

Sparpotentiale und Wassermanagement

Stefan Christen,
Gerhard Deltau*

Über die Ergebnisse einer Untersuchung zum Wasserverbrauch und zur Ressourceneinsparung öffentlicher Liegenschaften der Stadt Wetzlar berichten die Autoren in ihrem Beitrag. Im ersten Teil beschrieben sie wassersparende Maßnahmen mit kurzer Amortisationszeit. Im folgenden Teil zeigen sie weitere Möglichkeiten auf.

Auswahl geeigneter Sanitärarmaturen und -objekte

Differenzierter als die Nachrüstung vorhandener Armaturen und Einrichtungen ist der Austausch von Sanitärobjekten und -armaturen, z. B. im Rahmen von Modernisierungen oder Ersatzbeschaffungen zu betrachten. Erstrebenswert ist dabei die Installation von möglichst wartungsarmer und benutzerfreundlicher Sanitärtechnik bei zugleich geringen Investitionskosten. Zudem muß der Entwässerungskomfort – bei gleichzeitig niedrigerem Wasserverbrauch – sichergestellt sein.

* Stefan Christen, Gerhard Deltau, MMD Betriebswasserberatung, 35708 Haiger-Weidelbach, Telefon (0 27 74) 9 20 67, Telefax (0 27 74) 9 20 68, eMail: info@delttau.de

Austausch veralteter WC-Spüleinrichtungen gegen Sparspülkästen

In vielen Wetzlarer Objekten sind WC-Druckspüler und Spülkästen schon seit Jahrzehnten im Einsatz. Keiner der Druckspüler besitzt die Möglichkeit einer definierten Kurzspülung. Spüldauer und -volumen hängen nur davon ab, wie lange die Betätigungskappe gedrückt wird. Druckspüler sollten im öffentlichen Bereich nur dann Verwendung finden, wenn es aus Platzgründen oder wegen ständiger hoher Spülbereitschaft unbedingt notwendig ist. Ein Austausch gegen wassersparende Spülkästen empfiehlt sich in den meisten Fällen nicht nur aus Altersgründen, sondern auch aus Gründen der Ressourceneinsparung, der Komfortsteigerung und der Sicherstellung korrekter Spülvolumina. Spülkästen sind zudem wartungsfreundlicher und kaum teurer als „vernünftige“ WC-Druckspüler. Vorgeschlagen wurde der Einbau von Zwei-Mengen-Spülkästen. Bei Betätigung der jeweils kleinen Taste wird eine Spülmenge von ca. 3 l, beim Drücken der großen Taste zwischen 6 und 9 l (je nach vorhandenem WC-Becken frei einstellbar) abgegeben. Ein nochmaliges Drücken zur Beendigung der Spülvorgänge – wie beim Spül-



Aufputz-Zwei-Mengen-Spülkasten mit vorgegebenen unterschiedlichen Spülwasservolumina

Stopp-Kasten – ist nicht erforderlich. Das Handling der wassersparenden Kurzspülung wird somit vereinfacht. Dies trifft besonders für Kindergärten zu, wo die Handhabe für das „kleine Geschäft“ zusätzlich mittels einer gelb eingefärbten kleinen Taste symbolisiert werden kann. Diese Spülkästen sind etwas teurer als herkömmliche Spül-Stopp-Kästen. Doch ist die er-



Älteres Siebbodenurinal mit defektem Druckspüler

zielbare Wassereinsparung wegen der häufigeren Auslösung der kleinen Spülmenge höher.

Urinalspülung

In öffentlichen Gebäuden – so auch in Wetzlar – sind für die Spülung von Urinalen fast ausnahmslos Druckspüler anzutreffen. Bei solchen handbetätigten Spülsystemen ist jedoch häufig zu beobachten, daß die Spülung längst nicht nach jeder Urinalbenutzung ausgelöst wird. Ältere Druckspüler geben zudem aus technischen Gründen bei Normalauslösung in der Regel eine zu geringe Spülmenge ab. Werden Urinale über einen längeren Zeitraum mit zu geringen

Wassermengen gespült, führt dies zu verstärkten Geruchsbelästigungen und Urinsteinbildung. Von Maßnahmen im Urinalbereich sind daher im Regelfall zwar Komfortverbesserungen, aber kein Rückgang des Wasserverbrauchs zu erwarten.

