

DLM-DE – Digitales Landschaftsmodell für Deutschland

Stephan ARNOLD

Zusammenfassung

Das BKG baut ein Digitales Landschaftsmodell für die Zwecke und Aufgaben des Bundes (DLM-DE) auf. Das DLM-DE basiert auf den Landschaftsmodellen der topographischen Landesaufnahme (ATKIS Basis-DLM), die mit Methoden der Fernerkundung um zusätzliche Informationen für die Anforderungen des Bundes ergänzt werden. Ein erstes Anwendungsbeispiel ist die Ableitung von Landbedeckungsinformationen wie etwa CORINE Land Cover (CLC). Das Konzept des DLM-DE zielt weiterhin auf die Interoperabilität zwischen Geobasis- und Geofachdaten ab. Im Ergebnis wird das DLM-DE mit einer Mindestkartierfläche (MKF) von 1 ha einen hoch aufgelösten Geodatensatz darstellen, der es erlaubt, die Landbedeckung für Deutschland nach europäischer Nomenklatur mit bisher unerreichter Genauigkeit abzubilden.

1 Einleitung – Hintergründe und Zielsetzung

Im Zusammenhang mit dem Programm Global Monitoring for Environment and Security (GMES) und der EU-Richtlinie zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE) kann das DLM-DE als ein deutscher Beitrag auf dem Weg zur Interoperabilität zwischen nationalen und pan-Europäischen Landbedeckungsdatensätzen gesehen werden. Nach den seitens der EU bereits durchgeführten Erhebungen von CLC für die Bezugsjahre 1990, 2000 und 2006 ist von der Europäischen Umweltagentur (EEA) für das Jahr 2012 eine erneute CLC-Aktualisierungsphase angesetzt worden. Für das festgelegte Referenzjahr 2012 wird nun darauf hingearbeitet, den deutschen Beitrag zu CORINE Land Cover aus dem DLM-DE2012 ableiten zu können. Dies soll erreicht werden, indem die Geometrien des hochauflösenden DLM-DE auf die Mindestkartierfläche für CLC (derzeit 25 ha) durch automationsgestützte Prozesse generalisiert werden. Im Vergleich zur bisherigen Verfahrensweise bei der Produktion von CLC-Daten stellt der DLM-DE-Ansatz einen Methodenwechsel dar. Hierbei müssen gewisse Unterschiede in der geometrischen Erscheinungsform beim Vergleich zwischen den herkömmlichen CLC-Daten und den aus dem DLM-DE abzuleitenden CLC-Daten berücksichtigt und quantifiziert werden.

2 Verwendetes Datenmaterial

Im Projekt DLM-DE2009 fanden mehrere Daten Eingang. Zum einen waren dies Teile des ATKIS Basis-DLM als Vektordaten im alten ATKIS-Modell (ADV 2003), zum anderen verschiedenes Bilddatenmaterial (Satellitenbilder/Luftbilder), sowie sonstige eingesetzte Hilfsdatenquellen.

2.1 Eingangsdaten ATKIS Basis-DLM

Das DLM-DE beruht auf der Struktur und den Daten des ATKIS Basis-DLM, erhoben und kontinuierlich fortgeführt durch die Landesvermessungsämter. Eingang in die Aktualisierung des DLM-DE finden jedoch nur flächenhafte Objektarten des Basis-DLM, die relevant sind zur Modellierung von Landbedeckung und Landnutzung im Sinne der Nomenklatur von CORINE Land Cover (BÜTTNER et al. 2006). Punkt- und linienförmige Objektarten werden nicht verwendet. Die Geometrien dieser ausgewählten Objektarten wurden im Zuge der Aktualisierung überprüft und sowohl inhaltlich-thematisch als auch in Bezug auf ihre geometrische Ausdehnung angepasst.

