

GEODATENDIENSTE im Internet



**Ein
Leitfaden**

Ein praktischer Leitfad für den Aufbau und den Betrieb webbasierter Geodatendienste

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

der Ihnen vorliegende Leitfaden ist eine Erfolgsstory. Schon seit dem Jahr 2006 wurden mit der ersten Auflage wesentliche Informationen zum Thema „Webbasierte Geodatendienste“ für Bund, Länder und Kommunen bereitgestellt. Die Nachfrage war in all diesen Jahren unvermindert groß, so dass es konsequent ist, eine nunmehr vierte Auflage zu produzieren. Der Leitfaden bietet interessante Basisinformationen für die Bereitstellung von Geodaten mittels webbasierter Technologien und ist auch wichtiger Berater auf dem Weg zu einer europäischen Geodateninfrastruktur (INSPIRE). Gerne wird sie sowohl von Behörden, anderen öffentlichen Geodatenhaltern und allgemein GDI-Interessierten als auch von Hochschulen und deren Studentinnen und Studenten genutzt.

Seit 2007 arbeiten Bund, Länder und Kommunen daran, die für alle Mitgliedsstaaten der Europäischen Union verbindliche INSPIRE-Richtlinie umzusetzen. Bis 2020/21 müssen alle 34 Themen der Anhänge I, II und III datentechnisch aufbereitet sein und über Dienste angeboten werden. Dies ist ein anspruchsvolles Ziel, das auf allen Ebenen intensiv verfolgt wird. Der Leitfaden kann hierbei gute Unterstützung und Motivation für die über 1.000 von der INSPIRE-Richtlinie betroffenen geodatenhaltenden Stellen sein.

Ich sage den Autorinnen und Autoren herzlichen Dank für Ihr Engagement, den bisherigen Leitfaden zu aktualisieren. Er wurde von Mitgliedern einer Arbeitsgruppe des Netzwerks „Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE)“ gemeinsam mit der Koordinierungsstelle GDI-DE mit hohem Aufwand und einem tiefen Verständnis für das Thema „GDI“ bearbeitet.

Ich wünsche Ihnen viel Freude und weitergehende Erkenntnisse beim Lesen. Und auch diesmal gilt: Falls Ihnen an der Broschüre etwas auffällt, seien es Ergänzungen oder auch Verbesserungen, teilen Sie es bitte dem Redaktionsteam (mail@gdi-de.org) mit.

Der Leitfaden ist kostenfrei als Download verfügbar und kann auch weiterhin kostenfrei als Druckexemplar bezogen werden (siehe Impressum).

Rolf-Werner Welzel

Vorsitzender Lenkungsgremium GDI-DE

Inhalt

Vorwort	3
1. Einleitung	6
1.1. Ziele der Broschüre	6
1.2. Motivation	7
2. Geodatendienste	9
2.1. Ziele und Grundlagen	9
2.1.1. Dienste im Internet	9
2.1.2. Geodatenmodellierung	10
2.1.3. Geodateninfrastrukturen	13
2.1.4. Normen und Standards	14
2.1.5. Metadaten	19
2.2. Europäische Geodateninfrastruktur	21
2.3. Webbasierte Geodatendienste	25
2.3.1. Suchdienste	25
2.3.2. Darstellungsdienste	26
2.3.3. Downloaddienste	32
2.3.4. Weitere Geodatendienste	38
3. Bereitstellung von Geodatendiensten	42
3.1. Planung und Vorbereitung	42
3.2. Datenhaltung	44
3.2.1. Konzeption der Datenhaltung	44
3.2.2. Datenhaltung für Metadaten	45
3.2.3. Datenhaltung für Geodaten	51
3.3. Bereitstellung im Internet	52
3.3.1. Suchdienste	52
3.3.2. Darstellungsdienste	54
3.3.3. Downloaddienste	56
3.3.4. Weitere Geodatendienste	59

3.4. Dienstqualität	60
3.5. IT-Sicherheit	64
3.6. Datenschutz und Urheberrecht	67
4. Anwendung von Geodatendiensten	68
4.1. Geodatenrecherche	68
4.2. Geodatenvisualisierung und -analyse	70
4.3. Geodatenvertrieb	75
4.4. Geodatenbearbeitung	78
4.5. Integration mit dem E-Government	80
5. Zukunftsthemen	82
5.1. Technologische Trends	82
5.2. SemanticWeb	82
5.3. Linked Data	84
Literaturverzeichnis	86
Wichtige Links	88
Abkürzungsverzeichnis	90
Abbildungsverzeichnis	92
Impressum	93

1. Einleitung

Einer Studie der TU Dresden zufolge haben über die Hälfte der Informationen in Wikipedia einen Raumbezug. Daten mit einer Ortsangabe - sei es eine Adresse, eine Flurstücksnummer, ein Flusskilometer oder eine geografische Koordinate - (kurz „Geodaten“) sind somit eine wichtige Grundlage bei vielen Entscheidungen. Die Bereitstellung von Geodaten über das Internet auf Basis von Geodatendiensten hat dabei in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen.

1.1. Ziele der Broschüre

Der nunmehr in der vierten aktualisierten Auflage vorliegende „Leitfaden für den Aufbau und den Betrieb webbasierter Geodatendienste“ liefert insbesondere (Berufs-)Einsteigern in der Geodaten-Community aber auch IT-Verantwortlichen, Entscheidern und Koordinatoren in der öffentlichen Verwaltung sowie in Wirtschaft und Wissenschaft grundlegende Hinweise für den Umgang mit der Geodatenbereitstellung über Internettechnologien. Es geht dabei weniger um Produktinformationen für Software-Lösungen, als vielmehr um die Einsatzmöglichkeiten und die Implementierung von Geodatendiensten sowie die Gesamtarchitektur.

Ziel der Broschüre ist es,

- » eine erste Hilfestellung zur Bereitstellung und Nutzung von Geodatendiensten zu geben,
- » den Zusammenhang zu übergreifenden E-Government-Maßnahmen und Geodateninfrastrukturkonzepten herzustellen,
- » praktische Implementierungshinweise mit auf den Weg zu geben,
- » die Bedeutung der wichtigsten Geostandards im Kontext von Geodatendiensten zu vermitteln und darüber hinaus,
- » die Verwendung von Geodatendiensten zur Erfüllung der Verpflichtungen aus der INSPIRE-Richtlinie darzustellen.

Die *Geodateninfrastruktur Deutschland* (GDI-DE) möchte mit diesem Leitfaden die schrittweise Entwicklung bzw. den Ausbau einer nachhaltigen

und effektiven Infrastruktur unterstützen und den Leser auf aktuelle Entwicklungen in diesem Bereich aufmerksam machen.

1.2. Motivation

Die analoge Datenbereitstellung und -verarbeitung im Geo-Sektor wurde in den letzten Jahrzehnten durch Geodatenbanken abgelöst. Mit der Einführung *Geographischer Informationssysteme* (GIS) ab den 80er Jahren konnten Geodaten deutlich effizienter und schneller verarbeitet oder in digitalen Karten visualisiert werden, so z. B. bei Zusammenführung und Visualisierung unterschiedlichster Fachdaten innerhalb einer thematischen Karte.

Während der Datenaustausch zunächst über Datenträger erfolgte, werden seit den 90er Jahren vermehrt internetbasierte Geodatendienste eingesetzt. Damit lassen sich örtlich getrennt verwaltete Geodaten unabhängig von ihrem Speicherort abrufen. Geodaten unterschiedlicher Herkunft werden also nicht mehr bilateral ausgetauscht, gegebenenfalls konvertiert und mehrfach gespeichert, sondern stehen Fachverwaltungen, Wirtschaft oder Bürgern jederzeit online im Internet zur Verfügung.

So wird z. B. bei der Planung von Verkehrswegen auf einfache Weise eine Naturschutz-Umweltverträglichkeitsprüfung unterstützt, indem Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Flora-Fauna-Habitat- und Vogelschutzgebiete etc. bereits während der Planungsphase über das Internet ermittelt, kombiniert und durch Überlagerung mit dem Bereich der geplanten Trassenführung visualisiert bzw. bewertet werden. Möglich sind solche Szenarien, wenn Datenhalter und Datenverarbeiter die notwendigen organisatorischen und technischen Weichen stellen. Die Basis hierfür bildet eine Geodateninfrastruktur als integrierter Bestandteil eines modernen E-Government.

Neben den Regelungen zu Geodateninfrastrukturen auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene setzt die Europäische Richtlinie 2007/2/EG *IN*frastructure for *S*patial *I*nfoRmation in *E*urope (INSPIRE) vom 15. Mai 2007 den Rahmen zum Aufbau einer Europäischen Geodateninfrastruktur. Inhaltlich umfasst die INSPIRE-Richtlinie in drei Anhängen insgesamt 34 Themen, u. a. Geographische Bezeichnungen, Adressen, Verkehrsnetze und Schutzgebiete. Alle Stellen in Deutschland, die im öffentlichen Auf-

trag handeln, sind verpflichtet, ihre Geodaten, die den INSPIRE-Themen zugeordnet werden können, mit Metadaten zu beschreiben und über Geodatendienste zugänglich zu machen. Über die Geoportale der Länder und des Bundes können die Geodaten recherchiert und visualisiert werden. Die Einbindung der Dienste in Fachverfahren erlaubt deren direkte Verwendung. Damit soll die Nutzung von Geodaten für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung stark vereinfacht werden und z. B. für mehr Transparenz in der Umweltpolitik oder Planungssicherheit sorgen. Weitere Informationen zu INSPIRE finden sich u. a. auf www.gdi-de.org.

2. Geodatendienste

In diesem Kapitel werden zunächst die Grundlagen zur Thematik „Geodatendienste“ erläutert. Im Anschluss werden konkret einzelne Dienste vorgestellt und hinsichtlich ihres Zwecks und ihrer Nutzungsmöglichkeiten beschrieben.

Anmerkung: Synonyme für „Geodatendienste“ sind die Begriffe „Geodienste“, „Geowebdienste“ oder einfach nur „Services“, „Dienste“.

2.1. Ziele und Grundlagen

2.1.1. Dienste im Internet

Das Internet und dessen Dienste (Services) sind heute grundlegender Bestandteil unseres Alltags. Sie sind für Bürger, Wirtschaft und Verwaltung nicht mehr wegzudenken und Teil der Infrastruktur unserer Informationsgesellschaft. Hier werden neben dem Austausch und der Veröffentlichung von Medien, beispielsweise Texten und Bildern, auch Dienstleistungen, wie Suchmaschinen, Routenplaner oder Internetbanking, angeboten. Dahinter verbergen sich so genannte *Webservices*, die unabhängig vom genutzten Betriebssystem oder von anderer Software auf dem Endgerät (PC, Tablet, Smartphone) angewendet werden können.

Die öffentliche Verwaltung nutzt diese Entwicklungen zur Vereinfachung und Beschleunigung von Arbeitsprozessen. Die Planung und Umsetzung der entsprechenden Konzepte wird als *Electronic Government* (E-Government) bezeichnet und umfasst alle Prozesse der Entscheidungsfindung, Leistungserstellung und Publikation aus Politik, Staat und Verwaltung (Kap. 4.5 Integration mit dem E-Government). Der Abbau von Medienbrüchen spielt im gesamten E-Government eine wichtige Rolle. Ein Medienbruch tritt immer dann auf, wenn innerhalb eines Prozesses physikalisch oder digital unterschiedliche Formate aufeinander treffen. Beispielsweise stellt die Verarbeitung eines Dokuments in unterschiedlichen Dateiformaten während eines Arbeitsablaufs einen solchen Bruch dar. Hier sind entsprechende Absprachen für sichere und störungsfreie Verarbeitung notwendig. Die GDI-DE unterstützt das E-Government in Deutschland durch die Bereitstellung verlässlicher, interoperabler Geodatensätze und

Geodatendienste. Sie versteht sich als Geokomponente des nationalen E-Governments.

Neben dem E-Government hat inzwischen auch das Open Government starken Einfluss auf die Bereitstellung von Geodatendiensten. Der Begriff Open Government steht für die Öffnung von Regierung und Verwaltung gegenüber der Bevölkerung und der Wirtschaft, die v. a. durch Web-Technologien ermöglicht werden soll. Im Rahmen des Open Government ist das Portal *GovData* entstanden, das freien Zugang zu Verwaltungsdaten aller Ebenen in Deutschland in offenen Formaten ermöglicht. Ein Großteil dieser Daten sind Geodaten.

Links zu diesem Kapitel

GovData, das Datenportal für Deutschland

<https://www.govdata.de/>

2.1.2. Geodatenmodellierung

Die Bedeutung von Geodaten hat in den vergangenen Jahren in den öffentlichen Verwaltungen stark zugenommen. Mit Geodaten können Informationen der realen Welt (Sachdaten) mit der Lage und Ausdehnung des Objektes im Raum (Geometriedaten) verknüpft werden. Der Raumbezug wird entweder direkt durch Koordinaten oder indirekt durch relative Beziehungen, z. B. Straßen und Hausnummern, hergestellt. Ein Baum beispielsweise ist charakterisiert durch eine Position im Raum und Informationen wie Art, Alter, Höhe und Pflegezustand.

Geodaten können in einem GIS als Raster- und Vektordaten strukturiert sein:

Rasterdaten setzen sich aus einzelnen, gleich großen Bildelementen (Pixel) zusammen, die in Matrixform, d. h. in Zeilen und Spalten, vorliegen. Jedes Pixel besitzt einen Informationswert, der auf einer Karte mit einer bestimmten Farbe wiedergegeben wird. Diese Information ist beispielsweise eine Höhenangabe, ein Schadstoffwert, ein Temperaturwert oder ein Farbwert eines digitalen Satellitenfotos. Rasterbilddaten entstehen etwa beim Scannen von Plänen oder Karten und in der Fernerkundung. Im Unterschied zu herkömmlichen Bildern weisen sie eine Georeferenzierung









auf, d. h. eine räumliche Referenzinformation mit geodätischem Bezugssystem, die einmal zugeordnet und mit dem Kartenbild gespeichert wird. Ein Format hierfür ist z. B. das *Geo Tagged Image File Format* (GeoTIFF).

Vektordaten beschreiben Objekte anhand von Vektoren. Einfach gesagt verbirgt sich dahinter eine Geometrie, die auf Stützpunkten basiert. Etwas mathematischer betrachtet sind Vektoren Strecken mit definierter Länge, Richtung und Orientierung. Durch die Aneinanderreihung einzelner Vektoren ergeben sich komplexere Geometrien. Informationen wie Sachdaten werden mit dem Objekt explizit verknüpft. Die Objekte unterscheiden sich anhand ihrer geometrischen Dimension in:

- » 0D oder punktförmige Objekte, wie z. B. eine Pegelmessstation,
- » 1D oder linienförmige Objekte, wie z. B. ein Flusslauf,
- » 2D oder flächenförmige Objekte, wie z. B. ein Wasserschutzgebiet oder
- » 3D oder raumförmige Objekte, wie z. B. eine Geländeoberfläche.

Vektordaten werden häufig in räumlichen Datenbanken wie Oracle Spatial oder PostgreSQL/PostGIS bzw. dateibasiert, z. B. in Shape-Dateien, vorgehalten. Die digitale Erfassung einer Geometrie erfolgt vermessungstechnisch durch Erzeugung von Koordinaten am realen Objekt oder Digitalisierung aus analogen Unterlagen in einer GIS- oder CAD-Software.

Tabelle 1 **Gegenüberstellung von Raster- und Vektordaten in Anlehnung an Bill (2010)**

Element	Vektor-darstellung	Beispiel	Raster-darstellung	Beispiel
Punkt	x,y - Koordinate		Pixel	Pegelmessstelle 
Linie	x,y - Koordinatenfolge		Pixel	Fluss 
Fläche	geschlossene x,y - Koordinatenfolge		Pixel	Wasserschutzgebiet 
3D Punkt	x,y,z - Koordinatengitter		Pixel	Schattenrelief 

Die erstellten Datensätze und Objekte werden in einer Datenbank oder einem Dateisystem verwaltet. Hierfür ist eine Beschreibung und Strukturierung der Objekte erforderlich, ein sogenanntes Datenmodell. Unterschiedliche Datenmodelle werden über sogenannte Austauschchnittstellen bzw. Transformationsverfahren interoperabel gemacht. Damit wird es möglich, getrennt voneinander erfasste und gepflegte Datenbestände effizient miteinander zu verknüpfen und in entsprechende Fachverfahren zu integrieren. Auch INSPIRE fordert die einheitliche Spezifikation und Harmonisierung (hinsichtlich Modellierung, Geometrie, Topologie, Semantik etc.) der Geodaten für die einzelnen Themen.

Die Integration von Geodaten in einzelnen Fachverfahren erfolgt dabei durch die Zusammenführung von Internet-Technik und GIS-Funktionalitäten auf der Basis von Geodatendiensten. Deren Beschreibung erfolgt über sogenannte Metadaten (siehe Kap. 2.1.5 Metadaten).

2.1.3. Geodateninfrastrukturen

Werden Geodatendienste und die dazugehörigen Geo- und Metadaten strukturiert und systematisch koordiniert sowie verwaltungsebenen- und fachübergreifend angeboten, wird dies als *Geodateninfrastruktur* (GDI) bezeichnet. Eine GDI besteht im Kern aus Geodaten einschließlich Metadaten zu deren Beschreibung, Geodatendiensten und Netzen. Sie wird von einer Vielzahl von Akteuren betrieben, die auf der Grundlage von Rechtsnormen, technischen Normen und Standards sowie Vereinbarungen über Zugang und Nutzung agieren. Koordinierungs- und Überwachungsmechanismen, die von verschiedenen Organisationen wahrgenommen werden, gewährleisten die Funktionsfähigkeit der Geodateninfrastruktur.

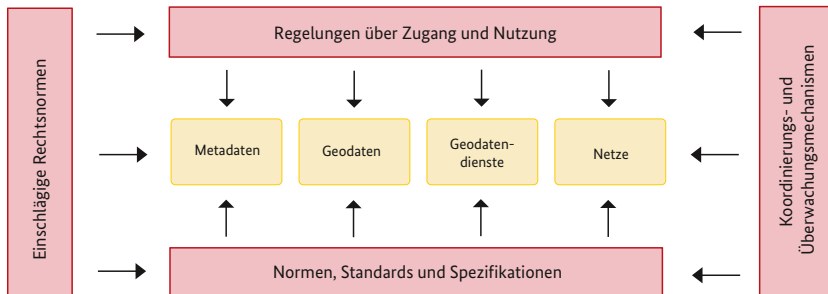


Abbildung 1 Komponenten und Rahmenbedingungen einer Geodateninfrastruktur aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“

Das Europäische Parlament verabschiedete zum Aufbau einer europäischen GDI die INSPIRE-Richtlinie 2007/2/EG. Diese wurde von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt, in Deutschland in der Regel in den Geoinformationsgesetzen des Bundes und der Länder. Die GDI-DE wird von Bund und Ländern gemeinsam finanziert und betrieben. Die GDI-Initiativen der Länder wiederum unterstützen die GDI-Aktivitäten der Kommunen und sind untereinander und mit der GDI-DE vernetzt.

Einstiegspunkt in eine GDI aus Nutzersicht ist in der Regel ein Geoportal. Die Gestaltung der heute existierenden Geoportale unterscheidet sich teilweise deutlich. Sie reicht von reinen Informationsportalen mit statischem Inhalt und Hyperlinks auf die verschiedenen Anwendungen und Komponenten der GDI über funktional umfangreiche Portale mit integrierter Katalogsuche und integriertem Kartenviewer bis hin zu Portalen, die mehr

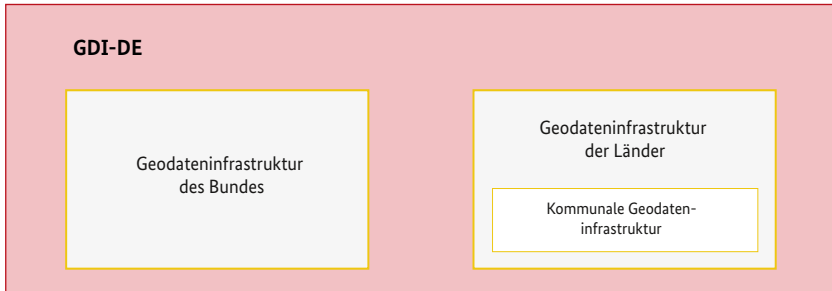


Abbildung 2 GDI-Hierarchie in Deutschland aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“

oder weniger intensiv in die jeweiligen E-Government-Infrastrukturen eingebunden sind.

Softwaretechnische Grundlagen der Geoportale sind neben den Anwendungen für die Geodatenrecherche, -visualisierung und -analyse oft Content-Management-Systeme und/oder spezielle Portalsoftware, die zusätzlichen Mehrwert erschließen. So können die geodatenhaltenden Stellen einige Geoportale auch dazu nutzen, um ihre Geodatenätze zu registrieren, diese mit Metadaten anzureichern und Downloaddienste abzuleiten oder eigene Kartenapplikationen zu entwickeln, die in externe Webseiten integriert werden können.

Links zu diesem Kapitel

Geoportal.de

<https://www.geoportal.de>

Geoportale aus Bund, Ländern und Kommunen sowie dem Ausland

www.gdi-de.org/Viewer_Portale/

Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen

www.gdi-de.org/Dokumente/Architektur3_Ziele_und_Grundlagen.pdf

2.1.4. Normen und Standards

In der Standardisierung wird zwischen Normen (*de-jure Standards*) und Standards (auch „Industriestandards“, *de-facto Standards*) unterschieden. Der Unterschied liegt in der Entstehung und Verbindlichkeit. Standards

werden meist nur von einer Institution erzeugt, d. h. es existiert dafür, anders als in der Normung, kein im öffentlichen Auftrag handelndes Abstimmungs-gremium. Ein Standard wird nicht offiziell national oder international herausgegeben, wie dies bei Normen der Fall ist.

Das *Open Geospatial Consortium* (OGC) ist ein international tätiges Konsortium. Es ist ein Zusammenschluss von ca. 500 Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung. Ziel des OGC ist es, Spezifikationen und Standards für den interoperablen Austausch und die Bereitstellung von Geodaten und zugehörigen Diensten über ein IT-Netzwerk zu erstellen. *Interoperabilität* bezeichnet dabei die Fähigkeit, Daten auf Basis von Normen und Standards medienbruchfrei über Systemgrenzen hinweg auszutauschen.

Das OGC arbeitet eng mit dem *Technical Committee 211 (TC 211) der International Organization for Standardization* (ISO) zusammen, welches die Entwicklung der Standardisierungsfamilie ISO 19100 vorantreibt. In dieser Familie werden Geoinformationen und Geodatendienste standardisiert beschrieben und als ISO-Standard 191xx veröffentlicht. Dabei werden Internet-Standards berücksichtigt, die vom *World Wide Web Consortium* (W3C) erarbeitet werden.

Zunehmend entwickeln beide Organisationen deckungsgleiche Standards, die mit dem Kennzeichen *double branding* versehen werden.