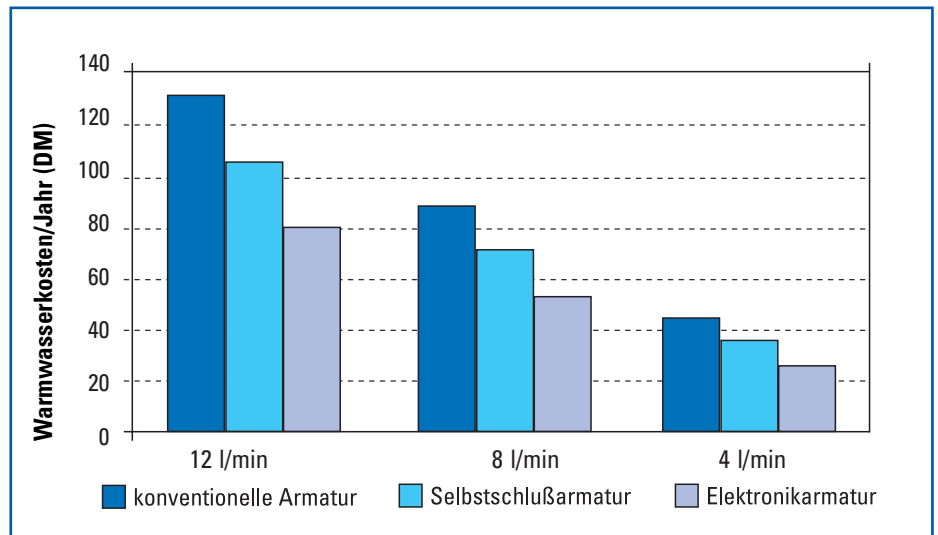
Für einen langfristig gesicherten Betrieb ist bei älteren Siebbodenurinalen eine Spülmenge von etwa 4 l, bei modernen (sogenannte Absaug-)Urinalen hingegen nur noch ca. 2 l erforderlich. Falls technisch möglich, sollten Urinaldruckspüler auf diese Spülmengen eingestellt werden. Bei der Installation neuer Urinaldruckspüler sollte darauf geachtet werden, daß bei ihnen sowohl der Spülvolumenstrom als auch die Spüldauer justierbar sind. Eine integrierte Vorabsperung erleichtert Wartungs- und Reparaturarbeiten.

Zahlreiche Armaturenhersteller bieten spezielle Umrüstsets zum Austausch von Druckspüler gegen näherungeelektronisch gesteuerte Urinalspüler an. Die Baumaße stimmen mit den vorhandenen Druckspülern gleichen Fabrikats überein, so daß



Urinalspüler mit Näherungelektronik

ein schneller Umbau möglich ist. Der Einsatz automatischer Urinalspüler bietet sich in hygienisch sensiblen (Krankenhäuser, Kantinen) und ästhetisch anspruchsvollen Bereichen (z. B. kulturelle Einrichtungen), aber auch überall dort an, wo die zu geringe Betätigungshäufigkeit von Druckspülern zu Störungen des Entwässerungskomforts führt. Solche bedarfsgerechte Einzelsteuerungen sollten aus Gründen der Wassersparnis den zeitgesteuerten oder gruppen-spülenden Systemen vorgezogen werden. Ebenfalls auf dem Markt sind Trockenurinale, die ohne jede Wasserspülung betrieben werden. Bei diesen Urinalen diffundiert



Jährliche Wärmewasserkosten verschiedener Waschtischarmaturen bei unterschiedlichen Durchfluvolumina (Annahmen: 10 tägliche Benutzungen an 230 Tagen/Jahr; Warmwasserpreis 11,64 DM)

der Urin durch eine im Siphon befindliche Sperrflüssigkeit. Diese Sperrschicht muß jedoch – je nach Nutzungshäufigkeit – regelmäßig aufgefüllt werden. Zudem ist mehrmals im Jahr ein Wechsel des Siphoneinsatzes notwendig. Ob der Einsatz „wasserloser“ Urinale wirtschaftlich ist, muß in jedem Einzelfall geprüft werden und hängt von der Einbausituation vor Ort, der Benutzungsfrequenz und dem regionalen Wasserpreis ab. Dieser Urinaltyp hat sich bislang noch nicht flächendeckend durchsetzen können.