2.2 Bilddaten/Rasterdaten

Für die Klassifizierung und Unterscheidung von Landbedeckungsklassen im Vegetationsbereich war ein multi-temporaler Ansatz unumgänglich. Mit den Aufnahmen von DMC in zwei unterschiedlichen Zeitfenstern sowie der vollständigen RapidEye-Abdeckung von Deutschland war geplant, Bilddaten zu drei ausreichend auseinanderliegenden Zeitpunkten innerhalb der Vegetationsperiode des Jahres 2009 auszuwerten.

RapidEye-Aufnahmen für DLM-DE2009

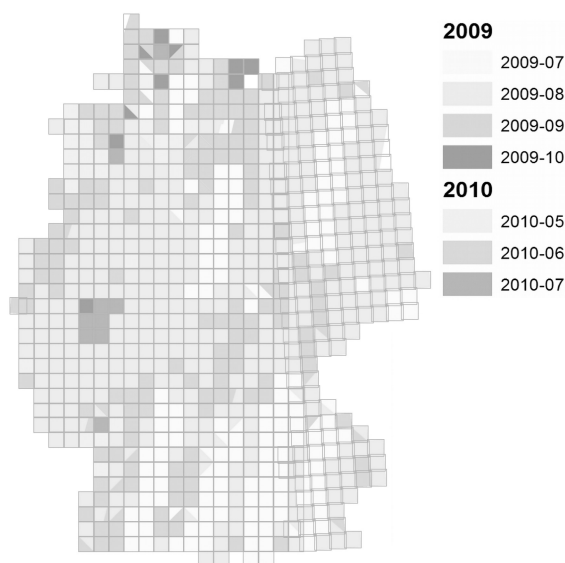


Abb. 1:
Kachelung und Aufnahmemonat der verwendeten RapidEye-Kacheln. Diagonal geteilte Kacheln wurden zusammengesetzt aus verschiedenen Aufnahmen.

2.2.1 RapidEye-Daten

Als primäre Informationsquelle wurden Satellitenbilddaten der Firma RapidEye mit einer Bodenpixelgröße von 5 m benutzt. In Abbildung 1 sind die gelieferten RapidEye-Kacheln ($25 \times 25 \text{ km}^2$) entsprechend dem Monat der Aufzeichnung farblich abgestuft dargestellt. Bedingt durch die ungünstige Wetterlage während der Vegetationsperiode 2009 konnte keine vollständige Abdeckung des Bundesgebietes erreicht werden. Aus diesem Grund

mussten zur Ergänzung nachträglich aufgezeichnete Szenen aus dem Jahre 2010 verwendet werden.

Neben den sichtbaren RGB-Spektralkanälen zeichnet die RapidEye-Sensoren einen RedEdge-Kanal (Übergangsbereich zwischen sichtbarem Rot und Infrarot 690 – 730 nm) und einen NahenInfrarot-Kanal (760 – 850 nm) auf. Die beiden letztgenannten Kanäle waren besonders hilfreich bei der Erkennung von unterschiedlichen Vegetationsbedeckungen.

2.2.2 DMC-Daten

Weiterhin standen für die Auswertung DMC-Daten (Disaster Monitoring Constellation) von zwei Aufnahmezeitfenstern (April/Mai und Juli/August) des Jahres 2009 zur Verfügung. Die Bodenauflösung der DMC-Daten beträgt 32 m. Der DMC-Sensor zeichnet in drei Spektralbereichen auf: im Rot- und Grünanteil des sichtbaren Lichts und im Infrarotbereich. Bedingt durch zeitweise ungünstige Witterungsverhältnisse in den festgelegten Aufnahmezeitfenstern konnte jedoch nicht immer die dreifach verschiedene multi-temporale Bildabdeckung erreicht werden und es lag in manchen Regionen eine Überschneidung der Aufnahmezeitpunkte von RapidEye und DMC vor.

