

Interoperabilitätskonzept für Geodaten in der GDI-DE

Arbeitskreis Geodaten

Version: 2.2

Datum: 03.07.2025

Dieses Dokument enthält ein Konzept zu den Anforderungen für die interoperable Bereitstellung von Geodaten in der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE).

Änderungshistorie

Version	Datum	Änderung	Person
0.1	01.02.2016	Initialfassung	AG Geodaten
0.2	01.02.2016	Ergänzungen Kapitel 3.1 Organisation; Kapitel 3.2 Anwendungsschemata und Kapitel 3.3 Identifikatoren	Stephan Mäs, Matthias Müller, Johannes Brauner
0.3	29.02.2016	Ergänzung der Kapitel 3.4 Registry und 3.5 Bereitstellung von Schemadateien und der Anhänge (Erweiterung von Codelisten und CRS);	
0.4	01.04.2016	Überarbeitung nach Review in der AG Geodaten und AK AG Geodaten Architektur	
0.5	28.04.2016	Ergänzung Kapitel Ausblick. Review des Dokuments, redaktionelle Verbesserungen	Anja Litka, AG Geodaten
0.6	14.07.2016	Redaktionelle Änderungen	Anja Litka
0.7	20.09.2016	Ergänzung der Kapitel Referenzmodell und zentrale Komponenten	Markus Seifert
0.8	06.10.2016	Überarbeitung sowie redaktionelle Änderungen/Anpassungen	AG Geodaten
0.9	27.10.2016	Überarbeitung Abbildung 1; Hinweis auf Ziel 14 der NGIS in der Einführung ergänzt; Schlussredaktion und Formatierung; Unterscheidung von Maßnahmen für GDI-DE und Empfehlungen für Datenanbieter	Anja Litka, Markus Seifert
1.0	11.08.2017	Überarbeitung im Rahmen des AK-übergreifenden Reviews	AG Geodaten
1.9	2018-2022	Interne Version: Weitere Interoperabilitätselemente wurden für Version 2.0 erarbeitet und durch das LG beschlossen	AG Geodaten, bzw. AK Geodaten
2.0 (beta)	29.03.2022	Grundlegende Überarbeitung und Ergänzung im Rahmen des AK-übergreifenden Reviews (Beschlussvorlage)	AK Geodaten, AK Metadaten, PG Registry, AK Architektur, Betrieb GDI-DE
2.0	19.05.2022	Beschluss Nr. 152 im LG GDI-DE nach redaktionellen Anpassungen	Vorsitz und Lenkungsgremium GDI-DE
2.1	10.10.2023	Ergänzung Kapitel 3.8 Nutzung von Ontologien und 3.10 Umgang mit Maßstäben und unterschiedlichen Auflösungsstufen	Falk Würriehausen, AK Geodaten
2.2	25.03.2025	Kapitel 3.8 „Wissensrepräsentation und Semantik“ (Terminologie + Nutzung von Ontologien). Überarbeitung aufgrund der Aktualisierungen von Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen (v 4.0.1), Konventionen zu Metadaten (v 2.3.1) und NGIS 2.0, sowie Erkenntnissen aus dem Begleitprojekt und Anmerkungen aus der PG Registry. Beschluss Nr. 181 im LG GDI-DE nach redaktionellen Anpassungen.	AK Geodaten, AK Architektur, PG Registry, AK Metadaten, Vorsitz und Lenkungsgremium GDI-DE

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	5
Abstract	6
1 Ziele	7
2 Einführung	9
3 Interoperabilitätselemente	11
3.1 <i>Organisatorische Anforderungen</i>	13
3.1.1 Beschreibung	13
3.1.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	13
3.1.3 Bewertung und Empfehlungen	14
3.2 <i>Referenzmodell</i>	18
3.2.1 Beschreibung	18
3.2.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	18
3.3 <i>Regeln für das Anwendungsschema</i>	20
3.3.1 Beschreibung	20
3.3.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	20
3.3.3 Bewertung und Empfehlung	21
3.4 <i>Identifikatormanagement</i>	23
3.4.1 Beschreibung	23
3.4.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	23
3.4.3 Bewertung und Empfehlungen	24
3.5 <i>CRS, Maßeinheiten</i>	28
3.5.1 Beschreibung	28
3.5.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	29
3.5.3 Bewertung und Empfehlungen	29
3.6 <i>Nutzung zentraler Komponenten</i>	30
3.6.1 Beschreibung	30
3.6.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	30
3.6.3 Bewertung	31
3.7 <i>Registry</i>	32
3.7.1 Beschreibung	32
3.7.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	37
3.7.3 Bewertung und Empfehlungen	40
3.8 <i>Wissensrepräsentation und Semantik</i>	42
3.8.1 Beschreibung	42
3.8.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	46
3.8.3 Bewertung und Empfehlung	48
3.9 <i>Verwaltung und Bereitstellung von Schemadateien</i>	49
3.9.1 Beschreibung	49
3.9.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	49
3.9.3 Bewertung und Empfehlung	49
3.10 <i>Umgang mit Maßstäben und unterschiedlichen Auflösungsstufen</i>	50

3.11 Modellerweiterungen	51
3.11.1 Beschreibung	51
3.11.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	51
3.11.3 Bewertung und Empfehlungen	58
3.12 Modelltransformation	59
3.12.1 Beschreibung	59
3.12.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	60
3.12.3 Bewertung und Empfehlungen	60
3.13 Qualität	62
3.13.1 Beschreibung	62
3.13.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	62
3.13.3 Bewertung und Empfehlung	63
3.14 Metadaten	64
3.15 Konformität	65
3.15.1 Beschreibung	65
3.15.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	66
3.15.3 Bewertung und Empfehlungen	67
3.16 Mehrsprachigkeit	69
3.16.1 Beschreibung	69
3.16.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	69
3.16.3 Bewertung und Empfehlungen	70
3.17 Konsistenz von Geodatenätzen an Grenzen	72
3.17.1 Beschreibung	72
3.17.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE	72
3.17.3 Bewertung und Empfehlungen	74
4 Fazit und Ausblick	76
Anhang 1: Weitere Interoperabilitätselemente	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über die Interoperabilitätselemente in der GDI-DE	10
Abbildung 2: Mögliche Schritte bei der Erstellung von Datenspezifikationen (DIN CEN/TR 15449-3 2014)	17
Abbildung 3: Architekturskizze einer Registry	33
Abbildung 4: Modell einer Registry nach ISO 19135 (Version 1, 2005)	34
Abbildung 5: Erläuterung der nach ISO 19135 definierte Rollen einer Registry	34
Abbildung 6: Formate für die Nachnutzung der Registry-Inhalte über die Abfrageschnittstelle	39
Abbildung 7: Darstellung der verschiedenen mächtigen Systeme der Wissensordnung und -repräsentation (Stichwort: Semantische Treppe nach Blumauer und Pellegrini)	42
Abbildung 8: Beispiel eines semantischen Netzes, in dem Wissen über die Kategorien „Shophouse“ und „Einfamilienhaus“ repräsentiert ist	44
Abbildung 9: Beispiel einer Ontologie zum Thema Geographische Einheiten	45
Abbildung 10: Nutzung der FOAF-Ontologie zur Beschreibung des Codelisten-Registers in der GDI-DE Registry	47
Abbildung 11: Einfache Ableitung der erweiterten Codeliste	53
Abbildung 12: Ableitung der erweiterten Codeliste und zusätzliche Ableitung der verwendenden Klasse	53
Abbildung 13: „Use case mapping“ (aus INSPIRE Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/hy , Seite 150)	56
Abbildung 14: Bauwerke im und am Gewässer aus dem INSPIRE Datenmodell (angelehnt an INSPIRE Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/hy , Seite 41)	56
Abbildung 15: Auszug aus dem Arbeitsstand zur Erstellung einer Codeliste mit Zuordnung zu den genannten 7 Unterbegriffen	57
Abbildung 16: Auszug aus dem Arbeitsstand bei der internationalen semantischen Abstimmung der Codeliste	57
Abbildung 17: Bildliche Darstellung von Bauwerkstypen zur Unterstützung der internationalen semantischen Abstimmung (Quelle DWA 2005)	57
Abbildung 18: Modelltransformation in ein harmonisiertes Zielschema	60

Abstract

Das vorliegende Dokument bildet die Grundlage für ein gemeinsames Verständnis von „Interoperabilität“ für Datenmodelle und Vorgehensweisen. Das daraus resultierende Spannungsfeld bei den Vorgaben zur Interoperabilität ergibt sich zum einen aus einer möglichst vollständig harmonisierten Datenmodellierung und zum anderen aus einer möglichst geringen Formalisierung, um verschiedene Modellierungsansätze der Fachbereiche zusammenzubringen.

Für eine interoperable Datenbereitstellung, unabhängig von Fachgebieten und Verwaltungsgrenzen, müssen verschiedene Aspekte der Interoperabilität, sogenannte Interoperabilitätselemente, abgestimmt werden. Dies obliegt Interessensgruppen, z. B. Fachministerkonferenzen, IT-Koordinationsstellen oder Zusammenschlüsse von Geodatenbereitstellern, an welche sich vornehmlich das Konzept richtet.

Die Interoperabilitätsanforderungen an Geodaten innerhalb der Geodateninfrastrukturen (GDI-DE und INSPIRE) wurden schrittweise definiert. Im Konzept sind die 14 wichtigsten Interoperabilitätselemente beschrieben, sowie deren aktueller Stand in der GDI-DE und bei INSPIRE, inkl. Referenzen auf vorhandene Richtlinien und Bezüge zu bereits existierenden Lösungen. Unterstützt wird die interoperable Bereitstellung von Daten vor allem durch die zentral von der GDI-DE zur Verfügung gestellten nationalen technischen Komponenten (z. B. die GDI-DE Registry zur Sicherstellung der Eindeutigkeit und die GDI-DE Testsuite zur Überprüfung der Konformität).

Weiterhin ist für den Abstimmungsprozess und die Umsetzung von Interoperabilität bei Geodaten essentiell, dass es einen Verantwortlichen mit Eigeninteresse auf Datenseite gibt, der die Datenlieferungen und -integration von interoperablen Daten koordiniert.

1 Ziele

Eine zentrale Aufgabe in einer Geodateninfrastruktur (GDI) ist es, Geodaten verschiedener Herkunft interoperabel bereitzustellen, um deren Nutzung zu erleichtern und räumliche Fragestellungen eindeutig und organisationsübergreifend zu beantworten¹. In Deutschland gibt es hierfür die Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) als gemeinsames Vorhaben von Bund, Ländern und Kommunen, die wiederum an die europäische Geodateninfrastruktur INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) angebunden ist.

Unter dem Begriff "**Interoperabilität**" wird die Kombinierbarkeit von Daten bzw. die Kommunikation verschiedener Systeme unter Einhaltung gemeinsamer Standards verstanden.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass es gegenwärtig schwierig bis unmöglich ist, inhomogene Geodaten unterschiedlicher Anbieter zusammenzuführen, um z. B. benachbarte Gebiete in eine Analyse einzubeziehen. Die Ursachen dafür liegen in der historischen Entwicklung (Zuständigkeiten, Zielsetzung bei der Datenerfassung, eingesetzte Methoden und Technik) von Geodatenbeständen verschiedener geodatenhaltender Stellen. Die Umstellung auf die Bereitstellung von interoperablen Daten bedeutet für die geodatenhaltenden Stellen und die Nutzenden erstmal einen Mehraufwand. Diesem stehen jedoch eine dauerhafte Steigerung der Effizienz von Verwaltungsabläufen entgegen. Daten können zwischen Fachverfahren weitergegeben bzw. gemeinsam genutzt werden. Zudem ermöglicht es neue Anwendungen und eine einfachere Datennachnutzung, weil zum Beispiel kommunale Daten und Bundesdaten gemeinsam angezeigt und bearbeitet werden können.

Die Konventionen und Arbeiten zur europäischen Geodateninfrastruktur INSPIRE haben verdeutlicht, dass grundsätzlich bei der Zusammenführung von Geodaten Interoperabilität hergestellt werden kann. Für eine interoperable Datenbereitstellung gibt es neben INSPIRE noch weitere Vorgaben, u. a. EU-Fachrichtlinien (z. B. WRRL, FFH-Richtlinie) und ISO Normen (z. B. 191xx). Im vorliegenden Interoperabilitätskonzept werden diese Vorgaben für eine harmonisierte Geodatenbereitstellung in der GDI-DE herangezogen und bewertet. Daraus werden Handlungsempfehlungen für einzelne Aspekte der Interoperabilität abgeleitet.

Die Ziele des Interoperabilitätskonzepts sind:

1. Die Identifikation und Beschreibung von Aspekten zur Interoperabilität, die für eine einheitliche Definition und Bereitstellung von Geodaten vornehmlich in der GDI-DE erforderlich sind. Die Nachnutzung für weitere bestehende und aufzubauende Geodateninfrastrukturen ist wünschenswert.
2. Die Erarbeitung einer Methodik, die für eine schrittweise Harmonisierung vorhandener Datenbestände und Datenmodelle innerhalb der GDI-DE erforderlich ist.

¹ www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_Ziele_Grundlagen.pdf (Version 4.0.1), Kap. 4.11 Zieldefinition der GDI-DEDE

Weiterhin ergänzt dieses Dokument das Architekturkonzept der GDI-DE² und unterstützt Schwerpunkt 3 „Bereitstellung und Qualität der Geoinformationen ausbauen“ und Schwerpunkt 7 „Bedarfsorientierung ausbauen“ der Nationalen Geoinformationsstrategie 2.0 (NGIS 2.0)³. Es unterliegt kontinuierlichen Aktualisierungen, um inhaltliche und technische Entwicklungen einfließen zu lassen. Dadurch werden auch aktuelle Erfordernisse und neue Anwendungsfelder berücksichtigt.

Dieses Dokument richtet sich an:

- GDI-Kontakt- und Koordinierungsstellen des Bundes, der Länder und Kommunen,
- Fachgremien und Arbeitsgemeinschaften der Fachministerkonferenzen,
- Fachverantwortliche, die mit der Erfassung, Bereitstellung und/oder Harmonisierung von Geodaten betraut sind,
- Fachgremien der Kommunalen Spitzenverbände, die im Rahmen ihrer Aufgaben als (zentrale) kommunale Geodatenanbieter ebenfalls die interoperable Bereitstellung und Nutzung von Geodaten in der GDI-DE anstreben.

Darüber hinaus bietet das Konzept eine Orientierung für alle Institutionen, die Geodaten halten, erzeugen oder verarbeiten, um die verfahrens- und organisationsübergreifende Nutzung von Daten zu ermöglichen und zu verbessern.

² www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_Ziele_Grundlagen.pdf (Version 4.0.1), Kap. 5.1 Interoperabilität

³ siehe https://www.gdi-de.org/download/Nationale_Geoinformationsstrategie_V2.pdf (Version 2.0)

2 Einführung

Das vorliegende Dokument schafft die Grundlage für ein gemeinsames Verständnis von „Interoperabilität“ für Datenmodelle und Vorgehensweisen (unabhängig von Verwaltungsstrukturen). Daraus resultiert aber ein Spannungsfeld: einerseits eine möglichst vollständig harmonisierte Datenmodellierung und andererseits eine möglichst geringe Formalisierung, die nur wenige Anforderungen an eine Koordination zwischen den beteiligten Fachgebieten (Basisdaten, Umwelt, Statistik, Verkehr, etc.) stellt, aber unterschiedliche Modellierungsansätze für ähnliche Inhalte zulässt. Aus diesen Überlegungen heraus sollte vor der Anwendung des Interoperabilitätskonzeptes der erforderliche Harmonisierungsbedarf ermittelt und festgelegt werden.

Für die Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie ist dies bereits erfolgt: um INSPIRE-relevante Geodaten themen-, maßstabs- und länderübergreifend interoperabel verfügbar machen zu können, wurde ein sog. Interoperabilitätsrahmen („INSPIRE Interoperability Framework“) entwickelt. Dieser beschreibt verschiedene **Interoperabilitätselemente**, die die unterschiedlichen Aspekte der Interoperabilität abbilden. Eine verallgemeinerte Dokumentation ist 2012 im JRC Reference Report "A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures"⁴ veröffentlicht worden. Die Durchführungsbestimmung VO (EG) Nr. 1089/2010⁵ der INSPIRE-Richtlinie beinhaltet ebenso abgestimmte Vorgaben zur interoperablen Bereitstellung von Geodaten.

Das vorliegende Konzept basiert auf den von INSPIRE vorgeschlagenen Interoperabilitätselementen, ergänzt diese um einige, für die GDI-DE relevanten Aspekte oder fasst verschiedene Elemente zusammen (siehe Abbildung 1). Die rot eingefärbten Elemente sind jeweils in einem eigenen Kapitel beschrieben. Zudem sind die Vorgaben innerhalb der GDI-DE und durch INSPIRE dokumentiert, inkl. Referenzen auf vorhandene Richtlinien und Bezüge zu bereits existierenden Lösungen wie z. B. zentralen Betriebskomponenten. Darauf basierend sind Handlungsempfehlungen abgeleitet. Für alle weiteren Elemente befindet sich eine kurze Beschreibung im Anhang 1: Weitere Interoperabilitätselemente.

⁴ Tóth, K., Portele, C., Illert, A., Lutz, M., Nunes de Lima, V. (2012): JRC Reference Reports: A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC69484/lbna25280enn.pdf>

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010R1088&from=EN>

Grundlagen	Datenmodellierung	Datenmanagement
☒ Organisatorische Anforderungen	☐ Objektreferenzierung	☒ Identifikatormanagement
☒ Referenzmodell	☐ Räumliche und zeitliche Modellierung	☒ Qualität
☒ Nutzung zentraler Komponenten	☒ Regeln für Anwendungsschema	☒ Metadaten
☒ Mehrsprachigkeit	☐ Verwendung fachübergreifender Modellelemente	☒ Konformität
☒ CRS, Maßeinheiten	☒ Verwaltung und Bereitstellung von Schemadateien	☐ Erfassungskriterien und Datenpflege
☒ Registry	☒ Umgang mit Maßstäben	☒ Modelltransformation
☒ Wissensrepräsentation und Semantik (einschließlich Terminologie und Nutzung von Ontologien)	☒ Modellerweiterungen	☐ Präsentation
		☒ Konsistenz von Geodatenätzen an Ländergrenzen

Quelle: in Anlehnung [TÓTH ET AL. 2012]

Abbildung 1: Übersicht über die Interoperabilitätselemente in der GDI-DE

3 Interoperabilitätselemente

Nachfolgend werden die priorisierten Interoperabilitätselemente (vgl. Abbildung 1) mit dem jeweils aktuellen Stand in INSPIRE und der GDI-DE beschrieben, sowie bewertet und Empfehlungen genannt.

Interoperabilitätselemente	Kurzbeschreibung
<i>Organisatorische Anforderungen</i>	Diese umfassen die zentrale Rollenverteilung, Einbindung der Datenbereitstellenden und Nutzenden sowie die Qualitätssicherung in der Modellerstellung und –nutzung.
<i>Referenzmodell</i>	Es bietet abstrakte, fachneutrale Vorgaben zur Standardisierung von Geodatenmodellen basierend auf ISO-Standards.
<i>Regeln für das Anwendungsschema</i>	Diese legen fest, wie Datenmodelle für Geodaten erstellt und beschrieben werden, um eine konsistente Repräsentation von Realweltobjekten zu gewährleisten.
<i>Identifikatormanagement</i>	Es stellt sicher, dass Geoobjekte eindeutig identifiziert und grenzüberschreitend konsistent behandelt werden können.
<i>CRS, Maßeinheiten</i>	Geodaten müssen in einheitliche Koordinatenreferenzsysteme (CRS) und Maßeinheiten transformiert werden, um interoperabel zu sein.
<i>Nutzung zentraler Komponenten</i>	Zentrale Dienste und Infrastrukturkomponenten unterstützen die effiziente Verwaltung und Bereitstellung von Geodaten.
<i>Registry</i>	Eine zentrale Registry dient zur Verwaltung von Ressourcen wie Koordinatenreferenzsystemen und anderen Standardisierungen.
<i>Wissensrepräsentation und Semantik</i>	Semantische Interoperabilität wird erreicht, indem durch Wissensrepräsentation und Semantik eine eindeutig Interpretierbarkeit der Daten hergestellt wird.
<i>Verwaltung und Bereitstellung von Schemadateien</i>	Schemadateien standardisieren die Struktur von Geodaten und unterstützen deren Austausch und Wiederverwendung.
<i>Umgang mit Maßstäben und unterschiedlichen Auflösungsstufen</i>	Geodatenmodelle müssen unterschiedliche Maßstäbe und Auflösungsstufen berücksichtigen, um vielseitig nutzbar zu sein.
<i>Modellerweiterungen</i>	Modelle sollen flexibel erweiterbar sein, um spezifische fachliche Anforderungen zu erfüllen.
<i>Modelltransformation</i>	Techniken zur Transformation von Modellen sind notwendig, um unterschiedliche Datenformate und -strukturen interoperabel zu machen.

<i>Qualität</i>	Datenqualitätsanforderungen müssen definiert und kontinuierlich überwacht werden, um die Verlässlichkeit und Nutzbarkeit der Geodaten sicherzustellen.
<i>Metadaten</i>	Metadaten beschreiben die Inhalte, Herkunft und Qualität der Geodaten und sind für deren Auffindbarkeit und Nutzung essenziell.
<i>Konformität</i>	Geodaten und deren Bereitstellung müssen mit festgelegten Standards und Spezifikationen konform sein.
<i>Mehrsprachigkeit</i>	Geodaten und zugehörige Metadaten sollen mehrsprachig verfügbar sein, um eine breite internationale Nutzung zu ermöglichen.
<i>Konsistenz von Geodatensätzen an Grenzen</i>	Bei der Zusammenführung von Geodatensätzen aus unterschiedlichen Bundesländern oder Staatsgebieten müssen Inkonsistenzen an der Grenze berücksichtigt werden.

3.1 Organisatorische Anforderungen

3.1.1 Beschreibung

Bevor die Datenmodellierung für eine Fachdomäne begonnen wird, gilt es einige zentrale, organisatorische Anforderungen zu beachten, die den Prozess vorbereiten und begleiten sowie sicherstellen, dass qualitativ hochwertige, akzeptierte und dauerhaft nutzbare Ergebnisse erzielt werden.

Dies bezieht sich insbesondere auf die Rollenverteilung bei der Modellerstellung bzw. der Erweiterung oder Verfeinerung der INSPIRE-Kerndatenmodelle, die Identifikation und Bestimmung der jeweils in den Datenthemen und Anwendungsdomänen hauptverantwortlichen Datenbereitstellenden und die Sicherstellung, dass diese auch in den Prozess eingebunden werden. Zusätzlich muss geklärt werden,

- wer die Nutzenden der Datenmodelle für die Datenbereitstellung sind,
- wer die Nutzenden der bereitgestellten Daten bzw. Dienste sind,
- wer die Moderierenden der Prozesse (z. B. die Koordinierungsstelle GDI-DE (Kst. GDI-DE), der AK Geodaten, der AK Architektur) sind, in welcher Form dies erfolgt und
- wie die Erfüllung der Anforderungen der Nutzenden überprüft wird. Dies ist in erster Linie für Datenmodelle relevant, die aufgrund konkreter Anwendungsfälle länder- und/ oder datenanbieterübergreifend abgestimmt werden sollen.

3.1.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Auf europäischer Ebene wird für INSPIRE das Vorgehen durch die jeweiligen Organisationsmodelle beschrieben. Ein anschaulicher Überblick über den Prozess und die Anforderungen wird im JRC Reference Report 2012 zum Conceptual Model⁶ gegeben. Zusätzliche Details können aus den definierten Methoden des INSPIRE Drafting Teams „Data Specification“ (deliverable D2.6)⁷ entnommen werden. Insbesondere werden dort die organisatorischen Aspekte (Kapitel 5) beschrieben, inkl. des dazugehörigen Rollenmodells (Kapitel 5.3), eine Schritt-für-Schritt-Anleitung (Kapitel 6) sowie eine Interoperabilitätscheckliste für Datenmodelle.

Unter Berücksichtigung der föderalen Besonderheiten und Zuständigkeiten in Deutschland wird mit diesem Interoperabilitätskonzept ein einheitliches Vorgehen im Rahmen der GDI-DE, der Länder-GDI sowie auf regionaler und kommunaler Ebene definiert. Mit XPlanung und XBau liegen harmonisierte Datenmodelle in der GDI-DE vor, deren Entwicklungsprozess und Beschluss durch den IT-Planungsrat als Best Practice - Beispiel dienen kann^{8,9}.

⁶ Tóth, K., Portele, C., Illert, A., Lutz, M., Nunes de Lima, V. (2012): JRC Reference Reports: A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC69484/lbna25280enn.pdf>

⁷ Drafting Team „Data Specifications“ - deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/document/download/f4e1a6c1-ff46-4a6c-a772-54a72d3767db_en?file-name=d2.6_v3.0.pdf. INSPIRE Drafting Team „Data Specifications“

⁸ https://xleitstelle.de/leitstelle/betrieb_finanzierung

⁹ <https://xleitstelle.de/leitstelle/rechtliches>

3.1.3 Bewertung und Empfehlungen

Zunächst sind die wesentlichen Akteurinnen und Akteure und deren Rollenverteilung anzugeben und entsprechende Beispiele anzuführen. Sofern bei allen Beteiligten ein gemeinsames Verständnis zur „Interoperabilität“ für Datenmodelle vorliegt, muss der erforderliche Grad der Harmonisierung zwischen einer möglichst vollständig harmonisierten Datenmodellierung und geringen Formalisierung festgelegt werden. Anschließend lassen sich folgende Empfehlungen ableiten, die unterschieden werden in:

- Empfehlungen zur Vorbereitung und Entwicklung genereller Good Practices bei der Modellerstellung und
- die (konkrete) Datenmodellharmonisierung.

Empfehlungen für die Rollenverteilung im Harmonisierungsprozess von Datenmodellen

Folgende Rollen und deren Motivation lassen sich identifizieren und sind in den Harmonisierungsprozess von Datenmodellen mit einzubinden:

- *Datenbereitstellende*
Die Datenbereitstellenden sind für die modellkonforme Datenbereitstellung und die Abbildung fachlich-inhaltlicher Informationen zuständig.
Beispiel: Umweltfachämter der Kommunen, die für die Datenbereitstellung von Landschaftsschutzgebieten verantwortlich sind.
- *Datennutzende*
Die Datennutzenden von bereitgestellten Daten verwenden das Datenmodell zur Interpretation der Datenstruktur.
Beispiel: Nutzende von fachfremden Behörden oder Behörden anderer Kommunen und Länder, Nutzende auf der Bundes- und Europaebene, Nutzende aus der Wirtschaft, Wissenschaft und der Öffentlichkeit bzw. Privatpersonen.
- *Koordinierende/ Moderierende*
Die Koordinierenden/ Moderierenden sind für den eigentlichen Prozess verantwortlich, steuern diesen, beziehen die notwendigen Nutzenden und Bereitstellenden von Geodaten mit ein. Die Zuständigkeit für die Verwaltung und Pflege der Ergebnisse ist abzustimmen.
Beispiel: Fachnetzwerke, Arbeitsgruppen der GDI-DE oder Einzelpersonen.
- *Expertinnen und Experten für Datenmodellierung*
Die Expertinnen und Experten für Datenmodellierung haben umfangreiche Erfahrungen in der Modellierung von (Geo-)Daten, kennen die spezifischen Anforderungen (z. B. aus INSPIRE) und sind dafür verantwortlich, dass Datenmodelle erzeugt werden, die einen realen Sachverhalt hinreichend genau beschreiben.
Sie begleiten aus fachlicher und technischer Sicht die Entwicklung der harmonisierten Datenmodelle mit der Konzeption, Programmierung und Implementierung von entsprechenden Softwarewerkzeugen zur Modellierung und Schematransformation, z. B. mit HALE oder FME.
Beispiel: Geoinformatikexpertinnen und -experten aus Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung.
- *Fachexpertinnen und -experten*

Die Fachexpertinnen und -experten, die vorhandene Fachsichten vor dem Hintergrund der Fachaufgabe einbringen und Kenntnisse über die abzubildenden fachlichen Realweltobjekte haben.

