

# Bestimmungsfaktoren für Wasserbedarfsprognosen

Ulrich Roth

**Schlagwörter:** Wasserversorgung, Wasserbedarf, Wassereinsparung, Trinkwasserbedarfsprognosen

Wasserbedarfsprognosen dienen als Grundlage für Planungen. Sie weisen längerfristige Rand- bzw. Mittelwerte des Wasserbedarfs aus. Da in Deutschland der überwiegende Teil des Trinkwasserverbrauchs auf Haushalte entfällt, ist es meist sinnvoll, den Wasserbedarf aus der Einwohnerzahl und dem Pro-Kopf-Bedarf zu ermitteln. Grundlage jeder Wasserbedarfsprognose ist deshalb eine Bevölkerungsprognose. Seit der Energiekrise 1973/74 sind in erheblichem Umfang Spar-effekte wirksam geworden. In den letzten Jahren ging der Wasserverbrauch auch infolge von Sonderentwicklungen zurück. Grundsätzlich ist damit zu rechnen, daß der Trinkwasserverbrauch auch weiterhin der Bevölkerungsentwicklung folgt – mit größeren Verbrauchssprüngen ist prinzipiell nicht zu rechnen.

Prognoses regarding water requirements are a basis for planning. They identify longer term marginal or average values of the water requirements. Since, in Germany, the greater portion of the drinking water consumption is of a domestic nature, it is usually of significance to calculate the water requirement according to population figures and per capita use. Since the energy crisis in 1973/74 the water use was economized. In recent years the water consumption has also been reduced as a result of exceptional developments. In principle it is to be expected that the drinking water requirements will continue to follow the populational development – there is no reason to expect greater changes.

## 1. Definitionen

Zweck und Inhalt einer Wasserbedarfsprognose werden u. a. durch Wassergesetze und DIN-Normen vorgegeben, z. B.:

- Hessisches Wassergesetz (HWG), § 54 (1): „Die Gemeinden haben in ihrem Gebiet die Bevölkerung und die gewerblichen und sonstigen Einrichtungen ausreichend mit Trink- und Brauchwasser zu versorgen.“
- DIN 4046 (Wasserversorgung – Begriffe): Wasserbedarf ist ein „Planungswert für das in einer bestimmten

Zeitspanne für die Wasserversorgung voraussichtlich benötigte Wasservolumen für den Ausbau der Wasserversorgungsanlage.“

Ein Wasserbedarfsnachweis auf Grundlage einer Wasserbedarfsprognose ist Bestandteil jedes Antrages auf eine wasserrechtliche Zulassung.

Gegenstand von Wasserbedarfsprognosen sind somit Planungswerte für den Wasserbedarf in einem bestimmten Zeitraum, wobei die Pflicht der Kommunen zur Sicherstellung der Wasserversorgung zu berücksichtigen ist. Wasserbedarfsprognosen weisen also längerfristige Rand- oder Mittelwerte aus, nicht konkrete Bedarfszahlen für bestimmte Zeitpunkte.

## 2. Struktur und Entwicklung des Wasserverbrauchs

Wesentlich für die Prognose des zukünftigen Wasserbedarfs ist die Beurteilung der bisherigen Verbrauchsentwicklung in den relevanten Verbrauchssektoren. Als Beispiel ist in den *Bildern 1* und *2* die Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs in Südhessen zwischen 1977 und 1995 und die Verbrauchsstruktur im Jahr 1995 dargestellt [1].

Fast 80% des Trinkwasserverbrauchs entfällt in Südhessen auf den Sektor „Haushalte und Kleingewerbe“. Dieser Verbrauchsanteil ist direkt von der Zahl der versorgten Einwohner abhängig, so daß es sinnvoll ist, ihn aus der Einwohnerzahl und dem Pro-Kopf-Verbrauch zu berechnen:

$$\text{Wasserverbrauch/-bedarf} = \text{Einwohnerzahl} \cdot \text{Pro-Kopf-Verbrauch/-Bedarf}$$

Die Verbrauchsanteile von „Industrie und Großgewerbe“, Öffentlichen Einrichtungen und Stationierungsstreitkräften (vielfach Großverbrauchern) sind in den großen Städten meist relativ hoch. Für diese Verbrauchsanteile sollten im allgemeinen gesonderte Prognosen aufgestellt werden, was allerdings voraussetzt, daß entsprechende Grundlagendaten vorliegen. Da der Anteil dieser Sektoren am Gesamtverbrauch meist gering ist und erhebliche Verbrauchsanteile auf die Trinkwasserversorgung des Personals entfallen, liegt die Einbeziehung der entsprechenden Verbrauchsanteile in den Pro-Kopf-Verbrauch nahe.

„Eigenbedarf und Verluste“ sind im allgemeinen mehr oder weniger proportional zur Wasserabgabe an Verbraucher. In Südhessen machten sie 1995 rund 8 % des Verbrauchs aus. Auch hier ist die Einbeziehung in den Pro-Kopf-Verbrauch sinnvoll, so daß die o. g. Gleichung auch für den Gesamtverbrauch bzw. -bedarf näherungsweise gültig ist.

## 3. Entwicklung der Einwohnerzahl

Grundlage jeder Wasserbedarfsprognose ist also eine Bevölkerungsprognose. Da wasserwirtschaftliche Planungen im allgemeinen erhebliche Zeiträume in Anspruch nehmen, sollten Wasserbedarfsprognosen Zeiträume von

Vortrag anlässlich des Informationstages „Wasser“ der BGW/DVGW-Landesgruppen Hessen am 9. Juli 1997 in Sulzbach am Taunus.

