

## **Trinkwasser-Einsparung in privaten Haushalten**

### **Modellprojekt Frankfurt - Zeilsheim**

*Georg Cichorowski, COOPERATIVE Darmstadt, Kurt Schreiber, Stadtwerke Frankfurt*

*Veröffentlicht in: gwf Heft 11/98*

#### **Zusammenfassung**

Im Rahmen der Umsetzung des Konzepts zur Rationellen Wasserverwendung in Frankfurt am Main wurde von den Stadtwerken Frankfurt ein Modellvorhaben durchgeführt, in dem die Wohnungen eines Stadtteils (ca. 4.000) flächendeckend mit wassersparenden Armaturteilen ausgestattet wurde. Ziel war es, Hinweise auf den aktuellen Zustand der Sanitärausstattung in Wohnungen zu erhalten, Vorgehensweisen für eine beschleunigte Einführung wassersparender Sanitärtechnik zu entwickeln und eine spürbare Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs in Frankfurt zu erreichen. Es hat sich gezeigt, daß bereits ein nennenswerter Anteil an wassersparender Armaturen vorhanden ist; dennoch können mit solchen Aktionen Sparpotentiale in Höhe von 10% des Gesamtverbrauchs realisiert werden. Kostenvergleiche lassen die Grenzen der Wirtschaftlichkeit für Umrüstungsmaßnahmen im Wohnungsbestand deutlich werden.

#### **Abstract**

Within the broader program on „efficient water utilization“ in the city of Frankfurt/Main Germany, Frankfurt´s city works carried out a pilot project which supplied all 4,000 apartments of a district with water saving fittings. The objective of the project was to reveal the current state of fittings in private households, to develop a smooth and fast introduction of water saving applications, and, finally, to reduce the overall consumption of potable water in Frankfurt. A significant number of water saving fittings in specific uses was already installed. Nonetheless, the project brought a water saving of about 10% and besides revealed which parts of the technical options are economically feasible.

## 1. Rationelle Wasserverwendung in Frankfurt am Main

Frankfurt am Main ist eine von vielen Großstädten, die ihren Trinkwasserbedarf nicht vollständig aus eigenen Ressourcen decken können. Schon 1873 baute die Stadt eine erste Fernleitung in das Vogelsberggebiet, durch die Quellwasser in die Stadt geleitet wurde. Heute kommen  $\frac{3}{4}$  des in der Stadt und den mitversorgten Randgemeinden benötigten Trinkwassers aus dem Hessischen Ried und dem Vogelsberg.

Angesichts eines deutlichen Rückgangs nutzbarer Grundwassermengen innerhalb der Stadtgrenzen und prognostizierter Steigerungen des Trinkwasserbedarfs standen Ende der 80er Jahre für die Stadtwerke Frankfurt Maßnahmen zur langfristigen Sicherstellung der Versorgung an. Anstatt einer umstrittenen Erweiterung der Fördergebiete im Vogelsberg wurde 1991 ein Konzept zur Rationellen Wasserverwendung [1] entwickelt, das u.a. eine Senkung des Bedarfs um 20% bis zum Jahr 2000 anstrebt. Bis Ende 1996 ging der Trinkwasserverbrauch in Frankfurt am Main tatsächlich bereits um 17% zurück, wobei fast die Hälfte des Rückganges auf technische Maßnahmen zur Rationellen Wasserverwendung und eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit zurückzuführen ist [2].

Das größte Einsparpotential von Trinkwasser ist bei den privaten Haushalten vorhanden; durch technische Neuerungen ist es möglich, denselben Wasser-Nutzen mit einem geringeren Einsatz von Wasser zu erreichen (ohne Komfortverlust und ohne die Verbrauchsgewohnheiten deutlich zu verändern). Die Realisierung dieses Potentials ist jedoch angesichts einer Vielzahl von Akteuren (in Frankfurt gibt es etwa 650.000 Einwohner in 320.000 Wohnungen) eine komplexe Aufgabe.