Beispiel: Wasserbauingenieure, Hydrologen, Biologen, Geologen.

Empfehlungen für die Vorbereitung des Harmonisierungsprozesses

Hinweis: Die folgenden Schritte dienen der Vorbereitung und der Entwicklung des eigentlichen Harmonisierungsworkflows. Die betroffenen Fachgremien (siehe Kap. 1) sollen in die Vorbereitung mit einbezogen werden.

1. *Identifizierung eines Anwendungsfalls*

Vor den nachfolgenden Schritten sollten ein oder mehrere Anwendungsfälle beschrieben werden, die auf einer Ist-Analyse basieren. Die darauf aufbauend zu entwickelnden Anwendungsfälle sollten die Implementierung inklusive des entsprechenden Testens und Validierens umfassen sowie Schritte für das Fortschreiben des Datenmodells vorgeben. Für die letztgenannten Schritte sollten die Koordinierenden/Moderierenden verantwortlich sein. Die Aktivitäten sollten sich am bestehenden Prozess für die Erstellung der INSPIRE-Datenspezifikationen orientieren und Analysen bezüglich allgemeiner Nutzeranforderungen enthalten.

2. *Liste der verantwortlichen Datenbereitstellenden und Datennutzenden*

Um sicherzustellen, dass alle relevanten Beteiligten in den Modellierungsprozess miteinbezogen sind, sollten unter Berücksichtigung der föderalen Strukturen die verantwortlichen Datenbereitstellenden und Datennutzenden der Fachdomäne involviert werden. Bei der Zusammenstellung sollten vorhandene Strukturen, wie z. B. die Fachnetzwerke für die Erweiterung von INSPIRE-Datenmodellen oder vorhandene Listen mit den geodatenhaltenden Stellen für die INSPIRE-Annexthemen, genutzt werden. Die Fachnetzwerke könnten bei der Erstellung entsprechende Koordinierungsaufgaben übernehmen.

3. *Liste möglicher fachlicher Ansprechpersonen*

Es sollte ein Netzwerk fachlicher Ansprechpersonen für die Harmonisierung der Datenmodelle erstellt werden, aus der fachlich kompetente Expertinnen und Experten zum einen für die weitergehenden Ist- als auch Defizitanalysen, zum anderen auch für die spätere Harmonisierung der Datenmodelle ausgesucht werden können. Für die Kommunikation innerhalb dieser Ansprechpersonen wird eine zentral organisierte Kooperationsplattform (Wiki der GDI-DE) vorgeschlagen.

4. *Analyse bestehender Datensätze/-spezifikationen (unterschiedlicher) Behörden*

Anhand von ausgewählten Beispieldatensätzen sollte evaluiert werden, zu welchen Aspekten aufgrund der zurzeit unterschiedlich verwendeten Datensätze Harmonisierungsbedarf existiert und ob bereits einheitliche Datenspezifikationen bzw. Anforderungen im Sinne von bundesweiten Vorgaben bzw. Vereinbarungen vorliegen (z. B. die Verwaltungsvereinbarung zum Austausch von Umweltdaten oder abgestimmte Datenmodelle für das EU - Reporting und elektronische Berichterstattung). Hierzu sollten Datensätze von vergleichbaren Institutionen unterschiedlicher Länder, aus verschiedenen Verwaltungsebenen untersucht werden, um später eine harmonisierte Datenbereitstellung zu gewährleisten und zu einer stärkeren Nachnutzbarkeit beizutragen. Ebenfalls sollte geklärt werden, auf welchen Ebenen die Zuständigkeiten für die Koordinierenden und Moderierenden des Harmonisierungsprozesses liegen.

Als Ergebnis sollte eine Liste von Standards und Spezifikationen erstellt werden, die für das jeweilige Thema bereits Verwendung findet und bestehende inhaltliche und technische Anforderungen an das harmonisierte Datenmodell darstellen. Weiterhin sollten Beispiel-Datensätze für die weitere Untersuchung gesammelt werden, um daraus einen oder mehrere Anwendungsfälle für den Harmonisierungsprozess ableiten zu können.

Empfehlungen für den Datenspezifikationsprozess

Es wird empfohlen, sich bei der Spezifikation des harmonisierten Datenmodells an den aus INSPIRE bekannten Schritten für den Datenspezifikationsprozess zu orientieren^{10,11} (siehe Abb. 2). Anhand der *Best Practice*-Vorgaben (Kapitel 3.3.3) und den Ergebnissen sowie den Anforderungen aus den vorhergehenden Empfehlungen zur Vorbereitung, sollen bestehende Datenmodelle fortgeführt und erweitert bzw. neue Datenmodelle entwickelt werden. Die Modellierung sollte sich immer an konkreten Anwendungsfällen orientieren. Zur Ergebnisvalidierung sollten die Anwendungsfälle gemeinsam mit den Datenmodellierungsexpertinnen und -experten, Datenbereitstellenden und den für die Softwareumsetzung geschulten Expertinnen und Experten (z. B. HALE oder FME) beispielhaft durchgeführt werden.

¹⁰ Drafting Team „Data Specifications“ - deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications (Text No. D2.6_v3.0.pdf). INSPIRE Drafting Team „Data Specifications“ <https://inspire.ec.europa.eu/file/1895/download?token=fcng2v-6>

¹¹ Tóth, K., Portele, C., Illert, A., Lutz, M., Nunes de Lima, V. (2012): JRC Reference Reports: A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures, <https://inspire.ec.europa.eu/file/1418/download?token=rzNYULUf>

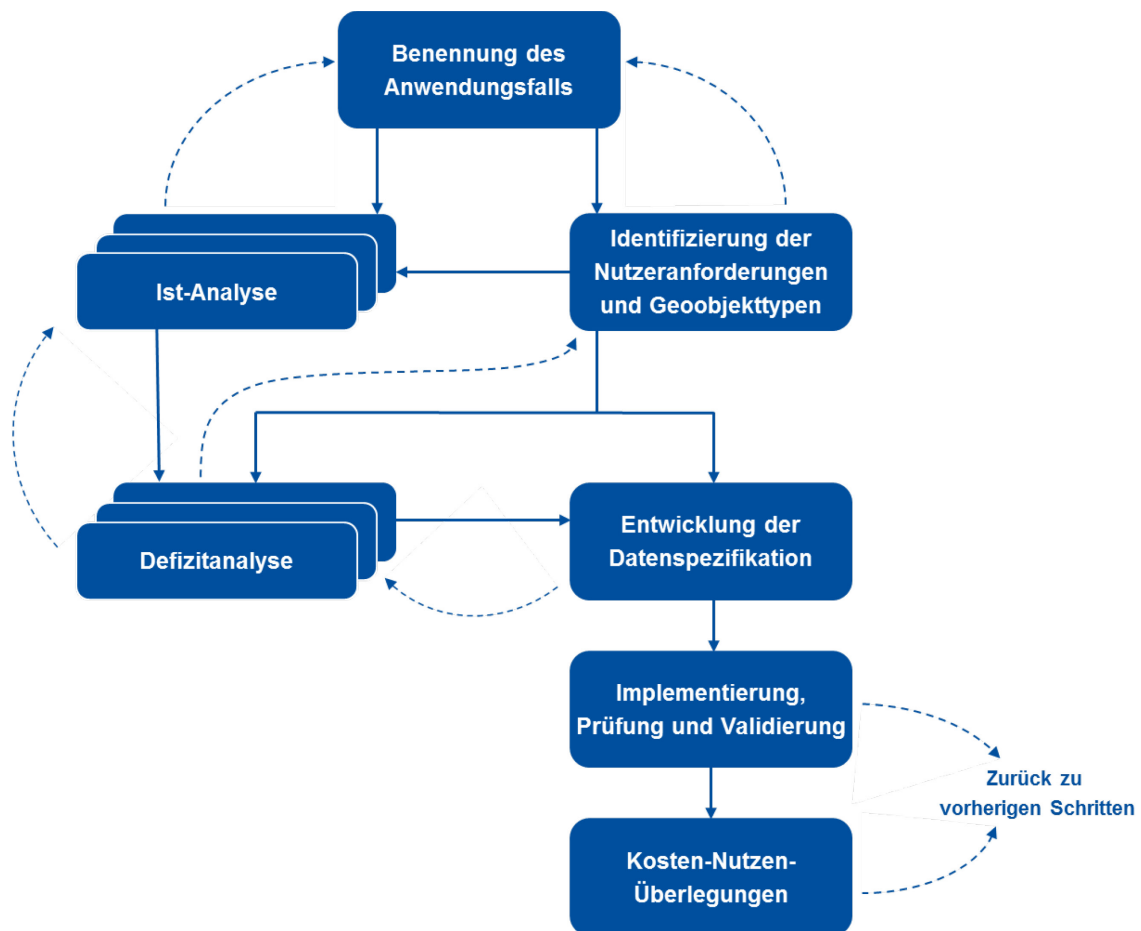


Abbildung 2: Mögliche Schritte bei der Erstellung von Datenspezifikationen (DIN CEN/TR 15449-3 2014)

In Abstimmung mit allen Beteiligten ist ein realistischer Zeitplan für den Prozess aufzustellen, welcher die Umsetzung begleitet und überwacht.

3.2 Referenzmodell

3.2.1 Beschreibung

Ein Referenzmodell enthält grundsätzliche, abstrakte und fachneutrale Vorgaben, wie bestimmte Vorgänge und Gegebenheiten formalisiert zu beschreiben sind. Im Rahmen der Entwicklung von Geodateninfrastrukturen kann das Referenzmodell für offene, verteilte Datenverarbeitung (Reference Model for Open Distributed Processing, RM-ODP) als Basis verwendet werden. RM-ODP ist Gegenstand des Standards ISO 10746¹² und liefert die grundlegenden Konzepte für die Normenserie ISO 19100. Beispielsweise verwendet das Open Geospatial Consortium (OGC) das RM-ODP als Grundlage für das OGC-Referenzmodell¹³. RM-ODP ist empfohlen zur Beschreibung von E-Government-Anwendungen. Dieser Ansatz lässt sich auf die Erkenntnis zurückführen, dass in einer Geodateninfrastruktur Beteiligte unterschiedliche Rollen (z. B. Nutzende, Entwickelnde) und dadurch verschiedene Sichten auf diese Infrastruktur haben können.

Ein zukünftiges Referenzmodell der GDI-DE sollte aus verschiedenen Sichtweisen und Abstraktionsebenen spezifiziert werden. Bei der Erstellung und Anwendung eines Referenzmodells ist daher zunächst dessen Zielsetzung und Anwendungsbereich festzulegen. **Das in diesem Interoperabilitätskonzept vorgeschlagene Referenzmodell bezieht sich schwerpunktmäßig auf die formale Beschreibung von Geodaten.** Die Beschreibung umfasst auch die logischen, zeitlichen, räumlichen und semantischen Zusammenhänge und dient der Standardisierung und Dokumentation der beschriebenen Objekte der realen fachlichen Welt.

3.2.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Bei der Entwicklung der INSPIRE-Datenspezifikationen wurden themenübergreifende Standards festgelegt, die zur Beschreibung der Geodaten verwendet werden sollen und Hinweise enthält, wie diese konkret anzuwenden sind. In der Regel haben Geoinformationsstandards einen sehr breiten Anwendungsbereich und sind unabhängig von Verfahren zur Anwendungsentwicklung und Ansätzen zur Technologieimplementierung. Daher müssen diese Vorgaben für spezielle Anwendungen (z. B. Datenmodellierung) konkretisiert und angepasst werden. Das Ergebnis ist ein "Profil", welches die fachliche Spezifizierung eines allgemein nutzbaren Modells darstellt.

INSPIRE hat für sein Referenzmodell die Verwendung von ISO 19101 empfohlen. Dieses sehr abstrakte Referenzmodell dient als Grundlage für die themenspezifischen Datenspezifikationen. Dabei werden noch zwei weitere Komponenten festgelegt:

- Die Interoperabilitätskomponenten von INSPIRE, die auch diesem Dokument zugrunde liegen,
- Vorgaben zur Erstellung von Produktspezifikationen nach ISO 19131¹⁴.

¹² <https://www.iso.org/standard/20696.html>

¹³ Open Geospatial Consortium, 2003. The OGC Reference Model: 2011 <https://www.ogc.org/standards/orm>

¹⁴ <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:19131:ed-2:v1:en> <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:19131:ed-2:v1:en>

Das INSPIRE Generic Conceptual Model¹⁵ kann als Referenzmodell für die Erstellung von Datenspezifikationen betrachtet werden. Darin sind bereits die für die standardisierte Beschreibung von Geodaten notwendigen Elemente fachneutral beschrieben, um sie in allen themenspezifischen Datenmodellen gleichermaßen zu verwenden. Es bietet sich daher an, auf Grundlage dieses INSPIRE Generic Conceptual Models ein Referenzmodell für die GDI-DE zu erstellen.

Derzeit existieren im Dokument „Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland Architektur der GDI-DE – Technik“¹⁶ (Version 4.0.0) jedoch noch keine Vorgaben für die Erstellung eines Referenzmodells. Im entsprechenden Technik-Dokument wird lediglich empfohlen, bei der Entwicklung neuer Geodatenpezifikationen innerhalb der GDI-DE grundsätzlich auf der Normenserie ISO 19100 aufzusetzen. Es erfolgt aber keine nähere Beschreibung, was konkret zu beachten ist und/ oder welche Standards (ggf. Profile) einzusetzen sind. Ohne eine solche Konkretisierung kann aber ein einheitliches Vorgehen bei der Spezifizierung von Geodaten nicht erreicht werden, sodass jede Community ihre eigenen Vorgaben macht, welches zu unkalkulierbaren Aufwänden bei der Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Quellen führen kann. Um interoperable Geodaten in der GDI-DE zu erreichen, wird daher die Erstellung eines fachneutralen, für möglichst viele Fachanwendungen nutzbaren Referenzmodell auf der Basis der einschlägigen ISO-Standards als erforderlich erachtet.

¹⁵ INSPIRE D2.5: Generic Conceptual Model, Version 3.4. <https://inspire.ec.europa.eu/file/1419/download?token=SJE-Nygp>

¹⁶ Architektur der GDI-DE – Technik, Version 4.0.0 https://www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_Technik.pdf

3.3 Regeln für das Anwendungsschema

Dieses Interoperabilitätselement ist nur dann anzuwenden, wenn ein Datenmodell unter Verwendung der gleichen Modellierungsgrundsätze wie bei INSPIRE gewollt ist. Ferner ist dieses Element Voraussetzung für den Anwendungsfall „Erweiterung von INSPIRE“, da eine fachliche Erweiterung der INSPIRE-Datenmodelle nur unter Berücksichtigung der INSPIRE-Modellierungsregeln möglich ist.

3.3.1 Beschreibung

Anwendungsschemata sind konzeptionelle Datenmodelle, die für eine bestimmte Applikation oder ein Datenthema entwickelt wurden. Es werden Objektklassen definiert, die die (räumlichen) Objekttypen, Attribute, Relationen und Integritätsregeln zwischen den Objekten festlegen. Zur Repräsentation von konzeptionellen Datenmodellen werden in der Regel maschinenlesbare Notationen wie UML verwendet, um die automatische Ableitung von Encodingschemata (z. B. in XSD) zu ermöglichen. Eigenschafts- bzw. Feature-Kataloge sind eine äquivalente Präsentation der Informationen aus den Anwendungsschemata. Sie unterstützen die textuelle Dokumentation, die Mehrsprachigkeit, sowie die Suche und den Zugriff auf einzelne Elemente der Anwendungsschemata.

Die Regeln für Anwendungsschemata liefern Festlegungen, wie Datenmodelle von Geodaten zur Repräsentation von Realweltobjekten gebildet und beschrieben (Inhalt und Struktur, Modellkonstrukte) bzw. wie existierende Anwendungsschemata erweitert werden (z. B. INSPIRE Schemata).

Im Gegensatz zum Interoperabilitätselement „Referenzmodell“ werden in diesem Abschnitt Regeln für die Bildung und Beschreibung von Datenmodellen der Geodaten beschrieben. Ein Referenzmodell hingegen enthält in erster Linie Angaben zu relevanten Standards und wie diese genutzt werden. Zwischen beiden Interoperabilitätselementen gibt es gewisse gegenseitige Abhängigkeiten, z. B. wenn Standards bereits Regeln für die Erstellung von Anwendungsschemata enthalten. Dennoch sind es zwei unterschiedliche Elemente, die auch getrennt voneinander betrachtet werden.

3.3.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

In INSPIRE erfolgt die Modellierung der Anwendungsschemata in UML nach ISO 19109 unter Verwendung eines INSPIRE-UML-Profils. Die Objektartenkataloge sind aus dem UML-Modell abgeleitet. In den referenzierten Dokumenten findet sich eine Reihe von weiteren detaillierteren Vorgaben, von denen hier nur Einige beispielhaft aufgeführt werden:

INSPIRE Generic Conceptual Model¹⁷

- Definition des allgemeinen Rahmens zur Entwicklung von harmonisierten Datenspezifikationen:
 - Relationen zu den ISO 19xxx Standards,
 - Raumzeitliche Repräsentationen räumlicher Objekte über verschiedene Auflösungsstufen,
 - Raumzeitliche Beziehungen zwischen räumlichen Objekten,
 - Identifikatoren,

¹⁷ <https://inspire.ec.europa.eu/documents/inspire-generic-conceptual-model>

- Mehrsprachigkeit,
- Verwendung von gemeinsamen Vokabularen bzw. Thesauri.

Drafting Team "Data Specifications" – deliverable D2.6, insbesondere Kapitel 6¹⁸

- Festlegung von verpflichtenden und optionalen Attributen:
Verpflichtende Attribute sind als solche festzulegen, wenn die Features ohne sie keine Aussagekraft hätten oder nur eingeschränkt nutzbar sind.
- Wenn Modellierungsalternativen existieren, sind jeweils Empfehlungen zur Verwendung der unterschiedlichen Optionen anzugeben. Bevorzugt anzuwendende Lösungen sind zu empfehlen.
- Vermeidung von Enumerationen (nicht erweiterbare Aufzählungen) mit vordefinierten quantitativen Intervallen.
- Empfehlung zur Nutzung von hierarchischen Klassifikationen, sofern die Unterklassen immer nur durch ein Unterscheidungsmerkmal festgelegt sind, nicht durch mehrere.

JRC Reference Report 2012¹⁹

- Bedingungen zur Entwicklung von mehreren Anwendungsschemata für ein Datenthema:
 - wenn das Thema sehr umfangreich oder eine logische Aufteilung nach unterschiedlichen Sichten nicht möglich ist, wie z. B. beim INSPIRE-Thema „Verkehrsnetze“ mit der Unterteilung nach Straßen-, Schienen- und Wasserverkehr, etc.,
 - bei rechtlich bindenden Kernkomponenten des Modells, während Erweiterungen nur einen empfehlenden Charakter haben,
 - bei expliziter Modellierung verschiedener Auflösungs- oder Skalierungsstufen.

Derzeit gibt es innerhalb der GDI-DE keine mit den INSPIRE - Datenspezifikationen vergleichbaren, konkreten Vorgaben. Das GDI-DE-Architekturkonzept empfiehlt bislang nur sehr allgemein die Beachtung der INSPIRE - Grundsätze. Des Weiteren existiert derzeit kein explizites UML-Profil für die GDI-DE, allenfalls implizit in Fachmodellen in verschiedenen Anwendungen (z. B. AAA-Datenmodell der Adv, XPlanung und XBau).

3.3.3 Bewertung und Empfehlung

Die Erweiterung der INSPIRE - Datenmodelle aus den Durchführungsbestimmungen und zugehörigen Datenspezifikationen ist grundsätzlich die Aufgabe von Modellierungsexpertinnen und -experten mit entsprechendem INSPIRE - Hintergrundwissen. In der Praxis verfügen die Modellierenden jedoch nicht immer über dieses Wissen. Eine Leitlinie zum Vorgehen für die Erstellung von Modellen wäre an dieser Stelle hilfreich, z. B. in Form eines frei zugänglichen Wikis mit Beispielen, Leitfäden, einer Sammlung weiterführender Links, Diskussionsforum etc., ähnlich wie: <https://github.com/ISO-TC211/UML-Best-Practices/wiki>.

¹⁸ Drafting Team „Data Specifications“ - deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications
<https://inspire.ec.europa.eu/file/1895/download?token=fcng2v-6> INSPIRE Drafting Team „Data Specifications“

¹⁹ Tóth, K., Portele, C., Illert, A., Lutz, M., Nunes de Lima, V. (2012): JRC Reference Reports: A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures, <https://inspire.ec.europa.eu/file/1418/download?token=rzNYULUf>

Zum Erreichen einer interoperablen Bereitstellung von Geodaten in der GDI-DE sollte unter anderem Folgendes inhaltlich geklärt werden:

- Allgemeine Fragen zur Modellierung:
 - Welche Vorteile hat ein auf internationalen Standards basierendes Datenmodell?
 - Welche Alternativen gibt es und welche Vorteile/ Nachteile haben diese?
 - Welche Software wird genutzt bzw. eingesetzt (UML Modellierung, Ableitung der XML Schemata, etc.)?
 - Welche Modellkonstrukte sind zu vermeiden (z. B. Association Classes)?
 - Wie könnte eine Dokumentation der Modelle aussehen?
 - Wie kann die GDI-DE Registry bei der Modellierung miteingebunden bzw. genutzt werden (z. B. Registrierung der Codelisten)?
 - Wie sind Integritätsregeln zu definieren (z. B. OCL)?
- Vorgaben zur Modellierung der Maßstabsabhängigkeit:
 - Welche Maßstäbe und Repräsentationen sind in welchen Anwendungen relevant?
 - Ist die Repräsentation eines Objekts in verschiedenen Maßstäben erforderlich?
- Notwendiges Hintergrundwissen zu INSPIRE (Entscheidungshilfe/ -fragen):
 - Für wen sind die Vorgaben von INSPIRE bzw. aus dem GDI-DE Interoperabilitätskonzept (nicht) relevant?
 - Wie können weitere Datenanbieter von genereller Bedeutung dafür gewonnen werden, auch ohne die Verpflichtungen der INSPIRE-Vorgaben umsetzen zu müssen?
 - Welche INSPIRE Packages sind relevant? Wie sind diese einzubinden bzw. zu erweitern?
 - Welche vorgegebenen INSPIRE - Klassen sind wann und wie zu übernehmen?
 - Besonderheiten der INSPIRE - Modellierung wie z. B.:
 - NULL-Attribute,
 - Unterscheidung von featuretype (geographisch referenziert) und datatype (Wo ist eine geographische Referenz notwendig?),
 - Unterscheidung von Codelisten und Enumerationen, Beschreibung der Prozesse zur Erweiterung der INSPIRE-Datenmodelle (Objektarten, Codelisten, ...).

3.4 Identifikatormanagement

3.4.1 Beschreibung

Es sind Festlegungen erforderlich, ob und wie Geoobjekte in der realen Welt abgebildet und dauerhaft identifiziert werden können. Dies beinhaltet darüber hinaus auch die Definition von Namensräumen. Identifikatoren für Geoobjekte werden in diesem Konzept als Objektidentifikatoren (OI) bezeichnet. Darüber hinaus gibt es weitere Identifikatoren für Metadatensätze und/oder Geodatenressourcen sowie Codes für Referenzsysteme, welche in Registern abgelegt werden.

Ziele für die Interoperabilität von Geodaten:

- Eindeutige Identifikation und Auffindbarkeit von Geoobjekten,
- Lebenszyklus-Management und Versionierung von Geoobjekten,
- Unterstützung der Mehrfachverwendung von Geoobjekten; (eindeutige) Objektidentifikatoren erlauben bzw. ermöglichen den Zugriff auf die Geoobjekte, z. B. zum Verweis von externen Daten auf die Geoobjekte.

3.4.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

INSPIRE-Vorgaben

- INSPIRE hat hier Grundlagenarbeit geleistet (insb. Das Generic Conceptual Model²⁰) (s.u. Geltungsbereich und Anforderungen),
- Nationale Regelungen beruhen oft auf INSPIRE - Vorgaben,
- Grundlegende Probleme zu Lebenszyklen und Versionierung werden angerissen, aber nicht im Detail gelöst.

Geltungsbereich für Objektidentifikatoren

In der INSPIRE - Richtlinie sind identifizierbare Objekte sog. „spatial objects“, im Folgenden **Geoobjekte** genannt²¹. Ein Objektidentifikator bezieht sich nicht auf ein realweltliches Phänomen (z. B. einen bestimmten Baum oder See), sondern auf dessen Abstraktion (= ein Geoobjekt). Voneinander abweichende Abstraktionen des gleichen realweltlichen Phänomens erhalten unterschiedliche Objektidentifikatoren.

Üblicherweise wird die Art der Abstraktion in einer Vorschrift zur Objektbildung bzw. über eine Erfassungsvorschrift bei der Objektaufnahme im Feld oder über fernerkundliche Hilfsmittel festgelegt (siehe auch Interoperabilitätselement „Erfassungskriterien“). Die Anwendung sogenannter „spatial object types“ mit verpflichtenden und optionalen thematischen, geometrischen, topologischen und temporalen Attributen sind ein gängiges Instrument zur normativen Objektbildung. Ebenso legen Qualitätsvorgaben bei der Erfassung (Straßen als Linien oder Flächen, Lagegenauigkeit etc.) grundsätzlich die Art

²⁰ INSPIRE D2.5: Generic Conceptual Model, Version 3.4. http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3.4.pdf

²¹ "Spatial object: abstract representation of a real-world phenomenon related to a specific location or geographical area [INSPIRE Directive]. [...] It is also synonymous with "(geographic) feature" as used in the ISO 19100 series. (Quelle: INSPIRE D2.5 V 3.4)

der Abstraktion fest. Bei der Erfassung, Vorverarbeitung und Weitergabe der Daten (z. B. durch zwischengeschaltete Generalisierungsstufen) können jedoch leicht unterschiedliche Abstraktionsniveaus entstehen. Solche Einflüsse werden im INSPIRE GCM 2014 jedoch nicht im Detail diskutiert.

Anforderungen an Objektidentifikatoren

Das INSPIRE GCM 2014 stellt vier Anforderungen an Objektidentifikatoren:

- Eindeutigkeit (*uniqueness*),
- Persistenz (*persistence*),
- Rückverfolgbarkeit (*traceability*) und
- Machbarkeit (*feasibility*).

