

Der Einfluss moderner Haushaltsgeräte auf den Trinkwasserbedarf der Haushalte

Wasserversorgung, Wasserverbrauch, Wasserbedarf, Prognose, Haushaltsgeräte

Ulrich Roth, Hermann Mikat und Holger Wagner

Im Rahmen des Verbundprojektes „Anpassungsstrategien an Klimatrends und Extremwetter und Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement“ wurde eine Wasserbedarfsprognose für 2100 aufgestellt. Als Grundlage hierfür wurde die Entwicklung des Wasserverbrauchs in verschiedenen Verbrauchssektoren untersucht. Der vorliegende Artikel befasst sich im Speziellen mit den Auswirkungen moderner Wasser sparender Haushaltsgeräte. Die resultierenden Spareffekte wurden zwischen 1980 und 2010 wirksam und sind als weitgehend abgeschlossen anzusehen.

The Influence of Modern Household Appliances on the Drinking Water Demand in Households

The joint project “adaptation strategies for climate trends and extreme weather and steps towards a sustainable groundwater management” includes a prognosis of water consumption up to 2100. As a basis for the prognosis the development of water demand for different purposes was analysed. The special subject of this article is the effect of modern water saving household appliances. The consequences have been taken effect between 1980 and 2010 and to a large extent they are complete.

1. Anlass und Gegenstand der Untersuchungen

Im Rahmen des im Förderschwerpunkt klimazwei des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes „Anpassungsstrategien an Klimatrends und Extremwetter und Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement“ (AnKliG) [1], das zum Ziel hat, die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels im Raum Südhessen bis zum Jahr 2100 abzuschätzen, wurde eine entsprechend langfristige Wasserbedarfsprognose aufgestellt [2]. Die Prognose basiert auf einem Datenbestand bis 2006.

Eine Grundlage dieser Prognose bildet die Analyse der bisherigen Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs bzw. des Pro-Kopf-Verbrauchs in Deutschland, der Ursachen und Hintergründe dieser Entwicklung sowie der daraus abzuleitenden Trends im Prognosezeitraum [3]. Dabei wurden die Entwicklungen in allen Verbrauchssektoren betrachtet. Neben der Entwicklung im Bereich der Toilettenspülung [4] ist der Anteil für Wäschewaschen und Geschirrspülen ein wesentlicher Aspekt, der anteilig etwa 18% des Trinkwasserverbrauchs ausmacht. Der Bedarf in diesem Sektor wird maßgeblich von der technischen Entwicklung der Haushaltsgeräte beeinflusst, sodass seine Entwicklung in Vergangenheit und Zukunft relativ präzise zu beschreiben ist. Im Rahmen des AnKliG-Projektes wurden frühere Untersuchungsergebnisse [5] aktualisiert und präzisiert.

2. Entwicklung der Verbrauchsanteile in Deutschland

Der Pro-Kopf-Verbrauch im Sektor „Haushalte und Kleingewerbe“ ist in Deutschland zwischen 1990 und 2006 von 147 Liter pro Einwohner und Tag (L/(E·d)) um 15% auf 125 L/(E·d) zurückgegangen; der aktuelle Wert für 2009 wird auf 122 L/(E·d) geschätzt [6]. Der DVGW nennt in seinem Arbeitsblatt W 410 [7] als mittelfristigen voraussichtlichen Wert rund 120 L/(E·d). Die unterschiedliche Entwicklung in den alten und den neuen Bundesländern und ihre Ursachen sind in [4] beschrieben, sodass an dieser Stelle darauf verzichtet wird.

Auslöser für die Entwicklung Wasser sparender Haushaltsgeräte war in den alten Bundesländern die Ölkrise 1973, die dazu führte, dass der Energieverbrauch von Wasch- und Spülmaschinen gesenkt wurde. Da in diesen Geräten ein Großteil der Energie für das Erwärmen von Wasser verwendet wird, war es dazu erforderlich, den Wasserverbrauch der Geräte zu reduzieren. Somit wurden Wasser sparende Haushaltsgeräte entwickelt, die ab Ende der 1970er Jahre auf den Markt kamen und bis heute weiter verbessert werden [5]. Die Entwicklung Wasser sparender Haushaltsgeräte war demnach ein Nebeneffekt der Bemühungen, Energie zu sparen. In den neuen Bundesländern war nach 1990 das konzentrierte Wirksamwerden von Spareffekten, unter anderem durch die Ausstattung der Haushalte mit Wasch- und Spülmaschinen nach modernem westlichem Standard, ursächlich für einen deutlichen Rückgang des Trinkwasserverbrauchs.

Die **Bilder 1** und **2** zeigen die Verbrauchsstruktur im Sektor „Haushalte und Kleingewerbe“ um 1990 [8], 2006 [6] und die „mittelfristigen voraussichtlichen“ Werte, wie sie in dem DVGW-Arbeitsblatt W 410 [7] dargestellt sind.

Danach ist der Verbrauch in diesem Sektor zwischen 1990 und 2006 von etwa 146 L/(E·d) auf rund 126 L/(E·d) zurückgegangen und mittelfristig ist mit einem Wert von 120 L/(E·d) zu rechnen. Die Anteile für Wäschewaschen und Geschirrspülen sind mit 12% bzw. 6% konstant geblieben, wobei allerdings die resultierenden Verbrauchszahlen für das Wäschewaschen von 17,5 L/(E·d) auf etwa 15 L/(E·d) und für das Geschirrspülen von 8,75 L/(E·d) auf 7,6 L/(E·d) zurückgegangen sind. Mittelfristig ist nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 410 bei konstantem prozentualen Anteil mit einem weiteren leichten Bedarfsrückgang auf rechnerisch 14,4 bzw. 7,2 L/(E·d) zu rechnen.

Die Darstellungen in den **Bildern 1** und **2** basieren überwiegend auf Schätzungen von Fachleuten. Die verschiedenen Quellen mit derartigen Darstellungen enthalten unterschiedliche und zum Teil auch widersprüchliche Angaben. Der Verbrauchsanteil des „Kleingewerbes“ ist oft nicht eindeutig definiert und wird nicht konsequent aufgeführt (so z. B. gemäß [8] in **Bild 1**), was in der Diskussion oft zu Missverständnissen in Bezug auf den Verbrauchsanteil der „Haushalte“ führt.

