

# Erneuerbare Energie und Lebensmittel - weniger Konkurrenz durch räumliche Planung

Thomas Guggenberger<sup>1</sup>, Norbert Bartelme<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lehr und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Österreich

<sup>2</sup> Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, Österreich  
thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

**Abstract:** Am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein wird in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Graz ein Informationssystem entwickelt, welches sowohl die Potentialanalyse der Landwirtschaft für die Lebensmittel- und Energieproduktion, als auch die räumliche Interaktion der Produktionszweige berücksichtigen kann. Die Berechnungen werden auf Basis der einzelnen Grundstücke durchgeführt, deren Ergebnisse in Folge in homogene Zellen umgewandelt werden. Diese Geodatenstruktur wird über das höherrangige Straßennetz an die Verbraucher angeschlossen. Das bildet wiederum den Ausgangspunkt für diverse lokale und nationale Versorgungsberechnungen. Das entwickelte System ist sensitiv für neue Nutzer wie die Energieproduktion und ermöglicht so eine rasche Berechnung alternativer Stoffströme.

## 1 Einleitung

Mehr und mehr an Fläche wird zur Produktion von erneuerbarer Energie verwendet und tritt so in Konkurrenz zu bestehenden Produktionssystemen. Marktwirtschaftliche Wirkungsmechanismen, Spekulationsgeschäfte und wetterbedingte Ertragsschwankungen verstärken die Konkurrenz für die Lebensmittelproduktion – die Preise steigen. Das Problem wird sich in Zukunft verstärken, will doch die EU den Anteil an erneuerbarer Energie bis zum Jahr 2020 auf 20 % steigern. Der entstehende Veränderungsprozess ist auf allen Ebenen durch nationale und supranationale Planungs- und Steuerungsprozesse zu begleiten. Von den Autoren dieses Beitrags wird derzeit ein Informationssystem entwickelt, welches einen Beitrag zur dargestellten Problematik leistet. Aufbauend auf den pflanzenbaulichen Potentialen der einzelnen Bauernhöfe und der Betriebsentscheidung über eine eventuelle Veredelung der Pflanzen in tierische Produkte wird ein Lebensmittelstrom berechnet, der bis zum Konsumenten führt. Jede alternative Nutzung außerhalb der Lebensmittelproduktion (erneuerbare Energie, Primärrohstoffe für Industrie) wird in dieses Basissystem eingetragen um den maximal zulässigen Konkurrenzgrad zu berechnen. In Folge können politische Akteure zielgerichtet handeln.

## 2 Die Agricultural-GIS-Sphere (AGS) – das Basiswerkzeug

Die AGS vereint zwei Informationssysteme. Für die Berechnung der landwirtschaftlichen Stoffkreisläufe wurde ein umfangreiches Fachinformationssystem (FIS) geschaffen, welches seine Ergebnisse direkt an bestehende Methoden des geographischen Informationssystems (GIS) weitergeben kann. Diese Methoden können im Idealfall über Bibliotheken direkt in die Programmumgebung des FIS eingebettet werden. Ist dies nicht möglich, werden Datenschnittstellen verwendet. Kernprobleme und mögliche Implementierungsarten werden in [GU06] dargestellt. Im Falle der AGS wurde der Systementwurf auf einen „Fat Client“ mit einer ausgeprägten Schnittstellenarchitektur zugeschnitten und in der objektorientierten Sprache Java umgesetzt.