3.4.3 Bewertung und Empfehlungen

Eindeutigkeit

Die Eindeutigkeit von Objektidentifikatoren wird im INSPIRE GCM 2014 wie folgt definiert:

- (1) Ein Objektidentifikator bezeichnet genau ein Geoobjekt.
- (2) Die Eindeutigkeit dieses Objektidentifikators muss innerhalb des Geltungsbereiches garantiert sein (z. B. eindeutig innerhalb der Menge aller INSPIRE-Geoobjekte).
- (3) Unterschiedliche Versionen oder Kopien des gleichen Geoobjektes (d. h. gleiche Abstraktion des gleichen real-weltlichen Phänomens) haben den gleichen Objektidentifikator.
- (4) Objektidentifikatoren dürfen nicht wiederverwendet werden. Falls ein Geoobjekt permanent aus dem Datenbestand entfernt wird, bezeichnet dessen Objektidentifikator immer noch dieses (nicht mehr vorhandene) Geoobjekt.

Geoobjekte können versioniert werden, um z. B. nachträgliche Korrekturen oder Änderungen an Attributfeldern transparenter zu kennzeichnen. Obwohl Versionen nicht Bestandteil des Objektidentifikators eines Geoobjektes sind, wird im INSPIRE GCM 2014 ein versionierter Datentyp für Objektidentifikatoren vorgeschlagen (siehe Tabelle 1). Ein *Namespace* und eine *LocalId* bilden den eindeutigen Objektidentifikator, das Versionsfeld kann eine fortlaufende Nummer sein oder einen Zeitstempel enthalten. Zudem kann dieser Identifikator-Datentyp auch für die interne Datenhaltung genutzt werden.

Tabelle 1 Auszug aus dem Generic Conceptual Model von INSPIRE

Class: <<datatype>> Base Types.Identifier (INSPIRE GCM 2014, Clause 9.8.2.3.1)	
Attribute: LocalId	Definition: A local identifier, assigned by the data provider. The local identifier is unique within the namespace, i. e. no other spatial object carries the same unique identifier. Description: It is the responsibility of the data provider to guarantee uniqueness of the local identifier within the namespace.
Attribute: Name-space	Definition: Namespace uniquely identifying the data source of the spatial object. Description: The namespace value will be owned by the data provider of the spatial object and will be registered in the INSPIRE External Object Identifier Namespaces Register.
Attribute: VersionID	Definition: The identifier of the particular version of the spatial object, with a maximum length of 25 characters. If the specification of a spatial

object type with an external object identifier includes life-cycle information, the version identifier is used to distinguish between the different versions of a spatial object. Within the set of all versions of a spatial object, the version identifier is unique.

Description: The maximum length has been selected to allow for time stamps based on ISO 8601, for example, "2007-02-12T12:12:12+05:30" as the version identifier.

The property is void, if the spatial data set does not distinguish between different versions of the spatial object. It is missing, if the spatial object type does not support any life-cycle information.

Es wird ein Prozess zur Vergabe und Registrierung von Objektidentifikatoren benötigt, der die folgenden Anforderungen erfüllt:

- Ein Objektidentifikator darf bzw. kann für ein Geoobjekt nur einmal vergeben werden.
- Die Verknüpfung zwischen Geoobjekt und dessen Objektidentifikator muss auflösbar (d. h. rückverfolgbar) sein.
- „Verfallene“ Objektidentifikatoren müssen erfasst bleiben, damit diese nicht irrtümlich erneut vergeben werden können.

Eine klare Benennung der verantwortlichen Stellen für die Pflege der Objektidentifikatoren ist zwingend erforderlich. Ihnen obliegen die Durchsetzung bzw. die Einhaltung dieser Anforderungen.

Für INSPIRE wurden Vorgaben zu Objektidentifikatoren festgelegt²². In der GDI-DE wurde der Prozess ebenfalls abgestimmt, siehe Kapitel Registry (ID-Resolver, und Namensraumregister²³), sowie die [Konvention zur Bildung von Namensräumen in der GDI-DE](#)²⁴.

Persistenz

Die Persistenz von Objektidentifikatoren wird im INSPIRE GCM 2014 wie folgt beschrieben:

- (1) Für den gesamten Lebenszyklus eines Geoobjektes bleibt der Objektidentifikator unverändert.
- (2) Die Regeln zum Lebenszyklus von Geoobjekten variieren zwischen verschiedenen Datenbereitstellenden. Daher sind in den INSPIRE-Datenspezifikationen keine definitiven Vorschriften zum Lebenszyklus-Management für Geoobjekte vorgenommen worden.

Im Bereich der INSPIRE-Datenthemen gibt es in den Mitgliedsstaaten keine flächendeckende Unterstützung für die Abbildung von Lebenszyklen oder Versionen. Daher bleiben das INSPIRE Generic Conceptual Model und die darauf aufbauenden Datenspezifikationen hier eher abstrakt. Folgende Aspekte sind jedoch als Regeln für einen Lebenszyklus eines Geoobjektes zu berücksichtigen:

- (3) Es muss fachlich geklärt sein, wie stark ein Geoobjekt semantisch oder geometrisch verändert werden kann, um immer noch als das gleiche Geoobjekt zu gelten.

²² Festlegungen zu INSPIRE Objektidentifikatoren (2.1) in der Verordnung (EG) Nr. 1089/2010 der Kommission vom 23. November 2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatenätzen und -diensten (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32010R1089>)

²³ <https://registry.gdi-de.org/register/namespaces/>

²⁴ <https://wiki.gdi-de.org/x/FYCiAw>

- (4) Sofern Nutzende die Weitergabe von Lebenszyklusinformationen fordern, sollten diese auf der Ebene des Geoobjekttyps festgelegt werden. Genauere Aussagen dazu sind im INSPIRE GCM 2014, Kapitel 9.7 zu finden bzw. nachzulesen.

Empfehlungen für Datenanbietende:

- Klärung der Frage, ob Informationen zum Lebenszyklus des Geoobjekts generell nötig sind.
- Wenn ja:
 - Definition von Regeln zum Lebenszyklus-Management auf fachlicher Ebene,
 - Definition einer entsprechenden Vorschrift zur Versionierung für Objektidentifikatoren.

Rückverfolgbarkeit

INSPIRE fordert einen Mechanismus zur Auffindbarkeit von Geoobjekten, basierend auf dem jeweils dazugehörigen Objektidentifikator. Ein Objektidentifikator muss daher Informationen zur Herkunft (im englischen Text *source*) des Geoobjektes beinhalten. Diese Informationen sollen u. a. ermöglichen, einen geeigneten Downloaddienst für das Geoobjekt zu finden.

Das Generic Conceptual Model von INSPIRE spricht hier von sog. „*interoperability arrangements*“, d. h. es wird nicht gefordert, dass der Objektidentifikator direkt auf den Speicherort des Geoobjektes zeigt. Vielmehr ähnelt der Zugriffsmechanismus der Auflösung eines *Digitalen Objektbezeichners* (DOI). Über den Namensraum des Objektidentifikators lässt sich der Datenbereitstellende identifizieren und in dessen Bestand (Katalog) das Geoobjekt finden.

Machbarkeit

INSPIRE - Objektidentifikatoren müssen so aufgebaut sein, dass sie auf existierende nationale Objektidentifikatoren abgebildet werden können. Hierfür existieren in Deutschland bereits zahlreiche Vorschläge. Sie definieren syntaktische Vorgaben für den Aufbau von Namensräumen auf verschiedenen föderalen Ebenen. Mit der GDI-DE Registry gibt es bereits ein entsprechendes Instrument und Konventionen²⁵.

Konzeptionelles Beispiel *Nationalpark* (Vorschlag aus dem Abschlussbericht Modellprojekt GDI-DE Registry (2012)²⁶ für das OID-Namensraum-Register):

- <http://oid.gdi-de.org/de.sn.lfulg/12345>
(fiktives Beispiel bei eindeutigen lokalen IDs innerhalb der gesamten Behörde)
- <http://oid.gdi-de.org/de.sn.lfulg.np/12345>
(fiktives Beispiel bei nicht einheitlichen lokalen IDs innerhalb der gesamten Behörde)

Konzeptionelle Probleme ergeben sich typischerweise an administrativen Grenzen oder an überlappenden fachlichen Zuständigkeiten. Hierbei sind folgende Fragen zu klären:

- Was passiert mit Geoobjekten, welche die Ländergrenzen schneiden?
- Hört die Objektbildung grundsätzlich an der Ländergrenze auf?

²⁵ Siehe Kapitel Registry, sowie <https://registry.gdi-de.org/register/namespace/> und [Konvention zur Bildung von Namensräumen in der GDI-DE](#).

²⁶ Abschlussbericht Modellprojekt GDI-DE Registry, Version 1.0.

- Das ist in großen Teilen zwar gängige Praxis (z. B. überregionale Flussläufe, grenzüberschreitende Schutzgebiete), aber aus Anwendersicht oft verwirrend und schwer nachvollziehbar.
- In wessen Zuständigkeit fällt die Bildung (bestimmter) grenznaher oder -überschreitender Geoobjekte (z. B. Flussläufe) für welchen Anwendungsfall?

3.5 CRS, Maßeinheiten

3.5.1 Beschreibung

Geodaten können in verschiedenen Koordinatenreferenzsystemen (CRS) erfasst und gespeichert werden. Für eine gemeinsame Verwendung, z. B. die Darstellung mehrerer Geodatenätze auf einer Karte, müssen die Einzeldaten durch eine entsprechende Transformation in ein einheitliches CRS gebracht werden.

Die Verknüpfung der Geometrien eines Datensatzes mit einem CRS erfolgt jeweils über einen CRS-Identifikator. Um die erforderlichen Parameter für eine Transformation zu erhalten, müssen Anwendungen in der Lage sein, die dem Identifikator zugeordneten Parameter des CRS zu interpretieren bzw. auswerten zu können. Um die CRS-Parameter verlässlich nutzen zu können, müssen diese durch eine autorisierte Stelle bereitgestellt und gepflegt werden. Derzeit werden CRS üblicherweise in einer Online-Datenbank (EPSG Geodetic Parameter Dataset²⁷) erfasst und bereitgestellt. Die EPSG (European Petroleum Survey Group Geodesy) ist eine Arbeitsgruppe der europäischen Öl- und Gaskundungsunternehmen. Der EPSG-Code ist ein System weltweit eindeutiger, 4- bis 5-stelliger Schlüsselnummern für Koordinatenreferenzsysteme und anderer geodätischer Datensätze, wie Referenzellipsoide oder Projektionen. Es wird unter gleichem Namen von der Nachfolgeorganisation OGP (Surveying and Positioning Committee der International Association of Oil & Gas Producers) weitergeführt.

Ebenso muss in einem Datenmodell für jeden quantitativen Wert dessen Maßeinheit angegeben sein. In diesem Abschnitt werden die dafür zu verwendenden Kurzbezeichnungen definiert, die auch in den jeweiligen XML-Schemadateien Verwendung finden. Zur Interpretation dieser Kurzbezeichnungen wird die exakte Definition der verwendeten Maßeinheit in einer zentralen Registry benötigt. Die Angabe der Maßeinheit (UoM - Unit of Measure) in einer XML-Datei (GML) hat den Datentypen "anyURI". Damit sind sowohl URL- als auch URN-Angaben erlaubt. Die URL-Variante setzt eine explizite XML-Beschreibung der verwendeten Maßeinheit in einem GML-Dictionary voraus.

²⁷ <https://epsg.org/info-api.html>

Die folgende Tabelle 2 enthält exemplarisch einige gebräuchliche Maßeinheiten, die als Ressource in einer Registry abgelegt werden können:

Tabelle 2 Gebräuchliche Maßeinheiten

Maßeinheit	Kurzbezeichnung
Meter	m
Millimeter	mm
Kilometer	km
Quadratmeter	m ²
Kubikmeter	m ³
Grad, dezimal (Altgrad)	grad
Gon, dezimal	gon
Radians	rad
m/s ²	ms ⁻²
m ² /s ²	m ² s ⁻²

3.5.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Sowohl CRS als auch Maßeinheiten können im CRS-Register der GDI-DE Registry²⁸ abgelegt werden (Vgl. Kapitel 3.7). Es fehlen in der Registry Höheninformationen.

3.5.3 Bewertung und Empfehlungen

Es wird empfohlen, die CRS-Registry um die in der GDI-DE genutzten Höhenreferenzsysteme zu ergänzen.

²⁸ <https://registry.gdi-de.org/register/crs/>

3.6 Nutzung zentraler Komponenten

3.6.1 Beschreibung

Die GDI-DE ist modular aus definierten IT-Komponenten aufgebaut, die in bestimmter Art und Weise miteinander interagieren. Hierbei werden als nationale technische Komponenten (NTK) der GDI-DE solche Komponenten verstanden, die innerhalb der GDI-DE nur einmal und an zentraler Stelle betrieben werden²⁹. Durch die zentrale Bereitstellung und Pflege entfällt der mehrfache Implementierungs- und Pflegeaufwand bei den jeweiligen Datenanbietenden.

3.6.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Für die interoperable Bereitstellung von INSPIRE-Daten stellt das Joint Research Center (JRC) der EU folgende technische Komponenten zentral bereit:

1. **INSPIRE Reference Validator**³⁰: Der INSPIRE Reference Validator prüft die INSPIRE-Konformität von Diensten, Daten und Metadaten. Eine Erweiterung durch die Mitgliedstaaten ist nicht vorgesehen, daher müssen Tests zu nationalen und/oder anwenderspezifischen Profilen über eigene Testsuites (z. B. GDI-DE-Testsuite, AdV-Testsuite) bereitgestellt werden.
2. **INSPIRE Geoportal**³¹: Anwendung zur Veröffentlichung von INSPIRE Daten. Die Anwendung ist derzeit unterteilt in High-Value Data Sets und INSPIRE Thematic Data. Die Darstellung der INSPIRE Daten erfolgt über die Auswahl eines Mitgliedsstaats oder über die Auswahl des INSPIRE Themas.
3. **INSPIRE Registry**³²: Die INSPIRE-Registry dient ausschließlich zur Bereitstellung der eigenen INSPIRE-Ressourcen. Eine Erweiterbarkeit durch die Mitgliedsstaaten ist nicht vorgesehen, weshalb hier zusätzlich auf die GDI-DE Registry zurückgegriffen werden muss.

Im Auftrag der GDI-DE werden aktuell fünf nationale technische Komponenten (NTK) vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) für die GDI-DE bereitgestellt: GDI-DE Testsuite, Geodatenkatalog.de (GDK), Geoportal.de, GDI-DE Registry und GDI-DE Monitor. Die GDI-DE Testsuite, GDI-DE Registry und GDI-DE Monitor richten sich primär an Geodaten-Anbietende, weshalb sie für die interoperable Bereitstellung von Geodaten von großer Bedeutung sind. Das Geoportal.de und Geodatenkatalog.de richtet sich an die Nutzenden, die auf die Daten zugreifen möchten. Der Vollständigkeit halber werden daher alle fünf NTK aufgeführt:

1. Mit Hilfe der **GDI-DE Testsuite**³³ können Metadaten, Geodatensätze und -dienste auf Konformität zu nationalen und internationalen Standards bzw. den Vorgaben der europäischen INSPIRE - Richtlinie geprüft werden. Die Testsuite ist bei Bedarf erweiterbar und kann zur Prüfung

²⁹ Architektur der GDI-DE – Technik, Version 4.0.0 https://www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_Technik.pdf,

3.3 Nationale Technische Komponenten

³⁰ <https://inspire.ec.europa.eu/validator/about>

³¹ <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

³² <https://inspire.ec.europa.eu/registry>

³³ <https://testsuite.gdi-de.org>

weiterer Vorgaben genutzt werden. Sie ist ein zentrales Werkzeug zur Prüfung der Konformität (siehe Kapitel "Konformität").

2. Die **GDI-DE Registry**³⁴ verwaltet über verschiedene Register Informationen, die mehrfach in der GDI-DE verwendet werden wie z. B. die Namensräume und Codelisten. Im Kapitel Registry ist die Bedeutung und Nutzung der GDI-DE Registry ausführlich beschrieben.
3. Der **Geodatenkatalog.de**³⁵ (GDK) ist ein standardisiertes, harmonisiertes und konsolidiertes Metadatenauskunftssystem zur Bereitstellung von Metadaten im nationalen und internationalen Kontext. Über den Suchdienst können alle, innerhalb der GDI-DE, verfügbaren Metadaten zu Geodaten, Diensten und IT-gestützten Geodatenanwendungen aus den Bereichen Bund, Länder, Wissenschaft und Wirtschaft gefunden werden. Die Weiternutzung der Metadaten der GDI-DE erfolgt automatisiert und in regelmäßigen Abständen im Geoportal.de, GovData Datenportal (Open Data), GEOSS Portal, European Data Portal oder im INSPIRE Geoportal. Hierbei geht es um die Metadaten, sodass die Zuständigkeit für Vorgaben und Hinweise primär dem AK Metadaten obliegt.
4. Das **Geoportal.de**³⁶ ist das „Schaufenster“ der GDI-DE, um Fachwissen in der Öffentlichkeit transparent zu machen, und um das Funktionieren der Konzepte und Empfehlungen der GDI-DE aufzuzeigen. Im Portal können die bundesweit verteilten Geodaten der öffentlichen Verwaltung gefunden, in einer Kartenansicht dargestellt und mit weiteren Geodaten verknüpft werden. Die harmonisierte Bereitstellung der Geodaten über das Geoportal ist nicht Teil des Interoperabilitätskonzepts. Die Vorgaben zur Bereitstellung von Geodaten über Geodienste obliegt dem AK Geodienste.
5. Der **GDI-DE Monitor**³⁷ ist ein weiteres Qualitätssicherungswerkzeug und richtet sich primär an Geodatenanbieter. Der Monitor gibt einen durchgängigen Überblick zur Qualität aller Metadaten in der GDI-DE. Maßstab ist dabei die Einhaltung der Verfügbarkeits- und Konformitätsvorgaben der GDI-DE und von INSPIRE.

3.6.3 Bewertung

Der gesicherte Betrieb und die Weiterentwicklung der zentralen nationalen Komponenten erfolgt durch das BKG (siehe Vereinbarung zwischen Bund und Ländern zum gemeinsamen Ausbau und Betrieb der Geodateninfrastruktur Deutschland (Verwaltungsvereinbarung GDI-DE)³⁸). Der Zweck, sowie die entsprechenden Anforderungen, Schnittstellen und Leistungsmerkmale sind in der Architektur der GDI-DE -Technik³⁹ festgeschrieben.

³⁴ <https://registry.gdi-de.org>

³⁵ <https://gdk.gdi-de.org/>

³⁶ <http://www.geoportal.de>

³⁷ <https://monitor.gdi-de.org/> (mit Anmeldung), Aktuelle Informationen zum GDI-DE Monitor im Wiki: <https://wiki.gdi-de.org/x/SICqPw>

³⁸ https://www.gdi-de.org/download/GDI-DE_Verwaltungsvereinbarung_2017.pdf

³⁹ https://www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_Technik.pdf (Version 4.0.0)

3.7 Registry

3.7.1 Beschreibung

Um die Interoperabilität von Geodaten zu gewährleisten, müssen thematisch gleiche Datensätze verschiedener Herkunft (z.B. aus mehreren Kommunen) einheitlich beschrieben und harmonisiert bereitgestellt werden (*siehe auch Kapitel: organisatorische Anforderungen*). Voraussetzung dafür sind abgestimmte Definitionen und Festlegungen von Datenstrukturen und Semantik wie z. B. einheitliche Datenmodelle, Beschreibungen von Geo-Objekten, Identifikatoren und Wertebereiche (Codelisten) (*siehe auch Kapitel: Regeln für Anwendungsschemata*). Damit die Interoperabilität innerhalb eines Geodaten-themas und zwischen verschiedenen Geodaten-themen gewährleistet werden kann, müssen diese abgestimmten Informationen (= Registereinträge) klar beschrieben, eindeutig identifizierbar (*siehe auch Kapitel Identifikatormanagement*) und für verschiedene Nutzer zentral veröffentlicht, maschinell zugreifbar und internetbasiert referenzierbar sein. Dazu bietet sich eine Registry als technisches Werkzeug an. Registries nehmen daher eine zentrale Rolle ein, weil sie das Verwalten, Auffinden und Nachnutzen von vorhandenen (Geo-) Informationsressourcen ermöglichen.

Mit einer Registry sollen folgende Ziele erreicht werden:

- a) Bereitstellung harmonisierter Informationen
Für eine bessere Interpretation und automatisierte Auswertung gleichartiger Informationen ist es erforderlich, Datenbestände aus unterschiedlichen Organisationen zu vereinheitlichen. Dafür stimmen sich die fachlich zuständigen Organisationen über eine Vielzahl von Rahmenbedingungen wie die Datenstruktur, Begrifflichkeiten, Objektdefinitionen usw. ab, um ein gemeinsames Verständnis der Sachverhalte zu erzielen. Damit die abgestimmten Ergebnisse für alle beteiligten Organisationen und alle Nutzer maschinell zugreifbar sind, werden sie in Form von Artefakten (z. B. Codelisten, Schemas, Namensräume) zentral in einer Registry bereitgestellt.
- b) Eindeutigkeit
Damit IT-Systeme in der Lage sind, gezielt auf bestimmte Registereinträge zuzugreifen, werden die Registereinträge bei der Registrierung mit einem eindeutigen Identifikator versehen.
- c) Langfristige und zuverlässige Verfügbarkeit (Persistenz)
Die Registry stellt sicher, dass die registrierten Registereinträge langfristig verfügbar sind, um eine verlässliche Nutzung zu gewährleisten.
- d) Nachvollziehbarkeit von Änderungen (Historie)
In der Praxis kann eine Anpassung von Registereinträgen notwendig sein. Durch eine Versionierung der Registereinträge ist sichergestellt, dass die interoperable Nutzung von Daten stets gewährleistet ist. Alle Änderungen sind nachvollziehbar.

Eine Registry ist also ein System zur Organisation und der zentralen Bereitstellung von fachlich und organisatorisch übergreifenden, konsistenten und qualitätsgesicherten Informationen in Registern. Als Registry wird dabei das Gesamtsystem, das zur Pflege der Register betrieben wird, bezeichnet. Ein Register wiederum ist eine systematische Sammlung von eindeutig identifizierbaren Informationen (= Registereinträge), also der eigentlichen Inhaltselemente, die von einer fachlich zuständigen Stelle für den Zweck der Nachnutzung, unterstützt durch ein Rollenkonzept, nach einem festgelegten Vorgehen abgelegt und gepflegt werden. Eine Registry gewährleistet, dass die Inhalte der Register lesend öffentlich zugänglich sind, die Pflege der Inhalte aber nur zugangsbeschränkt möglich ist.

Eine Registry aus technischer Sicht

Die grundlegende technische Umsetzung einer Registry kann mittels einer einfachen Client-Server-Architektur mit folgenden Ebenen realisiert werden (siehe Abbildung 3):

- Registry-Client: Registry-Benutzeroberfläche, die als Web-Anwendung im Browser genutzt werden kann. Der Registry-Client ermöglicht den zuständigen Stellen die Pflege der Registerinhalte und unterstützt für die öffentliche Nutzung die Recherche, den Abruf sowie die Betrachtung der Registerinhalte.
- Registry-Service: Registry-Dienst-Komponente, die die erforderliche Anwendungslogik unterstützt und weitere Schnittstellen für die maschinelle Nutzung der Inhalte bereitstellt.
- Datenhaltung: Datenhaltungskomponente zur Speicherung aller erforderlichen Informationen.

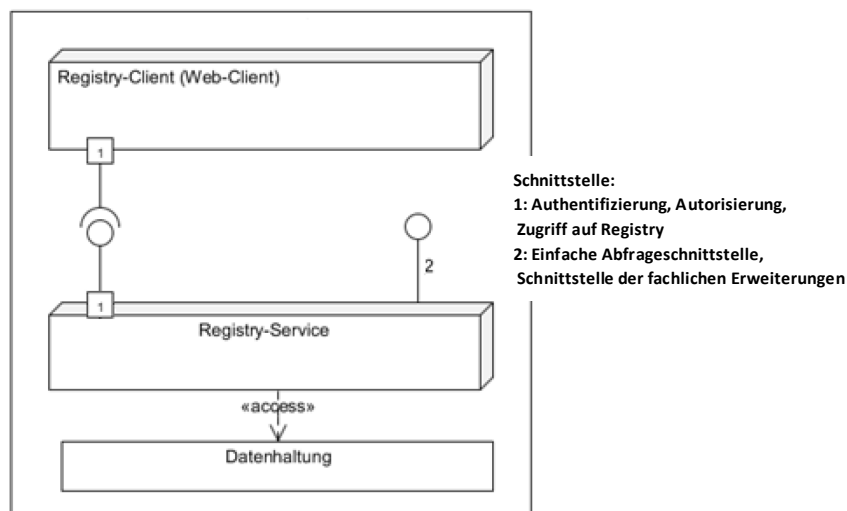


Abbildung 3: Architekturskizze einer Registry

Mit dieser technischen Umsetzung lassen sich die Anwendungsfälle abbilden, die zum einen daraus bestehen, dass öffentliche Nutzende die nach der Registry registrierten Informationen recherchieren und über die Abfrageschnittstelle (maschinell) auf diese zugreifen können. Zum anderen sind das Anwendungsfälle zur Registerpflege, um die Inhalte fachlich abgestimmt und technisch einheitlich zu hinterlegen, die im Wesentlichen von Datenbereitstellern, fachlich Verantwortlichen sowie koordinierenden Stellen wahrgenommen werden. Um öffentliche Nutzende und diejenigen Rollen zur Registermanagement- und pflege unterscheiden zu können, gehört zur Architektur daher ebenfalls eine Authentifizierungs- und Autorisierungskomponente zur Umsetzung der Benutzer- und Rollenverwaltung.

Eine Registry aus organisatorischer Sicht

Konzeptionelle Grundlage für den Aufbau einer Registry ist die Norm ISO 19135 (Geographic information - Procedures for item registration). Sie beschreibt neben einem Rollenkonzept auch die Vorgehensweise zur Pflege der Inhalte (vgl. Abbildung 4). Die definierten Rollen und die damit assoziierten Verantwortlichkeiten helfen den Nutzenden dabei, einzelne Beteiligte zu identifizieren und die Schritte zu verstehen, die zum Aufbau und Pflege eines Registers beitragen.

