

Landbedeckung und Landnutzung – Realisierung neuer Geobasisdatenprodukte

Christian Lucas, Stefan Rattmann, Karl-Heinz Kullmann, Stefan Sandmann,
Klaus Wiese, Ramona Kurstedt, Christian Behr und René Käker

Zusammenfassung

Es besteht eine Vielzahl von Anwendungsbereichen, die eine differenzierte Betrachtung der Landbedeckungs- oder der Landnutzungsaspekte erfordern. Hierzu zählen u.a. das Umweltmonitoring für flächenstatistische Betrachtungen und Berichtspflichten (CLC 2019) oder verschiedenste kulturlandschaftliche Fragestellungen (Retat und Schaffert 2018). Um den vorliegenden Anforderungen gerecht zu werden, erarbeitete die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) eine Strategie, die amtlichen Geobasisdaten um die Komponenten der Landbedeckung (LB) und Landnutzung (LN) zu erweitern. Dafür wurde eine anwendungsneutrale Nomenklatur der LB und LN entwickelt, welche sowohl den inhaltlichen Umfang wie auch die semantische Neutralität besitzt, verschiedenste Nutzeranforderungen zu bedienen. Ferner wurde ein Migrationskonzept entwickelt, welches es bedingt, den bestehenden Objektartenzonenbereich der Tatsächlichen Nutzung (TN) zu erweitern. Ausgehend von dieser Erweiterung wird es künftig möglich sein, das Fachschema der LN automatisch aus der TN zu befüllen. Die LB soll zukünftig ebenfalls weitgehend automatisch auf Basis von Fernerkundungsdaten erzeugt werden, um insbesondere unterjährige Veränderungen der Landschaft aktuell aufzuzeigen oder zur Zeitreihenanalyse.

Summary

There is a wide variety of applications that require a differentiation between land cover and land use data. For example, this is essential in case of environmental monitoring, statistical considerations and reporting obligations (CLC 2019) as well as cultural landscape issues (Retat and Schaffert 2018). In order to meet these requirements, the Working Committee of the Surveying Authorities of the Laender of the Federal Republic of Germany developed a strategy to expand the range of official geobasis data by the components of land cover (LC) and land use (LU). An application-neutral nomenclature of LC and LU was developed, which has both the content and the semantic neutrality to meet different requirements. Furthermore, a migration concept was developed, which is based on expanding the existing range of object types of the Actual Use (AC). As a result the LU can be derived automatically from the object types of the AC. The LC data will be automatically generated based on remote sensing data.

Schlüsselwörter: AdV, GID, AAA®, Landbedeckung, Landnutzung

1 Grundlagen

Zu den Aufgaben des Amtlichen Vermessungswesens gehören die Erfassung, Führung und Bereitstellung geodätischer, landschafts- und liegenschaftsbeschreibender Geobasisdaten. Die Vermessungsverwaltungen der Länder führen ihre landschaftsbezogenen Geobasisdaten im digitalen Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) als Teil des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS®), (Laggner 2016). Für die liegenschaftsbezogenen Elemente erfolgt die Datenerhebung und -haltung im Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®). Beide Fachinformationssysteme enthalten Angaben über die Oberfläche der Erde und deren tatsächliche Nutzung (TN), die jedoch häufig eine Misch-Nomenklatur bezüglich der Landbedeckung (LB) oder Landnutzung (LN) beschreiben (Arnold et al. 2017).

Des Weiteren bestimmen gesellschaftsrelevante Entwicklungen wie Klimaveränderung, die Energie- und Mobilitätswende, die Erfordernis zur Nachhaltigkeit oder die demografische Entwicklung das Anforderungsprofil, dem die Geobasisdaten als aktuell und einheitlich geführte Geoinformationen entsprechen müssen. Vor dem Hintergrund dieser immer differenzierter werdenden Nutzeranforderungen erschien es unerlässlich, die Aufteilung der TN in LB und LN zu entwickeln. Auch auf europäischer Ebene wird das Prinzip der Trennung zwischen LB und LN bereits seit Jahren verfolgt. Die AdV erteilte daher der Projektgruppe »Landbedeckung und Landnutzung« den Auftrag, eine Konzeption zu erarbeiten, die die TN langfristig in die Komponenten von LB und LN überführen soll (AdV 2016).

Zur Beschreibung der Landschaft existieren bereits eine ganze Reihe von Klassifikationskonzepten. Neben CORINE Land Cover (CLC, Keil et al. 2015) bestehen z.B. DeCOVER (Buck et al. 2011), Land Use/Cover Area Frame Survey (LUCAS 2019), LBM-DE (LBM-DE 2018) und das Hierarchical INSPIRE Land Use Classification System (HILUCS, INSPIRE 2019). Die Sichtung und Bewertung dieser aufgelisteten Klassifizierungssysteme ergab jedoch, dass kein Verfahren geschlossen dazu geeignet ist, um als Vorlage für die neuen Objektartenzonenbereiche (OAB) LB und LN zu dienen.

Daher hat die AdV-Projektgruppe für die Themen LB und LN fachlich-semantische disjunkte OAB und Objektarten (OA) entwickelt (vgl. Lucas und Kurstedt 2018). Zur grundsätzlichen Ableitung der Nomenklatur LB und LN wurde als Werkzeug die EAGLE-Matrix unter Anwendung der Bar-Coding-Methode gewählt (Arnold et al. 2017).

Nach Zuordnung der Landbedeckungs- und Landnutzungskomponenten sowie der weiteren Eigenschaften zu den bestehenden Objekt-, Attribut- und Wertearten des OAB der TN bildeten die Bar-Coding-Ergebnisse in der EAGLE-Matrix die Basis für die Ausleitung der neuen OAB LB und LN mit den entsprechenden Attributen.

Ergänzend zum AdV-Beschluss 2016 beauftragte das AdV-Plenum 2017 (AdV 2017) die Projektgruppe, ein automatisiert ableitbares Fachschema zu entwickeln und den bestehenden Objektartenbereich TN zu erhalten. Die ursprüngliche Intention, die TN im Rahmen der Einführung der Version 7.1 zu ersetzen, wurde damit verworfen.

2 Nomenklaturen der Landbedeckung und Landnutzung

2.1 Implementierung als Anwendungsschemata

Die Fachschemata LB und LN werden auf Grundlage des AAA®-Basisschemas als separate Anwendungsschemata geführt und wurden extern modelliert, damit das AAA®-Anwendungsschema weitgehend unverändert und stabil bleibt. Dies ermöglicht es, die Konformität mit der ISO Normenfamilie 19100 und den entsprechenden OGC-Normen zu bewahren. Gleichzeitig ist aber durch die Trennung der Anwendungsschemata gewährleistet, dass die Schemata unabhängig voneinander gepflegt und fortgeführt werden können.