Dr.-Ing. Ulrich Roth, Beratender Ingenieur, Auf der Hardt 33, 56130 Bad Ems.

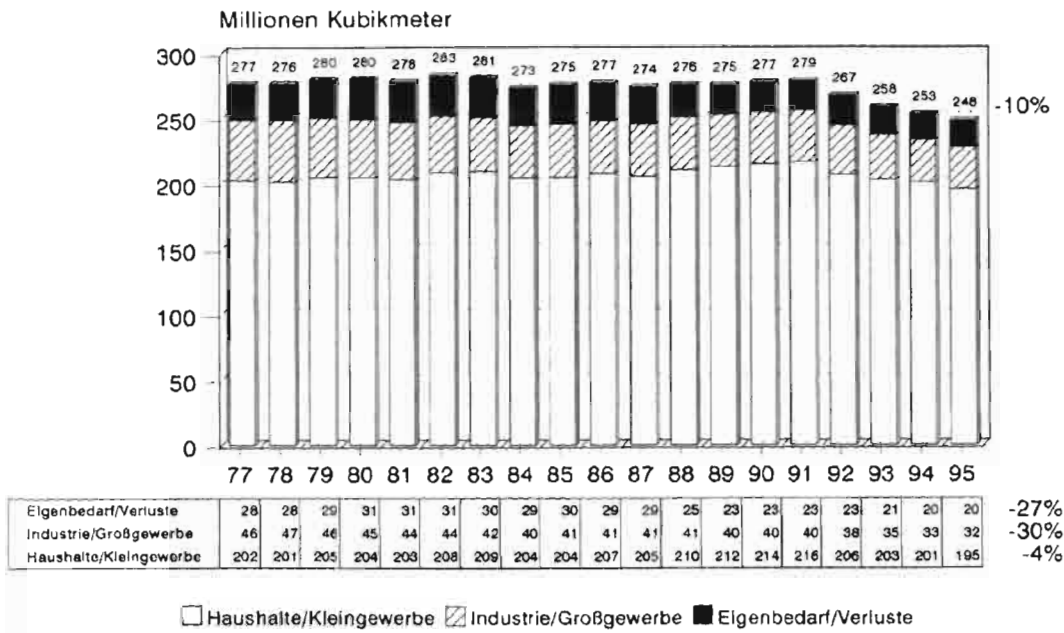


Bild 1. Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs in Südhessen, 1977 bis 1995.

etwa 20 Jahren abdecken. Die in Bild 3 dargestellte Bevölkerungsentwicklung in Südhessen seit 1960 [1] zeigt 4 Phasen:

- bis etwa 1973 eine deutliche Zunahme
- etwa 1973 bis 1987 Stagnation
- etwa 1987 bis 1993 deutliche Zunahme
- seit etwa 1993 erneut Stagnation.

Die Prognose des Hessischen Innenministeriums aus dem Jahr 1990 [2] wurde vor dem Eindruck des aktuellen Bevölkerungswachstums im Regionalen Raumordnungsplan 1993 [3] um eine Obere Variante ergänzt. Die jüngste Entwicklung deutet darauf hin, daß die Prognose aus dem Jahr 1990 evtl. doch zutreffender war. Die vorliegende Prognose bis zum Jahr 2010 umfaßt einen für wasserwirtschaftliche Belange relativ kurzen Zeitraum von derzeit nur noch 13 Jahren.

#### 4. Entwicklung des Wasserverbrauchs in den Verbrauchssektoren

In Bild 4 ist die Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs in Südhessen dargestellt, die weitgehend parallel zu der in

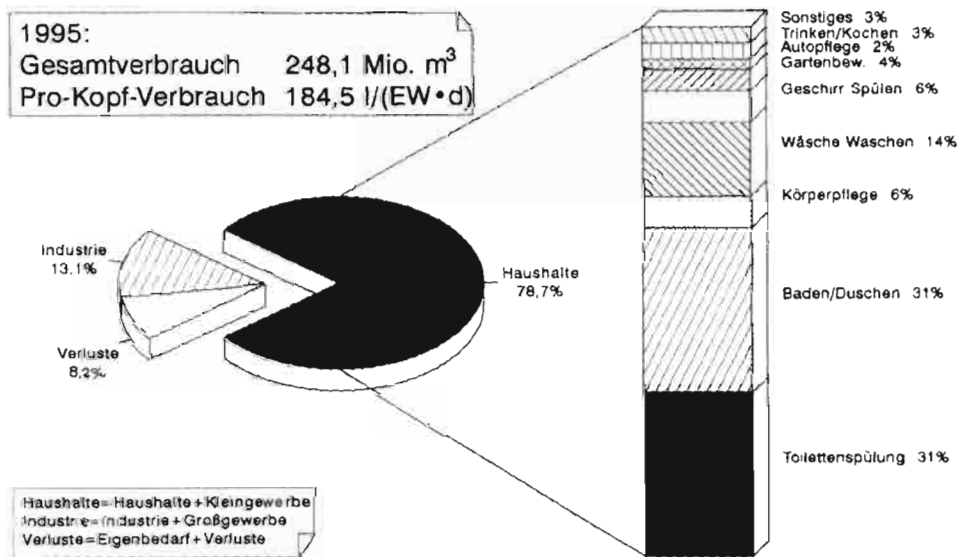


Bild 2. Struktur des Trinkwasserverbrauchs in Südhessen, 1995.