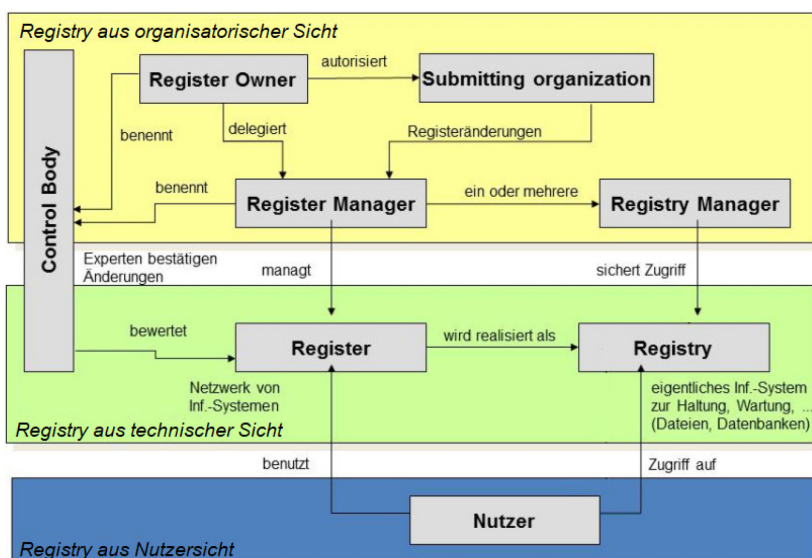


Abbildung 4: Modell einer Registry nach ISO 19135 (Version 1, 2005)

Einzelne Rollen werden wie folgt definiert, wobei von einer Person/Organisation auch mehrere Rollen gleichzeitig wahrgenommen werden können:

Register Owner / Register-Eigentümer	Organisation, die ein Register erstellt.
Register Manager / Registermanager	Organisation oder System, das für die technische Verwaltung eines Registers zuständig ist.
Control Body / Koordinierungsgremium	Expertengruppe, welche über den Inhalt eines Registers entscheidet.
Submitting Organisation / Vorschlagende Organisation	Organisation, die Änderungen oder neue Inhalte für ein Register beantragt.
Registry user / Nutzende	Nutzende, die die Inhalte der Register abrufen, um diese wiederzuverwenden.

Abbildung 5: Erläuterung der nach ISO 19135 definierte Rollen einer Registry

Der darauf basierende Registrierungsprozess erlaubt den berechtigten Beteiligten, relevante Informationen in einem Register zentral zu hinterlegen und fortzuschreiben. Mit der Registrierung werden jedem Item ein eindeutiger, permanenter und unmissverständlicher Schlüssel in Form einer URL zugeordnet. Dieser Schlüssel ist die Voraussetzung für das notwendige Datenmanagement. Über diese URL können Registerinhalte aus Geodaten / Metadaten, Geodiensten oder von Anwendungen referenziert werden, so dass die referenzierten Inhalte nicht dupliziert oder mehrfach vorgehalten werden müssen.

Eine Registry-Software kann über die Benutzer- und Rollenverwaltung spezielle rollenbasierte Funktionalitäten zur Verfügung stellen, die die jeweiligen Aufgaben über die Registry-Dienste-Komponente softwaretechnisch abbilden, so dass der gesamte Registrierungs-Prozess über die technische Plattform abgewickelt werden kann.

Praktisches Beispiel: Anwendungsfall Codeliste für ein Baumkataster

Wenn organisationsübergreifend Analysen für ein deutschlandweites (europaweites) Baumkataster vorgenommen werden sollen, müssen die verfügbaren Daten hierzu harmonisiert und integriert werden.

Beispiel A: ohne harmonisierte Codeliste

In einer Organisation werden Daten zum Baumkataster geführt. Der Sachverhalt steht im Datensatz: `<baumart>Laubbaum</baumart>`. Innerhalb dieser Organisation ist die Information ausreichend, die fachlichen Anforderungen zu erfüllen.

Werden Informationen zum Baumkataster aus mehreren Organisationen zusammengestellt, könnte die Sammlung aufgrund von unterschiedlichen Erfassungskriterien, Zielstellungen, Sprachen etc. aber wie folgt aussehen:

Organisa- tionen	Ge- meinde X	Kreis Y	Bun- desamt Z	Waldinven- tur XX	Forschungsein- richtung XY	English Botanic Associa- tion XZ	Spanische Organisation YX
Objektattri- but <baum- art>	Laub- baum	Baum	Birke	Moorbirke	Betula pube- scens	birch	abedul

Sollen nun über den Zuständigkeitsbereich einer Organisation hinaus mithilfe dieser Zusammenstellung Aussagen zum Anteil der Birken in urbanen Gebieten von Deutschland (Europa) vorgenommen werden, wäre das Ergebnis einer Auswertung begrenzt sinnvoll, bzw. würde vielen Unsicherheiten unterliegen.

Beispiel B: mit verfügbarer harmonisierter Codeliste einer Registry

Mehrere Organisationen nutzen eine abgestimmte Codeliste zum Baumkataster. Diese Codeliste steht zentral in einer Registry bereit und wird nachgenutzt. Die Nachnutzung erfolgt, indem auf die Codeliste verwiesen wird und einzelne Codes aus den Attributen in den Geodaten heraus direkt verlinkt werden.

Um die Analyse zum Anteil der Birken in urbanen Gebieten von Deutschland (Europa) qualitätsgesichert vornehmen zu können, sind zwischen den betroffenen Organisationen Abstimmungen und Festlegungen zur Harmonisierung getroffen worden, die dann in einer „gemeinsamen“ Codeliste zusammengestellt und im Codelisten-Register abgelegt wurden.

Codelisten	Wert	Name (deutsch)	Name (englisch)	Name (spanisch)
Codeliste <baumart>	1	Birke	birch	abedul
	2	Eiche	oak	roble
	3	Buche	beech	haya

Alle beteiligten Organisationen nutzen diese Codeliste einheitlich bei der Bereitstellung ihrer Geodaten, indem sie als Verweis auf die zentrale Hinterlegung der Codeliste aus ihren Geodaten heraus diese Codeliste direkt über die Angabe des Codes referenzieren.

Erweiterungen, Veränderungen oder Verschachtelungen (z. B. Spezifizierung: Moorbirke) sind in Codelisten möglich. Ebenso möglich ist eine hierarchische Sortierung. So können einzelne Arten beispielsweise den Laubbäumen oder aber den Nadelbäumen zugeordnet werden.

Da es sich meistens um bestehende Daten zum Baumkataster in den betroffenen Organisationen handelt, müssen im Regelfall bestehende Datenbestände angepasst werden. Die bereits vorhandenen Informationen (originäre Daten) werden geprüft und ggf. wird der entsprechende Codelistenwert in den Attributen ergänzt, indem die Referenz auf den abgestimmten Code dort zusätzlich eingefügt wird oder aber das originäre Attribut komplett durch den neuen abgestimmten Code ersetzt wird.

Organisationen	Ge- meinde X	Kreis Y	Bun- desamt Z	Wald- inventur XX	For- schungsein- richtung XY	English Bo- tanic Associ- ation XZ	Span- ische Or- ganisa- tion YX
Objektattribut <baumart>	Laubba um	Baum	Birke	Moorbir ke	Betula pu- bescens	birch	abedul
Aufgabe für Or- ganisationen	Prüfen, ob es sich um eine Birke handelt, falls ja, Codelistenwert ergänzen		Codelistenwert ergänzen oder Verweis auf die Codeliste				
Codelistenwert	?		„1“				
Zielstellung (Ver- weis auf Codeliste und Codelisten- wert ergänzen	?		Je nachdem, wo die Codeliste abgelegt wurde DE -> Registry der GDI-DE: http://registry.gdi-de.org/codelisten/baumart/1 Im internationalen Raum sollte die Codeliste in der europäischen Registry hinterlegt werden EU -> Registry der EU: http://inspire.ec.europa.eu/codelist/TreeTypeValue/1				

Der Verweis erfolgt in den Datensätzen über die URL (fiktives Beispiel):

<http://registry.gdi-de.org/codelisten/baumart>.

In einem konkreten Geometrieobjekt „Baum“ (Individuum) wäre die Angabe der Codeliste und des speziellen Werts anzugeben.

`<baumart xlink:href="http://www.registry.gdi-de.org/codelisten/baumart/1"></baumart>`

Wenn alle Organisationen den Verweis auf die Codeliste und den darin enthaltenen Wert in ihren Daten hinterlegen, werden deutschland- / europaweite Aussagen zum Anteil von Birken im urbanen Bereich qualitätsgesichert möglich.

Praktisches Beispiel: Erweiterung einer bestehenden Schemadatei

Geht es um ein Baumkataster, könnten -zusätzlich zu der Baumart- zu jedem Baum Informationen zur Baumhöhe, dem Gesundheitszustand, dem Bruthöhendurchmesser etc. erforderlich sein. Sollen diese zusätzlichen Informationen organisationsübergreifend ausgewertet werden, geschieht dies durch eine Datenmodellerweiterung auf lokaler, nationaler oder europawweiter Ebene. Die Struktur der Daten wird technisch in Form einer XML Schema Definition (XSD) modelliert. Um das Datenmodell für die Nutzung zu veröffentlichen, wird die XML Schema Definition im Schema-Register der Registry zentral abgelegt. Eine Vereinheitlichung der Werte von Objekten ist nur über eine (gemeinsame) Codeliste möglich. Die Angabe eines organisationsübergreifenden Datenschemas ist nützlich, um eine Einheitlichkeit von Datenstruktur, Klassen und Objekten zu gewährleisten. Sind Datenschema und Codeliste abgestimmt, können auch vollständig automatisierte Prozesse Auswertungen fortlaufend durchführen, da die Struktur und die Werte bekannt und persistent in der Registry hinterlegt sind.

Für das vorliegende Beispiel kann der Verweis auf das Datenschema so aussehen:

```
xmlns:lc="NamespaceFürsBaumkataster" xsi:schemalocation="NamespaceFürBaumkataster  
AblageortAlsURL"
```

3.7.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Aktueller Stand INSPIRE

Die INSPIRE-Infrastruktur beinhaltet eine Reihe von Elementen, die klar beschrieben und durch eindeutige IDs referenzierbar sind. Beispiele für solche Elemente sind die Codelisten oder Anwendungsschemas. Zentraler Zugangspunkt für diese in Registern verwalteten und in unterschiedlichen Sprachen vorliegenden Inhalte ist die INSPIRE-Registry (<https://inspire.ec.europa.eu/registry>). Die Inhalte der Register basieren auf der INSPIRE-Richtlinie, den Durchführungsbestimmungen und Technischen Guidelines.

Die INSPIRE-Register können innerhalb der INSPIRE Registry nur durch europäische Codes erweitert werden. Es ist jedoch vorgesehen, dass neue Codes eingereicht oder alte korrigiert werden, wenn diese EU-weit relevant sind. Die in der INSPIRE Registry enthaltenen Codelisten (und ggf. andere Ressourcen in den anderen Registern der INSPIRE Registry) können allerdings um weitere Registereinträge erweitert werden, wenn dazu eine eigene (nationale) Registry-Instanz betrieben wird. Die nationale Codeliste erweitert dann durch die in ihr enthaltenen Codes eine bestehende Europäische Codeliste. Dieses Prinzip ist bis hin zur lokalen Ebene erweiterbar. Grundsätzlich sollte eine bestehende Codeliste einer höheren fachlichen oder verwaltungstechnischen Ebene nur dann erweitert werden, wenn eine Erweiterung auf der höheren Ebene fachlich nicht sinnvoll erscheint, da z. B. der beschriebene Sachverhalt nur räumlich begrenzt auftritt.

Ob eine Erweiterung der vorhandenen Codes und Listen der EU möglich ist, zeigt sich in der Praxis daran, dass zu jeder Liste vermerkt ist, ob sie erweiterbar ist.

Beispiel:

- <https://inspire.ec.europa.eu/codelist/SewerWaterTypeValue>

Die verschiedenen Optionen für die Erweiterbarkeit sind hier gelistet:

- <https://inspire.ec.europa.eu/registry/extensibility>

Für eine effiziente, persistente, nachvollziehbare und nachhaltige Implementierung von INSPIRE Diensten ist eine Vorhaltung von Erweiterungen auf nationaler (und ggf. regionaler) Ebene über eine Registry je nach fachlichen Anforderungen essentiell.

Weitere Erläuterungen befinden sich unter: <https://wiki.gdi-de.org/x/r4DvK..>

Aktueller Stand GDI-DE

Die nationale Komponente GDI-DE Registry ist über den Link <https://registry.gdi-de.org/> zu erreichen. Über diese Weboberfläche stehen die Inhalte der Registry für Recherche und Information zur Verfügung. Der Betrieb wird durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) sichergestellt. Die Pflege der Inhalte obliegt den jeweils koordinierenden und datenbereitstellenden Organisationen der unterschiedlichen Ebenen gemäß Rollenkonzept (siehe unten). Die Software für die Verwaltung von Organisationen und Namensräumen wurde im Auftrag der GDI-DE/AdV entwickelt. Für das Codelisten-Register wird die INSPIRE Re3gistry-Software nachgenutzt. Letztere verfügt in der verwendeten Version noch nicht über eine Benutzer-Verwaltung, daher müssen Änderungen an den Codelisten vorerst zentral über den Support GDI-DE-Betrieb eingebracht werden.

Über das Codelisten-Register der GDI-DE Registry ist eine nationale Erweiterung des INSPIRE Vokabulars möglich. Die Funktionalität der GDI-DE Registry können neben Einrichtungen der Verwaltung auch Bildungs- und Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen nutzen, um das Etablieren einer nachhaltigen Geodateninfrastruktur für alle Beteiligte in Deutschland strukturiert zu unterstützen.

Folgende Register sind in der GDI-DE Registry verfügbar:

- Organisationen-Register
- Namensraum-Register
- Codelisten-Register
- CRS-Register
- Schema-Register
- Style-Register

Das **Organisationen-Register** ist das grundlegende Fachregister zur Verwaltung von fachlichen Zuständigkeiten innerhalb der GDI-DE Registry. Organisationen (Behörden, Forschungseinrichtungen, Unternehmen etc.) müssen sich registrieren, um in der Registry aktiv zu sein, d.h. Registerinhalte einstellen und pflegen zu können. Hiermit wird sichergestellt, dass alle in einer Registry verwalteten Informationen Organisationen zugeordnet werden können. Die registrierte Organisation muss als fachlich verantwortliche und koordinierende Stelle die organisatorischen Rahmenbedingungen für ihre eingestellten Register schaffen, die z. B. über Erweiterungs- oder Änderungsanträge ein fachlich korrektes und konsolidiertes Gesamtergebnis im eigenen Register gewährleisten.

Über das **Namensraum-Register** können Organisationen der GDI-DE Namensräume registrieren, die sie zur Erstellung von eindeutigen Identifikatoren - z. B. für Objekt-IDs oder Ressourcen-Identifikatoren in Metadaten - benötigen. Durch die eindeutige Vergabe in der Registry und die Umsetzung als URL Organisationen wird die weltweite Einmaligkeit jedes Namensraums garantiert. Der

Namensraum besteht meist aus dem Organisationsnamen (oder einem Namenskürzel) bzw. bei Unternehmen aus einem generischen eindeutigen Code. Ein Namensraum kann hierarchisch gegliedert werden. Der Basis-Namensraum „de“ wird seitens der Koordinierungsstelle der GDI-DE verwaltet. Die Koordinierungsstellen von Bund und Ländern besitzen eigene Namensräume wie z. B. „de.bund“ oder „de.hh“. Unternehmen können unterhalb von „de.unternehmen“ Namensräume erhalten. Die registrierten Organisationen steuern die Vergabe von Unter-Namensräumen selbst. Die Organisationen können dann durch Kombination ihres registrierten Namensraums und lokaler Identifikatoren global eindeutige Identifikatoren für Geoobjekte oder andere Ressourcen sicherstellen. Daneben unterstützt die GDI-DE Registry das direkte Abrufen von Geoobjekten über ihre Identifikatoren (redirect - ID-Resolver).

Anwendungsfälle: <https://wiki.gdi-de.org/x/bYBmJg>

Über die **Codelisten-Register** können Organisationen der GDI-DE Codelisten verwalten, die bestimmte Objektklassen und deren Attributwerte beschreiben. Datenanbieter können die zu einem Geodaten-satz zugehörigen Codelisten über die Registry veröffentlichen und dem Nutzer zugänglich machen. Das Codelisten-Register dient der Wiederverwendung aber auch der Harmonisierung der Sachverhalte. Für die Nachnutzung der Registry-Inhalte existiert eine Abfrageschnittstelle, über die direkt per REST auf die Inhalte zugegriffen werden kann. Die Abfrageschnittstelle ist für die typischen Anwendungsfälle optimiert und liefert die Registerinhalte in den für Nutzer relevanten Formaten.

Andere Formate:



Abbildung 6: Formate für die Nachnutzung der Registry-Inhalte über die Abfrageschnittstelle

Detaillierte **Hilfestellungen zur Veröffentlichung von Codelisten** finden Sie hier:

- Anleitung zur Codelistenveröffentlichung <https://wiki.gdi-de.org/x/pABaKg>
- Folgende Anforderungen an Codelisten und deren Metadaten sind zu beachten: <https://wiki.gdi-de.org/x/CoBhR>
- Zur technischen Einbindung der Codelisten-Registry finden sich Hinweise unter: <https://wiki.gdi-de.org/x/J4UqLQ>

Über das **CRS-Register** können Organisationen Koordinatenreferenzsysteme (engl. CRS) mit den zugehörigen Parametern verwalten und veröffentlichen. Für die eindeutige Verortung von Geodaten ist neben der Angabe der Geometrie-Koordinatenwerte, essentiell welches Koordinatenreferenzsystem verwendet wird. Während die Koordinaten Teil des Geodaten-satzes sind, wird das Koordinatenreferenzsystem über eine Referenz zugeordnet. Über das CRS-Register können Organisationen Koordinatenreferenzsysteme veröffentlichen um diese mit den zugehörigen Parametern für alle Nutzer referenzierbar und nutzbar zu machen. Ein CRS kann über den eindeutigen Namen oder den EPSG-Schlüssel identifiziert werden.

Im **Schema-Register** können Organisationen der GDI-DE ihre Datenmodelle bzw. ihre Datenmodellerweiterungen veröffentlichen. Die Datenmodelle werden auf Basis von XML-Schema-Definition (XSD), einer Empfehlung des W3C zum Definieren von Strukturen für XML-Dokumente, veröffentlicht. Das Schema-Register der GDI-DE Registry wird als Repository unter folgender Adresse geführt:

<https://registry.gdi-de.org/schemas/>

Die Registrierung von XML Schemas können zentral über den Support GDI-DE-Betrieb vorgenommen werden.

Style-Register: thematische Sammlung von Darstellungsinformationen und -regeln

Ein Style- oder Darstellungsregister spezifiziert die Visualisierung von Daten, indem es Sammlungen von Symbolen und komplexe Darstellungsregeln enthält. Damit wird es möglich, Darstellungsinformationen in einem Katalog zu verwalten, die mit anderen Informationen wie Feature-Typen, Layern und Taxonomien verknüpft werden können. Diese Informationen können in dem Style-Register eingestellt, gesucht und verwendet werden, um eine einheitliche Kartendarstellung unter Verwendung der Register-Symbolik aus verschiedenen Quellen durchzuführen. Der AK Architektur empfiehlt die Verwendung von Styled Layer Descriptor (SLD) Standards sowie Symbology Encoding (SE)⁴⁰. Im Style-Register der GDI-DE (<https://registry.gdi-de.org/style/>) können Organisationen der GDI-DE ihre Datenmodelle ergänzen und die Visualisierung strukturierter Geodaten steuern. Die Styles sollten eng mit dem Datenmodell abgestimmt sein, sodass Attribute (z. B. Nutzungstyp, Klassifizierung) die Darstellung beeinflussen. Da es kein einheitliches Standardformat für Styles gibt, können sie in gängigen GIS-Formaten (z. B. ESRI, QGIS) hinterlegt werden. Einfache Styles sollten im SLD-Standard gespeichert werden. Linien- und Polygon-Geometrien folgen festen Layoutvorgaben, Punkt-Geometrien sollten vorzugsweise als SVG vorliegen, um maßstabsunabhängig nutzbar zu sein. Weitere Rasterformate sind zulässig. Für Darstellungsdienste kann eine kartographische Legende hinterlegt werden.

3.7.3 Bewertung und Empfehlungen

Zur Verbesserung, Weiterentwicklung und Ausbau der Nutzung der GDI-DE Registry wird empfohlen:

1. In vielen Bereichen der GDI-DE werden Codelisten, Datenmodelle und andere Elemente nicht interoperabel und strukturiert bereitgestellt. Die Folge ist, dass diese Elemente oft nicht gefunden und genutzt werden können und folglich aufgrund daraus resultierender Fehler die GDI-DE ihr Potential nicht entfalten kann. Um dies zu beheben, sollen geodatenhaltende Stellen der GDI-DE prüfen, ob und wie eine Nutzung der GDI-DE Registry für sie vorteilhaft ist.
2. Nutzende der GDI-DE Registry erwarten fachlich abgestimmte Inhalte, wie bundesweit abgestimmte Codelisten und Datenmodelle. Hierzu müssen die für diese Abstimmung fachlich zuständigen Stellen identifiziert und eingebunden werden. Daher ist besonders auf die Einbindung der Fachministerkonferenzen und von Bund-Länder-Arbeitskreisen hinzuwirken.
3. Um eine breite Nutzung der GDI-DE Registry in der ganzen GDI-DE zu befördern, sollen die Vorteile der GDI-DE Registry gezielt beworben werden.
4. Für die Nutzenden der GDI-DE Registry ist es wichtig, dass die verfügbaren Inhalte einfach und unkompliziert gefunden werden können. Daher ist es erforderlich, die Anforderungen an die Recherche und Filter-Möglichkeiten der GDI-DE Registry zusammenzustellen und die GDI-DE Registry entsprechend zu ertüchtigen.

⁴⁰ Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland Architektur der GDI-DE – Technik https://www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_Technik.pdf, Kapitel 5.4.3 Formate der Visualisierungsvorschriften für Geodaten

5. Prozesse in der GDI-DE müssen sich auf eine performante Nutzung der GDI-DE Registry verlassen können. Eine einheitlich gute Performanz soll sowohl für die Nutzenden der Weboberfläche, als auch für die Prozesse, die auf die technischen Schnittstellen der GDI-DE Registry zugreifen, hergestellt werden.
6. Die Einbindung der GDI-DE Registry in eine europäische Geodateninfrastruktur bedarf einer europaweiten Vernetzung von Registries. Ziel ist es, den Nutzenden eine umfassende Recherche z. B. nach Codelisten, über alle verfügbaren Registries hinweg, zu ermöglichen. Diese Vernetzung muss technisch umgesetzt werden, um die Inhalte effizient miteinander zu verbinden. Die INSPIRE Registry Federation, Register of Registries (RoR), stellte bisher eine Möglichkeit dar, die Vernetzung voran zu treiben. Die RoR wurde allerdings Ende 2024 außer Betrieb genommen.
7. Zurzeit können Registrierungen und Pflege von Codelisten und Datenmodellen (XML-Schema) nur über den Support des Betriebs der GDI-DE eingebracht werden und bedürfen dort teilweise manueller Tätigkeiten. Um diesen Bruch zu beheben, soll die GDI-DE Registry so ertüchtigt werden, dass eine durchgängige Pflege und Verwaltung der Inhalte von den zuständigen Stellen selbst vorgenommen werden kann.⁴¹
8. Das CRS-Register ist um eine Spalte „ESPG-Schlüssel“ zu erweitern, die Werte in den vorhandenen Eintragungen sind entsprechend zu ergänzen.

Die PG Registry, Koordinierungsstelle GDI-DE sowie Betrieb GDI-DE sind fortlaufend mit der Umsetzung der angetragenen Anforderungen befasst. Dabei werden kontinuierlich sowohl technische als auch strukturelle Aspekte berücksichtigt, um die GDI-DE Registry stets weiterzuentwickeln und an aktuelle Bedürfnisse anzupassen.

⁴¹ Stand 20. März 2025

3.8 Wissensrepräsentation und Semantik

3.8.1 Beschreibung

Bei der gemeinsamen Nutzung von Geodaten entstehen Missverständnisse, wenn Dateninhalte unterschiedlich verstanden werden. Begriffe müssen deshalb definiert und referenziert werden, damit von der Datenerhebung bis zur Nutzung klar ist, was in den Daten beschrieben ist und wie die Inhalte zu verstehen sind. Semantik – hier verstanden im Sinne der formalen Logik – legt die Bedeutung von Begriffen / Wörtern fest. Die Beschreibung der Informationen erfolgt in unterschiedlichen Systemen der Wissensordnung und -repräsentation.

Ohne Semantik können Menschen und Maschinen (Stichwort: Künstliche Intelligenz) keine Daten eindeutig auswerten bzw. in Bezug setzen. Die Bedeutungsfestlegung inklusive der Organisation und Darstellung daraus entstehenden Wissens kann dabei durch verschiedene Grade der Komplexität erfolgen. Jede Art der Komplexität dient unterschiedlichen Zwecken und wird in verschiedenen Bereichen eingesetzt, um Informationen und Wissen zu organisieren, abzurufen und zu begründen.

Im Folgenden wird die Wissensrepräsentation im Konzept einer GDI näher erläutert und Werkzeuge dargestellt, die die Erreichung von semantischer Interoperabilität unterstützen.

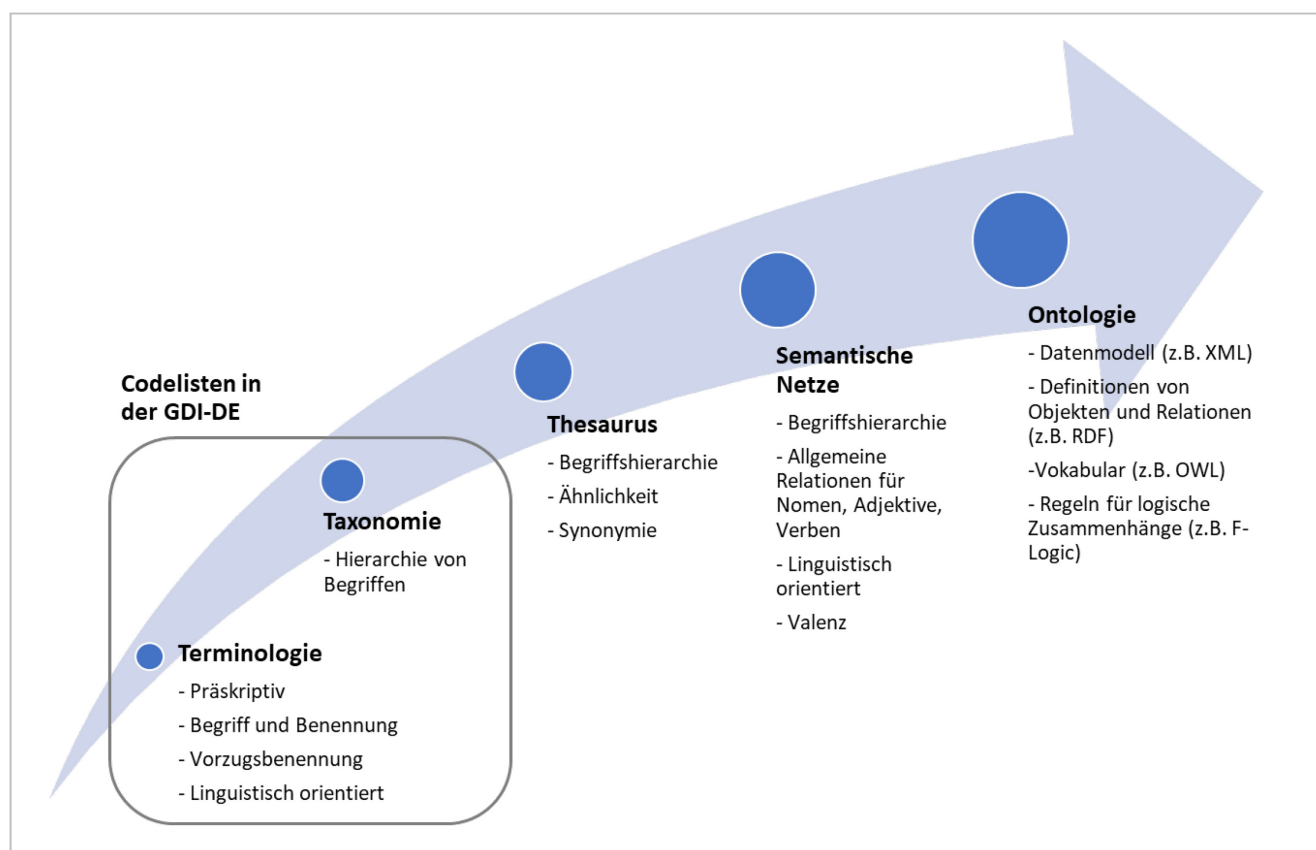


Abbildung 7: Darstellung der verschiedenen mächtigen Systeme der Wissensordnung und -repräsentation (Stichwort: Semantische Treppe nach Blumauer und Pellegrini⁴²)

⁴² Blumenauer, A., & Pellegrini, T. (2006). Semantic Web und semantische Technologien: Zentrale Begriffe und Unterscheidungen. In Semantic Web. Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft. Berlin, Heidelberg [u.a.]: Springer, S. 16.

