

Karte 1: Gesamtentnahmen aus dem Grundwasser pro Gemeinde

Karte 2: Gesamtentnahmen aus dem Oberflächenwasser pro Gemeinde

Karte 3: Gesamtwasserabgabe - Grund- und Oberflächenwasser pro Gemeinde

Karte 4: Differenz zwischen Wasserabgabe und -entnahme pro Gemeinde

Wasserentnahme/-abgabe [1000 m³/Jahr]			[m³/Tag]			[l/sec]		
0 bis	9		0 bis	25,9		0 bis	0,3	
>	9 bis	32	>	25,9 bis	86,4	>	0,3 bis	1,0
>	32 bis	95	>	86,4 bis	259	>	1,0 bis	3,0
>	95 bis	316	>	259 bis	864	>	3,0 bis	10
>	316 bis	947	>	864 bis	2.592	>	10 bis	30
>	947 bis	3.156	>	2.592 bis	8.640	>	30 bis	100
>	3.156 bis	9.467	>	8.640 bis	25.920	>	100 bis	300
>	9.467 bis	31.558	>	25.920 bis	86.400	>	300 bis	1.000
>	31.558 bis	94.673	>	86.400 bis	259.200	>	1.000 bis	3.000
>	94.673 bis	142.009	>	259.200 bis	388.800	>	3.000 bis	4.500
>	142.009		>	388.800		>	4.500	

[1000 m³/Jahr]			[m³/Tag]			[l/sec]		
-47.336 bis	-31.558		-129.600 bis	-86.400		-1.500 bis	-1.000	
>	-31.558 bis	-9.467	>	-86.400 bis	-25.920	>	-1.000 bis	-300
>	-9.467 bis	-3.156	>	-25.920 bis	-8.640	>	-300 bis	-100
>	-3.156 bis	-947	>	-8.640 bis	-2.592	>	-100 bis	-30
>	-947 bis	-316	>	-2.592 bis	-864	>	-30 bis	-10
>	-316 bis	-95	>	-864 bis	-259	>	-10 bis	-3
>	-95 bis	95	>	-259 bis	259	>	-3 bis	3
>	95 bis	316	>	259 bis	864	>	3 bis	10
>	316 bis	947	>	864 bis	2.592	>	10 bis	30
>	947 bis	3.156	>	2.592 bis	8.640	>	30 bis	100
>	3.156 bis	9.467	>	8.640 bis	25.920	>	100 bis	300
>	9.467 bis	31.558	>	25.920 bis	86.400	>	300 bis	1.000
>	31.558		>	86.400		>	1.000	

Alle Angaben beziehen sich auf das Jahr 1998.

Stand: 2008

## GLOBAL CHANGE ATLAS EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



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

### 2.2.2 Teilprojekt Grundwasserhaushalt, Grundwasserbewirtschaftung und Wasserversorgung Gesamtwasserentnahme und -abgabe

Rastergröße: 1 x 1 km²  
Maßstab: 1: 3.800.000



**Datengrundlage:**  
Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München, 1998  
Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1998  
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 1998  
Landratsämter: Alb-Donau-Kreis, Kreis Biberach, Breisgau-Hochschwarzwald-Kreis, Kreis Heidenheim, Ostalb-Kreis, Kreis Ravensburg, Kreis Reutlingen, Schwarzwald-Baar-Kreis, Kreis Sigmaringen, Kreis Tuttlingen, Zollernalb-Kreis, Stadt Ulm, (1998-2003)  
112. Statistik Wasser, Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft, e.V. Bonn, 2001  
EcoGIS, Web-based Map Browser for Environmental Data of Switzerland, BUWAL 2001-2003  
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweiz  
Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs 1999. Statistik DW 1. ÖVGW Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, Wien.  
Wasserentnahmedaten des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Österreich, Strategiepapier „Grundwasserentnahmen“, 2004, und „Lage und Abgrenzung von Grundwasserkörpern“, 2003  
Salzburger Geograph. Informationssystem SAGIS, Amt der Salzburger Landesregierung, 2004  
Wasserversorgungs- und Entnahmedaten des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, 2004

**Autoren:**  
R. Barthel, D. Nickel  
Institut für Wasserbau,  
Universität Stuttgart

**Grafik:**  
V. Falck,  
Department für Geographie,  
Ludwig-Maximilians-Universität München



## 2.2.2 Teilprojekt Grundwasserhaushalt, Grundwasserbewirtschaftung und Wasserversorgung - Modellerte Gesamtwasserentnahme und Gesamtwasserabgabe pro Gemeinde

