

Landmodell: Ein semantisches 3D + t Datenmodell als Integrationsplattform zur Analyse der Agrarlandschaft und ihrer raumzeitlichen Veränderungsprozesse

Thomas Machl, Andreas Donaubaue, Thomas H. Kolbe

Lehrstuhl für Geoinformatik
Technische Universität München
Arcisstraße 21
80333 München
{thomas.machl, andreas.donaubaue,thomas.kolbe}@tum.de

Abstract: Der landwirtschaftliche Strukturwandel und nicht zuletzt auch die Ausweitung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe für die energetische Nutzung haben in den vergangenen Jahrzehnten zu einer deutlichen Veränderung der Agrarlandschaft beigetragen und diese nachhaltig geprägt. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die Forschungslinie '3D + t Landmodellierung' am Lehrstuhl für Geoinformatik der TU München mit der Entwicklung eines umfassenden und zunächst anwendungsneutralen Informationsmodells zur Abbildung der Agrarlandschaft als komplexes System interagierender und sich verändernder Elemente. Neben grundlegenden Objekten der Agrarlandschaft und deren Eigenschaften beschreibt das semantische Datenmodell auch Konzepte zur vollständigen Abbildung raum-zeitlicher Aspekte. Durch Kopplung des semantischen Datenmodells mit komplexen Analysemethoden dient das Datenmodell als interdisziplinäre Integrationsplattform zur umfassenden und tiefgreifenden Analyse der Agrarlandschaft.

1 Hintergrund und Zielstellung

Ziel der Forschungslinie '3D + t Landmodellierung' am Lehrstuhl für Geoinformatik der TU München ist die umfassende Abbildung der Agrarlandschaft als komplexes System interagierender und sich verändernder Elemente in einem konzeptuellen Datenmodell. Durch die klare semantische Definition von Objekten und Attributen sowie der Konformität zu bestehenden Standards der ISO 19100 Serie bietet das semantische Datenmodell eine solide, formal beschriebene und maschineninterpretierbare Grundlage für die Entwicklung komplexer Werkzeuge zur umfassenden und tiefgreifenden Analyse der Agrarlandschaft. In Anlehnung an den internationalen Standard CityGML [OGC12] bietet das semantische Datenmodell zudem die Möglichkeit zur semantischen Anreicherung bzw. anwendungsspezifischen Erweiterung über sog. Application Domain Extensions (ADEs). Klarer Fokus der Datenmodellierung liegt insbesondere auf einer vollständigen Integration der Dimension Zeit sowie der expliziten Abbildung raum-zeitlicher Veränderungen im konzeptuellen Datenmodell. Dadurch ist es möglich, sowohl die Zustände der

Objekte zu einem bestimmten Zeitpunkt abzubilden als auch Veränderungen über Epochen hinweg zu analysieren.

Eine wesentliche Kernidee besteht in der Kopplung des semantischen Datenmodells mit komplexen Analysemethoden (vgl. Abbildung 1). Dadurch ist es möglich, die während der jeweiligen Analyseprozesse gewonnenen Informationen zur semantischen Anreicherung der gemäß des Datenmodells erzeugten Objekte zu nutzen und entsprechend in die Datenbank als Integrationsplattform zurückzuführen. Die gewonnenen Ergebnisse stehen damit auf Ebene der betreffenden Objekte für weiterführende Analysen zur Verfügung.