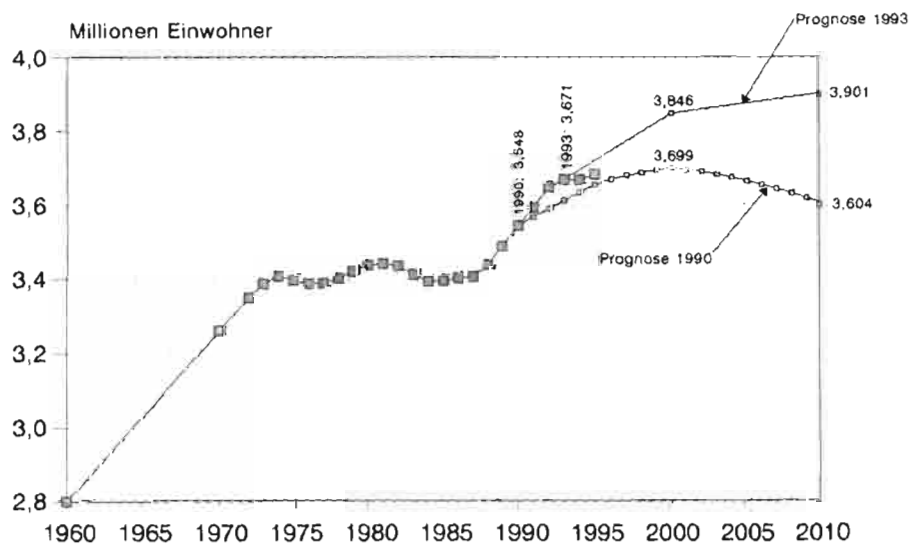


Bild 3. Bevölkerungsentwicklung in Südhessen 1960 bis 1995 und Prognose bis 2010.

Bild 1 dargestellten Entwicklung des Verbrauchs verläuft.

Der Gesamtverbrauch war in den Jahren 1977 bis 1991 lediglich Schwankungen unterworfen. 1991 bis 1995 war dann ein deutlicher Rückgang des Verbrauchs um 10% zu verzeichnen – infolge des Bevölkerungswachstums ging der Pro-Kopf-Verbrauch entsprechend stärker zurück.

In den Verbrauchssektoren war die Entwicklung unterschiedlich:

- Haushalte und Kleingewerbe: Rückgang um 4% seit 1991
- Industrie und Großgewerbe: Rückgang um 30% seit 1978
- Eigenbedarf und Verluste: Rückgang um 27% seit 1982.

Bei den diese Entwicklungen bestimmenden Einflußfaktoren sind zu unterscheiden:

1. Faktoren, die Verbrauchsschwankungen verursachen, v. a.
  - Klimaschwankungen (z. B. Trockenjahre 1976, 1991, Naßjahre 1981, 1987)
  - Konjunktur
2. Faktoren, die Verbrauchsänderungen verursachen, v. a.
  - Bevölkerungsentwicklung
  - Technische Entwicklung
  - Wirtschaftliche Entwicklung, Strukturwandel
  - Ansprüche an Komfort und Hygiene
  - Verbraucherverhalten
  - Lebensstandard, Wohnverhältnisse
  - Gesetzgebung (z. B. Abwasserabgabengesetz)
  - Normung (z. B. Toilettenspülung)
  - Äußere Einflüsse (z. B. Energiekrise 1973/74, Abzug von Stationierungstreitkräften ab 1990).

### 5. Wirksamwerden von Verbrauchsänderungen

Änderungen des Verbrauchs werden nach Eintreten des auslösenden Ereignisses (z. B. technische Neuerung oder Änderung einer DIN-Norm) im allgemeinen im Verlauf eines gewissen Zeitraumes wirksam (Bild 5).

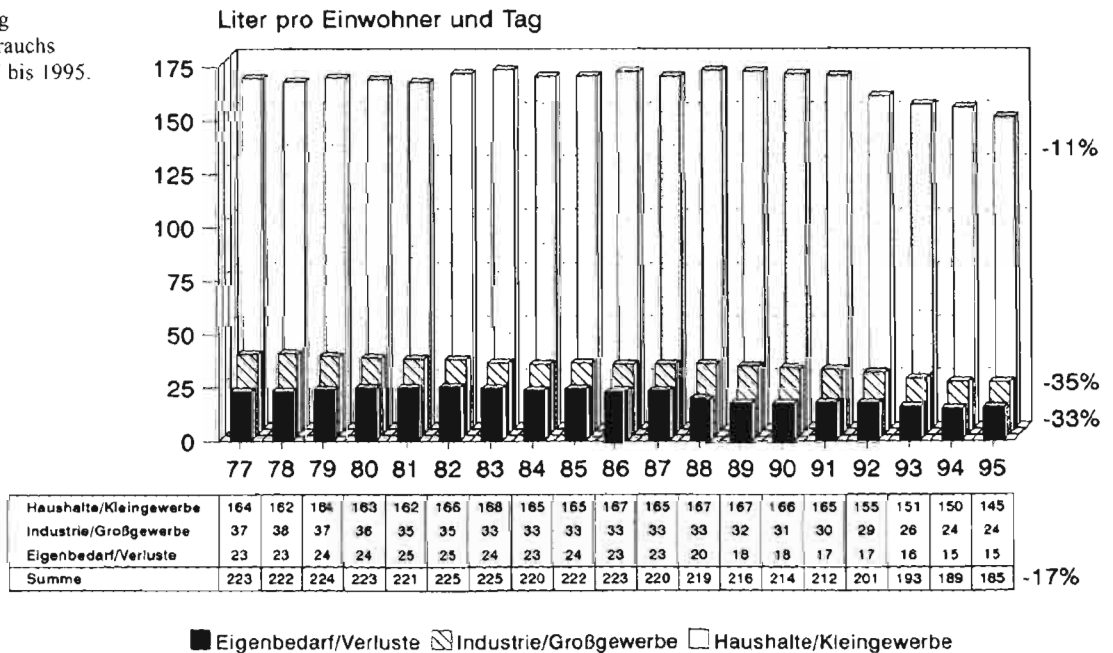
Die Energiekrise 1973/74 hat z. B. zu Energiesparmaßnahmen, u. a. auch bei Haushaltsgeräten, geführt. Da ein großer Teil der Energie in diesen Geräten für das Erwärmen von Wasser verwendet wird, mußte dazu der Wasserverbrauch der Geräte reduziert werden. Die Gesamteffekte betragen etwa 11 l/(EW · d) bei Wasch- und etwa 2,5 l/(EW · d) bei Spülmaschinen. Sie werden vollständig zwischen etwa 1980 und 2005 wirksam und sind derzeit bereits weitgehend umgesetzt [4]. Der überwiegende Teil der Einspareffekte entfiel etwa auf die Jahre 1985 bis 1995 (Beispiel Waschmaschinen: Bild 6).

