

Räumliche Disaggregation statistischer Daten unter Verwendung Geographischer Informationssysteme – erste Ergebnisse

Hartmut SCHUSTER & Marcelo ZÁRATE & Tatjana KRIMLY & Sylvia HERRMANN

Dipl.-Geogr. Hartmut Schuster, Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre,
Schloss-Osthof-Süd, 70593 Stuttgart, hsc@uni-hohenheim.de

ZUSAMMENFASSUNG

In Geographischen Informationssystemen (GIS) werden häufig Daten unterschiedlichster Quellen verwendet. Bevor sie miteinander verarbeitet werden können, müssen sie meist jedoch räumlich einheitlich aufgelöst werden. Am Beispiel der räumlichen Disaggregation Landkreis-basierter Daten aus der Landwirtschaftsstatistik wird am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim ein GIS-basiertes Tool entwickelt. Der Disaggregation liegt dabei ein Regelwerk-basierter Ansatz zugrunde. Mithilfe höher aufgelöster Zusatzinformationen werden hierfür im GIS die Landkreise in Gebiete unterschiedlicher Standortgüte untergliedert und jedem Pixel für den Anbau einzelner Kulturarten eine bestimmte Eignung zugewiesen, anhand derer die Ackerfrüchte auf die Rasterzellen verteilt werden. Bereits erste Ergebnisse der Disaggregation spiegeln näherungsweise das reale Anbaumuster wider. Ebenso zeigt ein Vergleich der Disaggregationsergebnisse mit der Landwirtschaftsstatistik auf Gemeindebasis für die verschiedenen Kulturarten eine räumliche Übereinstimmung. Das Tool ist bisher nur halbautomatisch realisiert; an einer vollautomatisierten Version wird gearbeitet. Es soll zukünftig auch in anderen Disziplinen zur Disaggregation räumlicher Daten verwendet werden können.

1 EINFÜHRUNG

Räumliche Daten werden heute in den unterschiedlichsten Planungs- und Forschungsbereichen genutzt. Vielfach liegen sie jedoch in verschiedenen Maßstabskalen vor. Um sie adäquat miteinander vergleichen bzw. verarbeiten zu können, müssen sie häufig räumlich gleich aufgelöst werden.

Im Forschungsprojekt GLOWA-Danube (IGGF 2001-2003), das die zukünftige Wassernutzung im Einzugsgebiet der oberen Donau in einem interdisziplinären Modellverbund untersucht, werden vom agrarökonomischen Modellteil die Ergebnisse auf Landkreisebene berechnet (KRIMLY et al. 2003). Ein direkter Austausch von Daten aller Teilmodelle erfordert allerdings eine einheitliche Skala. Diese wird im Modellverbund GLOWA-Danube durch ein Raster mit einer Auflösung von 1 km beschrieben. Die landkreisbasierten agrarökonomischen Daten müssen daher disaggregiert werden, bevor sie in andere Teilmodelle einfließen. Hierfür wird am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim ein GIS-basiertes Tool entwickelt.

2 DAS ENTSCHEIDUNGS-UNTERSTÜTZUNGSSYSTEM DANUBIA

Im Rahmen von GLOWA-Danube wird ein Entscheidungs-Unterstützungssystem (DANUBIA) entwickelt, um Aspekte einer „nachhaltigen Bewirtschaftung von Wasserressourcen sowohl in Bezug auf die Wasserverfügbarkeit als auch die Wasserqualität“ zu analysieren (MAUSER et al. 2001). In DANUBIA sind hierfür sowohl natur- wie auch wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Teilmodelle integriert.

Gegenstand der Untersuchung ist das Einzugsgebiet der Donau bis Passau. Dies umfasst mit einer Größe von über 75.000 km² die unterschiedlichsten Naturräume, vom Hochgebirge und dessen Vorland über Mittelgebirgs- und Gäulandschaften bis hin zu Flussniederungen. Der höchste Punkt im Untersuchungsgebiet ist der Piz Bernina mit 4049 mNN (BFL 1995) im Quellgebiet des Inn und der niedrigste am Donau-Pegel in Achleiten bei Passau mit 288 mNN (HDO 2003).