Die **Terminologie** ist eine wichtige Grundlage für die Semantik. Eine Terminologie enthält möglichst alle speziellen Begriffe eines Fachgebiets und deren verbindliche (fachliche) Definitionen. Sie stellt die Gesamtheit der in einem Fachgebiet gültigen Benennungen dar. DIN-Normen legen häufig die Terminologie innerhalb von Fachbereichen fest oder eine Terminologie eines Fachbereichs kann durch ein Glossar oder eine Nomenklatur dargestellt werden. Das Fachwortverzeichnis mit Definitionen / Erklärungen stellt sicher, dass alle Beteiligten dieselben Begriffe mit denselben Bedeutungen verwenden.

Abgestimmte Begriffe und Definitionen verbessern die Zugänglichkeit und Benutzerfreundlichkeit, da sie die Suche und Organisation von Daten vereinfachen. Die Verwendung einer abgestimmten Terminologie führt zu einer Harmonisierung von Codelisten und Metadaten (Titel, Beschreibung und Keywords). Auch das Indexieren der Daten (über Metadaten) entsprechend der Terminologie vereinfacht die Suche der Daten.

Eine **Taxonomie** ist eine Hierarchie von Begriffen, in der jeder Begriff mit mindestens einem Ober- und / oder Unterbegriff verbunden ist. Dies erweitert die Suchoptionen und ermöglicht eine flexible Anpassung der Benutzeroberfläche in Datenportalen (Facettensuche), z.B. Pangaea Portal (<https://www.pangaea.de/>).

Ein **Thesaurus** bereichert das hierarchisierte System der Fachbegriffe zusätzlich durch Synonyme, Antonyme und verwandte Begriffe. Ein Thesaurus stellt somit ein kontrolliertes Vokabular dar, das Beziehungen zwischen Begriffen typischerweise in Form von Synonymen, Antonymen und verwandten Begriffen auflistet und bereitstellt. Es hilft Nutzenden, bei der Suche nach Informationen alternative Begriffe oder verwandte Konzepte zu finden, ähnliche Begriffe miteinander zu verknüpfen und unterschiedliche oder gegensätzliche Begriffe voneinander abzugrenzen. Thesauri werden häufig in Informationsabrufsystemen, Suchmaschinen und Content-Management-Systemen verwendet. Sie verbessern die Suchpräzision, indem sie Suchanfragen basierend auf ähnlichen oder verwandten Begriffen erweitern oder eingrenzen (z. B. Suche im Portal von <https://umwelt.info/>).

Ein internetbasierter Thesaurus mit Erklärungen und Begriffsbeziehungen stellt sicher, dass alle Beteiligten dieselben Begriffe mit denselben Bedeutungen verwenden. Durch die Verwendung eines gemeinsamen Thesaurus können Daten leichter zusammengeführt oder verglichen werden. Außerdem verbessert ein Thesaurus die Katalogisierung von Daten und die Suche. Durch die Erweiterung der Abfrageterme der Suche, um z. B. Synonyme und verwandte Begriffe, wird das Auffinden relevanter Daten erleichtert. Besonders bei der Vergabe von Schlüsselwörtern (Keywords) in den Metadaten sollten daher Thesauri verwendet werden (vgl. auch Kapitel Mehrsprachigkeit). Aber auch für die Inhalte von Daten ist eine einheitliche Definition der Bedeutung und deren gemeinsame, organisationsübergreifende Nutzung im Sinne der Interoperabilität wichtig.

Zu welchen Problemen es führen kann, wenn ein Thesaurus nicht existiert, nicht vollständig ist oder nicht genutzt wird, zeigt sich am Beispiel von "Fließgewässer":

Nach der EU-Richtlinie 2000/60/EG (sog. Wasserrahmenrichtlinie) Artikel 2 Begriffsbestimmungen⁴³ ist zum Beispiel ein „Oberflächenwasserkörper“ ein einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines Oberflächengewässers, z. B. ein See, ein Speicherbecken, ein Strom, Fluss oder Kanal, ein Teil eines Stroms, Flusses oder Kanals, ein Übergangsgewässer oder ein Küstengewässerstreifen. Die Festlegung dieser

⁴³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0060>

Abschnitte erfolgt nach physikalischen und chemischen Faktoren, die die Eigenschaften des Flusses oder Flussabschnitts und somit die Struktur und Zusammensetzung der Biozönosen bestimmen. Das führt zu einer Unterteilung eines Flusses in einzelne Segmente, die nicht identisch sind mit dem Gesamtverlauf, also einer ökologisch orientierten Unterteilung.

Nach der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE) werden Gewässer als geometrische Elemente einem Gewässernetz zugeordnet und bei Flüssen ihren Einzugsgebieten nach unterteilt. Dies entspricht einer kartographischen Unterteilung für eine Kartenebene Gewässer.

Bei der Bereitstellung von Fließgewässerdaten für INSPIRE führen diese unterschiedlichen Definitionen zu unterschiedlichen Daten im INSPIRE Datensatz "Waterbodies".

Ein **semantisches Netzwerk** ist eine graphenbasierte Struktur, die Inhalte in Form von Knoten (Entitäten, Begriffen oder Konzepten) und Kanten (Beziehungen) darstellt (Abbildung 8). Die Beziehungen können Attribute wie „ist-ein“, „Teil von“, „bezogen auf“ oder jede andere bedeutungsvolle Assoziation umfassen. Semantische Netzwerke werden zur Modellierung von Wissen in den Bereichen künstliche Intelligenz, Verarbeitung natürlicher Sprache und Kognitionswissenschaft verwendet. Sie bieten eine Möglichkeit, recht flexibel und wenig formalisiert, Wissen und Überlegungen mithilfe graphenbasierter Strukturen darzustellen.

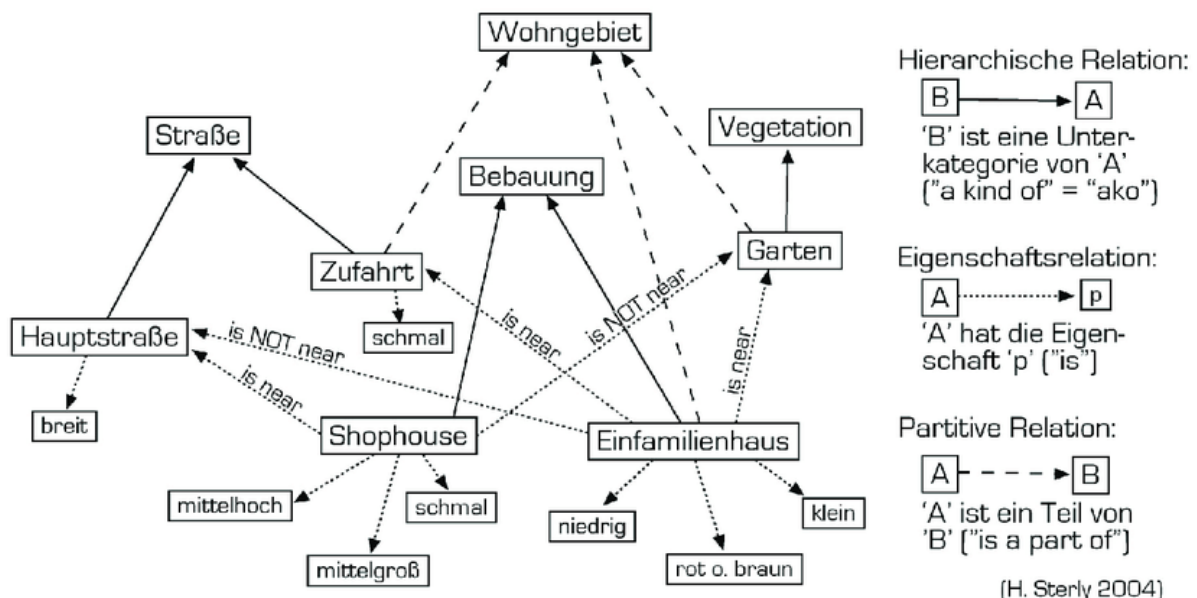


Abbildung 8: Beispiel eines semantischen Netzes, in dem Wissen über die Kategorien „Shophouse“ und „Einfamilienhaus“ repräsentiert ist ⁴⁴

Eine **Ontologie** ist dagegen eine explizit formale Darstellung von Wissen einer bestimmten Fachdomäne, die eine Reihe von Konzepten, ihre Attribute und die Beziehungen zwischen ihnen definiert (Abbildung 9). Es bietet ein gemeinsames Verständnis einer Domäne durch die Angabe der Entitäten, ihrer

⁴⁴ Harald Sterly (2004): Der Einsatz von höchstauflösenden Fernerkundungsdaten und objektorientierter Bildverarbeitung zur Analyse von Landbedeckungsveränderungen im Innenstadtbereich von Bangkok, S 46, https://www.researchgate.net/publication/305126918_Der_Einsatz_von_hochstauflösenden_Fernerkundungsdaten_und_objektorientierter_Bildverarbeitung_zur_Analyse_von_Landbedeckungsveränderungen_im_Innenstadtbereich_von_Bangkok

Eigenschaften und der Einschränkungen für diese Eigenschaften. Ontologien unterstützen Maschinen dabei, Inhalte interpretieren zu können, anstatt sie einfach nur darzustellen und die Interpretation Menschen zu überlassen⁴⁵. Ontologien bilden die höchste Stufe semantischer Reichhaltigkeit im Sinne von Informationsgehalt und inhaltlicher Tiefe. Sie werden häufig in der Wissenstechnik, im Informationsmanagement und im Semantic Web verwendet und sind die Grundlage für die technologiegestützte Harmonisierung von Geodaten, z.B. durch KI.

Ein formales Datenmodell einer Ontologie besteht aus Klassen, Instanzen, Relationen, Eigenschaften und Regeln. Als eine beispielhafte praxisnahe Erläuterung dient die folgende Abbildung 9. Die Klassen und Unterklassen in blau  sind über „is-a“ Beziehung untereinander verbunden. Die Instanzen von Klassen in grün  sind durch grüne Pfeile (→) über „instance_of“ verknüpft und sie haben Relationen zu anderen Instanzen in orange (→). Eigenschaften von Instanzen sind in gelb dargestellt .

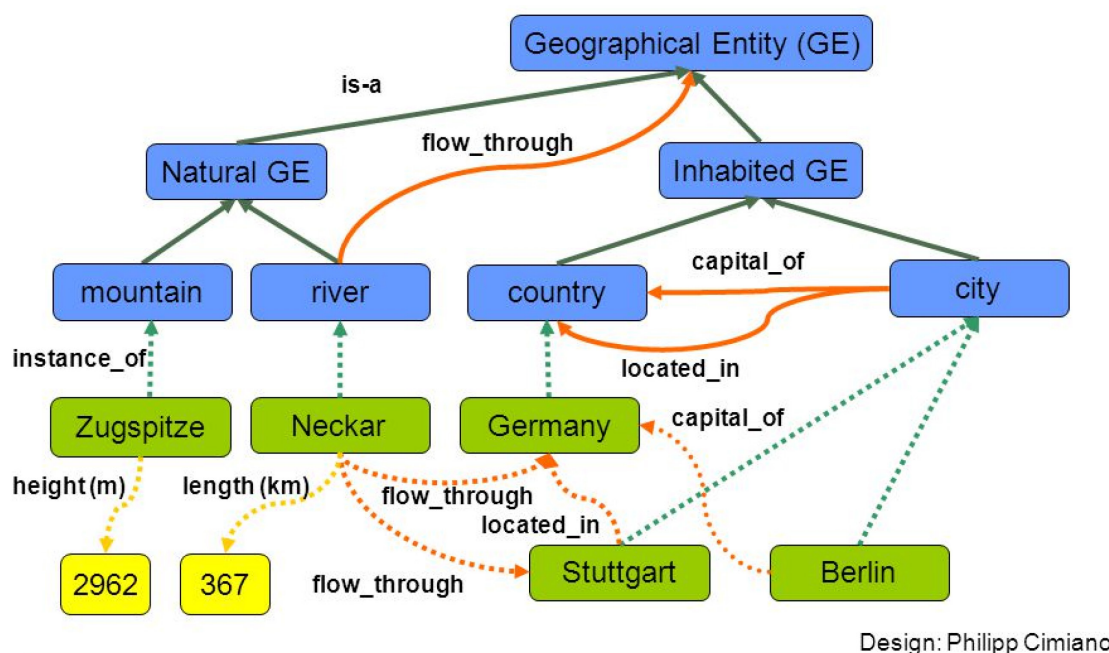


Abbildung 9: Beispiel einer Ontologie zum Thema Geographische Einheiten⁴⁶

Die technische Umsetzung / Etablierung von Ontologien ist ein Spezialgebiet der Informatik. Bei der Entwicklung einer Ontologie ist es wichtig technische und fachliche Spezialisten hinzuzuziehen.

Es gibt viele verschiedene Ontologien, die für unterschiedliche Zwecke entwickelt wurden. Einige Beispiele sind:

- Basisontologien wie Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering (DOLCE) für grundlegende Konzepte

⁴⁵ Blumenauer, A., & Pellegrini, T. (2006). Semantic Web und semantische Technologien: Zentrale Begriffe und Unterscheidungen. In Semantic Web. Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft. Berlin, Heidelberg [u.a.]: Springer, S. 12.

⁴⁶ Paul Buitelaar: Lexical Semantics and Ontologies Tutorial at ACL/HCSnet, July 2006, Melbourne, Australia Lexical Semantics and Ontologies Tutorial at., abgerufen am 18.09.2023

<http://slideplayer.com/slide/2418740/http://slideplayer.com/slide/2418740/, slide 80>

- Die Friend Of A Friend (FOAF⁴⁷)-Ontologie, die Informationen über Personen und deren Beziehungen beschreibt.
- Die Dublin Core Metadata Initiative (DCMI⁴⁸)-Ontologie, die die Beschreibung von Metadaten in verschiedenen Bereichen wie der Kultur-, Wissenschafts- und Bildungseinrichtungen ermöglicht.
- Die Simple Knowledge Organization System (SKOS⁴⁹)-Ontologie, die die Organisation von Konzepten in einem Thesaurus oder Vokabular beschreibt.

Um Ontologien erfolgreich zu verwenden, müssen bestimmte Standards benutzt werden. Dazu gehören Sprachen wie RDF, OWL und SKOS sowie Ontologie-Entwicklungs-Frameworks wie Protégé⁵⁰ oder TopBraid Composer⁵¹. SKOS wird hauptsächlich zur Modellierung von Thesauri verwendet, während OWL eine umfassendere Sprache (im Sinne einer größeren Ausdruckstärke, d.h. der Fähigkeit einer Sprache komplexe Konzepte, Beziehungen und Regeln formell zu beschreiben) ist, die es ermöglicht, komplexe Ontologien zu modellieren.

3.8.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Für semantische Interoperabilität, d.h. die Fähigkeit, Daten zwischen verschiedenen Systemen und Organisationen auszutauschen und dabei ihre Bedeutung und Verwendung korrekt zu interpretieren, braucht es semantische Festlegungen in der Europäischen Geodateninfrastruktur INSPIRE und in der GDI-DE. Diese Vereinbarungen beginnen auf der Ebene der Terminologie und reichen bis zu komplexen Ontologien.

Terminologien und Thesauri sind in der Regel fachspezifisch, d.h. bevor in einer Fachdomäne gearbeitet wird, sollte immer geprüft werden, ob es bereits semantische Abstimmungen gibt. Falls ja, sollten diese unbedingt verwendet werden, um die Interoperabilität innerhalb einer Fachdomäne zu gewährleisten. Bei fach- und organisationsübergreifenden Arbeiten, sollte auf den Bezug von verschiedenen fachspezifischen Terminologien und Thesauri untereinander geachtet werden. Verschiedene Thesauri sind ggf. über semantische Netze / Ontologien verbunden.

Für die Fachbegriffe der INSPIRE-Richtlinie und Durchführungsbestimmungen ist ein INSPIRE Glossar (<https://inspire.ec.europa.eu/glossary>) in der INSPIRE Registry abgelegt. Für den Umweltbereich gibt es UMTHEs, den Umweltthesaurus des Umweltbundesamts, der kontinuierlich erweitert wird. UMTHEs war die Grundlage für die deutschen Einträge im mehrsprachigen INSPIRE Thesaurus GEMET (General Multilingual Environmental Thesaurus). GEMET wurde zuletzt 2021 aktualisiert (Version 4.2.)⁵². GEMET wird u.a. für mehrsprachige Metadaten genutzt (siehe Kapitel Mehrsprachigkeit).

⁴⁷ <http://xmlns.com/foaf/0.1/>

⁴⁸ <https://www.dublincore.org/schemas/rdfs/>

⁴⁹ <https://www.w3.org/2009/08/skos-reference/skos.rdf>

⁵⁰ <https://protege.stanford.edu/>

⁵¹ <https://allegrograph.com/topbraid-composer/>

⁵² About GEMET - General Multilingual Environmental Thesaurus <https://www.eionet.europa.eu/gemet/en/about/> (Stand 4.3.2025)

In der Praxis der GDI-DE spielen Ontologien bisher eine untergeordnete Rolle. Bisher werden zur Unterstützung der semantischen Interoperabilität Datenschemata in Form von GML- bzw. XML-Schema Definitionen verwendet. Ontologien bieten hier deutlich mehr Möglichkeiten. Die FOAF-Ontologie kann z. B. zur Beschreibung von Agenten oder Organisationsnamen verwendet werden. Ein aktuelles Beispiel zur Beschreibung des Codelisten-Registers in der GDI-DE Registry zeigt die Nutzung bereits jetzt auf⁵³.



Abbildung 10: Nutzung der FOAF-Ontologie zur Beschreibung des Codelisten-Registers in der GDI-DE Registry

Zudem gibt es weitere Ontologien, die in der GDI-DE genutzt werden können, wie beispielsweise die OGC GeoSPARQL RDF Ontologie (GeoSPARQL⁵⁴), die OGC Simple Feature Access Geometrie Ontologie (SFA⁵⁵) oder die W3C Semantic Sensor Network Ontologie (SSN⁵⁶). Diese Ontologien wurden speziell für die Beschreibung von Geodaten und räumlichen Informationen entwickelt und ermöglichen es, Geodaten auf eine standardisierte Weise zu beschreiben und zu integrieren.

In der Architekturmaßnahme A1.13 „Intelligente Datenerfassung, Haltung und Bereitstellung innerhalb der öffentlichen Verwaltung“⁵⁷ wurden bereits erste Ontologie-Modelle für etablierte Datenmodelle und Interlinkings (dt. etwa Verknüpfungen zwischen Konzepten, z.B. zu Wikidata) in der GDI-DE entwickelt.

Es ist wichtig, dass existierende Wissensrepräsentationssystem und semantische Vorgaben nachgeutzt werden. Hierfür müssen sie dokumentiert und veröffentlicht werden. Zu diesem Zweck wird aktuell an einer EU--weiten Registry of Semantic Models (SEMIC Registry⁵⁸) gearbeitet. Eine Sammlung von Wissensrepräsentationssystemen aus verschiedenen Fachbereichen ist bereits im Terminologie Service (<https://terminology.tib.eu/ts>) des Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften (TIB) abgelegt und nutzbar. Es können hier „Collections“ angelegt werden, als Sammlung von Thesauri oder Ontologien aus einem Projekt oder Fachgebiet. Es könnte eine GDI-Collection angelegt werden mit den bereits GDI/INSPIRE relevanten Thesauri und Ontologien, u.a. GEMET, FAIR, FOAF, Unit

⁵³ <https://registry.gdi-de.org/codelist/codelist.de.rdf>

⁵⁴ <https://opengeospatial.github.io/ogc-geosparql/geosparql10/index.html> und https://schemas.opengis.net/geosparql/1.0/geosparql_vocab_all.rdf

⁵⁵ http://schemas.opengis.net/sf/1.0/simple_features_geometries.rdf

⁵⁶ <https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/>

⁵⁷ https://www.gdi-de.org/download/Architektur_GDI-DE_intelligente_Datenerfassung_Haltung_Bereitstellung.pdf

⁵⁸ <https://github.com/SEMICeu/EU-wide-Registry-of-Semantic-Models/tree/main>

of measurement. Auch die Verwendung der GDI-DE Registry für die Veröffentlichung von komplexeren Wissensrepräsentationssystemen wie Ontologien sollte geprüft werden.

3.8.3 Bewertung und Empfehlung

Wissensordnungen und -repräsentationen sind die Grundlage für semantische Interoperabilität. Für die Zugänglichkeit und Benutzerfreundlichkeit sollten fachspezifische Terminologien, Taxonomien sowie Thesauri verwendet werden. Vor dem Beginn von Arbeiten – von der Datenerhebung bis hin zur Nutzung von Geodaten – sollte immer geprüft werden, ob es bereits semantischen Abstimmungen gibt. Ohne semantische Abstimmung besteht die Gefahr, dass Daten trotz gleichem Namen unterschiedliche fachliche Inhalte haben und es deshalb zu Fehlinterpretationen kommen kann.

Die Ergebnisse von fachlichen Abstimmungen sollten, z.B. in der GDI-DE Registry in Form von Codelisten veröffentlicht werden. Die in der GDI-DE Registry bestehenden Listen sollten bei Bedarf erweitert werden, z.B. durch nationale Begriffe des INSPIRE Vokabulars. Im Umweltbereich können Ergänzungsvorschläge auch direkt an UMTHEs bzw. GEMET gemeldet werden.

Ontologien sind ein wichtiges Werkzeug für die technologiegestützte Harmonisierung von Geodaten. Durch die Verwendung von Standards wie SKOS, OWL oder GeoSPARQL können komplexe Ontologien modelliert und Daten in Linked Data integriert werden. Dadurch könnte auch KI und Large language model (LLM) ertüchtigt werden Auswertungen von Geodaten vorzunehmen.

Erhebliche Potentiale für die Nutzung von Ontologien sind in der GDI-DE und für INSPIRE vorhanden. Um existierende Werkzeuge in der GDI-DE in die Nutzung zu bringen, besteht folgender Handlungsbedarf:

1. Bildung von fachspezifischen Arbeitsgruppen zur Definition und Abstimmung der Bedeutungen (national, ggf. international)
2. Schulung von Fachleuten im Bereich Geodaten in der internetbasierten Veröffentlichung, Definition und Verwendung von Wissensordnungen und -repräsentationen, insb. Ontologien
3. Prüfung von existierenden Registern hinsichtlich ihrer Eignung für die Veröffentlichung von unterschiedlich mächtigen Wissensordnungen und -repräsentationen oder ggf. Entwicklung eines zentralen Registers zur Hinterlegung und Veröffentlichung von Ontologien
4. Entwicklung von Tools und Anwendungen zur Unterstützung der Ontologie-Integration
5. Etablierung einer standardmäßigen Nutzung von Wissensordnungen und -repräsentationen zur Unterstützung der semantischen Interoperabilität von Geodaten.

Der AK Architektur setzt ein Umsetzungsprojekt zu „Ontologien in der GDI-DE“⁵⁹ um. Dabei werden technische und organisatorische Fragen gezielt geklärt. Die Ergebnisse des Umsetzungsprojekts werden in das Interoperabilitätskonzept integriert.

⁵⁹ Stand 18. März 2025

3.9 Verwaltung und Bereitstellung von Schemadateien

3.9.1 Beschreibung

Dieses Interoperabilitätselement enthält Festlegungen, wie Datenmodelle und Schemata in Registries verwaltet sowie veröffentlicht werden sollen.

Um interoperabel Daten übertragen zu können, muss eine XSD-Datei veröffentlicht werden, d. h. im Internet über eine URL (Verweis auf die Schema-Location) erreichbar sein. Dadurch sind Anwendungen in der Lage, diese XSD-Datei direkt online zu verwenden bzw. abzurufen oder zur lokalen Speicherung herunterzuladen.

3.9.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Bei OGC, INSPIRE und XÖV werden XML-Schemata in einfachen dateibasierten Repositories über WebServer bereitgestellt. Im Bereich der GDI-DE ist für XML-Schemata ein vergleichbares Repository eingerichtet und für einzelne Datenanbieter existieren Einträge, siehe <https://registry.gdi-de.org/schemas/>

Im Gegensatz zu den XML-Schemadateien wird aufgrund der unterschiedlichen Ansätze und Lösungen bei den Datenanbietern eine zentrale Bereitstellung der Datenmodelle in einem von der GDI-DE geführten Register als nicht notwendig erachtet. Es ist jedoch sicherzustellen, dass diese Datenspezifikationen an geeigneter Stelle online zur Verfügung stehen.

3.9.3 Bewertung und Empfehlung

Das Schema-Repository für XML-Dokumente wird bereits betrieben. Die GDI-DE sollte darauf hinwirken, dass dieses Repository von allen Datenanbietern innerhalb der GDI-DE verwendet wird und langfristig zur Verfügung steht.

Zentrale Bereitstellung aller erforderlichen Schemadateien durch die jeweiligen Datenanbietenden, welche interoperable Daten in der GDI-DE nach einheitlichen Regeln spezifizieren.

Damit das Einstellen der Schemadateien und deren Strukturierung in den Verzeichnissen der Registry nach einheitlichen Regeln erfolgt, ist die Festlegung entsprechender Regelungen für den Namensraum von Schemata durch den AK Architektur erforderlich⁶⁰.

Zum Erreichen eines hohen Grades an Interoperabilität, sollte die Entwicklung von Schemata unter Berücksichtigung von benachbarten Schemata erfolgen. Als Beispiel sind hier das AAA- Schema der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Adv) und das OKSTRA-Schema dem Objekt Katalog für das Straßen- und Verkehrswesen zu nennen.

- Link zu den AAA-Schemata: <https://www.adv-online.de/GeoInfoDok/Aktuelle-Anwendungs-schemata/AAA-Anwendungsschema-7.1.2-Referenz-7.1/>
- Link zum OKSTRA-Schema: <https://www.okstra.de/schema.html>

⁶⁰ Hierzu gibt es einen Change Request, <https://redmine.gdi-de.org/issues/757> (mit Anmeldung)

3.10 Umgang mit Maßstäben und unterschiedlichen Auflösungsstufen

Geodaten werden in einer bestimmten raum-zeitlichen Auflösung und Detaillierungsgrad der thematischen Attribute und Inhalte erfasst. Dieser Detaillierungsgrad orientiert sich an den Anforderungen der Anwendung und den eingesetzten Erfassungsmethoden. Dadurch sind die Daten innerhalb eines bestimmten Maßstabsbereichs verwendbar; außerhalb dieses Bereiches ist die Nutzbarkeit unter Umständen eingeschränkt.