Nach einer Änderung der betreffenden DIN-Norm werden seit etwa 1984 Toilettenspülungen hergestellt, die nicht mehr 9, sondern 6 Liter Wasser pro Spülgang verbrauchen. Dadurch ist ein Rückgang des entsprechenden Verbrauchsanteils um 1/3 zu erwarten. Da auf die Toilettenspülung ein Verbrauchsanteil von etwa 1/3 entfällt (Bild 2), beträgt der zu erwartende Rückgang etwa 1/9 (11%). Dieser Rückgang tritt über einen Zeitraum von etwa 30 bis 50 Jahren, also bis etwa 2035 ein.

### 6. Pro-Kopf-Verbrauch und Einsparpotentiale in den Haushalten

Nach Bild 2 entfällt je etwa 1/3 des Wasserverbrauchs in den Haushalten auf Toilettenspülung, Körperpflege und andere Zwecke. Auf den Sektor „Haushalte und Kleingewerbe“ entfallen etwa 145 l/(EW · d). Unter „Kleingewerbe“ werden im allgemeinen alle öffentlichen und

Bild 4. Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs in Südhessen, 1977 bis 1995.



gewerblichen Verbraucher erfasst, die nicht „Großverbraucher“ sind. Dieser Verbrauchsanteil ist statistisch kaum von dem der Haushalte zu trennen. In großen Städten ist der Kleingewerbe-Anteil meist höher als in ländlichen Kommunen, so daß die Gegenüberstellung von Zahlenwerten einzelner Kommunen oft irreführend ist.

Der Pro-Kopf-Verbrauch in den Haushalten wurde in Wiesbaden durch eine detaillierte Auswertung der Kundenkartei für 1995/96 zu 124 l/(EW · d) bestimmt (Gutachten, 1997), worin nur noch minimale Kleingewerbe-Anteile enthalten sein dürften. In Wohnvierteln unterschiedlicher Bau- und Sozialstruktur liegt der Pro-Kopf-Verbrauch meist zwischen 100 und 150 l/(EW · d).

Etwa zeitgleich ergab eine Untersuchung des Pro-Kopf-Verbrauchs ausgewählter Haushalte in Mannheim einen praktisch identischen Wert von 122 l/(EW · d) [5].

Diese aktuellen Ergebnisse stimmen überein mit einer Untersuchung auf der Grundlage von Angaben von Wohnungsverwaltungsunternehmen für die Jahre 1989 bis 1991 [6; 7]. Der Pro-Kopf-Verbrauch in den Haushalten ist demnach seit Jahren weitgehend unverändert. In einigen Kommunen wurde sogar eine Zunahme des Pro-Kopf-

Verbrauchs von „Haushalten und Kleingewerbe“ registriert. Verzeichnete Rückgänge wurden oft auf verstärkte Nutzung von Hausbrunnen (also unkontrollierte Grundwassernutzung) zurückgeführt.

Trotz der nachweislich eingetretenen Spareffekte durch wassersparende Toilettenspülungen und Haushaltsgeräte ist der Pro-Kopf-Verbrauch in den Haushalten also kaum rückläufig – die Spareffekte wurden durch gegenläufige Entwicklungen aufgezehrt [8; 9; 10]. Mehrverbrauch entsteht z.B. durch höhere Ansprüche an Komfort und Hygiene sowie durch den Trend zu kleinen Haushalten, der allein in den 80er Jahren eine Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs um etwa 3,5 l/(EW · d) verursacht hat [11].

Neben wassersparenden Toilettenspülungen und Haushaltsgeräten werden Spareffekte erwartet v.a. durch

- wassersparende Armaturen
- Wohnungswasserzähler
- Duschen statt Baden
- Regenwassernutzung.

Die jeweils erzielbaren Sparpotentiale sind zu relativieren am bisherigen Verbrauch und am relevanten Verbrauchsanteil. Im internationalen Vergleich ist der Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland niedrig, so daß weitere Sparpotentiale grundsätzlich nicht überschätzt werden dürfen. Die ökologische Gesamtbilanz sollte auch bei Wassersparmaßnahmen beachtet werden – also kein Wassersparen um jeden Preis [12; 13].

Zu wassersparenden Armaturen zählen z.B. Luftsprudler (Perlatoren). Sie reduzieren den Wasserverbrauch an offenen Zapfstellen, v.a. Waschbecken. Sie sind bereits seit den 60er Jahren Standard. Der relevante Verbrauchsanteil liegt gemäß Bild 2 unter 10%. Auch daran ist der heute noch verbleibende Spareffekt zu relativieren (vgl. [8]).

