

Land Information System Austria (LISA):

Objektorientiertes Datenmodell zur Abbildung der Landbedeckung und Landnutzung

Roland GRILLMAYER, Gebhard BANKO, Johannes SCHOLZ, Christoph PERGER,
Klaus STEINNOCHER, Andreas WALLI, Jürgen WEICHSELBAUM

Zusammenfassung

Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten stellen eine wesentliche Datengrundlage für die Erfüllung zahlreicher öffentlich-rechtlicher Aufgaben dar. Erstmals erfolgte in Österreich eine transparente Darstellung des breitgefächerten Bedarfs und Angebotes an Landbedeckungsinformationen in unterschiedlicher thematischer und räumlicher Auflösung im Rahmen eines Workshops im Dezember 2003 (Grillmayer 2003). Der Bedarf an Landbedeckungs- und -nutzungsinformationen leitet sich fallweise aus bestehenden gesetzlichen Berichtspflichten ab, jedoch sind Landbedeckungs- und -nutzungsdaten eher als Querschnittsmaterie anzusehen, die – vergleichbar mit Orthofotos – für sehr viele Anwendungen und Analysen unabdingbar sind und oft nur indirekt gesetzlichen Verpflichtungen zugeordnet werden können.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde im Rahmen der Aktionslinie GMES (Global Monitoring for Environment and Security) des Österreichischen Weltraumprogramms, finanziert durch BMVIT und die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) das Projekt Land Information System Austria (LISA) initiiert. Das Projekt LISA zielt darauf ab, einen digitalen, homogenisierten, qualitätskontrollierten und aktualisierbaren Landnutzungs- und Landbedeckungsdatensatz für Österreich zu erstellen und dazu im Vorfeld einen Konsens der öffentlichen Nutzer zu den technischen Anforderungen zu etablieren. In den folgenden Kapiteln werden einerseits der Prozess der Konsensbildung und die daraus resultierenden Nutzeranforderungen sowie deren Umsetzung in einem Datenmodell und andererseits die technischen Details der Umsetzung sowie die ersten vorliegenden Ergebnisse diskutiert.

Technische Rahmenbedingungen im Projekt LISA

Das LISA Datenmodell muss ein höchstmögliches Maß an Interoperabilität aufweisen, um den Austausch und die Weiterverarbeitung der Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten und der daraus abgeleiteten weiterführenden Produkte zu gewährleisten. Dieser Anforderung wird durch die Berücksichtigung aller für die Modellbildung relevanten Standards der ISO 19100 Serien (Geographic Information/Geomatics) des Technischen Komitees ISO/TC211 nachgekommen. Zusätzlich werden die für diese Thematik

relevanten INSPIRE Direktiven, die teilweise auf Standards der ISO19100 Serie aufbauen, bei der Modellbildung berücksichtigt, um ein INSPIRE konformes Datenmodell sicherzustellen.

Dabei ist festzuhalten, dass Landbedeckung im Annex II von INSPIRE gelistet ist, jedoch die Drafting-Teams erst in den Jahren 2010 und 2011 die Arbeit zur Datenspezifikation durchführen werden. Da nach derzeitigem Stand davon ausgegangen werden kann, dass das LCCS System (Land Cover Classification System, eingereicht als ISO 19142-1 und ISO 19142-2) als eine Art Metasprache zur Beschreibung von Landbedeckungsdatenmodellen herangezogen wird, wurde dieses Metamodell bei der Modellbildung weitgehend berücksichtigt.

Für die Umsetzung eines flächendeckenden Landbedeckungsdatensatzes in Österreich muss bei der Konzeption des Datenmodells darauf geachtet werden, dass bereits in der konzeptionellen Phase keine Einschränkung auf eine bestimmte, möglicherweise proprietäre, Softwarelösung erfolgt. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, erfolgte die Modellierung basierend auf den Richtlinien der Simple Feature Spezifikation (ON EN ISO19125-1 und ON EN ISO19125-2). Durch diese Vorgehensweise stellt das vorliegende konzeptionelle Datenmodell einen weitgehend datenbankunabhängigen Entwurf dar und kann in beliebigen räumlichen Datenbanksystemen implementiert werden.

