

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
4 Senkung der Wasserkosten in öffentlichen Gebäuden.....	2
4.1 Bestimmung der Abnahmestruktur.....	2
4.1.1 Unterscheidung von Groß- und Kleinmengenzählern.....	2
4.1.2 Schachtwasserzähler, Automatische Verbrauchserfassung.....	3
4.1.3 Spezielle Zähler zur Reduktion der Kanaleinleitungsgebühr.....	4
4.2 Grundlagen zur Bestimmung des Wasserbedarfs.....	4
4.2.1 Aufteilung der Verbrauchswerte.....	4
4.2.2 Toiletten und Urinale.....	5
4.2.3 Duschen.....	6
4.2.4 Wasch- und Spülmaschinen.....	7
4.2.5 Freiflächenbewässerung.....	7
4.2.6 Klimatisierung.....	8
4.3 Vermeidung von Wasserverlusten.....	8
4.3.1 Identifikation von Rohrbrüchen im Erdreich.....	8
4.3.2 Regelmäßige Kontrolle von Dichtungen.....	9
4.4 Einsparpotentiale durch Sparmaßnahmen.....	9
4.4.1 Spartasten / Spülmengenreduktion für Toiletten.....	9
4.4.2 Funktionsweise von Trocken-Urinalen.....	10
4.4.3 Spararmaturen für Waschbecken und Duschen.....	11
4.4.4 Wassersparende Haushaltsgeräte.....	14
4.4.5 Einsparpotentiale bei Klimaanlage.....	14
4.5 Einsparpotentiale durch Substitution.....	15
4.5.1 Regentonnen für die Freiflächenbewässerung.....	15
4.5.2 Regenwassernutzungsanlagen.....	15
4.5.3 Brauchwassernutzung.....	17
4.6 Trinkwasserhygiene und Legionellen.....	17
4.7 Wirtschaftlichkeit investiver Maßnahmen.....	18
4.7.1 Einbau von Spararmaturen (Arbeitsblatt 1).....	18
4.7.2 Einbau von neuen Spülkästen (Arbeitsblatt 2).....	18
4.7.3 Einbau einer Regenwassernutzungsanlage (Arbeitsblatt 3).....	19
Arbeitsblatt 1: Einbau von Spararmaturen.....	20
Arbeitsblatt 2: Einbau neuer Spülkästen.....	21
Arbeitsblatt 3: Einbau einer Regenwassernutzungsanlage.....	22
Anhang.....	23

## 4 Senkung der Wasserkosten in öffentlichen Gebäuden

Wasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. In den meisten Fällen verwenden wir Wasser aber zu ganz anderen Zwecken: Reinigung, Körperpflege, Toilettenspülung und technische Anwendungen. Diese machen einen erheblich größeren Anteil am Wasserverbrauch aus, als die Nutzung von Wasser als Lebensmittel.

In der Regel wird für alle genannten Nutzungen Trinkwasser verwendet. In diesem vierten Seminar wollen wir Ihnen zeigen, wie Sie Trinkwasser effizient einsetzen und bei manchen Anwendungen ersetzen können. Da die Preise für Trinkwasser und die zugehörige Kanaleinleitung in den letzten Jahren ständig gestiegen sind - und voraussichtlich weiter steigen werden - ist Wassereinsparung auch wirtschaftlich sinnvoll.

Sie werden typische Werte zum Wasserverbrauch kennen lernen und Möglichkeiten, vorhandene Anlagen zu optimieren. Außerdem erfahren Sie, wie Sie den Wasserverbrauch mit kostenlosen oder geringinvestiven Maßnahmen reduzieren können. Darüber hinaus wird auf das wichtige Thema Trinkwasserhygiene hingewiesen.

Zum Abschluss werden investive Maßnahmen vorgestellt, um deren Wirtschaftlichkeit abzuschätzen.

### 4.1 Bestimmung der Abnahmestruktur

Wie bei der elektrischen und bei der Heizenergie, so ist auch beim Wasser wichtig, zunächst den Verbrauch zu bestimmen. Sie haben die Möglichkeit, die Abrechnungen des Wasserversorgers oder die Zählerstände (vergleiche Kapitel 1, Anlage H: Formular "Ableseung der Zählerstände") in Ihrer Liegenschaft auszuwerten.

Die Zähler werden vom Wasserversorger in jeder Liegenschaft am Übergabepunkt installiert. Größere Liegenschaften werden

unter Umständen über mehrere **Einspeisungen** versorgt. Diese Variante erhöht entweder die Betriebssicherheit oder bietet die Möglichkeit zur getrennten Versorgung verschiedener Gebäudeteile. Trifft dies auf Ihre Liegenschaft zu, so müssen Sie die Informationen aller Zähler an den Einspeisepunkten auswerten.

Die Einspeisungen sind meist über eine absperrbare Ringleitung miteinander verbunden. Eine Absperrung der einzelnen Segmente in der Ringleitung hat den Vorteil, dass die Verbrauchswerte besser zugeordnet werden können. Die Absperrung sollte daher nur beim Ausfall einer Einspeisung geöffnet werden.

Hilfreich für Übersicht der Wasserzähler ist ein Zählerschema. Derzeit werden diese Schemen für viele Liegenschaften erstellt. Sie sind aufgrund ihrer teilweise komplexen Strukturen aufwendig, können aber einen großen Beitrag zur genauen Zuordnung der Verbräuche leisten.

#### 4.1.1 Unterscheidung von Groß- und Kleinmengenzählern

Welche Zähler in einem Gebäude installiert werden, hängt stark vom Wasserbedarf ab. Bei geringem Wasserbedarf müssen kleine Zähler installiert werden, da der Verbrauch sonst nicht exakt gemessen und dementsprechend auch nicht korrekt abgerechnet werden kann.

Bei großem Wasserbedarf ist die Anbringung eines großen Zählers notwendig, da ein zu kleiner Zähler bei ständig zu großem Durchfluss auf Dauer beschädigt würde. Außerdem würde der Druckverlust so stark steigen, dass die Versorgung des Gebäudes gefährdet werden könnte.

Die Unterscheidung von **Groß- und Kleinwasserzählern** erfolgt anhand des Durchflusses bzw. der Nennweite des Zählers. Ab einem Nenndurchfluss (=  $Q_n$ ) von  $15 \text{ m}^3$  Wasser pro Stunde bzw. einer Nennweite DN 50 spricht man von Großwasserzählern. Ist der Nenndurchfluss bzw. die Nennweite geringer, so handelt es

sich um Kleinwasserzähler, die auch als Hauswasserzähler bezeichnet werden.

Insbesondere in Liegenschaften mit stark schwankendem Verbrauch würde der Einsatz von lediglich einem Zähler zu starken Fehlern bei der Abrechnung führen. Ein zu kleiner Zähler könnte große Durchflüsse nicht mehr messen und würde auf Dauer Schaden nehmen. Bei einem Zähler, der auf den größten Durchfluss bemessen ist, würde die Abnahme geringerer Wassermengen nicht korrekt bestimmt.

Für solche Anwendungsfälle gibt es entsprechende **Verbundwasserzähler**. Sie bestehen aus einem Klein- und einem Großwasserzähler. Diese sind entweder in zwei parallel verlegten Leitungen oder integriert in einem Gehäuse in der Hauptleitung installiert. Ein Umschaltventil sorgt dafür, dass immer nur ein Zähler durchströmt wird. Kleine Durchflüsse werden vom Kleinwasserzähler, große vom Großwasserzähler erfasst, wodurch die Messung des Wasserverbrauchs in den geforderten Fehlergrenzen sichergestellt ist.

Verbundwasserzähler werden zum Teil auch für die Liegenschaften verwendet, die über keine separate Löschwassereinspeisung verfügen. Eventuell benötigtes Löschwasser wird in diesen Fällen über den Großwasserzähler abgerechnet.

Zur Bestimmung des Wasserverbrauchs müssen immer alle Zähler an sämtlichen Einspeisepunkten berücksichtigt werden. Bei Verbundwasserzählern müssen beide Zähler abgelesen werden. Der Gesamtverbrauch ergibt sich dann aus der Summe aller Einzelverbrauchswerte.

**Tipp:**

Vorsicht bei Großwasserzählern! In der Regel ist ab der Nennweite DN 150 bei der Bestimmung des Wasserverbrauchs ein Multiplikator zu berücksichtigen. Sie finden ihn auf dem Zähler unterhalb der m<sup>3</sup>-Skala.



Abb. 4.1: Verbundwasserzähler mit Groß- und Kleinwasserzähler

#### 4.1.2 Schachtwasserzähler, Automatische Verbrauchserfassung

Bei größeren Liegenschaften sind die Wasserzähler teilweise nicht im Gebäude installiert.

Sollten Sie in Ihrem Gebäude daher keinen Zähler finden oder auf Ihrer Rechnung einen Zähler ausmachen, den Sie noch nie gesehen haben, muss es sich nicht unbedingt um einen Irrtum des Wasserlieferanten handeln.

Der Zähler ist dann wahrscheinlich in der Zuleitung zum Gebäude eingebaut. Da die Leitungen erdverlegt sind, werden hier Komplettseinheiten als **Schachtwasserzähler** verwendet.

Manchmal liegt die Rohrleitung so tief oder der Schachtdeckel ist so schwer, dass der Zähler nur mit Hilfe einer zweiten Person abgelesen werden kann.

Dies bedeutet allerdings auch, dass Sie den Zählerstand in Ihrer Liegenschaft nicht mit den Abrechnungen des Wasserversorgers

$$\text{Wasserverbrauch} = (\text{Zählerstand neu} - \text{Zählerstand alt}) \times \text{Multiplikator}$$

Formel: Berechnung des Wasserverbrauchs

vergleichen können, sondern sich auf die Zahlen in den Abrechnungen verlassen müssen.

Um hier trotzdem eine kontinuierliche Verbrauchsüberwachung zu ermöglichen, wurden die meisten Schachtwasserzähler in Liegenschaften der Stadt Frankfurt am Main auf eine automatische Verbrauchserfassung umgerüstet. Die Verbrauchswerte werden dann im Hochbauamt ausgewertet, um frühzeitig mögliche Leckagen oder überhöhte Wasserverbräuche erkennen zu können.