Wohnungswasserzähler können in größeren Wohnblocks (ab ca. 10 Wohnungen) das Verbraucherverhalten günstig beeinflussen [7]. Verbrauchsrückgänge um 10%, bei sehr großen Wohnblocks in Einzelfällen auch deutlich höher, sind dokumentiert. Die Spareffekte sind jedoch zu relativieren am Anteil größerer Wohnblocks am Gebäudebestand. In „Trabantenstädten“ sind sie relativ hoch, in ländlichen Kommunen gleich oder nahe Null.

Häufig wird empfohlen, zu Duschen anstatt zu Baden, um damit Wasser zu sparen. Gemäß Bild 7 ist der Wasserverbrauch bei einem Duschbad abhängig vom Wasserdurchsatz in Liter pro Minute und von der Dauer des Duschens in Minuten. Bei einer Standard-Dusche mit 12 l/min Wasserverbrauch entspricht der Wasserverbrauch

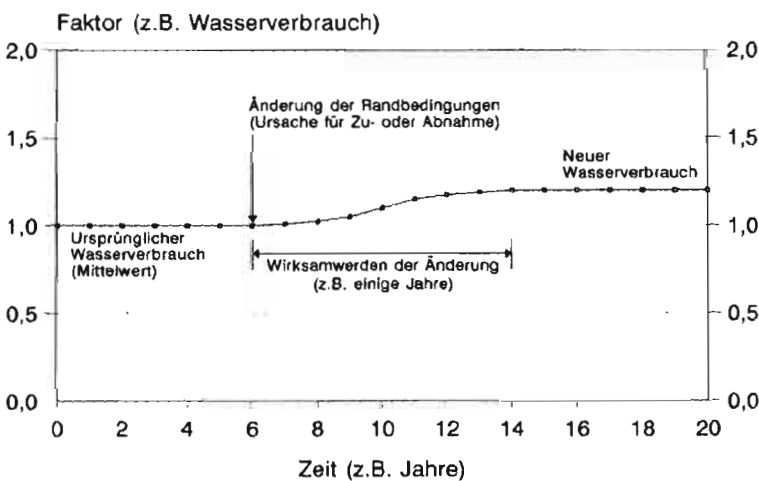


Bild 5. Entwicklungsfunktion.

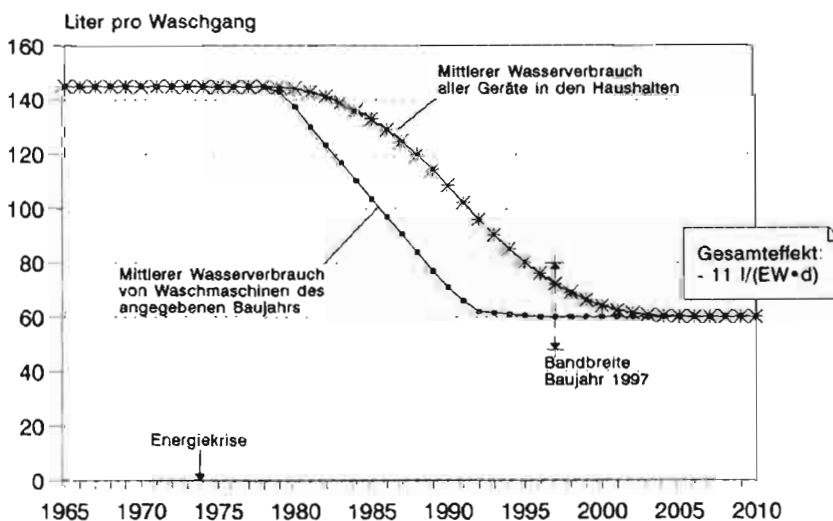


Bild 6. Einspareffekte durch wassersparende Waschmaschinen.

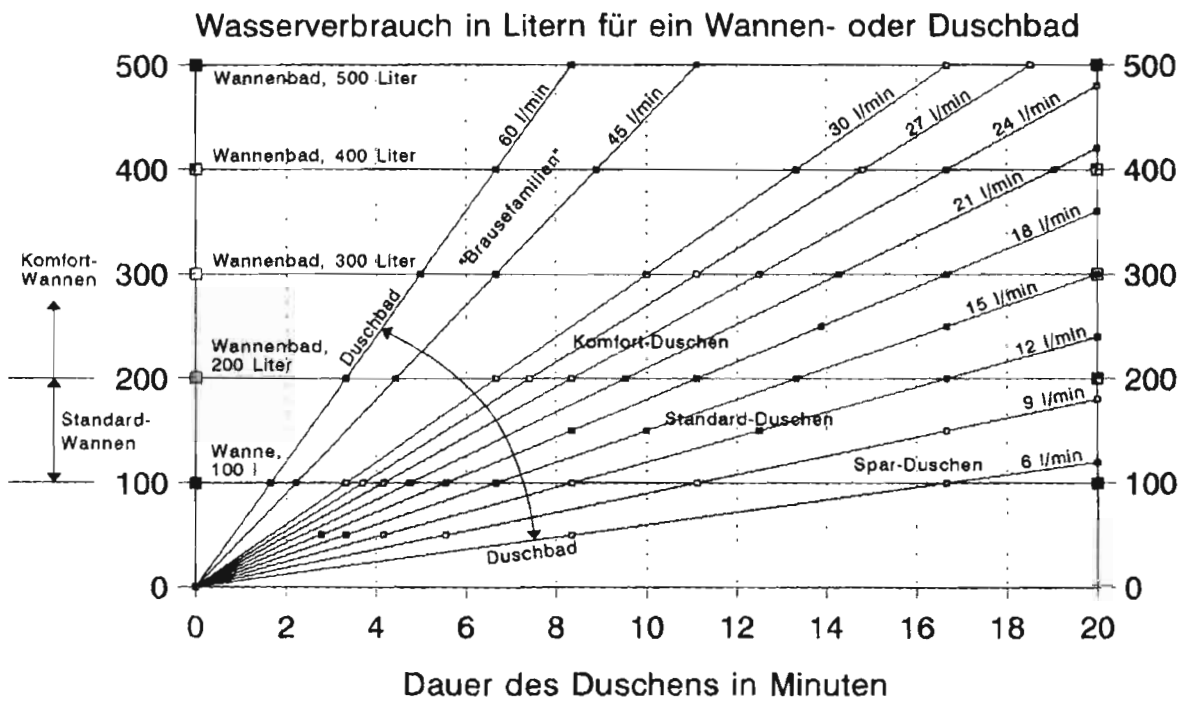


Bild 7. Wasserverbrauch beim Duschen und Baden.