Waschtischarmaturen

Im Folgenden wird untersucht, welche Auswirkungen die Auswahl der Armaturenart bei Waschtischen auf den späteren Wasserverbrauch nach sich zieht. Dazu werden zunächst folgende Annahmen getroffen (siehe nebenstehende Tabelle):

Die zum Händewaschen notwendige Nettopzapfzeit beträgt in unserem Beispiel 15 sec. Diese Zeit kann von einer elektronischen Armatur recht genau eingehalten werden. Das bedeutet gegenüber der konventionellen Armatur eine Verkürzung der Zapfzeit um 40 % und gegenüber der Selbstschlußarmatur um 25 %. Um den selben Prozentsatz sinken dementsprechend die Betriebskosten, so daß man über die Nut-

zungshäufigkeit und den örtlichen Wasserpreis leicht die jährlichen Wärmewasserkosten je Waschplatz abschätzen und die Armaturen untereinander vergleichen kann. Es fällt auf, daß im Bereich der niedrigen Auslaufleistung von 4 l/min die Unterschiede bei den jährlichen Wärmewasserkosten sehr gering sind. Die Einsparung von Wärmewasserkosten durch die Elektronikarmatur gegenüber der konventionellen Armatur beträgt bei einem Durchfluß von 4 l/min lediglich 18,- DM/a, die Mehrkosten der Elektronikarmatur jedoch mehrere hundert DM. Dagegen kann bei der konventionellen Armatur durch den Einsatz eines entsprechenden Durchflußmengenreglers (Materialkosten für die diebstahlgeschützte Variante: ca. 20,- DM) eine jährliche Einsparung von 88,- DM erreicht werden.

Durchschnittlicher Händewaschvorgang	
Benötigte Zeit zum Befeuchten der Hände	5 s
Benötigte Zeit zum Einseifen	10 s
Benötigte Zeit zum Abspülen der Hände	10 s
Armaturenart und Dauer des Wasserflusses	
konventionelle Zweigriff-Mischarmatur	25 s
Selbstschlußarmatur (Laufzeit 10 s)	20 s
Elektronikarmatur	15 s

Erst bei höheren Nutzungsfrequenzen ab etwa 50 bis 100 Benutzungen/Tag spielen Selbstschluß- und elektronische Armaturen auch bei niedrigen Auslaufleistungen ihre Vorteile aus und können zu einer nennenswerten Wasser- und Kosteneinsparung beitragen. Es bleibt jedoch zu bedenken, daß die Laufzeiten von Selbstschluß- oder elektronischen Armaturen nur durch regelmäßige Kontrolle und Wartung konstant gehalten werden können. Gleichwohl bleibt den berührungslosen elektronischen Armaturen der Vorteil eines deutlich höheren Hygienestandards unbenommen.

Sparbeispiel Kindergarten

Austausch der veralteten Druckspüler gegen Zwei-Mengen-Spülkästen

Wassersparpotential: 70 m³ TW/a
 Kosteneinsparung: 600,- DM/a
 Investitionskosten: ca. 2150,- DM
 Amortisationszeit: 3,6 Jahre

Sparbeispiel Hallenbad:

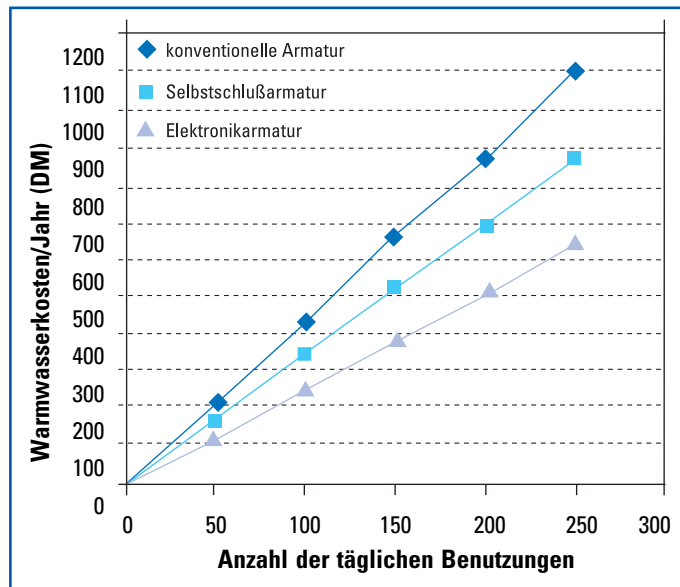
Anpassung der zentralen Urinalspülung an die Öffnungszeiten

Wassersparpotential: min. 245 m³ TW/a
 Kosteneinsparung: 2120,- DM/a
 Investitionskosten: 200,- DM für Zeitschaltuhr, 2 h Arbeitszeitaufwand für Einbau und Programmierung
 Amortisationszeit: 1,9 Monate

Duscharmaturen

Bei Duscharmaturen sehen die Randbedingungen bezüglich der Bewertung verschiedener Armaturentypen etwas anders aus, da je Duschvorgang erheblich mehr Wasser als beim Händewaschen abgegeben wird (siehe nebenstehende Tabelle).

