
LISA: Wie innovative Technologien die Beobachtung von räumlichen Prozessen und die Generalisierung einer Landbedeckungskartierung ermöglichen

Wolfgang STEMBERGER, Gebhard BANKO, Heinz GALLAUN,
Roland GRILLMAYER, Patricia KRENN, Reinfried MANSBERGER,
Rainer PRÜLLER, Klaus STEINNOCHER und Andreas WALLI

Land Information System Austria (LISA)

Das Land Information System Austria (LISA) ist eine im Aufbau begriffene Landmonitoring-Lösung für Österreich, welche von Forschungsinstitutionen, öffentlichen Bedarfsträgern und privaten Unternehmen entwickelt und gestaltet wird. LISA ist ein durch das BMVIT über das österreichische Weltraumprogramm ASAP der FFG gefördertes Projekt. Derzeit befindet sich LISA in der zweiten Phase (LISA-2). In der ersten Phase von LISA (ASAP VI, 06.2009-10.2010) wurde von den Bedarfsträgern ein objektorientiertes Datenmodell spezifiziert, welches zum einen die ausschließlich aus Fernerkundungsdaten erfasste Landbedeckung und zum anderen die Landnutzung umfasst. Während in der Landbedeckung 13 Klassen mit Objektgrößen ab 25 m² vorgesehen sind, werden in der Landnutzung – aufbauend auf die Landbedeckung und einer Reihe von Geofachdaten – weitaus größere Objekte gebildet (ab 500 m²), welche über ein großes Spektrum von Attributinformationen verfügen. Die österreichweite Umsetzbarkeit des LISA-Datenmodells wurde durch die Produktion der beiden Informationsschichten in zwei Iterationen in insgesamt 49 Testgebieten sichergestellt. In der zweiten Phase des LISA-Projekts (ASAP VII, 11.2010-06.2012) wurde das Datenmodell für die Kartierung von Landbedeckungsveränderungen erweitert und die für die Umsetzung nötige Methodik erarbeitet. Die Entwicklung eines Generalisierungs-Algorithmus zur automatischen Ableitung von CORINE-ähnlichen Datensätzen aus LISA-Landbedeckungsdaten für europäische Berichtspflichten war ebenfalls Teil des Projektes. Darüberhinaus wurden auch Fachanwendungen konzipiert, welche erste Anwendungsmöglichkeiten der LISA-Kartierungen demonstrieren.

1 Auf dem Weg zum Roll-out

1.1 Flächendeckende Umsetzung

LISA ist von Anfang an mit der Vision einer österreichweit flächendeckenden Umsetzung konzipiert worden und die ersten beiden – ASAP-finanzierten – Projektphasen waren bedeutende Schritte zur Erreichung dieses Zieles. Doch für die Umsetzung bedarf es mehr als ein Projekt. Wie internationale Beispiele im GMES Land Monitoring Bereich deutlich zeigen, kann eine umfassende Umsetzung nur durch entsprechende Kooperation der Be-

darfsträger erreicht werden. Land Monitoring ist eine Querschnittsmaterie und resultiert aus dem Bedürfnis einer Vielfalt von öffentlichen Bedarfsträgern.

1.2 Gemeinsame Geodatenbeschaffung

Erfreulicherweise konnte in Österreich in den letzten Jahren speziell im Bereich der kooperativen Beschaffung von Geodaten ein deutliches Signal gesetzt werden. Die gemeinsame Luftbildaufnahme und Produktion von Orthophotos wird durch eine Kooperationsgemeinschaft zwischen den österreichischen Ländern, dem Lebensministerium (BMLFUW) und dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) durchgeführt. Der avisierte 3-jährige Befliegungszyklus stellt eine optimale Basis für die LISA-Auswertungen dar.