LB und LN werden unter den Modellartenkennungen für AdV-Standardmodelle (Abb. 1) mit der gemeinsamen Kennung *Geobasis-DE* (langschriftlich: »Landbedeckung Landnutzung«) geführt, da beide Schemata im Kontext zu sehen sind. Eine eindeutige Unterscheidung auf Ebene der OA ergibt sich durch die jeweiligen Präfixe *LB_* und *LN_*.

2.2 Struktur der Landbedeckung

Entsprechend den Datenspezifikationen zur INSPIRE-Richtlinie wird unter der Landbedeckung die physische und biologische Bedeckung der Erdoberfläche, einschließlich künstlicher Flächen, landwirtschaftlicher Flächen, Wäldern, natürlicher und naturnaher Gebiete, Feuchtgebieten und Wasserkörpern verstanden (EC 2007). Der Begriff Landbedeckung wird dabei synonym zum Begriff der Bodenbedeckung verwendet.

Das Anwendungsschema Landbedeckung gliedert sich in die vier Objektartengruppen (OAG) *Bebauung*, *Vegetationslos*, *Vegetation* und *Wasser*. Die OA werden durch Attribut- und Wertearten strukturiert und inhaltlich verfeinert (vgl. Tab. 1). Die OA der neuen Nomenklatur bilden die LB flächenhaft sowie lückenlos und überschneidungsfrei ab.

Im Modell der Landbedeckung wurde bewusst auf die Bildung von Mischklassen verzichtet. Um dennoch bei der Abbildung die erforderliche Informationstiefe erreichen zu können, müssen vereinzelt Attribute multipel belegt werden. So kann beispielsweise bei der Modellierung von Mischwäldern das Attribut *blattform* gleichzeitig den Wert *Laub* und den Wert *Nadel* tragen.

Entsprechend den Anforderungen der Nutzer sowie unter Berücksichtigung der erheblichen Anforderungen an die erstmalige Erfassung eines vollständigen LB-Bestandes werden nur ausgewählte Attribut- und Wertearten dem Grunddatenbestand der LB zugeordnet (vgl. die in Tab. 1. orange eingefärbten Felder). Dieser Grunddatenbestand ist bundesweit einheitlich zu führen und definiert daher den Mindeststandard der Datenausprägung. Darüber hinausgehende Attribut- und Wertearten können landesspezifisch geführt werden. Der Grunddatenbestand wurde derart definiert, dass eine automatische Prozessierung aus Fernerkundungsdaten möglich ist.

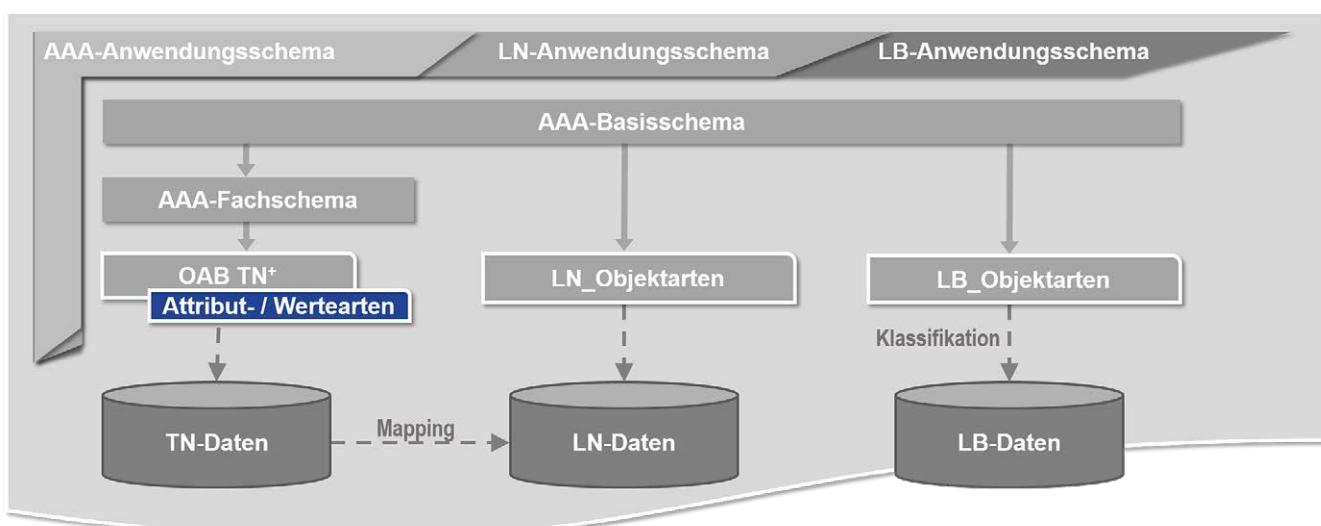


Abb. 1: Darstellung der jeweils verschiedenen Anwendungsschemata

Landbedeckung		
Objektartengruppe	Objektart	Attributart/Werteart
Bebauung	LB_HochbauUndBaulicheNebenflaechen	
	LB_Tiefbau	
Vegetationslos	LB_Festgestein	
	LB_Lockermaterial	oberflächenmaterial Geröll, Schotter, Kies Sand, Feinkies Erdreich Ton, Schluff künstlich wassersättigung ganzjährig zeitweilig
	LB_KrautigeVegetation	vegetationsmerkmal Gras Röhricht, Schilf Getreide, Staudengewächse, Farne wassersättigung ganzjährig zeitweilig salzigerStandort boolean
	LB_HolzigeVegetation	vegetationsmerkmal Bäume Gehölz Büsche, Sträucher Zwergsträucher wassersättigung ganzjährig zeitweilig blattform [0..2] Laub Nadel verjüngungsfläche boolean
	LB_Meer	meerart Watt Haff, Bodden Priel Tideeinfluss boolean
	LB_Binnengewässer	gewässerart Fluss Bach Altwasser, Altarm Kanal Graben Becken See, Teich fliesseigenschaft fließend stehend wasserführung ganzjährig zeitweilig
	LB_Eis	eisart Gletscher Dauerschnee, Firn