Duscharmaturen mit Näherungselektronik werden hier nicht näher behandelt, da sie gegenüber optimal eingestellten Selbstschlußarmaturen nur eine geringe prozentuale Wassereinsparung nach sich ziehen. Vergleicht man konventionelle mit ver-



Jährliche Warmwasserkosten verschiedener Waschtischarmaturen bei unterschiedlichen Nutzungshäufigkeiten (Annahmen: Durchfließvolumina jeweils 4 l/min, 10 tägliche Benutzungen an 230 Tagen/Jahr; Warmwasserpreis 11,64 DM)

schieden eingestellten Selbstschlußarmaturen, ist zu erkennen, daß mit der einfachsten Maßnahme (Reduzierung der Durchfließvolumina) bereits hohe Einsparungen möglich sind. Die Armaturenart bzw. -einstellung hat hier aber erheblich größere Auswirkungen auf die verbrauchte Wassermenge: Selbst beim niedrigsten Durchfließvolumen von 9 l/min beträgt der Unterschied der Warmwasserkosten zwischen herkömmlicher Armatur und optimal eingestellter Selbstschlußarmatur noch über 700,- DM/Jahr.

Trotz der um ca. 500,- DM höheren Anschaffungspreise und des notwendigen Wartungsaufwandes ist bei mittel- bis hochausgelasteten Duscheinrichtungen der Einsatz von Selbstschlußarmaturen zu befürworten.

Organisatorische und betriebliche Maßnahmen

Von den zahlreichen auf diesem Gebiet denkbaren und kostensparenden Maßnahmen sollen die wichtigsten herausgegriffen werden:

- Die Trinkwasserverbräuche öffentlicher Gebäude sollten regelmäßig (mindestens einmal jährlich) erfaßt und analysiert werden. Dies wird in Wetzlar auf vorbildliche Weise schon seit Jahren praktiziert.
- Beim Ablesen der Wassermengenzähler sollte darauf geachtet werden, ob der Zähler zeitweise zum Stillstand kommt. Ansonsten kann ein Leck im – möglicherweise weitverzweigten – Leitungssystem vorliegen oder z. B. ein Spülkasten undicht sein. Hierdurch können enorme Wasserverluste auftreten. Auf diese Weise wurden z. B. während der Begehung des Stadt- und Industriemuseums undichte Spülkästen detektiert.
- Bei Verdacht auf undichte Stellen sollte der „Nullwasserverbrauch“ in betriebsfreien Zeiten, z. B. nachts oder an Wochenenden überprüft werden.
- Für Bewässerungszwecke verwendetes Wasser sollte mittels geeigneter Wassermengenzähler separat erfaßt werden. Da dieses Wasser keinem Abwasserkanal zugeführt wird, ist auch keine Kanalgebühr fällig.

Durchschnittlicher Duschvorgang

Benötigte Zeit zum Befeuchten des Körpers	1 min
Benötigte Zeit zum Einseifen	1,5 min
Benötigte Zeit zum Abspülen	1 min
Erneutes Einseifen	1,5 min
Erneutes Abspülen	1 min

Armaturenart und Dauer des Wasserflusses

konventionelle Armatur	6 min
Selbstschlußarmatur (Laufzeit 45 s)	4,5 min
Selbstschlußarmatur (Laufzeit 30 s)	3 min

- In größeren Objekten, wo kein technisches Hauspersonal ständig anwesend ist (z. B. Bürgerhäuser, Sporthallen), sollte in jährlichen Abständen eine Kontrolle und gegebenenfalls Wartung der sanitären Einrichtungen durch geschultes Personal erfolgen.
- Bei öffentlichen Baumaßnahmen sollten die hier vorgestellten Wassersparstandards im Ausschreibungstext verankert werden.

