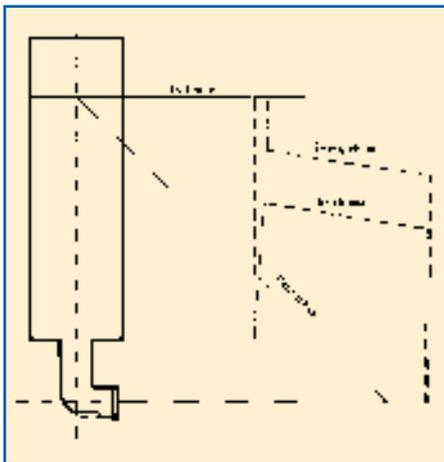


Bild 3 Energie- und Drucklinienverlauf im WC-Spülrohr

de Armaturengeräuschpegel führt nicht nur zu einer Einordnung der Füllventile in die Armaturengruppe I oder II nach DIN 4109, T.5, [3], sondern legt dadurch das Geräuschverhalten des gesamten Spülbehälters fest, weil Ablauf-, Spül-, Betätigungs- und andere Geräusche entsprechend der Spülkastenprüfung nach DIN 19542 nicht bewertet werden. Bis auf wenige Sonderbauarten und Einbausituationen ist das Geräuschproblem von Spülkästen bisher nicht gelöst worden, da die Übertragung der o. g. Geräusche auf den Baukörper nicht verhindert wird. Dieser Umstand führte zur Entwicklung der Missel-Systemdämmung für WC's (MSWC) [4].

Installationsmaße vom WC-Spülrohr

Für das Misselsystem-WC-Spülrohr werden folgende Installationsmaße angegeben:

Höhe des Montagegestells (OK-FFB)	960 mm
Einbaubreite	420 mm
Erforderliche Einbautiefe	210 mm

Die Maße gelten ohne Beplankung und ohne Verfliesung. Die Höhe gilt ab Oberkante Fertigfußboden (OK-FFB).

Spülrohr entwickelt

Die Unzulänglichkeiten herkömmlicher, konventioneller Spülkästen, insbesondere, wenn sie ohne zusätzliche akustische Dämmung verwendet werden, führten zu einem neuen Spülbehälter unter der Bezeichnung „Misselsystem-WC-Spülrohr“ (Bild 1). Das neue System (Kurzbezeichnung MSR) besteht aus:

- 6-Liter-Spülbehälter mit Füll- und Ablaufventil
- Abwasser-Anschlußbogen DN 80 oder DN 100
- Montagerahmen mit Befestigungsmaterial
- Akustischer und thermischer Dämmung des Spülbehälters
- Spül-Stop-Funktionstaste und Revisionsabdeckung
- WC-Anschlußgarnitur
- Misselsystem-Schallschutzprofile für WC-Montage

Das Misselsystem-WC-Spülrohr ermöglicht eine raum- und platzsparende Installation. Eckenbauten und Schachtmontagen sparen Platz und tragen somit zu einer Baukostenreduzierung bei. Ein schlanker, volumenoptimierter Wasserbehälter, der im Hauptteil aus einem materialoptimiertem

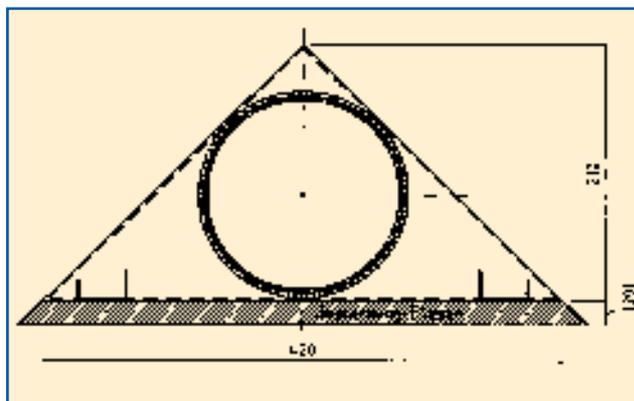


Bild 4 Platzbedarf des WC-Spülrohrs

Kunststoffzylinder besteht und der einen wassersparenden und ressourcenschonenden Betrieb ermöglicht. Ein stabiler Montagerahmen ermöglicht die raumsparende Eckenmontage und den Einbau in Installationswände. Die akustischen Anforderungen nach DIN 4109 und VDI 4100, SSt III werden in allen Bau-, Installations- und Montagesituationen erfüllt. Der Nachweis des akustischen Anspruchs erfolgte im eingebauten Zustand an einer 220 kg/m²-Installationswand.