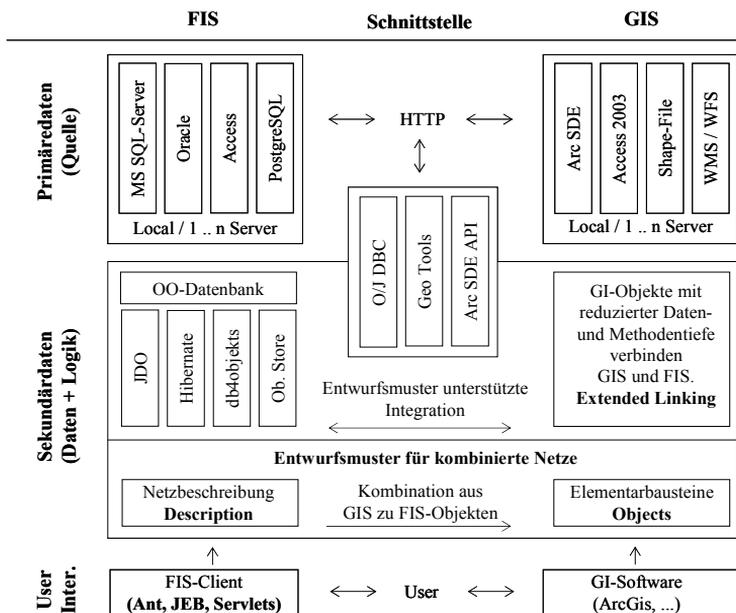


Abbildung 1: Systementwurf der Agricultural-GIS-Sphere

FIS und GIS wurden von ihrer relationalen Ausgangsstruktur losgelöst und in einer echten OO-Datenbank persistent gespeichert. Mit dieser Maßnahme konnte die Laufzeitkomplexität des Systems nicht nur enorm gesteigert, sondern auch auf eine konstante Größe festgelegt werden ( $O_{\text{berechne Individualklasse}} = 0.00045 \text{ s}$ ). Die Klassenstruktur des Projektes orientiert sich an einem hierarchischen Entwurfsmuster [CO99 1999, GU05]. Das FIS wurde für die bedeutendsten Ackerkulturen, das Grünland sowie alle Arten der tierischen Produktion entwickelt (~ 150 Klassen) und bildet alle Mengenströme, den Energiestrom sowie diverse Stoffströme ab. Die einzelnen Flächen des Betriebes werden als räumliche Objekte an dieses Bilanzsystem angebunden, um in Folge eine räumliche Planung zu ermöglichen. Insgesamt wurden 144.000 österreichische Bauernhöfe mit über 3 Millionen Einzelflächen (21.800 km<sup>2</sup>) berücksichtigt [BF03].

### 3 Bildung von navigierbaren Netzwerken

Die österreichische Landwirtschaft besitzt eine feingranulare Flächenstruktur (Grundstückgröße < 0,7 ha) in einem inhomogenen Geländere relief mit unterschiedlichen Klimabedingungen. Diese drei Aspekte führen dazu, dass eine nationale Generalisierung einzelner Themen lokal zu großen Fehlern führt. Allerdings sind weiterführende Berechnungen auf Basis der Einzelgrundstücke technisch kaum zu bewältigen und aus der Sicht des Datenschutzes nicht zulässig. Deshalb werden die Ergebnisse der AGS über die einzelnen Grundstücke auf die quadratischen Zellen des European Reference Grid bezogen [EEA08]. Für land- und forstwirtschaftliche Daten wird eine Zellgröße von 6.25 und 25 ha verwendet. Attributiv werden die Zellen mit den produzierten Stoffmengen (Nahrung, Energie) als lokale Stoffüberschüsse ausgestattet. In Ergänzung mit dem lokalen Bedarf der Wohnbevölkerung, der ebenfalls in der gleichen Zellgröße abgebildet wird, kann eine Beziehung zwischen Angebot und Bedarf hergestellt werden. Der räumliche Ausgleich erfolgt über ein navigierbares Netzwerk auf der Basis des hochrangigen Straßennetzes.

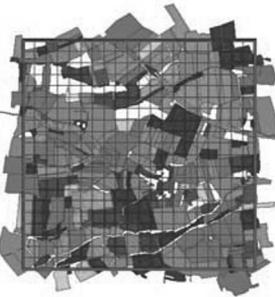
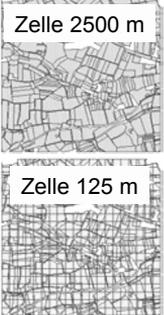
Ausgangsdaten	Methode:	Ergebnis
	<p><b>Intersect</b> Zerschneiden der Polygongrenzen, Aufbau eines Datenmodells mit den Identifier (Übernahme der Werte möglich)</p> <p><b>Datenmodelle</b> Multiplizität irrelevant, da jedes Datenmodell an die Identifier gehängt werden kann.</p>	