Trinkwassersubstitution

Die Verwendung von Nicht-Trinkwasser mit geeigneter Qualität (Betriebswasser) in öffentlichen Gebäuden ist für folgende Verwendungszwecke grundsätzlich möglich:

- WC- und Urinalspülung
- Bewässerung (öffentliche Pflanzflächen, Friedhöfe, Sportanlagen)
- Waschmaschinen
- Feuerlöschwasser
- Kanalreinigung

Ob der Einsatz von Betriebswasser unter wirtschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist, sollte für jeden Einzelfall anhand der örtlichen und baulichen Gegebenheiten überprüft werden. Günstige Zeitpunkte für die Errichtung von Betriebswasser-Versorgungsanlagen sind beim Neubau sowie im Rahmen von Erweiterungs-, Umbau- und Sanierungsarbeiten. Mögliche Arten von Betriebswasser sind:

- Dachablaufwasser (Regenwasser)
- Grundwasser, welches nicht zu Trinkwasser aufbereitet wird
- Oberflächenwasser aus Bächen, Flüssen oder Seen

- betriebsintern anfallendes Wasser, z. B. Filtrerrückspül- oder Kühlwasser
- gereinigtes Grauwasser (fäkalienfreies Abwasser)

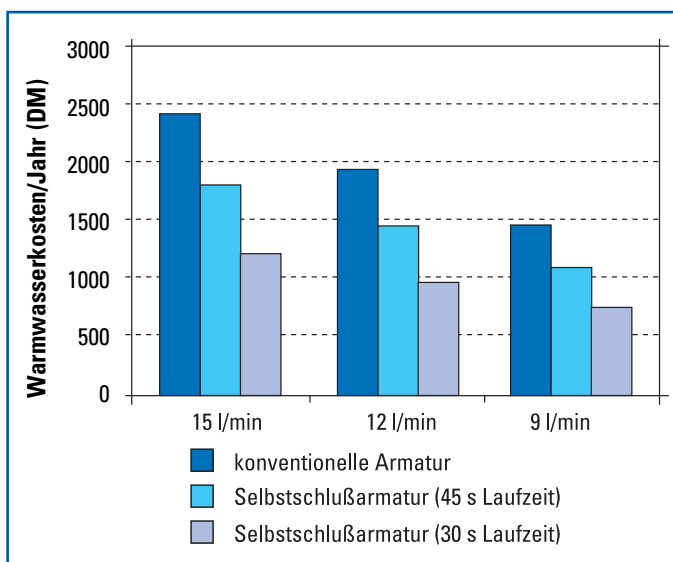
Die Nutzung von **Dachablaufwasser** sollte stets dann erwogen werden, wenn im Gebäude ein nennenswerter substituierbarer Wasserverbrauch (WC-Spülung, Bewässerung) vorliegt und gleichzeitig eine ausreichende „Regenernte“ von den zur Verfügung stehenden Dachflächen zu erwarten ist. Durch sorgfältige Planung können der wasserwirtschaftliche Nutzen (hohe Trinkwasser-Substitution) optimiert und die Investitionskosten (z. B. für die Speicherbehälter) niedrig gehalten werden. Sowohl nach unseren Erfahrungen mit der Begutachtung von mehreren hundert Regenwasseranlagen im Wetzlarer Raum als auch nach zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen sind Bedenken gegen eine Regenwassernutzung in öffentlichen Gebäuden wie Kindergärten oder Seniorenheimen nicht angebracht. Dies gilt unter der Voraussetzung, daß anlagentechnische Mindeststandards beachtet und Sicherheitsvorschriften zum Schutz des Trinkwassers eingehalten werden (siehe Hessischen Anforderungskatalog für Regenwasseranlagen in hygienisch sensiblen Bereichen).



Zentralgesteuerte Urinalanlage im Hallenbad

Die Nutzung von **Grund- und Oberflächenwasser** bietet sich – eine wasserrechtliche Erlaubnis/Bewilligung vorausgesetzt – vor allem für Einrichtungen mit sehr hohem Betriebswasserbedarf an. So wird die Nutzung von Oberflächenwasser zu Bewässerungszwecken in einigen Wetzlarer Bauhöfen bereits praktiziert. Im Stadtreinigungs- und Fuhramt ist die Verwendung von – nicht zu Trinkwasserzwecken aufbereitetem – Grundwasser zur Reinigung des städtischen Fuhrparks geplant. Im entsprechenden Gutachten wurde empfohlen, auch die WC- und Urinalspülung mit diesem Betriebswasser zu versorgen, da sich der dafür notwendige, zusätzliche Aufwand auf die Installation eines entsprechenden Betriebswassernetzes beschränkt und somit relativ gering ist. Das Trinkwasser-Einsparpotential beträgt hier mehrere 100 m³/Jahr. Möglichkeiten zur **Wiederverwendung von betriebsintern anfallendem Wasser** bietet beispielsweise das Hallenbad Wetzlar. Dort fallen folgende Wasserfraktionen relativ gleichmäßig an und bedürfen für den Verwendungszweck WC-Spülung keiner gesonderten Aufbereitung: Meß- und Regelwasser, Überlauf des Sauna-Tauchbeckens sowie Beckenaustauschwasser. Der substituierbare Wasserbedarf in einer Größenordnung von 1000 m³/a könnte voraussichtlich zu 100 % gedeckt werden.