Etwas andere Ergebnisse lieferte eine in Mannheim durchgeführte Untersuchung zur Verbrauchsstruktur in ausgewählten Haushalten (**Bild 3** [9]). Danach entfielen 1995/96 je 17,7 L/(E·d) oder je rund 15% auf Wäschewaschen und Geschirrspülen. Daneben ist für den Verbrauch von Kondensationswäschetrocknern ein Wert von 2,5 L/(E·d) angegeben. Insgesamt lag der Verbrauchsanteil für Wäschewaschen und Geschirrspülen damit bei etwa 38 L/(E·d) oder 31%.

3. Ausstattung der Haushalte mit Wasch- und Spülmaschinen

Bild 4 zeigt die Entwicklung des Ausstattungsgrades der privaten Haushalte in Deutschland mit Waschmaschinen und Geschirrspülmaschinen seit 1962/63 (alte Bundesländer) bzw. seit 1993 (neue Bundesländer) [10].

Waschmaschinen wurden in Westdeutschland wie auch in der DDR in den 1960er Jahren zum Standard. Seit Mitte der 1990er Jahre liegt der Ausstattungsgrad der Haushalte mit Waschmaschinen über 90%, zuletzt bei rund 94%. Man kann davon ausgehen, dass heute praktisch jeder Haushalt eine Waschmaschine hat oder zumindest nutzen kann. Dabei ist der Ausstattungsgrad in den neuen Bundesländern etwas höher als im alten Bundesgebiet. Bei der letzten Verbrauchsstichprobe des Statistischen Bundesamtes im Jahr 2008 wurden Waschmaschinen nicht mehr berücksichtigt, weil sie zur Standardausstattung jedes Haushaltes gehören.

Spülmaschinen waren in Westdeutschland bis in die 1970er Jahre ein Luxusartikel – 1990 hatten etwa ein

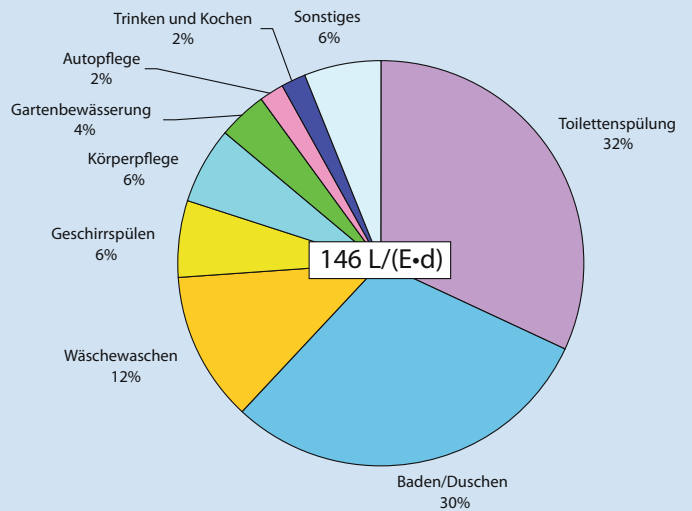


Bild 1. Verbrauchsstruktur im Sektor Haushalte und Kleingewerbe nach LAWA, ca. 1990 [8].

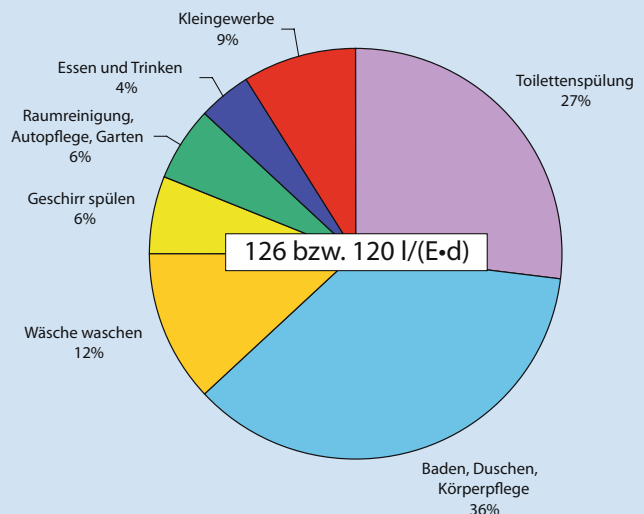


Bild 2. Verbrauchsstruktur im Sektor Haushalte und Kleingewerbe nach BDEW 2008 [6] bzw. DVGW 2008 [7].

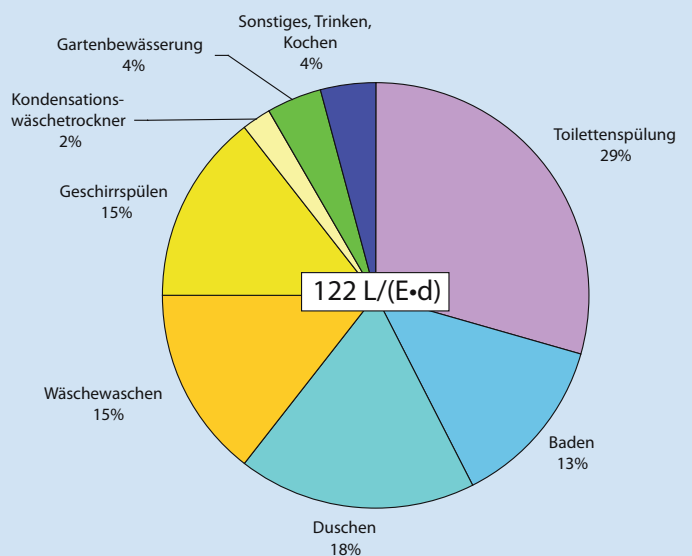


Bild 3. Verbrauchsstruktur im Sektor Haushalte (ohne Kleingewerbe) in Mannheim nach Bächle et al. 1995/96 [9].

Bild 4. Ausstattungsgrad der privaten Haushalte in Deutschland mit Wasch- und Spülmaschinen seit 1962/63 [10].