Auf europäischer Ebene erlässt das *Comité Européen de Normalisation* (CEN) – hier das TC 287 – für Europa verbindliche Normen. Diese Normen sind von Normungsinstituten der Mitgliedsstaaten zu übernehmen. Nach dem *Vienna Agreement* können internationale Standards, wenn wenigstens fünf Mitgliedsstaaten zustimmen, direkt und ohne Änderungen von OGC und/oder ISO übernommen werden.

Auf nationaler Ebene liegt die Zuständigkeit in Deutschland beim *Deutschen Institut für Normung* (DIN). Im zuständigen DIN-Arbeitsausschuss wurde festgelegt, dass grundsätzlich die englischsprachigen Originale – versehen mit einem deutschen Vorwort und der deutschen Übersetzung der Definitionen – direkt als nationale Normen übernommen werden.

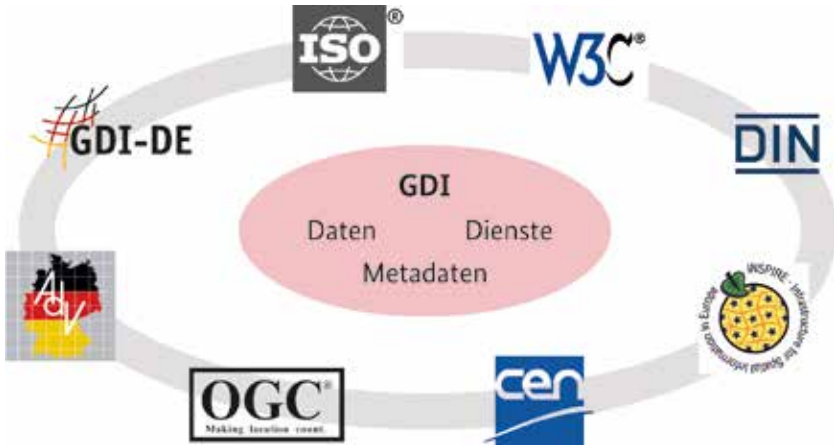


Abbildung 3 Überblick über wichtige Standardisierungs- und Normungsgremien

Im Standardisierungsumfeld sind weitere nationale Organisationen tätig. Eine zentrale Stelle nimmt die IT-Steuerung des Bundes durch das *Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat* (BMI) ein. Ihr obliegt die Publikation von „*Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen*“ (SAGA) für die Bundesverwaltung. Hierin finden sich Spezifikationen aus internationalen Vorgaben, wie ISO, W3C oder OGC, wieder. Aber auch nationale Standardisierungsempfehlungen werden hier publiziert. Die Länder geben ebenfalls für ihre Verwaltungen verbindliche E-Government-Standards heraus, die mit dem Bund und den Kommunen abgestimmt sind.

Im *IT-Planungsrat* wird die Zusammenarbeit von Bund und Ländern in der Informationstechnik und in E-Government-Projekten abgestimmt. Der IT-Planungsrat wird bei der Bearbeitung seiner Aufgaben von der *Koordinierungsstelle für IT-Standards* (KoSIT) und ab 2020 von der *Föderalen IT-Kooperation* (FITKO) unterstützt. Die KoSIT koordiniert die Entwicklung und den Betrieb von IT-Standards für den Datenaustausch in der öffentlichen Verwaltung (*XÖV-Standards*). FITKO als schlanke, mit gemeinschaftlichen Ressourcen des Bundes und der Länder ausgestattete, spezialisierte Unterstützungseinheit soll die Handlungs- und die politisch-strategische Steuerungsfähigkeit des IT-Planungsrats stärken.

Die Normen und Standards von ISO und OGC werden kontinuierlich weiterentwickelt, sodass mit der Zeit, ähnlich wie bei weit verbreiteter Software, unterschiedliche Versionen genutzt werden. Zudem enthalten viele Standards Gestaltungsfreiräume. Dadurch erhöhen sich ihre Einsatzmöglichkeiten. Gleichzeitig wird jedoch die Interoperabilität zwischen Geodatendiensten eingeschränkt. Deshalb werden zunehmend die Dienste-Standards durch sogenannte Profile untersetzt, die diese Freiräume spezifizieren.

Die Gestaltungsfreiräume lassen sich am Beispiel der Koordinatenreferenzsysteme veranschaulichen. Viele Spezifikationen treffen keine Festlegung über die Verwendung eines bestimmten Referenzsystems. Sie sehen lediglich die Verwendung eines beliebigen Referenzsystems vor. Im Ergebnis werden bei Diensten unter Umständen die gleichen Spezifikationen (Standards) verwendet, aber aufgrund der möglicherweise unterschiedlichen Koordinatenreferenzsysteme wird ein interoperabler Geodatenaustausch verhindert. Profile und Produktspezifikationen, die das Zusammenspiel zwischen Daten und zugehörigen Diensten beschreiben, helfen den Nutzern, da sie die Interoperabilität verbessern.

Innerhalb der Geodateninfrastruktur Deutschland werden deshalb die Spezifikationen verfügbarer Lösungsansätze, insbesondere von OGC und ISO, bewertet und in Hinblick auf ihre Interoperabilität überprüft. Je nach Reifegrad wird eine Spezifikation der Kategorie *GDI-DE-grundlegend*, *GDI-DE-auslaufend*, *GDI-DE-optional* oder *GDI-DE-unter-Beobachtung* zugeordnet (vgl. Abb. 4).

Grundlegende Spezifikationen im Rahmen der GDI-DE sind national und international anerkannte Spezifikationen und Normen (GDI-DE-grundlegend). Sobald ein als GDI-DE-grundlegend klassifizierter Standard aufgrund der Weiterentwicklung des Stands der Technik überholt ist, wird er als GDI-DE-auslaufend eingestuft. Lösungsansätze, die einheitlich und weitverbreitet umgesetzt sind, aber noch nicht endgültig von Standardisierungsgremien verabschiedet wurden, werden der Kategorie GDI-DE-optional zugeordnet. Unter GDI-DE-unter-Beobachtung sind Entwicklungen zu Lösungsansätzen erfasst, die weder auf einer stabilen Spezifikation beruhen, noch sich im operationellen Einsatz befinden. Diese Entwicklungen werden im Rahmen der GDI-DE diskutiert und unterstützt.

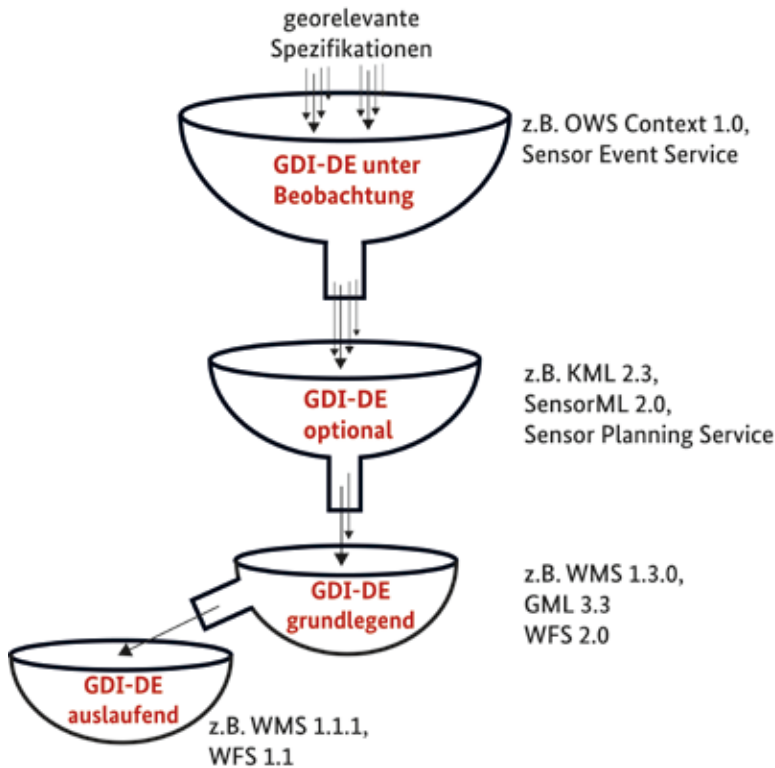


Abbildung 4 Kategorisierung von Standards anhand ihres Reifegrads

Darüber hinaus werden Standards in der GDI-DE als *INSPIRE-grundlegend* kategorisiert, wenn ihre Nutzung im Geltungsbereich der INSPIRE-Richtlinie empfohlen wird.

Im Dokument „*Architektur der GDI-DE – Technik*“ sind alle relevanten Standards der GDI-DE aufgelistet, kategorisiert und im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit bewertet. Betreiber von Geodatendiensten sind unter Berücksichtigung der GDI-DE-Architektur in der Lage, ein Höchstmaß an technischer Interoperabilität zu erreichen. Dabei ist zu beachten, dass die Architekturdokumente der GDI-DE kontinuierlich fortgeschrieben werden. Die jeweils gültige Version ist auf der GDI-DE-Webseite veröffentlicht.

Links zu diesem Kapitel

Webseite der GDI-DE

<https://www.gdi-de.org>

Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen

www.gdi-de.org/Dokumente/Architektur3_Ziele_und_Grundlagen.pdf

Architektur der GDI-DE – Technik

www.gdi-de.org/Dokumente/Architektur3_GDI-DE_Technik.pdf

Architektur der GDI-DE - Maßnahmenplan

www.gdi-de.org/Dokumente/Architektur_GDI-DE_Massnahmenplan.pdf

2.1.5. Metadaten

Um Geodaten und Geodatendienste nutzen zu können, müssen sie recherchier- und auffindbar sein. Zu diesem Zweck werden *Metadaten* erfasst. Mit dem Begriff Metadaten bezeichnet man Informationen über Daten. In einer Geodateninfrastruktur sind hierbei stets Daten über Geodatenressourcen gemeint, also Informationen, die Geodatenätze oder Geodatendienste beschreiben. Vergleichbar ist dies mit einer Karteikarte in einer Bibliothek, welche die Beschreibung eines Buches enthält.

Für jeden Geodatensatz oder Geodatendienst soll beispielsweise in der GDI-DE ein korrespondierender Metadatensatz existieren, welcher neben der Bezeichnung und den Kontaktdaten der zuständigen Stellen weitere Informationen zur Nutzung der Geodatenressource enthält. So enthalten Metadaten in der Regel folgende Angaben:

- » Ressourcentitel
- » Qualität und Herkunft
- » Aktualität
- » Raum- und Zeitbezug
- » Maßstab
- » Koordinatenreferenzsystem
- » Format und Datenmodell

- » Bezugsquelle
- » Nutzungsbedingungen
- » zuständiger Ansprechpartner

Diese Informationen ermöglichen dem Nutzer beispielsweise, eine Bewertung vorzunehmen, ob ein Geodatensatz für den jeweiligen Anwendungsfall geeignet erscheint, bevor der Geodatensatz selbst bezogen wird.

Die inhaltliche Struktur und das verwendete Austauschformat der Metadaten sind durch Normen, Standards und Vereinbarungen (Kap. 2.1.4. Normen und Standards) geregelt. Dadurch sind Metadaten leicht vergleichbar und lassen sich gut automatisiert verarbeiten.

- » Für Inhalt und Struktur der Metadaten sind die Normen ISO 19115 „Geographic Information - Metadata“ und ISO 19119 „Geographic Information - Services“ relevant.
- » Das XML-basierte Austauschformat wird mit der Norm ISO 19139 „Geographic Information - Metadata- XML schema implementation“ vorgegeben.

Diese Normen umfassen einen umfangreichen Katalog an möglichen Metadatenelementen und dienen zur Beschreibung vieler verschiedener Eigenschaften der eigentlichen Geodatenressource (ca. 400 beschreibende Elemente in ISO 19115). Einige dieser Metadatenelemente sind Pflichtelemente und bilden einen Kern an Informationen (*Core Profile*), der für alle Ressourcen anzugeben ist. Andere Elemente sind optional oder konditional, d. h. sie sind nicht verpflichtend oder nur unter bestimmten Bedingungen verpflichtend auszufüllen.

Trotz der Normierung existieren gewisse Freiheitsgrade in der Umsetzung, die es erschweren, die Metadaten einheitlich zu nutzen. Aus diesem Grund werden weitere Konventionen oder Profile vereinbart. In der GDI-DE präzisieren die „*Konventionen zu Metadaten*“ Forderungen der GDI-DE, die die Einheitlichkeit der Metadaten fördern und deren Interoperabilität gewährleisten sollen. Zur Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie enthalten die EU-Verordnung zu Metadaten und das zugehörige Technical Guidance-Dokument weitere Vorgaben.

Für die Erfassung von Metadaten (Kap. 3.2.2 Datenhaltung für Metadaten) können unterschiedliche Werkzeuge verwendet werden. Hierfür bieten Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden teilweise eigene Pflege- und Erfassungsoberflächen für die ihnen angegliederten geodatenhaltenden Stellen an. Die erfassten Metadaten werden in Katalogsystemen gesammelt. Die Kataloge bieten Schnittstellen, um als Suchdienst den Bezug und die Recherche nach Metadaten zu ermöglichen. Geoportale und andere Anwendungen können diese Schnittstellen einbinden, um ihren Nutzern eine Suche über alle verfügbaren Geodatenressourcen zu ermöglichen.

Links zu diesem Kapitel

Verordnung zu Metadaten (Verordnung (EG) Nr. 1205/2008)

<http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1205/oj>

Technical Guidance-Dokument zu INSPIRE-Metadaten

<https://inspire.ec.europa.eu/Technical-Guidelines2/Metadata/6541>

Architektur der GDI-DE – Konventionen zu Metadaten

www.gdi-de.org/Dokumente/Konventionen_zu_Metadaten.pdf

2.2. Europäische Geodateninfrastruktur

INSPIRE soll die Nutzung von Geodaten in Europa erleichtern. Die Europäische Union will mit dieser umfassenden Geodateninfrastruktur für Europa gemeinschaftliche umweltpolitische Entscheidungen unterstützen.

Das Europäische Parlament und der Rat verabschiedeten dazu die Richtlinie 2007/2/EG (INSPIRE-Richtlinie). Diese trat am 15. Mai 2007 in Kraft und wurde inzwischen von den Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt. Die INSPIRE-Richtlinie definiert den rechtlichen Rahmen für den Aufbau von Geodateninfrastrukturen. Fachliche und technische Einzelheiten regelt die EU mit Durchführungsbestimmungen, die für die Mitgliedstaaten direkt verbindlich sind.

In der Praxis fordert INSPIRE eine einheitliche Beschreibung der Geodaten und deren Bereitstellung im Internet, mit Diensten für Suche, Visualisierung und Download. Auch die Daten selbst müssen in einem einheitlichen Format vorliegen.

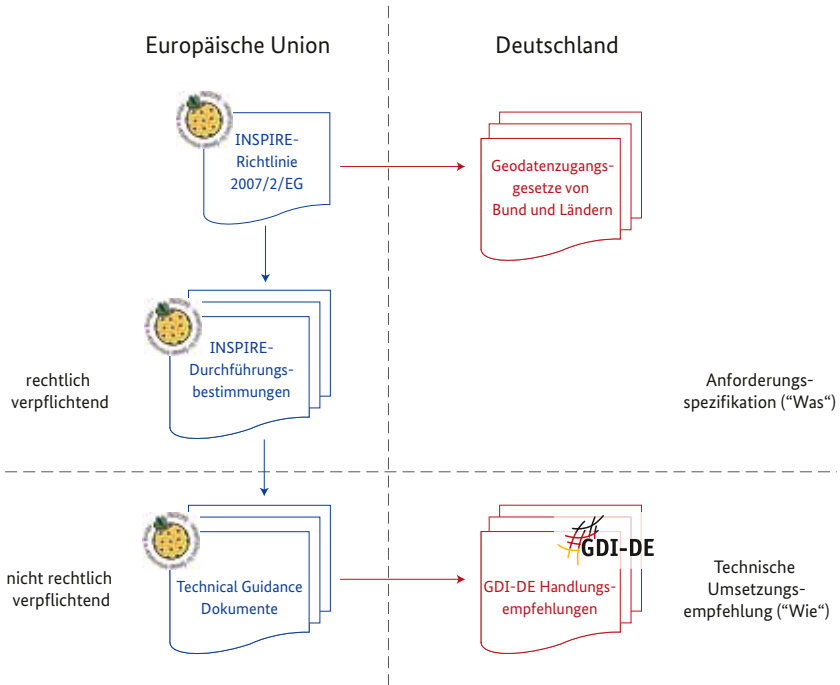


Abbildung 5 Zusammenspiel von rechtlichen Anforderungen und technischen Umsetzungsempfehlungen

Aus Sicht der EU soll mit INSPIRE der Austausch sowie die interne und externe Nutzung von Geodaten vereinfacht werden. Dies führt zu einer Beschleunigung der Verwaltungsprozesse und Verfahren, da entscheidungsrelevante Geoinformationen von geodatennutzenden Stellen in Europa interoperabel abgerufen werden können.

Die INSPIRE-relevanten Geodatenätze und die sie beschreibenden Metadaten werden über INSPIRE-Netzdienste in der Geodateninfrastruktur zugänglich gemacht. Dabei müssen die Anforderungen aus der Verordnung zur Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie hinsichtlich der Netzdienste erfüllt werden. Die Geodatenätze müssen über Suchdienste recherchierbar, über Darstellungsdienste visualisierbar und über Downloaddienste herunterladbar sein. Hinzu kommen weitere Anforderungen aus der Verordnung zur Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie hinsichtlich der Interoperabilität von Geodatenätzen und -diensten, die bei der Bereitstellung von harmo-

nisierten INSPIRE-Geodatenätzen beachtet werden müssen (z. B. Vorgaben zum Style und zum Namen der Layer eines Darstellungsdienstes).

Für die konkrete technische Umsetzung der Verordnung sind vor allem die begleitenden *Technical Guidance-Dokumente* relevant. Sie beschreiben, wie die Verordnung basierend auf den gängigen Standards der ISO und des OGC umgesetzt werden kann. Die INSPIRE-relevanten Geodatenätze in der GDI-DE sind über den *Geodatenkatalog.de* als zentralem Suchdienst recherchierbar. Für die INSPIRE-konforme Visualisierung und den Download der Geodatenätze hat der AK Geodienste Handlungsempfehlungen herausgegeben, die beschreiben, wie die Anforderungen von INSPIRE in der GDI-DE umgesetzt werden.

Falls erforderlich können zusätzlich Transformationsdienste, die die Transformation von Geodatenätzen in das von INSPIRE vorgesehene Format ermöglichen, bereitgestellt werden. In der Regel sind die Geodatenätze jedoch direkt im INSPIRE-Format verfügbar.

Die INSPIRE-relevanten Geodatenätze aus ganz Europa sind im *INSPIRE-Geoportal* recherchierbar (vgl. Abb. 6). Bei der Recherche wertet das INSPIRE-Geoportal die Metadaten aus und bietet dem Nutzer Schnittstellen zur Visualisierung und zum Download der Geodatenätze an. Diese können auch in anderen Anwendungen wie z. B. einem Web-GIS oder einem Desktop-GIS genutzt werden.

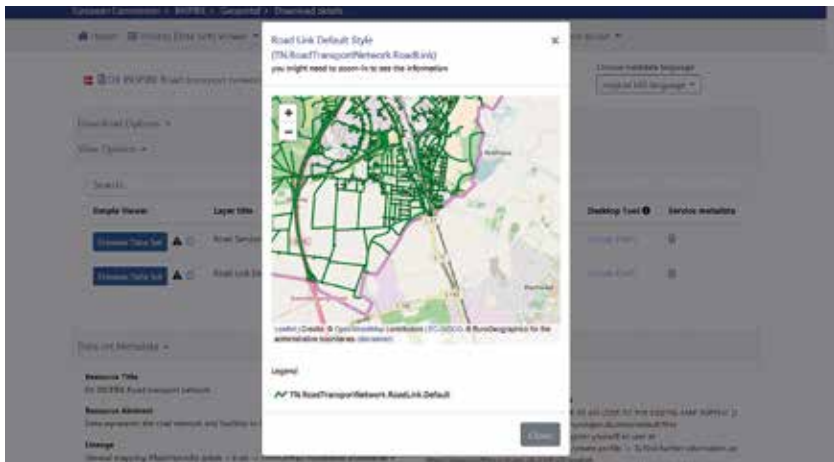


Abbildung 6 Ausschnitt aus dem INSPIRE-Geoportal: Straßennetz Dänemark

Links zu diesem Kapitel

Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)

<http://data.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj>

Verordnung (EG) Nr. 976/2009 der Kommission vom 19. Oktober 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Netzdienste

<http://data.europa.eu/eli/reg/2009/976/2014-12-31>

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

<http://data.europa.eu/eli/reg/2010/1089/2013-12-30>

Technical Guidance-Dokumente für die Implementierung von INSPIRE-Netzdiensten

<https://inspire.ec.europa.eu/Technical-Guidelines2/Network-Services/41>

AK Geodienste: Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Darstellungsdiensten

www.gdi-de.org/Dokumente/Handlungsempfehlung_INSPIRE_Darstellungsdienste.pdf

Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Downloaddiensten

www.gdi-de.org/Dokumente/Handlungsempfehlung_INSPIRE_Downloadservices.pdf

INSPIRE-Geoportal

<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu>

2.3. Webbasierte Geodatendienste

Nachfolgend werden wichtige OGC-basierte und in den Dokumenten zur „*Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland*“ referenzierte Geodatendienste beschrieben. Die aktuellen Versionen können dem Dokument „*Architektur der GDI-DE – Technik*“ entnommen werden.

2.3.1. Suchdienste

Catalogue Service (CSW)

Der OGC Catalogue Service auf Basis des HTTP-Protokolls (*Catalogue Services for the Web*, CSW) wird im Rahmen der GDI-DE und von INSPIRE hauptsächlich für den Austausch von ISO 19115-Metadaten verwendet. Die Schnittstelle ist dabei auf einem Katalog von Metadaten aufgesetzt (z. B. Geodatenkatalog.de, GEOkatalog.NRW) und ermöglicht es externen Nutzern, gezielt nach Informationen zu recherchieren, diese zu replizieren oder auch eigene Metadaten zu publizieren.

Über eine *GetCapabilities*-Anfrage an die Schnittstelle erhält der Nutzer nähere Informationen zu den unterstützten (Metadaten-)Formaten, Filteroptionen sowie abfragbaren Attributen. Die am häufigsten verwendeten Requesttypen sind *GetRecordById* sowie *GetRecords*. Mittels *GetRecordById* lässt sich gezielt ein Metadatensatz anhand seines eindeutigen Identifikators abfragen, *GetRecords* wird hingegen für die Suche und Präsentation von Metadaten verwendet.

Für den Austausch von Metadaten sind die beiden Operationen *Harvest* und *Transaction* vorgesehen. Beim *Harvesting* werden Metadaten per „Pull“-Verfahren von einer anderen Datenquelle „geerntet“. Das kann entweder synchron oder asynchron erfolgen und ist derzeit das Standardverfahren, um Metadaten zwischen verschiedenen Katalogebenen auszutauschen (z. B. vom Geodatenkatalog.de zum INSPIRE Catalogue).

Die Operation *Transaction* dient zur Umsetzung eines „Push“-Verfahrens und benötigt in der Regel eine Authentifizierungsschicht, um zu verhindern, dass Metadaten von unberechtigten Personen über das Internet geändert werden können.