nach 12,5 Minuten einer Wannenfüllung von 150 l. Meist wird aber wesentlich häufiger geduscht als gebadet – das tägliche Duschen hat das wöchentliche Baden abgelöst.

Durch umfassende Regenwassernutzung können im Einzelfall etwa 50% Trinkwasser eingespart werden. Daneben wird ein Rückhalteeffekt angeführt [14]. Nach Relativierung am gesamten Gebäudebestand liegen die zu erwartenden Einspareffekte deutlich unter 1% [15], der Rückhalteeffekt ist kleiner als die Rechengenauigkeit bei der Bemessung von Kanälen [16].

Die ökonomische Unwirtschaftlichkeit der Regenwassernutzung wird auch von ihren Befürwortern nicht bestritten [17]. Die nicht erneuerbaren Ressourcen „Energie“ und „Rohstoffe“ werden eingesetzt, um die Nutzung der erneuerbaren Ressource „Wasser“ zu reduzieren. Die ökologische Gesamtbilanz der Regenwassernutzung dürfte somit negativ sein [15; 16; 18 bis 20]. Im Versorgungsnetz führt die Regenwassernutzung zu einer Erhöhung der Verbrauchsspitzen, denn gerade in Trockenperioden müssen die Anlagen aus dem Trinkwassernetz nachgespeist werden [21].

### 7. Entwicklung in den anderen Verbrauchssektoren

Die Industrie deckt ihren Wasserbedarf zu 98% aus Oberflächenwasser und zu 1,3% aus eigenen Grundwassergewinnungsanlagen [22]. Nur 0,7% des Wasserbedarfs wird durch Trinkwasserbezug aus dem öffentlichen Netz gedeckt (Bild 8). Dieses Trinkwasser dient zu einem erheblichen

Teil der Versorgung der Belegschaft, daneben als Betriebswasser. Als Kühlwasser wird Trinkwasser kaum eingesetzt. Die Möglichkeiten zur Substitution von Trinkwasser sind an diesen Gegebenheiten zu relativieren.

Der Wasserverbrauch der Industrie ist bereits seit der Energiekrise und der Einführung des Abwasserabgabengesetzes rückläufig. So ist der Trinkwasserverbrauch der Industrie in Südhessen seit 1978 um 31% zurückgegangen (vgl. Bild 1). In vielen Betrieben wurden seit Ende der 70er Jahre wo immer möglich Mehrfachnutzung und rationelle Wasserverwendung eingeführt. Die heute noch bestehenden Restpotentiale sind vielfach gering.

Eigenbedarf und Verluste waren seit Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre vielfach rückläufig. In Südhessen z.B. wurden sie seit 1982 um 34% reduziert (vgl. Bild 1). Sie betragen heute nur noch 8% des Wasseraufkommens, davon rund 2% Eigenbedarf und knapp 6% „Verluste“, die die unvermeidlichen Zählerdifferenzen einschließen. Seit 1993 sind die Verluste nicht mehr zurückgegangen,

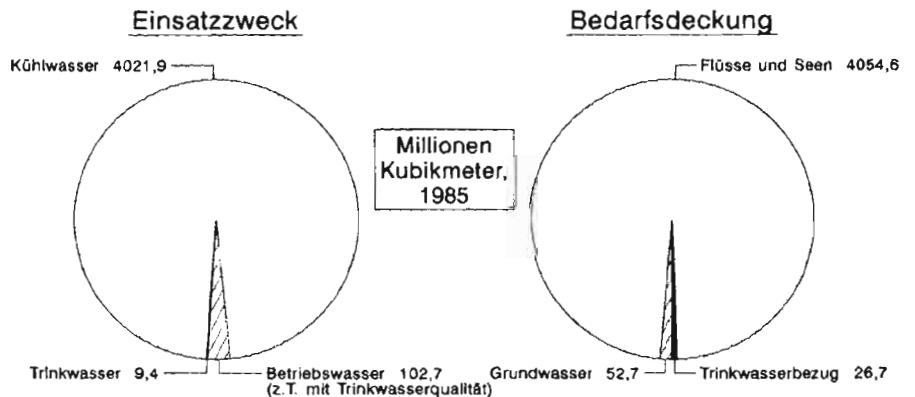


Bild 8. Struktur der Wassernutzung und der Bedarfsdeckung der Industrie in Südhessen.

was daraufhin deutet, daß die Möglichkeiten zu ihrer weiteren Verringerung nahezu erschöpft sind.