In Hamburg hatte man mit Aktionen zur Einführung der Wasserspar-Technik Mitte der 80er Jahre Verbrauchsreduzierungen zwischen 10 und 30% erreicht [3]. Da wassersparende Armaturen und Geräte bereits seit über 10 Jahren auf dem Markt sind, war die Frage, wie schnell ihre Einführung in die Haushalte vollzogen wurde, zumal es sich meistens um langlebige Güter handelt und viele Haushalte (Geschoßwohnungsbau ohne verbrauchsbezogene Abrechnung) zu Umrüstungen nur schwer zu motivieren sind. Wassersparende Wasch- und Spülmaschinen werden bereits seit 20 Jahren entwickelt (seinerzeit aus Energiespargründen); ihre Einführung ist entsprechend weit fortgeschritten [4].

## 2. Konzeption des Modellprojekts

Vor diesem Hintergrund starteten die Stadtwerke Frankfurt ein Modellvorhaben, in dem durch die Umrüstung einer größeren Anzahl von Wohnungen Erfahrungen für die Möglichkeiten der beschleunigten Einführung der Wassersparteknik gewonnen werden sollten. In diesem Projekt wurden im Jahr 1996 alle Haushalte des Frankfurter Stadtteils Zeilsheim mit Wasserspar-Technik ausgestattet. Die Aktion wurde von den Stadtwerken Frankfurt durchgeführt und aus Mitteln der Grundwasserabgabe bezuschußt; die Teilnahme war für die Einwohner Zeilsheims freiwillig und kostenlos.

Das Modellprojekt verfolgte zwei Ziele: Zum einen sollte eine weitere Reduzierung des Verbrauchs an wertvollem Trinkwasser erreicht werden, zum anderen sollte bezogen auf den **aktuellen Zustand** der Wohnungen geklärt werden,

- inwieweit die Wassersparteknik bereits in den Haushalten vorhanden ist,
- wieviel Einsparungen darüber hinaus erzielt werden können,
- mit welchem organisatorischen und finanziellen Aufwand Sparteknik und Wohnungswasserzähler im Wohnungsbestand nachgerüstet werden können und
- welche Vorgehensweise und welche Sparteknik dafür besonders geeignet ist.

Das Modellprojekt hatte zwei Teile: Im „**kleinen Wassersparpaket**“ wurden einfach zu montierende Teile wie Sparperlatoren, Duschköpfe und WC-Einhängegewichte von einer Vertriebsfirma eingebaut.

Im „**großen Paket**“ sind von einer Frankfurter Installationsfirma durch Einbau von Wohnungswasserzählern, Einhebelmischern, Sparduschen und den Austausch alter Toiletten-spülkästen die Bäder und Küchen auf einen spartechnisch optimalen Stand gebracht worden, soweit dies ohne Fremdfirmen möglich war.

In beiden Aktionen wurden die vorhandene Sanitärausstattung und die durchgeführten Maßnahmen vom Firmenpersonal in einem Erhebungsbogen erfaßt.

### 3. Das „kleine Wasser-Sparpaket Zeilsheim“

Zeilsheim ist ein Stadtteil im äußersten Westen Frankfurts mit gut 11.500 Einwohnern; außerhalb des alten Dorfkerns befinden sich fast ausschließlich Wohnungen, die überwiegend von Wohnungsbaugesellschaften in den Gründerjahren bzw. in den 60er und 70er Jahren erbaut wurden. Etwa 32% der Wohnungen befinden sich in Ein- und Zweifamilienhäusern; die Sanitärausstattung ist als knapp durchschnittlich zu bezeichnen. Die für Wasser-Sparmaßnahmen relevanten Ausstattungskriterien sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1:** Vorhandene Sanitärausstattung in Frankfurt-Zeilsheim

