






Wasserverbrauch privater Haushalte pro km² im Modellmonat April 1998

	[l/sec]	[m³/Tag]	[m³/Jahr]
	0 - 4	0 - 346	0 - 126.230
	> 4 - 7	>346 - 605	>126.230 - 220.903
	> 7 - 11	>605 - 950	>220.903 - 347.134
	>11 - 15	>950 - 1.296	>347.134 - 473.364
	> 15	> 1.296	> 473.364

GLOBAL CHANGE ATLAS  
EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



Herausgeber:  
GLOWA-Danube-Projekt, Ludwig-Maximilians-Universität München

2.10.1 Teilprojekt Umweltpsychologie  
Wasserverbrauch privater Haushalte und  
des öffentlichen Dienstleistungssektors

Rastergröße: 1 x 1 km²  
Maßstab: 1: 1.700.000



**Datengrundlage:**  
Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung,  
München, 2004  
Im Modell *Household* modellierter Wasserbedarf im DANUBIA-  
Referenzlauf (Dezember 2004)  
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 2004  
DANUBIA-Bevölkerung

**Autoren:**  
A. Ernst, S. Kuhn, C. Schulz, N. Schwarz, R. Seidl  
Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung,  
Universität Kassel

**Grafik:**  
V. Falck  
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung,  
Ludwig-Maximilians-Universität München



## 2.10.1 Teilprojekt Umweltpsychologie - Wasserverbrauch privater Haushalte und des öffentlichen Dienstleistungssektors

### 1. Einleitung

Das Modell *Household* errechnet den Wasserbedarf privater Haushalte sowie des öffentlichen Dienstleistungssektors. Mit seiner Hilfe kann der private Wasserverbrauch unter veränderten klimatischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen abgebildet werden. Weiterhin können durch die räumliche Auflösung des Modells z.B. Gebiete mit besonders hohem Trinkwasserverbrauch durch extreme Sommertemperaturen sowie mögliche Einsparungspotentiale identifiziert werden. Diese Informationen sind vor allem für Entscheidungsträger in Politik und Umweltverbänden bei der Entwicklung nachhaltiger Strategien hilfreich.

### 2. Datenaufbereitung

Die Berechnung des Wasserbedarfs beruht auf 25 Haushaltstypen. Die Haushaltstypen unterscheiden sich hinsichtlich der Anzahl der im Haushalt lebenden Personen sowie ihrer monatlichen Netto-Einkommen (5 x 5 Matrix). Für jeden der 25 Haushaltstypen ist der Bedarf in Litern pro Person und Tag für 10 verschiedene Nutzungsarten bekannt. Die Daten stammen aus repräsentativen schriftlichen und telefonischen Umfragen von insgesamt 1.317 Personen im deutschen Donaeinzugsgebiet. Anhand dieser Daten sowie einem Abgleich mit statistischen Daten aus der Literatur (Abke, 2001) konnten die genauen Verbrauchswerte für die 10 Nutzungsarten für jeden einzelnen Haushaltstyp ermittelt werden.

#### Die 10 Wassernutzungsarten:

Waschmaschine, Spülmaschine, Duschen, Baden, Toilettenspülung, Putzen, Handspülen, Zähneputzen, Händewaschen, Sonstiges

Diese Aufschlüsselung des Wasserbedarfs nach den einzelnen Nutzungsarten erlaubt es bspw. jahreszeitliche Schwankungen im Wasserbedarf abzubilden. Dabei weisen die Haushaltstypen typische Wasserverbrauchsmuster auf; diese sind in Abbildung 2.10.1.1 graphisch dargestellt.