Um auf neue Anforderungen, Domänen oder Technologien flexibel reagieren zu können, muss jederzeit eine Erweiterbarkeit des Modells im operativen Betrieb gewährleistet werden. Daher wurde für den konzeptionellen Entwurf des Datenmodells ein objektorientierter Ansatz gewählt. Für den objektorientierten Ansatz spricht auch die Tatsache, dass die aktuellen internationalen Projekte im Kontext zur Landbedeckung für die Modellierung vermehrt auf dem objektorientierten Ansatz basieren (z.B. Spanien-SIOSE, Deutschland – DML-DE, etc.). Des Weiteren weist der objektorientierte Ansatz gegenüber den klassischen hierarchischen Modellen weitere für das Projekt relevante Vorteile und Eigenschaften auf, wie in Egenhofer et.al. (1992) beschrieben.

Technische Umsetzung - Erste Iteration des Datenmodells

Das Datenmodell für LISA wurde in einem iterativen Prozess entwickelt. Ausgangspunkt bilden einerseits die Erfahrungen aus den internationalen GMES-Projekten (GMES Land Monitoring Core Service), nationalen (z.B. Deutschland DE-Cover Phase 2) und regionalen Projekten (z.B. Landbedeckungskartierungen für Bundesländer) sowie die Rückmeldungen aus den Bundesländern auf Basis eines Fragebogens und die im Rahmen eines 2-tägigen Workshops gesammelten Nutzerkommentare (Salzburg, Sept. 2009). Diese Anforderungen wurden in ein konzeptionelles Datenmodell mittels CSL (Conceptual Schema Language) formuliert. Die Umsetzung des konzeptionellen Schemas erfolgte mittels Unified Model Language (UML). Die ausführliche Beschreibung des LISA Datenmodelles ist unter www.landinformationssystem.at erhältlich.

Dieses Modell teilt sich in zwei Abstraktionsebenen: Einerseits die Ebene der Landbedeckung, welche semiautomatisch direkt mit Methoden der digitalen Bilddatenverarbeitung aus Fernerkundungsdaten klassifiziert wird, und andererseits die

Ebene der Landnutzung, welche unter Zuhilfenahme von Geofachdaten aus der Landbedeckung abgeleitet wird. Die Landnutzung gliedert sich in die Hauptbereiche Siedlung, Verkehr, Landwirtschaft, Wald, natürliche Flächen und Gewässer. Dieses Modell stellt einen ersten Entwurf dar, welcher durch den wissenschaftlichen-technischen Beirat (STAB) auf die technische Durchführbarkeit geprüft wurde. Zusammen mit dieser Bewertung des Kartierungspotenziales pro Klasse führt dieser erste Anforderungskatalog zu den verbindlichen technischen Spezifikationen für die Produktion der ersten Prototypen in jeweils 6 Testgebieten á 31,25 km² pro Bundesland (1.500 km² Landbedeckung plus 1.500 km² Landnutzung pro Iteration). Eine detaillierte Beschreibung des Projektablaufs ist in Weichselbaum et al. (2009) ersichtlich.

Ergebnisse der ersten Iteration

Die Umsetzung der ersten Abstraktionsebene des Landbedeckungsmodells demonstriert eindrucksvoll die Komplexität solch eines Projektes. Trotz der standardisierten Dokumentation des Datenmodelles zeigt sich, dass ein intensiver Kommunikationsprozeß notwendig ist, um die Spezifika der objektorientierten Modellierung umzusetzen. Während in klassischen hierarchischen Datenmodellen geometrische Abgrenzungen nach klassenspezifischen Unterschieden vorgenommen werden, sind im objektorientierten Ansatz auch sämtliche Eigenschaften von Objekten relevant für eine gegenseitige Abgrenzung. So können durchaus Objekte der gleichen Klassenzugehörigkeit, sofern sie sich deutlich in ihren Eigenschaften (Attributen) unterscheiden, gegenseitig abgegrenzt werden.

Die Genauigkeitsüberprüfung mittels stratifizierter Zufallsstichprobe (mehr als 7.800 Punkte für eine Abschätzung bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit) konzentrierte sich auf die Korrektheit einer punktbezogenen visuellen Referenzinterpretation.

