



Flächennutzungsmonitoring IV Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln

IÖR Schriften Band 60 · 2012

ISBN: 978-3-944101-03-3

Differenzierte Freirauminformationen durch Fernerkundung – Das Digitale Landbedeckungsmodell DLM-DE und Integrationsmöglichkeiten in das ATKIS Basis-DLM

Stephan Arnold

Arnold, S. (2012): Differenzierte Freirauminformationen durch Fernerkundung – Das Digitale Landbedeckungsmodell DLM-DE und Integrationsmöglichkeiten in das ATKIS Basis-DLM. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IV. Genauere Daten – informierte Akteure – praktisches Handeln. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 60, S. 55-62.

Differenzierte Freirauminformationen durch Fernerkundung – Das Digitale Landbedeckungsmodell DLM-DE und Integrationsmöglichkeiten in das ATKIS Basis-DLM

Stephan Arnold

Zusammenfassung

Am Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) wurde in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt (UBA) ein Digitales Landbedeckungsmodell für die Zwecke und Aufgaben des Bundes (DLM-DE) aufgebaut. Dieses Datenmodell basiert auf den Landschaftsmodellen der topographischen Landesaufnahme (ATKIS Basis-DLM), die unter Einsatz von Fernerkundungsmethoden um zusätzliche Informationen zur Landbedeckung ergänzt werden. Im Zuge der Umweltberichtspflicht der EU-Mitgliedsstaaten gegenüber der Europäischen Umweltagentur EEA ist ein Hauptanwendungsziel des DLM-DE die Unterstützung des Europäischen Land Monitoring Programms CORINE Land Cover (CLC). Das DLM-DE und die Ableitung von CLC-Daten zielen damit auf die Interoperabilität zwischen Geobasis- und Geofachdaten ab. Im Ergebnis stellt das DLM-DE mit einer Mindestkartiereinheit von 1 ha einen hoch aufgelösten Geodatensatz im Vektorformat dar, der es erlaubt, die Landbedeckung und Landnutzung für Deutschland nach europäischer Nomenklatur mit bisher unerreichter Genauigkeit abzubilden. Es wurde deutschlandweit erstmalig für das Stichjahr 2009 erstellt. Für das Jahr 2012 ist eine erneute Aktualisierung geplant, die mit den Aktivitäten der Europäischen Umweltagentur zur Fortführung von CLC synchronisiert ist.

Im Zusammenhang mit dem EU-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 eingeordnet werden. Neben der europäischen Anwendung wird der Datensatz auf nationaler Ebene seitens anderer Bundesbehörden sowie in der Wirtschaft eingesetzt. Zunehmend bekunden auch Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen Interesse daran.

1 Einführung

Informationen zur Landbedeckung und Landnutzung sind grundlegender Bestandteil einer Vielzahl von Anwendungen. Als Motivation zum Aufbau des DLM-DE sind einige Hintergründe zu nennen.

In den letzten Jahren haben sich im wissenschaftlichen Bereich und dem allgemeinen Land-Monitoring aber auch seitens politischer Entscheidungsträger sowie der freien Wirtschaft die Anforderungen an Geoinformationen derart gewandelt, dass sie sowohl auf eine höhere räumliche als auch eine höhere zeitliche Auflösung von Landnutzungs- und Landbedeckungsdaten abzielen. Bisher verfügbare Datensätze zu einheitlichen, grenzübergreifend vergleichbaren Informationen zur Landbedeckung wie etwa CORINE Land Cover (CLC), deren Anwendung sich vom europäischen Kontext auch auf nationaler und regionaler Ebene etabliert hat, werden diesen Anforderungen kaum mehr gerecht. Zur näheren Erläuterung von CLC in Deutschland sei auf Keil et al. (2010) verwiesen.

Als Weiterentwicklung der bisher parallel erfolgenden und voneinander weitestgehend unabhängigen Produktionsprozesse von CLC und nationaler topographischer Landesaufnahme eröffnet sich mit dem Ansatz des DLM-DE ein neues Potenzial: Durch die Integration von existierenden nationalen topographischen Referenzdaten in die Produktion von Beiträgen zu pan-Europäischen Daten wird der Ansatz des „Bottom-up Approach“ verfolgt (siehe Abb. 1), welcher auf eine gesteigerte Interoperabilität und Harmonisierung zwischen Geobasis- und Geofachdaten hinarbeitet und redundante Datenproduktion vermeiden soll.