|                               |     | Gesamt | 1, 2-Familien-<br>häuser | Mehrfamilien-<br>häuser |
|-------------------------------|-----|--------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Wohnungen</b>              | [-] | 3.957  | 1.300                    | 2.657                   |
| <b>Waschtische</b>            | [-] | 5.647  | 2.483                    | 3.164                   |
| Anzahl je Wohnung             | [-] | 1,4    | 1,9                      | 1,2                     |
| Kein Gewinde für Sprudler     | [%] | 5      | 3                        | 7                       |
| drucklose Warmwasserbereitung | [%] | 5      | 5                        | 5                       |
| <b>Dusche</b>                 | [-] | 4.604  | 1.823                    | 2.781                   |
| Anzahl je Wohnung             | [-] | 1,2    | 1,4                      | 1,0                     |
| ungeeigneter Anschluß         | [%] | 0      | 1                        | 0                       |
| drucklose Warmwasserbereitung | [%] | 2      | 3                        | 2                       |
| <b>Toilette (WC)</b>          |     | 4.951  | 2.033                    | 2.918                   |
| Anzahl WC je Wohnung          | [-] | 1,3    | 1,6                      | 1,1                     |
| Tiefspülkästen                | [%] | 86     | 89                       | 83                      |
| Hochspülkästen                | [%] | 12     | 7                        | 16                      |
| Stoptaste vorhanden           | [%] | 59     | 60                       | 58                      |
| 6-l-Volumen vorhanden         | [%] | 4      | 5                        | 3                       |
| nicht umrüstbare Spülkästen   | [%] | 9      | 7                        | 10                      |
| Schüssel ungeeignet           | [%] | 2      | 1                        | 3                       |
| <b>Küche</b>                  |     |        |                          |                         |
| Anzahl Spülen                 | [-] | 3.987  | 1.353                    | 2.634                   |
| kein Gewinde                  | [%] | 5      | 4                        | 5                       |
| drucklose Warmwasserbereitung | [%] | 14     | 18                       | 12                      |

Insgesamt wurden während des Modellvorhabens rd. 16.800 Teile eingebaut, das sind im Durchschnitt etwa 4 Teile je Wohnung. Im einzelnen wurden folgende Umrüstungen vorgenommen (Stückzahlen):

- Einbau von Durchflußkonstanthaltern in Waschtischen (Bad, Gäste-WC) 4.883
- Austausch von Handstabbrausen (Duschköpfen) 2.356

|   |       |
|---|-------|
| • Austausch von Druckschläuchen an Duschen              | 2.217 |
| • Einbau von Durchflußkonstanthaltern für Duschen       | 3.755 |
| • Einbau von Einhängengewichten in Toiletten-Spülkästen | 633   |
| • Einbau von Durchflußkonstanthaltern für Spülen        | 2.940 |

In etwa 10% der Verbrauchsstellen mußte die Umrüstung unterbleiben, weil die technischen Voraussetzungen nicht erfüllt waren (kein Gewinde am Auslauf, drucklose Warmwasserbereitung o.ä.). Darüber hinaus waren einzelne Veränderungen an Duschen, Küchenspülen oder WC-Spülungen seitens der Wohnungsinhaber unerwünscht. Obwohl die Aktion für die Bürger kostenlos war, verweigerten etwa 10% der besuchten Haushalte die Teilnahme.

Die eingebauten Artikel kosteten zwischen 11 und 28 DM/Stück (Netto-Listenpreise). In Wohnungen, in denen alle Verbrauchsstellen umgerüstet wurden, lagen die Gesamtkosten zwischen 90 und 155 DM. Im Durchschnitt lagen die Kosten bei 123 DM je umgerüsteter Wohnung.

Die Bestimmung der durch die Aktion erzielten **Trinkwassereinsparungen** erfolgte durch die Auswertung der einzelnen Wasserzähler. Etwa 55 % der Zähler wurden einzeln ausgewertet, der Rest hochgerechnet. Bei der Auswertung wurde ein Zeitraum von durchschnittlich 300 Tagen betrachtet.

Die Auswertung ergab, daß in den untersuchten Wohnungen durch den Einbau der wassersparenden Armaturenteile rd. 9% an Trinkwasser eingespart wurden; dabei lag die Einsparquote in Ein- und Zweifamilienhäusern bei über 11% und in Mehrfamilienhäusern bei gut 7% (s. Tabelle 2). Das Projekt bewirkt **jährlich eine Einsparung von ca. 40.000 m<sup>3</sup> Trinkwasser**.