Der Abzug der amerikanischen Stationierungstreitkräfte hat in Südhessen zu einem erheblichen Rückgang des Trinkwasserverbrauchs geführt. An den 4 großen Standorten in Darmstadt, Frankfurt am Main, Hanau und Wiesbaden ist ein Rückgang der Wasserabgabe an amerikanische Dienststellen um etwa 4,6 Mio. m<sup>3</sup> dokumentiert. Auf diese Standorte entfallen etwa 2/3 des Personalbestandes. Der Gesamtrückgang dürfte somit knapp 7 Mio. m<sup>3</sup> betragen, allerdings ohne die Verbrauchsanteile außerhalb der Dienststellen, z. B. durch amerikanische Staatsbürger, die in deutschen Wohngebieten lebten.

Erhebliche Anteile des Verbrauchsrückgangs der letzten Jahre sind bei Betrieben und der U.S. Army, also bei einzelnen Großverbrauchern eingetreten. In Einzelfällen hat dies zu Problemen im Leitungsbetrieb geführt, weil das Wasser in den für die nunmehr geringere Abnahme überdimensionierten Leitungen stagniert und verkeimen kann. Da der Rückgang in der Fläche jedoch gering ist, sind derartige Probleme in Wohngebieten und Versorgungsgebieten mit gemischter Struktur kaum zu erwarten [21].

## 8. Ursachen für den Verbrauchsrückgang – Beispiel Südhessen

Die Ursachen für den Verbrauchsrückgang sind somit

- Wassersparende Verfahrensweisen bei Industrie und Gewerbe (seit etwa 1975)
- Abzug von Stationierungstreitkräften (seit 1990)
- Rückgang der Verluste (seit ca. 1980/85)
- Spareffekte bei Haushaltsgeräten (seit ca. 1977)
- Spareffekte bei Toilettenspülungen (seit ca. 1984)
- Rezession (um 1975, um 1982, seit 1993)
- Sparkampagnen (seit ca. 1990).

In Südhessen wurde zwischen 1991 und 1995 ein Verbrauchsrückgang um 30,4 Mio. m<sup>3</sup> verzeichnet. Durch Bevölkerungswachstum wäre in diesem Zeitraum eine Verbrauchszunahme um etwa 7 bis 8 Mio. m<sup>3</sup> zu erwarten gewesen. Der Rückgang beträgt also de facto etwa 38 Mio. m<sup>3</sup> Jahresverbrauch. Bekannt sind folgende Ursachen:

- Rückgang der Verluste: 2,2 Mio. m<sup>3</sup>
- Rückgang bei der Industrie: etwa 5–6 Mio. m<sup>3</sup>  
(nach Bereinigung um den Verbrauchsanteil der U.S. Army)
- Rückgang bei der U.S. Army: etwa 7–10 Mio. m<sup>3</sup>
- Rückgang nach dem Trockenjahr 1991: etwa 4–8 Mio. m<sup>3</sup>
- Rückgang durch Rezession: bis zu etwa 10 Mio. m<sup>3</sup>
- Rückgang durch vorhersehbare Spareffekte: etwa 5–6 Mio. m<sup>3</sup>  
(Toilettenspülungen und Haushaltsgeräte)

Die o.g. Zahlenwerte summieren sich auf etwa 23 bis 42 Mio. m<sup>3</sup>.

## 9. Schlußfolgerungen

Wasserbedarfsprognosen weisen längerfristige Rand- bzw. Mittelwerte des Wasserbedarfs aus, die als Grundlage für Planungen dienen. Konkrete Bedarfszahlen für bestimmte Zeitpunkte sind nicht vorhersagbar – Verbrauchsschwankungen, wie sie z. B. durch klimatische Einflüsse verursacht werden, sind nicht Gegenstand von Wasserbedarfsprognosen, sondern lediglich im Spitzenwasserbedarf zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist damit zu rechnen, daß der Trinkwasserverbrauch auch weiterhin der Bevölkerungsentwicklung folgt. Die Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs wird von einer ganzen Reihe von Einflußfaktoren beeinflusst. Die Änderung einer Randbedingung führt innerhalb einer gewissen Zeitspanne zu einer Änderung des Wasserverbrauchs für den jeweiligen Zweck. Die Entwicklung des Wasserverbrauchs in den Versorgungsgebieten erfolgt deshalb stetig. Bei konstanten Randbedingungen strebt sie Beharrungszustände an. Mit größeren Verbrauchssprüngen ist deshalb prinzipiell nicht zu rechnen.

### Literatur

- [1] Arbeitsgemeinschaft Wasserversorgung Rhein-Main (WRM): Wasserbilanz Rhein-Main 1990-2010, Fortschreibung 1991 bis 1993. Frankfurt/Wiesbaden/Einhausen, 1994 (Ergänzt um aktuelle Daten des RP Darmstadt).
- [2] Hessisches Ministerium des Inneren: Landesentwicklung in Hessen, Bevölkerung 2010/2035. Wiesbaden, April 1990.
- [3] Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung: Regionaler Raumordnungsplan Südhessen (RROPS). Staatsanzeiger für das Land Hessen, 26.6.1995, S. 1877ff.
- [4] Roth, U.: Der Einfluß moderner Haushaltsgeräte auf den Wasserverbrauch der Haushalte. Wasser und Boden 47 (1995) Nr. 10, S. 58–62.
- [5] Mannheimer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (MVV): Wasserverbrauch in Mannheim – Erhebung bringt Erstaunliches zutage. report (Kundenzeitschrift der MVV), Ausgabe 5/97, S. 16–17.
- [6] Roth, U.: Wassergeldumlage – nach Personen oder nach Wohnfläche? Die Wohnungswirtschaft 45 (1992) Nr. 12, S. 603–605.
- [7] Roth, U.: Wohnungswassermesser – Was bewirken sie? – Lohnt sich ihr Einbau? Die Wohnungswirtschaft 46 (1993) Nr. 11, S. 616–620.
- [8] Björnson, G.: Möglichkeiten zum Wassersparen – Wo und wie sind WVU gefordert? Vortrag anlässlich des Informationstages „Wasser“ der BGW/DVGW-Landesgruppen Hessen am 27. August 1992 in Hofheim. Wiesbaden/Bonn, 1993.
- [9] Björnson, G.: Wasser sparen. Neue DELIWA-Zeitschrift 45 (1994) Nr. 11, S. 557–559.
- [10] Roth, U.: Wasser sparen – Möglichkeiten und Grenzen. Die Wohnungswirtschaft 47 (1994) Nr. 8, S. 468–470.
- [11] Björnson, G. und Roth, U.: Einfluß der Haushaltsgröße auf den Wasserbedarf. Wasser und Boden 45 (1993) Nr. 3, S. 155–158.
- [12] Martini, K.: Trinkwasser und Umwelt. Neue DELIWA-Zeitschrift 45 (1994) Nr. 11, S. 554–556.
- [13] Roth, U.: Energie sparen, Abfall vermeiden, Wasser sparen – Warum eigentlich? Die Wohnungswirtschaft 47 (1994) Nr. 3, S. 154–156.
- [14] Sämann, U.: Regenwassernutzung – ein Baustein der Regenwasserbewirtschaftung. Wasserwirtschaft 87 (1997) Nr. 9, S. 402–407.
- [15] Roth, U.: Regenwassernutzung im häuslichen Bereich. Wasser und Boden 45 (1993) Nr. 3, S. 158–160.