2.2.3 Hilfs- und Zusatzdaten, andere Quellen

Neben den oben genannten Haupteingangsdaten und dem primären Satellitenbildmaterial wurden noch weitere Daten verwendet, um im Zweifelsfall eine korrekte Interpretation der Landschaft zu gewährleisten. Besonders zur besseren Einschätzung von Dauergrünland im Vergleich zu saisonal begrünten Ackerstilllegungen wurden Bilddaten des IMAGE2006-Mosaiks als Hilfsquelle verwendet. Hierbei handelt es sich um Bildmaterial der Sensoren SPOT 4/5 und IRS LISS III mit einer Bodenpixelauflösung von 20 m. Dieses wurde im Zuge der zuletzt durchgeführten, von der EEA anberaumten konventionellen CLC2006-Aktualisierungsphase (KEIL et al. 2010) für das Gebiet der 39 teilnehmenden EU-Mitglieds- und Nachbarstaaten im Zeitraum 2005 bis 2007 aufgezeichnet. Des Weiteren kam für die vorläufige Einschätzung der Bebauungsdichte im Siedlungsbereich der Fast Track Service (FTS) „Soil Sealing/Imperviousness“ zum Einsatz. Dieser wurde im Rahmen von GMES erstellt, liegt für ganz Europa in Form eines Rasterdatensatzes vor und gibt den Grad der Bodenversiegelung in Prozent an. Topographisches Kartenmaterial sowie Internetrecherchen konnten im Einzelfall ebenfalls zur Klärung von Zweifelsfällen bei der Bildinterpretation beitragen.

3 Pre-Processing

Bevor die Phase der eigentlichen Aktualisierung/Verifizierung des DLM-DE2009 umgesetzt wurde, mussten die Ausgangsdaten des Basis-DLM entsprechend aufgearbeitet und vorprozessiert werden.

3.1 Semantische Transformation von ATKIS-Objektarten zu CLC-Klassen

Um eine vorläufige CLC-Zuweisung der ATKIS-Objekte durchzuführen, wurde eine semantische Transformationstabelle angelegt. Hier sind alle LB/LN-relevanten ATKIS-

Objektarten aus den ATKIS-Bereichen Siedlung, Vegetation, Gewässer und Verkehr und deren verwendbare Attribute aufgeführt. Im Ergebnis enthält diese einen Definitionsabgleich zwischen ATKIS-Objektarten und CLC-Klassen. Je nach ihrer Kompatibilität mit den CLC-Klassendefinitionen wurden die ATKIS-Objektarten über eindeutige oder mehrfache Zuweisungen den CLC-Klassen zugeordnet. In Ausnahmefällen ist eine eindeutige bzw. mehrfache Zuweisung nicht möglich. Hier wurde ein vorübergehender Code für „situationsabhängig“ gesetzt.

Tabelle 1: Auszug aus Semantischer Transformationstabelle (STT) ATKIS – CLC. Grüner Hintergrund = eindeutige Zuweisung, roter Hintergrund = Mehrfachzuweisung (Farbe in Originalabbildung, hier Graustufen).

ATKIS / DLM-DE					CLC		
Code	Objektart	Attribut	Attributwert	Beschreibung	Code	Klassenname	
2111	Wohnbaufläche	offene Bebauung (BEB)	1000	Offen	>	112	Nicht durchg. städt. Prägung
			9997	geschlossen	>	111	Durchg. städtische Prägung
			9998	k.A.	>	111	Durchg. städtische Prägung
2112	Industrie- und Gewerbefläche				>	112	Nicht durchg. städt. Prägung
4102	Grünland	Vegetationsmerkmal (VEG)	4000	Schilf	>	121	Industrie- und Gewerbe
			8000	Streuobst	>	411	Sumpf
			andere	...	>	222	Obst- und Beerenobst
4199	Fläche z. Zt. nicht bestimmbar				>	231	Wiesen, Weiden
					>	321	natürliches Grünland
					>	421	Salzwiesen
					>	998	Situationshängig