**Tabelle 2:** Änderung des Wasserverbrauchs nach der Umrüstung

|                              |        | <b>Gesamt</b> | <b>1, 2-Familien-<br/>häuser <sup>1)</sup></b> | <b>Mehrfamilien-<br/>häuser <sup>1)</sup></b> |
|------------------------------|--------|---------------|--|---|
| Anzahl der Wohnungen         | [-]    | 5.305         | 1.004  | 2.046   |
| Bewohner je Wohnung          | [E/WE] | 2,2           | 2,7  | 2,2   |
| Trinkwasserverbrauch vorher  | [l/Ed] | 114           | 109  | 119   |
| Trinkwasserverbrauch nachher | [l/Ed] | 104           | 97   | 110   |
| Einsparung                   | [%]    | 8,9           | 11,2   | 7,3   |

<sup>1)</sup> Doppelnennungen kommen vor, wo 1-/2-FH und MFH an einem Zähler angeschlossen sind

#### 4. Das „große Wasser-Sparpaket Zeilsheim“

Im „großen Wassersparpaket Zeilsheim“ wurden 211 Wohnungen umgerüstet, die überwiegend in Mehrfamilienhäusern von Wohnungsbaugesellschaften liegen. Die Gebäude wurden so ausgewählt, daß alle Wohnungen mit Wasserzählern ausgestattet werden konnten (technische Voraussetzungen, Bereitschaft des Betreibers zur verbrauchsbezogenen Abrechnung).

Bei dieser Aktion kamen alle Arbeiten in Frage, die ein Installateur zur Optimierung des Wasserverbrauchs ausführen kann. Wenn Fremdarbeiten (Maurer, Maler, Fliesenleger) zur Durchführung notwendig gewesen wären, wurde die Umrüstung der betreffenden Verbrauchsstelle nicht durchgeführt.

Die Ausstattungsmerkmale wurden in einem Erhebungsbogen erfaßt; hervorzuheben ist:

1. Es waren keine **Wohnungswasserzähler** vorhanden.
2. Etwa 30% der **Waschtische** im Bad waren mit Kaltwasserhähnen ausgestattet, die in der Regel keine Durchflußbegrenzung aufwiesen. Knapp die Hälfte war mit Zweigriffarmaturen ausgestattet, Restriktionen für die Umrüstung (Warmwasserbereitung, hoher handwerklicher Aufwand) waren nur in geringem Maß (16%) gegeben.
3. Überwiegend (89%) sind die Bäder mit Wanne-/Dusch-Kombinationen ausgestattet. Etwa 2/3 der **Bade-/Duscheinrichtungen** waren mit Zweigriffarmaturen versehen. Hier traten für die Umrüstung nennenswerte Restriktionen (1/3) durch die Warmwasserbereitung auf.
4. Knapp 1/3 der **Toiletten** waren mit alten Hochspülkästen ausgerüstet. Fast 2/3 der WC´s hatten neuere Spülkästen mit Stoptaste und einstellbarer Füllmenge. Es traten keinerlei Restriktionen für die Umrüstung auf.
5. In den **Küchen** waren Einhebelmischer die Ausnahme. Allerdings traten hier bei über 2/3 der Fälle Restriktionen für die Umrüstung auf.

Die durchgeführten Arbeiten hatten folgenden Umfang:

1. Es wurden durchschnittlich 2,3 **Wasserzähler** je Wohneinheit eingebaut. Damit sind alle Verbrauchsstellen (WE, Waschküchen, Bewässerung) getrennt abrechenbar.
2. Etwa 80% der **Waschtische** wurden optimal ausgerüstet. Dazu waren in gut 1/3 der Fälle neue Armaturen notwendig, in 10% der Fälle mußte sogar das Waschbecken ausgetauscht werden; in etwa 1/3 der Fälle reichte der Austausch der Perlatoren.

3. Von den **Wanne-/Dusch-Armaturen** wurden 25% ausgetauscht, in 18% der Wohnungen wurden Durchflußbegrenzer bzw. Sparduschköpfe eingebaut. Der hohe Anteil an Restriktionen und die Ansprüche der Nutzer an alte Gewohnheiten bewirkten, daß in diesem Bereich die optimale Ausstattung nur in rd. 50% der Wohnungen erreicht wurde.
4. Die **Toiletten** sind komplett mit Stoptaste und einstellbarer Zulaufmenge ausgestattet. Dazu mußten in 36% der Fälle die Spülkästen ausgetauscht werden, in 15% zusätzlich die WC-Schüsseln. In etwa 2/3 der Fälle reichte die Einstellung der Füllmenge bzw. die Nachrüstung mit einer neuen Innengarnitur.
5. Nur in ¼ der **Küchen** konnten überhaupt Umrüstungen durchgeführt werden. In über 2/3 der Fälle verhinderten die genannten Restriktionen eine Maßnahme, der Rest war bereits zufriedenstellend ausgerüstet.