### 4.1.3 Spezielle Zähler zur Reduktion der Kanaleinleitungsgebühr

Wasserkosten entstehen nicht nur bei der Abnahme, sondern auch für die Einleitung des Wassers in den Kanal.

Die Berechnung der Kosten für die **Kanaleinleitung** erfolgt über den Wasserverbrauch, der am Wasserzähler ermittelte wurde. Die Gesamt-Wasserkosten ergeben sich aus dem Preis für das Frischwasser und der **Gebühr für die Kanaleinleitung**.

Dabei ist zu beachten, dass für das Frischwasser zum Nettopreis der reduzierte Mehrwertsteuersatz von 7 % hinzukommt, während es sich bei der Gebühr für die Kanaleinleitung um einen Bruttopreis in Form einer kommunalen Abgabe handelt.

Berechtigt ist diese Berechnungsmethode für Frischwasser, das vollständig wieder in den Kanal eingeleitet wird. Es gibt aber auch Wasser, das gar nicht in den Kanal gelangt. So wird zum Beispiel Wasser, das für die **Bewässerung** von Außenanlagen verwendet wird, nicht in den Kanal eingeleitet.

Bei **Kühltürmen** und **Klimaanlagen** mit Befeuchtung verdunstet ein erheblicher Teil des eingesetzten Wassers.

Bei der Berechnung der Gebühr für die Kanaleinleitung sollten solche Wassermengen berücksichtigt, das heißt herausgerechnet werden. Separate Wasserzähler für diese Anlagen ermöglichen es, den Anteil des Wassers zu bestimmen, der nicht in den Kanal gelangt. Bei der Berechnung der Kanaleinleitungsgebühren kann dieser Anteil dann abgezogen werden.

#### **Tipp:**

Wenn in Ihrem Gebäude entsprechende Anlagen vorhanden sind, lassen Sie Wasserzähler installieren, die den Wasserverbrauch messen, der nicht in den Kanal eingeleitet wird. Dieser kann dann bei der Berechnung der Gebühr für die Kanaleinleitung auf Antrag abgezogen werden.

### 4.2. Grundlagen zur Bestimmung des Wasserbedarfs

Wie viel Wasser in einer Liegenschaft verbraucht wird, hängt nicht nur von der technischen Ausstattung, sondern auch stark von der Anzahl der Personen im Gebäude und der Art der Nutzung ab.

#### 4.2.1 Aufteilung der Verbrauchswerte

Wegen der starken Unterschiede bei der Wassernutzung ist es schwierig, verlässliche Angaben zur Aufteilung der Verbrauchswerte zu machen.

Aus Reihenuntersuchungen existieren jedoch Werte zum Wasserverbrauch verschiedener Gebäudetypen (vgl. Tab. 4.1). Anhand dieser Werte können Sie den Wasserverbrauch Ihrer Liegenschaft einschätzen.

Die Verteilung des Wasserverbrauches auf verschiedene Nutzungsbereiche für ein Verwaltungsgebäude ohne größere technische Ausstattung können Sie der Abb. 4.2 entnehmen.

$$\text{Wasserkosten} = \text{Wasserverbrauch} \times (\text{Frischwasserpreis} + \text{Kanaleinleitungsgebühr})$$

*Formel: Berechnung der Wasserkosten*

Gebäudekategorie	spezifischer Wasserverbrauch [Liter/(Nutzer und Tag)]		
	von	bis	Nutzerkategorie
Verwaltungsgebäude	20	25	Beschäftigte
Schwimmbäder	50	150	Besucher
Sportplätze	10	60	Sportler
Bildungseinrichtungen	10	15	Schüler und Lehrer
Krankenhäuser			
150 - 300 Betten	250	450	Bett
300 - 600 Betten	300	500	Bett

Tab. 4.1: Spezifischer jährlicher Trinkwasserverbrauch öffentlicher Gebäude  
 [Quelle: Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik der ARGEBAU]

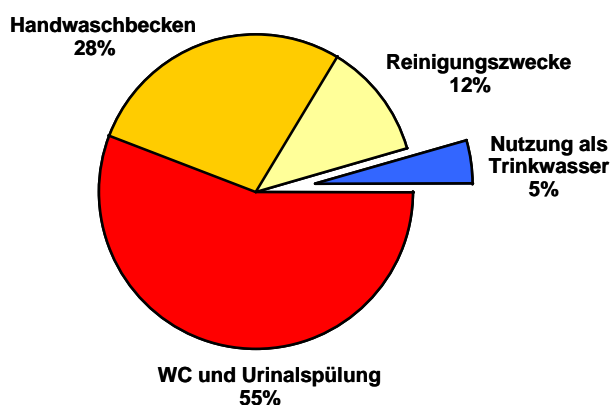


Abb. 4.2: Aufteilung der Wasserverbrauchswerte für ein Bürogebäude ohne besondere technische Ausstattung

#### 4.2.2 Toiletten und Urinale

Toiletten und Urinale sowie die dazugehörigen Handwaschbecken haben in Verwaltungsgebäuden in der Regel den größten Anteil am Wasserverbrauch. Dies gilt ebenfalls für Schulen, wenn man von angeschlossenen Sporthallen mit Duschanlagen absieht.

Wie viel Wasser durch die **Toiletten-spülung** verbraucht wird, hängt sowohl von der Nutzerfrequenz als auch von der technischen Ausstattung ab.

Bei Verwaltungsgebäuden geht man von zwei Kurzspülungen bzw. Urinalbenutzungen und einer Normalspülung je

Person und Tag aus (siehe Tab. 4.2). Bei Schulen und Kindertagesstätten wird mit der halben Nutzerfrequenz gerechnet.

Da die **Nutzerfrequenz** im Durchschnitt für alle Gebäudenutzer etwa gleich ist, kommt der technischen Ausstattung besondere Bedeutung zu.

Bei den Toilettenspülungen unterscheidet man **Druckspüler** und **Spülkästen**. Druckspüler gehören zur Gruppe der Selbstschlussarmaturen. Nachdem der Druckspüler betätigt wurde, schließt er automatisch nach einer zuvor eingestellten Zeit. Bei älteren Modellen können bis zu 15 l Frischwasser fließen, bis die Armatur schließt. Neuere Druckspüler lassen dagegen nur noch maximal 9 l durch. Einige Modelle verfügen zusätzlich über eine Stoppfunktion, mit deren Hilfe der Spülvorgang unterbrochen werden kann.

Weiter verbreitet als Druckspüler sind Spülkästen. Auch bei diesem Spülsystem kommen neuere Modelle mit deutlich weniger Wasser aus als ältere. Letztere haben einen Inhalt von 9 l, neuere dagegen nur noch von 4,5 l.

Welche Spülkästen verwendet werden können, hängt von der Bauform der dazugehörigen Toilette ab. Bei Flachspülern, die in öffentlichen Gebäuden zahlreich im Einsatz sind, sind Spülkästen mit einem

Gebäudekategorie	Fäkalien Anzahl der Spülgänge je Person und Tag	Urin Anzahl der Spülgänge je Person und Tag
Verwaltungsgebäude	1	2
Schule/Kindertagesstätten	0,5	1
Sporthallen / Schwimmbäder	-	1

Tab. 4.2: Nutzungsfrequenz für sanitäre Anlagen [Quelle: Stadt Frankfurt am Main]

Inhalt von 9 l vorgeschrieben. Bei Tiefspülern können Spülkästen mit 6 l Inhalt eingesetzt werden.

Moderne Toiletten kommen mit einem Spülvolumen von 4,5 l aus. Das Toilettenbecken muss dabei für diese kleine Spülmenge zugelassen sein.

Unabhängig von dem maximalen Spülvolumen, das für das "große Geschäft" notwendig ist, kann mit **Spartasten** die Spülmenge reduziert werden. Für eine Kurzspülung reichen in der Regel 2 l aus.

Grundsätzlich kann man **Zwei-Mengen-Spülkästen** und Kästen mit **unterbrechbarer Spülung** unterscheiden.

Bei Zwei-Mengen-Spülkästen wird eine definierte Wassermenge freigegeben; je nach Betätigung der Spartaste eine größere oder kleinere. Bei einigen Modellen geschieht dies mit einer Taste für die Normalspülung (volle Wassermenge) und einer Spartaste (reduzierte Wassermenge). Bei anderen gibt es nur eine Spültaste. Hier wird durch einen kurzen Druck auf die Taste die kleinere, bei länger anhaltendem Druck die größere Menge Wasser freigegeben.

Auch bei Spülkästen mit unterbrechbarer Spülung sind zwei verschiedene Typen zu unterscheiden. Zum einen Kästen, deren Spülung sofort abbricht, sobald die Spültaste losgelassen wird. Zum anderen die, bei denen die Spültaste ein zweites Mal gedrückt werden muss, um den Spülvorgang abubrechen.

**Urinalbecken** sind in der Regel mit Druckspülern ausgerüstet. Normale Urinale benötigen ein Spülvolumen von 4 - 5 l,

moderne Absaug-Urinalen kommen mit 2 l je Spülvorgang aus.

**Beispiel:** Wenn 100 Personen in einem Verwaltungsgebäude arbeiten, das mit 6l-Spülkästen und Urinalen ausgerüstet ist, ergibt sich ein Wasserverbrauch in Höhe von  $100 \times (1 \times 6 \text{ l} + 2 \times 4 \text{ l}) = 1.400 \text{ l}$  pro Tag für die Toiletten- und Urinalspülung.

In älteren Gebäuden findet man noch **Reihen-Urinalen** mit zentraler Spülung und Spülkasten. Ihre Spülung erfolgt über eine Lichtschranke oder zeitgesteuert. Hier muss die Auslösehäufigkeit projektspezifisch bestimmt werden.

#### 4.2.3 Duschen

Der Wasserverbrauch von Duschanlagen ist vor allem in Sporthallen, Schwimmbädern und gewerblichen Einrichtungen von Bedeutung. Über die Höhe des Wasserverbrauchs entscheidet einerseits der Durchfluss durch den **Duschkopf**, andererseits die Länge des Duschvorgangs.