3.2 Basis DLM_flach als Ausgangsdatensatz

Das ATKIS Basis-DLM weist eine strukturelle Gliederung in Form von thematisch sortierten Ebenen/Layern auf (Abb. 2). Das verwendete (alte) ATKIS-Datenmodell lässt mehrfache Überlappungen unterschiedlicher Objektarten zu, was im Hinblick auf eine einfache Handhabung der Ausgangsdaten und deren Überführung in den Zieldatensatz DLM-DE hinderlich war. Für die effiziente Interpretation des Satellitenbildmaterials sind die gegenseitigen Überlagerungen der ATKIS-Objekte für das DLM-DE2009-Projekt aufgelöst worden. Hierzu wurden die einzelnen Objektarten nach einer festgelegten Reihenfolge in eine einzige überlagerungsfreie Ebene – das „BDLM_flach“ – überführt. Eine hierarchisch weiter oben eingestufte Objektart überschreibt bei dieser Vorgehensweise alle anderen darunter liegenden Geometrien. Zur nachvollziehbaren Rückverfolgung Überlagerungsauflösung sind in einem separaten Shapefile diejenigen Polygone bzw. Polygoneile aufgenommen, die vor der Erstellung des BDLM_flach von Überlagerungen in der ursprünglichen Struktur des Basis-DLM betroffen waren. Hier ist jeweils die Art der Überlagerung (zweifach, dreifach etc.) sowie die Herkunftsebene der betroffenen Objektarten aus dem Datenmodell des Basis-DLM abgelegt.

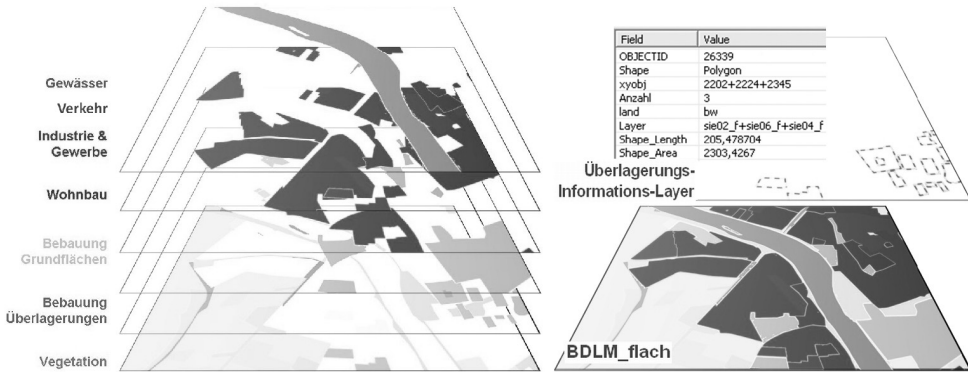


Abb. 2: Ebenen-Struktur des ATKIS Basis-DLM und überlagerungsfreies BDLM_flach mit Überlagerungs-Info-Layer

3.3 Ergebnisdaten des DLM-DE und Ableitung von CORINE LC

Nach dem Aktualisierungsprozess des DLM-DE ist es nun möglich, einen Datensatz zur Landbedeckungsinformation gemäß der CLC-Nomenklatur abzuleiten (Abb. 3). Da bei der Erfassung des DLM-DE mit einer Mindestkartierfläche (MKF) von 1 ha gearbeitet wird und die Landbedeckungsinformationen in Form von CLC-Klassencodes abgespeichert sind, kann es als hochauflöster CLC HR (High Resolution) Layer bezeichnet werden.

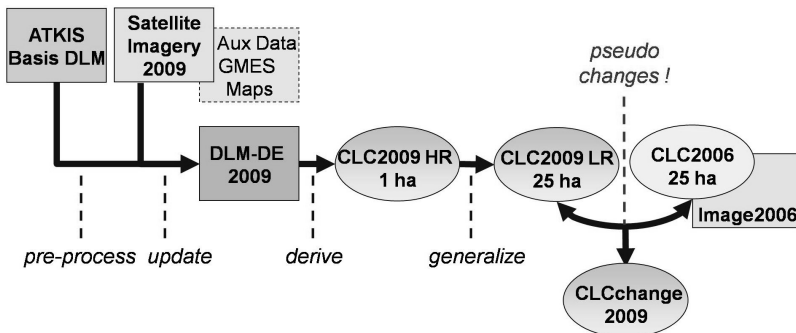


Abb. 3: Workflow Aktualisierung DLM-DE und Ableitung CORINE Land Cover. Beachte „pseudo changes“ bedingt durch Methodenwechsel.