In Deutschland nimmt der zentrale Geodatenkatalog.de die Bereitstellung der INSPIRE-Metadaten aus Deutschland für die Anbindung an das INSPIRE-Geoportal wahr.

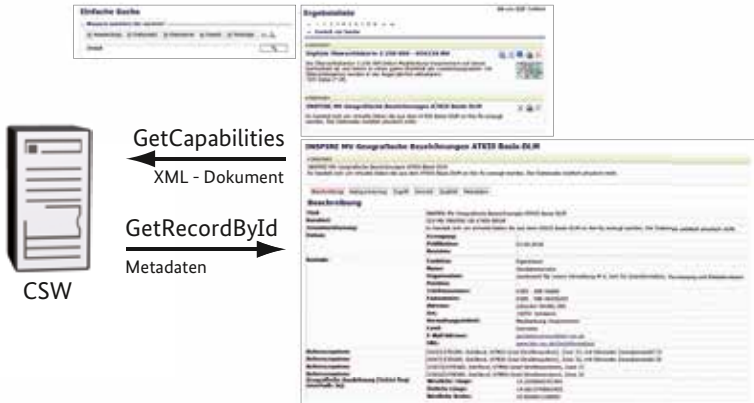


Abbildung 7 Catalogue Service for the Web (CSW)

2.3.2. Darstellungsdienste

Darstellungsdienste dienen einer netzgebundenen Kartenpräsentation von Geodaten in Form eines Bildes, wobei auf zwei Standards des OGC zurückgegriffen wird. Darstellungsdienste helfen bei der Orientierung im Raum und erleichtern dem Nutzer die Navigation in Geoportalen. Zu diesem Zweck werden sie zur Hintergrunddarstellung eingesetzt.

Web Map Service (WMS)

Der OGC-*Web Map Service* (WMS) ist der Standard zur Bereitstellung eines Darstellungsdienstes. Er generiert über die dem Geodienst zugrundeliegenden Geodaten einen Kartenausschnitt und stellt ihn über Internet-technologien bereit. Die georeferenzierten Daten werden in ein Rasterbildformat, wie beispielsweise PNG, TIFF oder JPEG umgewandelt und können so mit jedem gängigen Browser dargestellt und betrachtet werden. Gelegentlich werden die Karten auch im Vektorformat als SVG bereitgestellt. Hierfür werden die Geodaten über verschiedene Ebenen (Layer, Kartenebenen) angeboten, wodurch diese teilweise einzeln dargestellt werden können. So ist eine Kombination und Überlagerung von verschiedenen

Kartenebenen (auch aus unterschiedlichen) Darstellungsdiensten möglich. Gängige Geoportale und GIS bieten im Allgemeinen eine Schnittstelle an, um einen WMS direkt einzubinden und zu nutzen. Durch diese Schnittstellen wird eine Bedienung des WMS über grafische Oberflächen ermöglicht, ohne dass ein Nutzer die genaue Funktionsweise eines WMS kennt.

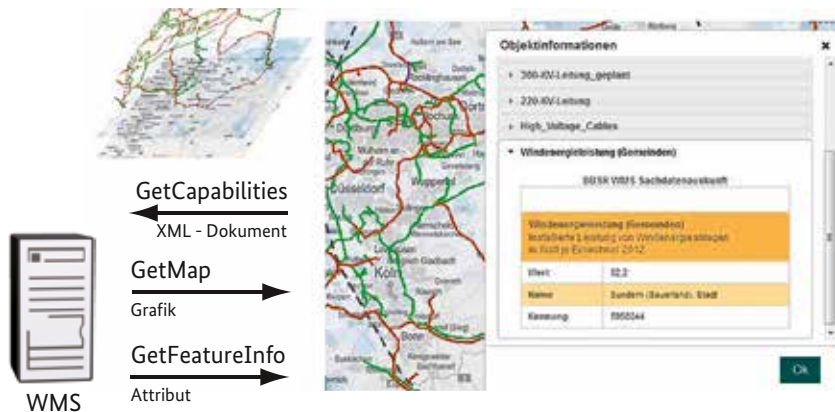


Abbildung 8 Web Map Service (WMS)

Der WMS-Standard definiert folgende drei Operationen, wobei die ersten beiden Operationen verpflichtend sind:

- » Über die **GetCapabilities**-Operation wird nach einer Leistungsbeschreibung des Darstellungsdienstes gefragt. Als Antwort werden spezifische Metadaten zu den angebotenen Geodaten, meist in Form eines XML-Dokuments, an den Benutzer zurückgeschickt. Neben allgemeinen Informationen über den Dienst, wie z. B. den Anbieter oder die Ausgabeformate des WMS, enthält die Antwort Angaben über unterstützte Operationen, die verfügbaren Layer, unterstützte Koordinatenreferenzsysteme und die Ausdehnung der ausgelieferten Geodaten in diesen Koordinatenreferenzsystemen. Mit Parametern ist es möglich, die Ausgabe des Capabilities-Dokuments zu steuern (z. B. Ausgabeformat, Version des WMS).

Die GetCapabilities-Operation wird von allen OGC-Web Services unterstützt und setzt sich wie folgt zusammen:

<http://www.gds-srv.hessen.de/cgi-bin/lika-services/ogc-free-maps.ows?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0>

Die drei verwendeten Parameter werden von dem Dienst wie folgt interpretiert:

- REQUEST – Typ des Requests/Operation der Anfrage
 - SERVICE – Typ des Dienstes, z. B. WMS oder WFS
 - VERSION – Version des Dienstes (bei WMS, z. B. 1.1.1 oder 1.3.0)
- » Die Anfrage einer Kartenpräsentation erfolgt über die Get-Map-Operation des WMS. Hierfür muss eine Anfrage formuliert werden, die vom Dienst ausgewertet und beantwortet wird. Anhand dieser Auswertung liefert der WMS ein Kartenbild zurück, das zur Laufzeit der Anfrage jeweils berechnet wird. In der Anfrage lassen sich für eine individuelle Karte bestimmte Parameter wie u. a. Bildgröße, Bildformat, Koordinatenreferenzsystem, geografischer Ausschnitt oder ausgewählte Kartenlayer setzen, um so eine gezielte Nutzung zu ermöglichen.

Der Syntax einer GetMap-Anfrage sieht folgendermaßen aus:

http://www.gds-srv.hessen.de/cgi-bin/lika-services/ogc-free-maps.ows?REQUEST=GetMap&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&LAYERS=adv_alk&STYLES=&CRS=EPSG:25832&BBOX=456923.872,5590109.300,457508.413,5590671.583&WIDTH=748&HEIGHT=656&FORMAT=image/png&BGCOLOR=0xffffffff&TRANSPARENT=FALSE

Neben den oben erläuterten Parametern REQUEST, SERVICE und VERSION umfasst die GetMap-Operation u. a. folgende Angaben:

- LAYERS – Auflistung der angefragten Layer
- STYLES – vordefinierte Stile, i. d. R. default
- SRS – Koordinatensystem, i. d. R. in EPSG-Code
- BBOX – Größe des angefragten Kartenausschnitts in Koordinaten
- WIDTH, HEIGHT – Größe des darzustellenden Kartenbilds in Pixeln

- FORMAT – Format des Kartenbild, z. B. PNG oder JPEG
- » Die optionale *GetFeatureInfo*-Operation dient dazu, festgelegte Sachinformationen, so genannte Attribute, einzelner Geobjekte (Features) zu einer mittels Parametern übergebenen Kartenposition abzufragen.

Weitere Anfragen an einen WMS sowie an andere OGC-Web Services setzen sich nach dem gleichen Prinzip wie die *GetMap*-Anfrage zusammen, weshalb sie im Folgenden nicht mehr einzeln erläutert werden. Für Beispiele der anderen Anfragen sei auf den Leitfaden „Nutzung von Geodatendiensten“ der Geodateninfrastruktur Bayern verwiesen sowie auf die Spezifikationen der jeweiligen OGC-Standards (siehe Anhang „Wichtige Links“).

Ein WMS, der die beiden verpflichtenden Operationen – *GetCapabilities* und *GetMap* – anbietet, wird als *basic WMS* bezeichnet. Bietet er zusätzlich die *GetFeatureInfo*-Operationen an, wird er als *queryable WMS* bezeichnet. Durch eine Erweiterung des WMS-Standards durch den *Styled Layer Descriptor* (SLD)-Standard, können weitere Funktionalitäten optional ergänzt werden. Die SLD-Beschreibung dient einer definierten Visualisierung der Kartenpräsentation auf Basis des Standards des OGC. Je nach Einstellung im WMS ist es möglich, dass entweder nur durch den Anbieter Ebenen und Darstellungen für den WMS vorgegeben werden, oder der Nutzer eine Möglichkeit erhält, eigene Ebenen bzw. Darstellungen in Form von definierten Styles im angebotenen WMS zu verwenden. So können fachbezogene Darstellungen in den eigenen Systemen eingesetzt werden ohne einen eigenen Darstellungsdienst aufbauen zu müssen. Mit einer Operation *GetLegendGraphic* wird eine Legende im angefragten Stil ausgegeben.

Web Map Tile Service (WMTS)

Mit dem OGC-*Web Map Tile Service* (WMTS) existiert ein zweiter Standard zur Bereitstellung eines Darstellungsdienstes. Ein WMTS greift auf vorprozessierte Bildkacheln zurück, die aufgrund der Caching-Mechanismen sehr schnell und performant ausgeliefert werden können. Die Kacheln (*Tiles*) werden dabei in unterschiedlichen Maßstabebenen berechnet, zu einem Kachelset (*Tile Set*) zusammengesetzt und sind direkt performant über das Filesystem ansprechbar. Pro Darstellung und Koordinatenreferenzsystem müssen die Kacheln jeweils gespeichert werden, wodurch ein größerer Speicherbedarf notwendig sein kann. Ein Nutzer des WMS hat

keine Möglichkeit, die Kartenpräsentation während der Laufzeit individuell zu bestimmen. Moderne Geoportale und GIS bieten eine Schnittstelle, um WMTS-Dienste einzubinden.

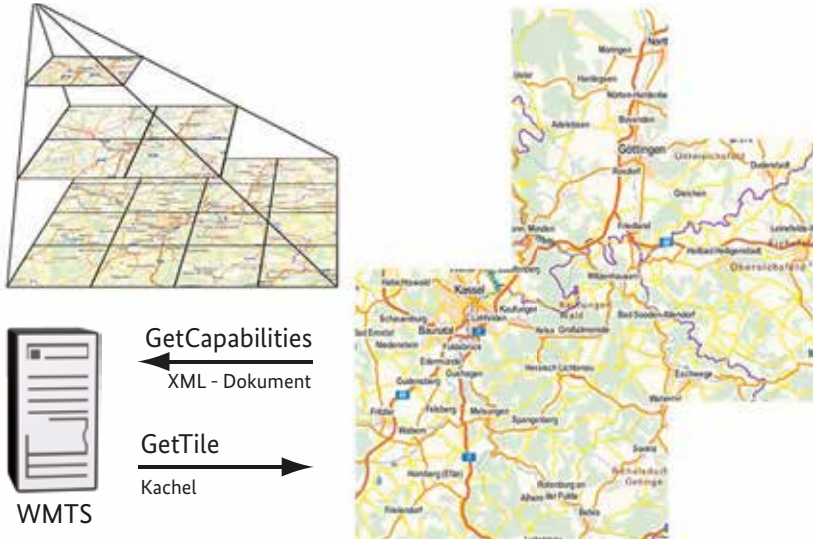


Abbildung 9 Web Map Tile Service (WMTS)

Vom WMTS-Standard werden folgende Operationen unterstützt, wobei die ersten beiden Operationen verpflichtend sind:

- » Die *GetCapabilities*-Operation liefert wie beim WMS eine Leistungsbeschreibung des Darstellungsdienstes.
- » Eine Anfrage nach den Kartenkacheln erfolgt über die *GetTile*-Operation, wobei die für den angefragten Bildausschnitt benötigten Kacheln ausgeliefert werden. Nur teilweise vom Bildausschnitt benötigte Kacheln werden komplett ausgeliefert, wodurch teilweise mehr Datenvolumen übertragen wird als bei einem WMS. Durch Parameter ist es möglich, die Ausgabe der Kacheln zu steuern (z. B. Ausgabeformat).
- » Die *GetFeatureInfo*-Operation ist beim WMTS optional und dient der Ausgabe von festgelegten Sachinformationen zu einer angegebenen Kartenposition.

INSPIRE-Darstellungsdienste

Die INSPIRE-Richtlinie stellt weitergehende Anforderungen an sogenannte *INSPIRE-Darstellungsdienste* (View Services), die sich mit den OGC-Standards WMS und WMTS technisch umsetzen lassen. Die Darstellungsdienste gehören bei INSPIRE zur Kategorie der Netzdienste und müssen besondere Anforderungen erfüllen, die teilweise nicht in den Standards des OGC geregelt sind. Hierbei wird auf die Erweiterungsmöglichkeiten, z. B. in den Capabilities-Dokumenten durch sogenannte *ExtendedCapabilities*, zurückgegriffen. Dadurch ist es möglich, die INSPIRE-Darstellungsdienste wie normale OGC-Geodatendienste zu verwenden. Beispiele für die Erweiterung durch INSPIRE sind die Einführung eines Sprachparameters und die Kopplung von ISO-Metadaten und den Geodatendiensten. Für die Bereitstellung von Darstellungsdiensten im Rahmen der GDI-DE sei auf das GDI-DE Dokument *Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Darstellungsdiensten (INSPIRE View Services)* verwiesen.

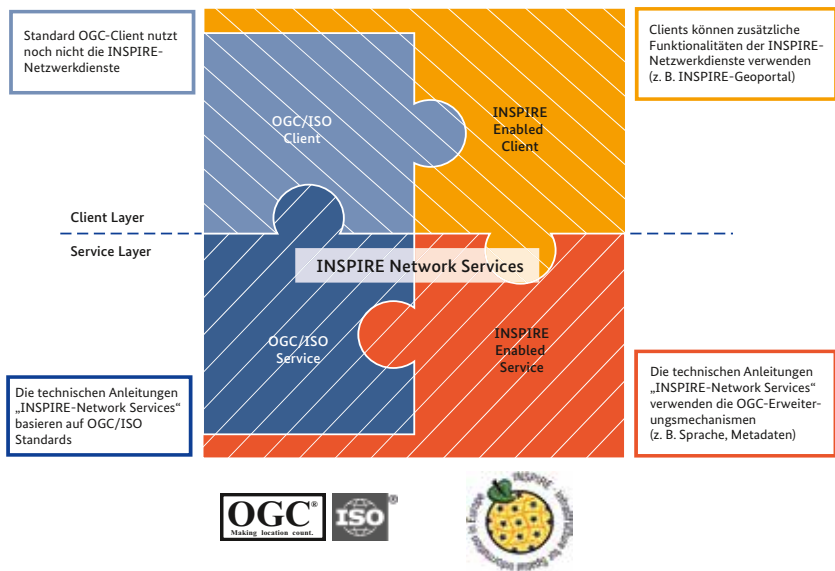


Abbildung 10 OGC-Geodatendienste und INSPIRE Network Services

Links zu diesem Kapitel

Leitfaden „Nutzung von Geodatendiensten“ der GDI Bayern

https://www.gdi.bayern.de/file/pdf/1060/2016-12-12_Leitfaden_Nutzung_Geodatendienste.pdf

Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Darstellungsdiensten

www.gdi-de.org/Dokumente/Handlungsempfehlung_INSPIRE_Darstellungsdienste.pdf

2.3.3. Downloaddienste

Web Feature Service (WFS)

Die in Kapitel 2.3.2 beschriebene WMS-Schnittstelle und deren Funktionalitäten sind beschränkt auf die grafische Darstellung von Geodaten in Form von statischen Karten oder Bildern. Für Anwendungsgebiete, die über eine reine Kartendarstellung hinausgehen, reicht dieser Informationsgehalt nicht aus. Mit einem OGC *Web Feature Service* (WFS) besteht die Möglichkeit, auf die zugrunde liegenden Objekte zuzugreifen, also auf die Daten selbst. Diese Daten können visualisiert, analysiert oder in anderer Form weiterverarbeitet werden. Neben dem lesenden Zugriff (Simple WFS und Basic WFS) ist optional auch der schreibende Zugriff (Transactional WFS bzw. Locking WFS) möglich, d. h. Daten können direkt eingefügt, bearbeitet und entfernt werden. Ein WFS bezieht sich ausschließlich auf Vektordaten. Der Zugriff auf Rasterdaten erfolgt über WCS (siehe nachfolgender Absatz).

Ein vollständig implementierter, standardkonformer WFS in Version 2.0 bietet verschiedene Operationen, mit deren Hilfe man geografische Objekte einfügen, aktualisieren, löschen, abfragen und finden kann.

Ein *Simple WFS* unterstützt die folgenden Operationen:

- » GetCapabilities bietet Zugriff auf Metadaten und detaillierte Informationen über die zu einem WFS verfügbaren Operationen
- » DescribeFeatureType liefert Informationen zur Struktur (Datenmodell) des Objekttyps (FeatureType)
- » GetFeature fordert Features (Objekte) eines Datensatzes an

- » `ListStoredQueries` liefert eine Liste der auf dem Server gespeicherten vordefinierten Anfragen (Stored Queries) zurück
- » `DescribeStoredQueries` liefert Informationen über den Aufbau der vordefinierten Anfragen, beispielsweise die Filterdefinition oder Platzhalter und ihre Datentypen.

Diese Operationen werden in einem Basic WFS durch den *GetPropertyValue-Request* ergänzt, der die Abfrage von Attributwerten einzelner Feature-Instanzen ermöglicht.

Ein *Transactional WFS* (WFS-T) ermöglicht zudem mit der Transaction-Operation das Editieren von Feature-Instanzen. Darüber hinaus erlaubt ein *Locking WFS*, mit der LockFeature-Anfrage, einzelne Feature-Instanzen mit Veränderungssperren zu belegen.

Der Aufbau einer Anfrage an einen WFS kann den in Abschnitt 2.3.1 genannten Beispielanfragen an einen WMS entnommen werden. Weitere Details finden sich in der aktuellen WFS-Spezifikation des OGC und in den Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Downloaddiensten der GDI-DE.

Als Abfragesprache für die verschiedenen Anfragen an einen WFS wird der Filter Encoding Standard 2.0 verwendet. Dieser Standard erlaubt es beispielsweise eine GetFeature-Anfrage auf bestimmte Features, basierend auf deren Geometrie oder anderen Attributwerten, einzuschränken. Dabei können sowohl logische Operatoren, ähnlich einer SQL-basierten Datenbankabfrage, als auch räumliche Bedingungen wie in einem GIS, zum Einsatz kommen. Auf die einzelnen Filterausdrücke wird hier nicht näher eingegangen und auf den Standard verwiesen.

Neben der im Architekturkonzept der GDI-DE und in INSPIRE geforderten Version 2.0.0 ist derzeit die Nutzung der Versionen 1.1.0 und 1.1.1 ebenfalls noch weit verbreitet.

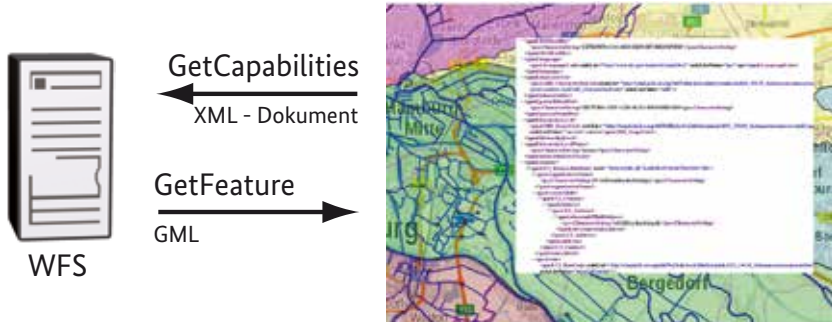


Abbildung 11 Web Feature Service (WFS)

Web Coverage Service (WCS)

Ein OGC *Web Coverage Service* (WCS) liefert Geodaten, die Phänomene mit räumlicher und/oder zeitlicher Variabilität repräsentieren. Hierzu gehören beispielsweise Temperaturverteilung oder Höhenmodelle. Diese Daten können sehr detailliert und reichhaltig sein. Neben der Visualisierung können mit dem WCS thematische Daten bereitgestellt werden, beispielsweise zur Verwendung in komplexen Klima- oder Überflutungssimulationen. Die Ausgabe der WCS-Daten kann sowohl im Raster- als auch im Vektordatenformat erfolgen. Ein WCS unterstützt drei Operationen:

- » *GetCapabilities* bietet Zugriff auf Metadaten und detaillierte Informationen über die zu einem WCS verfügbaren Operationen
- » *DescribeCoverage* bietet Zugriff auf detaillierte Metadaten zu ausgewählten Coverages, die von einem WCS angeboten werden
- » *GetCoverage* ermöglicht Zugriff auf ein Coverage (oder einen Teil davon) entsprechend den gewählten Parametern, wie bspw. räumliche Auswahl oder Ausgabeformat

Weitere Details finden sich in der aktuellen WCS-Spezifikation des OGC.

Sensor Observation Service (SOS)

Ein *Sensor Observation Service* (SOS) basiert auf dem OGC *Sensor Observation Service Interface Standard* und wird zur Bereitstellung von Realtime und Up to date-Daten, die von Sensoren übermittelt wurden, genutzt.

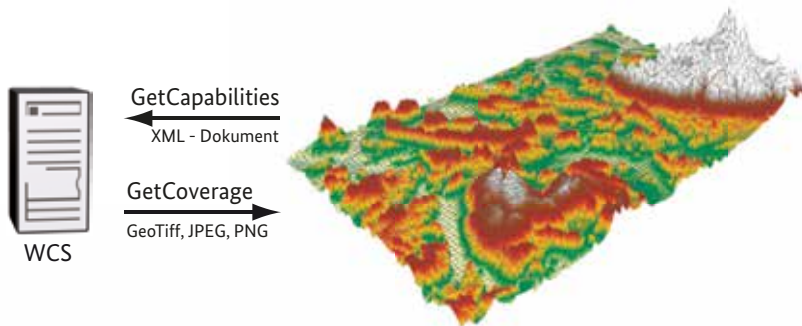


Abbildung 12 Web Coverage Service (WCS)

Auch Zeitreihen zu Messwerten zurückliegender Jahre kann ein SOS bereitstellen. Die Beschreibung der Messwerte erfolgt im Format *Observations & Measurements* (O&M). Informationen von Sensoren hingegen sind in der *Sensor Model Language* (SensorML) kodiert. Ein SOS kann sowohl Daten von luft-, boden- oder seegestützten Beobachtungssystemen (In Situ-Daten) als auch Fernerkundungsdaten zur Verfügung stellen.