Darüber hinaus waren **Nebearbeiten** in der Hausinstallation in nennenswertem Umfang notwendig, um eine verbrauchsbezogene Abrechnung zu ermöglichen, u.a. Erneuerung von Steigleitungs-Oberteilen und Setzen von Absperrventilen (an die dann Ventilwasserzähler montiert wurden).

Insgesamt haben die Umrüstungen zum „Großen Wassersparpaket Frankfurt-Zeilsheim“ rund 250.000 DM gekostet. Über die Hälfte davon entfielen auf die Wohnungswasserzähler und ihre Installation. Rechnet man die Nebearbeiten an der Hausinstallation dazu, liegt der Anteil für die verbrauchsgerechte Abrechnung bei 2/3 der Gesamtkosten. Die Anteile für Waschtisch Bad, Dusche und WC liegen bei jeweils rd. 10% (s. Tabelle 3). Im Durchschnitt kosteten die Arbeiten 1.162 DM pro Wohneinheit.

Um einen Einblick in die Differenzen hinsichtlich der sanitären Ausstattungen und der damit verbundenen Umrüstungskosten zu erhalten, wurden 3 Gruppen von Mehrfamilienhäusern verschiedener Wohnungsbaugesellschaften und die umgerüsteten Einzelhäuser miteinander verglichen. Obwohl alle Gebäude in den 50er und 60er Jahren errichtet wurden, betragen die durchschnittlichen Umrüstungskosten in diesen Gruppen zwischen 700 und über 2.000 DM/WE. In einigen Wohnungen mußte ein höherer Aufwand für das gleiche technische Ergebnis getrieben werden, zusätzlich mußten bis zu 5 Wasserzähler je Wohneinheit gesetzt werden. In denselben Häusern traten außerdem noch häufiger Restriktionen durch die Art der Warmwasserbereitung auf.

**Tabelle 3:** Umrüstkosten für das „Große Sparpaket“

|                               | Anzahl<br>[-] | Kosten <sup>1)</sup> |                   |
|-------------------------------|---------------|----------------------|-------------------|
|                               |               | gesamt<br>[DM]       | Mittel<br>[DM/ST] |
| <b>1. Wasserzähler</b>        |               |                      |                   |
| 1.1 Wohnungs- WZ              | 283           | 80.401               | 284               |
| 1.2 Waschtisch - WZ           | 181           | 40.553               | 224               |
| 1.3 Dusche/Wanne-WZ           | 12            | 3.023                | 252               |
| 1.4 Zapfventil-WZ Wohnung     | 22            | 4.339                | 197               |
| 1.5 Zapfventil-WZ Keller      | 32            | 6.270                | 196               |
| <b>2. Waschtisch Bad</b>      |               |                      |                   |
| 2.1 Waschtisch                | 24            | 6.568                | 274               |
| 2.2 Einhebelmischer           | 41            | 9.854                | 240               |
| 2.3 Durchflußbegrenzer        | 83            | 1.518                | 18                |
| 2.4 Standventil               | 40            | 4.875                | 122               |
| <b>3. Dusche</b>              |               |                      |                   |
| 3.1 Duschkopf                 | 21            | 2.190                | 104               |
| 3.2 Durchflußbegrenzer        | 18            | 364                  | 20                |
| 3.3 Einhebelmischer           | 53            | 22.082               | 417               |
| <b>4. WC</b>                  |               |                      |                   |
| 4.1 WC-Schüssel               | 35            | 9.756                | 279               |
| 4.2 WC-Spülkasten             | 83            | 16.179               | 195               |
| 4.3 Spül-Innengarnitur        | 8             | 604                  | 76                |
| 4.4 Spülmenge einstellen      | 125           | 0                    | 0                 |
| <b>5. Küchenspüle</b>         |               |                      |                   |
| 5.1 Einhebelmischer           | 18            | 6.675                | 371               |
| 5.2 Durchflußbegrenzer        | 27            | 475                  | 18                |
| 5.3 Gerätezapfventil erneuern | 24            | 1.280                | 53                |
| <b>6. Nebenarbeiten</b>       | 211           | 28.151               | 133               |
| davon:                        |               |                      |                   |
| 6.1 UP-Ventile einbauen       | 14            | 8.001                | 571               |
| <b>Summe</b>                  | <b>211</b>    | <b>245.157</b>       | <b>1.162</b>      |

<sup>1)</sup> Kosten enthalten die Lieferung der Spartechnik, die Montage bzw. Demontage durch einen Installations-Fachbetrieb und die MWSt.