### 1. Einleitung

Das Donaueinzugsgebiet verfügt über große Grundwasser- und Oberflächenwasservorräte, nur ein geringer Anteil findet für Trinkwasserzwecke oder industrielle Nutzungen Verwendung. Diese Vorräte sind jedoch weder mengenmäßig noch hinsichtlich ihrer qualitativen Eigenschaften gleichmäßig verteilt. Während manche Regionen an Wasserarmut leiden oder Wasser aufwändig aufbereiten müssen, verzeichnen andere Gebiete Wasserüberschüsse bei guter Qualität (siehe Kapitel 1.16). Global Change – ob Veränderungen des Klimas oder z.B. der Bevölkerungs-, Besiedlungs- und Verbrauchsstrukturen – könnte zu einer Verschiebung oder Verschärfung von regionalen Unterschieden und zu Nutzungskonflikten führen. Folgende und verwandte Fragen verdienen das Interesse der Verantwortlichen der Trinkwasserversorgung und der Wassernutzer zugleich:

Wo wird – heute und in Zukunft – Wasser für Trinkwasserzwecke und industrielle Nutzungen entnommen und wo wird es durch welche Nutzergruppen verbraucht? Welche Gemeinden oder Regionen können ihren eigenen Bedarf aus lokalen Ressourcen decken und welche sind auf Wasserimporte angewiesen? Sind die heutigen Strukturen der Trinkwasserversorgung ausreichend oder wo könnte es zu Versorgungsengpässen unter welchen Bedingungen kommen?

Diese Gesamtsicht auf die Versorgungs- und Nutzungssituation ist in GLOWA-Danube Aufgabe des Modells *WaterSupply* des Teilprojektes Grundwasserhaushalt, Grundwasserbewirtschaftung und Wasserversorgung. Im Weiteren werden Modell sowie Auszüge der Ergebnisse des Modells dargestellt.

### 2. Datenaufbereitung

Das Modell *WaterSupply* liefert Grund- und Oberflächenwasserentnahmewerte je Proxel. Die Verbrauchswerte (Demands) der einzelnen Nutzergruppen (Haushalt, Landwirtschaft, etc.) sind Inputwerte des Modells *WaterSupply*, nicht Ergebnisse. Gleichzeitig können sie aber nur von *WaterSupply* im Verhältnis zueinander oder aggregiert gezeigt werden und werden deshalb hier als „Ergebnisse“ zusammengefasst. Im Folgenden wird anstelle des Begriffs „Verbrauch“, der Begriff „Abgabe“ verwendet, der die Aktivitäten von Wasserversorgern besser beschreibt. Die Eigenförderung der Industrie wird, wenn auch nicht ganz zutreffend, hier ebenfalls als „Abgabe“ bezeichnet. Für die Kartendarstellung werden alle Proxel-Werte aus den Monatswerten für das Jahr 1998 gemittelt und für jede Gemeindefläche aufsummiert. Durch die Aggregation auf Gemeindeebene wird einerseits der Tatsache Rechnung getragen, dass die Trinkwasserversorgung in allen betrachteten Ländern im oberen Donaueinzugsgebiet zu den kommunalen Aufgaben zählt. Andererseits wird hierdurch ein Vergleich mit den Abgabe- und Entnahmedaten der Statistischen Landesämter für die Basisjahre 1995-1999 erleichtert, die meist für die politischen Einheiten Gemeinde, Kreis, etc. aufsummiert angegeben werden.

### 3. Modellbeschreibung

Das Modell *WaterSupply* ist den so genannten „Akteurmodellen“ zugeordnet. Es hat folgende Ziele:

- das Sicherstellen der Trinkwasserversorgung im Hinblick auf Qualität und Quantität,
- die realitätsnahe Ermittlung von Entnahmen aus Grundwasser und Oberflächenwasser (Ist-Zustand) für die öffentliche Trinkwasserversorgung und für industrielle Zwecke,
- die Einhaltung der Entnahmelimitierungen für Oberflächenwasser, die vom Modell *Rivernet-work* berechnet werden,
- die Kommunikation des quantitativen und qualitativen Zustands der Gewässer an die anderen Akteurmodelle (die jeweils eine Nutzergruppe darstellen).