Ein SOS unterstützt Kern-Operationen zur Abfrage von Informationen zu den Sensoren oder den Messwerten selbst:

- » *GetCapabilities* bietet Zugriff auf Metadaten und detaillierte Informationen über die zu einem SOS verfügbaren Operationen.
- » *DescribeSensor* ermöglicht die Abfrage von Metadaten über die von einem SOS-Server verfügbaren Sensoren.
- » *GetObservation* ermöglicht den Zugang zu Beobachtungen durch räumliche, zeitliche und thematische Filterung.
- » *GetFeatureOfInterest* ermöglicht den direkten Zugriff auf Features zu verfügbaren Beobachtungen (Observations).
- » *GetObservationById* ermöglicht den Zugriff auf Beobachtungen des SOS via Identifikationsnummer (ID) einer Beobachtung.

Darüber hinaus sind über das erweiterte SOS-Profil zusätzlich Operationen möglich. Ebenso sind transaktionale Operationen verfügbar, um beispielsweise einen neuen Sensor zu registrieren (*InsertSensor*) oder zu löschen (*DeleteSensor*) und Beobachtungswerte hinzuzufügen (*InsertObservation*).

Alle Details sind in der aktuellen SOS-Spezifikation des OGC dokumentiert.

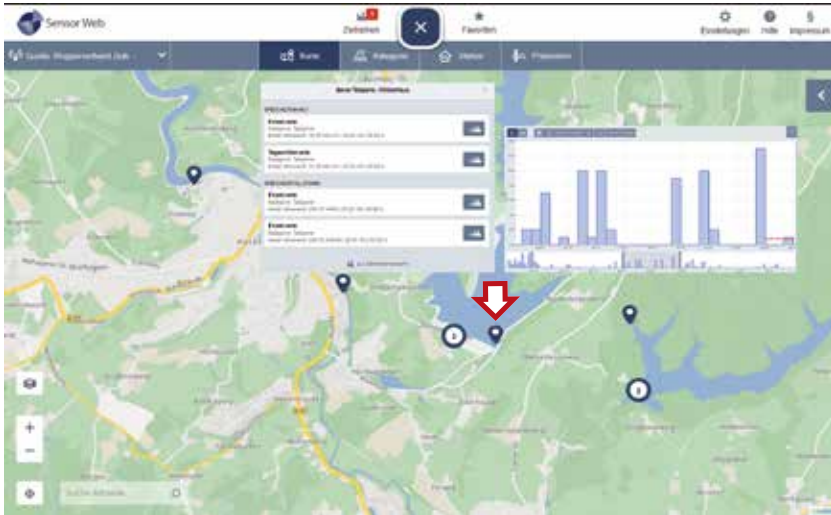


Abbildung 13 Abfrage einer Zeitreihe (Wasserstände) von einem Sensor Observation Service (SOS) aus dem Sensor Web Client des Wuppertalverbandes

INSPIRE-Downloaddienste

INSPIRE unterscheidet zwei Varianten zur Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten:

1. *Pre-defined Dataset Download Service*: Ein einfacher INSPIRE-Downloaddienst stellt vordefinierte Datensätze (Dateien) bereit. Die vordefinierten Datensätze können vom Nutzer nur in vollem Umfang, d. h. ohne individuelle Auswahlmöglichkeit, heruntergeladen werden. Technisch wird der einfache INSPIRE-Downloaddienst über einen WFS 2.0, einen ATOM-Feed (The Atom Syndication Format) oder einen SOS bereitgestellt.
2. *Direct Access Download Service*: Dieser Dienstyp erlaubt Nutzer-gesteuerte Abfragen und stellt somit eine vollwertige Datenaustausch-Schnittstelle im Sinne einer *serviceorientierten Architektur* (SOA) dar. Technisch kann dieser Downloaddienst, im Falle der Bereitstellung von Vektordaten, über einen WFS 2.0 (Filter Encoding 2.0) bereitgestellt werden. Für die Bereitstellung von Rasterda-

ten wird der WCS und für Sensordaten der SOS empfohlen (siehe oben und Kap. 3.3.3 Downloaddienste).

Bei der Verwendung von OGC-Standards (wie WFS oder SOS) ist eine Erweiterung des Dienstes ähnlich wie bei den Darstellungsdiensten notwendig, um die Anforderungen aus der INSPIRE-Verordnung zu Netzdiensten an INSPIRE-Downloaddservices zu erfüllen (z. B. Mehrsprachigkeit).

Für die Bereitstellung von INSPIRE-Downloadddiensten im Rahmen der GDI-DE sei auf die *Handlungsempfehlungen für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Downloadddiensten* verwiesen.

Links zu diesem Kapitel

Aktuelle WFS-Spezifikation des OGC

<https://www.opengeospatial.org/standards/wfs>

Aktuelle WCS-Spezifikation des OGC

<https://www.opengeospatial.org/standards/wcs>

Aktuelle SOS-Spezifikation des OGC

<https://www.opengeospatial.org/standards/sos>

Sensor Web Client des Wupperverbandes

<https://fluggs.wupperverband.de/swc>

Handlungsempfehlungen der GDI-DE für die Bereitstellung von INSPIRE-konformen Downloadddiensten

www.gdi-de.org/Dokumente/Handlungsempfehlung_INSPIRE_Downloadservices.pdf

INSPIRE-Netzdienste-Verordnung

<https://inspire.ec.europa.eu/Legislation/Network-Services/41>

Technical Guidance-Dokument zu INSPIRE-Netzdiensten

Mit unseren Seminaren und Workshops tragen wir in der TDWI Akademie diesen Entwicklungen Rechnung. <https://inspire.ec.europa.eu/Technical-Guidelines2/Network-Services/41>

2.3.4. Weitere Geodatendienste

Auf alle in diesem Leitfaden beschriebenen Geodatendienste greift man über die URL des Dienstes per HTTP/HTTPS zu. Je nach Schnittstelle werden sowohl *HTTP GET* als auch *HTTP POST* unterstützt. Detaillierte Anfrageparameter für die hier beschriebenen Dienste können der OGC-Spezifikation des jeweiligen Dienstes entnommen werden (siehe Anhang „Wichtige Links“).

Web Feature Service Gazetteer (WFS-G)

Bei dem Web Feature Service Gazetteer oder kurz *Gazetteer Service* (WFS-G) handelt es sich um eine Erweiterung des Web Feature Service. Ein WFS-G schafft den Zugang zu raumbezogenen Daten über geographische Namensverzeichnisse (Gazetteer), d. h. er liefert zu einem geographischen Namen die Koordinaten oder stellt das Objekt in einem passenden Kartenausschnitt dar. Er kann somit als Suchdienst für Objekte (z. B. Hausadressen, Ortsnamen, etc.) genutzt werden.



Abbildung 14 Web Feature Service Gazetteer (WFS-G)

Anfangs wurde der WFS-G nur für digitale Namensverzeichnisse mit Punktkoordinaten eingesetzt. Mittlerweile können aber auch Objekte mit Linien- oder Flächengeometrien abgebildet werden. Oft ist es zweckmäßig, zu einem Objekt sowohl seine Mittelpunkts- als auch seine Umringskoordinaten zu speichern, um flexibel in der Auswertung und der Darstellung zu sein. Ein WFS-G kann auch in der umgekehrten Reihenfolge verwendet werden, indem er zu einem Kartenausschnitt die dazugehörigen geographischen Namen liefert.

OpenSearch GeoTemporal Services

Dienste, die die *OpenSearch Spezifikation* und die *OGC Geo and Time Extension* unterstützen, werden *OpenSearch GeoTemporal Services* genannt. OpenSearch ist eine Sammlung von einfachen Formaten zum Austausch von Suchergebnissen. Über Erweiterungen kann die Grundfunktionalität von OpenSearch ergänzt werden. Beispielsweise gibt es eine Erweiterung um Vorschlagssuchen (Anzeige von Suchvorschlägen während der Nutzereingabe) zu realisieren. Die OGC Geo and Time Extension spezifiziert eine Erweiterung des Protokolls um räumliche und zeitliche Komponenten.

Ein Bestandteil des OpenSearch-Standards ist das *OpenSearch Description Document*. Hierbei handelt es sich um eine XML-Datei, die die Schnittstellen des Suchdienstes beschreibt. Über URL-Templates werden die Interaktionsmöglichkeiten mit dem Suchdienst beschrieben. Die jeweiligen Template-Parameter werden im OpenSearch-Standard bzw. in den genutzten Erweiterungen definiert. OpenSearch nutzt in der Regel Syndikationsformate wie RSS oder ATOM, um Suchergebnisse auszutauschen. Über die OpenSearch-Erweiterungen können diese Formate um weitere Metadaten ergänzt werden, um die Suchergebnisse entsprechend zu beschreiben. Auf Basis einer *Content Negotiation* (Inhaltsvereinbarung) sind auch andere Austauschformate wie *GeoJSON* oder *GML* möglich.

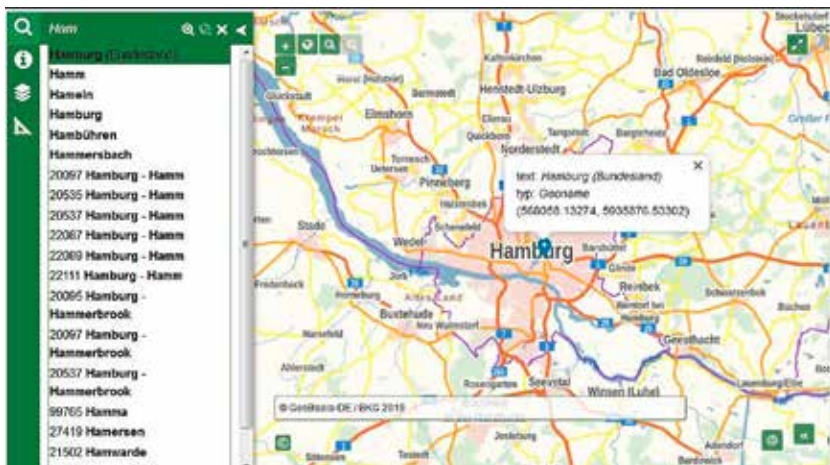


Abbildung 15 Nutzung einer Ortssuche auf Basis eines OpenSearch GeoTemporal Service

Web Terrain Service (WTS)

Ein *Web Terrain Service* (WTS) orientiert sich sehr stark am Konzept des WMS, ermöglicht aber zusätzlich eine 3D-Visualisierung von Geodaten. Auf Anfrage liefert der Dienst statische 3D-Karten als Bilder zurück. Grundlage dafür bilden die Höhenangaben digitaler Geländemodelle. WTS finden für unterschiedliche Zwecke in Bereichen wie Geologie, Tourismus, Standortplanung, Raumsimulation und Stadtmarketing sowie in Untersuchungen im Bereich der Naturwissenschaften Anwendung.

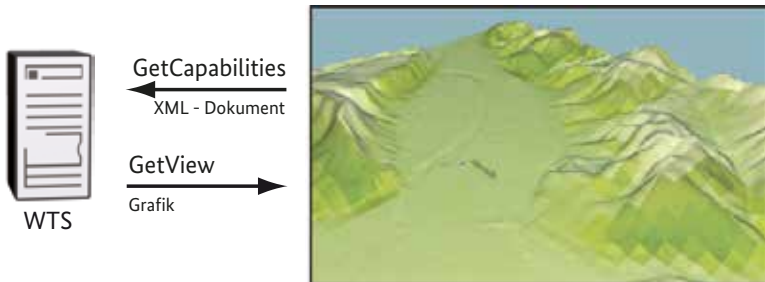


Abbildung 16 Web Terrain Service (WTS)

Web Processing Service (WPS)

Ein *Web Processing Service* (WPS) ist eine Möglichkeit, Rechenprozesse, die üblicherweise im GIS bekannt sind, mittels Internettechnologien als Geodatendienst bereitzustellen und so eine entfernte Geodatenverarbeitung zu ermöglichen. Neben Berechnungen und Auswertungen der Sachdaten ist es zudem möglich, eine räumliche Analyse von Geodaten durchzuführen. Der Standard des OGC legt fest, wie der Rechenprozess bereitgestellt und aufgerufen werden muss, damit in standardisierter Weise ein Client mit einem Geodatendienst bei der Ausführung einer geographischen Analyse interagieren kann. Er erhält dadurch Zugriff auf vordefinierte Rechenvorschriften oder -modelle, die auf einem Server liegen. Die benötigten Geodaten können entweder zusätzlich auf dem Server vom Anbieter des WPS abgelegt werden oder müssen in der vorgegebenen Datenstruktur, die der WPS zur Bearbeitung benötigt, vom Nutzer des WPS geliefert werden.

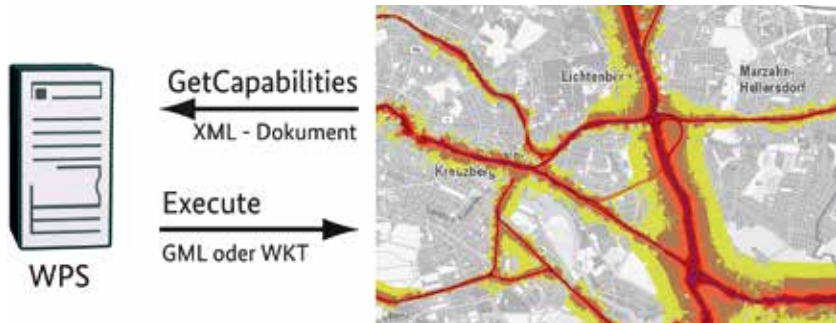


Abbildung 17 Web Processing Service (WPS)

Beispiele für durch WPS bereitgestellte Prozesse sind Pufferbildungen oder Verschneidungen. Dabei kann ein WPS sowohl Vektor- und Rasterdaten als auch Daten ohne Raumbezug (z. B. Tabellen, Konstanten) verarbeiten.

Links zu diesem Kapitel

OpenSearch Spezifikation
<http://www.opensearch.org>

OGC Geo and Time Extension
<https://www.opengeospatial.org/standards/opensearchgeo>

3. Bereitstellung von Geodatendiensten

Im folgenden Kapitel werden Hinweise zum praktischen Vorgehen beim Aufbau und Betrieb einzelner Geodatendienste gegeben. Dabei werden Geodatendienste aufgegriffen, die bereits in Kapitel 2.3 des Leitfadens im Hinblick auf Funktionalität und Einsatzmöglichkeiten beschrieben wurden.

Interoperable Geodatendienste sind die Voraussetzung für die automatisierte Beantwortung raumbezogener Fragestellungen, wie sie u. a. im Rahmen amtlicher Verwaltungsprozesse auftreten, z. B.: „Wie hoch ist der Bodenrichtwert in einem bestimmten Areal?“ oder „Wo liegen Schutzgebiete, die einem bestimmten Nutzungszweck entgegenstehen?“. Sind sowohl die Dienste, als auch die bereitgestellten Daten harmonisiert bzw. interoperabel, lassen sich viele Verwaltungsprozesse automatisieren. In Abschnitt 3.5 werden Aspekte der Einbettung der Dienste in technische Betriebsumgebungen, übergreifende Geodateninfrastrukturen und E-Government-Anwendungen aufgegriffen.

3.1. Planung und Vorbereitung

Die Entwicklung von Geodatendiensten sollte als Projekt mit klar definierten Zeit-, Aufwands- und Qualitätszielen verstanden werden. Dabei müssen eine Reihe von Fragestellungen betrachtet werden:

- » Welche Anwender und/oder Anwendungen benötigen den Geodatendienst; soll der Dienst nur eingeschränkten Nutzergruppen zur Verfügung gestellt werden?
- » Welche Inhalte müssen entsprechend bereitgestellt werden (existiert der Datensatz schon oder muss er noch erstellt werden)?
- » Welche funktionalen Anforderungen bestehen an den Dienst, z. B. Sachdatenabfrage, benutzerdefinierbare Legende und Editierbarkeit (Entscheidung für die bereitzustellenden Servicetypen/Schnittstellen)?

- » Welche organisatorischen Rahmenbedingungen sind zu beachten?
- » Welche Anforderungen bestehen an den Dienst hinsichtlich Verfügbarkeit, Performance, Sicherheit und Skalierbarkeit?
- » Welche technischen Voraussetzungen und Anforderungen sind zu beachten, gibt es zentrale Vorgaben für das zu verwendende *Datenbankmanagementsystem* (DBMS) bzw. Datenmodell, ggf. separat anzubindende Sachdatenbanken aus Fachverfahren, GIS-Software, Geodaten-Server-Software und unterstützte Schnittstellen (WMS, WFS, etc.)?
- » Welche rechtlichen und formalen Rahmenbedingungen sind zu beachten, z. B. Sicherheitsrichtlinien, Datenschutz, Nutzungsrechte und Copyrights?
- » Sind lizenzrechtliche Fragen für Daten Dritter zu klären?
- » Wer ist für die Pflege der Metadaten zuständig und wie soll diese technisch erfolgen?

Darüber hinaus sind weitere, für alle IT-Projekte gültige, Projektmanagement-Fragen zu klären:

- » Welche finanziellen und personellen Ressourcen stehen zur Verfügung?
- » Welches Know-how wird benötigt?
- » Welche Schulungsmaßnahmen sind notwendig?
- » Welche Software ist erforderlich?
- » Welche Hardware wird benötigt?
- » Wie werden Softwaretests und -abnahmen durchgeführt?
- » Wie werden dauerhafter Betrieb und Wartung gesichert (benötigtes Personal und Sachmittel)?

Hilfestellung bieten dabei standardisierte Vorgehensmodelle und die umfangreich vorhandene Fachliteratur zu diesem Thema.

Kosten

Internetanwendungen von Behörden laufen meist auf Servern, die von kommunalen, Landes- oder Bundesrechenzentren bzw. von privaten *Internet Service Providern* (ISP) betrieben werden. Die Server sind heutzutage meist virtualisiert. Die Anschaffungskosten für die Hardware werden dabei in der Regel auf die Betriebskosten angerechnet. In Abhängigkeit von den einzuhaltenden gesetzlichen Bestimmungen und der Ausfallsicherheit variieren die Kosten sehr stark. So bieten private ISP einfache virtuelle Server zu sehr niedrigen Preisen an, während der Betrieb von Servern in einem Landesnetz, in dem bestimmte Sicherheitskriterien eingehalten werden müssen, wesentlich höhere Kosten verursacht.

Auch die laufenden jährlichen Softwarekosten variieren sehr stark in Abhängigkeit davon, ob Open-Source-Produkte zum Einsatz kommen oder lizenzpflichtige Applikationssoftware und DBMS genutzt werden, die sehr kostenintensiv sein können.

3.2. Datenhaltung

3.2.1. Konzeption der Datenhaltung

Die Datenhaltung ist von zentraler Bedeutung für die Entwicklung und Bereitstellung von Geodatendiensten. Bei Geodaten handelt es sich um Daten, die neben anderen Informationen zusätzlich über ein oder mehrere geometrische Eigenschaften (*Attribute*) verfügen. Das kann im einfachsten Fall die geographische Länge und Breite einer einzelnen Position sein. Bei komplexeren Modellen kann das Geodatum bzw. der Datensatz aus mehreren miteinander in Beziehung stehenden geometrischen Objekten bestehen. Die zugrundeliegenden Datenmodelle sind fachspezifisch und weisen teilweise eine lange historische Entwicklung auf.

Um entscheiden zu können, wie man vorhandene Geodaten über Geodatendienste verfügbar macht, betrachtet man zunächst die bestehende Datenstruktur. Vektordaten werden in der Regel in Datenbanken, Rasterdaten im Dateisystem verwaltet. Auf den Aufbau und die Pflege von Datenbanken wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen. In der Regel verfügen *Relationale Datenbankmanagementsysteme* (RDBMS) über Möglichkeiten, Geodaten zu verwalten. Die ISO 19125 gibt dafür einen Standard vor, der von vielen RDBMS implementiert wird. Neben der Verwaltung der Geoda-

ten selbst ist beim Aufbau von Geodatendiensten die Verwaltung bzw. die Erzeugung von Metadaten von besonderer Bedeutung.

In verschiedenen Fällen kann es sinnvoll sein, die Dienste nicht direkt auf den primären Datenquellen aufzubauen. Das ist z. B. dann der Fall, wenn die primäre Datenhaltung aufgrund der Komplexität des zugrundeliegenden Datenmodells nicht performant genug ist. Die Öffnung des Zugriffs über das Internet könnte bei hoher Last dann das komplette System zum Stehen bringen. Dadurch wären auch interne Prozesse, wie z. B. Aktualisierungen, betroffen. Ein weiterer Punkt, der bei der Verwendung von primären Daten abzuwägen ist, ist die Sicherheit. Eine Publikation von Daten über Geodatendienste über das Internet erzeugt stets ein potentiell Sicherheitsrisiko. Die Erstellung eines Sekundärdatenbestandes für Auskunftszwecke ist unter Berücksichtigung von Performanz- und Sicherheitsaspekten daher eine einfach umzusetzende und zweckmäßige Vorgehensweise. Der Sekundärbestand sollte regelmäßig, möglichst automatisch aus der Primärdatenhaltung aktualisiert werden. Dabei können auch im Vorfeld der Veröffentlichung sensible Daten herausgefiltert werden (bspw. personenbezogene Daten).

Der Aufbau von Sekundärdatenbeständen kann, je nach vorhandenen Rahmenbedingungen, mit erheblichem finanziellem Mehraufwand für Hardware und Software-Lizenzen verbunden sein. Es kann sinnvoll sein, in einer GDI eine zentrale Plattform einzurichten, die nur dem Zweck der Bereitstellung von Diensten dient. Viele Rechenzentren bieten solche Plattformen an. Alternativ gibt es auch Cloud-Lösungen für Geodaten, die über Dienste-Schnittstellen (WMS/WFS) verfügen. Hier kann ein Nutzer einfach seine Geodaten hochladen und die Dienste sind sofort im Netz verfügbar. Für kleine Datenbestände sind manche dieser Cloud-Dienste sogar kostenfrei nutzbar. Zentrale Dienstplattformen haben aus Sicht der Rechenzentren einige Vorteile, erfordern aber einen erhöhten Abstimmungsbedarf und führen damit einhergehend zu einem Verlust an Flexibilität. Für die GDI selbst und damit für das standardisierte Geodatenmanagement ist es gleichgültig, ob die Dienste von einer zentralen Plattform oder von vielen dezentralen Quellen stammen.

3.2.2. Datenhaltung für Metadaten

Der nachfolgende Abschnitt enthält Hinweise zum Aufbau von Metadatenbeständen sowie deren Erfassung und Pflege. Grundsätzliche Informa-

tionen zu Metadaten sind in Kapitel 2.1.5 zu finden. Auf die Bedeutung der Erfassung und Bereitstellung von Metadaten und Diensten für Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden im Kontext der INSPIRE-Richtlinie und der korrespondierenden nationalen Gesetzgebung wird in den Kapiteln 2.1.5 und 2.2 eingegangen. Die Nutzung von Metadaten über entsprechende Anwendungen ist Thema in Kapitel 4.1.

Metadaten geben Anwendern Informationen zur Eignung der Daten und Dienste für den geplanten Einsatzzweck und ermöglichen es, in Geodatenkatalogen gezielt nach Daten und Diensten mit bestimmten Inhalten und Eigenschaften zu suchen.