Des weiteren ermöglicht das Spülrohr eine Senkung der Geräuschpegel beim Auslösen der Betätigung, sowie beim Beginn bzw. beim Unterbrechen des Spülvorgangs und beim Schließen des Ablaufventils. Die hohe Wassersäule führt zu hygienisch sicherem Spüleffekt. Die anwender- und montagefreundliche Konstruktion aller Teile vereinfachen den Einbau. Der Zugang zu den Funktionsteilen erfolgt von oben oder von vorn (Schacht). Die werkseitig gefertigte und montierte Dämmung sorgt für erhöhten Schallschutz und eine einwandfreie Schwitzwasserdämmung. Die niedrige Betätigungs- und Ablagenhöhe ist auch für Kinder und ältere Menschen gut erreichbar.

Normen und Regelwerke

Bei der Entwicklung des neuen Spülsystems sind alle wichtigen Normen und Regelwerke beachtet worden:

- DIN 19542; Spülkästen für Klosettbecken Bau- und Prüfgrundsätze; Oktober 1984 [1] in Verbindung mit der DIN 4109 [3], VDI 4100 [5] und DIN 52218 [2]
- DIN 1986/T 1 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Technische Bestimmungen für den Bau; Juni 1988 [6]
- DIN 3268; Spülrohre aus Kunststoff für Spülkästen [7]
- DIN 1988/T2 (für den Anschlußbereich Füllventil) [8]
- DVGW-Arbeitsblatt 900; Füllventil in Verbindung mit dem Spülkasten; Juli 1985 [9]

Obwohl die Funktionsweise eines WC nicht nur von der Wassermenge und der Füllhöhe im Wasserbehälter abhängt, sondern auch wesentlich von der WC-Schüssel beeinflusst wird, sind die für die WC-Becken gültigen

Normen wie DIN 19541 (Geruchsverschlußhöhe) [9], DIN 1381 / DIN 1382 / DIN 1385 (Klosettbecken) [11] bis [13], DIN 1389 (Klosettanschlußstücke) [14] und DIN EN 34 und 38 (Klosettbecken Anschlußmaße) [15, 16] bei einer Spülbehälterentwicklung nur im Zusammenhang mit den Anschlußmaßen zur Befestigung bzw. für die Anschlußrohre bindend.

Senkung der Baukosten

Verwendet man zum Vergleich einen typischen, konventionellen Spülkasten incl. Montagegestell, gewinnt man (Bild 5) bis zu 0,25 m² Wohnfläche bzw. 0,25 m² individuell gestaltbare Nutzfläche. Die Bewegungsabstände wurden nach DIN 18022 [17] verwendet. Feurich [18] gibt geringere Maße an, weil WC- und Badezimmer im Durchschnitt so klein sind, daß die Vorgaben der DIN 18022 gar nicht eingehalten werden können. Bei Verwendung des neuen Misselssystem-WC-Spülrohr als Eckversion begegnet man diesem Problem innovativ und gewinnt Raum zur individuellen Gestaltung. Geht man davon aus, daß der Quadratmeterpreis bebauter Wohnfläche gegenwärtig zwischen 3500 DM und 5500 DM liegt, läßt sich nachweisen, daß man mit dieser Lösung gleichzeitig Baukosten in bemerkenswerter Höhe reduziert.