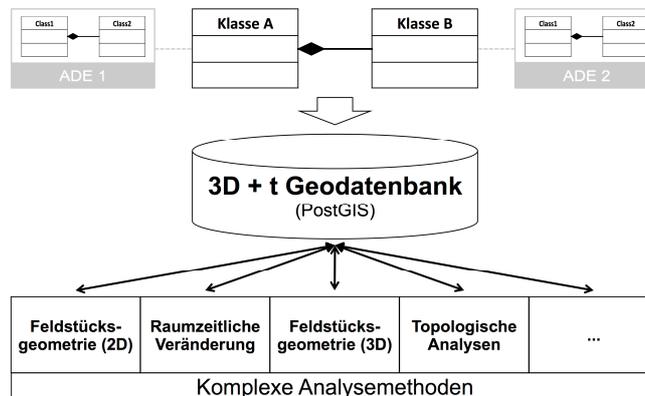


Abbildung 1: Kopplung von semantischem Datenmodell und komplexen Analysemethoden

Um ein hohes Maß an Interoperabilität zwischen Analysewerkzeugen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen, sowie Datenhaltungs-, Bereitstellungs- und Visualisierungskomponenten aus dem GIS-Bereich zu erlangen, wird das Datenmodell auf konzeptueller Ebene mit UML und unter Berücksichtigung der ISO 19100 Normenserie beschrieben. Gemäß des Model Driven Architecture Paradigmas [OMG03] können so aus dem konzeptuellen Modell z.B. Datenbankschemata und Datentransformate automatisch hergeleitet werden. Die Herstellung der Interoperabilität zwischen den beteiligten Komponenten erfordert dann lediglich eine Formatkonvertierung, eine aufwändige und möglicherweise verlustbehaftete Modelltransformation kann entfallen. Für die hier beschriebene Implementierung des konzeptuellen Modells wurde ein objektrelationales Datenbankschema gewählt.

2 Datengrundlagen und verwendete Software

Datengrundlagen sind neben Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) und des Amtliches Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) insbesondere Auszüge des Land Parcel Identification Systems (LPIS) als Teil des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS). Die in jährlichen Zeitscheiben bereitgestellten LPIS-Daten enthalten neben der Geometrie der rund 1,9 Mio. Feldstücke in Bayern insbesondere auch umfangreiche Sachinformationen u.a. zu Bewirtschaftung und zu verschiedenen ökologischen Aspekten.

Die Implementierung des konzeptuellen Datenmodells erfolgt mithilfe des objektrelationalen Datenbankmanagementsystems PostgreSQL mit der Erweiterung PostGIS zur Verarbeitung und Speicherung raumbezogener Daten. Die Entwicklung der Analysewerkzeuge erfolgt sowohl datenbankseitig als auch zu großen Teilen mit der Software FME des Herstellers Safe Software Inc..

Im folgenden Abschnitt erfolgt exemplarisch die Vorstellung eines bereits entwickelten Werkzeugs zur arbeitswissenschaftlichen Analyse der Feldstückgeometrie.

3. Anwendungsbeispiel: Analysewerkzeuge zur arbeitswissenschaftlichen Beschreibung der Geometrie landwirtschaftlicher Parzellen

Mit der zunehmenden Verbreitung immer schlagkräftigerer Landtechnik haben sich auch die Ansprüche an bestehende Feldstrukturen gewandelt: neben der Größe landwirtschaftlicher Parzellen sind es insbesondere die Form sowie deren geometrische Eigenschaften (Länge, Breite, etc.), die für eine optimale Auslastung der Maschinen und damit für einen wirtschaftlichen Maschineneinsatz entscheidend sind. Bislang beschränkte sich die Beschreibung regionaler Feldstrukturen auf die Analyse von Feldstücks- bzw. Schlaggrößen, Angaben zu regional vorherrschenden Feldstücksformen und deren arbeitswissenschaftlich relevanten geometrischen Eigenschaften fehlten vollständig.

Vor diesem Hintergrund wurden basierend auf dem konzeptuellen Datenmodell Werkzeuge zur flächendeckenden Beschreibung und Klassifikation der Form landwirtschaftlicher Parzellen sowie zur Analyse arbeitswissenschaftlich relevanter geometrischer Parameter entwickelt. Die Klassifikation erfolgt hier mithilfe eines mehrstufigen indikatorbasierten Algorithmus (vgl. [MDAK13]).