Im Zusammenhang dieser vielfältigen Landschaftsräume steht auch eine sehr differenzierte Nutzung und Nutzungsmöglichkeiten. Das Untersuchungsgebiet stellt daher eine optimale Basis dar, um Möglichkeiten einer räumlichen Disaggregation landwirtschaftlicher Statistikdaten zu entwickeln und diese zukünftig auch in anderen Regionen anwenden zu können.

3 METHODIK

Der Anbau landwirtschaftlicher Kulturarten ist standortabhängig. Faktoren, die die Entscheidung des Landwirts zur Landnutzung bestimmen, können natürlicher (Klima, Boden, Relief, Topographie), politischer (Subventionen für bestimmte Kulturarten) oder ökonomischer Art (Nähe zu Absatzmärkten und Verarbeitern) sein. Betrachtet man den Anbau in Bezug auf diese Faktoren, so ist zu erkennen, dass er bestimmten Regeln folgt. Für die Disaggregation der agrarökonomischen Daten wurde daher ein Regelwerk-basierter Ansatz gewählt.

3.1 Das Regelwerk

Da die Fläche eines Landkreises meist Anteil an unterschiedlichen Landschaftseinheiten und damit an verschiedenen Anbaugebieten hat, wird ein Landkreis zunächst in homogene Sub-Gebiete untergliedert. Hierzu werden räumlich höher aufgelöste Zusatzinformationen (empirische Erhebungen, landwirtschaftliche Maßzahlen, sowie topographische Merkmale) miteinander verschnitten. Auf diese Weise können im GIS räumliche Einheiten unterschiedlicher Standortgüte (Bonität) gewonnen werden. Die über 75.000 1-km²-Pixel werden anschließend eindeutig diesen Sub-Gebieten zugeordnet (vgl. Abb. 1). In einem darauffolgenden Schritt wird den einzelnen Pixeln in diesen Sub-Gebieten je nach Bonität für jede Kulturart eine Eignung (suitability) zugewiesen. Dabei erhalten für die jeweilige Kulturart Pixel in Sub-Gebieten höchster Eignung den Wert 1, mittlerer Eignung den Wert 2 und in nicht-geeigneten Sub-Gebieten den Wert 0. Da landwirtschaftliche Kulturen nicht jedes Jahr auf derselben Fläche angebaut werden,

sondern auf Grund einer bestimmten Fruchtfolge wechseln, wird auf jedem Pixel der Anbau jeder Kulturart maximal beschränkt. Der Maximalwert spiegelt dabei den Anteil der Kulturart an der gesamten Ackerbaufläche wider (vgl. Abb. 1).

Die räumliche Verortung der unterschiedlichen Standorteigenschaften wurde in dem Geographischen Informationssystem ArcGIS™ der Firma ESRI realisiert.