Während ein Großteil der Klassen eine hohe thematische Genauigkeit aufweist (über 90%), gibt es einige Landbedeckungsklassen, die als kritisch für eine automatisierte Auswertung zu betrachten sind. Darunter fallen beispielsweise sehr kleine bestockte Flächen (Einzelbäume mit Mindestobjektgrößen von 25-50m² sowie deren Abgrenzung zu „Baumgruppen“ >50m² und „Waldstücke“ >0,1ha). Bei einer allfälligen Zusammenlegung dieser Klassen wird jedoch die Problematik der Flächengrößen und deren systematische Unter- bzw. Überschätzung immanent. Aufgrund der flächenhaften Dominanz des Waldes würde die Genauigkeitsüberprüfung für fehlende Einzelbäume (omission-errors) sehr aufwändig werden (sehr hohe Stichprobenanzahl für Klassen mit geringer Flächenausdehnung).

Durch die Zuhilfenahme von Höheninformationen in Form von LIDAR Daten soll im Rahmen der zweiten Iteration der Automatisierungsgrad erhöht, die für die kritischen Landbedeckungsklassen geforderte Klassifikationsgüte sichergestellt und letztlich die Kosten reduziert werden. Der Einsatz von LIDAR Daten war ursprünglich nur für Validierungszwecke gedacht. Aufgrund der mittlerweile fast flächendeckenden Verfügbarkeit werden diese Daten nun jedoch auch für die Ersterfassung verwendet.  Abbildung 1 gibt einen ersten Eindruck über die Ergebnisse der Landbedeckungskartierung.

Wesentlich schwieriger gestaltete sich die Umsetzung der Abstraktionsebene der Landnutzung. Für die Ableitung der Landnutzung ist die Integration von Geofachdaten absolut notwendig. Als Ursachen für die aufgetretenen Schwierigkeiten können u.a. genannt werden:

- Sinnvolle Ableitung der Landnutzungsgrenzen basierend auf den Geometrien (Objekten) der Landbedeckung, v.a. bei Siedlungen und Verkehrsflächen, ist nicht immer möglich.

Die Extraktion von sinnvollen Nutzungsgrenzen lässt sich in den stark anthropogen beeinflussten Bereichen meist nur über Planungsdaten (z.B. Flächenwidmungsplan) bzw. Eigentumsgrenzen (DKM) ableiten.

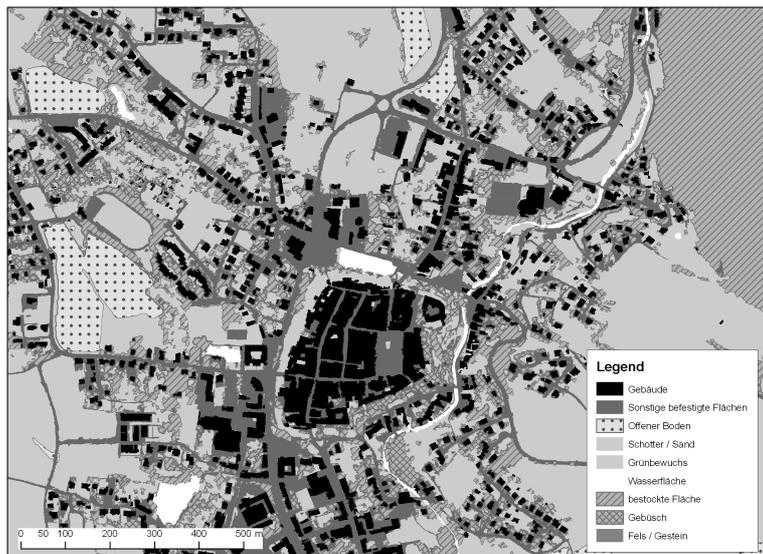


Abb.1: Ergebnis der Landbedeckungskartierung für den Raum Freistadt, Oberösterreich
Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in der Legende nur die in diesem Ausschnitt vorkommenden Landbedeckungsklassen (9 von insgesamt 17) dargestellt.