Jährliche Warmwasserkosten verschiedener Duscharmaturen bei unterschiedlichen Durchflußvolumina (Annahmen: 10 tägliche Benutzungen an 230 Tagen/Jahr; Warmwasserpreis 11,64 DM)





Zentral angesteuertes Magnetventil in der Zuleitung zur Urinalspülung im Hallenbad

Eine neuere, aber bereits mehrfach erprobte und bewährte Form des Wasserrecyclings ist die **Grauwassernutzung**. Hierbei wird relativ gering verschmutztes, fäkalienfreies Wasser – z. B. aus Duschen – wiederaufbereitet und anschließend zur WC-Spülung verwendet. In den untersuchten Wetzlarer Gebäuden bietet sich die Grauwassernutzung aufgrund der Randparameter (Vorhandensein und Lage von Duschen) nur in der Jugendherberge und in einem Übernachtungsheim an.

Wassermanagement

Betrieblich-organisatorische Maßnahmen sowie der Einsatz von Betriebswasser können als Einstieg in die Ebene des innovativen, planerischen Wassermanagements angesehen werden. Technisches Wassermanagement bedeutet hingegen konkret, daß sanitärtechnische Anlagen präzise geregelt, gesteuert und überwacht werden. Diese noch recht junge Gebäudetechnik fußt auf der Grundidee, Wasser „intelligent“ zu nutzen und damit Komfort, Hygiene und Sicherheit von sanitären Anlagen unter Ausnutzung von Einsparpotentialen zu verbessern. In öffentlichen Gebäuden ist diese Art des Wassermanagements bislang jedoch kaum verbreitet. So ist auch in Wetzlar kein Gebäude mit Möglichkeiten zur Steuerung

der Sanitärtechnik angetroffen worden. Lediglich im Hallenbad ist, gewissermaßen als Vorstufe des technischen Wassermanagements, ein zentrales, zeitgesteuertes Spülssystem für die Urinalanlagen installiert. Hierbei wurden mittels einer einfachen Zeitschaltuhr alle 2,5 Minuten die Magnetventile in den Zuleitungen zu den Urinalen angesteuert. Unabhängig von einer tatsächlichen Benutzung wurden also stets alle elf vorhandenen Urinale gespült. Obendrein konnte die Zeitschaltuhr nicht an die wochentagsabhängigen, unterschiedlichen Öffnungszeiten des Hallenbades angepaßt werden; das Spülprogramm lief daher jeden Tag 15 Stunden lang. Als kurzfristig den Wasserverbrauch senkende Maßnahme wurde hier eine moderne Zeitschaltuhr mit

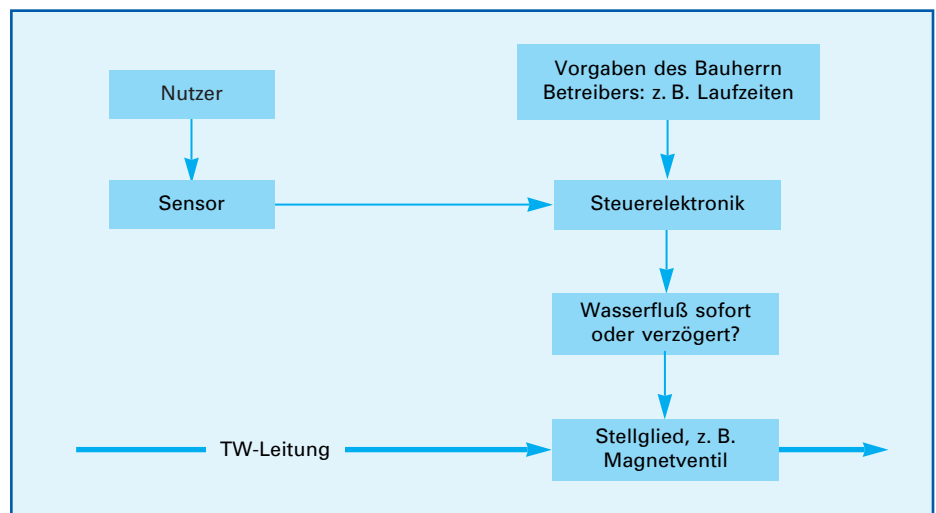
Anpassung des Spülprogrammes an die tatsächlichen Erfordernisse installiert. Mittelfristig sollte selbstverständlich eine benutzungsabhängige Einzelspülung der Urinale, entweder über handbetätigte Druckspüler oder Näherungselektronik, angestrebt werden.