1.3 Institutionalisierung der Projektidee

Der zweite wichtige Pfeiler für eine institutionelle Kooperation zur Umsetzung von LISA etabliert sich derzeit im Rahmen des Österreichischen Raumentwicklungskonzeptes 2011 (ÖREK 2011). Das ÖREK dient als strategisches Steuerungselement und gemeinsames Handlungsprogramm für die gesamtstaatliche räumliche Entwicklung Österreichs im Zeitraum bis 2021. Als Novum kommen erstmalig sogenannte ÖREK-Partnerschaften zum Einsatz, die die Handlungsfelder und Aufgabenbereiche des ÖREK 2011 umsetzen sollen. Durch die ÖREK Partnerschaften soll der Grad der Verbindlichkeit für die Umsetzung des ÖREKs 2011 in kooperativer Form gehoben werden.

Die für LISA relevante ÖREK Partnerschaft „Flächenmonitoring und –management“ befindet sich derzeit in Anbahnung. Zentrales Thema ist die *Nachhaltige Siedlungs- und Freiraumentwicklung* (Handlungsfeld H 3.3 des ÖREK 2011) sowie der sparsame Umgang mit der nicht vermehrbaren Ressource „Fläche“ – diese setzen die Kenntnis der aktuellen Raumstruktur und Flächeninanspruchnahme voraus. Derzeit fehlen in Österreich diesbezüglich einheitliche oder aktuelle Grundlagen und Instrumente zur aktiven Raumbearbeitung. Sowohl die Landbedeckung als auch die Landnutzung sind Ausdruck der Nutzungsansprüche einer Vielzahl von Akteuren. Dementsprechend verteilt liegen die unterschiedlichen Planungsgrundlagen zur Raumbearbeitung in Österreich vor. Eine Zusammenführung und einheitliche Darstellung der Veränderungen der Landbedeckung und -nutzung gibt jedoch wichtige Aufschlüsse für zukünftige planerische Maßnahmen im Sinne eines aktiven Flächenmanagements bzw. der Wirksamkeit von Steuerungsinstrumenten. Nur so können in der Raumplanung bestehende Siedlungen sinnvoll nachverdichtet, Freiräume erhalten und Brachflächen aktiviert werden. Auch andere raumbezogene Verwaltungsmaterien sind auf solche Gestaltungsmöglichkeiten angewiesen.

Die zentralen österreichischen Akteure (Bundesländer, BMLFUW, BMVIT, BEV, Statistik Austria, Umweltbundesamt) nehmen an der ÖREK-Partnerschaft teil und werden in den nächsten ein bis zwei Jahren die Umsetzungsoptionen zu LISA in rechtlicher, organisatorischer und finanzieller Hinsicht festlegen. Mit der derzeit vorherrschenden positiven Stimmung und Kooperationsbereitschaft unter den handelnden Personen könnte in absehbarer Zeit (ein bis drei Jahre) tatsächlich der Roll-out von LISA in Österreich erfolgen. Ziel der Partnerschaft ist eine Vereinbarung über ein abgestimmtes, flächendeckendes Monitoring der Bodenbedeckung und Landnutzung in Österreich.

Voraussetzung für die weitere Bearbeitung der Partnerschaft ist jedoch eine „politische“ Willensbildung und der damit verbundene Auftrag zur Aufnahme von Verhandlungen auf technischer Ebene. Sollte diese Willensbildung nicht erfolgreich verlaufen, würde die Tätigkeit der Partnerschaft mit Jahresende eingestellt werden – ein einmaliges zeitliches Fenster für die Entwicklung eines abgestimmten Landmonitorings in Österreich wäre damit vertan.