Bei geeigneter Konstruktion des Duschkopfes ist der Duschkomfort auch mit vermindertem Durchfluss gewährleistet. Ältere Duschesysteme haben je nach Wasserdruck einen Durchfluss von bis zu 20 l/min.

Mit modernen Duschköpfen kann dieser Wert bei vernünftigen Komfortansprüchen auf 7 l/min reduziert werden, was einer Drittelung des Wasserverbrauchs bei genau dem gleichen Duschvorgang entspricht!

**Beispiel:** Bei der Berechnung des Wasserverbrauchs in Sporthallen geht man von

einer durchschnittlichen Duschzeit von drei Minuten je Person aus. Bei einer Belegung der Halle mit 25 Personen und einem installierten Duschkopf mit 9 l/min ergibt sich dann je Trainingseinheit ein Wasserverbrauch von  $25 \times 3 \text{ min} \times 9 \text{ l/min} = 675 \text{ l}$ . Bei einer Speichertemperatur von  $60^\circ\text{C}$ , einer Kaltwassertemperatur von  $12^\circ\text{C}$  und einer mittleren Duschtemperatur von  $38^\circ\text{C}$  ergibt sich der Warmwasserverbrauch zu  $675 \text{ l} \times (38^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C}) / (60^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C}) = 366 \text{ l}$ . Für die Dimensionierung des Warmwasserspeichers wären also 400 l ausreichend.

#### 4.2.4 Wasch- und Spülmaschinen

Bei Wasch- und Spülmaschinen kommt der Maschinenkonstruktion entscheidende Bedeutung zu. In den letzten Jahren konnten hier erhebliche Wassereinsparungen realisiert werden.

Ältere Waschmaschinen verbrauchen zum Teil über 100 Liter Wasser für einen Waschvorgang ( $60^\circ\text{C}$ , Baumwollprogramm). Moderne Maschinen kommen etwa mit der Hälfte aus (siehe Tab. 3.8 im Kapitel 3).

Bei Spülmaschinen liegen die realisierten Wassereinsparungen neuerer Modelle gegenüber älteren bei etwa 20 l/Spülgang. Da Spülmaschinen im betrieblichen Alltag an Bedeutung gewinnen, sollte auch hier auf den sparsamen Umgang mit Wasser Wert gelegt werden.

Wenn Sie den Wasserverbrauch von Spülmaschinen überschlägig ermitteln wollen, können Sie beispielsweise bei einem Verwaltungsgebäude von einem Spülvorgang je 40 Personen ausgehen. Bei Kindertagesstätten rechnet man mit einem Spülgang je 7 Personen.

**Beispiel:** Wenn also 100 Personen in einem Verwaltungsgebäude arbeiten und die Spülmaschinen 20 l pro Spülvorgang verbrauchen, ergibt sich ein Wasserverbrauch von  $100 / 40 \times 20 \text{ l} = 50 \text{ l}$  pro Tag für die Spülmaschinennutzung.

Voraussetzung ist aber, dass die Maschine auch nur dann eingeschaltet wird, wenn sie wirklich voll gefüllt ist.

#### 4.2.5 Freiflächenbewässerung

Freiflächenbewässerung findet man vor allem bei Blumen- und Strauchpflanzungen sowie bei Rasenflächen. Während sich der Wasserbedarf für die Bewässerung von Bepflanzungen im Rahmen öffentlicher Gebäude meist in Grenzen hält, erfordert die Beregnung von außenliegenden Rasen- und Hartplätzen, beispielsweise bei Schulen mit Sportanlagen, einen erheblichen Wasserbedarf.

Für die Erhaltung der Bespielbarkeit solcher Flächen ist eine Bewässerung meist unerlässlich. Daher ist es besonders wichtig, dass bei der Beregnung nur so viel Wasser verbraucht wird, wie der Rasen benötigt, ohne Wasser über die Drainage abzuführen.

Das Land Hessen nennt in seinem Ratgeber "Wassersparen beim Sport" eine **Beregnungsgabe** von  $15 - 17 \text{ l/m}^2$  pro Bewässerung für Rasenplätze. Bei einer Fläche von  $7.000 \text{ m}^2$  ergibt sich damit eine **Beregnungsmenge** von etwa  $120 \text{ m}^3$  je Beregnung. Bei einem Trinkwasserpreis von  $2 \text{ €/m}^3$  (ohne Kanaleinleitung, siehe Kap. 4.1.3) sind dies immerhin 240 €.

#### **Tipp:**

Die Pflege von Rasenflächen ist in der Regel Aufgabe des Grünflächenamts. Der Wasserverbrauch für die Beregnung der Flächen wird jedoch Ihrer Liegenschaft angerechnet, nicht dem Grünflächenamt. Schauen Sie doch einmal nach, wie viel Wasser bei der Beregnung der Rasenflächen verwendet wird. Sollte die Menge den oben genannten Wert überschreiten, sprechen Sie die zuständigen Stellen an, ob die Wassermenge nicht reduziert werden kann.

Bei Hartplätzen wird die Beregnung vor allem zur Staubbindung und Stabilisierung des Trennbelags benötigt. Hier werden im oben erwähnten Ratgeber des Landes Hessen Beregnungsgaben von  $10 \text{ l/m}^2$  je Beregnung für die Durchfeuchtung des Belags genannt, und bis zu  $20 \text{ l/m}^2$  je

Beregnung bei Austrocknung der dynamischen Schicht.

Unabhängig von der zu bewässernden Fläche sollte die Bewässerung grundsätzlich in den Morgenstunden oder nachts erfolgen, um die Verdunstung möglichst gering zu halten.

	Wasserbedarfsmenge bei ca. 7.000 m <sup>2</sup> Beregnungsfläche [m <sup>3</sup> / Jahr]
Hartplatz	750
Rasenplatz	950

Tab. 4.3: Richtwerte für den jährlichen Wasserbedarf für die Beregnung von Sportplätzen in Südhessen

Aus den Richtwerten folgt, dass in einem typischen Jahr ca. 10 Beregnungsgaben erforderlich sind. Das entspricht ca. einer Beregnungsgabe pro Woche in der niederschlagsarmen Zeit.

#### 4.2.6 Klimatisierung

Auch bei der Klimatisierung von Gebäuden wird in der Regel Wasser eingesetzt: zum einen für die **Befeuchtung** der Außenluft im Winter, zum anderen für die **Kühlung** im Sommer.

In den Wintermonaten wird bei Vollklimaanlagen die trockene Außenluft befeuchtet, um eine relative Luftfeuchtigkeit von mehr als 40 % zu erhalten.

Bei einer Klimaanlage, die an fünf Tagen pro Woche für zehn Stunden am Tag in Betrieb ist, entsteht so rechnerisch für die Befeuchtung der Außenluft ein jährlicher Wasserbedarf von 5 - 6 l/(m<sup>3</sup> Außenluft). Wegen der notwendigen **Abschlammung** erhöht sich dieser Wert in der Praxis um bis zu 50 %. Dies ist auch bei der Festlegung der Kanaleinleitungsanteils zu berücksichtigen (vgl. Kap. 4.1.3)

Bei der Kälteerzeugung entstehen Wasserverluste bei der **Rückkühlung** in offenen Kühltürmen. Das Wasser verdunstet oder

geht als Sprühwasser und durch Abschlammung verloren. Der für die Kälteerzeugung erforderliche Wasserbedarf erreicht Werte von bis zu 5l je erzeugte kWh Kälte.

**Beispiel:** Bei einem vollklimatisierten Bürogebäude mit 3.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche und einer Kühllast von 40 W/m<sup>2</sup> können für die Rückkühlung der Kältemaschine bis zu 420 m<sup>3</sup>/Jahr benötigt werden.

#### 4.3 Vermeidung von Wasserverlusten

Zusätzlich zu dem Wasser, das tatsächlich gebraucht wird, kommt es manchmal zur Erhöhung des Wasserverbrauchs durch **Wasserverluste** im Leitungssystem. Neben der Überprüfung der Zählerwerte auf Unstimmigkeiten ist eine regelmäßige Überwachung der Lastprofile über die „automatische Verbrauchserfassung“ sehr wichtig und kann Aufschluss über Undichtigkeiten in den Wasserleitungen geben.

##### 4.3.1 Identifikation von Rohrbrüchen im Erdreich

Eine Ursache für Wasserverluste können Schadstellen an Rohrleitungen sein. Schon kleine Löcher oder Risse können zur beträchtlichen Wasserverlusten führen. Bei einer Schadstelle von 1 mm Durchmesser ergibt sich bei einem Netzdruck von 3 bar ein Wasserverlust von etwa 600 m<sup>3</sup>/Jahr. Bei einem Wasserpreis von 3,57 €/m<sup>3</sup> sind das über 2.000 €/a. Es lohnt sich daher auf jeden Fall, das Wassernetz zu beobachten und Schadstellen sofort reparieren zu lassen.

Bei freiverlegten Leitungen ist dies relativ einfach möglich. Schwieriger wird es bei Leitungen, die sich im Erdreich, in Wänden oder Decken befinden. Die einfachste Kontrolle können Sie mit der Wasseruhr vornehmen.

**Tipp:**  
 Lesen Sie vor einem Wochenende, an dem das Gebäude nicht genutzt wird, den Stand



an der Wasseruhr ab. Die zweite Ablesung muss dann direkt nach dem Wochenende erfolgen, noch bevor das Gebäude wieder genutzt wird. Sollte in dieser Zeit Wasser verbraucht worden sein, ist dies ein sicherer Hinweis auf Schadstellen im Rohrnetz oder an Armaturen.

Werden solche Wasserverbräuche festgestellt, können zunächst die freiverlegten Leitungen optisch kontrolliert werden. Bei nicht zugänglichen Leitungen können Spezialfirmen mit **sonografischen Methoden** das Rohrnetz untersuchen und Leckagen feststellen.