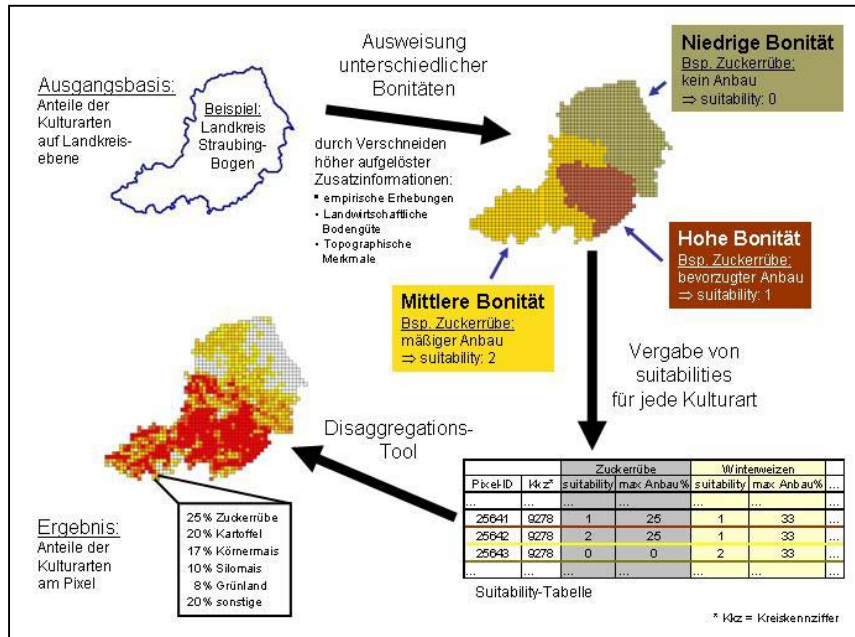


Abb.1: Überblick über Vorgehensweise und Ableitung des Regelwerks

3.2 Technische Umsetzung im Disaggregations-Tool

Um die Disaggregation automatisiert durchführen zu können, wurde in JAVA™ ein Tool programmiert. Der Disaggregationsablauf kann in fünf Schritte gegliedert werden (vgl. Abb. 2):

1. Schritt: Wahl einer Kulturart
2. Schritt: Wahl eines Landkreises
3. Schritt: Wahl aller Pixel in diesem Landkreis mit einem Anteil an Ackerfläche (bzw. Grünland für die Verteilung von Grünland)
4. Schritt: Verteilung der gewählten Kulturart auf Pixel mit bester Eignung
5. Schritt (falls nötig): Verteilung der gewählten Kulturart auf Pixel mit mittlerer Eignung