Aus diesen Normen und aus dem Stand der Technik ergeben sich die folgenden Anforderungen:

- variable Einstellung der Nennwasserhöhe (Spülwasservolumen) und Sicherung der Einstellhöhe gegen selbständiges Verstellen;
- Selbständige Entleerung (Spülvorgang), Unterbrechungsmöglichkeit und Wiederauffüllung bei beliebigem Wasserstand;
- Der Entleerungsvorgang sollte innerhalb einer Zeit von ca. 3 bis 6 s erfolgen, der Füllvorgang darf 120 s nicht überschreiten;
- Der Spülstrom muß je nach Einbauhöhe des Behälters zwischen 2,0 und 2,9 l/s liegen;

- Das Füllventil muß einer Druckbelastung von 16 bar standhalten und gleichzeitig einer Geräuschprüfung unterzogen werden (Prüfzeichen mit Angabe der Armaturengeräuschklasse);
- Die Prüfhöhe (Abstand Mitte Spülrohrbogen bis Unterkante Wasserbehälter) muß bei tiefhängender Spüleinrichtung 165 bis 295 mm betragen. Bei fester Verbindung zwischen Spülrohrbogen und Wasserbehälter sind bei Wandeinbau auch geringere Höhen zulässig. Nach [6] ist ein Abstand zwischen Spülbehälterboden und Oberkante WC von 120 bis 150 mm einzuhalten;
- Rücksaugung von Wasser aus dem Spülbehälter muß wirksam ausgeschlossen werden. Dazu ist ein Abstand von 20 mm zwischen höchstmöglichem Wasserstand (Überlaufstand) und Füllventilauflauf einzuhalten [8];
- Spülbehälter müssen einen Überlauf aufweisen, wobei zwischen Nennwasserstand und Überlauf ein Sicherheitsabstand ebenfalls von 20 mm vorzusehen ist [1]. Die Funktion des Überlaufs ist 60 s lang mit einem Wasserdruck von mind. 8,5 bar zu überprüfen;
- Füllventil, Ablaufventil und Ablaufdichtung müssen ohne Demontage des Spülbehälters revisionierbar sein;
- Behälter und Anschlüsse müssen dicht sein, die verwendeten Materialien müssen dauerhaft beständig sein und einen Lebensmittelunbedenklichkeits-Nachweis besitzen.

Nachweis der hydraulischen und akustischen Funktionsfähigkeit

Zum Nachweis der hydraulischen Funktion des neuen Spülbehälters sind umfangreiche Experimente und Berechnungen durchge-

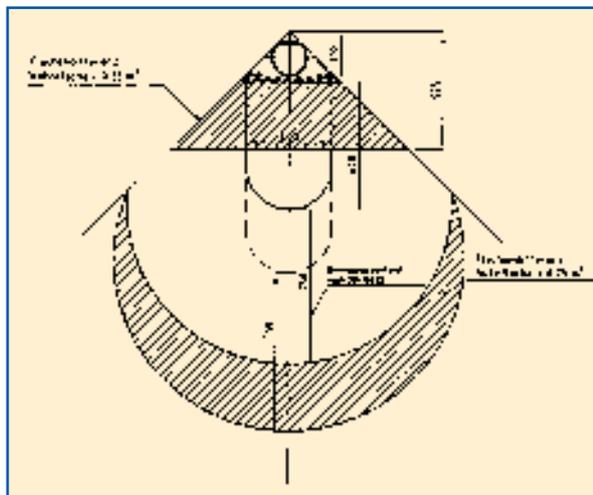


Bild 5 Vergleich der Flächenbeanspruchung zwischen konventionellem Spülkasten und WC-Spülrohr

Symbolverzeichnis

Symbole	Einheit	Bezeichnung
A_0	m ²	Fläche Freispiegel im Spülbehälter
A_K	m ²	Fläche Spülkopf
A_R	m ²	Fläche Spülrohrbogen
d_i	m	Innendurchmesser des Spülrohrbogens
g	m/s ²	Erdbeschleunigung
H	m	Höhe Freispiegel bis Mitte Spülrohrbogen
h_0	m	Füllhöhe im Spülbehälter
h_{SP}	m	Höhe Spülbehälter
k	m	Wandrauhigkeit
L_H	m	Länge vertikaler Teil des Spülrohrbogens
L_V	m	Länge horizontaler Teil des Spülrohrbogens
Re	–	Reynolds-Zahl
V	m ³ bzw. l/s	Volumen
V_{Sp}	m ³	Spülwasservolumen
\dot{V}	m ³ /s bzw. l/s	Volumenstrom
w_K	m/s	Geschwindigkeit im Spülkopf
w_R	m/s	Geschwindigkeit im Spülrohrbogen
Δp	Pa	Druckdifferenz
λ	–	Rohrreibungsbeiwert
ρ	kg/m ³	Dichte
μ_K	–	Ausflußbeiwert am Spülkopf
μ_R	–	Ausflußbeiwert am Spülrohrbogen
τ_E	s	Entleerungszeit
ζ_K	–	Verlustbeiwert am Spülkopf
ζ_R	–	Verlustbeiwert am Spülrohrbogen