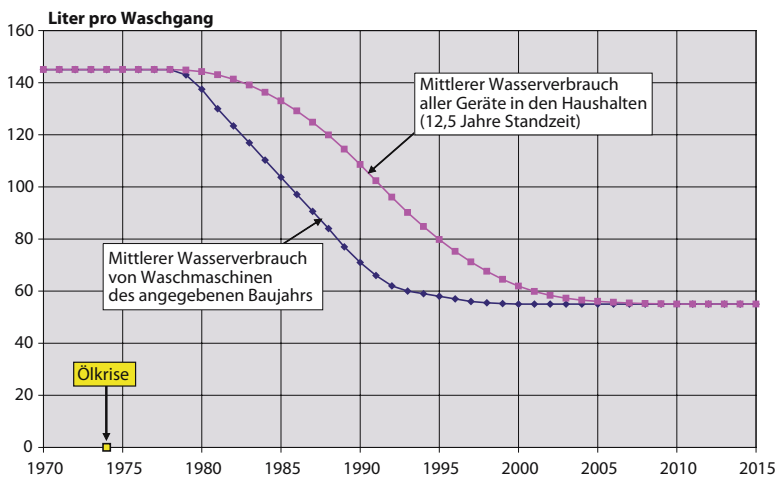
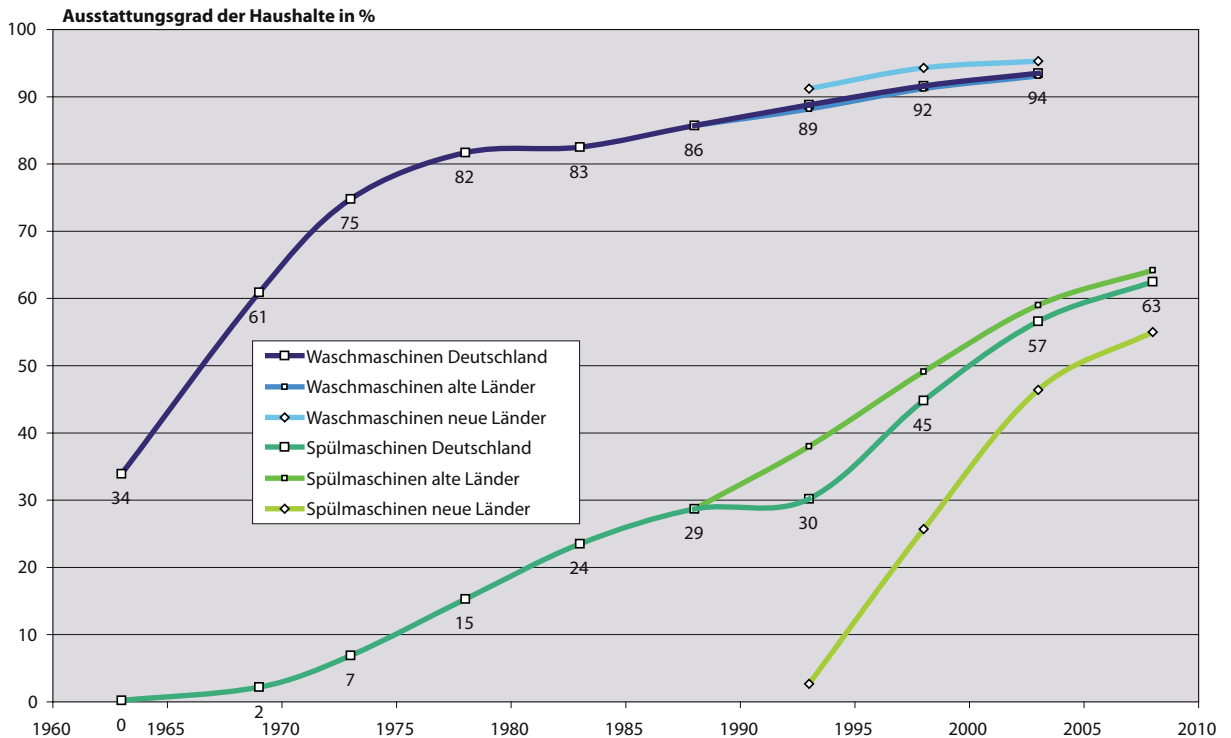


Bild 5. Entwicklung des Wasserverbrauchs von Waschmaschinen.

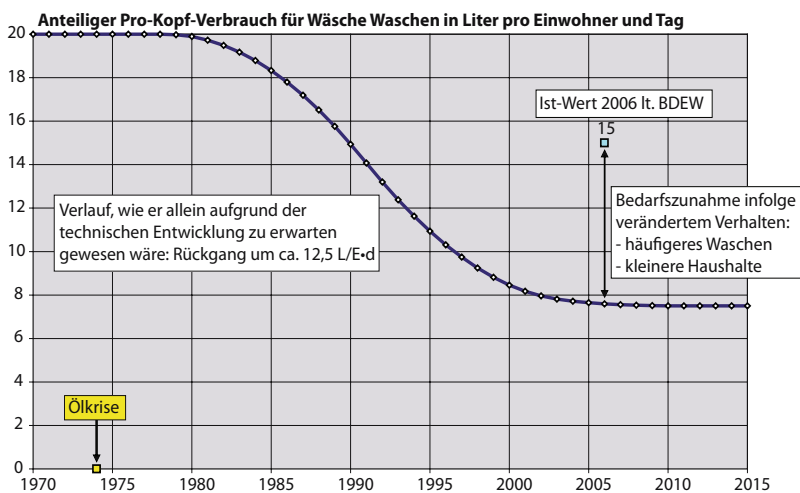


Bild 6. Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs für das Wäschewaschen.

Drittel der Haushalte eine Spülmaschine. In der DDR waren Spülmaschinen ein ausgesprochenes Luxusgut, das nur einzelnen Bürgern zur Verfügung stand. Seit der Wiedervereinigung hat die Zahl der Spülmaschinen in den alten Bundesländern weiter zugenommen. In den neuen Bundesländern hat sie sich innerhalb weniger Jahre dem westlichen Niveau weitgehend angenähert. 2008 hatten 63% aller Haushalte eine Spülmaschine – im alten Bundesgebiet 64%, in den neuen Bundesländern 55%. Der Trend ist weiter zunehmend, auch wenn sich die Kurve erkennbar abflacht.

4. Verbrauchsentwicklung im Bereich Wäschewaschen

Tabelle 1 zeigt Angaben für den Wasserverbrauch im Bereich Wäschewaschen, wie sie in der einschlägigen Fachliteratur der letzten 50 Jahre enthalten sind.

Demnach wurde der Wasserverbrauch für das Wäschewaschen zunächst durchaus unterschiedlich und mit erheblicher Bandbreite angegeben. Im Vergleich zu den Angaben aus den 1950er-Jahren und den Angaben ab etwa 1990 erscheinen vor allem die oberen Werte aus den Jahren 1973 und 1982 relativ hoch. Erst ab etwa 1990 werden die Daten einheitlicher und gehen von Werten um 20 L/(E·d) auf zuletzt etwa 15 L/(E·d) zurück.