Während im Verkehr die Eigentums- und somit DKM-Grenzen mit einer Nutzungsänderung meist gut korreliert sind, gestaltet sich die Abgrenzung der Nutzungsgrenze „Gewässer“ ausgesprochen komplex. Im Verkehrsbereich kann die Qualität der DKM durchaus für Nutzungsabgrenzungen in der Maßstabsebene von Orthofotos herangezogen werden. Für die Abgrenzung von Flussräumen eignet sich die DKM (öffentliches Wassergut) jedoch kaum, da vor allem bei kleineren Flüssen und im alpinen Raum die geometrischen Ungenauigkeiten der DKM sehr groß sind.

- Fehlende bzw. nicht flächendeckende Verfügbarkeit von Geofachdaten in einheitlicher Datenqualität.

So liegt beispielsweise noch kein homogener Verkehrswegegraph für Österreich vor, welcher eine einheitliche Kategorisierung von Verkehrsflächen ermöglichen würde. Daher wurde im Rahmen der ersten Iteration auf in den Ländern verfügbare Verkehrswegegraphen bzw. kommerziell verfügbaren Datenprodukte zurückgegriffen.

Die Daten des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR) bieten punktbezogene Informationen auf der Ebene von Einzelgebäuden und ermöglichen eine Nutzungsdifferenzierung in acht Kategorien. Diese Daten können aber nur eingeschränkt über die Gemeinden bezogen werden. Die aus den punktgenauen Daten aggregierten statistischen Informationen auf Rasterbasis in 250m Maschenweite stellen eine Möglichkeit dar, um die bestehenden Einschränkungen bei der Verwendung von geometrisch exakt verorteten Informationen zu überbrücken.

Ähnliche methodische Probleme bereitet die Verwendung der INVEKOS Daten im Themenkomplex der Landwirtschaft. Dieser Datensatz würde vor allem im landwirtschaftlichen Bereich eine sehr differenzierte Nutzungsabgrenzung zwischen Acker- und Grünland ermöglichen. Die aktuelle Abdeckung beträgt 85% aller beantragten förderungsfähigen landwirtschaftlichen Nutzflächen. Ähnlich wie für den GWR gibt es noch Abklärungsbedarf über die Art der Abgabe und Verwendung dieser Daten für die operative Umsetzung von LISA. Für eine sinnvolle und nachhaltige Integration dieser zum Teil sehr sensiblen Geofachdaten, die für eine sinnvolle Abgrenzung der Landnutzung aber eine essentielle Voraussetzung darstellen, bedarf es einer Konkretisierung von Abgabebedingungen und einem intensiven Dialog mit den abgebenden Institutionen unter Wahrung der rechtlichen Erfordernisse (Datenschutz). Andere Geofachdaten, die integriert werden, umfassen österreichweite Inventare (Feuchtgebietsinventar, Trockenrasenkatalog, Moorschutzdatenbank), sowie Datensammlungen etwa für den Tourismus (z.B. Golfplätze).

Lösungsansätze für die zweite Iteration

In Hinblick auf eine Weiterentwicklung von LISA in ein vollwertiges Monitoring System muss trotz der zuvor beschriebenen Probleme an dem objektorientierten Ansatz festgehalten werden. Nur durch einen objektorientierten Modellansatz kann einerseits den verschiedenen nationalen und internationalen Berichtspflichten Rechnung getragen und andererseits die direkte Ableitung bzw. Generalisierung neuer Datenprodukte ermöglicht werden. Staub (2009, S. 158) nennt insbesondere ein klar definiertes Quelldatenmodell als Notwendigkeit für die Erstellung von Abbildungsregeln zwischen Quell- und Zieldatenmodell.

Insbesondere im Bereich der Landnutzung im Siedlungsraum muss jedoch vom ursprünglichen Modellansatz abgewichen werden. Anstelle der Landbedeckungsobjekte stellen hier die aus Geofachdaten abgeleiteten Landnutzungsobjekte die Bezugsgeometrien dar. Die Abgrenzung und Innendifferenzierung des Siedlungskörpers wird im Rahmen der zweiten Iteration basierend auf den Geometrien der für alle Bundesländer verfügbaren aggregierten und in 4 Kategorien homogenisierten Flächenwidmungspläne vorgenommen. Um den objektorientierten Ansatz zu gewährleisten, können nur Landbedeckungsobjekte, die vollständig in einem Landnutzungsobjekt vorkommen, mittels Assoziationen modelliert

werden. Jene Landbedeckungsobjekte, die mehrere Landnutzungsobjekte überlagern, müssen in ihre Einzelobjekte gesplittet und mittels Hierarchieebenen zugeordnet werden.

