



Flächennutzungsmonitoring VII Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien

IÖR Schriften Band 67 · 2015

ISBN: 978-3-944101-67-5

Das neue Landbedeckungsmodell Deutschlands LBM-DE

*Michael Hovenbitzer, Friederike Emig, Katja Happe,
Christine Wende*

*Hovenbitzer, Michael; Emig, Friederike; Happe, Katja;
Wende, Christine (2015): Das neue Landbedeckungsmodell
Deutschlands LBM-DE. In: Gotthard Meinel, Ulrich
Schumacher, Martin Behnisch, Tobias Krüger (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VII. Boden – Flächenmanagement –
Analysen und Szenarien. Berlin: Rhombos-Verlag, 2015,
(IÖR-Schriften; 67), S. 145-154*

Das neue Landbedeckungsmodell Deutschlands LBM-DE

Michael Hovenbitzer, Friederike Emig, Katja Happe, Christine Wende

Abstract

Für die Aufgaben und Zwecke des Bundes stellt das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in Frankfurt am Main das Digitale Landbedeckungsmodell für Deutschland „LBM-DE“ zur Verfügung. Die geometrische Grundlage des „LBM-DE2012“ ist das ATKIS® Basis-DLM der deutschen Landesvermessung. Unter thematischen Gesichtspunkten wurden Objekte aus den Bereichen Siedlung, Verkehr, Vegetation und Gewässer ausgewählt. Weiterhin finden aber auch Teile des „DLM-DE2009“ (Arnold et al. 2010; Hovenbitzer et al. 2011, 2014) Berücksichtigung. Das LBM-DE enthält neben den flächenhaften Informationen des Basis-DLM zusätzliche Angaben zur Landbedeckung und Landnutzung im Sinne der europäischen Nomenklatur von CORINE Land Cover (CLC) (EEA 2007).

Die Aktualisierung des „LBM-DE“ erfolgte für das Stichjahr 2012 und umfasst die gesamte Ausdehnung der Bundesrepublik Deutschland. Als primäre Informationsquelle für die Überprüfung und Aktualisierung des „LBM-DE2012“ wurden multitemporale Satellitenbilddaten aus dem Referenzjahr 2012 herangezogen. Ergänzend erfolgte die Nutzung von digitalen Orthophotos (DOPs) und Copernicus-Produkten (IMAGE2012). Die Mindestkartierfläche beträgt ein Hektar.

Ein Anwendungsziel des „LBM-DE2012“ ist die Ableitung der CLC2012-Daten für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Um diese Anforderung erfüllen zu können, wurden die im ATKIS® Basis-DLM vorhandenen Landbedeckungs- und Landnutzungsinformationen im Vorfeld der Aktualisierung in ein neues Klassensystem überführt, wobei die Landbedeckung (LB) und Landnutzung (LN) getrennt voneinander beschrieben werden. Diese Nomenklatur ermöglicht die eindeutige Ableitung von „CLC2012“ aus dem aktualisierten „LBM-DE2012“. Weiterhin wurde das Klassensystem so konzipiert, dass die Rückführung der Daten an die Landesvermessungsbehörden erfolgen kann. Der entstandene Datensatz „LBM-DE2012“ ist durch die getrennte Erfassung von LB und LN flexibel an unterschiedlichste Anforderungen anpassbar. Weiterhin handelt es sich um den homogenen, hochaufgelösten, flächendeckenden Landbedeckungsdatensatz für Deutschland, der dadurch für unterschiedlichste Anwender von Interesse sein kann.

1 Einleitung

Die Harmonisierung und das Bereitstellen von umweltbezogenen Daten erlangt immer mehr an Bedeutung, sowohl auf (inter-)nationaler wie auch auf regionaler und loka-

ler Ebene. Mit der europäischen Richtlinie zur Schaffung einer Infrastruktur für Geodaten (INSPIRE) in der Europäischen Gemeinschaft ist hierfür der rechtliche Rahmen gegeben. Weiterhin werden im Rahmen der europäischen Copernicus-Initiative (vormals Global Monitoring for Environment and Security – GMES) Umweltdaten für ganz Europa öffentlich zur Verfügung gestellt. Ein wesentlicher Aspekt dieser beiden Programme ist es, bereits existierende Daten miteinander zu harmonisieren und dabei möglichst vielfältig und aufwandseffizient nutzen zu können.

Durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) wurde in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt (UBA) das Konzept des Digitalen Landschaftsmodells Deutschland für die Zwecke des Bundes (LBM-DE) entwickelt (siehe Abb. 1). Die Ableitung von „CLC“ aus dem „LBM-DE“ stellt einen nationalen Beitrag zur Umsetzung der im Rahmen von Copernicus und INSPIRE verankerten Philosophie dar.

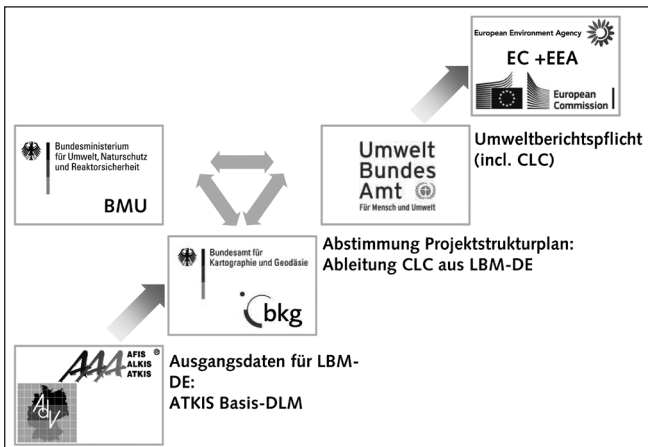


Abb. 1 : Beteiligte Institutionen bezüglich des LBM-DE und CLC (Quelle: BKG)

2 Konzept des Landbedeckungsmodells

Das digitale Landschaftsmodell „LBM-DE“ wurde für die Zwecke und Aufgaben des Bundes konzipiert. Das Konzept des „LBM-DE“ beinhaltet die Integration von Geobasisdaten mit thematischen Geofachdaten zur Landbedeckung und Landnutzung (LB/LN) aus der Fernerkundung. Dabei soll das ATKIS® Basis-DLM als Ausgangsdatensatz durch einen Abgleich mit Satellitenbilddaten (RapidEye-Abdeckung Deutschlands, IMAGE2012, u. a.) verifiziert, ggf. geometrisch modifiziert und mit aktualisierten LB/LN-Informationen versehen werden. Das LBM-DE beruht auf der Struktur und den Daten des ATKIS® Basis-DLM (erhoben durch die Landesvermessung) und wird um die LB/LN-Informationen erweitert. Es stellt somit einen Geodatensatz dar, der eine Quer-

schnittsanforderung aus verschiedenen Sektoren (Umwelt, Land- und Forstwirtschaft, Gewässerschutz, Verkehr, Sicherheit, Raumplanung etc.) bedienen kann.

Die zentrale Eigenschaft des „LBM-DE“ im Unterschied zum vorherigen „DLM-DE2009“ ist die Trennung in Landbedeckung (LB) und Landnutzung (LN). Diese hat sich als notwendig erwiesen, da die Nomenklatur von CORINE Land Cover keine konsequente Trennung zwischen Landbedeckung und -nutzung vorsieht. Bei der Bildinterpretation kommt es dadurch in vielen Fällen zu Konflikten. Abbildung 2 zeigt dies am Beispiel der Klasse 142 (Sport und Freizeit). Diese Klasse kann unterschiedliche Landbedeckungen umfassen, z. B. Waldflächen (siehe Abb. 2 – Wildpark), Grünland (siehe Abb. 2 – Sportplatz), Gebäude (siehe Abb. 2 – Eissporthalle) und Sandflächen (siehe Abb. 2 – Motocrossstrecke). Das Landbedeckungsmodell für Deutschland trennt nun Landbedeckung und -nutzung, um eine vollständige Beschreibung der Umwelt zu gewährleisten und diese Umweltinformationen inspire-konform bereitstellen zu können.