2 Veränderungskartierung

2.1 Ausgangslage

Die Veränderungskartierung zählt zu den Kernkartierungsdiensten im Rahmen von LISA-II und ist eine sehr bedeutende Komponente des Landmonitoringsystems LISA. Das in der ersten Phase von LISA entwickelte Datenmodell wurde um den Faktor Zeit erweitert und es wurden Veränderungskartierungen für eine Auswahl von neun Testgebieten angefertigt. Während für die in LISA-I erstellten Landbedeckungskartierungen Orthophotos, hochauflösende Satellitendaten und das normalisierte Oberflächenmodell aus Laserscanningdaten als Grundlagendaten eingesetzt wurden, standen für den zweiten Zeitpunkt „lediglich“ Orthophotos und Satellitendaten zur Verfügung, da in Österreich im Regelfall „nur“ eine Abdeckung mit Laserscanningdaten existiert. Diese Geobasisdaten sowie die bestehende Landbedeckung wurden zur Erzeugung der Landbedeckungskartierung für einen zweiten Zeitpunkt eingesetzt. Die Grundlage für die Geometrie der Objekte bildet wie in LISA-I jeweils das Orthophoto.

2.2 Methodik

Der Erstellung der Landbedeckung in LISA-I liegt ein objektorientiertes Datenmodell zugrunde, welches einen durch zahlreiche Anwender definierten Konsens hinsichtlich der kartierten Klassen, der erfassten Attribute und der Mindestkartiergrößen (MMU) darstellt. Die Entwicklung (Schrumpfen, Wachsen) von bereits in der ursprünglichen Landbedeckung erfassten Objekten soll deshalb auch über mehrere Kartierungen hinweg verfolgbar sein, weshalb die Geometrie der Objekte im Falle einer nichtvorhandenen Änderung exakt beibehalten werden musste. Die korrekte Differenzierung zwischen relevanten Veränderungen und dem Gleichbleiben eines Objekts stellte deshalb eines der wesentlichsten Ziele der LISA-Veränderungskartierung dar.

Für die Detektion der Veränderungen wurde der objektorientierte Klassifizierungsansatz gewählt. Das Regelwerk übernimmt zunächst die Polygone aus der ursprünglichen Landbedeckung, segmentiert dann innerhalb dieser Grenzen neue Objekte auf Basis der neuen Bilddaten. Im Klassifikationsschritt werden die Landbedeckungsklassen auf Veränderungen geprüft. In der Klasse „Gebäude“ sollte die Ausdehnung von der ersten Landbedeckung auch bei unterschiedlich starken Verkipfungseffekten bedingt durch unterschiedliche Aufnahmewinkel in den beiden Orthophotos erhalten bleiben, da dies de facto keine Veränderung darstellt. Das entwickelte Regelwerk verfügt deshalb über geeignete Parameter um dies zu ermöglichen. Abschließend wird mittels eines visuellen Nachkontrollschritts geprüft, ob Veränderungen in der Kartierung fehlen bzw. fälschlicherweise erfassten wurden

und gegebenenfalls korrigiert. Im Rahmen der GIS-Nachprozessierung werden die identifizierten Veränderungen unter Berücksichtigung der Mindestaufnahme­fläche in die beste­hende Landbedeckungskartierung integriert und so die Landbedeckungsveränderungskarte erstellt.

2.3 Ergebnisse

Bei den insgesamt 15 LISA-Landbedeckungsklassen sind rein rechnerisch 210 verschiedene Veränderungspfade möglich, wobei tatsächlich etwa 50 % in den neun Testgebieten identifiziert werden konnten. Auf Basis der Landbedeckungskartierung und der nun erstellten Veränderungskartierung können zahlreiche quantitative Aussagen zu Veränderungen der Landbedeckung abgeleitet werden. Für jedes Testgebiet konnte beispielsweise die Zunahme von versiegelten Flächen quantifiziert werden. Außerdem wurde auch festgestellt auf Kosten welcher Landbedeckungsklassen diese Zunahmen erfolgten und wie groß die jeweils verschwundenen Flächen sind. Mit diesen hochgenauen Datengrundlagen lassen sich somit nicht nur ansprechende Visualisierungen von Veränderungen der Erdoberfläche dokumentieren, sondern es können darüberhinaus quantitative Aussagen zu diesen Veränderungen getätigt werden, welche bisher nur geschätzt werden konnten.