Nach der Ölkrise wurde der Wasserverbrauch der Waschmaschinen von durchschnittlich etwa 145 L pro Waschgang Mitte der 1970er-Jahre bis Anfang der 1990er-Jahre um etwa 60% auf etwa 60 L pro Waschgang gesenkt (**Bild 5**, Ansätze nach Herstellerangaben). Durch weitere Optimierung der Maschinen konnte ihr Verbrauch seitdem nur noch geringfügig reduziert werden –

der durchschnittliche Verbrauch in einem Standardprogramm liegt derzeit bei etwa 55 bis 60 L pro Waschgang. Da die Standzeit der Geräte in den Haushalten im Mittel etwa 12,5 Jahre beträgt, wird der Modernisierungseffekt mit entsprechender Verzögerung wirksam (**Bild 5**).

Ausgehend von einem geschätzten Verbrauchsanteil von 20 L/(E·d) (vgl. **Bild 1, Tabelle 1**) und entsprechend dem Rückgang des Wasserverbrauchs pro Waschgang um 60% müsste bei gleich bleibendem Verbraucherverhalten im Zeitraum 1980 bis etwa 2005 ein Spareffekt von rund 12,5 L/(E·d) wirksam geworden sein. Dies ergäbe einen Rückgang des Bedarfsanteils auf knapp 8 L/(E·d) (**Bild 6**) [5, 16, 17]. Der zu erwartende Effekt ist bis auf geringe Restpotenziale durch den Austausch sehr alter Maschinen abgeschlossen.

BDEW und DVGW geben den aktuellen Verbrauchsanteil für das Wäschewaschen mit etwa 15 L/(E·d) an [6, 7]. Demnach ist der Spareffekt infolge der Reduzierung des Wasserverbrauchs der Waschmaschinen etwa zur Hälfte durch gegenläufige Effekte aufgezehrt worden, z.B. durch häufigeres Waschen, den Betrieb gering beladener Maschinen und zusätzliche Spülgänge, die von Hand betätigt werden, um Waschmittelreste auszuspülen.

Auch unter Annahme eines etwas höheren Ausgangswertes für den anteiligen Pro-Kopf-Verbrauch zu Beginn des Verbrauchsrückgangs beträgt dieser rund 60%. Ausgehend zum Beispiel von 25 L/(E·d) im Jahr 1970 (vgl. **Bild 6, Tabelle 1**) hätte der Verbrauchsanteil auf knapp 10 L/(E·d) zurückgehen müssen. Auch dieser Wert liegt deutlich unter dem aktuellen Bedarfswert von rund 15 L/(E·d).

Damit ist dokumentiert, dass das Verbraucherverhalten im Bereich des Wäschewaschens zu einer Verbrauchszunahme geführt hat, die durch gleichzeitig wirksam werdende, durch technischen Fortschritt bedingte Verbrauchsrückgänge kompensiert oder sogar überkompensiert wurden.

Aktuell werden Waschmaschinen mit Verbrauchsdaten um 40 L pro Waschgang beworben. Der tatsächliche Wasserverbrauch dieser Maschinen liegt je nach Waschprogramm bei rund 35 bis 70 L, wobei die Standardprogramme eher im oberen Bereich liegen. Für ein vollständiges Waschprogramm liegt die technisch bedingte Untergrenze für den Wasserverbrauch nach aktuellen Hersteller-Informationen bei etwa 37 L. Demnach liegt die derzeitige Geräte-Generation nah an der

Tabelle 1. Angaben für den Wasserverbrauch für das Wäschewaschen.

Quellen und angegebene Verwendungszwecke		Angaben für den Wasserverbrauch	
		L pro Vorgang	L/(E·d)
Mutschmann/Stimmelmayer, 1. Auflage 1956 [11]	Wäschewaschen		10–15
Mutschmann/Stimmelmayer, 6. Auflage 1973 [11]	Wäschewaschen (4 kg), von Hand	250–300	
	Wäschewaschen (4 kg), mit Maschine	100–180	
	Wäschewaschen		20–40
Umweltbundesamt 1982 [12]	Wäschewaschen		20–50
Mutschmann/Stimmelmayer, 10. Auflage 1991 [11]	Wäschewaschen 4 kg, Waschmaschine	80–140	
	Wäschewaschen		15–30
LAWA ca. 1990 / 1993 [8]	Wäschewaschen		17,5 bzw. 19
ASEW 1994 [13]	Waschen		20
DVGW-Merkblatt W 410, 1995 [14]	Haushaltswaschmaschinen (5 kg), Baujahr 1980	125–175	
	Baujahr 1985	100–125	
	Baujahr 1990	70–125	
	Baujahr 1993	50	
Bächle, Fischer et al. 1995/96 [9]	Wäschewaschen		17,7
	Kondensationswäschetrockner		2,5
BGW 1997 [15]	Wäschewaschen		15,5
ASEW 2001 [13]	Waschen		15
Mutschmann/Stimmelmayer, 14. Auflage 2007 [11]	Wäschewaschen 5 kg, Waschmaschine je nach Programm und Alter	50–130	
	Wäschewaschen		16
BDEW für 2006 [6]	Wäschewaschen		15
DVGW-Arbeitsblatt W 410, 2008 [7]	Wäschewaschen		15

Grenze des Machbaren, wie auch der Verlauf der Graphen in **Bild 5** nahe legt.

Bezogen auf einen tatsächlichen aktuellen Verbrauchsanteil von 15 L/(E·d) (**Bild 6**) entspricht ein Rückgang um jeweils weitere 5 L pro Waschgang (bezogen auf derzeit rund 60 L rund 8%) einem rechnerischen Spareffekt von nur noch 1,2 L/(E·d). Dem weiteren Bedarfsrückgang im Sektor Wäschewaschen sind also offensichtlich Grenzen gesetzt.

Der auf der Grundlage bestehender Waschtechniken noch zu prognostizierende Spareffekt ist demnach gering bzw. nahezu gleich Null. Theoretisch lässt sich auf Grundlage des von BDEW und DVGW angegebenen aktuellen Verbrauchsanteils von 15 L/(E·d) und einem weiteren Verbrauchsrückgang um etwa 15 L pro Waschgang auf einen möglichen Rückgang des Pro-Kopf-Bedarfs um maximal noch etwa 3 bis 4 L/(E·d) schließen.

Nebeneffekte ergeben sich z.B. durch ein zusätzliches Angebot an kleinen Geräten für Single-Haushalte.