Standardisierte Metadaten über Geodaten und Geodatendienste sind die Voraussetzung für die Nutzung der Geodaten innerhalb einer GDI. Entsprechend ist eine qualitätsbewusste Erstellung und Pflege von Metadaten von großer Bedeutung. Um eine geeignete Metadatenverwaltung einrichten zu können, die sowohl den rechtlichen als auch den praktischen Anforderungen genügt, muss zunächst das Ziel klar sein.

Heute sind Geodaten weitgehend online verfügbar und die Beschreibung von Zugriffspunkten (Diensten) und Datenformaten in den Metadaten sind für die Nutzung obligatorisch geworden. Diese technischen Metainformationen, wie z. B. das Koordinatenreferenzsystem, die Aktualität sowie der Koordinatenbegrenzungsbereich der Daten sind in der Regel bereits integraler Bestandteil des bereitstellenden Systems und lassen sich vollautomatisch aus den meisten Datenhaltungssystemen extrahieren. Andere Informationen, wie Titel und Beschreibung sind ggf. schon in den Attributen der Datensätze („Sachdaten“) enthalten.

Für den Aufbau einer effizienten und nachhaltigen Metadatenverwaltung können folgende Empfehlungen gegeben werden: Wenn möglich, sollten

- » Metadatenelemente automatisch aus den Daten bzw. Datenhaltungssystemen extrahiert werden und
- » die Metadaten für Datensätze und Dienste aus einem System stammen und automatisch erstellt werden.

Die gemeinsame Haltung von Geodaten und Metadaten in einer integralen Daten- und Metadatenverwaltung durch die gleichen Personen vereinfacht die Pflege.

Metadatenmanagement-Tools sind sowohl als Open-Source-Produkte als auch als proprietäre Software auf dem Markt verfügbar. Dabei lässt sich zwischen Systemen zur reinen Verwaltung von Metadaten sowie GIS-Software bzw. Geodatenbanken mit integrierten Metadatenmodulen unterscheiden. Leider ist die Verwaltung von ISO-Metadaten in Datenbanken noch nicht weit verbreitet, sodass z. B. für die Metadatenerfassung, -führung und -bereitstellung gemäß den Anforderungen von INSPIRE oder GDI-DE in den meisten Fällen Anpassungsarbeiten notwendig sind, die zu zusätzlichen Kosten führen.

Die „reinen“ Metadatenverwaltungssysteme (Metadatenkataloge) bieten zur Erleichterung der Metadatenerfassung „Schablonen“ (Templates) als teilweise vorausgefüllte Vorlagen für das Editieren mehrerer ähnlicher Datensätze an. Des Weiteren enthalten sie oft ein automatisiertes Qualitätsmanagement und unterstützen die Definition eigener Profile (Kap. 2.1.4 Normen und Standards). Diese Systeme haben oft einen zentralen Metadaten Speicher, der über verschiedene Schnittstellen gefüllt werden kann. Die Metadaten des Zentralspeichers stehen über Katalogschnittstellen – meist CSW – für externe Zwecke (Recherche/Datenaustausch) zur Verfügung.

Metadatenkataloge

Bei der Wahl der jeweiligen *Metadatenkatalogsoftware* ist man frei. Es gibt auf der einen Seite sehr umfangreiche und komplexe Systeme mit graphischem User-Interface, die gleichzeitig auch Geoportal-Funktionalitäten bereitstellen, auf der anderen Seite gibt es minimalistische Lösungen, deren Konfiguration komplett über Konfigurationsdateien erfolgt und die in wenigen Minuten implementiert werden können.

Eine Katalogsoftware stellt meist keine großen Anforderungen an die Datenhaltung. Viele Systeme halten die Metadaten in einem flachen Schema bzw. in ihrer originären XML-Struktur. Für die räumliche Suche ist ein geometrischer Index vorhanden.

Bei der Einrichtung eines Katalogs sind u. a. folgende Fragen von Bedeutung:

- » Wird eine Benutzerverwaltung mit komplexem Rollensystem benötigt?
- » Sollen weitere Metadatenkataloge über eigene CSW-Schnittstellen

aggregiert werden?

- » Mit wie vielen Metadatenätzen muss insgesamt gerechnet werden?
- » An welcher Stelle und in welchem Format liegen die Daten?
- » Gibt es schon standardisierte Metadaten in diesen Systemen?
- » Wenn ja, in welchen Formaten und über welche Schnittstellen stehen diese zur Verfügung?
- » Ist es sinnvoll auf den verteilten Systemen eigene CSW-Interfaces einzurichten um die Metadaten regelmäßig in den zentralen Katalog zu überführen?
- » Braucht man ein Redaktionssystem zur Pflege von Metadaten in einer zentralen Webanwendung?

Bei der Metadaten-Architektur lässt sich zwischen zentral und dezentral und bei der Pflege der Metadaten zwischen automatisiert und redaktionell unterscheiden. In der Realität gibt es bei beiden auch Mischformen.

Bei der dezentralen Metadaten-Architektur werden die verteilten CSW-Schnittstellen im Zentralkatalog registriert. Eine direkte Einbindung der dezentralen Dienste in die Suche hat sich aus Performanz- und Stabilitätsgründen nicht bewährt. Fast alle Kataloge arbeiten heutzutage nach dem Prinzip des Harvestings. Dabei werden die Metadaten der registrierten Kataloge in regelmäßigen Abständen abgeerntet und in einen zentralen „Metadaten-cache“ überführt. Man spricht hier auch von einem „Pull“-Mechanismus. Der Metadaten-cache wird regelmäßig indiziert und erlaubt eine hoch performante Suche im zentralen Portal.

Nachteile des Harvestings:

- » Aktualität der Metadaten abhängig vom Zeitpunkt und Ergebnis des Harvesting-Prozesses
- » Kein direkter Zugriff auf die originären Metadaten

Sowohl der Geodatenkatalog.de als auch das INSPIRE-Geoportal basieren auf dieser „Harvesting-Architektur“. Die Inhalte aller angeschlossenen Ka-

taloge werden auf der nächsthöheren Hierarchieebene repliziert (vgl. Abb. 18).

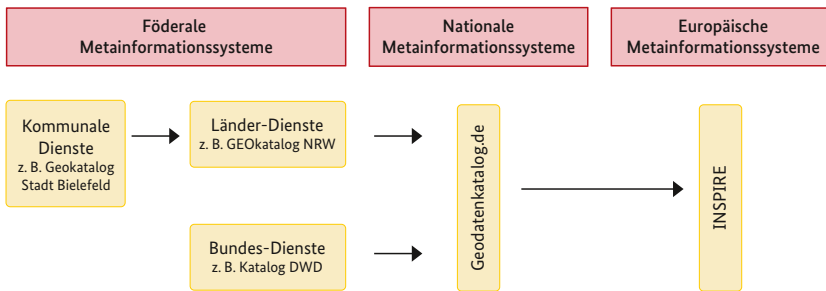


Abbildung 18 Kataloginfrastruktur

Bei einer zentralen Metadaten-Architektur werden die Metadaten von mehreren Stellen direkt in einer zentralen Datenbank gepflegt. Dies erfolgt in der Regel über eine Web-Anwendung im Internet und/oder Intranet. Die Erfasser der Metadaten aus den verschiedenen Organisationsteilen (z. B. Fachbehörden) nutzen in diesem Fall die Erfassungsoberflächen des Systems. Aufgrund der erforderlichen Schreibrechte dürfen nur autorisierte Personen diese Erfassungsoberfläche nutzen. Entsprechende Schutzmaßnahmen, wie ein passwortgeschützter Zugang oder eine Verschlüsselung der Passwortübertragung, etwa mittels *Secure Socket Layer* (SSL), müssen umgesetzt werden. Eine *Single-Sign-On-Funktionalität* (SSO) durch Anbindung zentraler Verzeichnisdienste kann sinnvoll sein.

Im einfachsten Fall dürfen alle zugelassenen Erfasser alle Metadaten ändern. Die Vermeidung von Überschreibungskonflikten muss dann organisatorisch gelöst werden. Besser ist es, ein dediziertes *Rollen- und Rechtekonzept* zu implementieren und/oder über Mandantenfähigkeit die organisatorische Trennung der Zuständigkeiten im System abzubilden. Ein Rollen- und Rechtekonzept kann auch für die Nutzung der Metadaten (vgl. Abschnitt 3.5.1) erforderlich sein, beispielsweise wenn Teile der Daten sensibel sind und nur für interne Nutzer bereitgestellt werden dürfen.

Administrative Daten wie Informationen zu den Accounts, Rollen und Rechten oder eingebundene externe Dienste werden in der Regel ebenfalls in einer Datenbank gespeichert. Zugriff auf diese Daten haben nur berechnigte Administratoren.

Generell sind im Rahmen des Metadatenmanagements etliche organisatorische und inhaltliche Absprachen zwischen den Beteiligten notwendig, beispielsweise:

- » die Abstimmung von Begrifflichkeiten, Schreibweisen, Schlagworten etc.,
- » die Abstimmung von Zuständigkeiten,
- » gemeinsames Verständnis der Inhalte der verschiedenen Metadaten-Felder.

Kosten

Bei der Beschaffung der nötigen technischen Komponenten muss beachtet werden, dass möglicherweise zusätzliche Hardware und ggf. Software-Lizenzen beschafft werden müssen, wenn das System mit eigenständigen Entwicklungs- und/oder Testplattformen aufgesetzt und betrieben wird.

Aufwand und Kosten für die Bereitstellung einer Metadatenerfassungs- und -haltungssoftware sind in erster Linie von den angestrebten funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen abhängig. Zu nennen sind:

- » ggf. verwaltungsweit einzuhaltende Vorgaben für die Datenbank-Software (Lizenzkosten),
- » angestrebte Ausfallsicherheit und Performance,
- » Mandantenfähigkeit,
- » Einrichtung von Rollen- und Rechte-Modellen für Erfassung und Zugriff auf sensible (geschützte) Teildatenbestände,
- » gewünschte bzw. notwendige Anpassungsarbeiten an der Standard-Software.

Die Datenmenge hat dagegen kaum Einfluss, da selbst größere Metadatenbestände für heutige Hardware- und Datenbanksysteme leicht zu handhaben sind.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind die Gesamtbetriebskosten zu berücksichtigen, d. h. neben den Anschaffungskosten bei proprietärer

Software fallen meist jährliche – nicht unerhebliche – Lizenzkosten an. Kosten für spezielle Anwendungsentwicklungen, Anpassungsarbeiten und Erweiterungen sind ebenfalls zu berücksichtigen. Moderne Software erfordert darüber hinaus oft spezielle Eigenschaften der Hardware. Die Nutzung einer vorhandenen IT-Infrastruktur ist unter Umständen nicht möglich, sodass auch hier kostenintensive Erweiterungen zwingend notwendig werden. Der Zeitaufwand für den Aufbau einer strukturierten Datenhaltung ist nur sehr schwer einzugrenzen.

Links zu diesem Kapitel

Handlungsempfehlungen der GDI-DE zur Pflege qualitativ hochwertiger Metadaten

www.gdi-de.org/Dokumente/Handlungsempfehlung_Metadaten_pflegen_verarbeiten.pdf

3.2.3. Datenhaltung für Geodaten

Die Architekturen für die Verwaltung und Publikation von Geodaten können sehr unterschiedlich aufgebaut werden. In einer dienstbasierten Architektur eignet sich im Fall der Vektordaten insbesondere das WFS-T-Interface zur Pflege der Daten. Dieses Interface erlaubt INSERT-, UPDATE- und DELETE-Operationen auf Geodaten über HTTP und damit innerhalb einer verteilten Infrastruktur.

Die allgemeinen Aufwände beim Einrichten von Geodatenbanken und -diensten sind stark abhängig von der Komplexität des Datenmodells. Bei flachen Datenmodellen (Objekt besteht aus einer Geometrie mit beliebig vielen Attributen) und wenigen Objekten (< 1000) kann man sogar ganz auf eine Datenbank verzichten und die Datenhaltung erfolgt in einer einzelnen Datei. Bei komplexen Datenmodellen und wenigen tausend Objekten, lässt sich eine filebasierte relationale Datenbank nutzen. Hier hat sich der OGC-Standard *GeoPackage* etabliert. Alternativ dazu eignen sich auch, wie bereits zuvor erwähnt, ausgewählte Cloud-Anbieter.

Soll eine umfangreichere zentrale Sekundärdatenbank aufgebaut werden, müssen folgende Aspekte bei der Kosten- und Zeitplanung berücksichtigt werden:

- » Datenbank-Lizenzen,

- » Geodatendienst-Produkt-Lizenzen,
- » Schnittstellen für die Datenübernahme,
- » Entwicklungskosten,
- » Betriebskosten,
- » Skalierung in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität (von wenigen Klicks pro Tag bis mehreren Millionen pro Monat),
- » Dauer: ca. 1 Tag bis mehrere Monate.

Im Fall einer dezentralen Bereitstellung von Geodatendiensten fällt der Aufwand für den Aufbau eventueller Sekundärdatenbanken und Dienste-Server dezentral an. Generell sind dabei die gleichen Aspekte wie bei der oben beschriebenen zentralen Datenbank zu beachten.

Links zu diesem Kapitel

Informationen zum OGC-Standard GeoPackage

<https://www.geopackage.org>

3.3. Bereitstellung im Internet

In Kapitel 2.3 des Leitfadens wurde bereits grundsätzlich auf Funktionalitäten und Einsatzmöglichkeiten vieler Geodatendienste eingegangen. Im folgenden Abschnitt stehen praktische Fragestellungen für deren Einsatz im Vordergrund. Aus diesem Grund werden hier nur die Geodatendienste behandelt, für die praxistaugliche Lösungen am Markt verfügbar sind.

3.3.1. Suchdienste

Die INSPIRE-Richtlinie und korrespondierende nationale Gesetze verpflichten alle geodatenhaltenden Stellen bei Bund, Ländern und Kommunen zur Bereitstellung von Metadaten sowie zur Umsetzung von sogenannten Suchdiensten an zentraler Stelle. Der Begriff Suchdienst stammt aus der INSPIRE-Richtlinie und ist bewusst abstrakt gewählt, um die Richtlinie frei von technologischen Vorgaben zu halten. Prinzipiell umfasst der Begriff die Funktionen einer webbasierten Metadatenchnitt-

stelle auf einem Katalog von Metadaten. Global hat sich hier seit 2007 die CSW-Schnittstelle etabliert (Kap. 3.2.2 Datenhaltung für Metadaten).

Die serviceorientierte Architektur der GDI-DE geht davon aus, dass alle Metainformationen zu Datensätzen und Online-Ressourcen in einem zentralen Katalog gebündelt werden. Um das umzusetzen, werden Metadaten zu Datensätzen und Metadaten zu Diensten benötigt. Diese müssen nach einheitlichen Regeln kodiert und über abgestimmte Schnittstellen ausgetauscht werden. Außerdem soll es möglich sein, die Kataloge über eine einheitliche Schnittstelle nach den benötigten Ressourcen durchsuchen zu können. Aus diesen Anforderungen heraus resultiert der Begriff der „Suchdienste“. Sowohl die Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie als auch die GDI-DE setzen für den Austausch von Metadaten und die Etablierung einer einheitlichen Recherchierbarkeit auf die Version 2.0.2 der OpenGIS Catalogue Service Implementation-Spezifikation.

Das CSW-Interface erlaubt vielfältige Abfrage- und Auswertemöglichkeiten. Es lässt sich mit SQL auf einem relationalen DBMS vergleichen, basiert aber auf dem HTTP-Protokoll. Die Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie hat dazu geführt, dass fast alle der am Markt verfügbaren Softwarepakete für den Betrieb von Geodatenkatalogen das CSW-Interface unterstützen. Für die direkte Nutzung zur Recherche von Ressourcen hat sich CSW jedoch nicht etabliert, da andere, auf Performanz optimierte Indizes sich besser für die Einbindung in Geoportale eignen. Das CSW-Interface eignet sich jedoch gut für den Austausch von Metadaten zwischen den verschiedenen Kataloginstanzen einer GDI im Rahmen des regelmäßigen Harvestings (Kap. 2.1.5 Metadaten und Kap. 3.2.2. Datenhaltung für Metadaten).

Bei den Metadatenkatalogen gibt es verschiedene architektonische Ansätze. Manche Systeme haben ein speziell auf die ISO 19139 kompatible Verwaltung von Metadaten abgestelltes Informationsmodell, andere wiederum eignen sich für alle Arten von Dokumenten und sind daher eher mit einem webbasierten Dokumentenmanagementsystem (DMS) vergleichbar. Für die Interoperabilität ist entscheidend, dass sich mit dem jeweiligen System die Metadatenelemente abbilden und austauschen lassen, die man im Rahmen seiner jeweiligen GDI zwingend benötigt (INSPIRE, GDI-DE Konventionen, eigenes Metadatenschema etc.).

3.3.2. Darstellungsdienste

Web Map Service (WMS) und Web Map Tile Service (WMTS) sind Darstellungsdienste, die Kartenebenen, sogenannte Layer, als Bilder in Formaten wie JPEG, GIF oder PNG bereitstellen (Kap. 2.3.2 Darstellungsdienste). WMS und WMTS sind heute in großer Zahl verfügbar.

Für die Visualisierung einer Karte können die benötigten Daten aus unterschiedlichen Quellen bezogen werden. Je nach eingesetztem WMS-/WMTS-Produkt ist zu prüfen, über welche Systeme und Formate die Daten bereitgestellt werden, damit eine Unterstützung gewährleistet ist.

Soll ein WMS/WMTS eingesetzt werden, um Kartenbilder basierend auf Rasterdaten zu liefern, werden in der Regel folgende Datenquellen verwendet:

- » gescannte Karten wie Luft- oder Satellitenbilder werden aus lokal bereitgestellten Dateien bezogen,
- » Rasterdaten werden aus einem WCS bezogen (Kap. 2.3.3 Downloaddienste).

Soll ein WMS/WMTS Kartenbilder auf zugrunde liegenden Vektordaten abgeben, so werden in der Regel Vektordaten verwendet:

- » aus lokal bereitgestellten Dateien,
- » aus einer Datenbank oder
- » von einem WFS (vgl. Downloaddienste 2.3.3).

Falls neben der Darstellung durch den WMS/WMTS auch die direkte Weitergabe von Vektorobjekten geplant ist, ist der Einsatz eines WFS als Datenquelle sinnvoll. Ist lediglich die Visualisierung und ggf. eine Sachdatenauskunft gefordert, ist ein WMS/WMTS mit lokaler Datenhaltung in der Regel ausreichend.

Bei der Wahl zwischen der Verwendung eines WMS und eines WMTS ist der jeweilige Anwendungsfall zu betrachten und zu beurteilen. Ein WMS liefert viel Flexibilität und eignet sich deshalb insbesondere für die Darstellung dynamischer Geodatenätze, die häufig Änderungen unterliegen und beispielsweise über eine transaktionale WFS-Schnittstelle direkt be-

arbeitet werden können. Gleichzeitig kann ein WMS nativ verschiedene Koordinatenreferenzsysteme unterstützen, da er – wie ein WFS – in der Lage ist, die Geodaten aus der zugrunde liegenden Datenquelle gemäß angefordertem Koordinatenreferenzsystem zu transformieren. Werden über WMS abgegebene Karten nachträglich transformiert, entsteht dabei allerdings ein Verlust der graphischen Qualität. Häufig ist die Genauigkeit der in der Software verwendeten Transformationen nicht bekannt. Vor der Entscheidung für eine Software sollten deshalb beim Hersteller Informationen über die verwendeten Transformationsverfahren und deren Genauigkeit eingeholt werden.

Ein WMTS hat gegenüber einem WMS seine Stärke in der Performanz und eignet sich daher insbesondere für die Visualisierung großer Geodatenätze. Ein WMTS kann Bilder sehr schnell liefern, da er sie nicht – wie ein WMS – erst nach der Anfrage generiert, sondern diese bereits in vorbereiteten Kacheln auf dem Server vorhält (als Datenquelle dient dabei in der Regel ein WMS). Die spezielle hierarchische Kacheldatenstruktur hat jedoch zur Konsequenz, dass ein voreingestelltes Koordinatenreferenzsystem fest in den Daten verankert und eine Koordinatentransformation on-the-fly nicht möglich ist. Soll ein weiteres Koordinatenreferenzsystem genutzt werden, so ist ein komplett neu generierter Datenbestand erforderlich. Gleiches gilt für stilistische Änderungen an der Darstellung sowie für die Übernahme von Änderungen an den Geodaten selbst. Sofern weder ein WMS noch ein WMTS die Anforderungen des vorliegenden Anwendungsfalls ausreichend abdeckt, ist auch der gemeinsame Einsatz beider Schnittstellen möglich.

Zur Implementierung eines WMS/WMTS ist neben proprietären Produkten eine Vielzahl an Open-Source-Produkten erhältlich. Ein Überblick über die auf dem Markt erhältlichen Produkte bieten das Open Geospatial Consortium und der Fachbereich Geoinformatik der Universität Rostock auf ihren Webseiten an. Diese Listen sind allerdings nicht abschließend. Die Entscheidung für ein Produkt ist im Wesentlichen abhängig von den Anforderungen, die der Auftraggeber bzw. Nutzer an den Dienst stellt, sowie den bereitzustellenden Daten und deren Struktur. Nicht jede Software ist in der Lage, auf Datenbestände bzw. Datenbanken der verschiedenen GIS-Hersteller zuzugreifen oder eine große Zahl von Datenformaten zu unterstützen.

Neben der Server-Funktionalität, wie der Beantwortung der Kartenanfragen, ist das Design von Darstellungsdiensten eine Kernfunktionalität vieler Produkte. Über die Administration lassen sich Darstellungsdienste konfigurieren, z. B. Legendeneinstellungen und die Darstellung der Geodaten. Hier gibt es unterschiedliche Ansätze zwischen den Produkten. Während einige Programme dem Administrator eine graphische Benutzeroberfläche bereitstellen, setzen andere Tools auf eine schlanke Systemarchitektur mit Konfigurationsdateien.

Zur Gewährleistung der Interoperabilität von WMS im Rahmen der GDI-DE ist das Dokument „Architektur der Geodateninfrastruktur - Vorgaben der GDI-DE zur Bereitstellung von Darstellungsdiensten“ zu beachten.

Links zu diesem Kapitel

Open Geospatial Consortium
<http://www.opengeospatial.org/>

GI-Produktsammlung der Universität Rostock
<http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/produkte.asp>

Architektur der Geodateninfrastruktur - Vorgaben der GDI-DE zur Bereitstellung von Darstellungsdiensten
www.gdi-de.org/Dokumente/Architektur_GDI-DE_Bereitstellung_Darstellungsdienste.pdf

3.3.3. Downloaddienste

Unter Downloaddiensten werden Web Feature Services (WFS), Web Coverage Services (WCS), Sensor Observation Services (SOS) und ATOM Feeds verstanden. Die Services unterscheiden sich nach der Art der Daten, auf die zugegriffen wird (Vektor-, Raster- oder Sensordaten), und bezüglich der Funktionalität (Filter und Operationen) (Kap. 2.3.3 Downloaddienste).