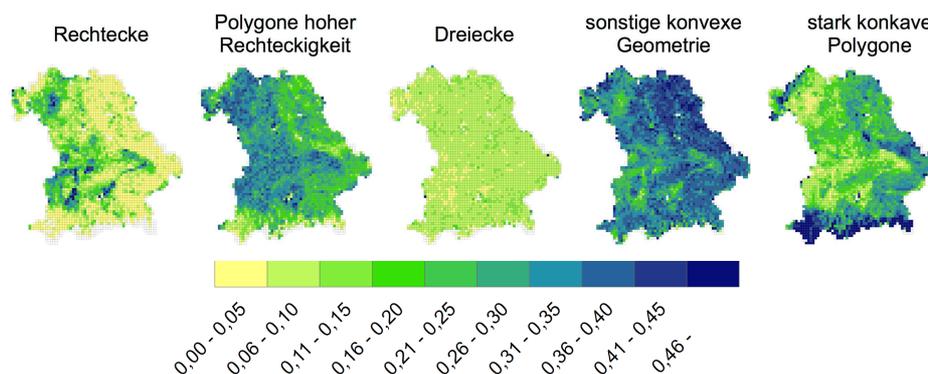


Abbildung 2: Regionale Anteile versch. Formklassen in Bayern (Aggregation auf 5~km Raster)

Die während des Analyseprozesses gewonnenen Informationen dienen zur semantischen Anreicherung der gemäß des konzeptuellen Datenmodells erzeugten Objekte und werden in die Datenbank zurückgeführt. Damit stehen alle Informationen zu Form und den o.g. arbeitswissenschaftlich relevanten Parametern auf Ebene der einzelnen Objekte (in die-

sem Fall Feldstücke) für weiterführende Analysen sowie für eine flächendeckende statistische Beschreibung und dynamische Aggregation zur Verfügung. Damit lassen sich beispielsweise regionale Anteile einzelner Formklassen sichtbar machen (Abbildung 2).

4. Fazit und Ausblick

Das in diesem Beitrag beschriebene semantische Datenmodell bildet den Kern eines (zunächst anwendungsneutralen) Informationsmodells für ein flächendeckendes Monitoring der Agrarlandschaft. Durch die Möglichkeit der anwendungsspezifischen Erweiterung sowie dem Konzept der Kopplung des konzeptuellen Datenmodells mit komplexen Analysemethoden und der damit einhergehenden semantischen Anreicherung des Datenmodells mit Analyseergebnissen bildet das semantische Datenmodell ein solides, formal beschriebenes und interdisziplinär nutzbares raum-zeitliches Informationsmodell für eine umfassende Analyse der Agrarlandschaft und ihrer Veränderungsprozesse. Im Gegensatz zu meist üblichen lokal und einmalig durchgeführten Untersuchungen erlaubt der beschriebene Ansatz ein fortlaufendes, (bayernweit) flächendeckendes und gleichzeitig hochaufgelöstes Monitoring.

Die derzeit auf Basis des Landmodells entwickelten bzw. in Entwicklung befindlichen Analysemethoden umfassen neben Werkzeugen zur flächendeckenden Beschreibung arbeitswissenschaftlich relevanter geometrischer Parameter der Feldstückgeometrie auch Werkzeuge zur Analyse von Fahrwegbeziehungen sowie Analysewerkzeuge zur Erkennung und Dokumentation der zeitlichen Veränderung einzelner Entitäten. Beispielhaft seien hier Aspekte wie die Zusammenlegung landwirtschaftlicher Parzellen zu größeren Bewirtschaftungseinheiten oder pflanzenbauliche Aspekte wie Fruchtfolgen genannt.

Dank

Die Finanzierung des Projekts '2D + t Landmodellierung' erfolgt durch die Verwaltung für Ländliche Entwicklung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung Landwirtschaft und Forsten. Weitere Projektpartner sind folgende Einrichtungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft: Abteilung Informations- und Wissensmanagement, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur sowie das Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz.

Literaturverzeichnis

- [MDAK13] Thomas Machl, Andreas Donaubaue, Hermann Auernhammer und Thomas H. Kolbe. Shape and Ergonomics: Methods for Analyzing Shape and Geometric Parameters of Agricultural Parcels. In EFITA-WCCA- CIGR Conference "Sustainable Agriculture through ICT Innovation. EFITA, WCCA, CIGR, Juni 2013.
- [OGC12] OGC. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard 2.0. Open Geospatial Consortium, 2012.
- [OMG03] OMG. MDA Guide Version 1.0, 2003.