Möglichkeiten des sanitärtechnischen Wassermanagements

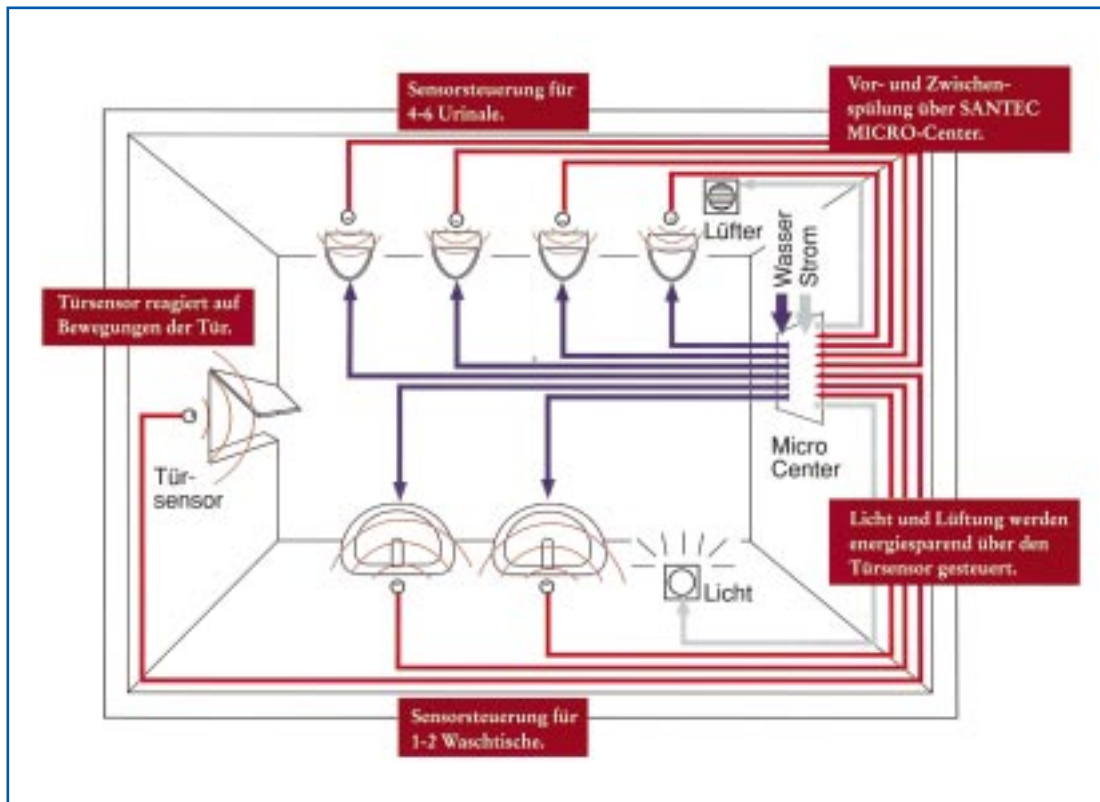
Bei der sanitärtechnischen Gebäudeautomation kommunizieren elektronisch gesteuerte, dezentrale Armaturen mit einer zentralen Steuereinheit.