Web Feature Service

Der Web Feature Service bietet sehr flexible Schnittstellen für vektorbasierte Daten. Hier ist zunächst die Entscheidung zu treffen, welche Möglichkeiten Anwendern für die Nachnutzung der Daten eingeräumt werden sollen.

Die Nutzungsmöglichkeiten können durch die Definition des WFS mit Hilfe von Filtern so gesteuert werden, dass der Anwender beispielsweise nur Zugriff auf vordefinierte Datenabfragen hat, sollten weitere anwenderseitige Filtermöglichkeiten nicht erforderlich oder gewünscht sein. Wenn eine individuellere Datenabfrage sinnvoll ist, kann dem Anwender auch die Möglichkeit eingeräumt werden, Filter dynamisch durch eine Client-Anwendung zu formulieren (Kap. 2.3.3 Downloaddienste). Ist vorgesehen, dass Geoobjekte über die WFS-Schnittstelle editiert und gespeichert werden können, besteht die Möglichkeit, die Operationen des WFS-T zu aktivieren. Sowohl die Abfrage als auch die Manipulation von Geoobjekten erfolgt mittels Filter Encoding Standard.

Zu beachten ist, dass übertragene Geodaten im XML-Format eine erhebliche Menge an „Overhead“ zu den eigentlichen Nutzdaten enthalten. Als Faustregel sollte mindestens der Faktor 10 im Vergleich zum ursprünglichen Datenbestand kalkuliert werden. Auch im Vergleich zum übertragenen Kartenbild via WMS ist die Datenmenge bei Download-Diensten in der Regel erheblich umfangreicher. Um die Datenmenge zu begrenzen, kann beispielsweise bei sehr umfangreichen Datenbeständen die Anzahl der Features pro Abfrage serverseitig begrenzt werden. Zudem ermöglichen viele Software-Produkte zum Betrieb von WFS die Bereitstellung von Daten in mehreren Formaten. Das erlaubt Client-Anwendungen parallel zur GML-konformen Kommunikation auch schlankere Formate (z. B. GeoJSON) zu verwenden. Allerdings kann hierdurch die Interoperabilität der Daten beeinträchtigt werden.

Im Internet eignen sich WFS sehr gut für die Entwicklung von Fachsystemen geringer bis mittlerer Komplexität und können zur Einsparung von Desktop-GIS-Lizenzen beitragen. Da nach wie vor viele Geodaten gebührenpflichtig sind oder sonstigen Zugriffsrestriktionen unterliegen, sind allerdings weiterhin deutlich weniger WFS als WMS im Internet frei verfügbar.

Web Coverage Service

Web Coverage Services (WCS) dienen der Bereitstellung von multitemporalen oder multispektralen Rasterdaten, wie z. B. Ausbreitungsszenarien von Bränden und Ölteppichen oder für verschiedene Spektralkanäle einer Satellitenaufnahme. Bisher sind nur wenige WCS online verfügbar. Mit der zunehmenden Bedeutung von Luft- und Satellitenbildern und der Veröf-

fentlichung eines Technical Guidance-Dokuments zur Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten auf Basis des WCS dürfte die Verbreitung des Standards aber zunehmen.

Sensor Observation Service

Eine Möglichkeit Realtime- und Up to date-Daten bereitzustellen, bietet der Sensor Observation Service. Einige Software-Lösungen haben sich bereits etabliert, die neben der Bereitstellung der Daten in GML auch alternative Formate wie JSON ermöglichen. Verschiedene Implementierungen sind bereits verfügbar, zum Beispiel für Pegelstände von Flüssen, seismologische Aktivitäten oder Luftqualitätsdaten. Es ist zu erwarten, dass sich mit zunehmender Verbreitung von Sensoren und durch die Veröffentlichung eines Technical Guidance-Dokuments zur Bereitstellung von INSPIRE-Downloaddiensten auf Basis des SOS sowie der Fortschreibung des SOS im „Nachfolgestandard“ OGC *SensorThings API*, die Verbreitung erhöht.

Atom Syndication Format

Eine sehr einfache Möglichkeit Vektor- oder Rasterdaten bereitzustellen, bietet das Atom Syndication Format (ATOM). Vordefinierte Datensätze werden in einem öffentlich zugänglichen Verzeichnis abgelegt und in XML-Dokumenten (Service- und Dataset-Feed) beschrieben und verlinkt. Zusätzliche Software, wie etwa für die Implementierung von WFS oder SOS, ist nicht notwendig. Allerdings ist die Nutzerfreundlichkeit sehr eingeschränkt. ATOM wird häufig für die Bereitstellung von INSPIRE-Daten eingesetzt.

Links zu diesem Kapitel

Technical Guidance-Dokument für den Einsatz von WCS
<https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/download-wcs>

Technical Guidance-Dokument für den Einsatz von SOS
<https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/download-sos>

3.3.4. Weitere Geodatendienste

Neben den in Kapiteln 3.3.1 bis 3.3.3 erläuterten Geodatendiensten entsteht ein zunehmender Bedarf an Geodatendiensten, welche die Funktionalität eines GIS nutzen und Ergebnisse zu verschiedenen räumlichen Fragestellungen liefern. Dazu zählen z. B. Geokodierungsdienste für Adressen, Flurstücke, Straßen- oder Flusskilometer, Geographische Bezeichnungen oder Routingdienste, Distanzberechnungen und Nachbarschaftsabfragen (Kap. 2.3.4 Weitere Geodatendienste). Derartige Dienste werden teilweise in Anwendungen zur Nutzung der Geodatendienste (Kap. 4 Anwendung von Geodatendiensten) mit verwendet und unterstützen Geschäftsprozesse im Rahmen von E-Government- und E-Business-Anwendungen. Durch solche Dienste können Medienbrüche vermieden werden. Beispiele derartiger Fragestellungen sind:

- » Wie weit ist der Wohnort eines Arbeitssuchenden von einer offenen Stelle entfernt?
- » Ist die Entfernung vom Wohnort eines Schülers zu seiner Schule größer als ein bestimmter Wert, sodass dem Antrag auf ein Schülermonatsticket entsprochen werden kann?
- » Welche Gebietskörperschaften werden von einer Route für einen Schwertransport geschnitten und sind daher in dem Genehmigungsprozess zu beteiligen?
- » Wo ist der nächste Rettungshubschrauber zu einem gemeldeten Verkehrsunfall stationiert?
- » Wie hoch ist der Bodenrichtwert für eine Immobilie?

All dies sind Fragestellungen, die zuvor nur durch interaktive Nutzung von GIS-Clients beantwortet werden konnten. Durch WPS werden die klassischen GIS-Funktionalitäten als Dienste verfügbar gemacht, sodass sie in E-Government-Verfahren integriert werden können und so zu erheblichen Einsparungen in der Prozessbearbeitung führen können. Durch diese Dienste wird das Potential von Geodatenbanken und GIS-Systemen weit über die eingeschränkte Nutzergemeinde der GIS-Experten hinaus verfügbar gemacht.

3.4. Dienstqualität

Service Level

Geodatendienste werden überwiegend von den geodatenhaltenden Stellen als allgemeine Dienstleistung oder aufgrund gesetzlicher Verpflichtungen im Internet oder Intranet publiziert. Zunehmend werden sie aber auch in (unternehmens-)kritische Anwendungen integriert. Dadurch entstehen neben den Anforderungen an Interoperabilität und fachliche Eignung weitergehende Anforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Performanz der Dienste. Gefordert wird die Einhaltung sogenannter Service Level, also bestimmter Verfügbarkeiten, Reaktionszeiten bei Ausfällen oder Fehlern, Performanz und Support. Die Einhaltung solcher Anforderungen kann oft nur durch zentrale Rechenzentren oder Service Center gewährleistet werden. Zwischen Anbieter und Nutzer wird der *Service Level* dann vertraglich in einem *Service Level Agreement* (SLA) vereinbart. Bei Nicht-Einhaltung drohen vereinbarte Sanktionen bzw. Strafen.

Die INSPIRE-Richtlinie schreibt Service Level für die Bereitstellung von Geodatendiensten vor, damit die Funktionsweise der europäischen Geodateninfrastruktur sichergestellt ist. Die Service Level sind dabei je nach Art des Dienstes unterschiedlich festgelegt und werden über die Parameter Verfügbarkeit, Kapazität und Performanz definiert. So wird z. B. für Netzdienste eine Verfügbarkeit von 99 % bezogen auf ein Kalenderjahr gefordert.

In den Service Levels können auch die Reaktionszeit und Zeiten zur Wiederherstellung eine Rolle spielen. Beispielsweise kann gefordert sein, dass die Ausfallzeiten nicht „am Stück“ auftreten dürfen oder ein Geodatendienst innerhalb einer gewissen Zeit wieder funktionsfähig ist. Durch Rufbereitschaften und Notdienste, aber auch durch moderne IT-Konzepte (Cloud-Technologie, Ausfallsicherheit mit Failover-Szenarien, Lastverteilung) wird diesen Anforderungen begegnet.

Verfügbarkeit

Um die hohe Verfügbarkeit einer Anwendung zu erreichen, können unterschiedliche Maßnahmen erforderlich sein, je nachdem wie die Verfügbarkeitsanforderung definiert ist. Diese wird üblicherweise bezogen auf ein Kalenderjahr (365 Tage/24 Stunden) angegeben. Die in der INSPI-

RE-Richtlinie geforderte Verfügbarkeit von 99 % bedeutet demnach, dass ein System maximal 87,6 Std. pro Jahr ausfallen darf, wobei angekündigte Wartungszeiten von maximal 10 Stunden pro Monat nicht berücksichtigt werden müssen.

Die Maßnahmen zur Erreichung bestimmter Verfügbarkeiten reichen von einfachen Maßnahmen wie RAID-Systemen (*Redundant Array of Independent Disks*) zur Datenspeicherung über komplette gespiegelte Ausfallserver bis hin zu Stickstoffatmosphären im Serverraum (gegen Feuer) oder ganzen Ausfallrechenzentren auf anderen tektonischen Platten. Im Geobereich sind die Verfügbarkeitsanforderungen – von wenigen Ausnahmen etwa im militärischen Bereich und beim Zivilschutz abgesehen – niedrig. RAID-Systeme, Ausfallserver oder Cloud-Technologien mit unterschiedlichen Standorten sind hier in den meisten Fällen ausreichend.

Kapazität

Unter Kapazität wird verstanden, wie viele Nutzer zeitgleich einen Geodatendienst nutzen können, ohne dass es zu signifikanten Einschränkungen oder gar zum Ausfall der Systeme kommt. Gemäß INSPIRE darf z. B. bei 20 zeitgleichen Zugriffen die Antwortzeit von fünf Sekunden bei einem Darstellungsdienst nicht überschritten werden. Bei stark frequentierten Geoportalen, Fachverfahren oder E-Government-Anwendungen mit sehr vielen Nutzern können diese Vorgabewerte deutlich höher ausfallen.

Die skalierbare Gestaltung der Infrastruktur ermöglicht es, die genannten Anforderungen zu erfüllen. Dies kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. So können etwa Datenbank-, Dienste-, Applikations- und Web-Server auf verschiedene physikalische oder virtuelle Server verteilt werden. Für jeden dieser Bereiche kann die Last durch einen zentralen Load Balancer auf mehrere Server verteilt werden. Die Lastverteilung erfolgt entweder gleichmäßig auf die Server („Round Robin“ bzw. Rundlauf-Verfahren) oder entsprechend ihrer momentanen Auslastung.

Des Weiteren sind Datenreplikationsverfahren sowie zeitversetzte Daten- bzw. Softwareaktualisierungen, bei denen ein Server aus der Lastverteilung genommen und aktualisiert wird, während die anderen weiter in Betrieb sind, zu berücksichtigen.

Performanz

Performanz ist – gerade bei Geodatendiensten – ein sehr wichtiges Thema. Die im Internet verfügbaren Geodatendienste und Geoportale führen zu einer höheren Erwartungshaltung der Anwender. So fordert INSPIRE für die Bereitstellung eines Bildes über einen Darstellungsdienst eine maximale Antwortzeit von 5 Sekunden, die in normalen Situationen (90 % der Zeit) eingehalten wird.

Auf folgende Aspekte sollte im Hinblick auf Performanz geachtet werden:

» **Optimale Einrichtung der Datenhaltungskomponenten**

- Datenbankoptimierung
 - Anlegen von räumlichen Indizes
 - Nutzung von datenbankinternen Funktionen
 - Skalierbarkeit der Datenbank
 - Ggf. auf Zugriffsgeschwindigkeit optimiertes Datenmodell
 - Optimaler Datenbankspeicher (für Zugriffs- und Lesegeschwindigkeit)
- Rasterdatenhaltung
 - Wahl geeigneter Kompressionsmethoden
 - Vorhalten unterschiedlicher Auflösungsstufen (Pyramidenbildung)
 - Gekachelte Speicherung mit räumlichem Index

» **Dienste-Definition**

- Darstellungsdienste
 - Verwendung performanter Rendering-Methoden
 - Einsatz von maßstabsabhängigen Darstellungsmethoden

- Definition von Maßstabsbegrenzungen (Scale Hints)
- Dienste kartographisch „schlank“ halten
- Downloaddienste
 - Streaming (Daten werden fortlaufend ausgeliefert und nicht erst, wenn die Gesamtanzahl an Objekten aus der Datenhaltung ausgelesen ist. Dies ermöglicht die Auslieferung großer Datenmengen mit geringer Latenz, da das erste Bit der Antwort in relativ kurzer Zeit den Empfänger erreicht.)
 - Paging (die Daten werden „seitenweise“ unter Angabe eines Startindex eines Objektes sowie der Anzahl (Count) an Objekten pro „Abfrageseite“ ausgeliefert.)
- » **Bereitstellung der Daten über vorprozessierte gekachelte Dienste wie WMTS (Raster) oder als Vector tiles (Kap. 2.3.2 Darstellungsdienste)**
- » **Reduzierung der im Netz zu übertragenen Datenmenge**
 - durch Verwendung von Ausgabeformaten mit gängigen Kompressionsverfahren wie JPEG, GJSON oder GZIP
 - durch Verwendung geeigneter Abfragen in Form von Queries (z. B. storedQueries des WFS 2.0) oder von WebProcessingServices
- » **Skalierbarkeit und Belastbarkeit der Geo-Web-Service-Komponenten durch Einsatz mehrerer Server inkl. Lastverteilung mittels LoadBalancer**
- » **Netzwerk**
 - Schnelle Verbindung zwischen Web-Server und Datenhaltungskomponente
 - Optimierung der Netzwerksegmentierung
 - Ermittlung und Eliminierung möglicher Engstellen (Bottlenecks)

- Ermittlung der benötigten Bandbreite des Internetzugangs
- Definition einheitlicher Monitoring-Punkte zur laufenden Messung der verfügbaren Bandbreite bzw. Unterstützung bei der Störungsermittlung

3.5. IT-Sicherheit

Allgemein

In den vergangenen Jahren ist durch die Vielzahl von erfolgreichen Cyberangriffen, welche in den Medien publik wurden, auch die Sensibilität in Bezug auf IT-Sicherheit gestiegen. Ein Beispiel hierfür ist der im Jahr 2017 in Erscheinung getretene Computervirus namens „WannaCry“. Dieser hatte Benutzerdaten befallener Rechner verschlüsselt und die Nutzer zu einer Lösegeldzahlung in Bitcoin-Währung auffordert. Aufgrund einer Sicherheitslücke in nicht aktuellen Windows-Betriebssystemen konnte sich der Virus selbstständig auf mehrere 100.000 Rechner in 150 Ländern der Welt verbreiten.

Durch die Vernetzung von IT-Systemen, z. B. auch Geodateninfrastrukturen, ist es möglich, dass sich Schadsoftware weltweit verbreitet. Webserver, welche Geodatendienste bereitstellen, sind hier ebenfalls gefährdet. Der Schutz von IT-Systemen vor unbefugtem Zugriff stellt deshalb eine zunehmende Herausforderung an die Betreiber von IT-Systemen generell, aber auch speziell an die Betreiber der in diesem Leitfaden beschriebenen Geodatendienste im Internet dar.

Das *Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik* (BSI) stellt hierzu umfangreiche Materialien für Bundesbehörden, aber auch die Öffentlichkeit zur Verfügung. Um einen Einstieg in die grundlegenden Fragestellungen zum Thema IT-Sicherheit in einem Unternehmen bzw. einer Organisation zu bekommen, bietet sich der „Leitfaden zur Basis-Absicherung nach IT-Grundschutz“ an. Weiterführende Informationen können dem „IT-Grundschutz-Kompodium“ entnommen werden. Die für den Aufbau und Betrieb von Webanwendungen für Geodatendienste aus Sicht eines Entwicklers oder Administrators relevanten Themen sind unter anderem in Kapitel „APP.3.1 Webanwendungen“, „APP.3.2 Webserver“ und „APP.4.3

Relationale Datenbanksysteme“ des IT-Grundschutz-Kompodiums zu finden. Aber auch die anderen Kapitel können von Interesse sein. Fundierte Aussagen über die Bedrohungslage der IT-Sicherheit sind in den IT-Lageberichten des BSI zu finden.

Besondere Anforderungen an die Bereitstellung von Geodatendiensten stellt der Schutz *kritischer Infrastrukturen* (KRITIS), da Geodatendienste auch im Katastrophenschutz sowie für grundlegende Verwaltungsaufgaben eingesetzt werden. Aus diesem Grund ist es unter Umständen notwendig, geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Notstromversorgung) aufzubauen. Weitere Hinweise sind beim *Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe* (BBK) oder beim BSI erhältlich.

Zugriffschutz

Grundsätzlich sind Webdienste in jedem Netzwerk, das auf den Web-Server zugreifen kann, für alle Nutzer zugänglich. Wird z. B. ein WMS im Internet bereitgestellt, so wird dieser Service auf alle Anfragen, die er unterstützt, antworten. In der Regel besteht die Möglichkeit, etwa über ein einfaches Script, den kompletten Datenbestand des Dienstes auszulesen und ggf. weiterzuverarbeiten.

Die in diesem Leitfaden beschriebenen Geodatendienste sind zunächst ungeschützt. Bei vielen Implementierungen besteht zwar die Möglichkeit, die Qualität der Datenweitergabe durch Einstellungen in der Konfiguration der Web-Service-Komponente zu begrenzen, diese Einstellungen beziehen sich aber immer auf den gesamten Dienst und beschränken damit dessen Nutzwert.

Es gibt verabschiedete Standards wie bspw. GeoXACML, die Teilbereiche einer Zugriffskontrolle, d. h. Authentifizierung und Autorisierung, speziell für Geodatendienste spezifizieren.

Die Ansätze, die in der OGC Working Group GeoDRM (*Digital Rights Management*) verfolgt werden, verweisen auf allgemein anerkannte Absicherungsverfahren aus dem Bereich der Netzwerktechnik. Die Sicherungssysteme werden dabei als weitere Dienste vor den Geodatendienst geschaltet und der Zugriff auf die Geodaten erfolgt erst nach erfolgreicher Anmeldung und Prüfung der Berechtigungen.

Eine Beschränkung der zur Verfügung stehenden Dienste ist recht einfach durch das Festlegen von Zugriffsberechtigungen auf die IP-Adresse des Web-Servers oder durch einen vorgeschalteten Security Proxy Server möglich. Dabei können z. B. gewisse IP-Adressbereiche gesperrt oder freigeschaltet werden. Häufig werden einfache IT-Verfahren, z. B. eine HTTP-Basic-Authentifizierung, eingesetzt, da viele Clients nur sehr einfache Absicherungsverfahren unterstützen. Dieses Verfahren sollte jedoch idealerweise in Kombination mit einer verschlüsselten Kommunikation auf Ebene der Transportschicht (TLS) eingesetzt werden, um ein einfaches Abgreifen der Zugangsdaten durch Unbefugte zu verhindern.

Es gibt diverse Ansätze bezüglich standardisierter Autorisierungsmechanismen für Geodatendienste bzw. des E-Governments, wie z. B. Shibboleth oder SAML. Da die Entwicklungen in diesem Bereich sehr vielseitig sind, würde die komplette Ausführung den Rahmen dieses Leitfadens sprengen.

Im Bereich E-Government sei auf Standards der *Koordinierungsstelle für IT-Standards* (KoSIT) verwiesen.

Links zu diesem Kapitel

Wikipedia - Eintrag zu WannaCry Ransomware

<https://de.wikipedia.org/wiki/WannaCry>

BSI - Leitfaden zur Basis Absicherung nach IT-Grundschutz

https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Broschueren/Leitfaden_zur_Basis-Absicherung.pdf

IT-Grundschutz Kompendium des BSI

https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKompendium/itgrundschutzKompendium_node.html

IT-Lageberichte des BSI

https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte_node.html

KoSIT - Übersicht über die Standards der öffentlichen Verwaltung

https://www.xoev.de/die_standards-1471

Aktuelle GeoXACML Implementierungs-Spezifikation des OGC

<http://www.opengespatial.org/standards/geoxacml>

Internetplattform zum Schutz Kritischer Infrastrukturen

<https://www.kritis.bund.de>

3.6. Datenschutz und Urheberrecht

Datenschutz

Durch die zunehmende Verfügbarkeit, Auflösung und Genauigkeit von Geodaten sowie insbesondere die Möglichkeit der Überlagerung dieser Informationen können Geodaten Qualitäten erreichen, die auf schützenswerte Persönlichkeitsrechte wirken, was vom Anbieter nicht immer vorab erkannt werden kann. Daher sind die geltenden Datenschutzregelungen, insbesondere die zum 25. Mai 2018 in Kraft getretene *Datenschutzgrundverordnung* (DSGVO, VO (EU) 2016/679) sowie die nationalen und landesspezifischen Datenschutzgesetze, auch bei der Bereitstellung von Geodatendiensten zu beachten.

In bestimmten Fällen (z. B. Eigentümerinformationen zu Flurstücken) sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen, damit nur Nutzer mit einem nachgewiesenen berechtigten Interesse die Geodatendienste nutzen können. Die Schutzmöglichkeiten können dabei von unterschiedlicher Art (z. B. Passwort-gesicherter Zugriff, Anonymisierung der Daten) sein.

Urheberrecht

Geodaten werden von den Nutzern regelmäßig heruntergeladen und in unterschiedlichsten Zusammenhängen weiterverarbeitet. In diesem Zusammenhang sind auch urheberrechtliche Aspekte relevant. Eine umfassende Beleuchtung dieses Themas würde über den Rahmen dieses Leitfadens hinausgehen. Es sei jedoch bemerkt, dass die geodatenhaltenden Stellen als Urheber für ihre Daten üblicherweise Lizenzbedingungen festlegen, die in den jeweiligen Metadaten dokumentiert werden und grundsätzlich zu beachten sind. Unerheblich ist hierbei, ob es sich um kostenfrei verfügbare oder im Rahmen der Lizenzierung kostenpflichtige Geodaten und -dienste handelt.

Weitere Informationen zur rechtssicheren Publikation von Geodaten(-diensten) enthält auch das GDI-DE Architektur-Dokument „Konventionen zu Metadaten“.