Das Modell *WaterSupply* basiert auf der Kommunikation der modellierten Wasserversorger (*Water Supply Companies*, i.F. WSC) mit den durch sie versorgten Gemeinden (*Communities*). Eine WSC ist ein durch eine ID (Identifikationsnummer

oder -code) eindeutig identifizierbares Objekt, das mit verschiedenen Informationen initialisiert wird. Die wesentlichen Informationen sind die Brunnen- bzw. Flussproxel (so genannte Sourceproxel), die den WSC zur Verfügung stehen, um Wasser zu entnehmen, sowie die maximalen technisch/rechtlichen Entnahmemengen (=Kapazität) aus diesem Proxel. Eine Gemeinde ist ein ebenfalls eindeutig referenziertes Objekt (Gemeinde-ID). Eine Gemeinde enthält als wesentliche Attribute eine Liste der Proxel, die im Gemeindegebiet liegen (Consumerproxel) und eine Liste der WSC, von denen die Gemeinde Wasser beziehen kann, um ihr Gebiet zu versorgen. Die WSCs lassen sich in drei Kategorien einteilen (siehe Abbildung 2.2.2.1):

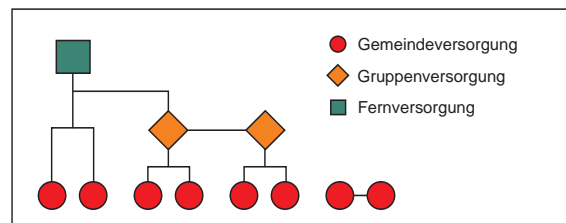


Abbildung 2.2.2.1: Hierarchie und Typen von Wasserversorgungsunternehmen im Wasserversorgungsmodell *WaterSupply*.

Im gesamten oberen Donaueinzugsgebiet, ausgenommen dem Schweizer Teil (Graubünden), wo die Trinkwasserversorgung ausschließlich durch Gemeindeversorger vollzogen wird, herrscht eine Versorgungshierarchie bestehend aus den drei Versorgungstypen, wie in Abbildung 2.2.2.1 dargestellt. Dieses Versorgungsgeflecht dient in erster Linie der Versorgungssicherheit bei schwankender Nachfrage sowie der Versorgung von wasserarmen Gebieten. Wichtig ist die Abbildung dieser Versorgungsstruktur, damit die Entnahmen in den Modellen *Groundwater* und *Rivernetwork* den richtigen Proxeln zugewiesen werden.

Das Modell *WaterSupply* arbeitet nach folgendem – hier leicht vereinfacht dargestelltem – Schema: In einem ersten Schritt aggregiert jede Gemeinde alle Trinkwasser-Demands über ihr gesamtes Gemeindegebiet. Diese Gesamtwerte werden an die erste zugeordnete WSC geschickt, die einen Abgleich zwischen Supply (maxim. technische/rechtliche Entnahmemenge aller Sourceproxeln) und Demand macht. Ein mögliches Defizit wird an die Gemeinde zurückgegeben, die dann die Möglichkeit hat, die noch nicht befriedigten Demands an eine zweite WSC weiterzugeben, die ebenfalls einen Abgleich zwischen Demand und Supply macht. Die festgelegte Zuweisung von Gemeinden zur WSC sowie von mit Kapazitäten versehenen Sourceproxeln zur WSC sorgt dafür, dass zumindest in den Referenzjahren (1995-1999) alle Demands gedeckt werden, und dass, trotz komplexem und hierarchischem Aufbau des Versorgungssystems, Entnahmen an den realen Entnahmestellen stattfinden.

Der Grund- und Oberflächenwasserbedarf der Industrie wird unmittelbar aus dem Proxel versorgt, in dem der Demand anfällt. Priorität hat Oberflächenwasser, d.h. wenn das Proxel ein Flussproxel ist, wird der Demand aus dem Fluss entnommen, sonst aus dem Grundwasser. Dies fällt vollständig in die Zuständigkeit des Modells *Economy*. Die Verarbeitung der industriellen Entnahmen im Modell *WaterSupply* ist dadurch begründet, dass Entnahmen und maximal mögliche Entnahmen pro Proxel unabhängig von der Nutzungsart sind. Das bedeutet, die Information über die pro Proxel entnommene Gesamtmenge an Oberflächen- und Grundwasser muss an einer Stelle zusammengeführt und an die naturwissenschaftlichen Partnermodelle weitergeleitet werden. Gleichzeitig erfordert die Berechnung des Zustands und der Elastizität von Wasserressourcen die Kenntnis aller Entnahmen.