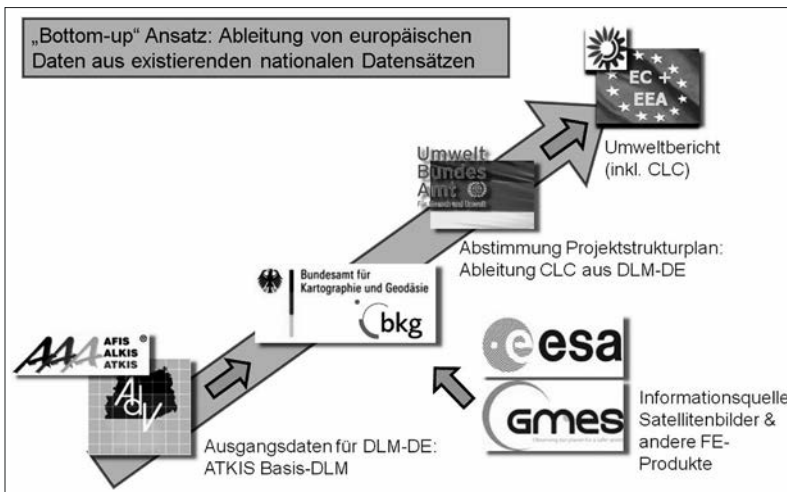


Abb. 1: „Bottom-up Approach“ des DLM-DE. Ableitung Europäischer Daten aus nationalen Datenbeständen (Quelle: Eigene Bearbeitung)

Das Ziel des DLM-DE ist es, die Anforderungen des Bundes in unterschiedlichen Themenbereichen (z. B. Raumplanung, Umweltmonitoring, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft, Gewässerschutz etc.) zu erfüllen. Der Datensatz des DLM-DE liegt derzeit als Gesamtabdeckung für Deutschland mit dem Bezugsjahr 2009 vor, eine Aktualisierung für das Referenzjahr 2012 ist in Planung.

2 Konzept und technische Details des DLM-DE

Als Ausgangsdatensatz des DLM-DE dient das ATKIS Basis-DLM in Auszügen, welches im betreffenden Stichjahr aus der kontinuierlichen Fortführung der Bundesländerdaten zu gegebenem Zeitpunkt eingefroren wird. Es werden nur flächenhafte Objektarten aus den vier Bereichen Siedlung, Verkehr, Vegetation und Gewässer verwendet und für die Aktualisierung entsprechend vorbereitet. Nähere Einzelheiten über die folgenden Ausführungen sind der Produktbeschreibung des DLM-DE zu entnehmen (BKG 2012).

Die ausgewählten Objektarten des Basis-DLM werden dann mit Methoden der Fernerkundung auf den Stand des betreffenden Referenzjahres gebracht unter besonderer Berücksichtigung der Erfassungsanforderungen der Europäischen CLC-Nomenklatur. Im DLM-DE werden die inhaltlichen Informationen aus dem Basis-DLM in Kombination mit fachspezifischer fernerkundlicher Informationsgewinnung aus Satellitenbilddaten integriert. Hiermit können Fehlklassifizierungen vermindert werden, wie sie bei rein visueller Bildauswertung oder automatischen Bildklassifizierungsverfahren auftreten können und zu einem gewissen Grad bei CLC-Produktionen zu beobachten waren. Jedoch nicht alle der CLC-relevanten Informationen können ohne weiteres aus dem Basis-DLM abgeleitet werden, da die CLC-Nomenklatur bestimmte Details abfragt, die im ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK) bisher nicht vorgesehen sind. Außerdem erfolgt die Fortführung der ATKIS-Datenbestände nicht bezogen auf ein bestimmtes Referenzjahr, sondern zyklisch mit Zeitspannen von 2 bis 5 Jahren. Dies macht den Einsatz von Fernerkundung nötig.

Beim Vorgang der Aktualisierung wird eine Mindestkartierfläche (MKF) von 1 Hektar angewendet. Die bereits existierenden konventionell erstellten CLC-Datensätze (1990, 2000, 2006) wurden flächendeckend mit einer MKF von 25 ha, bzw. 5 ha für den zwischen zwei Phasen erfassten „land cover change“ erstellt. Auf europäischer Ebene wird dies aus Gründen der langzeitlichen Konsistenz auch weiterhin so verlangt. CLC 2012 wird daher für die Belange der EEA auf 25 ha bzw. 5 ha land cover change 2006-2012 generalisiert. Für die Erstellung des CLC-change-Layers wird ausgehend vom DLM-DE 2009 ein Backdating durchgeführt, um das DLM-DE auf den Stand 2006 zu bringen und so einen direkten Abgleich der Referenzjahre zu ermöglichen.