4. Anwendung von Geodatendiensten

Im Kapitel 3 wurde die Bereitstellung von Geodatendiensten im Internet beschrieben. Durch Einhaltung der genannten Standards wird gewährleistet, dass die Geodatendienste anwendungsneutral bereitgestellt werden, sich also von allen Geodatenviewer-Produkten und Fachanwendungen nutzen lassen, sofern diese die Standards unterstützen. In diesem Kapitel wird nun beschrieben, wie sich die Geodatendienste in unterschiedlichen Anwendungen und Verfahren suchen, nutzen und bearbeiten lassen. Durch die verpflichtende Bereitstellung von Geodatendiensten im Rahmen von Geodateninfrastrukturen wächst die Anzahl vorhandener Geodatendienste und es ergeben sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten, die teilweise individuell je nach Nutzer und Geschäftsprozess verschiedene Vorteile bringen.

Übergreifend über alle Arten von Geodatendiensten gibt es gemeinsame Vorteile, die bei der Nutzung entstehen. Durch die Interoperabilität entfallen aufwändige Formatumwandlungen und Konvertierungen bei der Übernahme von Metadaten und Geodaten in eigene Systeme. Die Geodatendienste liefern jeweils die aktuellen Daten aus, da sich diese direkt an der originären Datenhaltung bedienen. Hierdurch kann eine hohe Datenaktualität sichergestellt werden.

4.1. Geodatenrecherche

Eine häufige Fragestellung von Endanwendern ist die nach der Existenz von geeigneten Geodaten oder Diensten. Es besteht der Wunsch, gezielt Daten und Dienste, wie z. B. Wanderkarten, Bebauungspläne oder Lärmkarten, im Sinne einer Suchmaschine und/oder einer Produktsuche in einem Versandhauskatalog zu suchen. Zu diesem Zweck werden Recherche-Anwendungen wie Geodaten- oder Metadatenkataloge bereitgestellt bzw. in Geoportale oder andere Web-Applikationen implementiert.

Für die Suche von Metadaten durch Endanwender greifen Recherche-Anwendungen über Such- bzw. Katalogdienste auf die Metadaten zu. Entscheidend ist dabei immer, dass der Katalogdienst standardisiert mit der

Recherche-Anwendung kommuniziert. Die Recherche-Anwendung fungiert somit als Broker, der eine verteilte Suche durchführt.

Gängige Recherche-Anwendungen stellen verschiedene Suchmöglichkeiten zur Verfügung, beispielsweise eine Schlagwortsuche oder die Möglichkeit, die Recherche zusätzlich um räumliche, zeitliche oder thematische Kriterien zu ergänzen. Eine kombinierte Suche in einem Suchfeld hat sich in vielen Geoportalen durchgesetzt (vgl. Abb. 19). Die Suche nach Geodaten und Diensten der GDI-DE ist direkt über das Geoportal.de möglich. Je nach Anwendung kann die Suchfunktion gefundene Metadaten auflisten oder sie ist bereits im Geoviewer implementiert, sodass Darstellungsdienste direkt in der Karte angezeigt werden können. Die Möglichkeit auf weitere Funktionen zuzugreifen, wie Anzeige der Metadaten und Lizenzbedingungen sowie Download und Visualisierung der Geodaten, ist je nach Anwendung unterschiedlich umgesetzt.

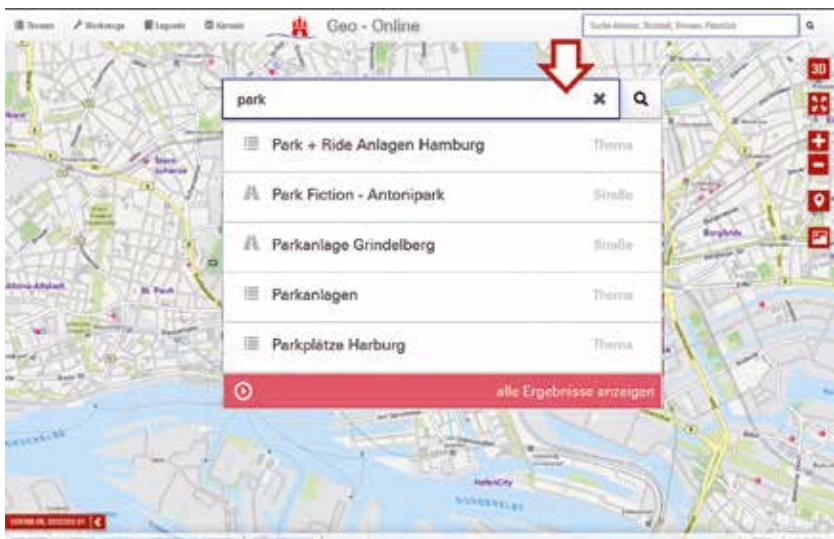


Abbildung 19 Implementierte Recherche-Anwendung mit einer kombinierten Suche am Beispiel des Geoviewers Geoportal Hamburg

Aufgaben von Recherche-Anwendungen (vgl. Abb. 19):

- » Bereitstellung von Eingabemasken für Suchangaben (z. B. Schlagworte)

- » Entgegennahme von Suchparametern
- » Umwandlung standardkonformer Anfragen (CSW-Request) für angebundene Suchdienste
- » Entgegennahme der Ergebnisse der Suchdienste
- » Umwandlung in eine Ergebnisseite (HTML)
- » Versand der Ergebnisse an den Browser des Benutzers

Links zu diesem Kapitel

Geoportal.de

<https://www.geoportal.de>

Geo-Online Hamburg

<https://geoportal-hamburg.de/Geoportal/geo-online/>

4.2. Geodatenvisualisierung und -analyse

Geodatendienste können von gängigen GIS-Client-Produkten direkt genutzt werden. Vorhandene OpenSource-Lösungen ermöglichen bereits einen großen Funktionsumfang, sodass Geodatendienste eingeladen, visualisiert und bearbeitet werden können. Viele Anwender verfügen aber über kein solches Produkt und benötigen auch nicht dessen vollen Funktionsumfang. Daher ist es erforderlich, Anwendungen bereitzustellen, die über das Internet kostenfrei genutzt werden können und die wesentlichen Aufgaben für die Geodatenvisualisierung und -analyse erfüllen. Aus diesem Grund verfügen die meisten Geoportale über einen Geodatenviewer.

Nachdem ein Endanwender über eine Recherche-Anwendung (Kap. 4.1 Geodatenrecherche) einen geeigneten Geodatendienst identifiziert hat, besteht die Anforderung, diesen als Karte zu visualisieren. Geodatenviewer übernehmen entsprechend folgende Aufgaben zur Visualisierung und Analyse:

- » Bereitstellung einer Web-Oberfläche mit Funktionen, wie z. B. Sachdatenabfrage, Zoom, Pan, Flächen- und Distanzmessung, Wechsel des Koordinatenreferenzsystems, Ein- und Ausblen-

den sowie Hinzuladen und Entfernen von Kartenebenen

- » Entgegennahme der durch den Benutzer ausgelösten Anfrage und Ausführung der Funktion
- » Umwandlung einer standardkonformen Anfrage (Request) an die angebundenen Geodatendienste
- » Entgegennahme der Ergebnisse der Dienste
- » Umwandlung der Ergebnisse in eine Ergebnisseite (HTML)
- » Versand an den Browser des Benutzers

Eine Liste mit Internetadressen zu Geoportalen, die in der Regel Geodatenviewer enthalten bzw. auf sie verweisen, befindet sich im Anhang *Wichtige Links*.

Oft werden vom Benutzer Karten angefordert, die aus mehreren Kartenebenen bestehen. Das Übereinanderlegen der verschiedenen Ebenen, die aus verschiedenen Diensten stammen können, kann – je nach Produkt – sowohl server- als auch clientseitig erfolgen.

Die meisten Geodatenviewer erlauben eine räumliche Suche nach Adressen, geographischen Namen oder Flurstücken zu Navigationszwecken, d.h. zur Positionierung der Karte. Hierfür werden proprietäre Dienste innerhalb des Viewers oder *Geokodierungsdienste* genutzt (Kap. 3.3.4 Weitere Geodatendienste), die in den Viewer eingebunden sind.

Keinen Einfluss haben die Geodatenviewer auf die tatsächlichen Funktionalitäten, die mit den Karten- und Suchdiensten ausgeführt werden können. Unterstützt ein Dienst das eingestellte Koordinatenreferenzsystem nicht oder bietet der Dienst keine Sachdaten oder keine Legendeninformationen an, so kann der Geodatenviewer diese Funktionen auch nicht anbieten. Im Fall eines nicht unterstützten Koordinatenreferenzsystems fehlen dann beispielsweise die Ebenen des Dienstes im Gesamtkartenbild. Das kann mitunter zu „weißen Flächen“ führen. Im Fall fehlender Sachdaten wird die Funktion für die Sachdatenabfrage für die jeweilige Ebene „ausgegraut“ oder die Daten werden nicht angezeigt. Ähnliches gilt für die graphische Darstellung. Beim WMS ist es üblich, dass Farben und Symbole im Dienst fest voreingestellt sind. Erst die Erweiterung mit *Styled Layer Descriptor* (SLD) ermöglicht die Bereitstellung von Funktio-

nen zur individuellen und interaktiven Anpassung für den Endanwender. Dabei werden Darstellungsvorschriften (Stile, Styles) zusammen mit dem GetMap-Request vom Client (GIS-Software oder Geodatenviewer) an den Dienst gesendet. Stile können Regeln für Klassifikationen enthalten, um beispielsweise Farbabstufungen für Schadstoffwerte zu definieren. Weiterhin können Signaturen für Strichstärken, Füllmuster, Punktsymbole etc. enthalten sein. Die Signaturen sind seit SLD 1.1.1 im Symbol Encoding Scheme (SE) ausgegliedert, da sie auch in anderen Zusammenhängen verwendbar sind.

Die meisten Dienstanbieter beschränken die Bereitstellung von Kartenebenen auf bestimmte Maßstabsbereiche. So werden Liegenschaftskarten oft nur bis zum Maßstab 1:5.000 angeboten, weil in kleineren Maßstäben die Inhalte nicht mehr erkennbar sind. Schutzgebiete werden dagegen oft erst ab einem Maßstab von 1:10.000 angeboten, weil dies der Genauigkeit der Erfassung entspricht und eine Darstellung in größeren Maßstäben eine höhere Genauigkeit suggeriert und zu Fehleinschätzungen führen kann. Sinnvoll ist es, Layer so zu konfigurieren, dass sie in unterschiedlichen Maßstabsbereichen auf die jeweils geeigneten Kartenquellen zugreifen. Für Geobasisdaten beispielsweise hat sich die in Tabelle 2 dargestellte Maßstabsreihe als praktikabel erwiesen.

Tabelle 2 **Praktikable Maßstabsbereiche für Visualisierungen von Geobasisdaten**

	Maßstab bis	Maßstab von
Optional: Einstiegskarte im kleinen Maßstab		
Digitale Topographische Karte 1:1.000.000 (DTK 1000)	>1:5 Mio.	1:750.000
Digitale Topographische Karte 1:500.000 (DTK 500)	>1:750.000	250.000
Digitale Topographische Karte 1:200.000 (DTK 200)	>1:250.000	1:125.000
Topographische Karte 1:100.000 (DTK 100)	>1:125.000	1:60.000
Topographische Karte 1:50.000 (DTK 50)	>1:60.000	1:30.000
Topographische Karte 1:25.000 (DTK 25)	>1:30.000	1:15.000
Stadtkarten/Straßenkarten	>1:15.000	1:2.500
Liegenschaftskarten	>1:2.500	1:200

Geodatenviewer besitzen häufig vielfältige Funktionen zur Visualisierung und Analyse von Geodaten. Gängige Funktionen sind beispielsweise die Kartenzusammenstellung als URL oder WMC zu speichern, externe Dienste einzuladen oder die angezeigte Karte auszudrucken. Ein maßstabstrees Druckern ist aufgrund der Bildauflösung bei WMS-Diensten und benutzerindividuellen Druckern und Einstellungen jedoch nahezu unmöglich. Die Werkzeuge variieren je nach fachlicher Anforderung, sodass in einigen Geodatenviewern beispielsweise 3D-Ansichten oder Zeitreihen verfügbar sind. Auf eine Beschreibung weiterer Funktionen von Geodatenviewern wird hier verzichtet. Die Produkte erhalten einen immer größeren Funktionsumfang, sodass man eher von browserbasierten Clients sprechen kann. Vor einer Produktentscheidung sollten deshalb die fachlichen Anforderungen intensiv geprüft werden.

Geodatenviewer sind meist dazu in der Lage auch geschützte Dienste anzubieten. Benutzername und Passwort werden vom Viewer entgegengenommen, zwischengespeichert (Session Management) und an die Dienste weitergereicht. Ist der Dienst vom Provider für den Benutzer freigegeben, so wird die angeforderte Kartenebene oder Sachinformation ausgeliefert; falls nicht, wird eine Fehlermeldung zurückgesendet.



Abbildung 20 Kartenzusammenstellung BORIS Hessen im Geoportal Hessen

Die Anzahl an Kartenabrufen, die ein Geodatenviewer verarbeiten muss, kann erheblich sein. BORIS Hessen beispielsweise (vgl. Abb. 20), das die hessischen Bodenrichtwerte als Kartenzusammenstellung im Geoportal Hessen ermöglicht, verzeichnete durchschnittlich knapp 65.000 eindeutige Zugriffe pro Monat in 2018. Das zeigt, dass vor der Freischaltung von Anwendungen zur Geodatenvisualisierung und -analyse eine möglichst belastbare Schätzung der voraussichtlichen Nachfrage benötigt wird, um das System entsprechend skalieren zu können. Dies kann auch große Auswirkung auf den Kostenrahmen haben. Die Hardware-Erfordernisse für die Entwicklung von Anwendungen zur Geodatenvisualisierung und -analyse können entsprechend variieren (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3 Hardwareanforderungen für Geodatenviewer

	Hardware	Anforderung
Visualisierung und Analyse	PC	Web-Browser, in der Regel mit Scripting, Pop-up und Session Management (Cookies).
Erfassung	PC	Web-Browser, in der Regel mit Scripting, Session Management (Cookies) und teilweise Java-Web-Technologie oder Vergleichbares.
Datenhaltung (Datenbank)	Server	Entfällt bzw. geringe Anforderungen für Konfigurations- und Benutzerdaten; beim Aufbau von Sekundärdatenbanken stark abhängig von Datenmenge, Nutzungsintensität und sonstigen Anforderungen; Spanne reicht von einem aktuellen Servermodell (Quad Core mit min. 8 GB Hauptspeicher) bis hin zu Landschaften mit mehreren Dutzend Servern und Load Balancing
Applikationsserver (Broker)	Server	Stark abhängig von Datenmenge, Nutzungsintensität und sonstigen Anforderungen; Spanne reicht von einem aktuellen Servermodell (Quad Core mit min. 8 GB Hauptspeicher) bis hin zu Landschaften mit mehreren Dutzend Servern und Load Balancing.
Web-Server	Server	Ein aktuelles Hardwaremodell mit durchschnittlicher Leistung ist bei geringen oder mittleren Anforderungen ausreichend; häufig kann ein für andere Zwecke bereits vorhandener Web-Server (ggf. als Cluster ausgebaut) mitgenutzt werden.

Links zu diesem Kapitel

Geoportal Hessen

<http://www.geoportal.hessen.de/>

BORIS Hessen

<http://www.geoportal.hessen.de/portal/karten.html?WMC=39>

4.3. Geodatenvertrieb

Insbesondere für professionelle Anwender hat der Bezug von Geodaten zur Weiterverarbeitung in eigenen GIS eine große Bedeutung. Der Bezug der Daten ist teilweise mit Lizenzgebühren oder zumindest Bereitstellungsgebühren verbunden. Daher werden entsprechende Vertriebssysteme

me mit einer Shop-Funktionalität benötigt. Neben dem Ziel, Einnahmen zu generieren, ist bei einem Geodatenvertrieb über Geodatendienste auch der Aspekt der Ressourceneinsparung zu betrachten. Sobald Geodaten über standardisierte Geodatendienste abgegeben und bei Kunden direkt verwendet werden, reduziert sich der Aufwand bei der Geodatenbereitstellung über Datenträger, da hierfür keine Export-, Kopier- und Versandaufwände entstehen. Diese Ressourcen können teilweise bei einer kostenfreien Bereitstellung gegengerechnet werden.

Werden Gebühren oder Entgelte für die Nutzung von Geodatendiensten verlangt, ist durch die INSPIRE-Richtlinie gefordert, *Dienste des elektronischen Geschäftsverkehrs* (E-Payment-Dienste) vorzuhalten. Im Zusammenspiel mit automatisierten Lizenzierungsprozessen können E-Payment-Dienste den Zugang zu geldleistungspflichtigen Geodaten und Geodatendiensten für die Nutzer erheblich vereinfachen. Dadurch ist es möglich, unabhängig von Öffnungszeiten der Verwaltung direkt in Shop-Systemen einen Geodatendienst zu bestellen.

Zur Unterstützung der Vertriebsanwendungen können die bisher beschriebenen Dienste genutzt werden. Bezahlungsfunktionen können als E-Payment-Dienste, wie Sie teilweise im E-Government bereits vorhanden sind, eingebunden werden. Die tatsächliche Realisierung ist von vielen verschiedenen Faktoren abhängig und kann auch anderen Vorstellungen folgen. Häufig werden die Kosten für die Realisierung solcher E-Payment-Dienste gegenüber den Einnahmen durch den Vertrieb der Geodatendienste gestellt und die Geodatendienste kostenfrei vertrieben. Hierzu gibt es verschiedene Geschäftsmodelle, die sich grob in drei Kategorien einordnen lassen:

1. *Kostenpflichtige Bereitstellung* der Geodatendienste (und Anwendungen): z. B. der BayernAtlas, in dem Liegenschaftskarten nur als Bestandteil des kostenpflichtigen integrierten BayernAtlas-plus verfügbar sind. Die Kostenpflicht kann durch pauschale Abrechnungsmodelle vereinfacht werden.
2. *Interne Verrechnung*: zwischen Dienstanbieter und Dienstanutzer (hier Behörde der gleichen Gebietskörperschaft) werden die Leistungen verrechnet.

3. **Zentrale Finanzierung:** Dienste (und Anwendungen), die von übergreifendem Interesse und Nutzen sind, werden von einer zentralen Stelle, wie z. B. dem Dienstleistungszentrum im Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), das Geodatendienste mit Geobasisdaten kostenfrei für Bundesbehörden bereitstellt, entwickelt und betrieben. Diese Stelle wird gemeinsam finanziert bzw. erhält ein eigenes Budget. Diesen Weg beschreiten einige Gebietskörperschaften vor dem Hintergrund der Gemeinschaftsaufgabe INSPIRE.

INSPIRE-Suchdienste dürfen nur kostenfrei angeboten werden. Für die kostenpflichtige Bereitstellung von Darstellungsdiensten gilt die Maßgabe, dass die erzielten Einnahmen zur Führung der Geodaten verwendet werden.

Der Wunsch nach einer möglichst breiten Verwendung der Daten, aber auch die Bestrebungen nach einer transparenten und bürgernahen Politik und Verwaltung im Sinne eines Open Governments, führen inzwischen immer häufiger zur kostenfreien Bereitstellung von bisher kostenpflichtigen Geodaten als Open Data. Einige Nachbarstaaten Deutschlands haben, ebenso wie die Bundesverwaltung und einzelne Bundesländer, diesen Weg eingeschlagen. Für die Bereitstellung gibt es definierte Lizenzbedingungen, wie z. B. Creative Commons oder Datenlizenz Deutschland, mit denen eine rechtssichere Nutzung und Bereitstellung erfolgen kann. Mit der Bereitstellung als Open Data kann die Mehrfachnutzung interoperabler Geodaten und Geodatendienste zudem nachhaltig gefördert und zusätzliche Mehrwerte geschaffen werden.

Links zu diesem Kapitel

BayernAtlas und BayernAtlas-plus

<https://www.ldbv.bayern.de/produkte/dienste/bayernatlas.html>

Creative Commons Lizenzen

<https://creativecommons.org/>

Datenlizenz Deutschland

<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>

4.4. Geodatenbearbeitung

Die Bearbeitung von Geodaten erfolgt traditionell mit leistungsstarken GIS-Werkzeugen in Client-Server- oder Desktop-Architekturen. Solche Lösungen sind gekennzeichnet durch hohe Lizenzkosten für jeden einzelnen GIS-Client sowie hohe Wartungskosten und hohe Anforderungen an die Client-Hardware. Die Verbreitung von kostengünstigeren Open-Source-Produkten ist in diesem Segment in den letzten Jahren stark gestiegen.

Vor allem in größeren Organisationen vollzog sich in jüngster Zeit bei der Geodatenerfassung ein Architekturwechsel: Die Desktop-GIS-Clients wurden zunehmend durch *browserbasierte Clients* abgelöst. Die Intelligenz (Funktionalität) verschiebt sich dabei vom Client auf den GIS-Applikationsserver. Entsprechend verteuern sich die serverseitigen Lizenzen, aber die Client-Lizenzen entfallen. Bei Änderungen der Anwendungen ist kein technischer Roll-Out erforderlich, sondern nur eine Umstellung (Upgrade, Migration) auf dem Server. Technische Wartung und Support können sich fast komplett auf den Server beschränken.

Eine interessante Alternative zu Geoinformationssystemen ist die Erweiterung von webbasierten Geodatenviewern um Daten-Erfassungswerkzeuge. Diese können beispielsweise genutzt werden für:

- » Erfassung von Objekten in einem WMC-Dokument
- » Erfassung von Objekten in einem WFS-T

Im ersten Fall wird die oft schon vorhandene Funktion zur Erstellung von Themenkarten oder Kartenzusammenstellungen ergänzt. Die Objekte (Koordinaten, Symbole, Attribute) werden hier zusammen mit den anderen Informationen zur Themenkarte (Dienste, Layer, Koordinatenreferenzsystem, Ausschnitt etc.) im WMC-Dokument (XML-Datei) abgespeichert.

Im zweiten Fall wird eine Funktion zur Digitalisierung und Speicherung von Objekten in WFS-T-Diensten im Geodatenviewer implementiert. Hierfür muss ein entsprechender Dienst konfiguriert und eng mit dem Viewer verzahnt werden. In der Regel sind Schutzmechanismen einzurichten, um dem Datenmissbrauch vorzubeugen und den Zugriff auf einen bestimmten Nutzerkreis zu beschränken. Der Aufwand zur Realisierung ist hier bedeutend höher, als im ersten Fall, liegt aber meist niedriger, als bei der Einführung eines Desktop- oder webbasierten GIS.

Mit dem WFS-T-Standard (Kap. 2.3.3 Downloaddienste) ist ein internationaler Standard verfügbar, auf dessen Basis sich Anwendungen zur Erfassung und Bearbeitung von Geoanwendungen in serviceorientierter Architektur realisieren lassen. Einige Hersteller und Open-Source-Initiativen von Geo-Produkten haben bereits Erfassungsfunktionen auf Basis des WFS-T implementiert.