Regenwasser sollte zwar nicht zum Wäschewaschen eingesetzt werden [18], unabhängig davon bietet die Industrie Waschmaschinen mit mehreren Wasseranschlüssen an. Im Fall einer konsequenten Umsetzung alternativer bzw. ökologischer Sanitärkonzepte (Ecosan) [19] würden Waschmaschinen vermutlich mit Regen- oder Grauwasser betrieben werden, sodass der Trinkwasserbedarf entsprechend weiter zurückgehen würde. Ein nennenswerter zusätzlicher Effekt durch das Umsteigen von Hand- auf Maschinenwäsche besteht wegen des hohen Ausstattungsgrades (vgl. **Bild 4**) nicht.

Für die im Rahmen des AnKliG-Projektes aufzustellende Wasserbedarfsprognose bis 2100 wurden auch Entwicklungsoptionen betrachtet, die über die auf Grundlage der bestehenden Waschtechniken zu erwartenden Trends hinausgehen bzw. davon abweichen. Ob und inwieweit die Forschung andere Waschkonzepte entwickeln wird, bleibt grundsätzlich abzuwarten. In der Fachpresse wurde über die Entwicklung

Tabelle 2. Angaben für den Wasserverbrauch für das Geschirrspülen.

Quellen und angegebene Verwendungszwecke		Angaben für den Wasserverbrauch	
		L pro Vorgang	L/(E·d)
<i>Mutschmann/Stimmelmayer</i> , 1. Auflage 1956 [11]	Trinken, Kochen, Reinigen		25–40
<i>Mutschmann/Stimmelmayer</i> , 6. Auflage 1973 [11]	Geschirrspülen von Hand	10–25	
	Geschirrspülmaschinen, Normalprogramm	20–45	
	Küchenwolf	4–5	
	Geschirrspülen		4–10
Umweltbundesamt 1982 [12]	Geschirrspülen		4–15
<i>Mutschmann/Stimmelmayer</i> , 10. Auflage 1991 [11]	Geschirrspülen von Hand	10–25	
	Geschirrspülmaschinen, Normalprogramm	20 – 45	
	Küchenwolf	4–5	
	Geschirrspülen		10–20
LAWA ca. 1990 / 1993 [8]	Geschirrspülen		8 bzw. 9
ASEW 1994 [13]	Geschirrspülen		9
DVGW-Merkblatt W 410, 1995 [14]	Haushaltsgeschirrspüler, Baujahr 1980	45–55	
	Baujahr 1985	30–40	
	Baujahr 1990	20–30	
	Baujahr 1992	20–22	
	Spülen mit Hand	30–40	
<i>Bächle, Fischer et al.</i> 1995/96 [9]	Geschirrspülen		17,7
BGW 1997 [15]	Geschirrspülen		8
ASEW 2001 [13]	Geschirrspülen		8
<i>Mutschmann/Stimmelmayer</i> , 14. Auflage 2007 [11]	Geschirrspülen von Hand	25–40	
	Geschirrspülmaschine, je nach Programm und Alter	15–50	
	Geschirrspülen		8
BDEW für 2006 [6]	Geschirrspülen		7,6
DVGW-Arbeitsblatt W 410, 2008 [7]	Geschirrspülen		7,2

von Waschmaschinen berichtet, die ganz oder weitgehend ohne Wasser auskommen [20]. Abweichend davon wurde im Rahmen der Recherchen für die vorliegende Untersuchung seitens namhafter Hersteller die Auskunft erteilt, dass die entsprechenden Forschungen eingestellt worden seien, weil die Ergebnisse unbefriedigend waren. Unabhängig davon ist die langfristige Entwicklung auf diesem Sektor selbstverständlich nicht vorherzusagen.

5. Verbrauchsentwicklung im Bereich Geschirrspülen

Tabelle 2 enthält Daten für den Wasserverbrauch im Bereich Geschirrspülen, wie sie in der Fachliteratur der letzten 50 Jahre zu finden sind.

Demnach wurde der Wasserverbrauch für das Geschirrspülen in der Vergangenheit durchaus unterschiedlich eingeschätzt, wobei die Randwerte der Bandbreite mit 4 bis über 20 L/(E·d) erkennbar aus dem Rahmen fallen. Seit 1973 haben sich die Angaben in der Fachliteratur wenig geändert. Aus der damaligen Angabe von 4 bis 10 L/(E·d) [11] kann auf einen Mittelwert geschlossen werden, der durchaus dem aktuellen Wert von 8 L/(E·d) [6] entspricht. Allerdings war in der Untersuchung von Bächle et al. [8] in Mannheim 1995/96 ein höherer Wert von 17,7 L/(E·d) festgestellt worden. Dieser enthält jedoch möglicherweise auch andere Verbrauchsanteile an der gleichen Verbrauchsstelle, nämlich dem Wasserhahn an der Spüle.

Gemäß **Tabelle 2** lag der durchschnittliche Wasserverbrauch für das Geschirrspülen Anfang der 1990er-Jahre bei etwa 8 bis 10 L/(E·d). Er ist seitdem auf etwa 7 bis 8 L/(E·d) zurückgegangen. Darin enthalten sind Anteile für das Spülen von Hand und mit der Maschine, die sich mit Zunahme des Ausstattungsgrades der Haushalte entsprechend verändert haben (vgl. **Bild 4**).

Da moderne Spülmaschinen deutlich weniger Wasser verbrauchen, als beim Spülen von Hand verbraucht wird [21], besteht auch ein Sparpotenzial durch das Umsteigen von Hand- auf Maschinenspülen. Daneben wird immer ein gewisser Anteil von Geschirr mit der Hand gespült z.B. empfindliche und große Teile wie Messer und Gläser bzw. Töpfe und Pfannen. Das Verbraucherverhalten spielt somit im Sektor Geschirrspülen eine relativ große Rolle.