**Achtung:** In manchen Gebäuden wird Wasser für technische Prozesse benötigt, die auch über das Wochenende laufen. Hier ist dementsprechend nach dem Wochenende auf jeden Fall ein Wasserverbrauch auf der Wasseruhr abzulesen.

#### 4.3.2 Regelmäßige Kontrolle von Dichtungen

Dichtungen im Trinkwassernetz sollten ständig überprüft werden. Dies gilt sowohl für Dichtungen im Rohrnetz als auch für Dichtungen von Armaturen.

**Tipp:**

Wenn Sie Ihren Rundgang machen, um die Zählerstände abzulesen, können Sie gleichzeitig das freiverlegte Rohrnetz kontrollieren. Defekte Dichtungen oder tropfende Absperrhähne können so schnell erkannt werden.

**Tropfende Wasserhähne** stellen ebenfalls eine erhebliche Quelle für Wasserverluste dar. Durch einen tropfenden Wasserhahn können bis zu 6 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr verloren gehen (entspricht 21 €/a).

Noch gravierender ist der Wasserverlust bei **rinnenden Spülungen** von WC-Anlagen. Durch einen einzigen undichten Verschluss eines Spülkastens können bis zu 20 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr verloren gehen (entspricht 70 €/a).

**Tipp:**

Wenn Sie einen tropfenden Wasserhahn oder rinnende Spülungen in WC-Anlagen entdecken, lassen Sie den Schaden umgehend beheben.

#### 4.4 Einsparpotentiale durch Sparmaßnahmen

Sparmaßnahmen zur Reduzierung des Wasserverbrauchs zielen vor allem auf zwei Effekte: Erstens auf Reduzierung der Durchflussmenge und Ausflusszeit bei Fließvorgängen und zweitens auf Reduzierung der notwendigen Wassermenge für einen Vorgang.

##### 4.4.1 Spartasten / Spülmengenreduktion für Toiletten

Die Einsparpotentiale bei der Toiletten-spülung liegen vor allem im Bereich der Anpassung der notwendigen Wassermengen für den jeweiligen Gebrauch und die vorhandene sanitäre Einrichtung.

Da Toilette und Spülkasten eine Einheit bilden, müssen diese aufeinander abgestimmt sein. Bei **Flachspülern** kann der Wasserinhalt des Spülkastens nicht unter 9 l gesenkt werden. Bei **Tiefspülern** können Sie den Inhalt des Wasserkastens auf 6 l begrenzen.

**Tipp:**

Oft werden Toiletten ersetzt, ohne die Spülkästen entsprechend anzupassen. Kontrollieren Sie in Ihrer Liegenschaft, ob bei Tiefspülern auch 6-Liter-Spülkästen verwendet werden. An vielen 9-Liter-Spülkästen lässt sich die Position des Schwimmers einstellen, oder man kann Einsätze verwenden, um das Spülvolumen zu reduzieren. Fragen Sie beim Hersteller nach, ob entsprechende Einsätze verfügbar sind.

Wenn in Ihrem Gebäude Toiletten ersetzt werden, achten Sie darauf, dass nur zugelassene 6-Liter- bzw. 4,5-Liter-Toiletten

mit entsprechendem Spülkasten eingesetzt werden.

Während des Spülvorgangs wird der Wasserzulauf in den Spülkasten bereits wieder freigegeben. Das Wasser, das bis zur Schließung des Spülkastens in den Kasten läuft, wird ebenfalls weggespült. Die tatsächliche Spülmenge beträgt daher nicht 6 bzw. 9 Liter, sondern erhöht sich um die Menge des zugelaufenen Wassers.

**Tipp:**

Prüfen Sie, ob der Wasserzulauf reguliert werden kann. Wenn ja, stellen Sie den Zulauf so klein, dass der Spülkasten erst nach zwei bis drei Minuten wieder vollständig gefüllt ist.

Ein wichtiges Element zum Wassersparen ist die Spartaste und deren richtige Anwendung. Alle Spülkästen sollten damit ausgerüstet sein.

**Tipp:**

Sollte es in Ihrem Gebäude noch Spülkästen ohne Spartaste geben, sorgen Sie dafür, dass diese nachgerüstet werden. Mit geeigneten Gewichten können auch alte Spülkästen umgerüstet werden. Diese sind auch in den Wassersparkoffern der Abteilung Energiemanagement enthalten.

**Achtung:** Wenn zu große Gewichte verwendet werden, vermindert sich die Lebensdauer der Spülkastendichtung.

Diese Spartasten können ihre Funktion natürlich nur dann erfüllen, wenn sie auch benutzt werden, und zwar richtig.

**Tipp:**

Ein Aufkleber "Spartaste benutzt?" an jeder Toilette kann so manchen Benutzer auf den richtigen Gedanken bringen.

Auch bei Urinalen sollte nur die Wassermenge durch den Abfluss fließen, die aus hygienischen Gründen notwendig ist. Bei Reihen-Urinalen mit zentraler Spülung sollte deshalb untersucht werden,

ob die Spülabstände der Zeitsteuerung vergrößert werden können. Nachts und am Wochenende ist der Betrieb der Spülung überflüssig; sie sollte daher ausgeschaltet sein (evtl. Einbau einer Zeitschaltuhr).

Bei Druckspülern ist darauf zu achten, dass der Spülvorgang so lange wie nötig, aber auch so kurz wie möglich andauert. Die Spülzeit kann am Druckspüler eingestellt werden. Wie groß der Durchfluss durch den Druckspüler ist, hängt vom jeweiligen Systemdruck ab.

Die tatsächliche Durchflussmenge können Sie anhand eines **Durchflussdiagramms** ablesen, das Ihnen der Hersteller des Systems zur Verfügung stellen kann. Danach können Sie mit der erforderlichen Durchflussmenge (2 l bei Absaug-Urinalen, 4 l bei Standard-Urinalen) die Zeit bestimmen, die am Druckspüler einzustellen ist.

Volumenstrom [l/s]

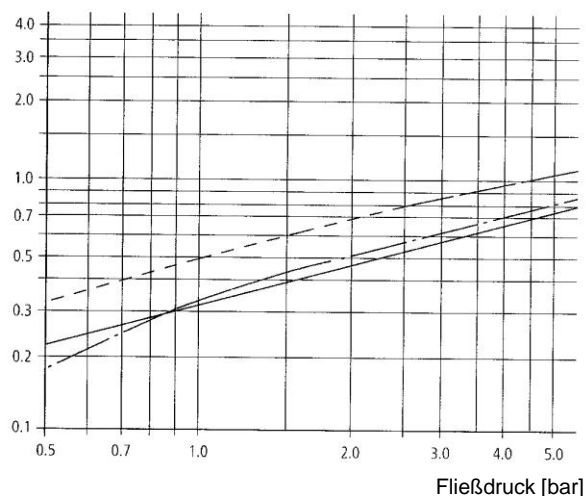


Abb. 4.3: Durchflussdiagramm für Urinal-Druckspüler (Beispiel DAL)

### 4.4.2 Funktionsweise von Trocken-Urinalen

Es gibt auch die Möglichkeit, für die Urinalspülung gar kein Wasser einzusetzen. Seit etwa 40 Jahren werden so genannte **Trocken-Urinale** installiert, die ohne Wasserspülung auskommen (siehe Abb. 4.4).

Ein speziell konstruierter Siphon sorgt dafür, dass die Kanalgerüche zurückgehalten werden. Dieser Siphon ist mit einer besonderen Sperrflüssigkeit gefüllt. Diese ist leichter als Urin, wird deshalb nicht ausgeschwemmt und schwimmt immer an der Oberfläche des Siphons.

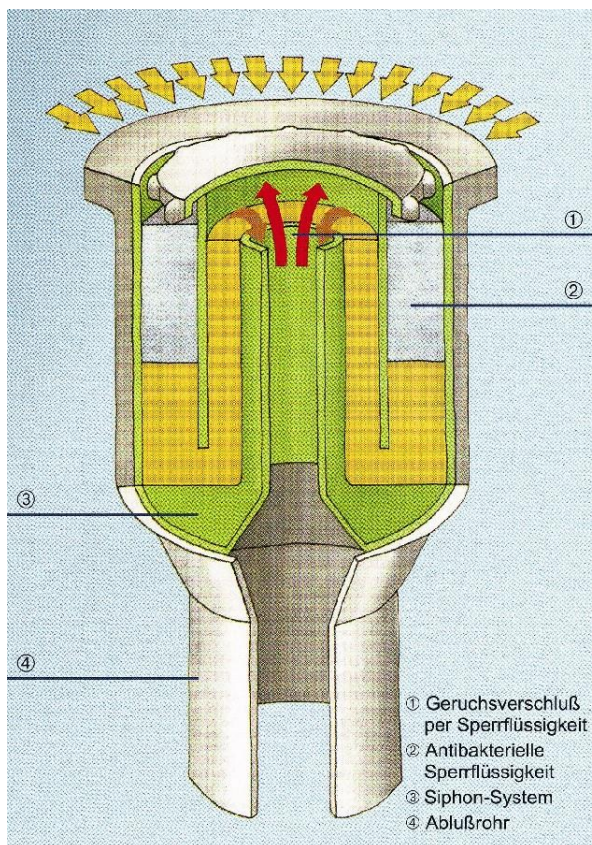


Abb. 4.4: Schnitt durch ein Trockenurinal [System Ernst]

Da Trocken-Urinalen eine glatte, beschichtete Oberfläche und keine Vorsprünge für die Wasserspülung haben, sind diese hygienisch mit normalen Urinalen zu vergleichen. Reihenuntersuchungen konnten keine Nachteile nachweisen.

**Wichtig bei Trocken-Urinalen** ist die richtige Reinigung und Pflege: Wasser darf bei diesen Urinalsystemen nicht verwendet werden. Auch sonst darf kein Wasser in das Urinal geschüttet werden, da durch eine große Wassermenge die Sperrflüssigkeit aus dem Siphon gespült würde. Der Effekt des Siphons wäre dann aufgehoben, und es käme zu Geruchsbelästigungen.