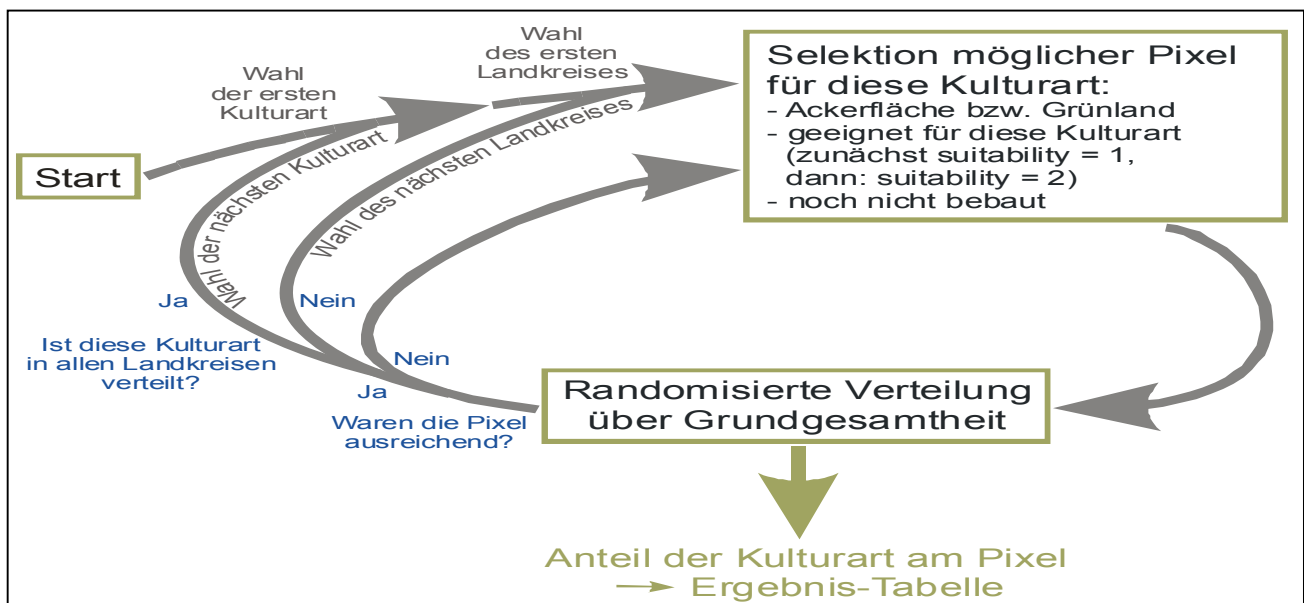


Abb. 2: Programm-Flow des Disaggregations-Tools

Das Disaggregations-Tool verteilt die landkreisbasierten Ergebnisdaten des agrarökonomischen Modells (absoluter Anbau der Kulturarten in ha; KRIMLY et al. 2003) auf die 1-km² großen Pixel (vgl. Kap. 1). Die einzelnen Kulturarten werden dabei nacheinander bearbeitet. Es wird mit der Kulturart begonnen, die bezüglich ihrer Standortbedingungen höhere Ansprüche stellt. Die Kulturart, die dagegen auf jedem Ackerstandort angebaut werden kann, wird als letzte verteilt. Im Einzugsgebiet der oberen Donau wurden Grünland und 15 verschiedene Ackerkulturen unterschieden.

Die einzelnen Landkreise werden in randomisierter Reihenfolge bearbeitet, d.h. unabhängig von inhaltlichen Eigenschaften. Der deutsche Teil des Untersuchungsgebietes untergliedert sich in 57 Landkreise. Stadtkreise werden den jeweils zugehörigen Landkreisen zugeordnet, zum Beispiel wird der Stadtkreis München als ein Teil des Landkreises München betrachtet. Pixel in Landkreisen, die sich im Grenzbereich des Untersuchungsgebietes befinden und nur einen geringen Anteil am Einzugsgebiet der Donau haben, werden benachbarten Landkreisen im Untersuchungsgebiet zugeordnet.

Die einzelnen Kulturarten werden nur auf Pixel mit einem Anteil an Ackerfläche bzw. für Grünland auf Pixel mit Grünlandanteil verteilt. Die jeweiligen Anteile der km²-Pixel an Ackerfläche und Grünland basieren auf CORINE Landcover Daten.

Die Reihenfolge der Verteilung auf die für die jeweilige Kulturart in Betracht gezogenen Pixel erfolgt randomisiert, wobei zunächst nur auf die Pixel bester Eignung (Suitability-Wert = 1) verteilt wird. Sind diese nicht ausreichend, werden zusätzlich noch Pixel mittlerer Eignung (Suitability-Wert = 2) hinzugenommen. Bei der Ermittlung der zu verteilenden Menge für jedes Pixel wird bestimmt, wieviel von der jeweiligen Kulturart maximal auf dem betrachteten Pixel angebaut werden kann (vgl. Kap. 3.1). Ist diese Fläche des Pixels von einer anderen Kulturart noch nicht belegt, wird die ermittelte Menge in vollem Umfang dem Pixel zugewiesen oder ansonsten entsprechend des noch verfügbaren Platzes reduziert. Auf diese Weise wird Pixel für Pixel abgearbeitet bis mit dem nächsten Landkreis bzw. mit der nächsten Kulturart fortgefahren wird (vgl. Abb. 2).