- Für eine Publikation von Daten in der GDI-DE werden keine allgemeinen Maßstabsanforderungen vorgegeben.
- Die Daten sollten jedoch in dem höchstmöglichen vorliegenden Maßstab und nicht in generalisierter oder abgeleiteter Form publiziert werden.
- Die Maßstabszahl eines Datensatzes sollte in den Metadaten enthalten sein.
- Bei abgeleiteten Datensätzen sollte der Generalisierungsprozess und der Ursprungsdatensatz im Lineage Element der Metadaten beschrieben werden.

Für Datensätze, welche in mehreren Auflösungsstufen / Detaillierungsgraden vorliegen:

Die Verwendung von mehreren Auflösungsstufen wird (wie auch für INSPIRE⁶¹) nicht empfohlen. Sollte durch spezifische Anforderungen unterschiedlicher Anwendungen dennoch die Notwendigkeit für mehrere Auflösungsstufen vorliegen, dann sollten diese in separaten Anwendungsschemata explizit modelliert werden. Diese sollten verlinkt sein und idealerweise ist eine automatische Generalisierung der hoch aufgelösten Daten möglich.

⁶¹ Tóth, K., Portele, C., Illert, A., Lutz, M., Nunes de Lima, V. (2012): JRC Reference Reports: A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures, <https://inspire.ec.europa.eu/file/1418/download?token=rzNYULUf>

3.11 Modellerweiterungen

3.11.1 Beschreibung

Die in vorhandenen Spezifikationen festgelegten Datenschemata (wie z. B. von INSPIRE) sind in vielen Fällen relativ generisch und müssen für die Verwendung in den verschiedenen, i.d.R. konkreter definierten Anwendungsfällen angepasst und erweitert werden. Durch das Interoperabilitätselement Modellerweiterungen werden Empfehlungen gegeben und Festlegungen gemacht, wie vorhandene Datenspezifikationen eingeschränkt bzw. erweitert werden können. Die vorhandenen Datenspezifikationen und Schemata bleiben dabei unverändert. Ziel dieser Festlegungen ist es, die Interoperabilität beim Datenaustausch durch die Modellerweiterungen so wenig wie möglich einzuschränken. Die Erweiterungen können unter anderem umfassen:

- Neue Anwendungsschemata, welche die bereits harmonisierten Schemata importieren
- Zusätzliche, i.d.R. abgeleitete Objektklassen mit zusätzlichen oder eingeschränkten Attributen in den neuen Anwendungsschemata
- Zusätzliche Datentypen oder Einschränkungen an bestehenden Datentypen
- Zusätzliche oder erweiterte Codelisten
- Einschränkungen (engl. Constraints) der bestehenden Modellinhalte

Die Definition und Einschränkung bzw. Erweiterung von Darstellungsregeln wird hier nicht betrachtet (im Unterschied zur Sichtweise bei INSPIRE⁶²), sondern durch das Element Präsentation, in welchem Methoden zur Spezifikation und Organisation von Darstellungsregeln definiert werden, adressiert.

Durch dieses Interoperabilitätselement werden nur die technischen Aspekte der Modellerweiterungen betrachtet. Die organisatorischen Aspekte wie z. B. die Rollen der Beteiligten und der Spezifikationsprozess sind ähnlich wie bei der Erstellung neuer Datenmodelle und werden durch das Element organisatorische Anforderungen (Kapitel 3.1 des Interoperabilitätskonzeptes) betrachtet.

3.11.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Aktueller Stand INSPIRE

Da die nationalen Datensätze in den meisten Fällen Informationen enthalten, welche nicht durch die INSPIRE-Spezifikationen abgedeckt sind, müssen die INSPIRE-Modelle typischerweise erweitert werden. Das INSPIRE Generic Conceptual Model⁶³ unterstützt prinzipiell derartige Erweiterungen. Im Annex F wird ein Beispiel für eine solche, relativ einfache Erweiterung gegeben.

Erweiterungen können unter anderem:

- Neue Anwendungsschemata definieren, die INSPIRE Schemata oder andere Schemata importieren,

⁶² Tóth, K., Portele, C., Illert, A., Lutz, M., Nunes de Lima, V. (2012): JRC Reference Reports: A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures, <https://inspire.ec.europa.eu/file/1418/download?token=rzNYULUf>

⁶³ D2.5: Generic Conceptual Model, Version 3.4: https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/publications/inspire-generic-conceptual-model_en

- Neue Datentypen oder Bedingungen (Constraints) in den eigenen Anwendungsschemata hinzufügen,
- Erweiterungen von Codelisten (außer zentral verwaltete, nicht-erweiterbare Codelisten) definieren, sowie
- Zusätzliche Darstellungsregeln definieren.

Dazu werden einige Regeln für Erweiterungen aufgestellt:

- Erweiterungen dürfen die von INSPIRE vorgegebenen Datenspezifikationen nicht verändern aber normativ referenzieren
- Zusätzliche Anforderungen oder Regeln an die Daten dürfen nicht den Regeln der INSPIRE Datenspezifikationen widersprechen.
- Die als zentral verwaltet und als nicht erweiterbar identifizierten Codelisten dürfen nicht erweitert werden.

Zur Erweiterung von Codelisten wird darüber hinaus im Artikel 6(3) der Implementing Rules⁶⁴ festgelegt:

- Erweitert ein Mitgliedstaat eine Codeliste, müssen die zulässigen Werte der erweiterten Liste und deren Definitionen in einem öffentlich verfügbaren Register eingestellt werden.

Vorgaben für INSPIRE Register werden in einem Best Practices Dokument⁶⁵ gegeben, in dem in Anhang 3 speziell auf die Verwendung erweiterter Codelisten oder Profilen von Codelisten eingegangen wird. Dort werden vier Arten von Codelisten unterschieden:

1. Nicht erweiterbare Codelisten (none)
2. Codelisten, die nur durch spezifischere Werte erweitert bzw. eingeschränkt werden dürfen (narrow)
3. Codelisten, die durch zusätzliche Werte erweitert werden dürfen (open)
4. Codelisten, in denen beliebige Werte erlaubt sind (any).

Codelistenerweiterungen sollten nur dann durchgeführt werden, wenn die neuen Werte nicht die gleiche Eigenschaft wie die existierenden Werte beschreiben.

Im Best Practice Dokument werden zwei gültige Varianten zur Verwendung der erweiterten Codelisten in den Datenmodellen unterschieden:

1. Einfache Ableitung der erweiterten Codeliste (Abbildung 11). Der Vorteil dieser Variante ist, dass keine abgeleitete Klasse zusätzlich definiert wird.
2. Zusätzlich zur abgeleiteten Codeliste wird die verwendende Klasse abgeleitet (Abbildung 12). Bei dieser Variante wird klarer spezifiziert, dass die erweiterte Codeliste zwingend zu verwenden ist. Über einen Constraint könnte zusätzlich festgelegt werden, dass für das Attribut die erweiterte Codeliste gültig ist.

⁶⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R1089>, Verordnung (EG) Nr. 1089/2010

⁶⁵ <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/registers-and-register-federation>

Im INSPIRE Diskussionsforum finden sich außerdem zahlreiche Hinweise und Lösungsbeispiele für Codelistenerweiterungen^{66,67}.

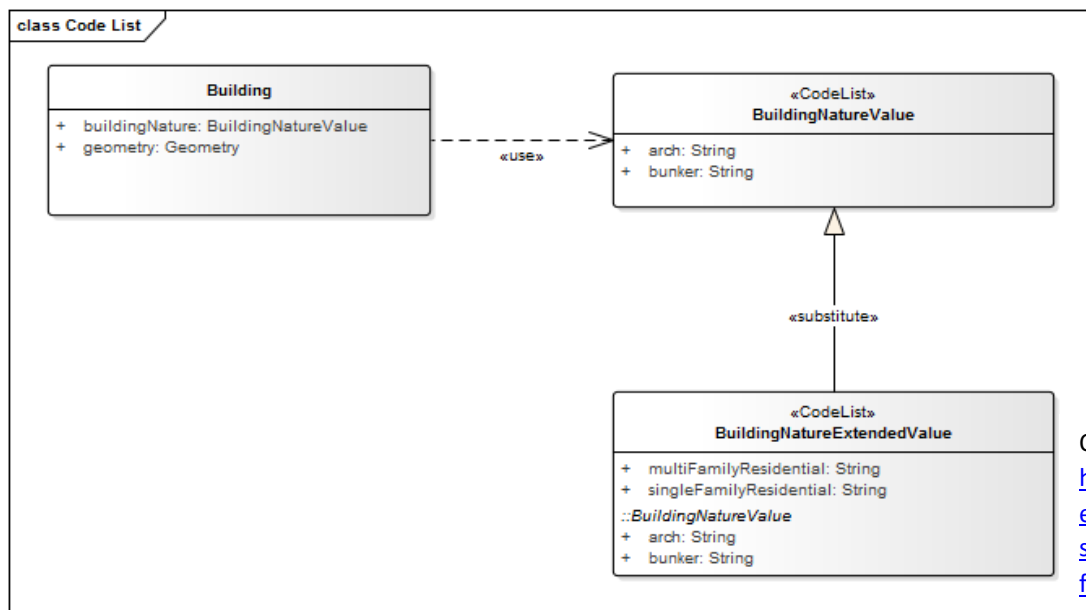


Abbildung 11: Einfache Ableitung der erweiterten Codeliste

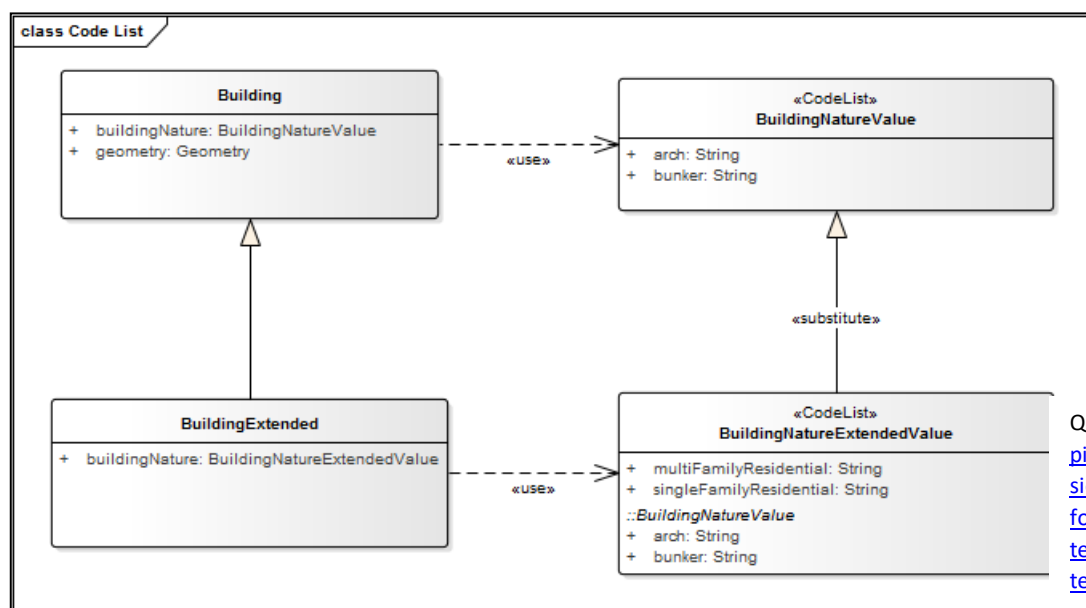


Abbildung 12: Ableitung der erweiterten Codeliste und zusätzliche Ableitung der verwendenden Klasse

Im Jahr 2016 wurde eine Studie zu Modellerweiterungen durch die MIG-T in Auftrag gegeben. Darin wurden die bis dahin durchgeführten Erweiterungen an den INSPIRE Spezifikationen dokumentiert, ein Inventar der Modellerweiterungen erstellt⁶⁸ und Empfehlungen zum Ablauf und zur Strukturierung des

⁶⁶ <https://web.archive.org/web/20171020182602/https://themes.jrc.ec.europa.eu/discussion/view/119293/extending-of-code-lists>

⁶⁷ <https://web.archive.org/web/20171020182602/https://themes.jrc.ec.europa.eu/discussion/view/137515/cultural-heritage-protected-sites>

⁶⁸ <http://inspire-extensions.wetransform.to/index.html>

Modellerweiterungsprozesses gemacht⁶⁹. Um Empfehlungen für Modellerweiterungen geben zu können, wurden sogenannte Erweiterungsmuster (engl. extension patterns⁷⁰) definiert, durch die typische Lösungsmuster für Modellerweiterungen (in Analogie zu Design Patterns in der Softwareentwicklung als eine wiederverwendbare Lösung für ein häufig auftretendes Problem) abgebildet werden sollen. Grundlegend wurden dort folgende Erweiterungsmuster unterschieden:

1. (Allgemeine) Regeln, welche die Konformität der abgeleiteten bzw. erweiterten Modelle zu den verwendeten Ursprungsmodellen sicherstellen. Als Beispiele werden hier die weiter vorn beschriebenen Regeln im Annex F des INSPIRE Generic Conceptual Model und die Bedingungen für CityGML-Erweiterungen für verschiedene Anwendungsdomäne⁷¹ (Application Domain Extensions) genannt. Diese Regeln betreffen z. B. den Import der Basisschemata, die Definition der Namensräume für die erweiterten Modelle und die Verwendung von UML Stereotypes bei der Definition von Profilen in UML.
2. Erweiterungen, die einem Modell Klassen oder vorhandenen Klassen Attribute hinzuzufügen:
 - Aggregation,
 - Vererbung,
 - Assoziation,
 - Komposition,
 - Mehrfachvererbung (engl. multiple Inheritance).

Für diese Klassenbeziehungen werden Hinweise gegeben, unter welchen Bedingungen sie einzusetzen sind.

3. Erweiterungen um Attributwerte zu modifizieren:
 - Definition von zusätzlichen Bedingungen (Constraints) an die Attributwerte, um z. B. die zulässigen Werte eines Attributes (weiter) einzuschränken oder um sicherzustellen, dass die Werte verschiedener Attribute konsistent sind.
 - Codelisten erweitern (siehe Abbildung 11 und Abbildung 12).

Aktueller Stand GDI-DE

Innerhalb der GDI-DE gibt es bisher keine Vorgaben zu Modellerweiterungen.

Praxisbeispiel der LAWA zur Erweiterung eines INSPIRE Datenmodells

Die Wasserwirtschaft ist von vielen Themen in den Anhängen I und III betroffen, da digitale Fach-Geodaten vorliegen.

Die Themen mit Geodaten sind **zum Beispiel**:

- Gewässernetz (A I8. Hydrography (HY)),
 - Gewässernetz
 - Wasserkörper
 - Bauwerke in und am Gewässer

⁶⁹ <http://inspire-extensions.wetransform.to/extension-methodology.html>

⁷⁰ <http://inspire-extensions.wetransform.to/patterns/index.html>

⁷¹ <http://inspire-extensions.wetransform.to/patterns/citygml-ade.html>

- Einzugsgebiete

Es gibt thematische Überlagerungen mit den EU-Reporting-Pflichten der Wasserwirtschaft. Es sind Geodaten aus unterschiedlichen EU-Wasserrichtlinien von INSPIRE betroffen, wie zum Beispiel:

- Wasserrahmenrichtlinie (WRRL),
- Hochwasserrisikomanagement Richtlinie (HWRL),
- Meeresstrategie Rahmenrichtlinie (MSRL),
- Badegewässerrichtlinie
- ...

Auch für Geodaten aus dem EU-Reporting Wasser gibt es INSPIRE Bereitstellungspflichten. Die LAWA hat eine Handlungsempfehlung zur Unterstützung einer sachgerechten Koordination in den fachlich zuständigen Behördenstrukturen erarbeitet, damit die Reporting-Anforderungen zu den EG-Richtlinien/ Internationalen Vereinbarungen und die Datenbereitstellung nach den INSPIRE-Anforderungen effektiv und effizient erfüllt werden können und dies ohne Doppelarbeit erfolgt. Die LAWA hat Beschlüsse für die erforderlichen Aktivitäten zur Harmonisierung des Berichtswesens und der notwendigen Koordinierung gefasst. Für die Umsetzung der INSPIRE-Themen wurden Kleingruppen gegründet.

Folgende Erkenntnisse haben sich ergeben:

- Das INSPIRE-Kerndatenmodell reicht nicht aus für ein Wasser – Reporting.
- Die Wasser-Richtlinien erfordern alle 6 Jahre eine Aktualisierung von Daten.
- INSPIRE-konforme Geodatenätze sind gemäß Artikel 8 der Verordnung (EG) Nr. 1089/2010 der Kommission „Interoperabilität“ spätestens sechs Monate nach Übernahme von Änderungen in den originären Geodatenätzen zu aktualisieren, sofern keine anderen Fristen im Rahmen von INSPIRE geregelt sind (zur Nachverfolgung ist eine Versionierung erforderlich).
- Netzwerkmodellierungen nach INSPIRE sind nicht Bestandteil des EU Wasser Reportings, aber sehr hilfreich, zum Beispiel für ein Routing.
- Bei dem Anspruch auf Gewässernetzmodellierung sind Grenzabstimmungen zwingend erforderlich (Geometrie und Datenmodell).

Ein erster Use case waren gemeinsame internationale Karten für die Flussgebietseinheiten. Die Idee war, INSPIRE Ansätze als Grundlage zu nutzen.

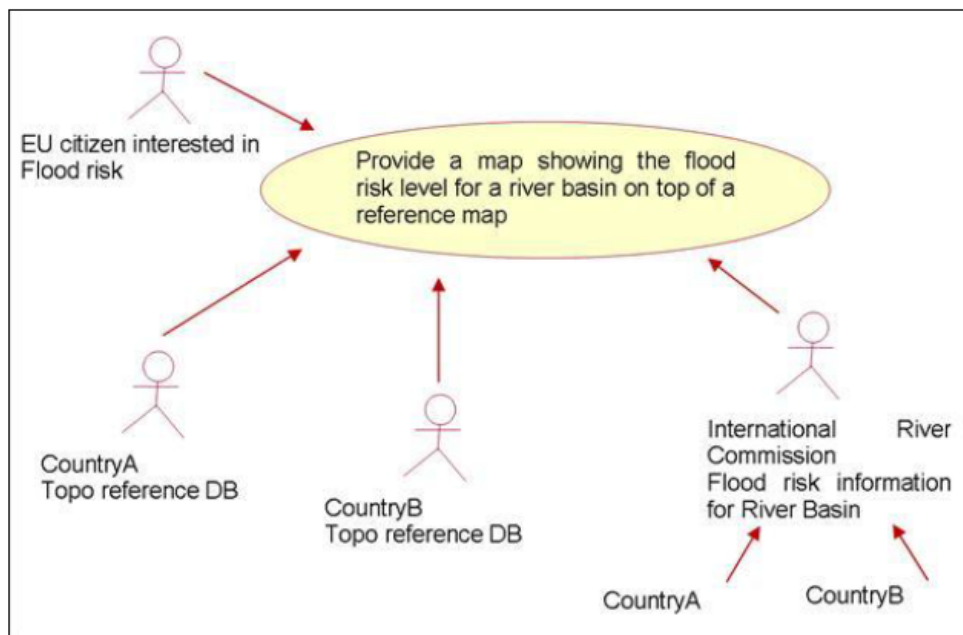


Abbildung 13: „Use case mapping“ (aus INSPIRE Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/hy>, Seite 150)

Es werden zum Beispiel Hintergrundtopographie, Gewässer, Bauwerke und Flussgebietseinheiten WRRL benötigt. Dafür war eine Einteilung für Bauwerke in und am Gewässer international umzusetzen. Grundlage hierfür war wiederum die Modellierung des Themas ManMadeObject unter INSPIRE.

Oberbegriff nach INSPIRE

HydroObject:
«featureType»
ManMadeObject

Mit 7 Unterbegriffen

«featureType»
Embankment

«featureType»
Ford

«featureType»
DamOrWeir

«featureType»
Lock

«featureType»
Sluice

«featureType»
Crossing

«featureType»
ShorelineConstruct
ion

Abbildung 14: Bauwerke im und am Gewässer aus dem INSPIRE Datenmodell (angelehnt an INSPIRE Data Specification on Hydrography – Technical Guidelines <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/hy>, Seite 41)

Diese Unterteilung reicht für eine sinnvolle Nutzung in der Wasserwirtschaft nicht aus. Alle bekannten Bauwerkstypen können nur über eine erweiterte Codeliste angefügt werden.

Die Vorarbeiten der LAWA umfasste folgende Punkte:

- Differenzierte Erfassung aller in Deutschland genutzten Gewässerbauwerkstypen und der assoziierten Objekte.

- Herstellung der semantischen Interoperabilität durch einheitliche Beschreibung der Objekte, zum Beispiel über DIN Begriffe (Deutsche Industrie Normen).
- Erstellung einer Codeliste mit Zuordnung zu den genannten 7 Unterbegriffen von ManMade-Objects.

Hier ein Auszug aus dem Arbeitsstand:

32300	Fließgewässerbettkonstruktionen o. Stauwirkung	DIN 4047 Teil 5; 5.9	3 ShorelineConstruction
32310	Sohlsturz - Sohlabsturz- Absturz	DIN 4047 Teil 5; 5.11	4 ShorelineConstruction
32311	Sohlgleite - Sohlengleite	DIN 4047 Teil 5; 5.13	5 ShorelineConstruction
32312	Sohlrampen-Sohlenrampe	DIN 4047 Teil 5; 5.12	5 ShorelineConstruction
32317	Kaskadensohl Absturz - Absturztreppe	DIN 4047 Teil 5; 5.14	5 ShorelineConstruction
32318	Sohlschwell- Grundschwelle	DIN 4047 Teil 5; 5.17	5 ShorelineConstruction
32320	Sandfang Geschiebesperre	DIN 4047 Teil 5, 5.20	4 ShorelineConstruction

Abbildung 15: Auszug aus dem Arbeitsstand zur Erstellung einer Codeliste mit Zuordnung zu den genannten 7 Unterbegriffen

Nach der Codierung erfolgte eine internationale semantische Abstimmung.

Code	Bezeichnung DE	PL	CZ
32300	Fließgewässerbettkonstruktionen ohne Stauwirkung	jedyny budynek bez tama ??? (Sohlenbauwerke ohne Aufstau)	jediným budova bez přehrada ??? (Sohlenbauwerke ohne Aufstau)
32310	Sohlsturz - Sohlabsturz- Absturz		
32311	Sohlgleite - Sohlengleite		
32312	Sohlrampen-Sohlenrampe		
32317	Kaskadensohl Absturz - Absturztreppe		
32318	Sohlschwell- Grundschwelle		
32320	Sandfang Geschiebesperre	piasek pułapka	lapák písku

Abbildung 16: Auszug aus dem Arbeitsstand bei der internationalen semantischen Abstimmung der Codeliste

Die begonnene Abstimmung wurde durch Prinzip Skizzen zum Beispiel aus DIN-Normen oder Fachpublikationen unterstützt.

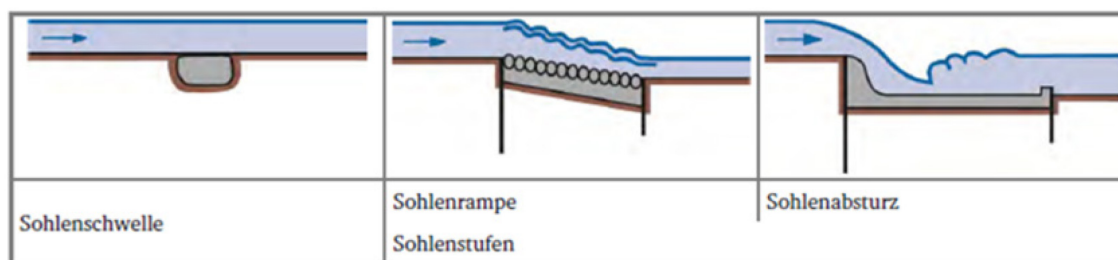


Abbildung 17: Bildliche Darstellung von Bauwerkstypen zur Unterstützung der internationalen semantischen Abstimmung (Quelle DWA 2005)

3.11.3 Bewertung und Empfehlungen

Es wird empfohlen, die Modellerweiterungen auf konzeptioneller Ebene durchzuführen:

- Zunächst sollte ein vorhandenes Kerndatenmodell, welches erweitert werden soll, festgelegt werden.
- Die erweiterten Modelle sind über die Registry zu publizieren und durch UML-Diagramme zu dokumentieren. Die Erweiterungen durch UML Stereotypes sind zu markieren. Der Anwendungsfall, welcher durch Modellerweiterung unterstützt wird, sollte ebenfalls in der Dokumentation beschrieben werden. Zusätzliche Bedingungen (Constraints) an die Attributwerte sollten mit OCL definiert werden. Die erweiterten Modelle müssen konsistent zum Ursprungsmodell bleiben.
- Repository/Inventory für Modellerweiterungen vorschreiben, z. B. ins Wiki
 - Dokumentation,
 - Recherchetool für erweiterte Schemata, Recherchierbarkeit nach Erweiterungstypen, Datenthema und Anwendungsdomänen
 - Good Practices erfassen und ein deutschsprachiges Diskussionsforum anbieten.

3.12 Modelltransformation

3.12.1 Beschreibung

Dieses Interoperabilitätselement liefert Festlegungen und Empfehlungen, wie Daten aus der Datenhaltung in die für den Austausch festgelegten Datenmodelle (z. B. von INSPIRE oder anderen Fachmodellen), Koordinatenreferenzsysteme, Datenformate und Sprachen transformiert werden und wie diese Transformation zu dokumentieren ist. Ziel ist es die Dokumentation der Transformationen zu gewährleisten, um deren Nachnutzung (im Sinne von Good Practices) durch andere Datenanbieter zu ermöglichen. Zielmodelle beinhalten i. d. R. Freiheitsgrade, die unterschiedliche Modelltransformationen zulassen. Aus der Dokumentation der Transformationsregeln bzw. den Transformationsskripten kann entnommen werden, wie mit diesen Freiheitsgraden umgegangen wurde. Damit liefert dieses Element einen wichtigen Beitrag zum übergeordneten Ziel des Interoperabilitätskonzeptes: einer gemeinsamen Nutzung der Daten verschiedener Datenanbietenden für übergreifende Analysen und Anwendungsfälle.

Es werden insbesondere Schematransformationen betrachtet, die zur Umwandlung von beliebigen Quelldaten in INSPIRE-konforme Datensätze verwendet werden. Grundsätzlich ist diese Methode aber für beliebige Quell- und Zielmodelle anwendbar, also beispielsweise auch für die Zusammenführung von Länderdaten zu einem (harmonisierten) nationalen Datenbestand. Je nach Komplexität der Datenmodelle kann die Festlegung von Transformationsregeln sehr aufwendig sein. Mit Hilfe der Modelltransformation soll u. a. erreicht werden (siehe Abbildung 18):

- Verteilt vorliegende Datenbestände können in ein harmonisiertes Zielschema überführt werden.
- Flexibles Reagieren auf sich ändernde Anforderungen von Nutzenden und daraus resultierende Änderungen im Zielschema ohne Anpassung der Quelldaten.