Nach der Umrüstung lag der Wasserverbrauch in den 211 Wohnungen, die mit dem „großen Paket“ ausgestattet wurden, um durchschnittlich 20% niedriger als im Jahr 1995; etwa 4.000 Kubikmeter Trinkwasser im Jahr werden jetzt eingespart. Die Verbrauchsreduktion liegt damit erwartungsgemäß deutlich höher als im „kleinen Paket“. Ein Vergleich der verschiedenen Häusertypen (s. Tabelle 4) zeigt, daß die Einsparungen sehr unterschiedlich ausfallen (zwischen 12 und 30 %).

**Tabelle 4:** Vergleich der Einsparungen zwischen den Häusertypen

|                        | Anzahl<br>WE<br>[-] | Wasser-<br>verbrauch<br>1995<br>[l/E*d] | Einsparung<br>[%] | Umrüstkosten    |                    |                      |
|------------------------|---------------------|---|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
|                        |                     |   |                   | Absolut<br>[DM] | Relativ<br>[DM/WE] | [DM/m <sup>3</sup> ] |
| Gruppe A               | 36                  | 137                                     | 12                | 24.948          | 693                | 67                   |
| Gruppe B               | 72                  | 146                                     | 19                | 74.232          | 1.031              | 57                   |
| Gruppe C <sup>1)</sup> | 93                  | 151                                     | 21                | 125.736         | 1.352              | 64                   |
| Einzelhäuser           | 10                  | 163                                     | 31                | 20.241          | 2.024              | 52                   |
| <b>Summe</b>           | <b>211</b>          | <b>148</b>                              | <b>19</b>         | <b>245.157</b>  | <b>1.162</b>       | <b>61</b>            |

<sup>1)</sup> In diesen Häusern verweigerte der Betreiber die Reduzierung der WC-Spülwassermenge auf 6 Liter, weil bereits vorher Probleme bei der Grundstücksentwässerung auftraten.

Der Vergleich von spezifischem Wasserverbrauch, Einsparquote und Umrüstungskosten läßt weitere interessante Rückschlüsse zu:

- **Die Einsparungen sind höher, je höher der vorherige spezifische Wasserverbrauch war.**
- **Die Umrüstungskosten sind höher, je höher der vorherige spezifische Wasserverbrauch war.**
- **Die relativen Umrüstungskosten (in DM je eingespartem Jahreskubikmeter) sind in den „teuersten“ Wohnungen (DM/WE) am niedrigsten (die Abweichung in Gruppe C ist geklärt).**
- **Die relativen Umrüstungskosten liegen mit gut 60 DM/m<sup>3</sup> im oberen Bereich der Wirtschaftlichkeit.**

## 5. Wirtschaftlichkeit von Umrüstungen

Für eine Übertragbarkeit der Ergebnisse von Aktionen, die für die Haushalte kostenlos waren, wurde untersucht, ob sich solche umfangreichen Umrüstungen auch für die Wassernutzer rechnen. Dazu wurde für 2-Personenhaushalte (im Modellprojekt 40%) ein jährlicher Wasserverbrauch von 45 m<sup>3</sup> pro Person und Jahr (123 Liter pro Tag) unterstellt und in Anlehnung an die Angaben des Bundesverbandes der deutschen Gas und Wasserwirtschaft (BGW) auf die einzelnen Verbrauchsstellen verteilt. Für eine durchschnittliche Lebenszeit (ohne Reparaturen) von 10 Jahren für die Armaturen sind Investitionen von maximal 1.274

DM wirtschaftlich. In dieser Höhe liegen auch die ermittelten Kosten im Durchschnitt des Modellvorhabens (incl. WWZ, s. Tabelle 3). Analog dazu beträgt die maximale Investition für Einpersonenhaushalte 637 DM und für 3-Personenhaushalte 1.911 DM. Tabelle 5 zeigt, daß der wirtschaftliche Aufwand bei den einzelnen Verbrauchsstellen stark differiert.