Tab. 1:
Gesamtübersicht
der Objekt-, Attri-
but- und Wertearten
der LB

«featureType» LB_Landbedeckung
«property»
+ aktualitaetsstand: LB_Aktualitaetsstand_Landbedeckung [0..3]
+ artDerErhebung: LB_ArtDerErhebung_Landbedeckung [0..*]
+ bodenaufloesung: Real [0..1]
+ geometrischeGenauigkeit: LB_GeometrischeGenauigkeit_Landbedeckung [0..1]
+ inhaltlicheRichtigkeitMitInstanzbezug: LB_Richtigkeit_Landbedeckung [0..*]
constraints
{GeoBasis-DE}

Abb. 2: Attribute zur Beschreibung der Datenqualität in der Landbedeckung

«enumeration» LB_ArtDerErhebung_Landbedeckung
Übernahme amtlicher Vermessungsdaten = 1000
Gebietstopograph, Terrestrische Außendiensterhebung = 2000
manuelle Interpretation Fernerkundung = 3100
automatische Analyse Fernerkundung = 3200
Übernahme von amtlichen Daten dritter Seite = 4000
Übernahme von nicht-amtlichen Daten = 5000

Abb. 3: Wertearten zur Beschreibung der Erhebungsart der Landbedeckung

Neben der Semantik spielt die Qualitätsbeschreibung der Daten eine wesentliche Rolle. Daher gibt es die Möglichkeit, in der LB objektbezogen verschiedene Qualitätsangaben zu führen (vgl. Abb. 2 und Abb. 3).

So kann beispielsweise durch das Attribut *artDerErhebung* das Verfahren beschrieben werden, aufgrund dessen das Objekt der Landbedeckung gebildet wurde. Für dieses Attribut sind die in Abb. 3 dargestellten Belegungen möglich.

2.3 Struktur der Landnutzung

Der Begriff Landnutzung beschreibt die Charakterisierung von Flächen anhand ihrer derzeitigen, respektive ihrer absehbaren künftigen Funktion oder ihres sozio-ökonomischen Zwecks. Beispiele dafür sind Wohn-, Industrie- oder Gewerbegebiete, land- oder forstwirtschaftlich genutzte Flächen sowie Freizeitgebiete (EC 2007). Dementsprechend wird der Begriff Landnutzung synonym zum Begriff der Bodennutzung verwendet.

Das Anwendungsschema Landnutzung unterscheidet fünf OAG, welche sich weiter untergliedern in Objekt-, Attribut- und Wertearten. So besteht die OAG *Siedlung* aus 12 OA, welche sich ihrerseits in 32 Attribut- und 135 Wertearten spezifizieren. Die weiteren OAG sind: *Verkehr- und Infrastruktur* mit 5 Objekt-, 5 Attribut- und 66 Wertearten; *Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft* mit 3 Objekt-, 5 Attribut- und 21 Wertearten; *Gewässer* mit 1 Objekt-, 4 Attribut- und 10 Wertearten sowie *Keine primäre Nutzung* mit 1 Objekt- und 1 Attributart. Nachfolgend sind diese in Tab. 2 bis auf die Ebene der OA dargestellt. Tab. 3 weist beispielhaft die Spezifikation der

OA *LN_OeffentlicheEinrichtungen* bis auf die Ebene der Attribut- und Wertearten aus.

Alle Objekt-, Attribut- und Wertearten der LN werden volumärgleich aus den Objekt-, Attribut- und Wertearten der landeseigenen Geobasisdaten (ALKIS® oder ATKIS®) abgeleitet. Um dies zu ermöglichen war es jedoch erforderlich, die OAB der TN und der Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben um entsprechende Attribut- und Wertearten zu erweitern. Der Umfang der Erweiterung richtet sich nach dem Grunddatenbestand der LN, welcher in der ersten Realisierungsstufe zunächst alle LN-Objektarten umfasst.

Im Rahmen der Konzeption wurden ferner semantische Mischklassen vermieden, wie beispielsweise die TN-Objektart *Fläche gemischter Nutzung*. Diese vereinen in der Regel zwei unterschiedliche Nutzungen in sich. Bei der Überführung eines Objektes *Fläche gemischter Nutzung* werden folglich zwei separate LN-Objekte abgeleitet. Ein LN-Objekt repräsentiert dabei den Aspekt der primären Nutzung. Das andere Objekt repräsentiert die weitere Nutzung. Die Überführung ist in Abschnitt 3.2.5 beispielhaft beschrieben.

3 Implementierungskonzept der Landbedeckung und Landnutzung

3.1 Realisierung der Landbedeckung

3.1.1 Klassifikation der Landbedeckung

Im Regelfall wird die LB durch eine überwachte Klassifikation auf der Grundlage von Fernerkundungsdaten ermittelt. Gängige Algorithmen zur überwachten Klassifikation sind derzeit Support-Vector-Machine (SVM), Random Forest-Verfahren und künstliche neuronale Netze. Überwachte Klassifikationsverfahren nutzen Trainingsdaten und Trainingsflächen, um Landbedeckungsklassen abzuleiten.

Für jede Zielklasse müssen daher Trainingsdaten in Abstimmung mit den flächenhaften Fernerkundungsdaten im hinreichenden Umfang vorliegen. Die Trainingsdaten müssen die Zielklasse bezüglich ihrer Charakteristika zutreffend und umfassend beschreiben. Die Güte der späteren Klassifikation hängt wesentlich von der Menge und Güte der Trainingsdaten ab. Sie justieren einen bestimmten Parametersatz bzw. Zustand des Prognosemodells der überwachten Klassifikation, welcher immer wieder zur Anwendung gebracht werden kann, so lange keine signifikanten Änderungen in den Fernerkundungsdaten bzw. Zielklassen vorliegen.

Da es sich bei der überwachten Klassifikation um ein Prognoseverfahren handelt, werden die prognostizierten Landbedeckungsklassen im Nachgang mit Hilfe von

Validierungsdaten qualifiziert. Dies dient der Überprüfung der thematischen Genauigkeit, mit der das Modell Klassenzuordnungen auf Basis der Fernerkundungsdaten generiert sowie der Qualitätssicherung und -dokumentation der erhobenen Landbedeckungsdaten.

Zur Ableitung aussagekräftiger Qualitätsangaben über die Güte des Prognosemodells müssen die Validierungsdaten richtig sein. Wesentlich ist, dass die Validierungsdaten vor ihrer Verwendung verifiziert wurden, z.B. anhand einer visuellen Kontrolle.