Abbildung 2: Lokale Generalisierung der Grundstücksdaten

### 4 Analysen

Die Knoten des Netzwerkes werden als objektorientierte zelluläre Automaten implementiert, die in ihrer Attributierung beliebige Eigenpotentiale speichern [TA97]. Zusätzlich werden Methoden entwickelt, die aus den Eigendaten in Verbindung mit topologisch zugeordneten Nachbardaten neue Einzelwerte und Summen bilden. Zur Laufzeit entwickeln sich die Algorithmen rekursiv über die Knoten-Kanten-Struktur der Netzwerke. Alle Ausbreitungsanalysen müssen zusätzlich über die Fähigkeit des Multithreading verfügen, da häufig an mehreren Ausgangspunkten gestartet wird. Folgende Analysen werden implementiert:

1. **Berechnung der Stoffbilanzen in definierten Gebieten.** Implementiert werden die Mengenströme von Milch, Fleisch, Holz und Energie sowie die Stoffströme von Stickstoff, Phosphor und Kalium. Diese werden im räumlichen Netzwerk durch Knoten, gebildet aus dem Zentroid der einzelnen Zellen, vertreten. Importe und Exporte werden global implementiert.

2. **Ausbreitungsrechnung von zusätzlichen Potentialen.** Diese Methode berechnet sowohl die regionale Pufferzone als auch den Veränderungsfaktor im Gesamtsystem. Die Veränderung wirkt in beide Richtungen. Zusätzliche Potentiale werden positiv über höhere Erträge oder negativ über zusätzliche Verbraucher wie z.B. allfällige Energieerzeuger, eingeführt.
3. **Untersuchung von Versorgungskorridoren.** Für einzelne Städte wird der Versorgungsbereich soweit ausgedehnt, bis entweder der Bedarf erfüllt, oder die Fläche verbraucht ist. Diese Analyse erzeugt ein Bild über die Versorgungssicherheit.
4. **Ausweisung von autarken Regionen.** Für kleinräumige Entwicklungsstrategien wird jene Regionsgrenze gesucht, die zu einer definierten Bilanz führt.

## 5 Erste Ergebnisse

Sowohl die AGS als auch die Bildung der navigierbaren Netzwerke wurde bereits umgesetzt. Derzeit wird an den einzelnen Analysemethoden gearbeitet. Als erstes Ergebnis kann eine nationale Energiebilanz auf Basis des Brennwertes präsentiert werden. Es zeigt sich, dass die externe Energiezufuhr (Produktionsmittel, Energie, Maschinen und Gebäude) der österreichischen Landwirtschaft (45 PJ, Peta Joule) mit dem Faktor 2,3 in Lebensmittel (102 PJ) umgesetzt wird. Hier zeigt sich die Wirkung der Sonnenenergie. Die Mengensteigerung wird von einer qualitativen Aufwertung begleitet. Der Nutzungsgrad der verfügbaren Grünland- und Ackerflächen ist bereits extrem hoch. Allerdings zeichnet sich auch ab, dass die Erwartungshaltung der Politik an das Potential für erneuerbare Energie aus der Landwirtschaft derzeit zu hoch ist. Bei konstanter Fläche, können die bis zum Jahr 2020 erhofften zusätzlichen 74 PJ nicht erreicht werden. Eine Annäherung an die Zielsetzung ist nur durch neue Technologien und eine Umstellung der Ernährungsgewohnheiten der Bevölkerung, in Richtung pflanzlicher Ernährung, möglich.

## Literaturverzeichnis

- [BF03] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem 2003
- [CO99] Coad, P.: Modelling in Colour with UML. Prentice Hall, New York.
- [EEA08] European Environment Agency: Common European Chorological Grid Reference System (CGRS), 50 km x 50 km UTM grid
- [GU05] Guggenberger, T., Bartelme, N.: GIS gestützte Modellierung der Nährstoffbilanzen Teil 1: Erstellung eines geographischen Informationssystems zur Beurteilung ökologischer Zusammenhänge, Veröffentlichungen HBLFA Heft 43, 2005
- [GU06] Guggenberger, T.: Low-Cost Modell zur Integration von Geodatenbeständen in objektorientierte Fachinformationssysteme. Angewandte Geoinformatik, Strobl und Griesebner (Hrsg.) 2006
- [TA97] Takeyama, M., Couclelis, H.: Map dynamics: integrating cellular automata and GIS through Geo-Algebra“, International Journal of Geographic Information Science 11(1), p.73-91.