**Tabelle 5:** Wirtschaftlichkeit im 2-Personenhaushalt bei Frankfurter Wasserpreisen

| Verbrauchsstelle                      | Jahresverbrauch   |           |           | jährliche Einsparung |           |                      | max. Investition [DM] <sup>5)</sup> |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-------------------------------------|
|                                       | [%] <sup>1)</sup> | [m³/E]    | [m³/WE]   | [%]                  | [m³/a]    | [DM/a] <sup>4)</sup> |                                     |
| <b>1. Bad</b>                         |                   |           |           |                      |           |                      |                                     |
| 1.1 Waschtisch Bad                    | 6                 | 2,7       | 5,4       | 20                   | 1,1       | 10                   | 97                                  |
| 1.2 Badewanne <sup>2)</sup>           | 10                | 4,5       | 9,0       | 0                    | 0,0       | 0                    | 0                                   |
| 1.3 Dusche <sup>2)</sup>              | 20                | 9,0       | 18,0      | 25                   | 4,5       | 45                   | 450                                 |
| 1.4 WC                                | 32                | 14,4      | 28,8      | 30                   | 8,6       | 68                   | 678                                 |
| <b>2. Küche</b>                       |                   |           |           |                      |           |                      |                                     |
| 2.1 Küchenspüle                       | 6                 | 2,7       | 5,4       | 10                   | 0,5       | 5                    | 49                                  |
| 2.2 Spülmaschine <sup>3)</sup>        | 6                 | 2,7       | 5,4       | 0                    | 0,0       | 0                    | 0                                   |
| 2.3 Waschmaschine                     | 14                | 6,3       | 12,6      | 0                    | 0,0       | 0                    | 0                                   |
| <b>3. Sonstige</b>                    |                   |           |           |                      |           |                      |                                     |
| 3.1 Treppenhaus, Heizung, Bewässerung | 6                 | 2,7       | 5,4       | 0                    | 0,0       | 0                    | 0                                   |
| <b>4. Wohnungswasserzähler</b>        | 0                 | 0,0       | 0,0       | 0                    | 0,0       | 0                    | 0                                   |
| <b>Summen</b>                         | <b>100</b>        | <b>45</b> | <b>90</b> | <b>16</b>            | <b>15</b> | <b>127</b>           | <b>1.274</b>                        |

1) In Anlehnung an BGW 1996

2) In Unkenntnis des Verbrauchsverhaltens wird die Körperpflege 1/3 zu 2/3 aufgeteilt

3) Spülmaschine und/oder Füllvorgänge, die sich einer Einsparung entziehen

4) Ansätze: Kaltwasser: 7,85 DM/m³; Dusche 10,00 DM/m³; Waschtisch und Spüle: 9,00 DM/m³

5) Angesetzt wird eine durchschnittliche Lebensdauer (ohne Reparaturen) von 10 Jahren

## 6. Schlußfolgerungen

Wassersparende Armaturen haben erst zu 1/3 in Bad und Küche Eingang gefunden; ähnliche Schlüsse läßt auch der Vergleich des in Deutschland durchschnittlichen Trinkwasserverbrauchs in Haushalten von 132 l/E\*d [5] mit dem bei optimalen Verhältnissen zu erwartenden Verbrauch von 90 l/E\*d [1] bzw. 100 l/E\*d [6] zu. Die vollständige Einführung der Spararmaturen durch „natürliche“ Erneuerungsraten wird jedoch noch etwa 30 Jahre dauern. Durch eine beschleunigte Einführung (Umrüstungen) können sich Wohnungsinhaber finanzielle Vorteile sichern. Auch für Versorger ist ein beschleunigter Einbau von Wasserspar-technik vorteilhaft, wenn dadurch ein Beitrag zur mittelfristigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung geleistet wird.

Die „Binsenweisheit“, daß viel gespart werden kann, wo viel verbraucht wird, wurde im Modellprojekt bestätigt. In Haushalten mit einem spezifischen Verbrauch unter 130 l/E\*d sollten nur gezielte Umrüstungen vorgenommen werden.

Für den **Waschtisch im Bad** ist eine Durchflußbegrenzung auf 6 l/min empfehlenswert, wenn sie mittels Begrenzer bzw. Durchflußkonstanthalter erzielt werden kann. Der Austausch von Waschtischen oder Armaturen ist nicht wirtschaftlich. Allenfalls lohnt in 3-Personen-Haushalten der Ersatz alter Kaltwasserhähne ohne Perlator durch neue Kaltwasserhähne mit Durchflußbegrenzung.