Die bisherigen Erfahrungen mit dem Umgang von Modelltransformationen zeigen folgende Rahmenbedingungen:

- Unter anderem aus Performanz-Gründen wird die Transformation in die INSPIRE-Datenspezifikationen in naher Zukunft wohl nicht on-the-fly durchgeführt werden.
- Transformationswerkzeuge verwenden (grafische) Schemata für den Import von Modellen und zur Unterstützung der Nutzenden bei der Definition von Transformationsregeln. Die Transformation selbst wird jedoch üblicherweise auf logischer/ physischer Ebene definiert und ausgeführt.
- Für Datenanbieter und Systemanbietende ergeben sich überwiegend aus der Komplexität der Modelle (Quellmodelle und INSPIRE) und aus der Verständlichkeit der Modelle Schwierigkeiten bei der Implementierung von Transformationen nach INSPIRE.

Mit diesem Interoperabilitätselement wird ein mögliches Vorgehen für die gemeinschaftliche Erarbeitung von Transformationsregeln und deren Weitergabe empfohlen.

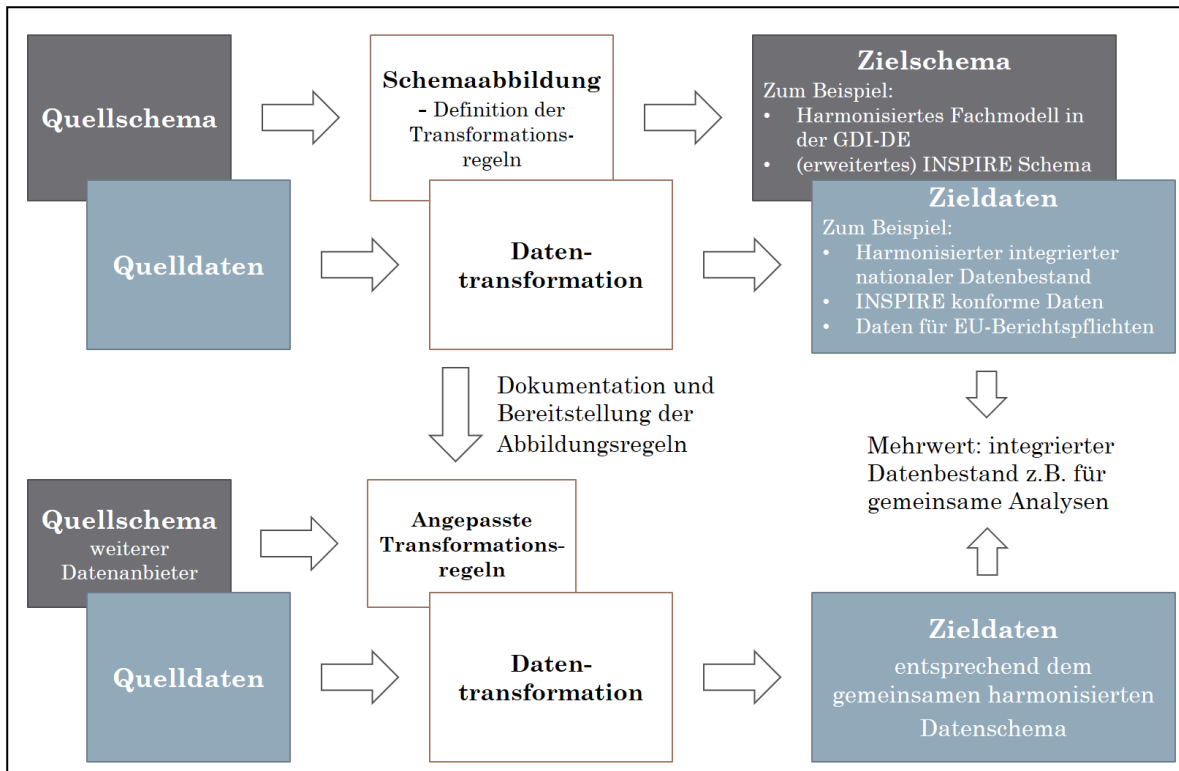


Abbildung 18: Modelltransformation in ein harmonisiertes Zielschema

3.12.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Mit den INSPIRE-Datenspezifikationen liegen die Zielmodelle, in die es zu transformieren gilt, vor. Auf nationaler Ebene gibt es derzeit keine von der GDI-DE akkreditierten Datenmodelle, in die ein regionaler Datenanbieter eigene Daten abbilden muss. Dennoch sind solche Modelle zweckmäßig, wenn vor einer INSPIRE-Bereitstellung die Daten auf nationaler Ebene aggregiert werden sollen.

3.12.3 Bewertung und Empfehlungen

Für die Erstellung von Transformationsregeln sind in der Regel kontextbezogene Fachleute sowie Expertinnen und Experten für Modelltransformationstools erforderlich. Idealerweise verfügen beide über Kenntnisse in beiden Bereichen. Zudem sollte auf einem in einer Fachcommunity abgestimmten Quellmodell aufgesetzt werden.

Folgendes Vorgehen wird empfohlen:

- Quelldaten bestimmen (Welche Daten (Formate, Datenmodell) sollen transformiert werden?),
- Zielmodell bestimmen (ggf. sind Vereinfachungen oder Profile möglich). Das Ergebnis sollte formal beschrieben werden.
- Semantische Durchdringung von Quell- und Zielmodell; dazu ist ggf. das vorhandene Quellmodell formal zu beschreiben (modellbasierter Ansatz). Voraussetzung für die Transformation ist ein qualitätsgesicherter Datenbestand.
- Festlegung der Beteiligten (Moderierende, Expertinnen und Experten für Transformation, Fachleute).
- Festlegung und Dokumentation von Abbildungsregeln im kleinen Team; dazu möglichst formale, exakte und reproduzierbare Beschreibung verwenden. Es gibt derzeit kein Format zur Übertragung von Transformationsregeln zwischen Transformationswerkzeugen.

- Qualitätssicherung der Transformation: Test der Ableitungsregeln mit Testdaten und Prüfung der Konsistenz des Transformationsergebnisses mit dem Zielschema bzw. zusätzlicher Konformitätsbedingungen (bei INSPIRE mit der INSPIRE-Testsuite) und eventueller weiterer Bedingungen der Datenanbietenden.
- Test der Transformation in der gesamten Fachcommunity.
- Implementierung der Abbildungsregeln in den jeweiligen Transformationstools der Datenanbietenden.
- Pflegekonzept einrichten für den Fall der Anpassung der Abbildungsregeln z. B. bei Änderungen der Quell- oder Zielmodelle (Versionierung, Benachrichtigung betroffener Stellen).
- Fortführungskonzept zur Aktualisierung der transformierten Daten nach Fortschreibung der Quelldaten festlegen (insb. bei aus mehreren Quelldatenbeständen integrierten Datenbeständen).
- Veröffentlichung der Transformationsregeln und deren Dokumentation.

Weitere allgemeine Empfehlungen:

- Einigung auf Modellierungs- und Transformationssprachen, bevor Systemanbieter die modellbasierte Transformation realisieren.
- Vereinfachung von Modellen anstreben, soweit möglich und sinnvoll.
- Konsequente Anwendung der modellgetriebenen Architektur (MDA).
- Bereitstellung von Beispieldaten zusammen mit der Dokumentation (für Tests etc.).
- Berücksichtigung der Skalierbarkeit bei der Konfiguration des Transformationsprozesses.
- Kooperationen zwischen Softwareanbieter und Endnutzer/Universitäten, um Feedback bzgl. der Nutzbarkeit und Weiterentwicklung vorhandener Transformationswerkzeuge einzuholen.

3.13 Qualität

3.13.1 Beschreibung

Für die Beschreibung der Datenqualität ist festgelegt, wie die Qualität der Daten geprüft, dokumentiert und sichergestellt wird und welche Anforderungen an die Datenqualität gestellt werden. Die Qualitätsmerkmale eines Datensatzes sollen es dem Nutzende ermöglichen, die Brauchbarkeit der Daten für die eigenen Anwendungen oder Fragestellungen zu beurteilen.

Die Dokumentation der Datenqualität erfolgt in den Metadaten. Ein konzeptionelles Modell für Qualitätselemente wie räumliche, zeitliche und thematische Genauigkeit, Konsistenz, Vollständigkeit, Aktualität und Usability sowie die Umsetzung in einem XML-Schema wird durch die ISO standardisiert (ISO 19115⁷², ISO 19139⁷³, ISO 19157⁷⁴). Die Verwendung dieser Qualitätselemente und die Umsetzung in einem Anwendungsschema wird, sofern erforderlich, in den „Konventionen zu Metadaten“ für die GDI-DE festgelegt. Aus diesem Grund werden hier keine Festlegungen getroffen, sondern auf die Vorgaben des AK Metadaten verwiesen.

3.13.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

INSPIRE macht Vorgaben zu bereits erhobene Datensätze der Mitgliedsstaaten. Daher wird es nicht möglich sein, dass alle Datensätze der geforderten Qualität vollumfänglich entsprechen. Trotzdem sollten gewünschte Genauigkeiten in den Datenspezifikationen festgehalten werden und die Datenbereitstellende dann ggf. auftretende Abweichungen in den Metadaten eintragen. Als besonders wichtig für potentielle Nutzende wird die Lagegenauigkeit angesehen⁷⁵. Im INSPIRE Deliverable D2.6 im Anhang A.16 sind einige Beispiele und Vorgaben für die einzelnen Qualitätselemente aufgeführt. Letztlich können solche Vorgaben aber nicht allgemeingültig festgelegt werden, sondern müssen für jedes Datenthema bzw. Datenprodukt separat getroffen werden⁷⁶.

Für die GDI-DE werden durch den AK Metadaten entsprechende Vorgaben für die Qualitätsbeschreibungen gemacht⁷⁷. Um die Übereinstimmung mit Qualitätsanforderungen zu dokumentieren, wird das DQ_ConformanceResult-Element empfohlen. Auch zur Kenntlichmachung der Verbindlichkeit amtlicher Daten wird die Nutzung des DQ_ConformanceResult-Elementes in den Metadaten empfohlen (optional). Dadurch ist es möglich, den gesetzlichen Rahmen bzw. die jeweilige Verordnung zu referenzieren und als „amtlichen Dateninhalt“ zu kennzeichnen.

Die Qualitätselemente des ISO-Metadatenschemas werden in der Praxis häufig nicht vollumfänglich genutzt. Gründe dafür sind u. a., dass die Qualitätselemente in den von der ISO-Norm abgeleiteten Metadatenprofilen nicht verwendet werden, von den Katalogimplementierungen nicht unterstützt

⁷² DIN EN ISO 19115-1:2014-07: Geoinformation - Metadaten - Teil 1: Grundsätze (ISO 19115-1:2014); Englische Fassung EN ISO 19115-1:2014

⁷³ DIN CEN ISO/TS 19139-1:2020-01; DIN SPEC 18210:2020-01: Geoinformation - XML-Schema-Implementierung - Teil 1: Kodierungsregeln (ISO/TS 19139-1:2019); Englische Fassung CEN ISO/TS 19139-1:2019

⁷⁴ ISO 19157:2013-12: Geoinformation - Datenqualität

⁷⁵ Drafting Team „Data Specifications“ - deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications (Text No. D2.6_v3.0.pdf). INSPIRE Drafting Team „Data Specifications“.

⁷⁶ Siehe auch <https://inspire.ec.europa.eu/documents/data-quality-inspire-balancing-legal-obligations-technical-aspects>

⁷⁷ AK Metadaten, Konventionen zu Metadaten. Arbeitskreis Metadaten, Version: 2.3.1. (Stand Mai 2025): https://www.gdi-de.org/download/AK_Metadaten_Konventionen_zu_Metadaten.pdf

werden oder aufgrund des Aufwandes bei der Erfassung nicht in den Metadaten enthalten sind. Der Umfang bzw. der Detaillierungsgrad der Qualitätsbeschreibungen in der GDI-DE ist zum Großteil von den Katalogbetreibenden abhängig, welche Metadaten der GDI-DE bereitstellen.

Zur Qualität von Metadaten werden separate Vorgaben getroffen⁷⁸.

3.13.3 Bewertung und Empfehlung

Festlegungen und Empfehlungen zu Metadaten werden innerhalb der GDI-DE durch den AK Metadaten getroffen. Deshalb werden an dieser Stelle keine konkreten Handlungsempfehlungen oder Maßnahmen vorgeschlagen.

Aus Sicht des AK Geodaten sollten Qualitätsangaben möglichst vollständig entsprechend der oben genannten ISO-Normen erfasst und in den Metadaten dokumentiert werden, um die Brauchbarkeitsbewertung der Daten und deren Nachnutzung zu unterstützen. Die Verwendung der Qualitätselemente, wie sie in den ISO-Normen definiert werden, unterstützt auch das einheitliche Verständnis der Qualitätsangaben.

Andere Metadatenelemente, wie die räumliche und zeitliche Auflösung, sind für die Brauchbarkeitsbewertung potentieller Nutzenden von zentraler Bedeutung. Diese gelten aber entsprechend der ISO 19115 nicht zu den Qualitätsangaben. Auch hier sollten die dafür vorgesehenen Metadatenelemente der ISO Norm konsequent genutzt werden.

Bei integrierten Datensätzen ist die Inhomogenität der Qualitätsangaben (insbesondere räumlich, zeitliche und thematische Genauigkeit sowie Auflösung, Vollständigkeit, Aktualität, Konsistenz) der verschiedenen Inputdatensätze zu dokumentieren. Hier sollte eine textuelle Beschreibung im Herkunftselement (LI_Lineage) erfolgen⁷⁹.

Das ISO-Element MD_Usage (Nutzung) sollte in Zukunft stärker zur Dokumentation der aktuellen oder potentiellen Nutzung verwendet werden. Für zukünftige Katalogentwicklungen wäre hier auch eine Kommentarfunktion für Informationen zu Anwendungen und der Bewertung der bereitgestellten Daten durch die Datennutzenden denkbar.

⁷⁸ AK Metadaten (2018): Qualitativ hochwertige Metadaten pflegen und verarbeiten, Handlungsempfehlungen für geodatenhaltende Stellen und Katalogbetreiber, Arbeitskreis Metadaten, 13.09.2018, Version: 1.0; Verfügbar unter: www.gdi-de.org/download/AK_Metadaten_Handlungsempfehlung_Metadaten_pfleger.pdf

⁷⁹ www.gdi-de.org/download/AK_Metadaten_Konventionen_zu_Metadaten.pdf, Version 2.3.1. Kapitel 3.8. Herkunft der Daten-Ressource

3.14 Metadaten

In der GDI-DE gibt es kein ISO 19115 Metadatenprofil, sondern lediglich eine Übersetzung der englischen Begriffe und Definitionen in tabellarischer Form⁸⁰. Darüber hinaus werden im Dokument "Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland - Konventionen zu Metadaten"⁸¹ konkrete Vorgaben zu einzelnen Metadaten-Elementen getroffen. Diese Konventionen gelten für die gesamte GDI-DE, werden im AK Metadaten erarbeitet und sind deshalb nicht Bestandteil des Interoperabilitätskonzeptes.

Hingegen werden fachspezifische Metadatenprofile in den jeweiligen Fachgremien abgestimmt und, z. B. in den technischen Leitfäden für die INSPIRE Umsetzung⁸² veröffentlicht. Für die Festlegungen von fachlichen Besonderheiten zu Metadaten hat der AK Metadaten eine allgemeingültige [Checkliste](#)⁸³ erarbeitet.

⁸⁰ Deutsche Übersetzung der Metadatenfelder des ISO 19115 Geographic information – Metadata 2008 https://www.gdi-de.org/download/2020-03/Deutsche_Uebersetzung_der_ISO-Felder.pdf

⁸¹ www.gdi-de.org/download/AK_Metadaten_Konventionen_zu_Metadaten.pdf (Version 2.3.1, Stand Mai 2025)

⁸² Siehe Fachnetzwerke GDI-DE <https://wiki.gdi-de.org/x/VwATK>

⁸³ Checkliste des AK Metadaten für die fachspezifische Abstimmung: <https://wiki.gdi-de.org/x/CYBNKw>

3.15 Konformität

3.15.1 Beschreibung

Das Interoperabilitätselement Konformität adressiert die

- Dokumentation von (Qualitäts-)Anforderungen an die Daten (inhaltliche Festlegungen des Anwendungsschemas, Erfassungsregeln, weitere Qualitätsanforderungen wie Referenzmaße für die Vollständigkeit, Genauigkeit etc.),
- die Prüfung der Einhaltung der Anforderungen durch Konformitätstests,
- zu verwendende Testwerkzeuge (z. B. Testsuites oder Validatoren),
- sowie die Dokumentation der Ergebnisse dieser Tests (z. B. in Prüfberichten).

Amtliche Geodaten und Webdienste werden heutzutage unter Beachtung internationaler Standards und über selbst definierte Produktspezifikationen (inkl. Erfassungskriterien) erstellt. Während der Produkterzeugung und nach Erstellung eines Produkts (z. B. eines Datensatzes oder einer Karte) wird die Qualität des Ergebnisses auf Genauigkeit (räumlich, zeitlich und thematisch), Vollständigkeit und Konsistenz geprüft. Für die Beschreibung von Qualitätsmerkmalen von Datensätzen und die Festlegung von Erfassungskriterien gibt es im Interoperabilitätskonzept eigene Elemente (Vgl. Qualität, Erfassungskriterien und Datenpflege).

Mit der Einführung moderner Informationstechnologien und umfassenden, sich beständig weiterentwickelnden Datenmodellen werden Qualitätskriterien zunehmend komplexer und deren Einhaltung schwieriger zu kontrollieren. Außerdem sind diese häufig in Textform und nicht standardisiert beschrieben, was Interpretationsspielräume offenlässt und keine automatisierte Prüfung unterstützt. Die Erfahrung zeigt, dass auch qualitätsgesicherte amtliche Daten mit Fehlern behaftet sein können. Datenfehler können u. a. auftreten durch:

- Fehlerhafte XML-Schemadateien,
- Falsche Interpretation der Inhalte des Datenmodells,
- Missachtung von Regeln zur Bildung und Änderung von Objekten,
- Ungenauigkeiten bei der Datenakquisition und durch Datentransformationen,
- Missachtung von Konsistenzbedingungen,
- Technische Unzulänglichkeiten und Fehler in der GIS-Software,
- Unstimmigkeiten bei aneinandergrenzenden oder sich überlappenden Datensätzen, die zusammengeführt werden.

In der Konsequenz sind die Geodaten potentiell nicht mehr interoperabel verwendbar. Betroffen sind davon die Datennutzenden, aber auch die Datenanbietenden, wenn beispielsweise Datenbestände aus den Ländern zur zentralen Bereitstellung zusammengeführt werden müssen.

Bei der Qualitätssicherung kommen in der Regel automatisierte Prüfwerkzeuge zum Einsatz. Dieser Prüfprozess erfolgt meist durch die verwendete GIS-Software mehr oder weniger in einer Blackbox, so dass nicht direkt nachvollzogen werden kann, was und wie genau getestet wird und welche Fehler möglicherweise von einer Produktionssoftware toleriert bzw. nicht geprüft werden. Hinsichtlich der Interoperabilität kann dies problematisch sein, wenn aufgrund fehlerhafter Daten die Zusammenführung von Datenbeständen oder die Analyse von Daten nicht mehr möglich ist. Insofern ist ein transparenter Qualitätssicherungsprozess eine zentrale Anforderung für einen interoperablen Datentransfer.

Für die Validierung der Konformität der Geodaten zu den Vorgaben des Datenmodells werden unabhängige Test-Frameworks oder Testsuites verwendet.

Ein Datenmodell enthält in verschiedenen Bereichen Qualitätsanforderungen (z. B. Kardinalitäten, textliche Konsistenzbedingungen, Erfassungsregeln, Einschränkung der erlaubten Geometrietypen etc.). Solche Regeln sind in maschinenlesbare Codes zu überführen und mit einer Testumgebung (Testsuite) zu prüfen. Qualitätsanforderungen, die schon jetzt relativ einfach mit Standardwerkzeugen überprüft werden können, wie z. B. die Validität einer XML-Datei, werden hier nicht betrachtet.

Grundsätzlich sind in der GDI-DE sämtliche Vorgaben aus Spezifikationen, die den Datentransfer regeln (Daten, Metadaten und Dienste sowie zugehörige Konventionen), auf Einhaltung zu prüfen.

3.15.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Werkzeuge zur Konformitätsprüfung:

Auf europäischer Ebene existiert seit 2017 eine Testsuite für Metadaten, Daten und Dienste (INSPIRE Reference Validator⁸⁴), die jedoch nur die „INSPIRE-Konformität“ prüft und keine national festgelegten Konventionen oder zulässige Ergänzungen und/ oder Einschränkungen zu den INSPIRE-Vorgaben. Eine Möglichkeit zur Erweiterung, um solche (spezifischen) nationalen Festlegungen zu unterstützen, ist auf europäischer Ebene nicht vorgesehen.

Mit der GDI-DE Testsuite⁸⁵ steht ein Werkzeug zur Verfügung, welches Metadaten, Geodaten und Geodienste auf Konformität zu Interoperabilitätsanforderungen überprüft. Die Nutzung der Testsuite ist mittlerweile grundsätzlich nur noch mit Anmeldung (2-Faktor Authentifizierung) möglich. Zum jetzigen Zeitpunkt bietet die Testsuite für die Prüfung folgende Testklassen an:

- zu Metadaten,
- zu Katalog-/Suchdiensten (CSW),
- zu Karten-/Darstellungsdiensten (WMS, WMTS),
- zu Downloaddiensten (WFS, Atom, WCS, SOS, OGC API - Features) und
- zu INSPIRE-Datensätzen.

Die GDI-DE Testsuite⁸⁶ ist bei Bedarf erweiterbar und kann zur Prüfung weiterer Vorgaben genutzt werden, z. B. Testklasse "Metadatenprofil GDI-BW Version 2.1 (Daten)". Zusätzlich stehen Qualitätstests zur Messung der Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit von Diensten zur Verfügung. Zur Prüfung der Anforderungen der INSPIRE-Richtlinie werden die Tests des INSPIRE Reference Validator⁸⁷ nachgenutzt.

Zudem ermöglicht der GDI-DE Monitor⁸⁸ einen durchgängigen Überblick zur Qualität aller Metadaten in der GDI-DE.

⁸⁴ <https://inspire.ec.europa.eu/validator>

⁸⁵ <https://testsuite.gdi-de.org/>

⁸⁶ <https://redmine.gdi-de.org/projects/gdi-de-testsuite>

⁸⁷ <https://inspire.ec.europa.eu/validator>

⁸⁸ <https://monitor.gdi-de.org/> (mit Anmeldung), weiter Informationen zum GDI-DE Monitor im Wiki: <https://wiki.gdi-de.org/x/SICqPw>

Änderungen des INSPIRE Reference Validator werden regelmäßig in die GDI-DE Testsuite übernommen (siehe [Releaseplan](#)⁸⁹). Jenseits von INSPIRE gibt es noch keine Testklassen zur Konformitätsprüfung von Geodaten.

Es bestehen generell zwei Möglichkeiten zur Nutzung der [GDI-DE Testsuite](#)⁹⁰: Schnelltests sind ohne Anmeldung möglich. Für erweiterte Testmöglichkeiten ist eine kostenlose Registrierung nötig. Die ausführliche Anleitung zur Nutzung der GDI-DE Testsuite findet sich online unter <https://testsuite.gdi-de.org/docs/HandbuchBenutzer.pdf>.

Vom OGC wird mit dem [OGC Validator](#)⁹¹ ein Werkzeug zur Validierung von Implementierungen der OGC-Standards angeboten. Zu Datenstandards stehen derzeit Prüfungen zu GML (Version 3.2.1) und OGC KML (Version 2.2) sowie GeoPackage (Version 1.0 und 1.2) zur Verfügung. Es können keine Daten gegen konkrete eigene Anwendungsschemata geprüft werden. In der GDI-DE sowie im INSPIRE Reference Validator werden die Testsuites OGC Web Feature Service 2.0 und OGC API – Features des OGC Validator extern eingebunden.

Dokumentation der Konformität:

In den Metadaten zu INSPIRE-relevanten Daten müssen verpflichtende Angaben zur Konformität gegenüber der Verordnung (EG) Nr. 1089/2010 der Kommission vom 23. November 2010 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatenbanken und -diensten gemacht werden. Vergleichbare verpflichtende Vorgaben für die Daten in der GDI-DE gibt es nicht.

In den „Konventionen zu Metadaten“⁹² des AK Metadaten wird anhand der INSPIRE-Daten gezeigt, wie Aussagen zur Konformität prinzipiell dokumentiert werden sollten.

3.15.3 Bewertung und Empfehlungen

Für eine interoperable Bereitstellung von Geodaten sind Konformitätstests zum Prüfen der Konformität der Daten zu den jeweiligen Datenspezifikationen bzw. abgestimmten Vorgaben essentiell, da oft schon sehr geringe Abweichungen in den Datenmodellen (bzw. Vorgaben) die gemeinsame Verwendung von Daten verhindert oder erschwert. Die nötigen Abstimmungen zur Konformität sind durch Interessensgruppen, z. B. Fachministerkonferenzen zu definieren, bevor die Konformitätsklassen festgelegt und in eine Prüfsoftware wie z. B. die GDI-DE Testsuite, implementiert werden können.

Konformitätstests bestehen aus zwei Komponenten:

1. Konformitätsklassen, welche von Modellierern nach fachlichen Vorgaben für die zu prüfenden Datenspezifikationen festgelegt werden.
2. Eine (unabhängige) Prüfsoftware, die einen Datensatz auf die Einhaltung der Konformitätsklassen überprüft und entsprechend die Testergebnisse ausgibt.

⁸⁹ Releaseplan der GDI-DE Testsuite: https://redmine.gdi-de.org/projects/gdi-de-testsuite/wiki/Releaseplanung_GDI-DE_Testsuite

⁹⁰ <https://testsuite.gdi-de.org>

⁹¹ <http://cite.opengeospatial.org/teamengine/>

⁹² https://www.gdi-de.org/download/AK_Metadaten_Konventionen_zu_Metadaten.pdf (Version 2.3.1, Stand Mai 2025)

Innerhalb einer Konformitätsklasse sind Testparameter festgelegt, welche jeweils zu erfüllen sind. Testparameter können in Abhängigkeit vom Datenthema unter anderem sein:

- die Einhaltung der im Datenschema vorgegebenen Datenstrukturen (z. B. GML), Datentypen (z. B. Integer, Geometrietypen), Regeln für Identifikatoren und Relationen zwischen Objekten (Kardinalitäten);
- inhaltliche Anforderungen (z. B. Vollständigkeit von Pflichtattributen);
- zusätzliche explizite Regeln oder Abhängigkeiten zwischen einzelnen Datenelementen, welche nicht im Datenschema enthalten sind;
- logische Konsistenz von einzelnen Geometrien (u. a. Topologie);
- Konsistenz der Geometrien in einem Datensatz (z. B. Prüfung disjunkter Polygone oder geschlossene Flächenabdeckung der Polygone im Datensatz);
- topologische Integritätsbedingungen bei Netzwerkdaten (z. B. Knoten-Kanten-Bedingungen);
- weitere semantische Integritätsbedingungen (z. B. konsistente topologische Relationen mit den Objekten anderer Datenthemen).

