

2.11.1 Teilprojekt Umweltökonomie - Industrielle Wasserentnahme

1. Einleitung

Innerhalb des Einzugsgebiets der Oberen Donau stellt die industrielle Wasserförderung eine bedeutende anthropogene Nutzungsart dar. Abbildung 2.11.1.1 zeigt die relativen Anteile der wichtigsten Nutzungsarten für Bayern, Baden-Württemberg und Österreich. Die industrielle Wassernutzung beinhaltet die Entnahmen der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden. Die Wasserförderung der Industrie ist dabei klar von der Wassernutzung der Energieversorgung, d.h. der Wärmekraftwerke für die öffentliche Versorgung, abzugrenzen. Diese Abgrenzung ist vor allem durch die unterschiedliche Nutzung des Wassers in beiden Bereichen zu begründen. Während das Wasser in Industriebetrieben auf unterschiedlichste Art und Weise in den branchenspezifischen Produktionsprozessen genutzt wird, wird das Wasser in der Energiewirtschaft ausschließlich zur Kühlung der Stromerzeugungsanlagen genutzt. Die Modellierung der so abgegrenzten industriellen Wassernutzung in DANUBIA wird in diesem Artikel vorgestellt. Die Wasserförderung durch die Energiewirtschaft wird in DANUBIA bisher nicht berücksichtigt.

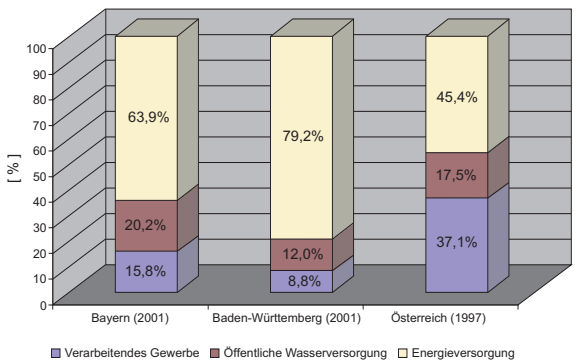


Abbildung 2.11.1.1: Entwicklung der Wasserentnahme nach Bereichen (in %).

Das in den bayerischen und baden-württembergischen Betrieben des verarbeitenden Gewerbes genutzte Wasser wird in erster Linie zur Kühlung (rund 74% in Bayern bzw. 62% in Baden-Württemberg) und ferner für produktionspezifische Zwecke (ca. 20% bzw. 33%) genutzt. Besonders wasserintensive Branchen sind die chemische Industrie und das Papiergewerbe. Das industriell genutzte Wasser stammt dabei in erster Linie aus eigenen Quellen (rund 84% bzw. 92%). Die Versorgung aus dem öffentlichen Netz spielt besonders für große Produktionsunternehmen nur eine sehr untergeordnete Rolle und wird hier vornehmlich für Belegschaftszwecke eingesetzt. Lediglich Unternehmen des Ernährungsgewerbes nutzen aufgrund qualitativer Aspekte in nennenswertem Umfang Wasser der öffentlichen Wasserversorgung für ihre Produktion. Diese Zahlen beziehen sich jeweils auf das Jahr 2001 (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, 2003; Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2004).

Die industrielle Wasserentnahme wird in dem DANUBIA-Modell *Economy* als abhängige Variable modelliert. Basis dieses Modells bildet das regionalökonomische Simulationsmodell RIWU (Regional Industrial Water Use). Sowohl die theoretischen Modellgrundlagen als auch das Modell selbst sowie die ihm zugrunde liegenden statistischen Daten werden in den Ausführungen zu der Karte „Bruttoinlandsprodukt“ in Kapitel 1.13 ausführlich vorgestellt.

Im Folgenden wird die Gewinnung von Proxelwerten aus den von RIWU erzeugten Landkreiswerten zur industriellen Wasserentnahme dargestellt.

2. Datenaufbereitung

Im Rahmen der Modellierung von DANUBIA werden alle Daten, die von mehreren Modellen genutzt werden, auf der Ebene des Proxels ausgetauscht. Somit ist es notwendig, die durch RIWU ermittelten Landkreiswerte der industriellen Wasserentnahme – ebenso wie alle anderen durch das Modell erzeugten und mit anderen Gruppen ausgetauschten Variablen – auf das Proxel zu verteilen.