4 ERSTE ERGEBNISSE

Insgesamt zeigen erste Ergebnisse der Disaggregation für das Basisjahr 1995 eine hohe Übereinstimmung mit dem realen Anbaumuster landwirtschaftlicher Kulturen. Exemplarisch soll im Folgenden die Zuckerrübe und der Silomais umfassend betrachtet werden. Erstens bleibt festzuhalten, dass vom Disaggregations-Tool die Zuckerrübe nicht flächendeckend, sondern nur in einigen Teilgebieten verteilt wurde (vgl. Abb. 3). Pixel mit den höchsten Anteilen an Zuckerrübe (> 20 ha) liegen ausschließlich in den Gäulandschaften Bayerns, mit Spitzenwerten (> 25 ha) im Dunggau, also in sehr intensiven Ackerbaugebieten. Pixel mit geringeren Anteilen an Zuckerrübe (bis zu 15 ha) liegen im Tertiären Hügelland und anderen Ackerbauregionen mittlerer Intensität. Dagegen ist zweitens festzustellen, dass das Disaggregations-Tool Silomais viel weiträumiger verteilt hat (vgl. Abb. 3). Nur im Grünlanddominanten Alpenvorland, im forstwirtschaftlich geprägten Bayerischen Wald, im südlichen Bereich der Schwäbischen Alb und in den intensivsten Ackerbauregionen findet kein Anbau statt oder ist der Anteil pro Pixel sehr gering (< 5 ha). Als Gebiete mit einem hohen Anteil an Silomais wurden vom Disaggregations-Tools die südlichen Bereiche Niederbayerns und die daran angrenzenden nördlichen Bereiche Oberbayerns ermittelt, also Gebiete mit intensiver Viehwirtschaft.

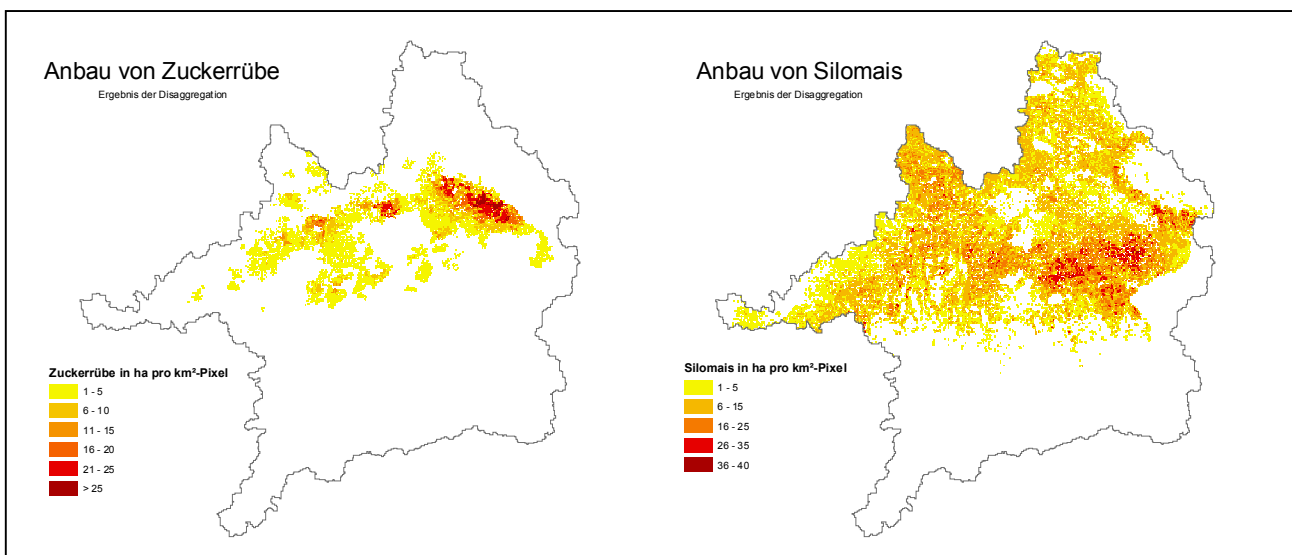


Abb.3: Disaggregationsergebnisse für Zuckerrübe und Silomais

Mit Hilfe des Disaggregations-Tools konnten also räumliche Heterogenitäten des Anbaus, sowie Hot Spots einzelner Kulturen festgestellt werden. Es lassen sich so, ohne dass dabei Ergebnis-Informationen des agrarökonomischen Modells verlorengehen, Nivellierungen der Landkreis-basierten Daten überwinden und räumlich differenziertere Aussagen bezüglich der landwirtschaftlichen Nutzung treffen. Zum Beispiel können nun intensive Anbaugebiete für einzelne Kulturarten über Landkreisgrenzen hinweg ausgegliedert werden. Abbildung 4 zeigt exemplarisch an der Disaggregation der Zuckerrübe, dass ihr Kernanbaugbiet nur in bestimmten Teilgebieten der Landkreise Deggendorf, Dingolfing-Landau und Straubing-Bogen liegt, jedoch als eine Einheit Landkreis-überschreitend bestimmt werden konnte.