Für das Referenzjahr 2009 lagen die Daten noch im alten ATKIS-Datenmodell vor, für 2012 werden die Daten – sofern die Landesvermessungseinrichtungen schon migriert haben – im neuen AAA-Modell eingesetzt. Vor der Vergabe der Ausgangsdaten des DLM-DE an externe Auftragnehmer zur Aktualisierung werden diese Daten im Wesentlichen zwei Vorprozessierungsschritten unterzogen: einer Verflachung und einer semantischen Transformation.

2.1 Verflachung der Ausgangsdaten

Im originalen Vertriebszustand liegen die ATKIS-Daten in einer Ebenenstruktur vor, wobei sich sogenannte Grundflächen und Überlagerungsflächen gegenseitig überlagern können (BKG 2011a). Dieser Umstand ist im alten ATKIS-Modell noch stärker ausgeprägt als im neuen überarbeiteten AAA-Modell (BKG 2011b). Zur Vereinfachung der Handhabung und um die Daten in eine dem Zieldatensatz CLC ähnliche Form zu bringen, wird das Ausgangsdatenmaterial in einen lückenlosen und überlappungsfreien Zustand überführt. Anhand einer GIS-basierten und einander überschneidenden Verschneidung der ATKIS-Ebenen werden die vorherigen Überlagerungen eliminiert. Dies erfolgt nach einer hierarischen Sortierung der Objektarten in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Relevanz im Sinne von CLC (siehe Abb. 2).

Für das Referenzjahr 2012 ist der Vorgang der Verflachung dank einer bereinigten Struktur des AAA-Modells mit deutlich geringerem Aufwand verbunden.

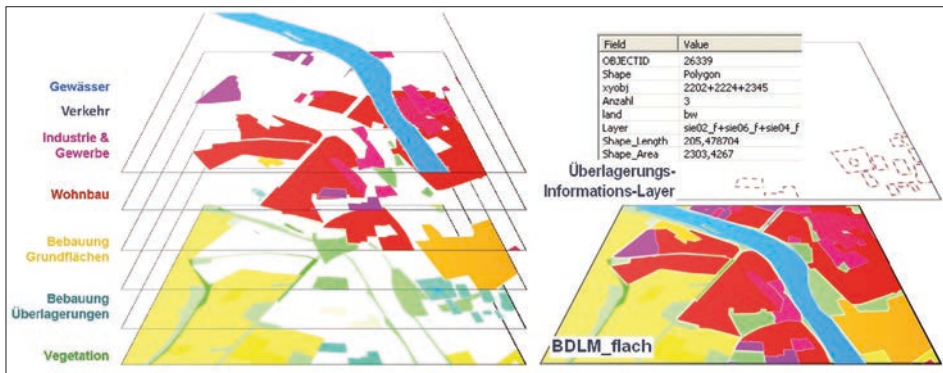


Abb. 2: Ebenenstruktur des ATKIS Basis-DLM im alten Modell (links) und flache Struktur als Ausgangsdatensatz der Aktualisierung des DLM-DE (rechts) (Quelle: Eigene Bearbeitung)

2.2 Semantische Transformation

Um aus den nationalen topographischen Referenzdaten einen CLC-Datensatz nach Europäischen Erfassungs- und Zuordnungsregeln der EEA abzuleiten, bedarf es einer semantischen Transformation zwischen den Objektarten des Basis-DLM und den europäischen Landbedeckungsklassen.

Für das DLM-DE 2009 wurden die ATKIS-Objektarten in Kombination mit deren ATKIS-Attributen, soweit es per definitionem möglich war, den jeweils entsprechenden CLC-Klassen zugeordnet. Diese eindeutige oder mehrdeutige Zuordnung ist festgehalten in einer semantischen Transformationstabelle STT. Diese tabellarisch fixierte Zuweisung wurde im zweiten Schritt als vorläufige CLC-Codierung an alle Objekte der Ausgangsdaten angehängt, um dann im Zuge der Aktualisierung durch einen eindeu-

tigen CLC-Code verifiziert oder abgeändert zu werden. Dieser eindeutige CLC-Code findet sich auch im Endergebnis des Datensatzes DLM-DE 2009 wieder.