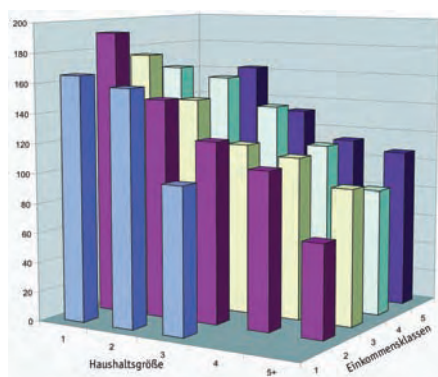


Abbildung 2.10.1.1: Pro-Kopf-Wasserverbrauch der 25 Haushaltstypen (5 x 5 Matrix); auf der linken Y-Achse ist der Pro-Kopfverbrauch in Litern pro Tag angegeben, auf der rechten Z-Achse sind die Netto-Einkommensklassen 1-5 aufgetragen (1: < 1.100 €; 2: 1.100 < 2.000 €; 3: 2.000 < 2.900 €; 4: 2.900 < 5.000 €; 5: > 5.000 €); ein Haushalt mit 5 und mehr Mitgliedern besteht im Durchschnitt aus 5,3 Personen. Der angegebene Verbrauch ist der Wasserverbrauch der Befragten laut Wasseruhr; fehlende Balken bedeuten, dass zu diesen Haushaltstypen keine Daten aus den empirischen Untersuchungen vorliegen.

In Bezug auf die typischen Verbrauchsmuster gilt:

- je größer das Haushaltseinkommen, desto mehr Wasser wird tendenziell verbraucht und
- je mehr Personen in einem Haushalt leben, desto höher ist zwar der absolute Wasserverbrauch in diesem Haushalt, der Pro-Kopfverbrauch jedoch sinkt mit ansteigender Personenzahl im Haushalt.

Grund für dieses Muster ist, dass bei einigen der Wassernutzungsarten der Verbrauchswert pro Woche annähernd gleich ist, unabhängig davon, wie viele Personen in diesem Haushalt leben. Zudem haben 1-Personenhaushalte eine etwas schlechtere Geräteausnutzung, die gegenüber Mehrpersonenhaushalten zu einem höheren Wasserverbrauch führt: so benutzt z.B. ein 4-Personenhaushalt die Waschmaschine nicht 4 mal sondern lediglich 3 mal so häufig wie ein 1-Personenhaushalt. Die Spülmaschine benutzt ein 4-Personenhaushalt im Vergleich zum 1-Personenhaushalt sogar nur 2,2 mal so häufig.

### 3. Modellbeschreibung

Die Berechnung des Wasserbedarfs privater Haushalte erfolgt im Modell in drei Schritten:

- die Berechnung des Wasserbedarfs pro Haushaltstyp anhand von 10 Nutzungsarten (z.B. Duschen, Toilette, Zähneputzen) unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Schwankungen,
- das Einbeziehen von Wasserpreis und Preiselastizität,
- die Aggregation des Wasserbedarfs der Haushaltstypen für die einzelnen Proxel unter Berücksichtigung der Stadt-Land-Korrektur sowie der Innovationskorrektur (siehe Abbildung 2.10.1.2).

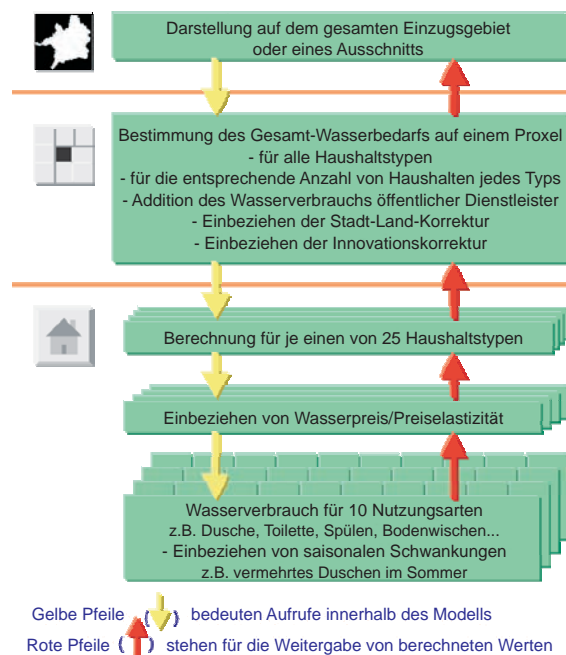


Abbildung 2.10.1.2: Berechnungsschritte im Modell *Household* (auf der linken Seite ist die Berechnungsebene durch ein entsprechendes Symbol für Haushalt, Proxel, bzw. Donaeinzugsgebiet dargestellt).