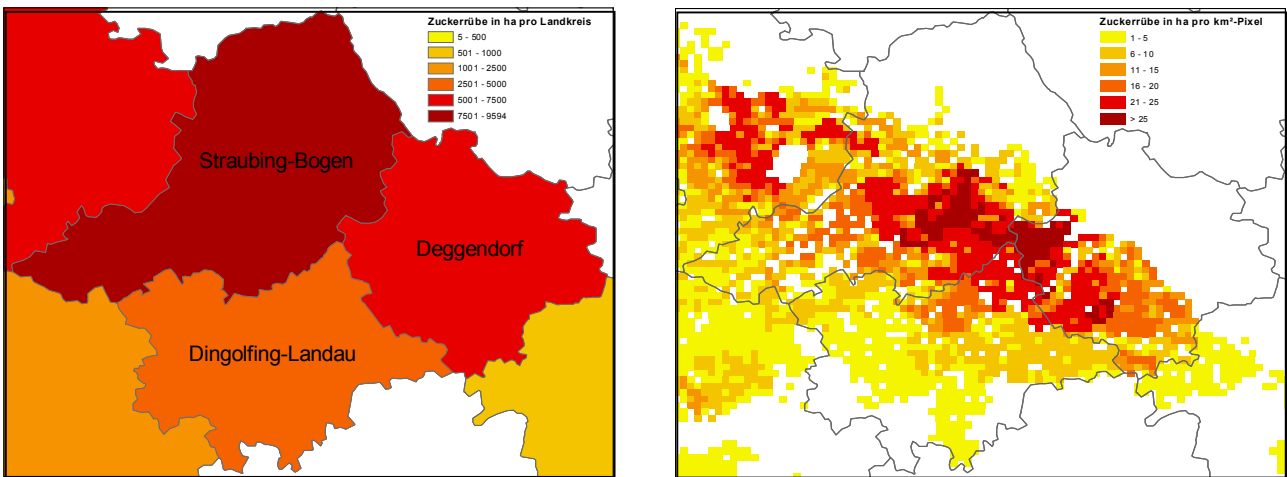


Abb.4: Mithilfe der Disaggregation können Kernanbaubereiche Landkreis-überschreitend bestimmt werden – was auf Landkreisbasis nicht möglich ist.

Eine Möglichkeit, um abschätzen zu können, ob die rasterbasierten Disaggregationsergebnisse tendenziell stimmen, bietet ein Vergleich mit den Gemeindestatistikdaten, die von ihrem Disaggregationsgrad zwischen der Landkreisebene und dem 1-km Raster liegen. Diese Daten stehen im Untersuchungsgebiet flächendeckend für Baden-Württemberg und Bayern zur Verfügung. Ein visueller Vergleich erster Disaggregationsergebnisse mit den Daten der Gemeindestatistik zeigt exemplarisch für das Anbaubereich der Zuckerrübe eine nahezu räumliche Übereinstimmung in beiden Datenebenen (vgl. Abb. 5 mit Abb. 3). Ebenso decken sich die Gemeinden, in denen flächenmäßig viel Zuckerrüben angebaut werden (> 750 ha) räumlich mit den Pixeln, in denen der Anteil an Zuckerrübe hoch ist (> 20 ha).