Nach der Ölkrise wurde der Wasserverbrauch von Spülmaschinen von durchschnittlich etwa 62 L pro Spülgang Mitte der 1970er-Jahre bis Anfang der 1990er-Jahre auf etwa 20 L und bis zum Jahr 2000 auf etwa 17,5 L gesenkt, insgesamt also um über 70% (**Bild 7**, Ansätze nach Herstellerangaben, vgl. [5]). Bezogen auf einen geschätzten Verbrauchsanteil von anfangs etwa 2 L/(E·d) für das maschinelle Spülen ist hierdurch zumindest ein Spareffekt von etwa 1 bis 1,5 L/(E·d) wirksam geworden. Durch Umsteigen von Handspülen auf Maschinenspülen und den laufenden Austausch alter

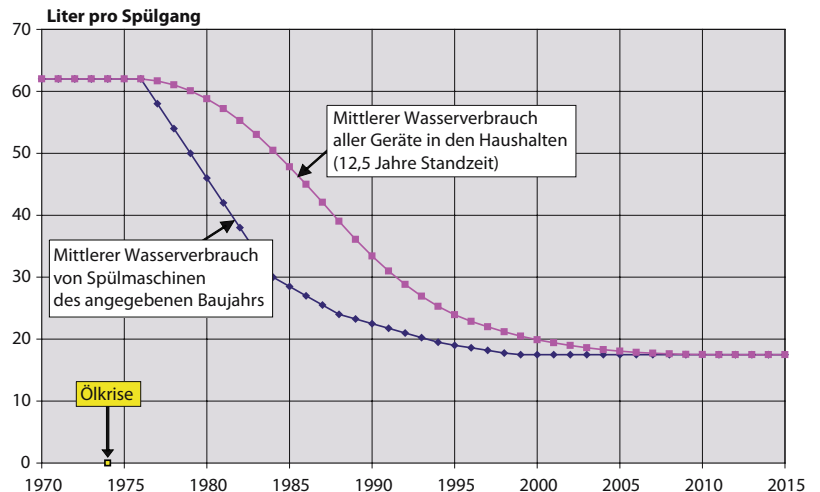


Bild 7. Entwicklung des Wasserverbrauchs von Spülmaschinen.

Maschinen auf Geräte der jeweils neuesten Generation beträgt der Spareffekt im Zeitraum 1980 bis 2010 insgesamt etwa 3 L/(E·d) (**Bild 8**). Der Effekt ist bis auf geringe Restpotenziale abgeschlossen.

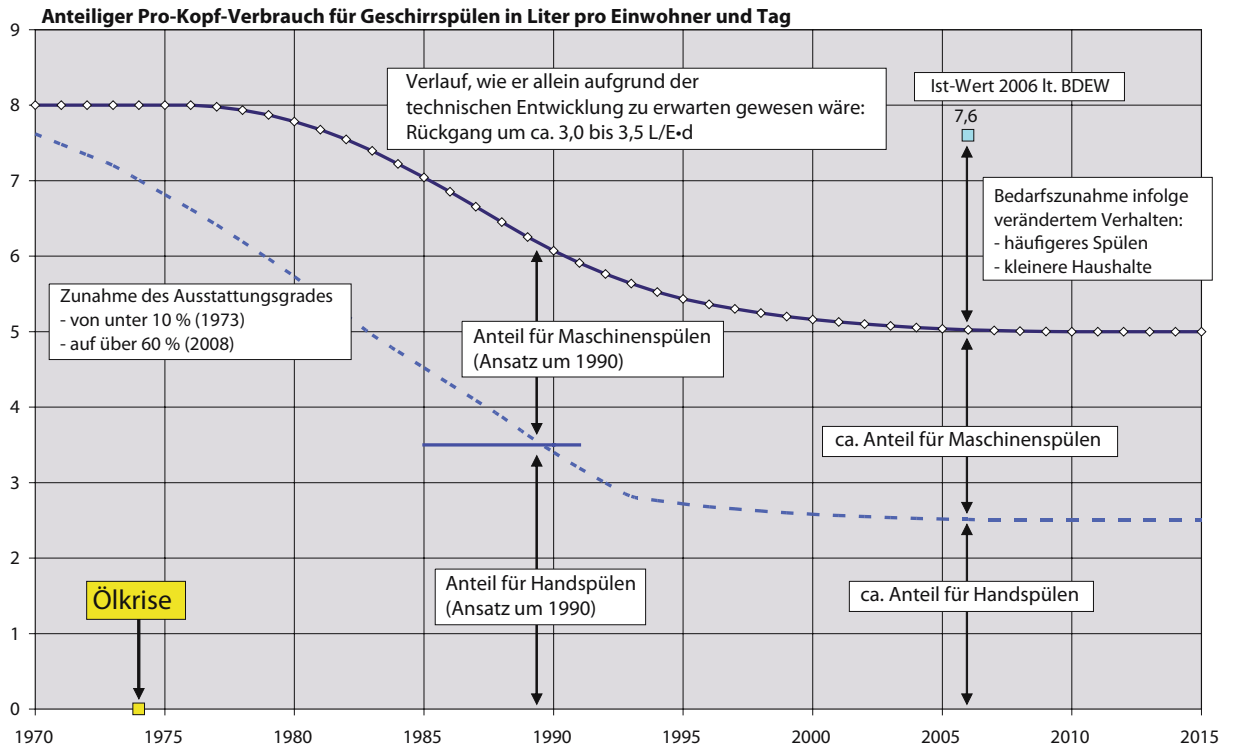
Der BDEW gibt den aktuellen Verbrauchsanteil im Sektor Geschirrspülen mit 7,6 L/(E·d) an. Aufgrund der dokumentierten Spareffekte durch Wasser sparende Spülmaschinen wäre aber mit einem Rückgang auf etwa 5 L/(E·d) zu rechnen gewesen (**Bild 8**). Demnach wurde auch im Bereich des Geschirrspülers der wirksam werdende Spareffekt zum Teil durch gegenläufige Effekte wie häufigeres Spülen und kleinere Haushalte aufgezehrt.

Auch unter Annahme eines etwas höheren Ausgangswertes für den anteiligen Pro-Kopf-Verbrauch zu Beginn des Verbrauchsrückgangs, zum Beispiel 10 L/(E·d) im Jahr 1970 (vgl. **Bild 8**, **Tabelle 2**) hätte der Verbrauchsanteil auf etwa 6 L/(E·d) zurückgehen müssen. Auch dieser Wert liegt deutlich unter dem aktuellen Bedarfswert von 7,6 L/(E·d).

Aktuell werden Spülmaschinen mit Verbrauchsdaten um 10 L pro Spülgang beworben. Die Angaben sind verbunden mit dem Hinweis, dass sich der Wert auf das „Standardprüfprogramm“ bezieht. Aus den Bedienungsanleitungen geht dann hervor, dass der Wasserverbrauch in den zur Anwendung empfohlenen Universalprogrammen deutlich höher, meist bei etwa 13 bis 18 L liegt, z.T. auch höher. Eine technische Grenze wird von den Herstellern bei etwa 8 L pro Spülgang gesehen – darunter wäre eine Kreislaufnutzung des Wassers in der Maschine mit entsprechend aufwändiger Filtertechnik notwendig. Die aktuelle Maschinen-Generation liegt bereits nahe an dieser Grenze.