Durch Aufschlüsselung des Wasserbedarfs nach Nutzungsarten ist das Modell in der Lage, saisonale Schwankungen zu berücksichtigen: Steigt die monatliche Durchschnittstemperatur über 10°C an, wird ein vermehrter Wasserbedarf für Duschen und Baden angenommen. (Die Gartenbewässerung wird bei der Weiterentwicklung von DANUBIA berücksichtigt). Der Gesamtbedarf an Wasser eines Haushaltstyps auf Grundlage der 10 Nutzungsarten wird im zweiten Schritt anhand des Wasserpreises modifiziert (Abbildung 2.10.1.2).

Schließlich werden in einem dritten Schritt die Wasserverbräuche aller Haushalte eines Proxels aufsummiert. Die Information darüber, wie viele Haushalte welchen Typs sich auf einem bestimmten Proxel befinden, wird dem Modell *Household* vom Modell *Demography* geliefert.

Die sog. Stadt-Land-Korrektur trägt dem Zustand Rechnung, dass auf städtischen Proxeln der durchschnittliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch statistisch höher ist. Dieser Sachverhalt ist darauf zurückzuführen, dass der Pro-Kopf-Verbrauch in Städten generell höher ist als auf dem Land (u.a. aufgrund einer höheren Anzahl an Singlehaushalten bzw. 2-Personenhaushalten sowie mehr Kleingewerbe, das mit im statistischen Wasserbedarf enthalten ist). Diese Verbrauchskorrektur wurde mit Hilfe einer Regressionsgeraden berechnet.

Des Weiteren wurde eine Innovationskorrektur eingeführt. Diese beruht auf statistischen Verbrauchsdaten der Jahre 1991, 1995, 1998 und 2001 und bildet die Tatsache ab, dass der Wasserverbrauch in den letzten Jahren aufgrund technischer Neuerungen (z.B. Waschmaschinen mit Wassersparprogrammen) kontinuierlich gesunken ist.

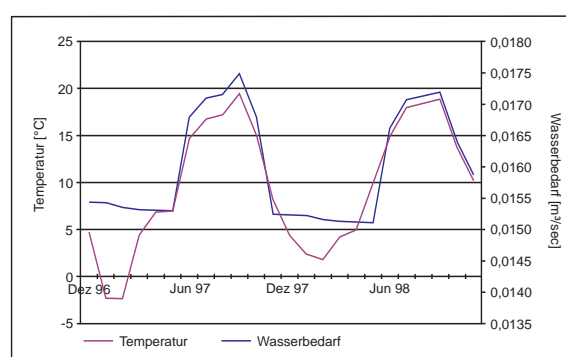


Abbildung 2.10.1.3: Modellierter Wasserbedarf eines Münchener Proxels (ID 94185) für die Jahre 1997 und 1998 in Abhängigkeit von der Tagesmitteltemperatur.

In Abbildung 2.10.1.3 ist die Verlaufskurve des Wasserverbrauchs eines Münchener Proxels für zwei Jahre dargestellt. Da in den kalten Monaten die saisonalen Schwankungen den Verbrauch nicht beeinflussen, kann man an ihnen besonders gut erkennen, dass der Wasserverbrauch insgesamt leicht absinkt.

Im Modell *Household* integriert ist das sog. *Dienstleistungsmodell*, ein einfaches zusätzliches Modell, das dem Wasserverbrauch der privaten Haushalte 8% hinzuaddiert. Es modelliert den Wasserverbrauch des öffentlichen Dienstleistungssektors. Dieser Wasserbedarf wird vom BGW (Bundesverband der Gas- und Wasserwirtschaft) als Kategorie „Sonstiges“ geführt und enthält u.a. öffentliche Schwimmbäder, Schulen, Opernhäuser, Brunnen, Zentrale Verwaltungen, Bundeswehr, Universitäten und Krankenhäuser. Der Wasserverbrauch dieser Kategorie beträgt statistisch ca. 8% des Wasserverbrauchs privater Haushalte.