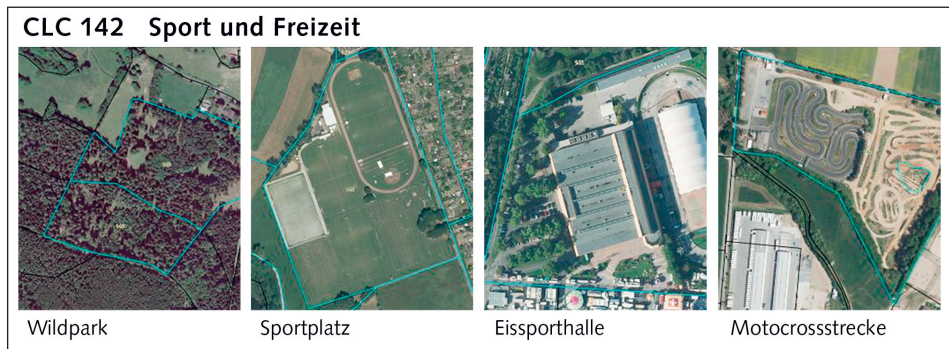


Abb. 2: Unterschiedliche Landbedeckungen der CLC-Klasse 142 „Sport und Freizeit“ dargestellt anhand von digitalen Orthophotos © BKG/Geobasis-DE 2015 (Quelle: BKG)

Vorteile der Trennung in Landbedeckung (LB) und Landnutzung (LN) bei der Aktualisierung des „LBM-DE“ sind:

- Mit Satellitenbildern als Kartiergrundlage lässt sich die Landbedeckung sehr gut aktualisieren und es bedarf während der Erfassung keiner Abwägung zwischen Nutzung und Bedeckung.
- Es besteht allgemein eine große Flexibilität in der Anwendbarkeit, da eine nutzerorientierte Produktableitung möglich ist.
- Die Kombination von Landnutzung und Landbedeckung in Form von eindeutigen Wertepaaren ermöglicht die Ableitung von CLC-Klassen mittels Kreuztabelle.
- Teilweise ist die Rückführung der Erfassung in das ATKIS® Basis-DLM möglich (v. a. Landwirtschaft, Wald, natürliche Flächen).

3 Verwendetes Datenmaterial

Im Projekt „LBM-DE2012“ fanden mehrere Daten Eingang. Zum einen Teile des ATKIS® Basis-DLM, zum anderen verschiedenes Bilddatenmaterial, sowie sonstige Hilfsdatenquellen.

- Eingangsdaten ATKIS Basis-DLM

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

- RapidEye-Daten

Als primäre Informationsquelle zur Aktualisierung des „LBM-DE“ wurden Satellitenbilddaten der Firma RapidEye [RapidEye 2015] benutzt. Die Bodenpixelgröße von 5 m (physikalische Auflösung 6,5 m) erlaubt eine ausreichende Genauigkeit der neu zu kartierenden Flächen. In Abbildung 3 sind die gelieferten 25 km x 25 km RapidEye-Kacheln farblich abgestuft, entsprechend dem Monat der Aufzeichnung für das Bezugsjahr 2012, dargestellt.

Zusätzlich zu den sichtbaren RGB-Spektralkanälen werden bei RapidEye-Daten zwei Kanäle jenseits des sichtbaren Lichtes erfasst. Dies sind der RedEdge-Kanal (690-730 nm) und der Nahinfrarot-Kanal (760-850 nm). Diese letztgenannten Kanäle waren besonders hilfreich zur Differenzierung unterschiedlicher Vegetationsarten. Durch einen multitemporalen Ansatz in Verbindung mit DMC-Daten wurde die Klassifizierung der CLC-relevanten LB/LN-Information durchgeführt.