Das Modell *WaterSupply* sieht vor, dass die WSC sich an veränderte Rahmenbedingungen durch Global Change anpassen können, um die eingangs genannten Ziele zu erreichen. Sie können z.B. die Nutzung bestimmter Wasserressourcen ausbauen oder einschränken oder den Wasserbezug von einem anderen Unternehmen erhö-

hen. Dieses setzt die Bewertung und Kommunikation des qualitativen und quantitativen Zustands der Gewässer voraus. In DANUBIA werden definierte Gewässerabschnitte in einer fünfstufigen qualitativen Skala (sehr gut bis sehr schlecht) eingeteilt, während quantitative Werte der Zuordnung zugrunde liegen. Die Bewertung des Gewässerzustands sowie die Anpassung der WSC an sich verändernde Rahmenbedingungen wird u.a. in Kapitel 3 dieses Atlases behandelt.

### 4. Darstellung der Ergebnisse

Es werden vier Karten gezeigt, die die für das Jahr 1998 gemittelten Wasserentnahmen aus Grund- und Oberflächenwasser sowie die gemittelten Wasserabgaben darstellen. Die berechneten Proxelwerte wurden für die Gemeinden im Einzugsgebiet aufsummiert. Die gesamte Grundwasserentnahme (Karte 1) setzt sich aus Entnahmen für Trinkwasserzwecke und aus Entnahmen für industrielle Nutzungen zusammen. Dagegen dienen die Oberflächenwasserentnahmen (Karte 2) nahezu ausschließlich industriellen Nutzungen. Auf diesen ersten zwei Karten fallen besonders die großen Entnahmen in und um die großen Städte, z.B. München oder Augsburg, am nördlichen Alpenrand sowie entlang der Schwäbischen Alb im Nordwesten auf. Die Gemeinden, auf deren Gebiet keine Entnahmen für Trinkwasserzwecke erfolgen und die ihren gesamten Wasserbedarf durch Importe decken, nehmen von Süden bis Norden entsprechend der sinkenden Wasserverfügbarkeit deutlich zu.

Die Gesamtabgabe (Karte 3) setzt sich analog aus der gesamten Abgabe von Trinkwasser (= an die öffentliche Trinkwasserversorgung) und der Eigenförderung der Industrie zusammen. Die Gesamtabgabe (Trinkwasser und industrielle Nutzungen) abzüglich der Gesamtentnahme (Karte 4) visualisiert Gemeinden mit einem Nettoexport (blauschattierte Gemeinden), mit einem Nettoimport (rotschattierte Gemeinden) oder ohne Wasserimporte oder -exporte. Auffällig sind in Karte 4 die weißen Bereiche (Entnahme = Abgabe) im Süden des Einzugsgebietes. Die zugehörigen Gemeindeflächen liegen im Wesentlichen in der Schweiz und in Österreich. Sie sind u.a. ein Resultat aus der für diese Länder unzureichenden Datenbasis und der entsprechenden Aufbereitung. Für das größte betrachtete österreichische Bundesland Tirol sind beispielsweise die Entnahmen nicht pro Gemeinde sondern pro Aquifer bzw. Grundwassereinheit bekannt. Diese Information wurde auf die Gemeinden unter Verwendung der berechneten Verbrauchsdaten disaggregiert. Es wurde also in der Aufbereitung bereits implizit angenommen, dass die Entnahme und der Verbrauch pro Gemeinde identisch sind. Eine detaillierte Beschreibung der Aufbereitung der Basisdaten lässt sich Kapitel 1.16 entnehmen.

Insgesamt dürfte mit der hier vorgestellten Darstellung von Abgabe und Entnahme auf Gemeindeebene die erste und einzige detaillierte Gesamtsicht auf die Wasserversorgung im Einzugsgebiet vorliegen. Frühere Gesamtdarstellungen sind deutlich stärker aggregiert und konnten nicht auf eine vergleichbar vollständige Datenbasis zurückgreifen. Allerdings ist die Darstellung und Simulation des Ist-Zustandes nicht vorrangiges Ziel des Projekts. Vielmehr gilt es, in Szenariensimulationen Veränderungen relativ zu diesem Referenzzustand zu lokalisieren und zu quantifizieren, um letztlich diejenigen Gebiete zu ermitteln, in denen es zukünftig zu krisenhaften Situationen kommen kann. Ebenso soll der möglichst effiziente, zielgerichtete und zeitlich optimale Einsatz von Präventionsmaßnahmen durch die Simulationsrechnungen unterstützt werden.