Objektartengruppe	Objektart
Siedlung (LN)	LN_Wohnnutzung
	LN_OeffentlicheEinrichtungen
	LN_KulturUndUnterhaltung
	LN_GewerblicheDienstleistungen
	LN_IndustrieUndVerarbeitendesGewerbe
	LN_VersorgungUndEntsorgung
	LN_Lagerung
	LN_Abbau
	LN_FreiluftUndNaherholung
	LN_Freizeitanlage
Verkehr und Infrastruktur (LN)	LN_StrassenverkehrUndWegverkehr
	LN_Bahnverkehr
	LN_Flugverkehr
	LN_Schiffsverkehr
	LN_Schutzanlage
Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft (LN)	LN_Landwirtschaft
	LN_Forstwirtschaft
	LN_AquakulturUndFischereiwirtschaft
Gewässer (LN)	LN_Wasserwirtschaft
Keine primäre Nutzung (LN)	LN_OhneNutzung

Tab. 2:
Alle Objektarten-
gruppen und Objekt-
arten der Landnut-
zung

Tab. 3: Spezifikation der Objektart LN_OeffentlicheEinrichtungen durch Attribut- und Wertearten

OA_Code	Objektart	AA/WA	Attribut-/Wertearten	AA/WA	Attribut-/Wertearten
221210	LN_OeffentlicheEinrichtungen	FKT	Funktion	ZUS	Zustand
		1110	Regierung und Verwaltung	2100	Außer Betrieb
		1120	Bildung und Wissenschaft	8000	Erweiterung, Neuansiedlung
		1140	Religiöse Einrichtung		
		1150	Gesundheit, Kur		
		1160	Soziales		
		1170	Sicherheit und Ordnung		

3.1.2 Eingangsdaten der Landbedeckung

Die Eingangsdaten für die Prozesse zur Klassifikation und Erhebung der LB speisen sich aus allen geeigneten und verfügbaren Informationsquellen. Im Besonderen sollten im Rahmen der Prozessierung Daten optischer Sensoren, vornehmlich Satellitendaten geeigneter Satellitenmissionen, sowie auch Luftbilder der turnusmäßigen Landesbefliegungen genutzt werden.

Darüber hinaus können Daten der folgenden Kategorien einfließen:

- Höhendaten aus den regelmäßig oder unregelmäßig stattfindenden Laserscanbefliegungen, respektive abgeleitete Produkte wie das DGM, DOM (z.B. zur Unterscheidung von Hochbau und Tiefbau)
- weitere Sensordaten, wie beispielsweise Radardaten der Satellitenmissionen Sentinel-1 oder Terrasar-X (z.B. zur Detektion von Wasserflächen)
- topographische Geobasisdaten des ALKIS® und ATKIS® (z.B. zur Ableitung von Trainingsdaten)
- weitere Geofachdaten, sofern geeignet.

Durch die Kombination dieser Eingangsdaten mit ihren individuellen Eigenschaften im Hinblick auf die geometrische, spektrale und temporale Auflösung kann eine zuverlässige Erhebung der jeweiligen LB-Objekte gewährleistet werden.

3.1.3 Aktualisierungszyklen der Landbedeckung

Die regelmäßige Aktualisierung der LB ist unabdingbare Voraussetzung für die Bereitstellungsstrategie der amtlichen Geobasisdaten der AdV und soll sich an den hohen Aktualitätsanforderungen der Nutzer orientieren. Die LB sollte daher in einem mindestens jährlichen Turnus aktualisiert werden, mit Stichtagsbezug zum Ende des jeweiligen Kalenderjahres. Dafür ist es zwingend erforderlich, dass flächendeckend Fernerkundungsdaten mit mindestens jährlicher Aktualität einbezogen werden. Darüber hinaus soll aber auch die bedarfsorientierte, unterjährige Ableitung einer flächendeckenden LB wesentliche Produkteigenschaft werden. Hierdurch ließen sich erstmals auch jahreszeitliche Bedeckungsänderungen, z.B. die Wassersättigung, in einem amtlichen Geobasisdatensatz aufzeigen.

Der LB-Datensatz bezieht sich dabei auf die Datierung der jeweils verwendeten Eingangsdaten und stellt nicht zwingend den Zustand der LB zum Zeitpunkt der Prozessierung dar; jedoch sollen diese Zeitpunkte regelmäßig nah zusammen liegen. Für einige Objekt-, Attribut- und Wertearten ist die Nutzung von Eingangs- bzw. Fernerkundungsdaten unterschiedlicher Jahreszeiten oder Vegetationsperioden erforderlich. Bei der multitemporalen Betrachtung ergibt sich der Stichtag entsprechend aus der Aktualität der aktuellsten Fernerkun-

dungsdaten, die zur Prozessierung genutzt wurden. Um dies transparent zu dokumentieren, wird der inhaltliche Stichtagsbezug des LB-Datensatzes an dem jeweiligen Objekt geführt. Der Produktzyklus, also der Zeitpunkt der Erstellung des jeweiligen flächenhaften LB-Datensatzes, ergibt sich aus den jeweiligen Metadaten, welche im landesspezifischen Informationssystem veröffentlicht werden können.

3.1.4 Erfassungskriterien der Landbedeckung

Für die Festlegung der LB gilt das Dominanzprinzip. So mit wird die den Gesamtcharakter der Fläche bestimmende LB festgestellt und einzelne LB von geringerem Umfang werden dem dominierenden Objekt zugeschlagen.

Für die Führung der LB gelten zudem die nachfolgend aufgeführten Erfassungskriterien:

vollzählig, konsistent	Die Vollzähligkeit und Konsistenz gilt einzig für die OA <i>LB_HochbauUndBaulicheNebenflaechen</i> . Die vollzählige Erfassung bedingt, dass diese Objekte nicht dem Dominanzprinzip folgend anderen Objekten zugeschlagen werden dürfen. Die Erfassung erfolgt also ohne geometrische Untergrenze. Die Konsistenz ist zu den amtlichen Geobasisdaten hinsichtlich der Datenausprägung der Gebäude (<i>AX_Gebaeude</i>) sicher zu stellen.
5000 m ²	Das Erfassungskriterium 5000 m ² betrifft Objekte, die hinsichtlich ihrer natürlichen Charakteristik zumeist großflächig vorkommen, wie beispielsweise die OA <i>LB_Meer</i> . Ebenfalls anzuwenden ist dieses Erfassungskriterium auf die objektbildende Abgrenzung zwischen Laub- und Nadelbäumen als Wertearten unter dem Attribut <i>Vegetationsmerkmal LB_Baeume</i> .
1000 m ² , Breite 3 m	Für alle verbleibenden Objekt- und Wertearten sind 1000 m ² als objektbildendes Erfassungskriterium festgelegt. Für langgestreckte Objekte ist eine Mindestbreite von 3 m anzuhalten.