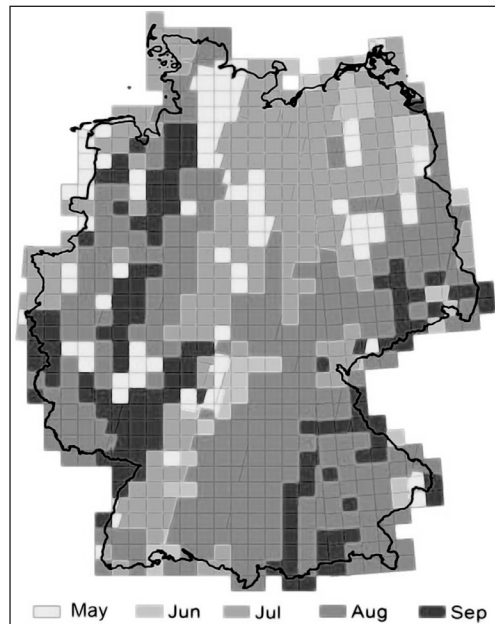


Abb. 3: RapidEye Abdeckung Deutschland für das Stichjahr 2012 (Quelle: BKG)

- DMC-Daten

Als zusätzlicher Zeitschnitt für die multitemporale Auswertung standen Daten der Disaster Monitoring Constellation (DMC) (DMCII 2015) vom Sommer des Jahres 2012 zur Verfügung. Die Bodenauflösung der DMC-Daten beträgt 22 m. Der DMC-Sensor zeichnet in drei Spektralbereichen auf: im Rot- und Grün-Anteil des sichtbaren Lichts und im Infrarot-Bereich.

- Zusatzdaten

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 und zur Differenzierung von Laub- und Nadelwald wurden Bilddaten des IMAGE2012-Mosaiks als Zusatzdaten verwendet. Diese Daten wurden im Zuge der durchgeführten, von der European Environment Agency (EEA) anberaumten konventionellen CLC2012-Aktualisierungsphase für das Gebiet der 39 teilnehmenden EU-Mitglieds- und Nachbarstaaten im Zeitraum 2011 bis 2012 aufgezeichnet. Des Weiteren kamen für die Abschätzung der Bebauungsdichte im Siedlungsbereich die Hausumringe (ZSHH 2015) der AdV zum Einsatz.

4 Vorbereitung und Ablauf der Aktualisierung

Das „LBM-DE“ basiert im Wesentlichen auf dem ATKIS® Basis-DLM, welches durch das BKG vorprozessiert und mit Objekten aus dem DLM-DE2009 angereicht wurde. Die semantische Migration von ATKIS®-Objektarten in das LB-LN-Klassensystem erfolgte über eine Transformationstabelle (siehe Abb. 4), in der einzelne Kombinationen von ATKIS-Attributen in LB-/LN-Vorschläge übersetzt werden.

OBJART	OBJART_TXT	VEG	LB_BKG	LN_BKG
43002	AX_Wald	1100	B311	N311
43002	AX_Wald	1200	B312	N311
43002	AX_Wald	1300	B313	N311

Abb. 4: Vereinfachter Auszug der Transformationstabelle zur Migration der ATKIS®-Objektarten in das LB-LN-Klassensystem (Quelle: BKG)

Die Aktualisierung des Datensatzes erfolgte anhand von Satellitenbildmaterial, das sich durch eine komplexe multispektrale und multitemporale Datensituation mit einem Mix unterschiedlicher Sensoren und Aufnahmezeitpunkte auszeichnete.

Als Resultat steht ein hoch aufgelöster und aktueller Datensatz zur Landbedeckung und Landnutzung zur Verfügung, der auf Grundlage von Bestandsdaten generiert und mit Hilfe modernster Fernerkundungsmethoden aktualisiert wurde (siehe Abb. 6).

5 Änderungsanalyse und Beurteilung der Ergebnisse

Insgesamt wurden knapp 12 Mio. Polygone mit einer Gesamtfläche von 382 000 km² bearbeitet. Absolut betrachtet wurden bei ca. 3 Mio. Objekten thematische und bei ca. 2 Mio. Objekten geometrische Änderungen (in Bezug auf die Grundlage ATKIS® Basis-DLM) vorgenommen.

Am Beispiel Wald lässt sich der Aktualisierungsaufwand vom ATKIS® Basis-DLM hin zum „LBM-DE2012“ sehr gut veranschaulichen.