Die Sperrflüssigkeit muss regelmäßig um eine kleine Menge ergänzt werden. Der Siphon muss 3 – 6 mal pro Jahr (je nach Frequentierung) erneuert werden. Die Hersteller solcher Urinale bieten daher mit dem Verkauf meist auch einen Wartungsvertrag an.

Die Wirtschaftlichkeit solcher Urinale ergibt sich durch den Vergleich der höheren Wartungskosten mit den eingesparten Wasserkosten.

Werden die Urinale viel genutzt, und kann die ordnungsgemäße Reinigung der Urinale gesichert werden, stellen Trocken-Urinalen eine wirtschaftliche Alternative zu herkömmlichen Urinalsystemen mit Wasserspülung dar. Die Grenze liegt bei etwa 10 Benutzungen pro Tag.

#### 4.4.3 Spararmaturen für Waschbecken und Duschen

Bei Waschbecken und Duschen gibt es zwei wesentliche Einflussmöglichkeiten, Wasser zu sparen. Dies ist zum einen die Verminderung der Auslaufzeit und zum anderen die Reduzierung des Durchflusses der Armatur.

An vielen Armaturen läuft heute noch zu viel Wasser pro Zeiteinheit hindurch. Wenn keine Maßnahmen zum Wassersparen getroffen sind, können aus einem Wasserhahn mit freiem Auslauf bis zu 20 l/min laufen.

Bei Beleuchtung und Wärme sind Richtwerte für einen sicheren und komfortablen Betrieb definiert. Auch für den Durchfluss von Armaturen können entsprechende Werte aufgestellt werden. Sie geben an, wie viel Wasser benötigt wird, um den Zweck der entsprechenden Einrichtung zu erfüllen.

Der Einsatz von Sparperlatores ermöglicht, dass die in der Tabelle genannten Aufgaben von den Armaturen erfüllt werden können und gleichzeitig der Durchfluss so niedrig wie möglich gehalten wird.

Dem Wasser wird durch den Perlator Luft beigemischt, so dass ein relativ breiter

Wasserstrahl entsteht, der trotz geringerem Durchfluss einen hohen Seifenabtrag garantiert.

Aufgabe	Durchfluss [ l / min ]
Handwaschbecken ohne größere Komfortansprüche	3
Handwaschbecken mit Komfortansprüchen	5
Füllarmatur, gelegentliches Händewaschen oder Abspülen	6 - 7

Tab. 4.4: Durchflussmengen an Armaturen

Prinzipiell besteht auch die Möglichkeit, den Durchfluss ohne Einsatz von Perlatoren mit dem Eckventil einzustellen. Dabei wird der Wasserstrahl aber oft so dünn, dass man wesentlich länger braucht, um die Seife wieder von den Händen abzuspülen.

**Tipp:**

Im Rahmen des Seminarprogramms wurden Demonstrationsmodelle für Spararmaturen zusammengestellt, die auch einen Messbecher enthalten. Damit können Sie den aktuellen Wasserdurchfluss an Ihren Armaturen feststellen. Mit den Perlatoren können Sie dann demonstrieren, wie sich bei gleichem Komfort Wasser sparen lässt.

Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit kann man für jede Person die in einem Verwaltungsgebäude arbeitet drei Toiletten- oder Urinalbenutzungen mit anschließendem Händewaschen ansetzen. Mit einem Sparperlator mit 5 l/min gegenüber einem konventionellen Perlator mit 9 l/min kann jedes Jahr  $(9 \text{ l/min} - 5 \text{ l/min}) \times 0,7 \text{ min} \times 3/d \times 220 \text{ d/a} = 1.848 \text{ l}$  je Person eingespart werden (zur Laufzeit siehe Abb. 4.5).

Ein häufig diskutierter Punkt ist die Verwendung von **Zweigriff-Armaturen** oder **Einhebelmischern**. Einhebelmischer sollen für eine schnellere Einstellung der Wassertemperatur sorgen.

Da die meisten Einhebelmischer jedoch so konstruiert sind, dass man automatisch den

vollen Wasserdurchfluss freigibt, wird der Vorteil bei der Regelung der Wassertemperatur durch den erhöhten Wasserverbrauch wieder aufgehoben.

Außerdem veranlasst Ordnungsbewusstsein die meisten Nutzer, den Hebel immer in Mittelstellung zu bringen. Dadurch fließt automatisch stets eine gewisse Menge warmes Wasser beim Händewaschen, was zu höheren Energiekosten als nötig führt.

**Tipp:**

Wenn Einhebelmischer eingesetzt werden, sollte man sich für Modelle entscheiden, die in der Mittelstellung nur Kaltwasser freigeben und einen Druckpunkt haben, damit der Wasserhahn nicht automatisch voll geöffnet wird.

Ein weiteres Einsparpotential liegt in der Begrenzung der Auslaufzeit. Beim Händewaschen läuft bei normalen Wasserhähnen während des Einseifens das Wasser. **Selbstschlussarmaturen** und **elektronische Armaturen** unterbrechen dagegen automatisch den Wasserdurchfluss. Mit diesen Armaturen wird gleichzeitig verhindert, dass der geöffnete Wasserhahn "vergessen" wird und deswegen längere Zeit das Wasser unnötig läuft.

Selbstschlussarmaturen stoppen nach einer voreingestellten Zeit, unabhängig davon, ob gerade Wasser benötigt wird oder nicht. Die Zeit lässt sich an der Armatur mit der hydraulischen Steuerung einstellen.

**Tipp:**

Wenn in Ihrem Gebäude Selbstschlussarmaturen eingebaut sind, testen Sie am besten selbst die Laufzeit des Wassers. Waschen Sie sich einmal die Hände mit Seife. Sollte das Wasser noch laufen, wenn Sie die Seife bereits abgespült haben, so stellen sie die Auslaufzeit der Armatur neu ein. Die Auslaufzeit sollte bei Handwaschbecken auf fünf Sekunden begrenzt werden. Wie die Zeit an den unterschiedlichen Armaturen eingestellt wird, ist den Serviceunterlagen des Herstellers zu entnehmen.

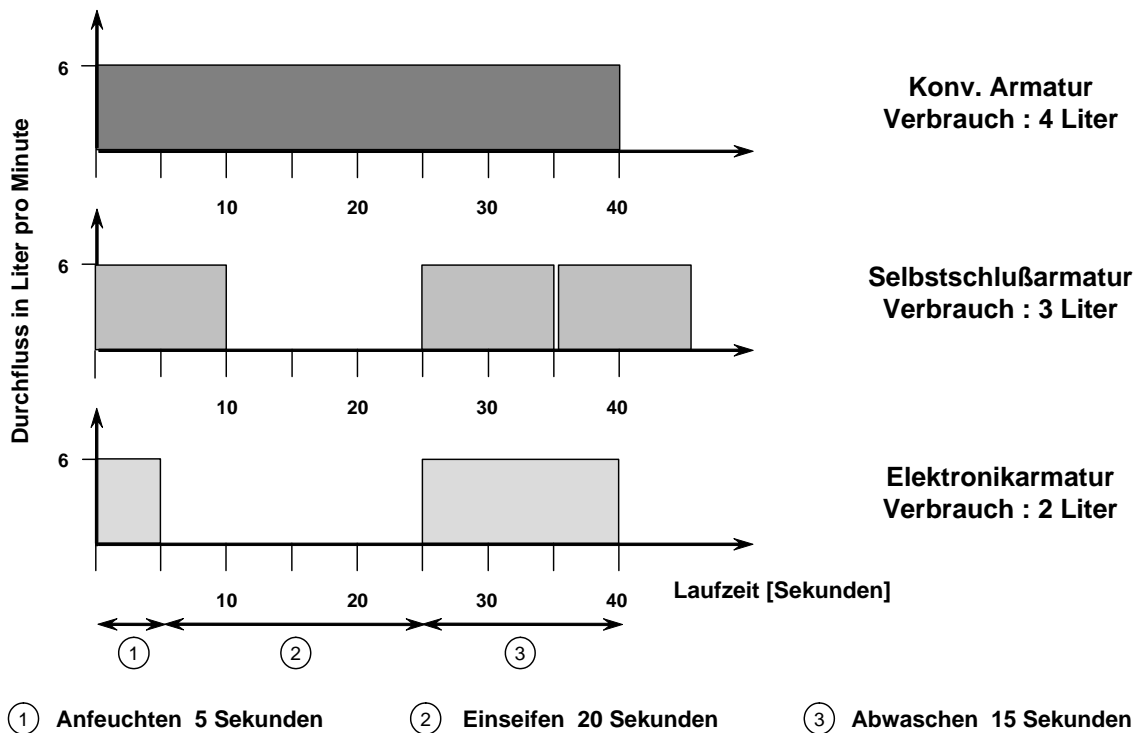


Abb. 4.5: Wasserdurchfluss für das Händewaschen bei verschiedenen Armaturen

Elektronische Armaturen haben den Vorteil, dass immer nur dann Wasser läuft, wenn die Hände in die Nähe der Armatur gebracht werden. So wird automatisch die Zeit berücksichtigt, die verschiedene Personen zum Befeuchten ihrer Hände und zum Abspülen der Seife benötigen.

**Tipp:**

Beim Einbau von elektronischen Armaturen ist der erhöhte Aufwand für die Wartung und den Batteriewechsel zu berücksichtigen. Sie sollten daher nur bei sehr hoher Nutzungsfrequenz eingebaut werden.

Wie bei den Sparperlatoren der Waschbeckenarmaturen, kann der Durchfluss auch bei Duschköpfen durch entsprechende Technik reduziert werden. Dabei ist dem Komfort besondere Beachtung zu schenken. Der Wasserstrahl darf nicht zu dünn, aber auch nicht zu breit aufgefächert werden. Mit modernen Duschköpfen kann schon mit einem Durchfluss von 7 l/min ein ausreichender Duschkomfort sichergestellt werden. Wichtig ist, dass die Duschen das Wasser nicht zu fein zerstäuben, sondern mit Schwertropfen arbeiten. Dadurch wird

die mögliche Gefahr einer Legionelleninfektion der Benutzer reduziert.