Die Landbedeckung soll maßgeblich mit höchstmöglichen Automatisierungsgrad erstellt werden. Automatisierte Prozesse sind hierbei fortlaufend entsprechend des Standes der Technik zu verbessern und in die Erhebung einzubeziehen. Manuelle Nachbearbeitungen sollen weitgehend vermieden werden.

3.2 Realisierung der Landnutzung

3.2.1 Eingangsdaten der Landnutzung

Um die LN aus den amtlichen Geobasisdaten der TN ableiten zu können, wurde das AAA®-Modell in der Version 7.1 um folgende Aspekte erweitert bzw. modifiziert:

- Ergänzung von 4 neuen Attributarten im OAB der TN,
- Ergänzung von 71 neuen Wertearten im OAB der TN,
- Ergänzung von 2 neuen Wertearten im OAB der *Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben*,
- Modifizierung von 2 bestehenden Wertearten im OAB der *Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben*.

Grundsätzlich betrachtet ist die Überführung der TN in die LN eine Schematransformation. Diese ist jedoch keine bijektive Funktion, sodass sich eine LN-Werteart nicht aus einer direkt zugeordneten TN-Werteart ableitet. Im Rahmen der Überführung findet sowohl eine Neustrukturierung als auch in Teilen eine Aggregation der Daten statt. So wird beispielsweise die TN-Objektart *AX_Industrie UndGewerbeflaeche* in die fünf nachfolgend gelisteten LN-Objektarten aufgeteilt bzw. umstrukturiert:

- LN_GewerblicheDienstleistungen
- LN_IndustrieUndVerarbeitendesGewerbe
- LN_VersorgungUndEntsorgung
- LN_Lagerung
- LN_Abbau

Um die eindeutige Zuordnung aller OA des Fachschemas LN aus dem OAB der TN zu ermöglichen, wurden neben den neuen Wertearten weitere bisher nicht als Grunddatenbestand geführte Wertearten partiell zum Grunddatenbestand erhoben. So muss beispielsweise die Werteart »Handel und Dienstleistung« bei der OA *AX_Industrie UndGewerbeflaeche* Grunddatenbestand werden, um eine Differenzierung im Rahmen der Ableitung zwischen den LN-Objektarten *LN_GewerblicheDienstleistungen* und *LN_IndustrieUndVerarbeitendesGewerbe* zu ermöglichen.

Die Kennzeichnung dieser Wertearten im AAA®-Anwendungsschema 7.1 erfolgt als TaggedValue *AAA:Landnutzung = TRUE*. Diese Kennzeichnung deklariert Wertearten, welche zwingend für die Ausleitung der LN geführt werden müssen, ähnlich dem Grunddatenbestand. Dies ist jedoch lediglich in der Modellart erforderlich, aus der die LN in der jeweiligen AdV-Mitgliedsverwaltung ge mappt wird (DLKM oder Basis-DLM).

3.2.2 Aktualisierungszyklen der Landnutzung

Im Gegensatz zu den LB-Objekten werden die LN-Objekte nicht direkt erfasst, sondern aus TN- und Bauwerksobjekten per Knopfdruck abgeleitet. Folglich gibt es auch keine explizite Aktualisierung von LN-Objekten. Die Aktualisierung ist implizit abhängig vom Aktualisierungsverfahren der TN in den jeweiligen Bundesländern.

Davon unabhängig sollte die Bereitstellung der LN mindestens jährlich erfolgen, bspw. um die statistische Berichtspflicht zu bedienen.

3.2.3 Erfassungskriterien der Landnutzung

Für LN-Objekte ist eine Mindest erfassungsgröße von 1000 m² bzw. 5000 m² festgelegt. Da die LN jedoch nicht erhoben, sondern ausgeleitet wird, unterliegt sie implizit den Erfassungskriterien der Ausgangsdaten. Sicherzustellen ist jedoch, dass die festgelegten Mindest erfassungsgrößen von 1000 m² bzw. 5000 m² jeweils als obere Schwellwerte gewährleistet werden können. Eine Unterschreitung dieser ist möglich.

3.2.4 Qualitätskriterien der Landnutzung

Da die LN nicht explizit erfasst wird, sondern sich aus der TN ableitet, wird auch die Qualität im Sinne von Aktualität und geometrischer Genauigkeit aus der TN vererbt. Daher besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Qualität der TN und LN. Ein weiterer Anspruch im Rahmen der Umsetzung der LN war es, vollzogene Veränderungen transparent zu dokumentieren. So erfolgt künftig eine objektbezogene Kennzeichnung von geometrischen oder inhaltlichen Veränderungen an Objekten sowie die Kennzeichnung einer Fehlerkorrektur oder eines Migrationsobjekts, welches im Rahmen des Mapping entsteht. Dieses Attribut *ErgebnisDerUeberpruefung* wird darüber hinaus datiert, um Rückschlüsse auf den Zeitpunkt der Veränderung ziehen zu können. Damit diese Information jedoch in der LN vorliegt, muss diese auch in der TN geführt werden. Daher wurde das dafür erforderliche Attribut ebenfalls in der TN eingeführt, wie die nachfolgende Übersicht zeigt (vgl. Abb. 4).

«enumeration»	
LN_ErgebnisDerUeberpruefung_Landnutzung	
Fehlerkorrektur = 1000	
Bestätigung des Ist-Zustandes = 2000	
Erfassung eines neuen Objektes = 3000	
Geometrieveränderung eines bestehenden Objektes = 4000	
Migration = 9999	
+ wer(): int	