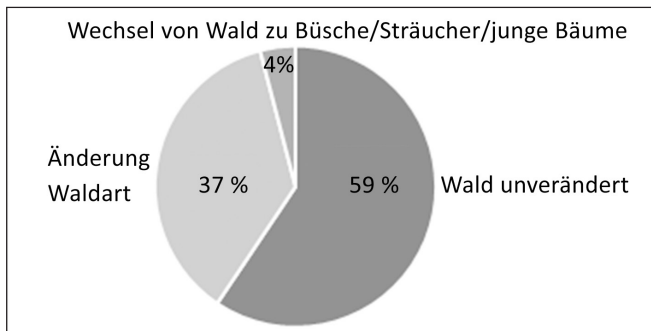


Abb. 5: „Wald“: Änderungen (flächenhaft) im „LBM-DE2012“ im Vergleich zum ATKIS® Basis-DLM (Quelle: BKG)

Im ATKIS® Basis-DLM werden z. B. nur Änderungen in der Waldart (Laub-, Nadel-, Mischwald) ab 10 Hektar erfasst. Gemäß Auswertung der ATKIS-Objektart „AX_Wald“ beträgt die Gesamtfläche in Deutschland ca. 110 000 km². Durch die geringere Mindestkartierfläche von 1 Hektar im „LBM-DE“ mussten 41 % der Waldfläche aktualisiert werden. Meistens liegt eine Änderung der Waldart (Laub-, Nadel- oder Mischwald) vor (37 %). Nur 4 Prozent entfallen auf die Neukartierung von Objekten, die sich im Bild als der Klasse „Büsche, Sträucher, junge Bäume“ zugehörig zeigen.

Durch die Wahl einer einheitlichen und sehr niedrigen Mindestkartierfläche von 1 Hektar ist es gelungen, einen Datensatz zu erzeugen, der die Landbedeckung sehr detailliert beschreibt und zudem durch den Bezug auf ein einzelnes Stichjahr in dieser Kombination ein Alleinstellungsmerkmal besitzt.

Leider ist es durch die getrennte Erfassung der Landbedeckung und -nutzung nur eingeschränkt möglich, Änderungsanalysen bezüglich der vorherigen LBM-Version DLM-DE2009 durchzuführen. Da aber geplant ist, dass LBM alle drei Jahre zu aktualisieren, sind zukünftig aussagekräftige Analysen der Veränderung der Landbedeckung möglich.

6 Ableitung des Corine Land Cover Datensatzes

Für alle Objekte des „LBM-DE2012“ wurden mittels einer Kreuztabelle (siehe Abb. 7) aus eindeutigen LB-LN-Kombinationen Codes gemäß der CORINE Land Cover-Nomenklatur erzeugt.

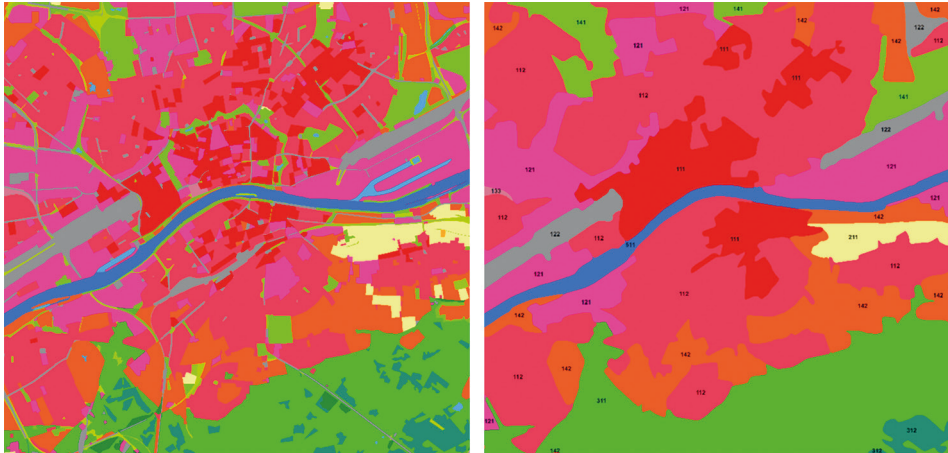


Abb. 6: Das Landbedeckungsmodell „LBM-DE“ (links) gegenüber dem CLC-Datensatz von 2012 (rechts), dargestellt ist Frankfurt am Main (Quelle: BKG)