Innerhalb der GDI-DE sollten die Testparameter in UML und OCL formalisiert bzw. textuell beschrieben werden. In Zusammenarbeit mit dem AK Geodaten wären hier auch einheitliche Beschreibungsformate für die GDI-DE festzulegen, insbesondere für die verbale Beschreibung der Tests (ATS - Abstract Test Suite) und formale Regelsprachen für semantische Integritätsregeln (z. B. XQuery). Eine zentrale Bereitstellung der Konformitätsanforderungen über die GDI-DE Registry wäre hier sinnvoll für eine Referenzierung aus den Metadaten.

Die Durchführung der Konformitätstests sollte vereinheitlicht und idealerweise zentral bereitgestellt werden. Ebenso wäre eine Erweiterung der GDI-DE Testsuite um Tests für nicht-INSPIRE Daten sinnvoll⁹³. Bei Bedarf könnte die GDI-DE hierfür allgemeingültige Tests (z. B. Konformität zu GML) und die Möglichkeit zur Erweiterung dieser Tests um spezifische Anforderungen von den jeweiligen Fachstellen (ADV, Leitstelle XPlanung) anbieten.

Wenn bei Prüfungen Fehler aufgedeckt werden, wird in den meisten Fällen eine Beseitigung dieser Fehler notwendig. In Ausnahmefällen können weniger gravierende Fehler auch toleriert werden. Dies ist bei der Definition der Konformitätsklassen⁹⁴ anzugeben.

Es wird empfohlen, bei fachlichen und technischen Abstimmungen die Vorgaben zur interoperablen Bereitstellung von Geodaten als Testklassen bereitzustellen oder diese zu ergänzen. Sobald Testklassen für eine interoperable Datenbereitstellung von Interessensgruppen, z. B. Fachministerkonferenzen, veröffentlicht werden, sollten diese auch als Test implementiert und in die GDI-DE Testsuite übernommen werden. Der Prozess der Einbindung von GDI-DE spezifischen Testklassen in die GDI-DE Testsuite ist in [Redmine](https://redmine.gdi-de.org/projects/gdi-de-testsuite/wiki/Einbindung_von_GDI-DE_spezifischen_Testklassen_in_die_GDI-DE_Testsuite)⁹⁵ dokumentiert.

⁹³ https://redmine.gdi-de.org/projects/gdi-de-testsuite/wiki/Einbindung_von_GDI-DE_spezifischen_Testklassen_in_die_GDI-DE_Testsuite und https://redmine.gdi-de.org/projects/gdi-de-testsuite/wiki/Einbindung_von_GDI-DE_spezifischen_Testklassen_in_die_GDI-DE_Testsuite

⁹⁴ Dokumentation der Aussagen zur Konformität, siehe https://www.gdi-de.org/download/GDI-DE_Handlungsempfehlung_Bereitstellung_Geodaten_fuer_INSPIRE.pdf (Version 2.1.0)

⁹⁵ https://redmine.gdi-de.org/projects/gdi-de-testsuite/wiki/Einbindung_von_GDI-DE_spezifischen_Testklassen_in_die_GDI-DE_Testsuite

3.16 Mehrsprachigkeit

3.16.1 Beschreibung

Der interoperable Austausch harmonisierter Geodaten erfolgt häufig über sprachliche und kulturelle Grenzen hinweg, aber auch über verschiedene Fachdomänen oder Fachgebiete. Das Interoperabilitätselement *Mehrsprachigkeit* soll Mechanismen identifizieren, um:

- den Austausch, die Interpretation und die Verwendung von Daten über Sprachgrenzen und Fachgebiete hinweg zu verbessern. Beispielsweise gibt es unterschiedliche Objektbezeichnungen bei „*Straßenabläufen*“ (*Entwässerungen von Straßen*) in verschiedenen Fachdomänen, die umgangssprachlich als *Gully* bezeichnet und in Fachdatenbeständen als *Sinkkasten* bzw. als *Anschlusspunkt des Kanalsystems* enthalten sind.
- nationale und internationale terminologische Abstimmungen zu ermöglichen. Die Festlegung von Terminologie (Begriffe und ihre Definition) in der GDI-DE wird im Kapitel *Wissensrepräsentation und Semantik* behandelt.
- eine national und europaweit abgestimmte Interpretation, Erweiterung und Nutzung der INSPIRE-Datenmodelle zu ermöglichen.

Mehrsprachigkeit betrifft insbesondere folgende Aspekte:

- Sprache von **Datenspezifikationen/ Datenschemata**: Die einheitlichen Festlegungen von wesentlichen Begriffen und Definitionen müssen bei Bedarf mehrsprachig vorgehalten werden. Dies betrifft insbesondere **Codelisten, Enumerationen, Objektartenkataloge und Register für Featurekonzepte**.
- Geographische Objekte haben häufig unterschiedliche **Namensgebungen** in verschiedenen Sprachen und mehrere lokale Bezeichnungen (Endonyme und Exonyme⁹⁶). In Ortsregistern (sog. Gazetteers) können in der Regel mehrere Bezeichnungen für einen Ort abgelegt werden. Diese Register werden beispielsweise auch bei der Datensuche zur automatischen Übersetzung der Suchbegriffe verwendet.
- **Metadaten**: Insbesondere Schlüsselwörter (Keywords) sollten mit einem entsprechenden multilingualen Thesaurus (kontrolliertes Vokabular, strukturierte Wortschatzsammlung) verknüpft werden. Thesauri ermöglichen die Überbrückung kultureller Unterschiede bzw. die Übersetzung von Fachtermini verschiedener Fachgebiete. Ein typisches Beispiel zur Realisierung der Mehrsprachigkeit von Schlüsselwörtern in Metadaten ist im INSPIRE-Umfeld der GEMET Thesaurus (GEneral Multilingual Environmental Thesaurus). Er umfasst 27 Sprachen der EU und bildet damit einen Ausgangspunkt für die Nutzung von mehrsprachigen Metadaten. Bei Bedarf können ausgewählte Freitextfelder in den Metadaten (wie z. B. der Titel, die Kurzbeschreibung oder der Zweck) multilingual vorgehalten werden.

3.16.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Für INSPIRE wird das Thema „multi-lingual text and cultural adaptability“ im Generic Conceptual Model D2.5 behandelt und es werden entsprechend Vorgaben gemacht:

⁹⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Exonym_und_Endonym

- Von den Mitgliedsstaaten wird nicht gefordert, per se multilinguale Daten bereitzustellen oder sämtliche Daten in eine einheitliche Sprache zu übersetzen.
- Festlegungen für Ortsnamen (geographical names):
 - Die Verwendung von explizit vorgehaltenen Exonymen wird zur Übersetzung vorgeschrieben (z. B. München / Munich).
 - Eine direkte Übersetzung von Ortsnamen, Teilen von Ortsnamen ist nicht vorgesehen (z. B. die Übersetzung von Vorsilben *Klein-* oder *Neu-* bei Ortsnamen).
 - Die Anzahl der Namen in unterschiedlichen Sprachen für ein Objekt soll nicht begrenzt sein.
- Der Gebrauch von Freitexten als Datentyp in Geodaten und insbesondere in technischen Spezifikationen sollte minimiert werden. Nach Möglichkeit sind Klassifizierungen über Codelisten zu verwenden, die in einem INSPIRE Register geführt werden.
- Alle INSPIRE Register werden multilingual geführt (z. B. Feature Concept Dictionary⁹⁷). Die zentralen Vokabulare stellen die Begrifflichkeiten in allen offiziellen Sprachen der EU bereit.

In der GDI-DE gibt es bisher keine übergreifenden, konkreten Vorgaben bzw. detaillierte Regelungen zum vereinheitlichten Umgang mit Mehrsprachigkeit in den Geodaten, Datenspezifikationen und Datenschemata. Im Dokument zu den „Konventionen zu Metadaten“ (Anhang 2) wird die Zuordnung von INSPIRE-Datenthemen zu ISO-Themenkategorien beschrieben. Ergänzend hierzu existiert im Open-Data-Umfeld eine Zuordnung⁹⁸ zu den sog. "MDR Data Themes"⁹⁹. Allgemeine Festlegungen oder Empfehlungen zur Mehrsprachigkeit (in Keywords und Textfeldern wie z. B. Titel, Kurzbeschreibung oder Zweck) bzw. der/den zu verwendenden Sprache(n) und der Verwendung von Thesauri in den Metadaten werden in den Konventionen zu Metadaten¹⁰⁰ geregelt.

In den GDI der Länder wird teilweise, z. B. in Sachsen, die Zuweisung mindestens eines zutreffenden Schlüsselwortes aus dem GEMET empfohlen, unabhängig davon ob der Datensatz für INSPIRE relevant ist.

Beispiele für Mehrsprachigkeit in grenznahen oder grenzübergreifenden Daten sind im Crossdata (CILC3)-Projekt¹⁰¹ für den Bereich der Raumplanung zu finden.

3.16.3 Bewertung und Empfehlungen

Das Thema Mehrsprachigkeit in der GDI-DE ist auch unter der Annahme relevant, dass der Anwendungsbereich Deutschland und die Sprache Deutsch ist. Eine standardmäßige Übersetzung von Daten oder Datenschemata in andere Sprachen wird nicht benötigt. Eine Übersetzung sollte immer nur dann erfolgen, wenn sie durch entsprechende internationale Anwendungsfälle gefordert ist oder wenn die Daten sprach- und fachübergreifend genutzt oder angeboten werden (Vgl. Kapitel 3.8 Praxisbeispiel der LAWA).

⁹⁷ <http://inspire.ec.europa.eu/featureconcept>

⁹⁸ <https://wiki.gdi-de.org/display/gdk/Anbindung+der+GDI-DE+an+GovData#AnbindungderGDIDeanGovData-Zuordnung-vonKategorien>

⁹⁹ <https://publications.europa.eu/en/web/eu-vocabularies/at-concept-scheme/-/resource/authority/data-theme>

¹⁰⁰ www.gdi-de.org/download/AK_Metadaten_Konventionen_zu_Metadaten.pdf (Version 2.3.1, Stand Mai 2025)

¹⁰¹ <http://www.cross-data.eu/>

Festlegungen:

- Aus technischer Sicht sind ISO 19110 konforme Objektartenkataloge (engl. feature catalogues) und ISO 19126 konforme Verzeichnisse und Register für Featurekonzepte (engl. feature concept dictionaries) multilingual, so dass an dieser Stelle keine weiteren Anforderungen notwendig werden.
- Für erweiterte INSPIRE-Datenmodelle wird eine englische Übersetzung der Namen der wesentlichen Objektklassen, Definitionen und Codelisten empfohlen, um eine internationale Weiternutzung zu erleichtern.
- Die Bereitstellung von Anwendungsschemata sollte in der Sprache erfolgen, in der auch die Daten vorliegen.
- Anwendungsschemata (Bezeichnungen der Datenelemente, Objektartendefinitionen) sollen jeweils einheitlich in einer Sprache vorliegen.

3.17 Konsistenz von Geodatensätzen an Grenzen

3.17.1 Beschreibung

Dieses Interoperabilitätselement adressiert Inkonsistenzen zwischen Geodatensätzen (insbesondere an benachbarten Grenzen von Nationalstaaten und Bundesländern), die bereits in ein gemeinsames Datenschema und Koordinatenreferenzsystem transformiert wurden (siehe jeweilige Interoperabilitätselemente). Diese Inkonsistenzen betreffen insbesondere die Grenzverläufe und Realweltobjekte, welche in beiden Datensätzen abgebildet sind. Um hier bei der Integration der Datensätze ein konsistentes Ergebnis zu erhalten, müssen diese an ihren Grenzen aneinander angepasst (engl. matched) werden.

Inkonsistenzen (nach Transformation in ein gemeinsames Datenschema) betreffen insbesondere:

- unterschiedliche Grenzverläufe in beiden Datensätzen,
- unterschiedliche Klassifikationen von Objekten und Attributen (z. B. wegen juristischer Auslegung bei der Definition von Schutzgebieten),
- unterschiedliche geometrische Ausprägung eines Objektes (z. B. Linien oder Polygone),
- überlappende oder verschobene Position von Objekten,
- Duplikate von Objekten welche direkt auf der Grenze liegen.

Die Ursachen für die Inkonsistenzen können unter anderem sein:

- Unterschiedliche Projektionen in den Ursprungsdatensätzen,
- Unterschiedliche Erfassungskriterien und –methoden,
- Unterschiedliche Generalisierungsmethoden,
- Unterschiedliche Datenmodelle und Begriffsdefinitionen im Ursprungsdatenmodell, die zu Inkonsistenzen in den transformierten Daten geführt haben.

Voraussetzungen für eine Anpassung der Datensätze:

- Beide Datensätze weisen einen ähnlichen Detailgrad (engl. Level of Detail) auf.
- Beide Datensätze liegen im gleichen Anwendungsschema vor.
- Beide Datensätze haben das gleiche Koordinatenreferenzsystem.
- Bei Rasterdaten gleichen Zelltyps (z. B. quadratisches Raster), Zellgröße, CRS, Wertebereich bzw. die Verwendung eines vereinheitlichten Referenzgrids¹⁰².

Die logische Konsistenz innerhalb eines einzelnen Datensatzes wird im Interoperabilitätselement *Datenqualität* adressiert. Festlegungen zur Konsistenz zwischen Datensätzen mit unterschiedlichen Maßstäben werden im Element *Umgang mit Maßstäben* behandelt.

3.17.2 Vorgaben durch INSPIRE und in der GDI-DE

Um die Interoperabilität der Daten zu fördern, muss entsprechend Artikel 10 (2) der INSPIRE-Richtlinie unter anderem der geometrische Abgleich der Daten an den Grenzen mit den Daten der Nachbarstaaten gewährleistet sein. „Um die Kohärenz von Geodaten über geografische Objekte sicherzustellen,

¹⁰² <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/european-reference-grids>

deren Lage sich über die Grenze von zwei oder mehr Mitgliedstaaten erstreckt, sollten sich die Daten anbietenden der Mitgliedsstaaten im gegenseitigen Einvernehmen auf die Darstellung und Position dieser gemeinsamen Objekte einigen.“ In den Drafting Team „Data Specifications“¹⁰³ wird in den Anhängen A.18 und B die Konsistenz von Datensätzen an den internationalen Grenzen betrachtet und entsprechende Empfehlungen zur Harmonisierung gemacht. Dabei werden folgende Teilprobleme betrachtet:

- Die harmonisierte Präsentation der Grenzen, die zum Maßstabsbereich der zu integrierenden Daten passen,
- Die Anpassung der Objekte an diesen Grenzen
 - Für Vektordaten ist eine Anpassung notwendig, wenn Objekte dieselben Realweltobjekte entlang der Grenze oder grenzübergreifend abbilden,
 - Für feldbasierte Daten (Coverages, z. B. Höhenmodelle oder Orthophotos),
 - Anpassung von unterschiedlichen Attributdaten (z. B. Codelisten).

Es werden technische Lösungen und Regeln zur Anpassung der Objektgeometrien/ feldbasierten Daten (z. B. Rasterdaten, Triangulationen) empfohlen. Dabei sind die Besonderheiten der jeweils vorliegenden Datenthemen und Datensätze, insbesondere deren Erfassungskriterien, geometrische Genauigkeit und Auflösung, zu berücksichtigen.

Als Referenzdatensätze für die Grenzverläufe der Mitgliedsstaaten werden empfohlen:

- EuroRegionalMap^{104 105}(1:250.000, 37 Staaten),
- EuroGlobalMap¹⁰⁶ (1:1.000.000, 45 Staaten) und
- EuroBoundaryMap^{107 108}(1:100 000, 55 Staaten).

In der GDI-DE gibt es derzeit keine Vorgaben oder Empfehlungen. Die grenzübergreifende Datenharmonisierung ist bisher Aufgabe der Datenanbietenden und die datensatzübergreifende Konsistenz ist ebenfalls offen.

Beispiele für die Harmonisierung von grenznahen bzw. grenzübergreifenden Daten sind im Crossdata (CILC3)-Projekt¹⁰⁹ für den Bereich der Raumplanung zu finden.

Das BKG stellt für verschiedene Daten bereits bundesweit vereinheitlichten Datenprodukte als Open Data zur Verfügung¹¹⁰. In der Regel ist der Prozess der Harmonisierung auf den Produktwebseiten bzw. Metadaten wenig transparent oder nachvollziehbar dargestellt.

¹⁰³ Drafting Team „Data Specifications“ - deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/document/download/f4e1a6c1-ff46-4a6c-a772-54a72d3767db_en?file-name=d2.6_v3.0.pdf&prefLang=et). INSPIRE Drafting Team „Data Specifications“

¹⁰⁴ <https://www.mapsforeurope.org/datasets/euro-regional-map>

¹⁰⁵ BKG Produktdokumentation: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/dokumentation/deu/erm.pdf

¹⁰⁶ <https://www.mapsforeurope.org/datasets/euro-global-map>

¹⁰⁷ <https://eurogeographics.org/products-and-services/ebm/>

¹⁰⁸ BKG Produktdokumentation: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/dokumentation/deu/ebm.pdf

¹⁰⁹ <http://www.cross-data.eu/>

¹¹⁰ <https://gdz.bkg.bund.de/>

3.17.3 Bewertung und Empfehlungen

Um die Harmonisierung der verschiedenen Datenthemen zu unterstützen, sind durch die GDI-DE Referenzdatensätze der Grenzen zwischen Verwaltungseinheiten (Grenzen zu den Europäischen Nachbarländern, Bundesländern, Landkreise und Gemeinden) für die unterschiedlichen Maßstabsbereiche vorzugeben. Außerdem sollten Datensätze anderer Gebietseinteilungen (z. B. Grenzen der Zuständigkeit von Wasserverbänden) durch die jeweilig zuständigen Stellen erstellt und in der GDI-DE als Referenzdatensätze benannt und bereitgestellt werden.

Als Referenzdatensätze für Grenzverläufe auf nationaler Ebene (Landesgrenze und Grenzen der Länder und darunter) werden folgende BKG-Produkte empfohlen^{111 112}:

- VG25 - Verwaltungsgebiete 1:25.000¹¹³:
angestrebte Lagegenauigkeit der Geometrien 3m (entspricht der des Basis DLM). Beinhaltet die hierarchischen Verwaltungseinheiten: Staat, Länder, Regierungsbezirke, Kreise, Verwaltungsgemeinschaften und Gemeinden. Der Datensatz ist bisher nicht als Open Data verfügbar.
- VG250 - Verwaltungsgebiete 1:250.000¹¹⁴:
beinhaltet die hierarchischen Verwaltungsebenen: Staat, Länder, Regierungsbezirke, Kreise, Verwaltungsgemeinschaften und Gemeinden. Der Datensatz ist als Open Data verfügbar.
- VG1000 - Verwaltungsgebiete 1:1.000.000¹¹⁵:
beinhaltet die hierarchischen Verwaltungsebenen: Staat, Länder, Regierungsbezirke und Kreise. Der Datensatz ist als Open Data verfügbar.
- VG2500 - Verwaltungsgebiete 1:2.500.000¹¹⁶:
beinhaltet die hierarchischen Verwaltungsebenen: Staat, Länder, Regierungsbezirke und Kreise. Der Datensatz ist als Open Data verfügbar.

Für Datenintegrationsvorhaben in größeren Maßstäben (z. B. 1:5.000) werden ALKIS-basierte Grenzverläufe der Vermessungsverwaltung empfohlen. Die Grenzverläufe sind zwischen den betroffenen Datenbereitstellenden abzustimmen. Für die Harmonisierung historischer Daten sind entsprechend auch die historischen Grenzen zu verwenden.

¹¹¹ Open Data Produktkatalog:

https://www.bkg.bund.de/SharedDocs/Downloads/BKG/DE/Downloads-DE-Flyer/BKG-Produktkatalog-Open-Data-DE.pdf?__blob=publicationFile&v=27

¹¹² Produktkatalog für Bundesverwaltungen:

https://www.bkg.bund.de/SharedDocs/Downloads/BKG/DE/Downloads-DE-Flyer/BKG-Produktkatalog-Bund.pdf?__blob=publicationFile&v=35

¹¹³ Produktdokumentation: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/dokumentation/deu/vg25.pdf

¹¹⁴ Produktdokumentation: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/dokumentation/deu/vg250.pdf

¹¹⁵ Produktdokumentation: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/dokumentation/deu/vg1000.pdf

¹¹⁶ Produktdokumentation: https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/dokumentation/deu/vg2500.pdf

Für Rasterdaten werden die European Reference Grids¹¹⁷ in den Auflösungsstufen 1 km x 1 Km, 10 km x 10 km oder 100 km x 100 km empfohlen, welche durch das European Soil Data Centre (ESDAC)¹¹⁸ bereitgestellt werden. Es ist zu beachten, dass aufgrund der Flächentreue die Projektion auch im ETRS89 / LAEA (EPSG 3035) erfolgen muss.

Für die konkreten Anpassungen der Objekte an den Grenzen bzw. in den sich überlappenden Rastern, sind themenspezifische und möglichst automatisierte Lösungen durch die betroffenen Datenanbietenden zu erstellen. Eine Koordinierung durch die GDI-DE wäre hierbei erforderlich, auch unabhängig von INSPIRE, wenn z. B. bundesweite Referenzdatensätze bereitgestellt werden sollen. Es sind Festlegungen zu treffen, welche (integrierten) Datensätze bzw. Datenthemen von diesem Interoperabilitätselement betroffen sind und ob die Harmonisierung zentralisiert durch das BKG oder durch die Datenbereitstellenden erfolgen soll. Die Methoden zur Anpassung an den Grenzen sind in den Beschreibungen der Produkte zu dokumentieren.

¹¹⁷ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/european-reference-grids>

¹¹⁸ European Soil Data Centre (ESDAC), <https://esdac.jrc.ec.europa.eu>, European Commission, Joint Research Centre

4 Fazit und Ausblick

Geodaten sind eine der zentralen Ressourcen einer Geodateninfrastruktur. Die aus praktischer Sicht wichtigsten Interoperabilitätselemente sind in der vorliegenden Version des Interoperabilitätskonzepts beschrieben. Somit ist ein wichtiger Leitfaden für eine standardkonforme Beschreibung und Bereitstellung von Geodaten in der GDI-DE gegeben. Die weiteren Schritte zur Fortschreibung des Konzepts sind die Analyse der verbleibenden Elemente und daraus abgeleitet eine Priorisierung für die weitere Bearbeitung.

Zusammenfassend steht die interoperable Geodatenbereitstellung in der GDI-DE auf den folgenden drei Säulen:

- 1) Das Interoperabilitätskonzept mit der konzeptionellen Ausarbeitung von Vorgaben und Empfehlungen durch den AK Geodaten.
- 2) Die fachliche Abstimmung von Vorgaben und deren Umsetzung durch Verantwortliche mit Eigeninteresse und Anwendungsbezug auf der Fachdatenseite.
- 3) Die GDI-Architektur mit den nationalen technischen Komponenten (AK Architektur und Betrieb GDI-DE), die kontinuierlich weiterentwickelt wird, um die Bedarfe zur Umsetzung der Interoperabilität zu erfüllen.

Primär ist das Interoperabilitätskonzept eine Anleitung für Datenanbietende, um durch Vereinheitlichung (Harmonisierung) aus den Daten Mehrwerte zu generieren und organisationsübergreifende, ggf. überregionale Auswertungen zu ermöglichen oder zu optimieren. Dies ermögliche eine effiziente und kostenschonende Nachnutzung von interoperablen zusammengeführten Geodatenbeständen.

Die erforderlichen Harmonisierungsbedarfe sind durch die jeweiligen Fachgremien und Fachverantwortlichen zu ermitteln bzw. festzulegen und dann durch die Bildung möglichst umfassender Arbeitsgruppen unter Zuhilfenahme des Interoperabilitätskonzeptes umzusetzen. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Datenharmonisierungen auch immer durch gesetzliche Verpflichtungen flankiert werden müssen, da sonst i.d.R. nicht der notwendige Umsetzungsdruck aufgebaut werden kann. Der AK Geodaten unterstützt auch Bestrebungen, durch Verpflichtung im Rahmen aktueller gesetzlicher Vorhaben, die interoperable Bereitstellung von Geodaten in Deutschland zu forcieren.

In Zusammenarbeit mit datenanbietenden Stellen ist der AK Geodaten bestrebt durch Pilotprojekte das Interoperabilitätskonzept in die Anwendung zu bringen und damit Best Practice Beispiele zu schaffen. Geodaten haben einen besonderen Stellenwert im Zuge der Digitalisierung der Verwaltungen und Steigerung von Transparenz und Bürgerbeteiligung. Auch diese Bereiche werden bei der künftigen Auswahl von Pilotprojekten mit in Betracht gezogen.

Um die hier bereitgestellte Methodik für eine Harmonisierung vorhandener Datenbestände und Datenmodelle innerhalb der GDI-DE auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen, sind Rückmeldungen (zu senden an: ak-geodaten@gdi-de.org) aus praktischen Anwendungsfällen wichtig. Rückmeldungen helfen bei der Fortschreibung des Interoperabilitätskonzepts und können zur Ausarbeitung neuer Maßnahmen der GDI-DE führen.

Anhang 1: Weitere Interoperabilitätselemente

Element	Kurzbeschreibung	Abschätzung der derzeitigen Situation in der GDI-DE (nicht abschließend)
Objektreferenzierung	Festlegungen wie indirekte Georeferenzierung von Objekten unterstützt wird	Derzeit keine konkreten Vorgaben. Allerdings besteht ein technisches Konzept für einen Geokodierungsdienst der AdV, der eine indirekte Georeferenzierung von Objekten unterstützt.
Räumliche und zeitliche Modellierung	Festlegungen wie räumliche und zeitliche Sachverhalte in Objekten beschrieben werden; dies umfasst auch Festlegungen zu den verschiedenen Repräsentierungen als Vektordaten, Coverages (z. B. Rasterdaten) oder Beobachtungen/Messungen. Dies umfasst auch die Kodierung von Daten.	Im Technikdokument der GDI-DE-Architektur sind derzeit keine detaillierten Regelungen vorhanden, wie räumliche und zeitliche Aspekte zu berücksichtigen sind. Vorgaben sind nur indirekt gemacht, z. B. über Austauschformate (z. B. GML), die geometrische Repräsentierungen vorschreiben. Beispiele für zeitliche Aspekte gibt es in INSPIRE mit der Möglichkeit zur Führung von Lebenszeitintervallen bei Objekten, was auch die Führung historischer Daten ermöglicht.
Verwendung fachübergreifender Modellelemente	Festlegungen wie mit übergreifend genutzten Modellelementen umgegangen wird	In GDI-DE derzeit nicht vorhanden.
Erfassungskriterien und Datenpflege	Festlegungen zur Erfassung und Fortführung (Datenpflege) von Geodaten	In GDI-DE derzeit nicht vorhanden. Muss in erster Linie von den Datenanbietern gemacht werden. Regelungen zur Dokumentation müsste von GDI-DE vorgegeben werden. Regeln zur Datenpflege (Aktualität, Informationen über Datenänderungen) werden in der Regel in Produktspezifikationen festgelegt. GDI-DE könnte allgemeine Grundsätze zur Information über Datenänderungen vorgeben.
Präsentation	Methodik zur Spezifikation und Organisation von Darstellungsregeln	Ein „Style Register“ ist in der GDI-DE eingerichtet (siehe Kapitel 3.7).