Der durchschnittliche Wasserverbrauch von neuen Spülmaschinen liegt somit nur wenig unter dem zuletzt angesetzten Wert von 17,5 L pro Spülgang. Der durch einen weiteren Rückgang zu erwartende zusätzliche Spareffekt ist sehr gering. Bezogen auf einen Verbrauchsanteil von etwa 5 L/(E·d) entspricht z.B. ein

Bild 8.
Entwicklung
des Pro-Kopf-
Verbrauchs
für das
Geschirr-
spülen.



Rückgang von 17,5 auf 16 L pro Spülgang (rund 9%) einem rechnerischen Spareffekt von 0,45 bzw. etwa 0,5 L/(E·d). Der weiteren Entwicklung sind auch hier offensichtlich Grenzen gesetzt, und die noch zu erwartenden zusätzlichen Effekte sind sehr gering.

Bei der Abschätzung des zusätzlichen Sparpotenzials durch das Umsteigen von Handspülen auf Spülmaschinen ist zu berücksichtigen, dass der Ausstattungsgrad einen deutlich niedrigeren Sättigungspunkt haben wird als z.B. bei Waschmaschinen (vgl. Bild 4). Zudem werden bestimmte Gegenstände immer von Hand gespült. Wie bei Waschmaschinen ergeben sich Nebeneffekte durch kleine Geräte für Single-Haushalte.

Der auf Grundlage bestehender Spültechniken noch zu prognostizierende Spareffekt ist sehr gering. Theoretisch lässt sich ausgehend von dem im DVGW-Arbeitsblatt W 410 angegebenen Wert von 7 L/(E·d) noch ein geringfügiger Rückgang des Pro-Kopf-Bedarfs um rund 1 L/(E·d), langfristig eventuell auch 2 L/(E·d) abschätzen.

Die auf Grundlage bestehender Spültechniken und der Abläufe in den Haushalten zu erwartenden Entwicklungen sind bekannt und weitgehend umgesetzt. Langfristig davon abweichende Trends, wie sie im Rahmen der Prognose bis 2100 zu berücksichtigen wären, sind nicht zu erkennen. Solange in Haushalten Geschirr genutzt wird, wird auch Wasser zum Spülen gebraucht. Versuche zur Konzeption von Spülmaschinen, die ohne Wasser auskommen, waren bisher wenig erfolgreich. Unabhängig davon ist langfristig nicht auszuschließen, dass neue Spülkonzepte entwickelt werden, die mit sehr wenig oder evtl. sogar ganz ohne Wasser auskommen.

6. In der Prognose für 2100 zugrunde gelegte Szenarien

Der Prognose für die Bedarfszahlen für die Bereiche Wäschewaschen und Geschirrspülen im Jahr 2100 [2] liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Ein Bedarfsanstieg über das derzeitige Niveau hinaus ist sehr unwahrscheinlich.
- Die Sparpotenziale infolge Wasser sparender Haushaltsgeräte wurden überwiegend bereits in der Vergangenheit umgesetzt. Die mittelfristig noch zu erwartenden Effekte sind sehr gering. Unabhängig davon sind langfristig noch gewisse Bedarfsrückgänge denkbar, die in der unteren Variante der Prognose berücksichtigt werden.
- Im Ecosan-Szenario, also bei langfristig konsequenter Umsetzung „alternativer“ bzw. „ökologischer“ Sanitärkonzepte ist für den Bereich des Wäschewaschens ein deutlicher Bedarfsrückgang denkbar. Im

Tabelle 3. Verbrauchs- bzw. Bedarfsanteile für Wäschewaschen und Geschirrspülen, Bestand und Prognose 2100.

	Verbrauchs- bzw. Bedarfsanteil in L/(E·d)				
	Bestand		Prognose 2100		
	BDEW	DVGW W 410	Moderates Szenario		Ecosan-Szenario
	2006	mittelfristig	oben	unten	
Wäschewaschen	15	15	15	12	5
Geschirrspülen	8	7	7	5	5

Bereich des Geschirrspülens scheidet diese Variante aus hygienischen Gründen jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit aus.

Vor diesem Hintergrund werden folgende Szenarien definiert (**Tabelle 3**):

- Als oberer Wert wird für Wäschewaschen der Bestandswert von 15 L/(E·d) angenommen – das Sparpotenzial also mit Null angesetzt. Für Geschirrspülen wird der im DVGW-Arbeitsblatt W 410 angegebene Wert von 7 L/(E·d) angenommen – das Sparpotenzial also mit etwa Null bis 1 L/(E·d) angesetzt.
- Als unterer Wert werden leichte Rückgänge auf 12 L/(E·d) für Wäschewaschen bzw. 5 L/(E·d) für Geschirrspülen angenommen.
- Im Ecosan-Szenario könnte der Trinkwasserverbrauch für Wäschewaschen noch deutlich darunter liegen, als Durchschnittswert abhängig vom Umsetzungsgrad bis 2100 z. B. bei 5 L/(E·d). Beim Geschirrspülen entfällt diese Option.

7. Zusammenfassung

Der Pro-Kopf-Verbrauch in Deutschland ist seit etwa 20 bis 30 Jahren mehr oder weniger stark zurückgegangen. Im Sektor „Haushalte und Kleingewerbe“ ist seit 1990 ein Rückgang von etwa 147 L/(E·d) auf derzeit etwa 125 L/(E·d) erfolgt. Maßgeblichen Anteil an dieser Entwicklung hatte neben der Reduzierung der Spülmenge in Toiletten auch die Entwicklung Wasser sparender Haushaltsgeräte als Folge der Ölkrise 1973. Seit Ende der 1970er-Jahre ist der Pro-Kopf-Verbrauch dadurch um etwa 15 L/(E·d) zurückgegangen bzw. hätte um diesen Betrag zurückgehen müssen.

Dabei ist der tatsächlich wirksam gewordene Verbrauchsrückgang deutlich geringer als aufgrund des Rückgangs des Wasserverbrauchs der Wasch- und Spülmaschinen zu erwarten gewesen wäre. Parallel zur Umsetzung der Spareffekte infolge der technischen Entwicklung hat eine Verbrauchszunahme infolge von Änderungen des Verbraucherverhaltens stattgefunden. Diese Änderungen haben die eingetretenen Spareffekte zum Teil aufgezehrt und damit den eigentlich zu erwartenden Verbrauchsrückgang gedämpft.