- [16] Roth, U.: Nutzen-Kosten-Verhältnis der Regenwassernutzung – Versuch einer Bilanzierung. Vortrag bei der Fortbildungsveranstaltung „Regenwassernutzung“ der Hessischen Landesanstalt für Umwelt am 12.10.1994 in Lollar.
- [17] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (Hrsg.): Nutzung von Regenwasser – Empfehlungen zur Nutzung in privaten und öffentlichen Gebäuden. Wiesbaden, 1992.
- [18] Lüß, M.: Produktbilanz für eine Regenwassernutzungsanlage – Empirische Ergebnisse eines Projektes der Stadtwerke Bremen AG. Diplomarbeit, Bremen, 1994 (dazu [20]).
- [19] Hochschule Bremen Stadtwerke Bremen AG: Zuviel Energie für die Regenwassernutzungsanlage. Broschüre, Bremen, 1995.
- [20] Stadtwerke Bremen AG (Schoer, J./Eggert, D.): Regenwassernutzung kontrovers. gut informiert (Mitarbeiterzeitschrift der Stadtwerke Bremen AG), Ausgabe 3.96, S. 4–5.
- [21] Björnsen, G. und Roth, U.: Auswirkungen rückläufiger Wasserabgabe auf Planung und Betrieb von Wasserversorgungsnetzen. Neue DELIWA-Zeitschrift 47 (1996) Nr. 2, S. 42–47.
- [22] Regierungspräsidium Darmstadt: Industriewasserstudie – Kurzfassung. Darmstadt, 1991

(Manuskripteingang: 7.11.1997)

## In eigener Sache

### Call for Papers

Im September 1998 soll ein gwf-Abwasser Special zum Thema

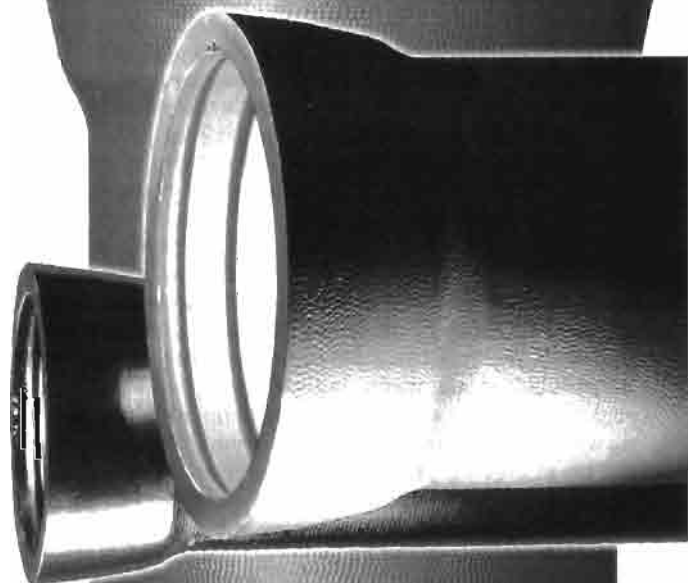
#### „Moderne Kläranlagen“

erscheinen. Gesucht werden Beiträge über Kläranlagen, die die heutigen Anforderungen erfüllen, schon eine gewisse Zeit im Betrieb sind, nicht zu große Reserven aufweisen und neuartige Lösungen beinhalten. Neben einer technischen Beschreibung sind Angaben zu den gegenwärtigen Frachten, der erzielten Ablaufqualität und den Investitions- und Betriebskosten erwünscht. Die Aufsätze müssen am 15. Juli druckfertig eingereicht werden.

Interessenten werden gebeten, dem Fachschriftleiter Prof. R. Kayser, Adolf-Bingel-Straße 2, 38116 Braunschweig, bis spätestens **15. März 1998** eine Kurzfassung von 1 bis 2 Seiten zukommen zu lassen.

# BAUEN AUF LANGE ERFAHRUNG

**Buderus**  
**Gussrohrtechnik**  
**für Wasser**  
**und Kanal**



Buderus Guss GmbH  
- Gussrohrtechnik -  
Postfach 12 40 - D-35573 Wetzlar  
Tel. 06441/49-01 - Fax 06441/49-14 55

# Buderus

G U S S