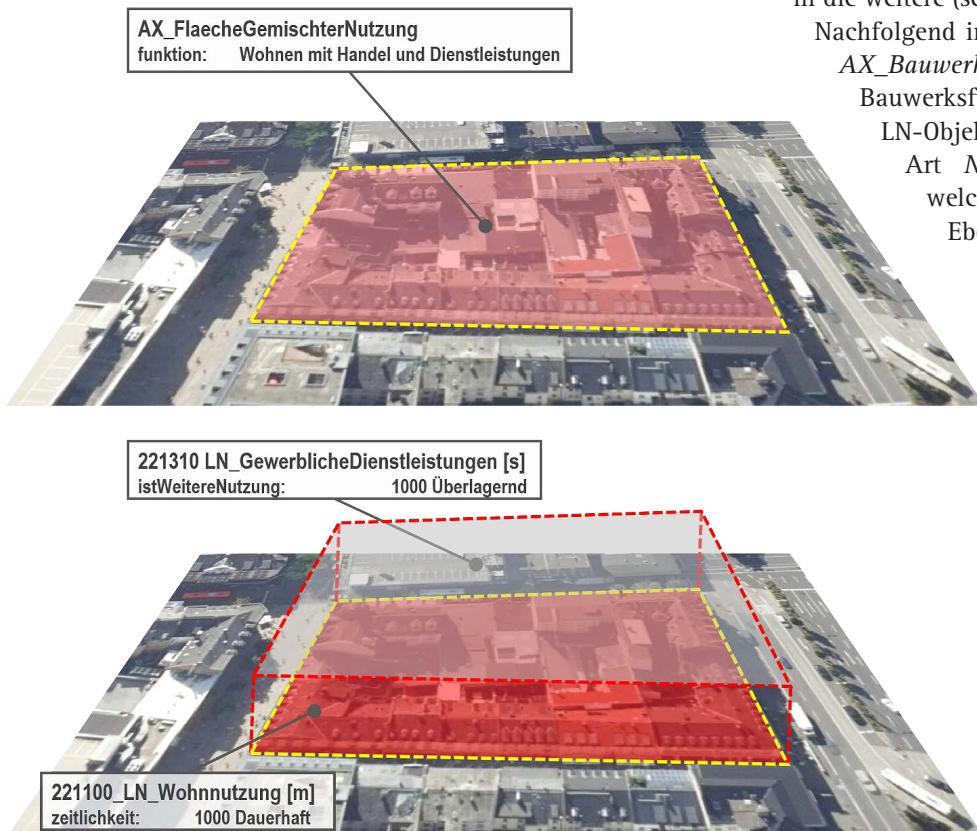
«enumeration»	
AX_ErgebnisDerUeberpruefung_TatsaechlicheNutzung	
Fehlerkorrektur = 1000	
Bestätigung des Ist-Zustandes = 2000	
Erfassung eines neuen Objektes = 3000	
Geometrieveränderung eines bestehenden Objektes = 4000	

Abb. 4: Attribut zur Dokumentation des Veränderungsgrundes, in der LN (oben) und in der TN (unten)

3.2.5 Mapping der Landnutzung

Die Überführung der Dateninhalte der TN in die LN im Sinne einer Schematransformation wird als Mapping-Prozess bezeichnet. Dabei werden prinzipiell drei unterschiedliche Ausgangssituationen abgebildet:

- I. Es besteht eine 1:1-Beziehung zwischen dem TN- und dem LN-Objekt, weshalb ein Mapping über eine bijektive Funktion abgebildet werden kann. Dies ist im nachfolgenden Beispiel I dargestellt (vgl. Tab. 4, oben). Ein Objekt der TN-Objektart *AX_IndustrieUnd Gewerbeflaeche* mit der Funktion *Handel* wird in ein LN-Objekt *LN_GewerblicheDienstleistungen* mit der Art *Handel* überführt.
- II. Es besteht eine 1:n-Beziehung zwischen dem TN-Objekt und den LN-Objekten. Dies wird im Mapping über eine invers-surjektive Funktion abgebildet, welche ein TN-Objekt dupliziert und in semantisch



Tab. 4: Auszug aus den Mappingregeln, welche die Überführung von TN zu LN darstellt.

Inhalt AAA®-Anwendungsschema 7.1		Inhalt Landnutzung
I	AX_IndustrieUndGewerbeflaeche funktion; 1440: Handel	[m] LN_GewerblicheDienstleistungen art: 1530_Handel
II	AX_FlaecheGemischterNutzung funktion; 2120: Wohnen mit Handel und Dienstleistungen	[m] LN_Wohnnutzung zeitlichkeit: 1000_Dauerhaft [s] LN_GewerblicheDienstleistungen
III	AX_BauwerkImGewaesserbereich bauwerksfunktion; 2020: Rückhaltebecken	[s] LN_Wasserwirtschaft art: 7120_Niederschlagsrückhalt

eindeutige OA der LN aufspaltet. Im nachfolgenden Beispiel der Tab. 4 wird ein Objekt der TN-Objektart *AX_FlaecheGemischterNutzung* mit der Funktion *Wohnen mit Handel und Dienstleistungen* in der LN in die Bestandteile *LN_Wohnnutzung* und *LN_GewerblicheDienstleistungen* aufgeteilt. Es erfolgt eine Überlagerung, welche jedoch den Nutzungsschwerpunkt, vorwiegend Wohnen, in der primären Ebene (vgl. Tab. 4 [m(igriert)]) abbildet. Nur diese nimmt an der überschneidungsfreien und lückenlosen Darstellung teil. Als weitere (sekundäre) Nutzung wird die *LN_GewerblicheDienstleistungen* gemappt (vgl. Tab. 4 [s(ekundär)]).

- III. Es besteht eine 1:1-Beziehung zwischen einem Objekt aus dem OAB *Bauwerke, Einrichtungen und sonstige Angaben* und einem LN-Objekt. Dabei handelt es sich ebenfalls um eine bijektive Funktion, welche im Rahmen des Mapping jedoch überlagern in die weitere (sekundäre) Ebene abgebildet wird.

Nachfolgend in Tab. 4 wird ein Objekt der OA *AX_BauwerkImGewaesserbereich* mit der Bauwerksfunktion *Rückhaltebecken* in ein LN-Objekt *LN_Wasserwirtschaft* mit der Art *Niederschlagsrückhalt* überführt, welches in der weiteren (sekundären) Ebene liegt.

Abb. 5:
Auf trennen des TN-Objektes *AX_FlaecheGemischter Nutzung* (oben) in die semantisch eindeutigen LN-Objekte *LN_Wohnnutzung* und *LN_GewerblicheDienstleistungen* im Rahmen der Geoprozessierung

Tab. 5: Auszug der definierten Überlagerungen in der TN, welche in die LN überführt werden.