Das erklärte Ziel ist es nun, durch regelbasierte, automatische Generalisierung einen Datensatz CLC LR (Low Resolution) mit der herkömmlichen 25-ha-MKF-Auflösung der CLC-Daten abzuleiten. Dieser lässt dann einen Vergleich mit den vorherigen CLC-Datensätzen (2006, 2000, 1990). Der Methodenwechsel zwischen der konventionellen Erfassung von CLC-Daten (visuelle Interpretation und Digitalisierung am Bildschirm auf Satellitenbildern) und der neuen Methode durch Ableitung aus dem hochauflösenden DLM-DE führt jedoch dazu, dass bei einem direkten Vergleich der sowohl thematisch als auch geometrisch leicht voneinander abweichenden Geometrien „pseudo changes“ festgestellt werden, die

keine reale Flächenänderung darstellen. Tendaussagen mit Blick in die Vergangenheit sind daher nur unter Berücksichtigung des besagten Effektes möglich (vgl. ARNOLD et al. 2010). Für zukünftige Vergleiche jedoch werden bedeutend präzisere Aussagen zum Landbedeckungswandel als bisher möglich sein.

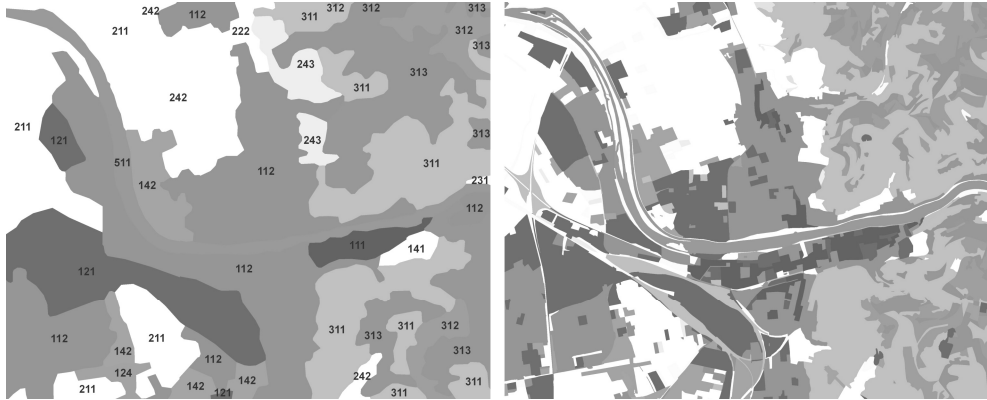


Abb. 4: Heidelberg an der Bergstraße (Baden-Württemberg). Links: CLC2006; rechts: DLM-DE2009, ebenfalls nach CLC-Legende.

Literatur

- ADV (2003): ATKIS – Objektartenkatalog, Teil D1, Version 3.2. Stand: 01.07.2003. Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland. <http://www.adv-online.de> (20.04.2011).
- ARNOLD, S., BUSCH, A. & GRÜNREICH, D. (2010): Das Projekt DLM-DE2009 Landbedeckung. Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, 45. Arbeitsgruppe Automation in Kartographie, Photogrammetrie und GIS (AgA), Tagung 2009, S. 9-22.
- BÜTTNER, G., FERANEC, G. & JAFFRAIN, G. (2006): EEA CORINE Land Cover Nomenclature Illustrated Guide – Addendum 2006. European Environment Agency.
- KEIL, M. et al. (2010): CORINE Land Cover Aktualisierung 2006 für Deutschland – Abschlussbericht. Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR)/Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD). http://www.corine.dfd.dlr.de/media/download/clc2006_endbericht_de.pdf (28.02.2011).