Der Nutzer des entsprechenden Sanitärobjektes aktiviert zunächst einen Sensor, der entweder per Hand (zeitgesteuertes System mittels Piezosensor), berührungslos (opto- oder radarelektronisch) oder mittels magnetischer Induktion (nur bei Türkontakten relevant) ausgelöst wird und mit einer Steuerelektronik in Verbindung steht. Diese gibt über die eigentlichen Aktoren (die Magnetventile) den Wasserfluß sofort oder verzögert frei und stoppt ihn nach erfolgter Benutzung wieder. Dabei lassen sich mehrere Urinale, Waschtische sowie Beleuchtung und Lüftung von der Zentraleinheit gesteuert. Außer der Standardfunktionen können seitens solcher Steuereinheiten weitere Funktionen automatisch veranlaßt werden, wie

- Periodische Spülungen, z. B. Zwangsspülung der Urinale 24 Stunden nach der letzten Benutzung
- Messung des anliegenden Wasserdruckes und Berechnung der notwendigen Spüldauer
- Spitzenlastoptimierung: Bei gleichzeitiger Benutzung mehrerer Urinale (hoher Gleichzeitigkeitsfaktor) werden z. B. nur zwei Urinale gleichzeitig zur Spülung



Funktionsprinzip eines elektronischen Steuerungssystems für eine Wasserverbrauchsstelle



(Bild: Schell)

Elektronisches Steuerungssystem für mehrere Wasserverbrauchsstellen in einem Sanitärraum

freigegeben, die übrigen werden geringfügig zeitversetzt gespült. Folge: Rohrleitungsquerschnitte sowie die Betriebswasserpumpe (z. B. bei Regenwassernutzung) können kleiner dimensioniert werden.

- Sicherheitsschaltung mittels Strömungswächter: Strangabsperrung bei Defekten möglich
- Alarmmeldung
- Erfassung und Auswertung betriebsspezifischer Daten (u. a. Verbrauchsmessungen, Frequentierungsanalysen)
- Steuerung von Zirkulationssystemen und periodischen Temperaturerhöhungen zur thermischen Desinfektion im Warmwasserbereich

● Hinweise auf Servicemaßnahmen
 Außerdem sind Wassermanagementsysteme in eine übergeordnete Gebäudeautomatisierung einbindbar. In der Gebäudeleitzentrale können die sanitärtechnischen Prozeßdaten visuell dargestellt und somit ganze Sanitärtrakte zentral gesteuert und kontrolliert werden.

Elektronisch gesteuerte Armaturen sind aufgrund ihres erheblich höheren Anschaffungspreises und Wartungsaufwandes gegenüber anderen – mit Wasserspartechnik ausgestatteten – Armaturen nur bei hohen Benutzungsfrequenzen wirtschaftlich. Bei Ausstattung von öffentlichen Gebäuden mit Sanitärobjekten nach Arbeitsstättenrichtlinie (ASR 37) sind diese in der Regel nicht gegeben. Darüber hinaus ist die Installation weiterer Steuerelektronik notwendig, so daß der umfassende Einsatz automatisierter elektronischer Sanitärtechnik nur in sehr repräsentativen, ästhetisch anspruchsvollen oder extrem häufig genutzten öffentlichen Gebäuden sinnvoll erscheint.

Die 1997/98 in 37 öffentlichen Gebäuden der Stadt Wetzlar durchgeführten Trinkwasser-Sparstudien haben gezeigt, daß teilweise mit einfachen Maßnahmen wie Durchflußbegrenzung und korrekte Einstellung sowie Nachrüstung der vorhandenen Einrichtungen beträchtliche Wassereinsparungen im öffentlichen Bereich realisiert werden können. Diese Maßnahmen sind mit kurzem Planungsvorlauf und geringem Finanzierungsbedarf durchführbar und amortisieren sich meist deutlich vor Ablauf eines Jahres. Im Bereich WC-Spü-

lung wird für zahlreiche Objekte der Austausch von WC-Spüleinrichtungen gegen moderne Sparspülkästen empfohlen. Auch die Substitution von Trinkwasser im Bereich der WC-/Urinalspülung, Bewässerung und Fahrzeugreinigung z. B. durch Regen- oder Oberflächenwasser sollte für jeden Einzelfall überprüft werden, da hier punktuell sehr hohe Trinkwassereinsparungen möglich sind. Durch betrieblich-organisatorische Maßnahmen könnte zudem der Wasserverbrauch in vielen Gebäuden strategisch gesenkt werden. Hier sind insbesondere die Bereiche Kontrolle der Wasserverbräuche, Wartung und Ausschreibung zu nennen. Maßnahmen zur Gebäudeautomation mittels sanitärtechnischer Steuerelektronik sind bei öffentlichen Einrichtungen nur in Ausnahmefällen anzuraten. □