**Tipp:**

Zu den für das Seminar zusammengestellten Spararmaturen gehören auch verschiedene Duschköpfe. Diese können Sie ausleihen und probeweise in den Duschen Ihrer Liegenschaft montieren. Weisen Sie gegenüber den Nutzern nicht extra darauf hin, dass es sich um Spararmaturen handelt. Sprechen Sie lieber von verbessertem Komfort und fragen Sie nach einiger Zeit, wie es sich nach Meinung der Duschenbenutzer mit dem Komfort bei den probeweise installierten Duschköpfen verhält.

**Tipp:**

Wagen Sie das Experiment zur Dauer der Auslaufzeit ruhig auch bei der Dusche. Hier dauert es zwar etwas länger, aber es lohnt sich. Wenn die Dusche relativ lange läuft, sollten Sie ausprobieren, wie weit die Zeit begrenzt werden kann, ohne dass der Komfort zu stark leidet. Die Auslaufzeit sollte bei Duschen auf max. 40 Sekunden begrenzt werden.

#### 4.4.4 Wassersparende Haushaltsgeräte

Im Rahmen des Seminars zur Reduzierung der Stromkosten sind wir schon einmal auf Haushaltsgeräte eingegangen. Wasch- und Spülmaschinen arbeiten mit warmem Wasser.

Maschinen mit geringerem Wassereinsatz verbrauchen in der Regel auch weniger Strom, da der Verbrauch an elektrischer Energie davon abhängt, welche Wassermenge aufgeheizt werden muss.

Die Tabelle 3.8 mit den Auswahlkriterien für die Beschaffung energie- und wassersparender Haushaltsgeräte finden Sie im Kapitel 3. Grundsätzlich gilt natürlich für alle Geräte - auch energiesparende -, dass sie richtig betrieben werden müssen.

**Tipp:**

Spül- und Waschmaschinen sollten nur dann laufen, wenn Sie voll beladen sind. Viele Maschinen besitzen zwar eine "Spartaste" für den Betrieb mit halber Beladung. Umgerechnet auf die Menge an Geschirr oder Wäsche ist der Energie- und Wasserverbrauch in diesem Betriebsmodus aber stets höher als bei voll gefüllter Maschine.

#### 4.4.5 Einsparpotentiale bei Klimaanlage

Bei Klimaanlage gibt es zwei wesentliche Faktoren zur Reduzierung des Wasserverbrauchs: Luftbefeuchtung und Kälteerzeugung.

Im Winter sollte die Luft nur befeuchtet werden, wenn dies wirklich notwendig ist.

**Tipp:**

Nehmen Sie an sehr kalten Tagen die Befeuchtung probeweise außer Betrieb. Wenn keine Beschwerden von den Nutzern kommen, kann die Befeuchtung dauerhaft abgeschaltet werden.

**Wichtig:** Werden mit den Klimaanlage auch zentrale Rechnerräume versorgt, ist eine solche Maßnahme vorher mit dem Computerhersteller abzustimmen. Das

gleiche gilt auch für Druckereiräume und Papierlager, da hier Mindestfeuchten vorgeschrieben sind.

Kommt es zu Beschwerden, sollte die Luftfeuchtigkeit an der Regelung der Klimaanlage im Winter auf 40 % relative Feuchte eingestellt werden. Achten Sie aber darauf, im Sommer den Sollwert auf 60 % zu erhöhen, damit bei einer geregelten Entfeuchtung die Luft nicht mit großem Energieaufwand stark entfeuchtet werden muss. Bei konservatorischen Anforderungen (z.B. in Museen) ist darauf zu achten, dass die Veränderungsgeschwindigkeit der Feuchte nur sehr gering sein darf!

Die Tipps zum Stromsparen bei der Kälteerzeugung finden Ihren Niederschlag auch beim Wassersparen. Jede Kilowattstunde Kälte, die nicht erzeugt wird, muss auch nicht rückgekühlt werden. Der Wasserverbrauch für die **Rückkühlung** sinkt also, wenn die Kälteerzeugung energieeffizient betrieben wird.

**Tipp:**

Bei offenen Kühltürmen lohnt es sich, regelmäßig die Funktionsfähigkeit des Schwimmers für die Wassernachspeisung zu kontrollieren. Ein festsitzender Schwimmer führt zur ständigen Nachfüllung des Kühlturms und damit zu erheblichen Verlusten. Das Wasser fließt in diesem Fall durch den Überlauf in den Kanal (evtl. zur Kontrolle zusätzlichen Wasserzähler im Zulauf einbauen).

Bei **automatischen Abschlämmeinrichtungen** ist zu prüfen, ob die Abschlammung nicht zu früh durchgeführt wird.

**Tipp:**

Sprechen Sie bei der nächsten Wartung der Wasseraufbereitung den Wartungsmonteur an. Er kann Ihnen die Grenzwerte, die für Ihre Anlage gelten, nennen. Und er kann Ihnen auch Auskunft darüber erteilen, wann das letzte Mal die Werte für die automatische Abschlammung eingestellt bzw. kontrolliert wurden.

## 4.5 Einsparpotentiale durch Substitution

Bei der **Substitution** wird hochwertiges Trinkwasser durch **Regen- oder Brauchwasser** ersetzt. Dabei sinkt bei beiden Substitutionen der Bedarf an Trinkwasser. Bei Brauchwasseranlagen reduziert sich zusätzlich die Abwassermenge. Für alle Zwecke, die keine Trinkwasserqualität erfordern, kann prinzipiell auch Regen- oder Brauchwasser eingesetzt werden.

### 4.5.1 Regentonnen für die Freiflächenbewässerung

Der einfachste Fall ist die Bewässerung von Pflanzen. Hier kann ohne Probleme Regenwasser verwendet werden. Am einfachsten geschieht dies mit **Regentonnen**, die direkt an die Regenfalleitung angeschlossen werden. Mit einem Hahn oder einer kurzen Schlauchleitung kann die Regentonne geleert werden. Die eigentliche Bewässerung geschieht dann mit einer Gießkanne oder einer angeschlossenen Pumpe und Schlauch.

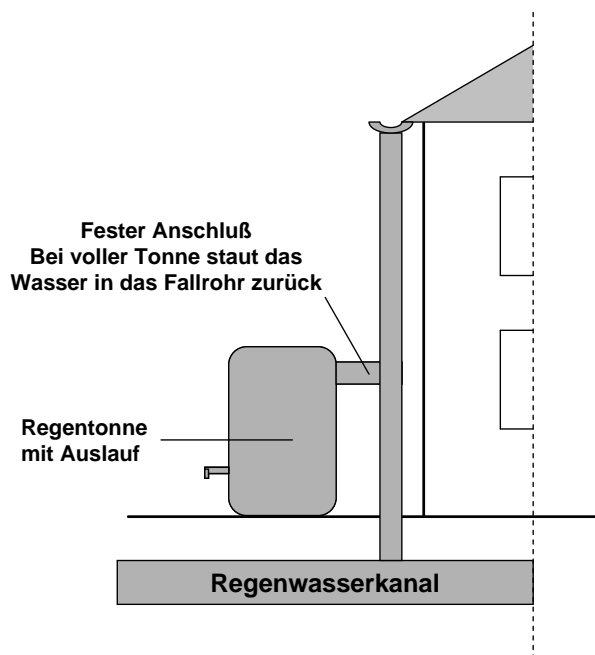


Abb. 4.6: Regenwassernutzung mit Regentonnen

Die notwendigen Teile sind in Baumärkten erhältlich; eine Anlage kann problemlos

selbst montiert werden. Man sollte aber darauf achten, dass der Sammler im Fallrohr so konstruiert ist, dass er gleichzeitig als Überlauf dient. Dadurch können Überschwemmungen in der Umgebung der Regentonnen vermieden werden.

Nachteile von Regentonnen sind ihre kleinen Speicherkapazitäten. In längeren Trockenperioden sind die Tonnen schnell leer, und es muss wieder mit Trinkwasser gegossen werden. Daher sind Regentonnen im Wesentlichen nur für die Bewässerung von kleineren Anpflanzungen oder Rasenflächen geeignet.

### 4.5.2 Regenwassernutzungsanlagen

Größere Anlagen können zum Beispiel zur Bewässerung größerer Außenflächen genutzt werden. Daneben bietet sich die Nutzung des Regenwassers in Gebäuden zu allen Zwecken an, bei denen kein Trinkwasser benötigt wird. Dies betrifft vor allem die **Toilettenspülung** und die Regenwassernutzung in **Waschmaschinen**.

Die Regenwasserspeicherung erfolgt bei größeren Anlagen in großen Tanks, die entweder im Gebäude aufgestellt oder außerhalb des Gebäudes in die Erde eingegraben werden. Die Größe dieser Zisternen hängt von der benötigten Brauchwassermenge und den Flächen ab, die daran angeschlossen werden.

#### Tipp:

Werden Gebäude von Öl- auf Gasheizung umgerüstet, so werden manchmal aus Kostengründen die alten Öltanks nicht demontiert. Diese Tanks könnten nach gründlicher Reinigung als Zisterne umgenutzt werden.

Überschlägig kann man die Zisterne nach der **5%-Regel** dimensionieren. Das bedeutet, dass die Größe der Zisterne ca. 5 % der jährlichen Brauchwassermenge entsprechen sollte. In einem Verwaltungsgebäude ergibt sich bei einem Brauchwasserbedarf von etwa 15 l je Mitarbeiter

und Tag ein spezifischer Speicherinhalt von rund 150 l pro Mitarbeiter.

Für die Berechnung des Regenwassergewinns muss die angeschlossene Auffangfläche mit der jährlichen Niederschlagsmenge und dem Abflussbeiwert multipliziert werden.

Die **Niederschlagsmenge** in Frankfurt a.M. beträgt **660 l pro m<sup>2</sup> und Jahr**, der **Abflussbeiwert** liegt zwischen **0,6** (Flachdach, Kies, Bitumen) und **0,75** (Satteldach, Ziegel).