Grundflächen		Überlagerungs- flächen	Objektart	Code	AX_Wohnbaufläche	AX_Gewerbe- fläche Und Industrie	AX_Bergbau- betrieb	AX_Tagebau- Steinbruch	AX_SportfreizeitUnd Erholungsfläche	AX_SportfreizeitUnd Erholungsfläche	
Code	Objektart				Kenn- nung	Wert	Bezeichner	41001	41002	41004	41005
44001	AX_Fliessgewaesser	#	FKT	8200	Fluss	X	X		X	X	
						X	X		X	X	
						X	X		X	X	
						X	X		X	X	
									X	X	
									X	X	
									X	X	
									X	X	
44005	AX_Hafenbecken	#								X	
44006	AX_Stehendes Gewaesser	#	FKT	8610	See	X	X	X	X	X	
						X	X	X	X	X	
						X	X	X	X	X	
											X
											X
											X
44007	AX_Meer	#	FKT	8710	Küstengewässer	X	X	X	X	X	
						X	X	X	X	X	

Die beschriebenen Überlagerungen sind bei dem Schema-mapping eindeutig definiert. So ist der unter Beispiel II beschriebene Sachverhalt im Rahmen der Geoproszessierung zu erzeugen. Vorliegend erfolgt dies durch Duplizieren des Ursprungsobjektes *AX_FlaecheGemischter Nutzung* und der entsprechenden Attributierung in der LN. Dies ist in Abb. 5 dargestellt.

Im Rahmen der Einführung des AAA®-Anwendungsschemas 7.1 sind über das bisherige Maß hinausgehende Überlagerungen im Ausgangsdatenbestand der TN erforderlich, um eine semantisch eindeutige und vollständige Modellierung der Erdoberfläche unter dem Gesichtspunkt der LN zu gewährleisten. Dafür wurde ein Attribut *istWeitereNutzung* eingeführt. Die mögliche Kombinato-

rik der Überlagerungen ist jedoch eingeschränkt, wie in Tab. 5 auszugsweise dargestellt.

Ein Anwendungsfall für eine überlagernde Nutzung ist beispielsweise ein Naturfreizeitbad. Bei diesem ließ sich bisher einzige die Landfläche als *AX_SportFreizeit UndErholungsfläche* modellieren, was jedoch die wahre Fläche der Nutzung nur teilweise repräsentiert. Die zum Baden ausgewiesene Wasserfläche blieb unberücksichtigt, da diese in der TN bspw. als *AX_StehendesGewaesser* modelliert ist. Die Situation kann nun ab dem AAA®-Anwendungsschema 7.1 in der TN durch eine Überlagerung abgebildet werden, indem als weitere Nutzung auf dem TN Objekt *AX_StehendesGewaesser* ein weiteres TN Objekt *AX_SportFreizeitUndErholungsfläche* entsprechend der Tab. 5 dargestellt modelliert wird. Das ist erforderlich, um diese Informationstiefe auch in die LN überführen zu können. Die Abb. 6 stellt das Beispiel nach Überführung in die LN dar.

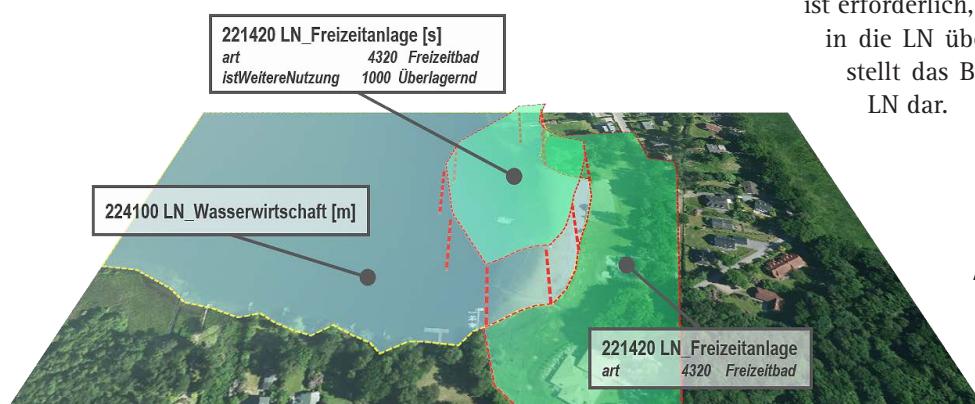


Abb. 6:
Vollständige Abgrenzung
eines Strandbades durch
überlagernde Modellierung

Tab. 6: Meilensteinplanung bei der Realisierung der LB und LN

Meilensteine	2019	2020	2021	2022	2023	*	2024	2025	2026	2027
Einführung LB										
Entwicklung der Ableitungs-tools LB										
Entwicklung der LB-Infrastruktur (Datenhaltung und Datenabgabe)										
Test/Implementierung und Ableitungstool										
Ableitung und Führung										
Einführung LN										
Entwicklung Mappingtool „TNtoLN“										
Entwicklung der LN-Infrastruktur (Datenhaltung und Datenabgabe)										
Test/Implementierung und Mapping										
Vorbereitende Erhebung in der TN auf Basis der GeoInfoDok 6										
Erhebung der erweiterten TN zur automatisierten Ableitung der LN										
Ableitung und Führung LN										*31.12.2023

3.3 Zeitplan und Umsetzungshorizont

Die Realisierung von LB und LN erfolgt im Rahmen der Einführung des AAA®-Anwendungsschemas in der Version 7.1 zum 31.12.2023 (AdV 2018). Damit ergibt sich die in Tab. 6 aufgeführte Meilensteinplanung für die Arbeiten, ausgehend von der Beschlussfassung im I. Quartal 2019 bis zur ersten Bereitstellung von LB- und LN-Daten.

4 Ausblick

Derzeit finden neben dem fachlichen und inhaltlichen Support der Umsetzung in den AdV-Mitgliedsverwaltungen noch weitergehende Arbeiten im Rahmen der Realisierung und Dokumentation der LB und LN statt. So ist in einer Spezifikation die LB differenziert zu beschreiben, um eine technische Realisierung zu ermöglichen. Es müssen verschiedene Parameter definiert sowie Klassenbeispiele erstellt werden. Ferner sind konkrete Abgabeformate und -produkte (Produktblätter) für LB und LN zu beschreiben. Dafür könnte bspw. die Datenebene der LN um ausgewählte Elemente aus bestehenden OAB ergänzt

werden, wie bspw. Gebäude mit ausgewählten Gebäudefunktionen.