Abb. 1: Gebäude (dunkel) und „Sonstige befestigte Flächen“ (schraffiert) in den Jahren 2006 (links), 2010 (mittig) und daraus abgeleitete neue Objekte laut LISA-Veränderungskartierung (Bildquelle: Land OÖ)

Die vom wissenschaftlichen Beirat (AIT, BOKU) von LISA durchgeführte Validierung konstatiert, dass die Veränderungskartierung trotz unterschiedlicher Bildmaterialien, variabler Bildqualität und –geometrie mit 92,3 % Gesamtgenauigkeit eine hohe Qualität aufweist. Die Stärken liegen dabei v.a. im Bereich Gebäude (97 %) und bestockte Flächen (94,1 %).

3 Upscaling

3.1 Generalisierung von LISA zu CORINE

Im Arbeitspaket „Upscaling“ wurden Konzepte der semantischen und geometrischen Transformation für die Ableitung beliebiger Landbedeckungsspezifikationen entwickelt. Für die Überprüfung der entwickelten Konzepte wurde eine prototypische Umsetzung implemen-

tiert. Als Zielmodell für die Modelltransformation wurde die CORINE Landbedeckungs-spezifikation gewählt. Die Generalisierung der LISA Landbedeckungs- bzw. Landnutzungsdatensätze hat zum Ziel, aus dem vorhandenen Datenbestand ein Produkt zu generieren, das den Spezifikationen von CORINE Landcover entspricht. Aufbauend auf den Datenmodelldefinitionen von LISA und CORINE wurde ein semantisches und ein geometrisches Transformationsregelwerk entworfen, welches die Überführung der LISA Daten in das CORINE Datenmodell erlaubt. Die semantischen Transformationsregeln wurden in der ersten Iteration zwischen den sechs LISA Landnutzungsthemenbereichen und CORINE Level-I hergestellt (PRÜLLER et. al., 2011). Auf dieser Transformationsebene bestehen auf semantischer Ebene Similaritäten zwischen der LISA Landnutzung und der CORINE Nomenklatur, die eine Überführung der einzelnen Klassen ohne die Hinzunahme von Landbedeckungs- oder Metainformationen aus den LISA Daten ermöglichen.

3.2 Prozessierung

In der zweiten Iteration der semantischen Überführung, bei der eine Generalisierung auf CORINE Level-III umgesetzt wird, muss auf die gesamten Informationen des LISA Datenmodells zurückgegriffen werden. Durch die semantische Überführung der 19 LISA Landnutzungsklassen, der 13 LISA Landbedeckungsklassen und von geometriebezogenen Attributwerten aus dem LISA Datenmodell werden die 44 CORINE Klassen abgeleitet. Die Ableitung der CORINE Klassen erfolgt dabei ausschließlich basierend auf den Informationen des LISA Datenmodells, es werden keine weiteren externen Informationen in die Modelltransformation eingebunden. Durch die stufenweise Generalisierung der LISA Daten auf eine MMU von 1000 m², 3000 m², 1 ha, 5 ha und den in CORINE spezifizierten 25 ha wird erreicht, dass negative Effekte der Generalisierung kompensiert werden. Es stellte sich bei ersten Generalisierungstests heraus, dass die fixe Definition der Reihenfolge der Entfernung von Überlappungen, die aus dem Aggregationsprozess resultieren, problematisch ist. Deshalb wird in Abhängigkeit der Lage der einzelnen Geometrie eine Gewichtung der generalisierten Klassen vorgenommen, welche die Grundlage für die Priorisierung von Klassen beim Prozess der Bereinigung von Überlappungen darstellt. Es wird daher im Gegensatz zur ersten Iteration (PRÜLLER et. al., 2011) je nach Testgebiet eine unterschiedliche Hierarchie zwischen Wald- und Landwirtschaftsflächen festgelegt. Für diese Priorisierung wurde auf das Konzept der Landschaftsmatrix aus der Landschaftsökologie zurückgegriffen (FORMAN, 1995). Eine Matrix ist dabei das bestimmende Hintergrund-Ökosystem, welches durch eine Landbedeckungsklasse, die einen hohen Verbindungsgrad und eine ausgedehnte Flächendeckung aufweist, repräsentiert wird. Es wurde für jedes Testgebiet die vorliegende Landschaftsmatrix bestimmt. Besteht zum Beispiel das Testgebiet überwiegend aus Waldflächen, die einen hohen Verbindungsgrad aufweisen, werden die Waldflächen als Matrix definiert. Die Landwirtschaftsflächen fungieren demnach als Patch und haben bei der Aggregation eine höhere Priorität gegenüber den Waldflächen. Durch diese Vorgehensweise kann sichergestellt werden, dass jene Klassen, die Patches in einer Landschaftsmatrix darstellen, nicht unterrepräsentiert werden. Hinter diesem Ansatz steckt die Überlegung, dass z.B. in Gebieten, in denen innerhalb der landwirtschaftlichen Nutzflächen einzelne Baumflächen auftreten, diese oft wegfallen würden und somit das generalisierte Landschaftsbild verfälschen. Die höchste Priorität in der umgesetzten Prozessierung besitzen Wasserflächen, gefolgt von Bebauten Flächen, Feuchtflächen, Landwirtschaftsflächen in Testgebieten mit überwiegenden Waldflächen, Waldflächen und zuletzt Landwirtschaftsflächen in Testgebieten mit überwiegender Landwirtschaft.