		Produktion	Öffentlichkeit	Hafen	Abbauflächen	Deponien
		N120	N121	N123	N131	N132
homogenes Grünland	B231	121	121	123	131	132
inhomogenes Grünland	B321	121	121	123	131	132
Grasland mit Bäumen (<50%)	B233	121	121	123	131	132
Salzwiesen (Küste)	B421					
Mischflächen (regelmäßige Struktur)	B242	121	121			
Zwergsträucher (Heide)	B322		121			
Büsche, Sträucher, junge Bäume	B324	121	121	123	131	132
Laubbäume	B311	121	121	123	131	132
Nadelbäume	B312	121	121	123	131	132
Nadel- und Laubbäume	B313	121	121	123	131	132

Abb. 7: Ausschnitt aus der Kreuztabelle zur Umsetzung von LB-/LN-Klassen in CLC-Codes (Quelle: BKG)

Um die Anforderungen an die Mindestkartierfläche von 25 Hektar bei CLC zu erfüllen, mussten verschiedene Generalisierungsschritte durchlaufen werden. Die hochaufgelösten Daten wurden bundeslandweise zunächst auf eine Zwischenstufe von 10 Hektar generalisiert. Anschließend wurden die Daten der einzelnen Bundesländer zusammengefasst und geometrisch aneinander angepasst. Danach erfolgte die abschließende Generalisierung auf 25 Hektar.

In beiden Generalisierungsstufen wurden jeweils folgende Einzelprozesse durchgeführt:

- Zusammenfassen von Nachbarobjekten über kleine räumliche Distanzen für Bauungsflächen und Gewässerflächen
- Geometrievereinfachung
- Bildung von Objekten zum Befüllen der komplexen Klassen (CLC 242 – komplexe Parzellenstruktur und CLC 243 – Landwirtschaft mit natürlicher Bodenbedeckung) und zur Generierung von Mischwaldobjekten (CLC 313)
- Zusammenfassen von ähnlichen Vegetationsobjekten, die sonst im Verlauf der Generalisierung verschwunden wären, um das Landschaftsbild bestmöglich darzustellen.
- Verbreiterung von Straßen- und Fließgewässerflächen, die an der Grenze zur Mindestkartierbreite (MKB) nach CLC lagen (~ 80 m) auf die MKB von 100 m
- Die eigentliche Generalisierung beruht auf einem kombinierten Ansatz, der sowohl die Ähnlichkeit der benachbarten Objekte betrachtet (Ähnlichkeitstabelle) und weiterhin auch die Länge der gemeinsamen Grenze berücksichtigt. Dabei entscheidet die Flächengröße des zu generalisierenden Objektes über die Gewichtung des Einflusses von Ähnlichkeit und Kompaktheit (siehe Abb. 8).

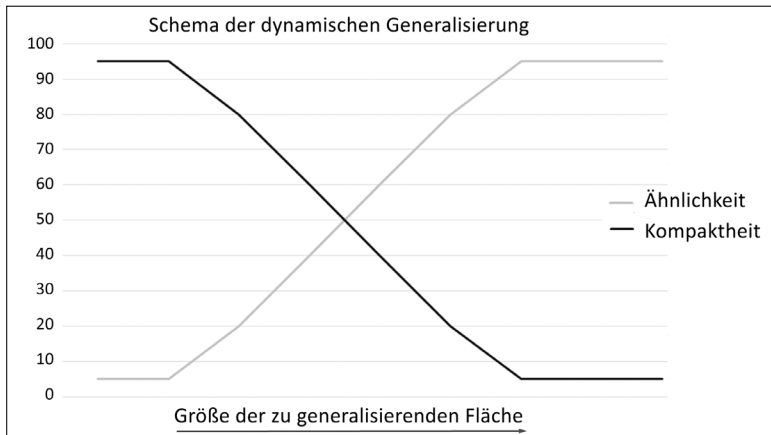


Abb. 8: Einfluss der Flächengröße auf die Generalisierungsparameter (Quelle: BKG)