Die Spareffekte durch Wasser sparende Haushaltsgeräte wurden überwiegend im Zeitraum 1980 bis 2010 wirksam und sind als weitgehend abgeschlossen zu betrachten. Ausgehend vom gegenwärtigen Niveau ist auch dann nur noch ein geringfügiger Rückgang des Pro-Kopf-Bedarfs zu erwarten, wenn der Verbrauch der Maschinen noch weiter reduziert werden sollte.

Für mittelfristige Prognosen, wie sie für die Planungen der Versorgungsunternehmen und Wasserbedarfsnachweise benötigt werden, sind die noch zu erwartenden Effekte durch Wasser sparende Haushaltsgeräte somit als sehr gering anzusehen und de facto mit Null

zu beziffern. Gegenläufige Effekte bestehen ggf. durch Aspekte des Verbraucherverhaltens wie häufigeres Waschen und Spülen und den anhaltenden Trend zu kleinen Haushalten.

Langfristige Entwicklungen z. B. durch neue Wasch- und Spültechniken oder weitere Änderungen der Lebensumstände bzw. -gewohnheiten bleiben unabhängig davon abzuwarten.

Literatur

- [1] Kämpf, M., Gerdes, H., Mikat, H., Berthold, G., Hergesell, M. und Roth, U.: Auswirkungen des Klimawandels auf eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung. DVGW energie/wasser-praxis 59 (2008) Nr. 1, S. 49–53.
- [2] Mikat, H., Wagner, H. und Roth, U.: Wasserbedarfsprognose für Südhessen 2100 – Langfristige Prognose im Rahmen eines Klimafolgen-Projektes. gwf-Wasser|Abwasser 151 (2010) Nr. 12, S. 1178–1186.
- [3] Roth, U.: Bestimmungsfaktoren für Wasserbedarfsprognosen. gwf-Wasser|Abwasser 139 (1998) Nr. 2, S. 63–69.
- [4] Roth, U., Mikat, H. und Wagner, H.: Der Einfluss moderner Toilettenspülungen auf den Trinkwasserbedarf der Haushalte. gwf-Wasser|Abwasser 152 (2011) Nr. 3, S. 254–260.
- [5] Roth, U.: Der Einfluss moderner Haushaltsgeräte auf den Wasserverbrauch der Haushalte. Wasser und Boden 45 (1995) Nr. 10, S. 58–62.
- [6] BDEW et al. (Hrsg.): Branchenbild der Deutschen Wasserwirtschaft 2008 und 2011.
- [7] DVGW: Technische Regel – Arbeitsblatt W 410 – Wasserbedarf - Kennwerte und Einflussgrößen. Bonn, 2008.
- [8] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – LAW: Faltblatt „Wer den Tropfen nicht ehrt“ (ohne Datumsangaben, ca. 1990 und 1993).
- [9] Bächle, A. et al.: Prognose zur Trinkwasserbedarfsentwicklung im Versorgungsgebiet der MVV Mannheim. gwf-Wasser|Abwasser 139 (1998) Nr. 2, S. 70–78.
- [10] Statistisches Bundesamt: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe – Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Verbrauchsgütern (Fachserie 10, Heft 1). Wiesbaden, 2011. www.destatis.de
- [11] Mutschmann/Stimmelmayer: Taschenbuch der Wasserversorgung. 1. Auflage, Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1956. 6. Auflage, Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1973. 10. Auflage, Frankh-Kosmos, Stuttgart, 1991. 14. Auflage, Vieweg, Wiesbaden, 2007.
- [12] Umweltbundesamt (Krusche, P. et al.): Ökologisches Bauen. Bauverlag. Wiesbaden/Berlin, 1982.
- [13] Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung im VKU – ASEW: Wertvolles Wasser: Warum Umweltfreunde Trinkwasser mit Bedacht nutzen und auch das Grundwasser schützen. Köln 1994, 2001.
- [14] DVGW: Technische Regel – Merkblatt W 410 – Wasserbedarfswahlen. Bonn, 1995.
- [15] Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW): 109. Wasserstatistik 1997.
- [16] Stamminger, R.: Der Wasserverbrauch von Hausgeräten – Seine technische Entwicklung und gesamtwirtschaftliche Bedeutung. Gesundheits-Ingenieur-Haustechnik-Bauphysik-Umwelttechnik 113 (1992) Nr. 1, S. 31–38.

- [17] Öko-Institut e.V. (Rüdenauer et al.): Eco-Efficiency Analysis of Washing machines – Life Cycle Assessment and determination of optimal life span; revised extended version. Freiburg i.B., 2005.
- [18] Umweltbundesamt (Hrsg.): Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Dessau, 2005.
- [19] <http://de.wikipedi.org/wiki/Ecosan> (Zugriff am 12.1.2011).
- [20] EUWID: Forscher erfinden (fast) wasserlose Waschmaschine. EUWID Wa Nr. 25 v. 17.6.2008 (S. 15).
- [21] Stamminger, R.: Daten und Fakten zum Geschirrspülen per Hand und in der Maschine. SÖFW-Journal - Internationales Journal für angewandte Wissenschaft 132 (2006) Nr. 3.

Eingereicht: 31.03.2011
 Korrektur: 30.06.2011
 Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

Autoren

Dr.-Ing. **Ulrich Roth**
 Beratender Ingenieur |
 Auf der Hardt 33 |
 D-56130 Bad Ems |
 E-Mail: Dr.Roth-BadEms@t-online.de

Dr. rer. nat. **Hermann Mikat**
 E-Mail: Hermann.Mikat@hessenwasser.de
 Dipl.-Geol. **Holger Wagner**
 Hessenwasser GmbH & Co. KG |
 Taunusstraße 100 |
 D-64521 Groß-Gerau |
 E-Mail: Holger.Wagner@hessenwasser.de

Parallelheft gwf-Gas | Erdgas

Messen · Steuern · Regeln

Sie lesen u. a. folgende Beiträge:

Pöppl	Flexibler Prozess-Gaschromatograph für die neuen Anforderungen an Gasanalysegeräte
Sosna/Schulze	AERIUS G4-Gaszähler: Gasverbrauchsmessung mit mikrothermischen Strömungssensoren
Günther/Hofmann/Mikow	BCM-Biogastest-1000 zur Bestimmung der maximalen Biogas- bzw. Biomethanausbeute
Baden	Die Evolution zu Smart Energy
Behmer/Meyer	Verdichterstation Ochtrup mit Elektroantrieb und regelbarem Planetengetriebe
Bockhorn/Frimmel/Klinger/ Kolb/Reimert	Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe (TZW) im Jahre 2010