Da in Mehrfamilienhäusern Kombinationen von Badewanne und **Dusche** sehr häufig sind, hängt die Wirtschaftlichkeit von Umrüstungen stark von den Nutzungsgewohnheiten ab. In jedem Fall lohnt die Begrenzung des Durchflusses durch Begrenzer bzw. einfache Sparduschköpfe. Bei überwiegender oder ausschließlicher Nutzung der Dusche können sogar die Kosten für einen Einhebelmischer abgedeckt werden; der Hauptanteil der Einsparungen wird jedoch durch die Durchfluß-Begrenzung erzielt.

Bei der **WC-Spülung** lassen sich die größten Einsparungen erzielen. Daher sind hier fast alle Maßnahmen sinnvoll; neben den preiswerten Einhängengewichten (die unter Fachleuten umstritten sind und im „großen Wassersparpaket“ nicht zum Einsatz kamen) ist auch die Nachrüstung von Spülstop und neuer Füllmechanik wirtschaftlich. Sollte eine entsprechende Nachrüstung nicht möglich sein, rechnet sich auch der Ersatz von Hoch- oder alten Tiefspülkästen. In jedem Fall ist bei Aktionen große Aufmerksamkeit darauf zu richten, daß eine Einstellung der Füllmenge durchgeführt wird; im Modellprojekt war dies in fast 60% der Toiletten möglich.

Für die **Küchenspüle** kommen allenfalls Durchflußbegrenzer (7-8 l/min) oder zweistufige Schwenkbrausen (6 bzw. 8 l/min) in Frage. Die Nachrüstung mit Einhebelmischern oder gar der Austausch des Spültisches lohnen nicht.

Im Durchschnitt decken die erzielbaren Einsparungen auch die Kosten der Nachrüstung mit **Wohnungswasserzählern** ab. In Einpersonenhaushalten bleiben die erzielten Einsparungen jedoch i.d.R. unter den mittleren Kosten. Bereits in 5 Landeswassergesetzen werden die Versorger aufgefordert, auf eine verbrauchsbezogene Abrechnung bei den Endverbrauchern hinzuwirken; dies geschieht sowohl zur Motivation zum sparsamen Umgang mit Trinkwasser als auch im Sinn einer Verbesserung der Abrechnungsgerechtigkeit. In Hessen kann die

Einführung von Wohnungswasserzählern aus Mitteln der Grundwasserabgabe bezuschußt werden.

- [1] COOPERATIVE (1991): Konzept der Rationellen Wasserverwendung in Frankfurt am Main. Studie im Auftrag des Magistrats und der Stadtwerke Frankfurt.
- [2] Cichorowski, G. (1996): Rationelle Wasserverwendung in Frankfurt a.M. - Sicherstellung der Trinkwasserversorgung unter Beachtung ökologischer Erfordernisse in den Gewinnungsgebieten. In: Informationen zur Raumentwicklung, H. 4/5 1996, S. 231-239
- [3] Kirmse, R.; König, W. (1990): Wassersparen im Haushalt - das „kleine Wasser-Spar-Paket“. In: Fachliche Berichte der Hamburger Wasserwerke GmbH, H. 1 1990, S. 65-71
- [4] Roth, U. (1995): Der Einfluß moderner Haushaltsgeräte auf den Wasserverbrauch der Haushalte. In: Wasser und Boden, H. 10 1995, S. 58-62
- [5] BGW - Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (1996): Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung 1990 - 1995. Bonn
- [6] Heck, R. (1997): Können wir uns Wassersparen noch leisten? In: Dokumentation/Proceedings Wasser Berlin '97, S. 499-506

**Autoren:**

*Dr.-Ing. Georg Cichorowski*  
*COOPERATIVE, Infrastruktur und Umwelt*  
*64295 Darmstadt*  
*Heidelberger Landstr. 31*  
*Tel.: 06151-5390-14*

*Kurt Schreiber*  
*Stadtwerke Frankfurt am Main GmbH*  
*60311 Frankfurt a.M.*  
*Kurt-Schumacher-Str. 10*  
*Tel.: 069-213-26267*