Eine wesentliche Aufgabe für die Erstellung des überarbeiteten LISA Datenmodells stellt die Identifikation der oben beschriebenen möglichen unterschiedlichen Landbedeckungs-Landnutzungsobjektrelationen dar. Die in den Projektzielen definierte Möglichkeit der Modelltransformation, wie z.B. die Überführung des LISA Modells in internationale Landbedeckungs- und Landnutzungsdatensätze, wie z.B. CORINE Land Cover, soll gewährleistet werden. Das Zulassen jeder möglichen Relation entspricht einem layer-orientierten Ansatz und ist deshalb nicht zielführend, da diese Vorgehensweise zu einem Verlust der Semantik des Datenmodells führen würde, wodurch die Definition eines Quelldatenmodells – gemäß Staub (2009) – nicht erfolgen kann.

Ausblick und weitere Vorgehensweise

Für einen erfolgreichen Abschluss und eine Fortführung sowie flächenhafte Beauftragung von LISA werden mehrere Kriterien ausschlaggebend sein. Einerseits müssen die derzeit prognostizierten Produktionskosten um zumindest 50% gesenkt werden. Diese Senkung der Produktionskosten kann nur mittels einer Erhöhung des Automatisierungsgrades, z.B. durch die Zuhilfenahme von weiteren Fernerkundungsdaten (LIDAR), vor allem bei der Produktion der Landbedeckung, erreicht werden. Für eine erfolgreiche Umsetzung der Abstraktionsebene der Landnutzung wird einerseits der flächenhaften, homogenen Verfügbarkeit von Geofachdaten und andererseits der exakten Formulierung des Regelwerkes für Landnutzungsklassen sowie deren möglichst automatisierte Umsetzung eine essenzielle Bedeutung zukommen. Um grenzüberschreitende Datenprodukte ableiten zu können, wird es zu einem verstärkten Austausch mit ähnlichen Projekten in Deutschland und Tschechien kommen.

Im Falle einer flächendeckenden Umsetzung von LISA würde ein österreichweit verfügbarer harmonisierter Datensatz zur Verfügung stehen, der einerseits einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der unterschiedlichsten Planungstätigkeiten über unterschiedliche Anwendungsdomänen hinweg leistet, sowie andererseits den Geoinformationssektor allgemein positiv beeinflussen würde. In jedem Fall aber stellt das im Rahmen des Projektes entstandene konzeptionelle Datenmodell und die Dokumentation der unterschiedlichen Nutzeransprüche eine wesentliche Basis für die Standardisierung von Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten in Österreich sowie eine wichtige Diskussionsgrundlage für die europäische Harmonisierung von Landbedeckungs- und Landnutzungsinitiativen dar.

Literatur

Egenhofer, M. J. and Frank, A. U. 1992: Object-Oriented Modeling for GIS, URISA Journal 4(2): pp. 3-19.

Grillmayer R. et al., 2003: Geodaten zur Landbedeckung in Österreich. Universität für Bodenkultur, Workshop – Geodaten zur Landbedeckung in Österreich, 5.12.2003, Shaker Verlag; ISBN 3.8322-2793-8.

Gregorio, A. et al., 2000: Land Cover Classification System (LCCS): Classification concepts and user manual. Environment and Natural Resources Service (SDRN), GCP/RAF/287/ITA Africover - East Africa Project and Land and Plant Nutrition Management Service (AGLN). 179 pages, 28 figures, 3 tables. CD-ROM included. FAO, Rome, 2000.

Staub, P., 2009: Über das Potenzial und die Grenzen der semantischen Interoperabilität von Geodaten. Dissertation, ETH Zürich.

Weichselbaum J. et al., 2009: Land Information System Austria (LISA): Bedarfsgerechte Landnutzungsinformation für die öffentliche Verwaltung. Angewandte Geoinformatik 2009, Beiträge zum 21. AGIT-Symposium, Salzburg, Austria, 8.-10. Juli 2009, pp. 705-710. Wichmann Verlag, ISBN 978-3-87907-480-8.