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorgestellte Datensatz „Landbedeckungsmodell für Deutschland“ weist folgende Vorteile bzw. Synergien auf:

- Der Datensatz bietet eine stärkere Differenzierung der Landbedeckung durch eine an CLC-Klassen angelehnte Nomenklatur.
- Es konnte eine hohe thematische Genauigkeit des Datensatzes erreicht werden, da die Auswertung auf einem multitemporalen und multispektralen Ansatz beruht. Weiterhin wurde für die gesamte Bundesfläche eine homogene Bearbeitungsmethodik angewandt.
- Unter Ausnutzung vorhandener Copernicus-Daten und -Dienste konnte ein Kostenersparnis erreicht werden. Die mehrfache Nutzbarkeit des „LBM-DE“ durch die Bundesverwaltung und daraus abgeleitete Informationen auf EU-Ebene folgt dem Prinzip der Kosteneffizienz.

Das „LBM-DE2012“ wurde den Landesvermessungsämtern zur Verfügung gestellt, damit diese ggf. die Daten in ihre eigenen Fortführungsprozesse einbinden können. Dadurch könnte der Aufwand des BKG für die nächste Aktualisierung reduziert werden, die für das Stichjahr 2015 vorgesehen ist.

Die Bearbeitungszeit für das „LBM-DE2015“ bis zur Veröffentlichung des Datensatzes wird wesentlich kürzer ausfallen als im Jahre 2012. Zum einen wurde 2012 eine vollständige Ersterfassung im LB-/LN-Klassensystem in Verbindung mit der Mindestkartierfläche von 1ha durchgeführt. Eine der Hauptursachen für den hohen Aufwand liegt auch in der abweichenden Definition von Mindesterfassungsgrößen im ATKIS® BasisDLM verglichen mit den Vorgaben für das „LBM-DE2012“. In den zukünftigen Aktualisierungszyklen müssen dann jeweils nur die tatsächlichen Änderungen in der Landschaft eingepflegt werden, sodass der Bearbeitungsaufwand deutlich sinkt. Weiterhin kann in der Vor- und Nachbereitung auf vorhandene Programme und die bereits gemachten Erfahrungen zurückgegriffen werden, so dass auch hier eine deutliche Zeitersparnis zu erwarten ist.

Der Datensatz „LBM-DE2012“ sowie das „DLM-DE2009“ können über das Dienstleistungszentrum des BKG in Leipzig käuflich erworben werden. Für die Bundesverwaltung steht der Datensatz unentgeltlich zur Verfügung.

8 Literatur

Arnold, S.; Busch, A.; Grünreich, D. (2010): Das Projekt DLM-DE2009 Landbedeckung. In: Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Band 45. Arbeitsgruppe Automation in Kartographie, Photogrammetrie und GIS (AgA). Tagung 2009, 9-22.

European Environment Agency (2007): CLC2006 technical guidelines. EEA Technical report No. 17/2007.

Hovenbitzer, M.; Arnold, S.; Rückert, F.; Wende, C. (2011): Digitales Landschaftsmodell Deutschland DLM-DE. DGPF Tagungsband 20/2011.

Hovenbitzer, M.; Emig, F.; Wende, C.; Arnold, S.; Bock, M.; Feigenspan, S. (2014): Digital Land Cover Model for Germany – DLM-DE. In: Manakos, Ioannis/Braun, Matthias (Herausgeber). Land Use and Land Cover Mapping in Europe: Practices & Trends. Remote Sensing and Digital Image Processing 18. Dordrecht 2014.

DMC International Imaging (DMCII): <http://www.dmcii.com/> (Zugriff: 17.08.2015).

RapidEye/BlackBridge: <http://blackbridge.com/rapideye/> (Zugriff: 17.08.2015).

Zentrale Stelle Hauskoordinaten, Hausumringe und 3D-Gebäudemodelle (ZSHH): <http://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Vertriebsstellen/ZSHH/> (Zugriff: 20.08.2015).