Das Verfahren der Disaggregation von in administrativen Grenzen vorliegenden Werten auf das extrem kleinräumige Raster des Quadratkilo-

meters ist aus ökonomischer Sicht weitestgehend Neuland. Im Rahmen des vorliegenden disziplinübergreifenden Projektes ist das Verharren auf administrativen Grenzen jedoch wenig zielführend. Daher wurde ein allgemeines Verfahren entwickelt, mit Hilfe der Fernerkundung Landkreiswerte auf das Proxel zu verteilen. Den grundsätzlichen Ansatz zur Nutzung der Fernerkundung zeigen die Erläuterungen zur Karte „Bevölkerung“ in Kapitel 1.12.

Mit Hilfe des Geographischen Informationssystems des Teilprojekts Hydrologie/Fernerkundung wurde jedem Proxel ein prozentualer Anteil der Landnutzung „industrielle Bebauung“ zugewiesen. Zur Verteilung der industriellen Wasserentnahme wird vereinfachend davon ausgegangen, dass Industrieunternehmen lediglich auf entsprechend der Fernerkundungsergebnisse industriell bebauten Proxeln Wasser entnehmen. Die durch RIWU berechneten Landkreiswerte werden zunächst proportional zu dieser Landnutzungs-kategorie pro Landkreis auf diese Proxel disaggregiert. Daran anschließend wird unterschieden, ob auf einem Proxel Grund- oder Oberflächenwasser entnommen wird, wobei jedem Proxel eine der beiden Entnahmekategorien zugewiesen wird. Das hierzu eingesetzte Verfahren startet in jedem modellierten Zeitschritt (RIWU rechnet im Monats-takt) mit dem ersten Proxel und absolviert für jedes Proxel den folgenden Algorithmus:

Handelt es sich um ein Proxel mit industrieller Wassernachfrage, auf dem zugleich ein Fluss liegt (siehe Kapitel 1.1), wird zu dem Entnahmewert dieses Proxels die Summe der Entnahmen der umliegenden acht Proxel addiert, wenn es sich bei diesen nicht selbst um „Flussproxel“ handelt. Damit wird berücksichtigt, dass industrielle Flusswasserentnahme häufig in großen, zusammenhängenden Industriekomplexen durchgeführt wird, in denen die einzelnen Unternehmen nicht unmittelbar am Fluss angesiedelt sein müssen. Die „addierten“ Proxel werden zur Vermeidung von Doppelzählungen für den Durchlauf gesperrt und übergangen. In dem oberen Beispiel aus Abbildung 2.11.1.2 ergibt sich demnach auf „Flussproxel“ 5 eine summierte Nachfrage von 0,4 m³/sec. Proxel 9 wird gesperrt.

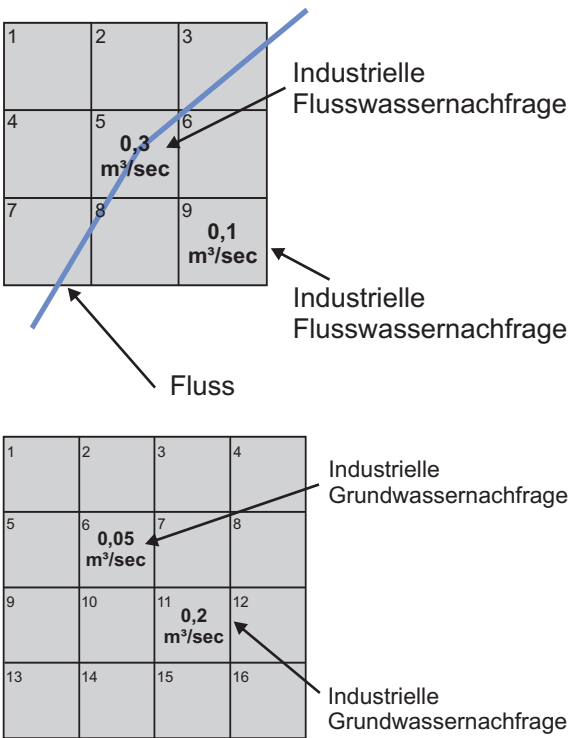


Abbildung 2.11.1.2: Unterscheidung zwischen Oberflächenwasser- und Grundwasserentnahme.