3.3 Ergebnisse

Ergebnisse der LISA Generalisierung können CORINE Daten visuell gegenübergestellt werden. Von einer quantitativen Evaluierung wurde abgesehen, da die Erfassungsgrundlagen von LISA und CORINE zu unterschiedlich sind, um gleiche Ergebnisse zu generieren. Die Generalisierungsalgorithmen wurden in allen Testgebieten angewandt, wobei die generalisierten Geometrien eine hohe Ähnlichkeit mit den CORINE-Geometrien aufweisen. Dies lässt auf eine sehr gute Generalisierung schließen. In Bezug auf die semantische Zuordnung werden trotz großer Übereinstimmung der Klassen einige Unterschiede sichtbar. So können z.B. die zusammengesetzten CORINE-Klasse „Komplexe Parzellenstruktur“ und „Landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Vegetation von signifikanter Größe“ aus LISA-Daten nur schwer abgeleitet werden.

4 Fazit

In der zweiten Phase von LISA wurde das Datenmodell um den Faktor Zeit erweitert und folglich die technische Machbarkeit der automatisierten Beobachtung von Landbedeckungsveränderungen sichergestellt. Darüberhinaus wurden mit der Generalisierung der LISA-Landbedeckung auf CORINE-Klassen und der Entwicklung mehrerer Fachanwendungen diverse Nutzungsmöglichkeiten der Landbedeckung bzw. der Landnutzung demonstriert. Nun werden innerhalb der ÖREK-Partnerschaft „Flächenmonitoring und –management“ Umsetzungsoptionen für den LISA Roll-out geprüft.

5 Danksagung

LISA wird durch verschiedene öffentliche und private Einrichtungen in Kooperation mit einer Vielzahl von öffentlichen Bedarfsträgern auf Bundes- und Landesebene umgesetzt und durch das BMVIT über die FFG in ASAP VI (Konzeptphase LISA I, 06.2009-10.2010) und VII (Fertigstellungsphase LISA II, 11.2010-06.2012) gefördert.

Literatur

FORMAN, R. T. T. (1995): Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge, S 632

HAKE, G., GRÜNREICH, D. & MENG, L. (2002): Kartographie, 8.Auflage. deGruyter Lehrbuch, Berlin, New York, S. 166-175.

PRÜLLER, R. et al..(2011): Nutzen von innovativen Technologien für eine flächendeckende, flexible Landbeobachtung Österreichs. In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, H. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2011 – Beiträge zum 23.AGIT-Symposium, Salzburg. Wichmann, Berlin/Offenbach, S. 239-244.