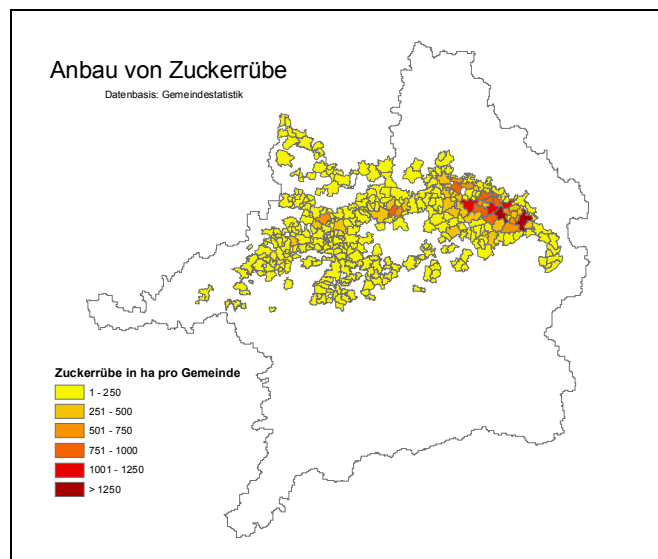


Abb.5: Anbau von Zuckerrübe auf Basis der Gemeindestatistik 1995

Die mit dem Disaggregations-Tool gewonnenen Raster-basierten Daten können in anderen naturwissenschaftlichen Modellen weiter verwendet werden, zum Beispiel zur Ermittlung von Risikogebieten für eine Nitratauswaschung oder erosionsgefährdeter Ackerbaustandorte.

5 AUSBLICK

Zahlreiche Funktionen zur Erstellung des GIS-basierten Regelwerkes sind im Moment nur halbautomatisch verwirklicht; an einem vollautomatischen Ablauf des gesamten Disaggregations-Tools wird gearbeitet, d.h. von der Erstellung des Regelwerkes (Ausweisung von Gebieten unterschiedlicher Standortgüte durch Verschneidung von Zusatzinformationen) bis hin zur Verteilung der Daten.

Das Regelwerk wurde bisher nur für den deutschen Teil des Untersuchungsgebietes erstellt. Die Bearbeitung des österreichischen Teilgebietes folgt. In DANUBIA wird derzeit an der Abbildung des Ist-Zustandes (Basisjahr 1995) gearbeitet. Zukünftig soll das Modell zur Berechnung von Szenarien hinzugezogen werden.

Ein weiteres Ziel ist es, das Tool auf die Disaggregation anderer landwirtschaftlicher Kenngrößen zu erweitern. Das Kernstück der Disaggregation besteht dabei lediglich aus der Erstellung eines Regelwerkes mithilfe jeweils relevanter, höher aufgelöster Zusatzinformation. Daher soll das Tool so gestaltet werden, dass es auch in anderen Disziplinen zur räumlichen Disaggregation statistischer Daten verwendet werden kann.

6 LITERATUR

BFL: Bundesamt für Landestopographie: Topographische Karte 1:50 000 Blatt 5013 Oberengadin, Wabern/CH, 1995.

HDO: Hydrographischer Dienst Oberösterreich: Pegel Achleiten/Donau, <http://www.ooe.gv.at/hydro/pegeltext1.htm>, abgerufen am 03.12.2003.

IGGF: GLOWA-Danube, <http://www.glowa-danube.de>, 2001-2003.

Krimly, T., Herrmann, S., Schuster, H., Winter, T., and Dabbert, S.: Integrative techniques to connect economic, social and natural science aspects for sustainable water use, Poster presentation at the 25th International Conference of Agricultural Economists in Durban/RSA, 16.-22. August 2003.

Mausser, W., Ludwig, R., Stolz, R., Vogel, T., Dabbert, S., Winter, T., und Herrmann, S.: Integrative Techniken, Szenarien und Strategien zum Globalen Wandel des Wasserkreislaufs am Beispiel des Einzugsgebiets der Oberen Donau (GLOWA-DANUBE), in: Böcker, R. und Sandhage-Hofmann, A. (Hrsg.): Globale Klimaerwärmung und Ernährungssicherung, Hohenheimer Umwelttagung 34, Heimbach, Stuttgart: 157-163, 2002.

DANK

Die Arbeit wird im Rahmen des Forschungsprojektes GLOWA-Danube vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.