Liegt industrielle Wassernachfrage auf einem Proxel ohne Fluss vor, wird überprüft, ob eines der acht Nachbarproxel ein „Flussproxel“ mit industrieller Wassernachfrage ist. Wenn ja, wird für jenes Proxel der Wert Null ausgegeben, die Nachfrage im Laufe des Durchgangs dem Flussproxel zugeschrieben. Ist bei den acht Nachbarproxeln kein Flussproxel enthalten, so wird Grundwassernachfrage ausgegeben (siehe als Beispiele die Proxel 6 und 11 im unteren Teil der Abbildung 2.11.1.2). Auf diese Weise wird jedem Proxel eindeutig Oberflächenwasser- oder Grundwasserentnahme zugewiesen. Es ist klar, dass diese pragmatische Herangehensweise der Realität nicht in vollem Umfang gerecht werden kann. In der Summe wird die Grundwasserentnahme leicht überschätzt.

3. Modellbeschreibung

Die industrielle Wasserentnahme wird in RIWU in einem regressionsanalytischen Gleichungssystem modelliert. Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass sich die statistischen Daten und damit auch das Modell lediglich auf die Eigengewinnung der Unternehmen beziehen. Der geringe Fremdbezug von Wasser aus dem öffentlichen Netz wird nicht berücksichtigt. Auch Unterschiede im Umfang der Wassernutzung im Sinne einer Einfach-, Mehrfach- oder Kreislaufnutzung werden nicht berücksichtigt. Es wird allein die Höhe der Wasserentnahme aus der Natur geschätzt. Eine Berücksichtigung von jahreszeitlichen Unterschieden in der Wasserentnahme findet nicht statt.

4. Darstellung der Ergebnisse

Nebenstehende Karte zeigt die so ermittelten Proxelwerte für Januar 1995, den Monat, für den das Modell kalibriert ist. Insgesamt sind 1.610 Proxel industriell besiedelt. Zusammengenommen werden in diesem Monat rund 34 m³ Wasser pro Sekunde gefördert. Dies entspricht rund 2,9 Mio. m³ pro Tag. Der mittlere absolute Fehler des Modells, verstanden als Abweichung der vom Modell berechneten Werte von den statistischen Werten, liegt bei 24%. Dieser relativ hohe mittlere Fehler ist vor allem auf den Landkreis Altötting zurückzuführen, in dem der statistische Wert mit mehr als 200% sehr deutlich verfehlt wird. Dieser Fehler ist auf die enorme Bedeutung des Landkreises in der industriellen Wasserförderung zurückzuführen. Etwas mehr als 40% der industriellen Wasserförderung in Bayern sind in den Chemieunternehmen dieses Landkreises gebündelt.

Laut Modellrechnung stammen insgesamt rund 35% der Wasserentnahme aus Grundwasservorkommen. Im Abgleich mit statistischen Werten wird der Grundwasseranteil damit etwas überschätzt. In Bayern liegt der Anteil der Grundwasserentnahme nur bei rund 30%, in Baden-Württemberg lediglich bei 23% (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, 2003; Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2004). In Österreich verwenden die Unternehmen zu rund 30% Grundwasser (Statistik Austria, 1994).

In einem Referenzlauf von DANUBIA, in dem die Jahre 1995-1999 modelliert wurden, stieg die industrielle Wasserentnahme insgesamt bis Dezember 1999 um rund 3% auf 35 m³/sec an. Dies ist auf die steigende Wirtschaftsleistung der Industrieunternehmen zurückzuführen, die die ebenfalls im Modell unterstellten Effekte der Effizienzsteigerung der Wassernutzung leicht überkompensiert. Ein Blick in die Statistik Bayerns und Baden-Württembergs zeigt, dass in diesem Zeitraum die industrielle Wasserentnahme in Bayern um 4,5% anstieg, in Baden-Württemberg hingegen um rund 7% sank. In der Summe beider Bundesländer blieb die industrielle Wasserentnahme beinahe unverändert (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, 2003; Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2004). Steigende Wirtschaftsleistung und Effizienzsteigerung halten sich die Waage.

Literatur

- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (2003):** *Wasserversorgung und Abwasserentsorgung des Verarbeitenden Gewerbes in Bayern 2001*. München 2003.
- Statistik Austria (1994):** *Wasserverbrauch der Großgewerbebetriebe 1994*. Persönliche Mitteilung durch Statistik Austria.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2004):** *Wasserwirtschaft in Baden-Württemberg*. CD-ROM.