### 4. Darstellung der Ergebnisse

Die abgebildete Karte zeigt den modellierten Wasserverbrauch privater Haushalte für den Monat April im Jahr 1998; die Daten stammen aus dem Referenzlauf, der mit DANUBIA im Dezember 2004 durchgeführt wurde. Die Validierung des modellierten Wasserbedarfs beruht auf statistischen Daten des Wasserverbrauchs. Dabei liegen als statistische Daten für die Gemeinden in den Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern der durchschnittliche Pro-Kopf Tagesverbrauch für das Jahr 1998 vor. Da der Verbrauch des öffentlichen Dienstleistungssektors nicht statistisch gesondert erfasst wird, kann die Validierung des Modells *Household* nur für den Wasserverbrauch der Haushalte erfolgen.

Die Summe der Proxel trifft den Gesamtverbrauch des Einzugsgebietes sehr gut, jedes einzelne Proxel weicht aber z.T. beträchtlich von den statistischen Daten ab. Die statistischen Daten weisen Schwankungen von 57,7 bis 301,1 (Mittelwert=129,13; Standardabweichung=24,1) Liter pro Person und Tag auf. Dies liegt u.a. daran, dass in einigen Gemeinden viele private Brunnen zur Trinkwassergewinnung genutzt werden und in anderen der Wasserverbrauch des Kleingewerbes überproportional häufig im privaten Verbrauch enthalten ist. Das Modell hat hingegen nur eine Spannweite von 121,9 bis 234,5 Litern pro Person und Tag bei einer Standardabweichung von 10,2. Abbildung 2.10.1.4 zeigt die Abweichungen des modellierten vom statistischen Wasserverbrauch privater Haushalte in den deutschen Gemeinden im oberen Donaeinzugsgebiet für das Jahr 1998 in Prozent.

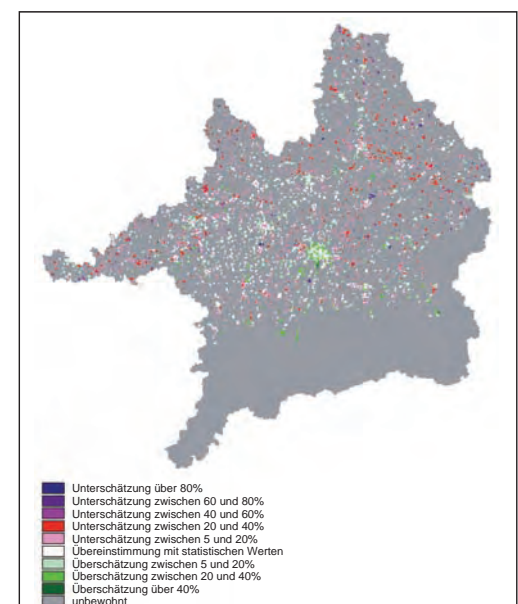


Abbildung 2.10.1.4: Prozentuale Abweichungen des modellierten vom statistischen Wasserverbrauch privater Haushalte für das deutsche Donaeinzugsgebiet im Jahr 1998.

Das Modell *Household* hat für 1998 für die Haushalte im Einzugsgebiet einen Gesamtbedarf von 17,66 m³/s berechnet. Laut Statistik gab es 1998 einen Verbrauch von 17,51 m³/s. Das Modell überschätzt den Bedarf der Haushalte im Jahr 1998 über alle Proxel damit um 1%.

### Literatur

Abke, W. (2001): *Wasserversorgung*. In Lechner, K., Lühr, H.-P. & Zanke, U.C.E. (Eds.), Taschenbuch der Wasserwirtschaft (8., völlig neu bearb. Aufl.). Berlin: Parey.