Das gespeicherte Regenwasser wird mit einer Pumpe zu den einzelnen Verbrauchsstellen befördert. Dort ist dann nicht festzustellen, ob Regen- oder Trinkwasser genutzt wird. Daher ist bei Regenwasseranlagen ein Hinweis „kein Trinkwasser“ an allen betroffenen Zapfstellen anzubringen.

Als Voraussetzung muss ein separates Leitungsnetz zu Toiletten, Urinalen, Waschmaschinen und Zapfstellen der Außenbewässerung verlegt sein. Bei der Mehrzahl an Gebäuden wird dies nicht der Fall sein. Ein separates Netz müsste daher

**Regenwasseranlage mit Außenspeicher**

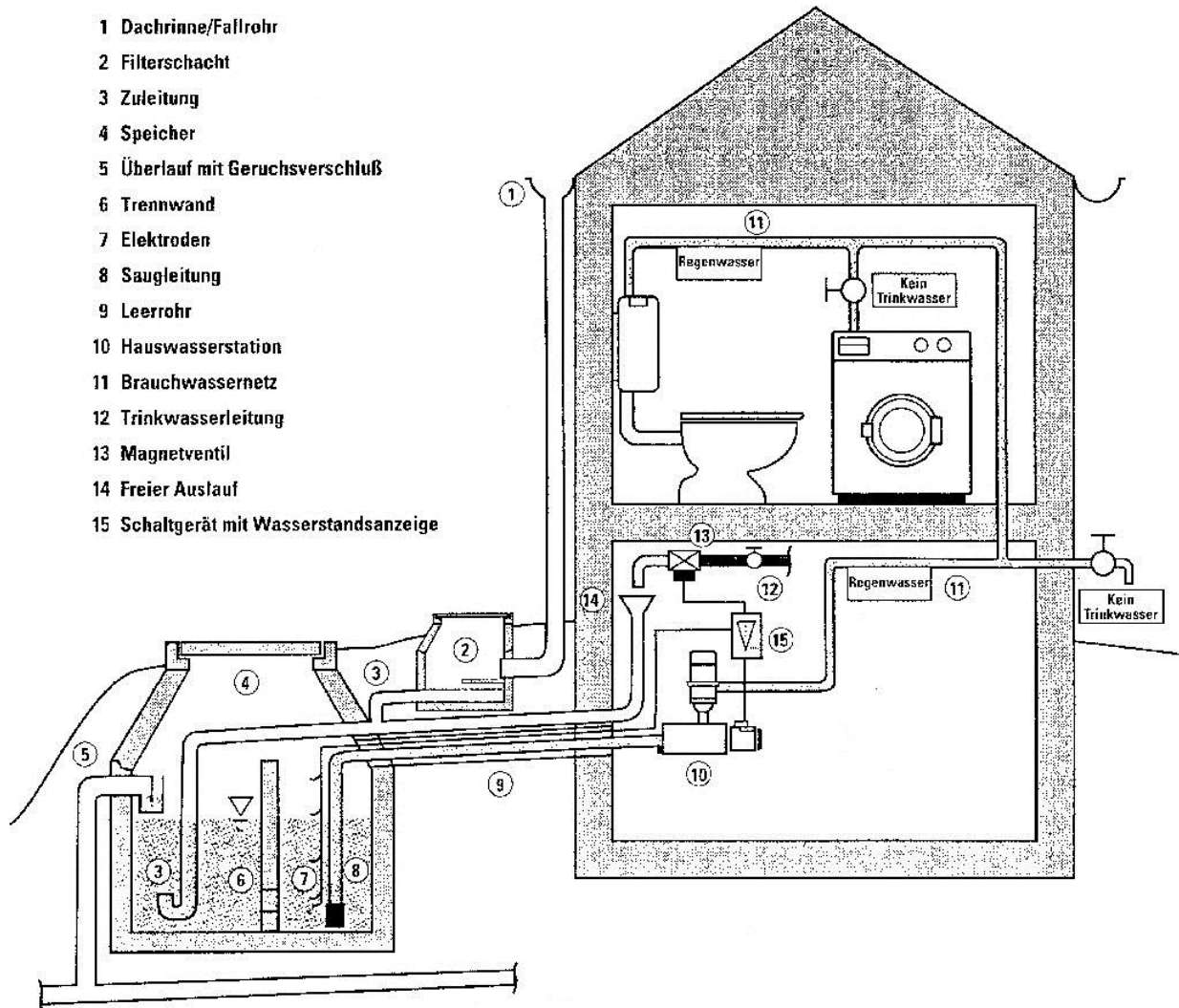


Abb. 4.7: Prinzip einer Regenwassernutzungsanlage [Hessisches Ministerium. für Umwelt]



nachgerüstet werden. Ob sich diese Nachrüstung lohnt, ist von den örtlichen Gegebenheiten abhängig und muss in eine Wirtschaftlichkeitsberechnung überprüft werden (vgl. Kap. 4.6).

**Tipp:**

Schauen Sie in Ihrem Gebäude nach, ob es leicht möglich ist, einzelne Stränge zu Toiletten oder Urinalen von der übrigen Installation zu trennen. In diesem Fall könnte eine Regenwassernutzung wirtschaftlich sein.

Ziel ist es, mit einer Regenwassernutzungsanlage den Trinkwasserverbrauch und die Wasserkosten zu senken. Ein häufiger positiver Nebeneffekt ist, dass die Kanalabgabe, die normalerweise über den Wasserbezug berechnet wird, ebenfalls entfällt. Für das genutzte Regenwasser fallen deswegen keine Kanalabgaben an, obwohl das Wasser verschmutzt in den Kanal geleitet wird.

In einigen Städten müssen Regenwassernutzungsanlagen allerdings mit einer Wasseruhr ausgerüstet werden, damit die Kanalabgabe korrekt berechnet werden kann.

#### 4.5.3 Brauchwassernutzung

Ähnlich wie bei der Regenwassernutzung wird bei der Brauchwassernutzung Trinkwasser ersetzt, wo es nicht unbedingt in dieser Qualität benötigt wird. Die Anlagentechnik mit Rohrnetz und Tank ist daher nahezu gleich.

Der Unterschied liegt in der Art des Wassers. Wie der Name schon sagt, ist Brauchwasser schon einmal gebraucht worden. Wenn es bei dieser Benutzung nur wenig verschmutzt worden ist, kann es beispielsweise für die Toilettenspülung durchaus noch verwendet werden.

Hier bietet sich vor allem die Nutzung von Wasser aus **Überlaufvorgängen** an. In der Gastronomie müssen Gläserspülbecken aus hygienischen Gründen ständig mit einer

bestimmten Menge Wasser durchspült werden. Dieses Wasser läuft praktisch ungenutzt in den Kanal. Ein weiteres Beispiel sind Tauchbecken in Saunen, die ebenfalls ständig durchspült werden müssen.

Das Brauchwasser wird, wie das Regenwasser, in einem Tank gespeichert. Da Brauchwasserspeicherung und Entnahme aus dem Speicher nicht von der Witterung abhängig sind, kann der Speicher deutlich kleiner ausgelegt werden.

Zu den einzelnen Verbrauchsstellen muss wieder ein separates Rohrnetz gelegt werden. Auch hier ist an den Zapfstellen jeweils ein Hinweis „kein Trinkwasser“ anzubringen.

Ohne weitere Wasseraufbereitung scheidet eine Nutzung des Brauchwassers für die Waschmaschine oder die Freiflächenbewässerung in der Regel wegen möglicher Rückstände aus.

Der Vorteil gegenüber der Regenwassernutzung liegt darin, dass bei der Brauchwassernutzung, zusätzlich zur bezogenen Frischwassermenge, auch die eingeleitete Abwassermenge reduziert wird. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung kann die vermiedene Kanalabgabe daher in jedem Fall berücksichtigt werden.

Die Brauchwassernutzung ist aus diesem Grund die effizientere Lösung hinsichtlich der Nutzung von Ressourcen.

In manchen Stadtgebieten bietet die Mainova die Versorgung mit Brauchwasser aus einem separaten Brauchwassernetz an. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um bereits benutztes Wasser. Hier wird Uferfiltrat oder Mainwasser eingesetzt, das weniger aufwendig aufbereitet wird als Trinkwasser.

#### 4.6 Trinkwasserhygiene und Legionellen

Legionellen sind Bakterien, die natürlicherweise im Süßwasser vorkommen und sich in Warmwasserleitungen vermehren können. Die Gefahr einer Legionellen-Erkrankung

entsteht durch das Einatmen feinsten Wassertröpfchen, die z.B. in Duschen entstehen. Dadurch gelangen die Bakterien in die Lunge und können dort zu Entzündungen führen. Eine Infektion durch Trinken kann ausgeschlossen werden.

Sparmaßnahmen können auch eine Auswirkung auf die Wasserqualität haben, wenn beispielsweise die vorgeschriebene Mindesttemperatur von 60 Grad von Warmwasserspeichern unterschritten wird oder Spülintervalle nicht eingehalten werden. Die Verunreinigung des Wassers entsteht oft durch Nichtnutzung der Entnahmestellen. Deshalb werden vermehrt (automatisierte) Spüleinrichtungen installiert, um die Qualität des Warm- und Kaltwasser zu gewährleisten.

Neben der Stagnation des Trinkwassers, spielt auch die Temperatur eine bedeutende Rolle bei der Vermehrung von Legionellen. Deswegen sind folgende Vorgaben einzuhalten:

**Die Warmwassertemperatur im Speicher soll auf 60 °C eingestellt werden.  
Warmwasserzirkulationspumpen sind im Dauerbetrieb zu halten.  
Die Zirkulationstemperatur soll 55 °C nicht unterschreiten.**

Bei Begehungen wurde festgestellt, dass diese Vorgaben z.B. in Schulturnhallen nicht immer eingehalten werden. Das führt – im Zusammenspiel mit der genannten Nichtnutzung – immer wieder zu teilweise hohen Belastungen durch Legionellen.

#### 4.7 Wirtschaftlichkeit investiver Maßnahmen

Nach den Einsparpotentialen, die mit einer optimierten Betriebsführung oder geringen Investitionen zu erreichen sind, wollen wir uns denen zuwenden, die größere Investitionen erfordern. Dabei zählen Brauchwasser- oder Regenwassernutzungsanlagen schon zu den größeren Investitionen.