Für das DLM-DE 2012 wird ähnlich verfahren, allerdings nicht mehr mit einer direkten CLC-Codierung der ATKIS-Objekte, sondern mit einer intermediären Codierung, die sowohl einen Landbedeckungscode als auch einen Landnutzungscode enthält. Dieser Ansatz wird es möglich machen, sowohl CLC-Klassen daraus abzuleiten, als auch die gewonnenen LB/LN-Informationen in die Datenbestände der Landesvermessungseinrichtungen zu integrieren.

2.3 Verwendetes Bildmaterial, weitere Informationsquellen

Neben den Ausgangsdaten des ATKIS Basis-DLM wurden als Hauptinformationsquelle für die Landbedeckung Satellitenbilder des Sensors RapidEye mit fünf Kanälen (sichtbares Blau, Grün, Rot, Red Edge, Nahes Infrarot) und 5 m Pixel-Auflösung herangezogen, die weitestgehend im Laufe der Vegetationsperiode 2009 aufgezeichnet wurden. Aufgrund von ungünstigen Witterungsverhältnissen musste in manchen Gebieten auf Bildmaterial aus dem Jahr 2010 ausgewichen werden. Multitemporal ergänzend wurden ein bis zwei Aufnahmen des Systems DMC (Disaster Monitoring Constellation) mit drei Kanälen (G, R, NIR) 32 m Pixel-Auflösung hinzugezogen. Weiterhin wurden als Hilfsdatenquellen das Bildmaterial von vorherigen CLC-Erhebungen (IMAGE 2006, IMAGE 2000) und andere GMES-Produkte, wie z. B. der „Soil Sealing Layer“ sowie topographische Karten und in Einzelfällen auch Luftbildmaterial hinzugezogen.

3 Auswertung der Ergebnisdaten

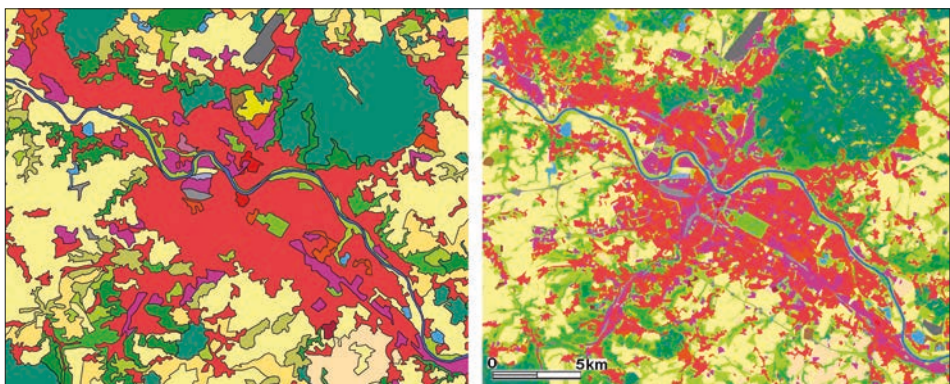


Abb. 3: Dresden und Umgebung. Gegenüberstellung von CLC 2006 (links) und DLM-DE 2009 (rechts). Das DLM-DE zeigt eine deutlich differenziertere Modellierung der Landschaft bedingt durch die kleinere MKF von 1 ha, gemäß der Klasseneinteilung der CLC-Nomenklatur (Quelle: Eigene Bearbeitung)

Wie eingangs erwähnt liegt das DLM-DE 2009 als vollständiger und flächendeckender Datensatz für Deutschland vor und kann über das Geodatenzentrum des BKG in Leipzig bezogen werden. Aufgrund der kleineren Mindestkartierfläche des DLM-DE von 1 ha wird somit die Landbedeckung und Landnutzung im Vergleich zu den herkömmlichen CLC-Kartievorschriften (25 ha MKF und 5 ha Änderungs-MKF) mit deutlich höherer räumlicher Auflösung wiedergegeben. Im Vergleich zum Basis-DLM lassen sich insbesondere im Vegetationsbereich bei der Untergliederung der Waldflächen in Laub-, Nadel- und Mischwald oder bei der Unterscheidung zwischen Ackerland und Grünland entsprechend aktuelle Informationen aus dem DLM-DE ablesen (siehe Abb. 3). Im Siedlungs- und Infrastrukturbereich ist das Basis-DLM weitestgehend hinreichend aktuell, lediglich die Bebauungsdichte und (noch) nicht bebaute Flächen von besonderer Funktionen zugeordneter ATKIS-Objektarten sind im DLM-DE hinsichtlich der Landbedeckung streckenweise präziser modelliert.