führt worden. Parameter der Berechnungen sind die

- Kenngrößen, wie d_i , H , L , h_0 , A_0 , A_R , A_K , w_R , V , \dot{V} , τ_E , Δp
- Kennzahlen, wie Re , k/d_i , A_K/A_R , μ_K , μ_R
- Kennwerte g , ζ , λ , ρ , k
- Kenndaten wie hoch-, tiefhängend, aufgesetzt; Flach-, Tiefspüler; P-, S-, Uni-Abgang

Die Bezeichnungen sind im Bild 2 beziehungsweise im Symbolverzeichnis definiert und zusammenge-

Kenngrößen/Kennwerte	Symbol	Art der Spülvorrichtung			Einheit
		Spülkasten hochhängend	Spülkasten tiefhängend	Misselsystem WC-Spülrohr	
Spülrohrbogen-Ø	d_i	29,2	43,0	43,0	mm
Energiehöhe bei 6 l	h_6	1,70	0,32	0,50	m
Spülkopf-/Spülrohrbogenfläche	A_K/A_R	0,60	0,60	0,60	–
Geschwindigkeit-Spülkopf	w_K	3,9	2,1	2,7	m/s
Volumenstrom am Spülkopf bei 6 l	\dot{V}	1,6	1,9	2,3	l/s
Unterdruck am Bodenablauf	Δp_s	-6769	-1138	+0,2	Pa
Entleerungszeit für 6 l	τ_E	4,4	4,1	4,5	s
Kenngröße für 6 l	V_{Sp}/τ_E	1,36	1,46	1,53	l/s

Tabelle 1 Zusammenstellung ausgewählter Ergebnisse und Vergleich des Misselsystem-WC-Spülrohr mit konventionellen Spülkästen

stellt. Die Anwendung der Bernoulli-Gleichung in den Querschnitten 1 (Spiegelhöhe) und 2' (Spülkopf), (Bild 2), auf eine reibungsbehaftete stationäre Strömung führt auf die in der Tabelle 1 zusammengestellten Ergebnisse. Dabei wurde angenommen, daß das Verhältnis der Flächen von Spülkopf zu Spülrohr 0,6 beträgt. Wählt man das Verhältnis größer, erhöht sich auch der Volumenstrom \dot{V} . Im Bild 3 sind die dazugehörigen Energie- und Druckverläufe dargestellt. Durch das höhere Energieangebot ist das Missel-Spülrohr gegenüber tiefhängenden und aufgesetzten Spülkästen deutlich überlegen. Die Berechnung der Energie- und Druckverhältnisse zeigen, daß man bei hoch- und tiefhängenden Spülkästen zwischen geodätischer Höhe und Druckhöhe in der Regel einen negativen Bereich erhält, d. h., es herrscht Unterdruck in der Rohrleitung. Beim Misselsystem-WC-Spülrohr gibt es im vertikalen Teil des Spülrohrsystems in einem weiteren Bereich des Ablaufvorgangs keinen Unterdruck, d. h., ein Leersaugen des Spülbehälters, begleitet von heftigen Schlürf- und Saugergeräuschen infolge eines zu langen Spülrohres, kann nicht eintreten.

Zur hydraulischen Berechnung des Spülbehälters gehört auch der rechnerische und experimentelle Nachweis, daß im Havariefall des Füllventils (Verschmutzungs- oder Dichtungseffekt) ein deutlich erhöhter Volumenstrom durch das Überlaufrohr abgeführt werden kann. Die Berechnungen erfolgten nach den Gesetzen der Freifallströmung und der Druckrohrströmung und führten zu einem Überlaufrohr mit einem Innendurchmesser von 26 mm. Um die Strömung zu stabilisieren, wurde das Überlaufrohr am Austritt auf 18 mm verengt. Damit wird bei einem äquivalenten, defekten Füllventildurchmesser von 3,5 mm der anfallende Volumenstrom von etwa 0,4 l/s mühelos und mit fast doppelter Sicherheit abgeführt.

Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß das neue Spülsystem sehr gute hydraulische und damit auch sehr gute hygienische Eigenschaften hat. Diese Aussage gilt unabhängig von den verwendeten Füll- und Ablaufeinrichtungen. Die Austrittsgeschwindigkeit und der Volumenstrom am Spülrohrbogen des WC-Spülrohres liegen in den Grenzen der DIN-Norm und zwischen hoch- und tiefhängendem Spülkasten. Die Entleerungs- und damit die Spüldauer entspricht bisher gewohnten Zeitintervallen, das bedeutet, daß der Reinigungseffekt sicher gewährleistet wird.

Am Ablaufventil entsteht kein bzw. nur ein sehr kleiner Unterdruck, so daß Einlauf- und Saugergeräusche („Gurgeln“ und „Schlürfen“) nicht auftreten und daß auch dadurch das akustische Verhalten des WC-Spülrohres besser als das konventioneller Spülkästen ist.

Da zum neuen Spülsystem eine werkseitig vorgefertigte körperschallent-koppelnde Befestigung sowie eine akustische Dämmung des Spülbehälters gehört, muß der Verarbeiter sich mit weiteren akustischen Problemen nicht befassen. Vorder- und Oberseite des Rohres waren mit einer Trockenbeplankung und Verfliesung versehen. Es zeigt sich, daß von der Auslösung über den Spülvorgang bis hin zum Füllen des Spülbehälters und Schließen des Füllventils durchgehend Schalldruckpegel von deutlich weniger als 25 dB(A) auftreten. □

Literatur:

- [1] DIN 19542 Spülkästen für Klosettbecken. Bau- und Prüfungsgrundsätze; Oktober 1984
- [2] DIN 52218 Bauakustische Prüfungen. Prüfung des Geräuschverhaltens von Armaturen und Geräten der Wasserinstallation im Laboratorium. November 1986
- [3] DIN 4109/T5 Schallschutz im Hochbau. Schallschutz gegenüber Geräuschen aus haustechnischen Anlagen und aus Betrieben. Nov. 1989
- [4] Hanel, B.; Mai, H.-J.: Wellenbrecher. SBZ 22 und 23/1995, Gentner Verlag
- [5] VDI 4100 Schallschutz von Wohnungen. September 1994
- [6] DIN 1986/T1 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Technische Bestimmungen für den Bau. Juni 1986
- [7] DIN 3268 Spülrohre aus Kunststoff für Spülkästen. August 1989
- [8] DIN 1988/T2 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI). Planung und Ausführung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe, Technische Regel des DVGW. Dezember 1988
- [9] DVGW 900 Verfahren zur Erteilung des DIN/DVGW und des DVGW-Prüfzeichens für Erzeugnisse in der Wasserversorgung. Aug. 1985
- [10] DIN 19541: Geruchsverschlüsse für Entwässerungsanlagen. Funktionsgrundsätze. Januar 1982
- [11] DIN 1381: Klosettbecken, bodenstehend aus Sanitär-Porzellan, Flach- und Tiefspülklosetts. Maße. März 1981
- [12] DIN 1382: Wandhängende Flach- und Tiefspülklosetts aus Sanitär-Porzellan. Maße. Oktober 1982
- [13] DIN 1385: Klosettbecken mit angeformten Geruchsverschluß. Bau- und Prüfungsgrundsätze Mai 1988
- [14] DIN 1389: Klosettanschlußstücke. Maße November 1975
- [15] DIN EN 34: Klosettbecken wandhängend mit aufgesetztem Spülkasten. Anschlußmaße Juni 1992
- [16] DIN EN 38: Klosettbecken wandhängend mit freiem Einlauf. Anschlußmaße Juli 1992
- [16] DIN 18022: Küchen, Bäder und WC's im Wohnungsbau. Planungsgrundlagen Oktober 1986
- [17] Feurich, Sanitärtechnik. Krammer Verlag, Düsseldorf, 1995