Wir werden keine komplexen Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchführen, sondern nur abschätzen, ob eine Investition lohnend sein kann.

##### 4.7.1 Einbau von Spararmaturen (Arbeitsblatt 1)

Bei diesem Beispiel wollen wir uns mit der Nachrüstung von Sparperlatores beschäftigen. Zuerst messen wir den Durchfluss durch den vorhandenen Perlator. Danach bestimmen wir den Durchfluss nach Montage des Sparperlators.

Jetzt muss die Benutzungszeit und damit die jährliche Wassereinsparung bestimmt werden. Multipliziert mit dem Preis für Wasser und Abwasser ergibt sich dann die jährliche Einsparung an Wasserkosten.

Im Vergleich dazu muss noch die notwendige Investition ermittelt werden. Wenn der Austausch (Zeitbedarf ca. eine Minute) im Rahmen von normalen Wartungstätigkeiten oder Betriebsrundgängen erfolgen kann, muss nur der Preis für den Perlator berücksichtigt werden.

Anschließend bestimmt man die Kapitalkosten indem man die Investition durch die Lebensdauer dividiert.

Sind die Kapitalkosten kleiner als die Einsparung, lohnt sich der Austausch der Armaturen nicht nur aus ökologischen Gründen, sondern auch aus wirtschaftlichen.

##### 4.7.2 Einbau von neuen Spülkästen (Arbeitsblatt 2)

Bei diesem Beispiel müssen wir zuerst ermitteln, wie oft die Toiletten benutzt werden, die umgerüstet werden sollen. Mit der Spülmengendifferenz von altem zu neuem Spülkasten sowie der Benutzungshäufigkeit können wir dann die jährliche Wassereinsparung berechnen. Multipliziert mit dem Preis für Wasser und Abwasser ergibt sich die jährliche Einsparung an Wasserkosten.

Danach muss noch die notwendige Investition ermittelt werden. Dabei ist neben dem Material auch die Montage zu berücksichtigen, da bei diesem Beispiel eine Montage nicht im Rahmen von Wartungstätigkeiten durchgeführt werden kann.

Anschließend bestimmt man die Kapitalkosten indem man die Investition durch die Lebensdauer dividiert.

Wenn die Kapitalkosten kleiner als die jährlich eingesparten Wasserkosten sind, sollten die Spülkästen ausgetauscht werden.

### 4.7.3 Einbau einer Regenwasser-nutzungsanlage (Arbeitsblatt 3)

Um die Wirtschaftlichkeit abzuschätzen, benötigen wir die Fläche, die an die Anlage angeschlossen werden soll. Zusammen mit der durchschnittlichen Niederschlagsmenge (Wetterstation) kann damit die maximale Regenwassermenge berechnet werden, die mit der Anlage gespeichert werden könnte. Zum Vergleich ist zu ermitteln, wie viel Regenwasser im Gebäude genutzt werden kann. Das heißt, die Einsatzmöglichkeiten müssen eruiert werden.

Zur Berechnung der eingesparten Trinkwassermenge wird anschließend mit dem kleineren der beiden Werte gerechnet.

Um die Investition abzuschätzen, sollten Sie sich ein Richtpreisangebot einholen, das die meisten Herstellerfirmen unverbindlich und kostenlos erstellen. Zusätzlich werden noch die Investitionen für das Leitungsnetz benötigt.

Anschließend bestimmt man die Kapitalkosten indem man die Investition durch die Lebensdauer dividiert.

Die eingesparten Wasserkosten sollten einmal mit und einmal ohne Berücksichtigung der Gebühr für die Kanaleinleitung berechnet werden. Liegen die Kapitalkosten unter den eingesparten Wasserkosten ohne Gebühr für die Kanaleinleitung, sollte die Regenwassernutzung

auf jeden Fall installiert werden. Rechnet sich die Maßnahme nur bei Berücksichtigung der Gebühr für die Kanaleinleitung, ist im Einzelfall zu entscheiden, ob die Maßnahme umgesetzt werden soll.

## Arbeitsblatt 1: Einbau von Spararmaturen

### Vorhandene Perlatoren:

Durchfluss: ..... l/min

### Neue Perlatoren:

Durchfluss: ..... l/min

### Einsparpotential:

Anzahl der Gebäudenutzer: ..... Pers.

Anzahl der Nutzungstage: ..... d/a

Anzahl der Nutzungen je Person und Jahr: ..... 1 / Pers. x a

Dauer einer Nutzung: ..... min.

Wasserverbrauch alt =  
 (Durchfluss alt x Anzahl Nutzung x Dauer Nutzung x Personen) = ..... l/a

Wasserverbrauch neu =  
 (Durchfluss neu x Anzahl Nutzung x Dauer Nutzung x Personen) = ..... l/a

Wassereinsparung = Wasserverbrauch alt - Wasserverbrauch neu = ..... l/a

### Jährliche Wasserkosteneinsparung:

Frischwasserpreis: ..... €/m<sup>3</sup>

Kanaleinleitung: ..... €/m<sup>3</sup>

Gesamtpreis: ..... €/m<sup>3</sup>

Jährliche Wasserkosteneinsparung =  
 (Gesamtpreis x Wassereinsparung) = ..... €/a

### Investition:

Investitionen: Preis/Perlator x Anzahl Perlatoren: ..... €

(z.B. aus Angebot Installateur, incl. Montage)

### Jährliche Kapitalkosten:

Investition / Lebensdauer = ..... €/a

Lebensdauer: 5 Jahre

### Wirtschaftlichkeit:

$$\frac{\text{Jährliche Wasserkosteneinsparung}}{\text{Jährliche Kapitalkosten}} = \dots\dots\dots$$

**Bei einem Ergebnis > 1, ist der Einbau von Sparperlatoren wirtschaftlich.**

## Arbeitsblatt 2: Einbau neuer Spülkästen

### Vorhandene Spülkästen:

Spülmenge: .....

### Neue Spülkästen:

Spülmenge: .....

### Einsparpotential:

Anzahl der Gebäudenutzer: ..... Pers.

Anzahl der Nutzungen je Person und Tag: ..... 1/Pers. x Tag

Anzahl der Nutzungstage: ..... d/a

Wasserverbrauch alt =  
 (Spülmenge alt x Personen x Anzahl Nutzung x Nutzungstage) = ..... l/a

Wasserverbrauch neu =  
 (Spülmenge neu x Personen x Anzahl Nutzung x Nutzungstage) = ..... l/a

Wassereinsparung = Wasserverbrauch alt - Wasserverbrauch neu = ..... l/a

### Jährliche Wasserkosteneinsparung:

Frischwasserpreis: ..... €/m<sup>3</sup>

Kanaleinleitung: ..... €/m<sup>3</sup>

Gesamtpreis: ..... €/m<sup>3</sup>

Jährliche Wasserkosteneinsparung =  
 (Gesamtpreis x Wassereinsparung) = ..... €/a

### Investition:

Investitionen: Preis/ Spülkasten x Anzahl Spülkästen: ..... €

(z.B. aus Angebot Installateur, incl. Montage)

### Jährliche Kapitalkosten:

Investition / Lebensdauer = ..... €/a

Lebensdauer: 15 Jahre

### Wirtschaftlichkeit:

$$\frac{\text{Jährliche Wasserkosteneinsparung}}{\text{Jährliche Kapitalkosten}} = \dots\dots\dots$$

Bei einem Ergebnis > 1, ist der von Einbau von neuen Spülkästen wirtschaftlich.

### Arbeitsblatt 3: Einbau einer Regenwassernutzungsanlage

Anschließbare Dachfläche: ..... m<sup>2</sup>

Niederschlagsmenge (Frankfurt 655 l/m<sup>2</sup> x a) ..... l/(m<sup>2</sup> x a)

Regenwasserertrag =

(Dachfläche x Niederschlagsmenge x Abflussbeiwert): ..... l/a

Abflussbeiwerte verschiedener Dachbedeckungen : Schiefer / Ziegel 0,75; Kies 0,60; Gründach 0,40

#### Nutzungspotential:

Anzahl der Gebäudenutzer: ..... Pers.

Brauchwasserverbrauch/Person: ..... l/Pers. x Tag

Brauchwasserverbrauch =

(Brauchwasserverbrauch/Person x Personen x Arbeitstage) = ..... l/a

#### Jährliche Wassereinsparung:

Wenn Regenwasserertrag > Brauchwasserverbrauch = Brauchwasserverbrauch

Wenn Regenwasserertrag < Brauchwasserverbrauch = Regenwasserertrag

#### Jährliche Wasserkosteneinsparung:

Frischwasserpreis: ..... €/m<sup>3</sup>

Kanaleinleitung: ..... €/m<sup>3</sup>

Gesamtpreis: ..... €/m<sup>3</sup>

Wasserkosteneinsparung = (Frischwasserpreis x Wassereinsparung) = ..... €/a  
(Kanaleinleitung nicht berücksichtigt)

Wasserkosteneinsparung = (Gesamtpreis x Wassereinsparung) = ..... €/a  
(Kanaleinleitung berücksichtigt)

#### Investition:

Investitionen: ..... €  
(z.B. aus Richtpreisangebot Hersteller, incl. Montage)

#### Jährliche Kapitalkosten:

Investition / Lebensdauer = . ..... €/a  
Lebensdauer: 20 Jahre

#### Wirtschaftlichkeit:

$$\frac{\text{Jährliche Wasserkosteneinsparung}}{\text{Jährliche Kapitalkosten}} = \dots\dots\dots$$

**Wenn nur der Frischwasserpreis berücksichtigt wurde und das Ergebnis > 1 ist, kann eine Regenwassernutzung wirtschaftlich umgesetzt werden.**

**Wenn das Ergebnis erst bei Berücksichtigung des Abwasserpreises > 1 wird, sollte genauer geprüft werden.**

## Anhang

# Zählerschema Wasser

Valentin-Senger-Schule Valentin-Senger-Straße 9

Schema Messkonzept WASSER