Um ein statistisches Schlaglicht auf das DLM-DE zu werfen und den signifikanten Wandel in der Landschaft – beruhend auf einer MKF von 1 ha und der CLC-Nomenklatur, soll hier auf drei ATKIS-Objektarten eingegangen werden, die zusammengenommen ca. 80 % der Gesamtfläche Deutschlands ausmachen: 4101 Ackerland, 4102 Grünland, 4107 Wald-/Forstflächen (Objektartenkennung nach dem alten ATKIS-OK). Eine exemplarische Auswertung für diese drei Objektarten zeigt in drei willkürlich ausgewählten Bundesländern folgende Resultate (siehe Tab. 1):

Tab. 1: Flächenänderungen im Zuge der Aktualisierung des DLM-DE 2009. Exemplarische statistische Auswertung für Ackerland, Grünland und Waldflächen in verschiedenen Bundesländern

ATKIS Objektart	Land A in %		Land B in %		Land C in %	
	a)	b)	a)	b)	a)	b)
4101 Ackerland \triangleq (CLC 211)	18	6	13	3	7	3
4102 Grünland \triangleq (CLC 231)	20	4	10	2	13	2
4107 Wald/Forst \triangleq (CLC 311, 312, 313)	41	15	64	24	31	10
Summe:	25		29		15	

a) Flächenanteil der inhaltlichen Änderungen innerhalb der Objektart

b) Flächenanteil der inhaltlichen Änderungen an gesamter Bundeslandesfläche

Bezogen auf die obige Tabelle wurden bei der Aktualisierung des DLM-DE 2009 in Bundesland A 18 % (Wert a) des Ackerlandes einer anderen CLC-Klasse als 211 zugewiesen, dies macht 6 % (Wert b) der Landesfläche A aus. Der Anteil der als geändert erfassten ursprünglichen Grünlandflächen beläuft sich auf 20 % der Fläche innerhalb der Objektart und macht 4 % der Landesfläche aus. Die Waldflächen in Land A wurden zu 41 % einer anderen CLC-Klasse im Vergleich zur vorläufigen CLC-Codierung zugewiesen; dies schließt einen Wechsel innerhalb der Waldarten (Laub-/Nadel-/Mischwald) ein. Insgesamt ergibt die als geändert erfasste Fläche in Land A für die Objektarten Ackerland,

Grünland und Wald (differenziert nach Vegetationsmerkmalen) einen Flächenanteil von 25 % der betreffenden gesamten Landesfläche. Die gleiche Auflistung lässt sich aus den Spalten für die Bundesländer B und C ablesen. Aus diesen drei Beispielen ergibt sich eine Streuung der Änderung in den genannten drei Objektarten zwischen 15 % und fast 30 %. Dieses Resultat muss zwar in Relation gesetzt werden bezüglich der unterschiedlichen MKF bei DLM-DE (1 ha) und bei ATKIS (z. B. 10 ha für Waldänderungen), dennoch lässt sich in der Realität ein deutlicher Wandel der Landschaft im Vegetationsbereich im Vergleich zur topographischen Ausgangslage feststellen.

4 Perspektiven und Planung

Um zukünftig die Ableitung von CLC aus den Beständen der Landesvermessungsdaten noch direkter und mit verringertem Aufwand durchführen zu können, sind bestimmte Überlegungen angestoßen und z. T. schon umgesetzt worden.