Eine Interaktion des Endnutzers mit einem Geodatenviewer ist beispielsweise die Animation der Pendlerströme im Geoportal Hamburg (vgl. Abb. 21), die durch WFS realisierbar wurde. Mithilfe des Werkzeugs *Animation* können nutzerdefinierte Pendlerströme veranschaulicht werden. Durch die Auswahl des Ortes sowie die Richtung der Pendlerbewegung (Wohnort oder Arbeitsort) werden die Anzahl der pendelnden Personen dargestellt. Mit dem Start der Animation werden entsprechend der Pendleranzahl aus einem Gebiet unterschiedlich große Kreise farblich getrennt so dargestellt, dass diese sich zur ausgewählten Pendler-Richtung bewegen.

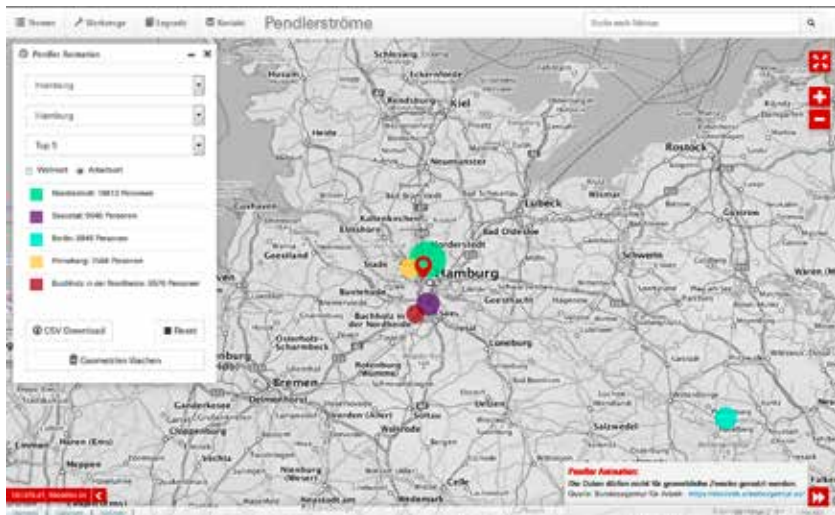


Abbildung 21 Animation eines WFS am Beispiel der Pendlerströme im Geoportal Hamburg

4.5. Integration mit dem E-Government

Die *Nationale E-Government Strategie* (NEGS) beschreibt die wesentlichen Ziele und Handlungsfelder der E-Government-Aktivitäten in Deutschland. Die NEGS konzentriert sich auf die Anwendung und Gestaltung der Informationstechnik im Aufgabenbereich der öffentlichen Verwaltung. Bis Ende 2022 sollen alle Verwaltungsleistungen in Deutschland auch digital angeboten werden. Dazu verpflichtet das *Gesetz zur Verbesserung des Onlinezugangs zu Verwaltungsleistungen* (Onlinezugangsgesetz - OZG) vom 14. August 2017 Bund, Länder und Kommunen. Der *OZG-Umsetzungskatalog* enthält eine Zusammenstellung aller Verwaltungsleistungen gebündelt nach Lebens- und Geschäftslagen, die sich an wirklichen Anliegen und dem Lebensalltag orientieren.

Geodateninfrastrukturen stellen dabei einen wesentlichen Baustein des E-Governments dar. So sind die Standards, die im Rahmen der GDI-DE Architektur festgelegt wurden, als Standards des E-Governments verabschiedet worden. Behörden arbeiten schnell, vernetzt und ebenenübergreifend zusammen, um den Verwaltungsaufwand bei Bürgern, für Unternehmen und auch in der öffentlichen Verwaltung zu minimieren, z. B. durch die Bereitstellung von Daten mit Raumbezug (Geodaten) über die GDI-DE. Häufig werden Geodatendienste eingesetzt, um die Geodaten, die für die Verwaltungsarbeit notwendig sind, in E-Government-Anwendungen einzubetten. Durch die Einbindung und ggf. notwendige Verkettung von Geodatendiensten entstehen digitale Verwaltungsprozesse, die zu einer Vereinfachung der Verwaltungsarbeit führen.

Ein Beispiel für die Integration von Geodatendiensten ist die Bereitstellung kommunaler Bauleitplanungsdaten über Darstellungsdienste. So kann eine digitale Planauskunft in einer Verwaltung eingeführt werden und der Verwaltungsprozess der analogen Planauskunft entfällt. Häufig werden Geodatendienste in Apps oder Geoportalen eingesetzt, um dem Bürger mittels einer Meldfunktion eine Rückmeldung an eine Kommune hinsichtlich Mängeln (z. B. Schlaglöcher, defekte Straßenlaternen) zu erleichtern.

Integration mit dem E-Government bedeutet nicht nur, dass Geodatendienste durch E-Government-Verfahren genutzt werden, sondern auch umgekehrt Geodatenanwendungen andere Dienste des E-Government nutzen. Dies bietet sich beispielsweise an für:

- » Autorisierungsdienste für die Anmeldung bei passwortgeschützten Geanwendungen oder -daten,
- » E-Payment-Dienste für die Online-Bezahlung im Geodatenvertrieb,
- » Aktenablage für amtliche Auszüge oder Kartendokumente wie z. B. der Auszug aus dem Liegenschaftskataster oder Karten aus Planungsverfahren,
- » digitale Signaturdienste für die Abgabe von amtlichen Kartendokumenten und/oder
- » Verschlüsselungsdienste für die Übertragung von sensiblen bzw. personenbezogenen Daten oder Karten.

Links zu diesem Kapitel

Nationale E-Government Strategie (NEGS)

https://www.it-planungsrat.de/DE/ITPlanungsrat/NEGS/NEGS_node.html

Gesetz zur Verbesserung des Onlinezugangs zu Verwaltungsleistungen (Onlinezugangsgesetz - OZG) vom 14. August 2017

<https://www.gesetze-im-internet.de/ozg/BJNR31380017.html>

5. Zukunftsthemen

5.1. Technologische Trends

In der Web-Technologie wird nach dem Drei-Schichten-Modell unterschieden zwischen dem Client, dem Web-Server (Controller zur Verarbeitung der Anfrage und Rückgabe der Antwort) sowie den zu Grunde liegenden Ressourcen (Modell, Daten). Geodateninfrastrukturen folgen dem Prinzip der SOA, deren Grundgedanke es ist, die Hauptfunktionalität sowie rechenintensive Prozesse über die Web-Server-Schicht bereitzustellen und die Technik des Clients möglichst schlank zu halten. Die rasante Entwicklung von Web-Technologien hat in jüngster Vergangenheit jedoch dazu geführt, dass auch die ursprünglich als Thin Clients angedachten Web-Clients einen immer größeren Funktionsumfang beinhalten. Gleichzeitig sind auf der Ebene der Web-Server Lösungen entstanden, die das wachsende Datenvolumen performant bereitstellen. Als Beispiel sei hier der WMTS genannt, welcher Kartendarstellungen bereits vor der Anfrage aufbereitet und als Kacheln auf dem Server bereithält.

In diesem Zusammenhang ist eine Debatte darüber ausgebrochen, ob zur Realisierung einer SOA weiterhin die etablierten Protokolle wie SOAP bevorzugt werden, oder ob man auf schlankere Protokolle wie REST (*Representational State Transfer*) übergeht. Letztere haben ihre Stärken vor allem bei datenorientierten Diensten; daher spricht man in diesem Fall auch von einer *ressourcenorientierten Architektur* (ROA). Welches der beiden Architekturkonzepte sich durchsetzt oder ob beide Konzepte nebeneinander bestehen, ist bei Drucklegung des Leitfadens noch nicht abzusehen.

5.2. SemanticWeb

Mit der Errichtung von Geodateninfrastrukturen ist in den letzten Jahren der syntaktisch interoperable Austausch von Geodaten ermöglicht worden. Nutzer haben die Möglichkeit, mit entsprechender Software auf verschiedenste Geodaten, insbesondere aus der öffentlichen Verwaltung, zuzugreifen, da diese über standardisierte Schnittstellen in maschinenlesbarer Form bereitgestellt werden. Die den Geodaten zugeordneten Metadaten beschreiben diese Daten in einer für Menschen lesbaren Form. Es ist zudem vorgesehen, die INSPIRE-relevanten Datensätze in einheitli-

chen Datenmodellen bereitzustellen. Dennoch ist die Semantik, also die genaue Bedeutung verschiedener Daten, für den Computer in der Regel nicht nachvollziehbar. Technologien des Semantischen Webs, wie RDFa (*Resource Description Framework in Attributes*), kommen schon heute in der von *schema.org* entwickelten Ontologie zum Einsatz, damit in Suchmaschinen relevante Suchergebnisse angezeigt werden. Das *Joint Research Centre* (JRC) der Europäischen Kommission begleitet die Entwicklung u. a. im Hinblick auf INSPIRE intensiv.

Das semantische Web wird das Netz der Daten auch für die Schlüsseltechnologie der *Künstlichen Intelligenz* (KI) öffnen, damit z. B.

- » digitale Karten in einer weiteren Schlüsseltechnologie, dem Autonomen Fahren, in Echtzeit mit anderen Daten verarbeitet werden können oder
- » Geodaten im Zusammenspiel mit Citizen-Science- und Social-Media-Daten analysiert, bewertet und in wertvollere Geoinformationen verwandelt werden.

Zudem können Technologien des Wissensmanagements und der Semantik einen Beitrag leisten, verteilte heterogene Geofachdaten und Metadaten im Semantischen Web zugänglich zu machen. Mit der Implementierung der semantischen Interoperabilität über interoperable Geodienste werden der Zugang und die Suche zu diesen Geoinformationen im Web sichergestellt. Durch die Nutzung von Ontologien im Rahmen von INSPIRE, sowie Vokabularen und Metadaten in *Resource Description Frameworks* (RDF) kann zukünftig die Integration organisationsübergreifender Geodatenbestände im Semantic Web ermöglicht werden.

Links zu diesem Kapitel

Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung

<https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html>

INSPIRE in RDF - Guidelines for encoding data (Präsentation)

https://inspire.ec.europa.eu/sites/default/files/presentations/INSPIRE_in_RDF_guidelines_for_encoding_data.pdf

5.3. Linked Data

Neben dem semantischen Web gewinnen Linked Data-Technologien an Bedeutung. Linked Data funktioniert nach dem Prinzip, Daten in sogenannten Tripeln zu beschreiben und miteinander zu verknüpfen. Ein Triple ist eine Aussage aus den drei Elementen Subjekt, Prädikat, Objekt, zum Beispiel *Fluss – ist ein – Gewässer*. Jedes dieser Elemente wird über einen persistenten, dereferenzierbaren *Uniform Resource Identifier* (URI) identifiziert. Dadurch entsteht ein Netz an Begriffen und Daten inklusive ihrer logischen Beziehungen, welches durch den Computer interpretiert werden kann. *Linked Data* bedient sich strukturierter Daten, die mit anderen Daten verknüpft und durch semantische Abfragen gut nutzbar sind. Da Standard-Webtechnologien wie HTTP, RDF und URIs verwendet werden, können sie nicht nur von Menschen gelesen sondern durch die Ergänzung weiterer Informationen auch automatisch von Computern verarbeitet werden. Mit Linked Data wird das Internet zu einer globalen Datenbank.

Tim Berners-Lee hat Linked Data-Prinzipien konkretisiert und in einer 5-stufigen Skala die Qualität beschrieben (5*Open Data). Die W3C Interest Group (vormals W3C Working Group) „Spatial Data on the Web“ sieht den eigenen Lösungsansatz zu Linked Data durch das alternative 5-Sterne-Schema von Erik Wilde besser beschrieben (vgl. Abb. 22).

★	verknüpfbar	Verwenden Sie persistente und auffindbare weltweit eindeutige Bezeichner.
★ ★	analysierbar	Verwenden Sie standardisierte Datenmetamodelle wie CSV (RFC4180), XML (XML11), RDF, RDF11-PRIMER oder JSON (RFC7159).
★ ★ ★	verständlich	Verwenden Sie bekannte oder zumindest gut dokumentierte Vokabulare / Schemata.
★ ★ ★ ★	verknüpft	Verwenden Sie Links zu anderen Ressourcen, wann immer dies möglich ist.
★ ★ ★ ★ ★	nutzbar	Kenzeichnen Sie Ihr Dokument mit einer Lizenz.

Abbildung 22 Qualitätsskala für Linked Data nach Erik Wilde

Des Weiteren existieren verschiedene Standards zur Speicherung von verlinkten Daten und deren Vokabularen (z. B. JSON-LD), die sowohl von der Semantic Web Community, als auch immer mehr von datenbereitstellenden Institutionen übernommen werden. Die Verwendung von JSON-LD verbindet die unterschiedlichen Technologien, indem es ein Datenformat

bereitstellt, das mit RDF kompatibel ist, jedoch auf Standard-JSON-Tools basiert. So kann z. B. RDF zur Verlinkung von Ressourcen auf der Basis von Informationsgraphen genutzt werden und andere Technologien zum performanten Abfragen und Verarbeiten der räumlichen Aspekte dieser Informationen verwendet werden.

Links zu diesem Kapitel

5-Sterne-Bereitstellungsschema für Open Data

<https://5stardata.info/en/>

Spatial Data on the Web Best Practices

<https://www.w3.org/TR/sdw-bp/>

5-Sterne-Schema zu Linked Data von Erik Wilde

<http://webdata.systems/>

Informationen zu JSON-LD

<https://www.w3.org/TR/json-ld/>

Literaturverzeichnis

Hahmann, S. & Burghardt, D. (2012): Forschungsergebnisse zu der Frage: Haben 80 % aller Informationen einen Raumbezug? In: *gis.SCIENCE* 03/2012, S. 101 - 108

Bill, R. (2010): *Grundlagen der Geo-Informationssysteme*, 5. völlig neu bearb. Aufl.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2017): *Leitfaden zur Basis Absicherung nach IT-Grundschutz*
Internet: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Broschueren/Leitfaden_zur_Basis-Absicherung.pdf

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2019): *IT-Grundschutz-Kompodium*, 2. Edition 2019
Internet: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKompodium/itgrundschutzKompodium_node.html

Andrae, C., Graul, C., Over, M. & Zipf, A. (2011): *Web Portrayal Services*

Bizer, Ch., Heath, T. & Berners-Lee, T. (2009): *Linked Data – The Story So Far* (PDF). In: *International Journal on Semantic Web and Information Systems*. 5 (3), S. 1 - 22
Internet: <http://tomheath.com/papers/bizer-heath-berners-lee-ijswis-linked-data.pdf>

Swartz, A. (2013) *The Programmable Web - an unfinished work* (E-Book)
Internet: <https://doi.org/10.2200/S00481ED1V01Y201302WBE005>

EU-Richtlinien und -Verordnungen

Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE)
Internet: <http://data.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj>

Verordnung (EG) Nr. 976/2009 der Kommission vom 19. Oktober 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments

und des Rates hinsichtlich der Netzdienste

Internet: <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/976/2014-12-31>

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

Internet: <http://data.europa.eu/eli/reg/2010/1089/2013-12-30>

Verordnung (EG) Nr. 1205/2008 der Kommission vom 3. Dezember 2008 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Metadaten

Internet: <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1205/oj>

Dokumente der GDI-DE

Die grundlegenden Vereinbarungen der GDI-DE, Dokumente zum Architekturkonzept sowie Handlungsempfehlungen und Leitfäden sind auf der Webseite der GDI-DE in der jeweils aktuellsten Fassung zu finden.

Internet: <https://www.gdi-de.org>

Wichtige Links

GDI-DE - Geodateninfrastruktur Deutschland

<https://www.gdi-de.org>

IT-Planungsrat

<https://www.it-planungsrat.de>

GovData, das Datenportal für Deutschland

<https://www.govdata.de>

KoSIT - Koordinierungsstelle für IT-Standards

<https://www.xoev.de/>

KoSIT - Übersicht über die Standards der öffentlichen Verwaltung

https://www.xoev.de/die_standards-1471

OGC-Standards

<https://www.opengeospatial.org/standards/>

Kleines Handbuch Metadaten (KIM Kompetenzzentrum Interoperable Metadaten)

https://www.kim-forum.org/Subsites/kim/DE/Materialien/Handbuch/handbuch_node.html

INSPIRE Knowledge Base

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

Technical Guidance-Dokumente für die Implementierung von INSPIRE-Netzdiensten

<https://inspire.ec.europa.eu/Technical-Guidelines2/Network-Services/41>

BSI - IT-Lageberichte

https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/Lageberichte/lageberichte_node.html

GI-Lexikon der Universität Rostock

<http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/lexikon.asp>

Geoportale

INSPIRE-Geoportal

<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

Geoportal.de

<https://www.geoportal.de>

Weitere Geoportale aus Bund, Ländern und Kommunen sowie dem Ausland

www.gdi-de.org/Viewer_Portale

Abkürzungsverzeichnis

BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMI	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CAD	Computer Aided Design
CEN	Comité Européen de Normalisation
CGI	Common Gateway Interface
CSW	Catalogue Service for the Web
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DIN	Deutsches Institut für Normung
DTK	Digitale Topographische Karte
E-...	Electronic-...
EPSG	European Petroleum Survey Group
EU	Europäische Union
GB	Gigabyte
GDI	Geodateninfrastruktur
GDI-DE	Geodateninfrastruktur Deutschland
GeoDRM	Digital Rights Management
GeoTIFF	Geo Tagged Image File Format
GeoXACML	Geo eXtensible Access Control Markup Language
GI	Geoinformation
GIF	Graphics Interchange Format
GIS	Geographisches Informationssystem
GML	Geography Markup Language
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IP	Internet Protocol
ISO TC 211	International Organization for Standardization Technical Committee 211
ISP	Internet Service Provider
IT	Informationstechnik
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JRC	Joint Research Center
KoSIT	Koordinierungsstelle für IT-Standards
NEGS	Nationale E-Government Strategie
OGC	Open Geospatial Consortium

O&M	Observation & Measurement
Perl	Programmiersprache
PNG	Portable Network Graphics
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RDBMS	Relationales Datenbankmanagementsystem
RDF(a)	Ressource Description Framework (in Attributes)
ROA	Ressourcenorientierte Architektur
SAGA	Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen
SAML	Security Assertion Markup Language
SensorML	Sensor Model Language
SLA	Service Level Agreement
SLD	Styled Layer Descriptor
SOA	Serviceorientierte Architektur
SOAP	Simple Object Access Protocol
SOS	Sensor Observation Service
SQL	Structured Query Language
SSL	Secure Sockets Layer
SSO	Single Sign On
SVG	Scalable Vector Graphics
TC	Technical Comitee
TIFF	Tagged Image File Format
URI	Uniform Resource Identifier
W3C	World Wide Web Consortium
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WFS-G	Web Gazetteer Service
WFS-T	Web Feature Service Transactional
WMS	Web Map Service
WMTS	Web Map Tile Service
WPS	Web Processing Service
WTS	Web Terrain Service
XML	Extensible Markup Language
XÖV	XML in der öffentlichen Verwaltung

Abbildungsverzeichnis

Abb 1	Komponenten und Rahmenbedingungen einer Geodateninfrastruktur aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“	13
Abb 2	GDI-Hierarchie in Deutschland aus „Architektur der GDI-DE – Ziele und Grundlagen“	14
Abb 3	Überblick über wichtige Standardisierungs- und Normungsgremien	16
Abb 4	Kategorisierung von Standards anhand ihres Reifegrads	18
Abb 5	Zusammenspiel von rechtlichen Anforderungen und technischen Umsetzungsempfehlungen	22
Abb 6	Ausschnitt aus dem INSPIRE-Geoportal: Straßennetz Dänemark	23
Abb 7	Darstellung von Suchergebnissen des Geodatenkatalog.de im Geoportal.de	26
Abb 8	Web Map Service (WMS)	27
Abb 9	Web Map Tile Service (WMTS)	30
Abb 10	INSPIRE Network Services und OGC-Geodatendienste	31
Abb 11	Web Feature Service (WFS)	34
Abb 12	Web Coverage Service (WCS)	35
Abb 13	Abfrage einer Zeitreihe (Wasserstände) von einem Sensor Observation Service (SOS)	36
Abb 14	Web Feature Service Gazetteer (WFS-G)	38
Abb 15	Nutzung einer Ortssuche auf Basis eines OpenSearch GeoTemporal Service	39
Abb 16	Web Terrain Service (WTS)	40
Abb 17	Web Processing Service (WPS)	41
Abb 18	Kataloginfrastruktur	49
Abb 19	Implementierte Recherche-Anwendung mit einer kombinierten Suche am Beispiel des Geoviewers Geoportal Hamburg	69
Abb 20	Geodatenviewer BORIS Hessen	74
Abb 21	Animation eines WFS am Beispiel der Pendlerströme im Geoportal Hamburg	79
Abb 22	Qualitätsskala für Linked Data nach Erik Wilde	84

Impressum

Das Werk einschließlich aller Inhalte ist urheberrechtlich geschützt.

Die Reproduktion oder Weiterverwendung dieser Publikation im Ganzen oder auszugsweise in irgendeiner Form oder unter Verwendung elektronischer Systeme ist nur mit der ausdrücklichen Genehmigung und Nennung des Herausgebers gestattet.

Die in dem vorliegenden Druckerzeugnis dargestellten Sachverhalte und zur Verfügung gestellten Angaben bzw. Daten erheben trotz sorgfältiger Prüfung keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

Die Benutzung dieser Broschüre und die Umsetzung der darin enthaltenen Informationen erfolgen ausdrücklich auf eigenes Risiko, Haftungsansprüche für Schäden materieller oder ideeller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und/oder unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

Für die Inhalte von den in diesem Leitfadens aufgeführten Internetseiten sind ausschließlich die Betreiber der jeweiligen Internetseiten verantwortlich.

Aufgeführte Marken und Markennamen sind Eigentum der jeweiligen Hersteller.

Satz, Druck, Bindung und Verarbeitung

Bonifatius GmbH

Druck – Buch – Verlag

Karl-Schurz-Straße 26

33100 Paderborn

Internet: <http://www.bonifatius.de/druckerei>

Herausgeber, Bearbeitung, Gestaltung und Redaktion

Koordinierungsstelle GDI-DE

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Richard-Strauss-Allee 11

60598 Frankfurt am Main

Telefon: + 49 (0) 69 6333-258

Fax: + 49 (0) 69 6333-441

E-Mail: mail@gdi-de.org

Internet: www.gdi-de.org | www.geoportal.de | wiki.gdi-de.org

Twitter: www.twitter.com/gdi_de

Unser besonderer Dank gilt:

Angelika Ettwein (GDI-BW), Marco Hohmann (UBA), Armin Retterath (GDI-RP), Burkhard Schlegel (GDI.NRW), Dirk Thalheim (BKG) und Ralf Ziebarth (BGR) sowie dem GDI-DE Arbeitskreis Geodienste.

Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen/Grafiken – Copyright: © Koordinierungsstelle GDI-DE (Kst. GDI-DE)

Copyright

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Koordinierungsstelle GDI-DE
Richard-Strauss-Allee 11
60598 Frankfurt am Main
E-Mail: mailbox@bkg.bund.de
Internet: <http://www.bkg.bund.de>

4. vollständig überarbeitete Auflage September 2019, 10.000 Exemplare

Dieser Leitfaden kann kostenfrei unter www.gdi-de.org bestellt und heruntergeladen werden.