Neben dem Beschluss der AdV, die LB und LN einzuführen, wurde gleichzeitig festgelegt, dass zur Erfassung und Führung der LB ein einheitliches und automatisiertes Verfahren unter Nutzung von Fernerkundungsdaten eingesetzt werden soll. Derzeit erarbeitet eine länderübergreifende Projektgruppe des Lenkungsausschusses Geobasis ein einheitliches Betriebskonzept zur Erfassung und Führung der LB auf Grundlage einer Nach- bzw. Weiternutzung bereits bestehender Verfahren. Im Fokus stehen zurzeit die Verfahren aus Rheinland-Pfalz (Projekt FernVE: Automatische Erkennung von Veränderungen der Geotopographie mittels Fernerkundung) und aus Nordrhein-Westfalen (Projekt Cop4ALL NRW: Copernicus für ATKIS®, ALKIS® und Landbedeckung in NRW).

Eine solche Festlegung zur einheitlichen Ableitung der LN ist nicht erforderlich, da es sich bei der LN um ein definiertes Schemamapping ausgehend von der bestehenden TN handelt. Dieses ist interpretationsfrei und wird derzeit von den Herstellern der DHK-Komponenten bereits umgesetzt.

Im Rahmen der Entwicklungen wurden ferner die Regelsätze für die jeweiligen INSPIRE-Mappings (hale Alignment) der Themen LB und LN erstellt. Dabei zeigte sich, dass es sich bei beiden Themen um 100 % INSPIRE-konforme Nomenklaturen handelt. Daher bietet es sich ab 2024 an, die entsprechenden INSPIRE-Pflichten aus den dann vorliegenden Datenbeständen der LB und der LN bundeseinheitlich zu bedienen.

Literatur

- AdV (2016): Beschluss des AdV-Plenums 128/3 gemäß Nr. 5.2 der GO-AdV 2016: GeoInfoDok, Fortschreibung der AAA®-Fachschemata.
- AdV (2017): Beschluss des AdV-Plenums 129/3 gemäß Nr. 5.1 der GO-AdV 2016: Fortschreibung der AAA®-Fachschemata und Entwicklung eines separaten Fachschemas für die Führung von Landbedeckung und Landnutzung.
- AdV (2018): Beschluss des AdV-Plenums P2018/6 gemäß Nr. 5.2 der GO-AdV 2018: Strategische Eckpunkte zur Einführung der nächsten Referenzversion der GeoInfoDok und zur Einführung von Landbedeckung und Landnutzung.
- Arnold, S., Kurstedt, R., Riecken, J., Schlegel, B. (2017): Paradigmenwechsel in der Landschaftsmodellierung – von der Tatsächlichen Nutzung hin zu Landbedeckung und Landnutzung. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement. Heft 1/2017, 142. Jg. DOI: 10.12902/zfv-0152-2016.
- Buck, O., Peter, B., Völker, A., Donning, A. (2011): Object based image analysis to support environmental monitoring under the European Habitat Directive: a case study from DECOVER. ISPRS Hannover Workshop 2011: High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information, Hannover, Germany, 14. to 17.07.2011.
- CLC (2019): CORINE Land Cover – Europaweit harmonisierte Landbedeckungs- und Landnutzungsdaten. www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/corine-land-cover-clc vom 17.05.2019, letzter Zugriff 12/2019.
- EC (Europäische Kommission) (2007): Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0002&from=DE>, letzter Zugriff 09/2019.
- INSPIRE 2019: HILUCS. http://inspire.ec.europa.eu/codelist/HILUCS_Value, letzter Zugriff 12/2019.
- Keil, M., Esch, T., Divanis, A., Marconcini, M., Metz, A., Ottinger, M., Voinov, S., Wiesner, M., Wurm, M., Zeidler, J. (2015): Aktualisierung der Landnutzungs- und Landbedeckungsdaten CLC für das Jahr 2012. Umweltbundesamt, Reihe 36.
- Laggner, A. (2016): Das ATKIS-Basis-DLM in der Emissionsberichterstattung. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement. Heft 3/2016, 141. Jg. DOI: 10.12902/zfv-0109-2016.
- LBM-DE (2018): Digitales Landbedeckungsmodell für Deutschland LBM-DE2015. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 12.02.2018.
- Lucas, C., Kurstedt, R. (2018): Entwicklungen zur Führung von Landbedeckung und Landnutzung in den amtlichen Geobasisdaten. In: Meinel, G., Schumacher, U., Behnisch, M., Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring X Flächenpolitik – Flächenmanagement – Indikatoren. ISBN: 978-3-944101-76-7, Berlin: Rhombos, IÖR Schriften Band 76.
- LUCAS (2019): LUCAS – Land use and land cover survey. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey#The_LUCAS_survey, letzter Zugriff 12/2019.
- Retat, A., Schaffert, M. (2018): OpenStreetMap im Kontext kulturlandschaftlicher Fragestellungen – Ein Qualitätsvergleich mit Blick auf Landnutzungen und Landbedeckungen. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement. Heft 1/2018, 143. Jg. DOI: 10.12902/zfv-0190-2017.

Kontakt

Dr.-Ing. Christian Lucas
Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein
Abteilung 5 – Liegenschaftskataster
Schleswiger Straße 66, 24941 Flensburg
christian.lucas@LVerMGeo.landsh.de

Stefan Rattmann
Kreis Kleve
Abteilung Kataster und Vermessung
Nassauerallee 15-23, 47533 Kleve
stefan.rattmann@kreis-kleve.de

Karl-Heinz Kullmann
Hessisches Landesamt für Geoinformation und Bodenmanagement
Dezernat II 4 – Geobasis IT-Verfahren
Schaperstraße 16, 65195 Wiesbaden
karl-heinz.kullmann@hvg.hessen.de

Stefan Sandmann
Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW
Dezernat 72 – Topographische Basisinformationen
Muffendorfer Straße 19-21, 53177 Bonn
stefan.sandmann@brk.nrw.de

Klaus Wiese
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg
Referat 41 – Allgemeine Angelegenheiten
Büchsenstraße 54, 70174 Stuttgart
klaus.wiese@lgl.bwl.de

Ramona Kurstedt
Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Thüringen
Referat 35 – Entwicklung Geoinformationssysteme
Hohenwindenstraße 13a, 99086 Erfurt
ramona.kurstedt@tlbg.thueringen.de

Christian Behr
Landesbetrieb für Geoinformation und Vermessung
Fachbereich Geobasisdaten
Neuenfelder Straße 19, 21109 Hamburg
christian.behr@gv.hamburg.de

René Käker
Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport
Referat 15 – Vermessung, Geoinformation, Kampfmittelbeseitigung
Lavesallee 6, 30169 Hannover
rene.kaeker@mi.niedersachsen.de

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter www.geodaeis.info.