Zum einen ist eine Anpassung des ATKIS-Objektartenkatalogs an die europäischen Anforderungen von CLC vorgesehen, die bereits im Entwurf vorliegt und mit der nächsten Version der GeoInfoDok (siehe Beitrag Kunze in diesem Band) zur Anwendung kommen soll. Darin sind einige der CLC-relevanten Informationen zur Landbedeckung, welche bisher nicht aus dem ATKIS-OK ableitbar waren, in die Definitionen der Objektarten bzw. deren Attribute mit aufgenommen worden. Dabei handelt es sich um die CLC-Klassen 133 Baustellen (nur für bestimmte Objektarten und ab 5 ha Größe), 321 natürliches Grünland, 324 Wald-Strauch-Übergangsstadium, 333 Spärliche Vegetation, 421 Salzwiesen, 521 Lagunen, 522 Mündungsgebiete. Zum anderen ist vorgesehen, die Ergebnisse der DLM-DE-Aktualisierung für die Integration in die laufend fortgeführten Bestände des Basis-DLM verfügbar zu machen. Auch hier liegt das größte Synergiepotenzial im Vegetationsbereich. Sind diese Informationen zu gegebener Zeit vor der übernächsten Aktualisierung des DLM-DE und CLC-Ableitung (nach 2012) im Basis-DLM integriert, sinkt dadurch der Aufwand der Fortführung des DLM-DE, und die Landesaufnahme kann von den Aktualisierungsergebnissen des DLM-DE profitieren. Um diesen Ansatz langfristig zu begleiten ist eine Projektgruppe innerhalb der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) ins Leben gerufen worden, in der die technischen und politischen Rahmenbedingungen der vorgesehenen Datenintegration erarbeitet und abgestimmt werden sollen.

Im Hinblick auf die bevorstehende Erstellung des DLM-DE 2012 ist vorgesehen, die Ausgangsdaten, d. h. die eingefrorenen ATKIS-Daten (Vertriebsstand 2012) mit Ergebnissen aus der Projektphase des DLM-DE 2009 zu verschneiden, um hier bereits eine Reduktion des Aktualisierungsaufwands zu erreichen.

5 Fazit

Als wichtige Aspekte in der thematisch und strukturell immer stärker vernetzten Welt der globalisierten Geoinformation, insbesondere des Landmonitoring, sind die Interoperabilität zwischen verschiedenen Maßstabsebenen und Datenformaten und die Harmonisierung zwischen unterschiedlichen Nomenklaturen von großer Bedeutung. Der rechtliche Rahmen hierfür ist durch die europäische INSPIRE-Richtlinie gegeben. Neben Deutschland verfolgen auch einige andere europäische Staaten einen Bottom-up-Ansatz, d. h. die Herleitung von europäischen Datenbeständen aus nationalen Datenquellen. Das Konzept des DLM-DE zielt auf die Bewältigung der genannten Aspekte ab. Die Integration des Basis-DLM in das DLM-DE sowie der Datenrückfluss an die Landesvermessungseinrichtungen birgt das Potenzial der wechselseitigen Ergänzung zwischen nationaler Umweltberichtsverpflichtung und der topographischen Landeserfassung in einer Win-win-Situation. Langfristig kann so ein qualitativ hochwertiger und für breite Anwendungen nutzbarer Geofachdatenbestand zu Landbedeckung und Landnutzung bereitgestellt werden.

6 Literatur

- Arnold, S. (2009): Integration von Fernerkundungsdaten in national und europäische Geodateninfrastrukturen – Ableitung von CORINE Land Cover-Daten aus dem DLM-DE. Photogrammetrie – Fernerkundung – Geoinformation 2/2009, 123-135.
- Arnold, S.; Busch, A.; Grünreich, D. (2010): Das Projekt DLM-DE2009 Landbedeckung. In: Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie 45. Arbeitsgruppe Automation in Kartographie, Photogrammetrie und GIS (AgA). Tagung 2009. 9-22.
- BKG – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2011a): Vektordaten BRD. Digitales Basis-Landschaftsmodell. Stand: 20.09.2011.
<http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/basis-dlm.pdf> (Zugriff: 31.08.2012).
- BKG – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2011b): Vektordaten BRD. Digitales Basis-Landschaftsmodell (AAA-Modellierung). Stand: 29.08.2011.
<http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/basis-dlm-aaa.pdf> (Zugriff: 31.08.2012).
- BKG – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2012): Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland DLM-DE 2009. Stand: 30.03.2012.
<http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/dlm-de2009.pdf> (Zugriff: 31.08.2012).
- Keil, M. et al. (2010): CORINE Land Cover Aktualisierung 2006 für Deutschland – Abschlussbericht. DFD/DLR.
http://www.corine.dfd.dlr.de/media/download/clc2006_endbericht_de.pdf (Zugriff: 31.08.2012).